



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Arévalo Rojas, David (ORCID: 0000-0001-9768-1583)

Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000-0002-6354-0595)

ASESOR:

Msc. Ing. Paredes Aguilar, Luis (ORCID: 0000-0002-1375-179X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

TARAPOTO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A nuestro Señor, por iluminarme todos los días de mi vida, a mis padres, por el apoyo incondicional, a mis hermanos Robert y Rosa por el gran cariño brindado en mi vida, a mis hermosas hijas Fernanda y Alisson que son mi motor y motivo para seguir superándome en la vida.

Fernando Quelvi Navarro Mori

A Dios, por ser nuestro creador, por haberme dado una increíble familia y a mis adorables padres, por su sacrificio y por ayudarme a salir a delante.

David Arévalo Rojas

Agradecimiento

A Dios por estar siempre iluminándome para recorrer el buen camino, a mi hermano Ing. Robert Navarro Mori por el gran aporte de sus conocimientos, al asesor Msc. Luis Paredes Aguilar por su gran docencia universitaria en la realización de esta investigación.

Fernando Quelvi Navarro Mori

Agradezco a mis docentes, quienes me impartieron los conocimientos, a mis padres por su dedicación y atención en mi formación profesional, gracias a ellos perseveré en las metas trazadas y resultados conseguidos, que deja una huella para seguir avanzando en el bien personal y profesional.

David Arévalo Rojas

Índice de contenidos

| | |
|---|-----------|
| Carátula | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento..... | iii |
| Índice de contenidos | iv |
| Índice de tablas | v |
| Índice de gráficos | vi |
| Resumen | vii |
| Abstract | viii |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| III. METODOLOGÍA. | 20 |
| 3.1 Tipo y diseño de investigación. | 20 |
| 3.2 . Variables y operacionalización..... | 21 |
| 3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis. | 23 |
| 3.4 . Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 23 |
| 3.5 . Procedimientos. | 24 |
| 3.6 . Método de análisis de datos..... | 24 |
| 3.7 Aspectos éticos. | 24 |
| IV. RESULTADOS..... | 25 |
| V. DISCUSIÓN..... | 33 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 37 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 39 |
| REFERENCIAS..... | 40 |
| ANEXOS | 45 |

Índice de tablas

| | |
|--|---------|
| Tabla 1: Clasificación de suelos según tamaño de partículas..... | 8 |
| Tabla 2: Clasificación de suelos según índice de plasticidad. | 11 |
| Tabla 3: Clasificación de suelos según índice de grupo. | 12 |
| Tabla 4: Correlación de tipos de suelos AASHTO-SUCS..... | 13 |
| Tabla 5: Clasificación de los suelos basada en AASHTO M 145 y/o ASTM 3282... | 14 |
| Tabla 6: Categorías de subrasante..... | 18 |
| Tabla 7: Valor relativo de soporte, CBR en sub-base granular..... | 18 |
| Tabla 8: Valor relativo de soporte, CBR en base granular..... | 18 |
| Tabla 9: Operacionalización de variables..... | 22 |
| Tabla 10: Técnicas de recolección de datos e instrumentos..... | 24 |
| Tabla 11: Resultados de las propiedades físicas del suelo..... | 25 |
| Tabla 12: Resultados de las propiedades químicas del suelo..... | 25 |
| Tabla 13: Resultados de las propiedades mecánicas del suelo..... | 26 |
| Tabla 14: Clasificación S.U.C.S. y A.A.S.H.T.O. de los suelos que conforman el terreno de fundación..... | 26 |
| Tabla 15: Resultados físicos y mecánicos del suelo a estabilizar..... | 27 |
| Tabla 16: Determinación de los % de adiciones al suelo a estabilizar para poder determinar el óptimo % de adición y establecer un diseño final..... | 27 |
| Tabla 17: Resultados de las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural y estabilizado para poder determinar el óptimo % de adición y establecer un diseño final..... | 28 |
| Tabla 18: Resultados finales obtenidos con el óptimo % de adición..... | 29 |
| Tabla 19: Cálculo del suelo con Topsoil para un m3 de suelo estabilizado |29 |

Índice de gráficos

| | |
|--|----|
| Gráfico 01: Signos convencionales para perfil de calicatas – Clasificación AASHTO | 10 |
| Gráfico 02: Signos convencionales para perfil de calicatas - clasificación SUCS..... | 10 |
| Gráfico 03: Estructura de pavimento típico, de pavimento flexible y pavimento rígido..... | 19 |
| Gráfico 04: Determinación del óptimo % de adición y cumplir con la norma para suelos estabilizados como base..... | 28 |

RESUMEN

La presente investigación consiste en analizar los cambios de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos, al ser estabilizados con la adición de un agente estabilizante, cuyo objetivo general es el de determinar el diseño del suelo estabilizado con la adición del copolímero topsoil, para uso como base de un pavimento en el sector Palmiche, Tarapoto, buscando las alternativas de un sistema de estabilización química siguiendo la metodología de nuestras normas técnicas peruanas, para ello se obtuvo las muestras correspondientes del sitio de estudio las cuales han sido transportadas al laboratorio para su caracterización (Humedad, γ_s , LL, LP y IP) y la determinación de sus propiedades mecánicas (Proctor y CBR), una vez caracterizadas mediante la determinación de su contenido de humedad, peso específico relativo de los sólidos, límites de atterberg (límite líquido y límite plástico e índice plástico), se procedió con la clasificación obteniendo suelos de granulometría fina del tipo arcillas inorgánicas de mediana plasticidad de consistencia semi dura según la clasificación SUCS del tipo CL y según la clasificación ASHHTO del tipo A-7-6; después se procedió a determinar sus propiedades mecánicas mediante los ensayos de relaciones Humedad-Densidad (proctor modificado) y el ensayo de CBR de suelos, obteniendo valores de M.D.S. de 1.885 gr/cm³ y un óptimo contenido de agua (O.C.H.) igual a 15.20% y un valor de CBR de 5.90% a 1" y 7.20% a 2"; clasificados y caracterizados los suelos del lugar se procedió a determinar los % de adición del agente estabilizante los cuales han sido de 0.25%, 0.50%, 1.00% y 2%, para con ello obtener el óptimo % de agente estabilizador, el cual ha sido de 1.17%; con este % se caracterizó y clasificó el suelo obteniendo cambios tanto en las propiedades físicas y en las propiedades mecánicas; se clasificó el suelo según la clasificación SUCS, un suelo de granulometría fina del tipo arcilla limosa del tipo CL de consistencia rígida y según la clasificación ASHHTO un A-4(6) y un O.C.H. = 8.50% y una M.D.S de 1.936 y un CBR a 1" de 80.10% el cual representa el valor de capacidad relativa de soporte del suelo motivo de la presente investigación con la adición del agente estabilizador TOPSOIL.

Palabras clave: Mejoramiento de propiedades mecánicas, Copolímero, CBR, Pavimento.

Abstract

The present investigation consists of analyzing the changes of the index and mechanical properties of the soils, when they are stabilized with the addition of a stabilizing agent, whose general objective is to determine the design of the soil stabilized with the addition of the topsoil copolymer, for use As the base of a pavement in the Palmiche sector, Tarapoto, looking for alternatives to a chemical stabilization system following the methodology of our Peruvian technical standards, for this, the corresponding samples were obtained from the study site, which have been transported to the laboratory for characterization (Humidity, ρ_s , LL, LP and IP) and the determination of its mechanical properties (Proctor and CBR), once characterized by determining its moisture content, relative specific weight of solids, atterberg limits (limit liquid and plastic limit and plastic index), we proceeded with the classification obtaining soils of fine grain size of the type inorganic clays of medium plasticity of semi-hard consistency according to the SUCS classification of type CL and according to the ASHHTO classification of type A-7-6; Afterwards, its mechanical properties were determined by means of the Moisture-density ratio tests (modified proctor) and the CBR test of soils, obtaining M.D.S. 1,885 gr / cm³ and an optimal water content (O.C.H.) equal to 15.20% and a CBR value of 5.90% at 1 "and 7.20% at 2"; classified and characterized the soils of the place, we proceeded to determine the% of addition of the stabilizing agent which have been 0.25%, 0.50%, 1.00% and 2%, in order to obtain the optimum% of stabilizing agent which has been 1.17%, with this% the soil was characterized and classified obtaining changes both in the index properties and in the mechanical properties; The soil was classified according to the SUCS classification, a fine-grained soil of the CL type silty clay type with a rigid consistency and according to the ASHHTO classification, an A-4 (6) and an O.C.H. = 8.50% and an M.D.S of 1,936 and a 1 "CBR of 80.10% which represents the value of the relative capacity of soil support that is the subject of this investigation with the addition of the stabilizing agent TOPSOIL.

Keywords: Improvement of mechanical properties, Copolymer, CBR, Pavement.

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional en los países del mundo genera grandes expansiones urbanas y rurales, por ende la necesidad de la apertura de caminos y la construcción de carreteras para la circulación de las personas y el tránsito vehicular, pero para la construcción se necesita la utilización de agregados de calidad y suelos que puedan soportar cargas que permitan una eficiente construcción de los caminos pavimentados y no pavimentados que garantice diseñar los pavimentos seguros, económicos y duraderos en el tiempo. Hoy en día se carece en la construcción y mantenimiento de caminos y carreteras, por su enorme costo en mantenimiento y la carencia de agregados en las canteras, por el uso constante en las diferentes obras de construcción de la ingeniería, estos agentes causan una serie de cambios bruscos de la naturaleza que generan una serie de acontecimientos de riesgos naturales como inundaciones, deslizamiento y problemas geodinámicos de los cauces de ríos y zonas de explotación de canteras, de esta manera surge la necesidad en el mundo de seguir investigando. Hoy en día los países de España, Estados Unidos y varios países de los continentes optan en la construcción de carreteras el uso de productos químicos especialmente los polímeros, biopolímeros y copolímeros y las familias múltiples que satisfactoriamente lo utilizan en el tratamiento de los suelos que mejoran las propiedades mecánicas en las diferentes capas de las estructuras de las carreteras pavimentadas y no pavimentadas. Gracias a las referencias los polímeros tienen mayor atención en las investigaciones para el tratamiento para mejorar propiedades físicas y mecánicas de los suelos, se concluyen que los polímeros son estabilizadores de alta calidad que permiten nuevamente utilizar el suelo después de muchos años de vida útil. En el Perú no están definidos procedimientos constructivos con polímeros, pero hay muchas investigaciones de estos productos que tienen buenos resultados teniendo como referencia la investigación de CORTES (2018) quien propone ejecutar procedimiento constructivo desarrollado en Australia, muy utilizado en los suelos para diferentes sistemas constructivos a los que se presentan en la construcción de las obras viales en Perú, en base a información general de parámetros estructurales del suelo estabilizado. Este procedimiento se aplicó en muchos suelos en el Perú, obteniendo resultados muy satisfactorios en la mejora de las propiedades de los suelos con

índices plásticos ≥ 9 . Posteriormente se obtuvo la **formulación del problema**, el problema general planteado es: ¿cuál es el diseño del suelo estabilizado con la adición del copolímero topsoil para uso como base de un pavimento en el sector Palmiche, Tarapoto?, y como **problemas específicos** se plantean los siguientes: ¿cuáles son las propiedades físicas, químicas del suelo en el sector Palmiche, Tarapoto?, ¿cuáles son las propiedades físicas y químicas del copolímero topsoil?, ¿cuál es el diseño de mezcla de la subrasante con aplicaciones del copolímero topsoil, en porcentajes del 0.25 %, 0.50 %, 1.0 % y 2 %, en el sector Palmiche, Tarapoto?, ¿cuál es el diseño óptimo de la subrasante con aplicaciones de copolímero topsoil, en el sector Palmiche, Tarapoto?, ¿cuál es el costo de un metro cúbico del diseño óptimo de la subrasante con aplicaciones de copolímero topsoil, en el sector Palmiche, Tarapoto?. Luego se procedió a realizar la justificación de la investigación: **justificación Teórica**, teóricamente, se justifica por buscar alternativas de solución en el tratamiento de los suelos para mejorar sus propiedades mecánicas y alcanzar mejorar la capacidad de soporte, con aplicación del copolímero se busca complementar los procedimientos de estabilización que están vigentes en la normatividad, reglamentada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).; en la **justificación Metodológica**, la investigación se rige a través de normas y aplicaciones ya investigadas, instrumentos de validación con técnicas experimentales basadas en normas establecidas y aprobadas, lo que nos facilita tener un orden y estructura establecida para obtener resultados que conllevarán a aportar conclusiones y recomendaciones objetivas que puedan ser utilizadas para el aprovechamiento en el área de pavimentos, como también en la **justificación Social**, buscamos alternativas en la ingeniería para aminorar costos que beneficiará al proponer metodologías que reduzcan costos en la elaboración de proyectos viales, facilitará al gobierno central aprobar con mayor rapidez los proyectos propuestos por los gobiernos regionales y locales lo que conlleva a un desarrollo económico sostenible para esa población que se dotara de una infraestructura económica, segura y durable en el tiempo, por último, como **justificación Práctica**, al finalizar la investigación se obtendrá datos del mejoramiento de la propiedades mecánicas del suelo mediante la estabilización; los suelos en la zona selva se caracterizan por la inadecuada capacidad de soporte que se obtienen, lo que origina serios problemas a nivel de ingeniería, muy aparte de los problemas económicos, diseños estructurales de pavimentos asumiendo espesores

considerables lo que conlleva a proyectos onerosos repercutiendo en la economía de nuestro país. Con los resultados que se obtengan se reducirán espesores de la estructura del pavimento con el mejoramiento de las propiedades mecánicas, lo que conllevará a pavimentos menos costosos aparte de mejorar la calidad en cuanto a durabilidad y post mantenimiento. Con respecto al **objetivo general**, es determinar el diseño del suelo estabilizado con la adición del copolímero topsoil para uso como base de un pavimento en el sector Palmiche, Tarapoto, y como **objetivos específicos**, determinar las propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo en el sector Palmiche, determinar las propiedades físicas y químicas del copolímero topsoil, determinar los diseños de las mezclas de la subrasante con aplicaciones del copolímero topsoil según los porcentajes del 0.25 %, 0.50 %, 1.00 % y 2.00 %, en el sector Palmiche, Tarapoto, determinar el diseño óptimo de la subrasante con aplicaciones del copolímero topsoil, en el sector Palmiche, Tarapoto, determinar el costo de un metro cúbico del diseño óptimo de la subrasante con aplicaciones del copolímero topsoil, en el sector Palmiche, Tarapoto” además la **hipótesis general** es : mediante la estabilización de la subrasante con la adición del copolímero topsoil se aumentará la capacidad de soporte para usarse como base de pavimento en el sector Palmiche, Tarapoto y como hipótesis específicas tenemos, mediante el uso de laboratorio se obtendrá las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los suelos en el sector Palmiche, Tarapoto; se determinará las propiedades físicas y químicas del copolímero topsoil mediante las especificaciones técnicas del producto, se obtendrá un diseño patrón con adiciones de copolímero topsoil al suelo con porcentajes de 0.25 %, 0.50 %, 1.00 % y 2.00 % , el diseño óptimo se obtendrá en base al patrón de diseño para buscar el óptimo contenido de diseño para uso como base de pavimentos..

II. MARCO TEÓRICO

Se utilizaron como trabajos de investigación a nivel internacional los siguientes **antecedentes**, según: E. Serrano Rodríguez y E. Padilla González. En su investigación titulada: *Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados*, Revista Ingeniería Solidaria, vol. 25, n.º 1, 2019. Concluyeron que: Los polímeros reciclados mejoran la resistencia a la compresión en elementos de estructura de un pavimento el cual indistintamente del suelo da resultados positivos. Con % de cemento del 9% y una adición de 0.75% de fibra alcanzando un 35% de resistencia Considerando fibras con longitud de 24 milímetros. Vargas Quispe teniendo en cuenta el uso de la resina, obteniendo resultados con fibras de 40 milímetros y con una dosificación de 0,50 % y 0,75 %, obteniendo grandes aumentos del CBR hasta llegar al 28 % del valor inicial. La relación de porcentajes está en base a la muestra de los suelos también: CASTRO, Diego & ORDOÑEZ, Omar. En su trabajo de investigación titulado: *Análisis de estabilización de suelos con lodos poliméricos biodegradables para construcción de pantallas pre excavadas en suelos de granulometría gruesa arenas*, (trabajo de pregrado) UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, 2018. Concluyó que: que la óptima relación mezcla polímero/agua es de 0.8 gramos por litro, la cual se evaluó con la utilización del gráfico de permeabilidad/dosificación y calculando una línea de tendencia, contrastando esta conclusión con los resultados de las propiedades físicas, demostrando que con lo propuesto permite el flujo de agua, pero a una velocidad muy baja sin haber taponamiento como ocurre con la dosificación de la mezcla a 0.9 gramos y 1 gr. ya que con esta última la muestra queda sellada prácticamente ya que los vacíos que hay en este tipo de suelo son ocupados por la mezcla viscosa que resulta de la mezcla de polímero y agua, debido a esto no hay flujo de agua en ningún sentido también en las investigaciones a nivel nacional. Según: NESTERENKO, Darko. En su trabajo de investigación titulado: *Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en el Perú*. (Tesis de maestría). Universidad de Piura. Lima (2018). Menciona que en su investigación obtiene el procedimiento constructivo de estabilización de suelos mediante el uso del polímero poliacrilamida (PAM), cuyo objetivo llevó a cabo adaptando a nuestra realidad con la incorporación de variables de los equipos de ejecución y rendimientos constructivos. Concluyó que: estos aditivos resultan componentes efectivos para la estabilización, las cuales trabajan con eficacia y son sostenibles ya que se pueden usar nuevamente los suelos

después de cumplir con el periodo de diseño y que durante su ejecución, no permiten que se presenten patologías constructivas normalmente cuando se utilizan estabilizadores ya conocidos; también manifiesta que en nuestra realidad nacional no existen procedimientos constructivos y la utilización de suelos estabilizados con polímeros en el Perú, después de haber realizado ensayos de laboratorio y evaluado los resultados menciona que los polímeros mejoran las propiedades físicas y mecánicas de los suelos y mucho mejor en suelos cuyo índice plástico ≥ 9 . Nos indica también que para la interpretación de resultados para el procedimiento constructivo de estabilización de suelos con PAM se realizaron los ensayos físicos y mecánicos de los suelos, clasificando todos de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS) según ASTM D2487 (ASTM 2011) y por el sistema de clasificación AASHTO, también menciona que este estabilizador poliacrilamida (PAM), se utilizara en suelos con valores inferiores al 30% ya que aumenta en un 20% de capacidad al suelo y un 2% la máxima densidad seca de los suelos estabilizados con PAM frente a las muestras en estado natural, al aumentar este parámetro el óptimo contenido de humedad se reduce hasta en 8% en promedio el valor significativo ya que implica que no se utilizara más agua que un suelo normal, mientras que el CBR obtuvo aumentos hasta de 70% al 95% Y 58% AL 100% de la máxima densidad seca. Así también como: CALLE, Estéfany, & ARCE, Gonzalo. En su trabajo de investigación titulado: *Estabilización con polímero acrílico de la subrasante de la zona del puente de Añashuayco para su uso como base y comparación frente a un pavimento convencional. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa (2018)*. Mencionan que en su investigación tienen como objetivo principal demostrar las mejoras de las propiedades mecánicas del suelo para optar utilizar como base de la capa estructural, mediante la adición óptima del uso de polímero acrílico, realizando para ello la caracterización física y mecánica de los suelos concluyendo de que el Valor CBR obtuvo con la adición del polímero acrílico en un 0.5% un 110% el valor de CBR aumentó de 55% a 86%, los espesores obtenidos en el diseño tanto del pavimento convencional como del estabilizado son: 2.5 pulgadas de carpeta para ambos diseños; de 6.5 pulgadas, para la base granular y 6.1 pulgadas, para el suelo estabilizado, la densidad máxima seca aumenta a medida que el contenido de polímero aumenta, pasando de 1.63 gr/cm³ del suelo natural a 1.723 g/cm³ a una dosificación de 0.5%, esto debido a un mejor acomodo de las partículas, analizaron los costos unitarios para el pavimento estabilizado, teniendo en cuenta el contenido

óptimo de polímero, obteniendo un aporte unitario de 0.92 gal/m²) El costo directo obtenido para el tramo de prueba de 200 m. de longitud., ancho de 6.40 metros.; con base estabilizada es de S/. 74,795.22 (espesor de base 15.50 cm.) y del pavimento convencional es de S/. 49,754.89 (espesor de base 16.00cm.). La diferencia de costos entre el pavimento convencional y el estabilizado es de S/. 25,040.33, lo que representa un 33% del costo del pavimento estabilizado. Con respecto a las **teorías relacionadas a la variable independiente**, CRESPO (1976-1980), nos menciona la definición de suelo, “ suelo es una delgada capa sobre la corteza terrestre de material que proviene de la desintegración y/o alteración física y/o química de las rocas y de los residuos de las actividades de los seres vivos que sobre ella se orientan”, (pág.17), de acuerdo a nuestra investigación las principales propiedades físicas del suelo son las siguientes: Textura, estructura, consistencia, porosidad, color, densidad, temperatura, STOCKING & NIAMB (2001), nos menciona que la textura del suelo es parte del tacto físico, constituida en cantidades proporcionales relativas de diferentes tipos y tamaños de partículas que desarrollan la masa de un suelo, así mismo nos indica que el color es la apariencia de un suelo y está constituido por la tonalidad general, basada en colores primarios, el croma (la intensidad del color y el grado de tonos grises de negro a blanco), cuando se produce la degradación del suelo, cambian ambas texturas y color ”. (pág. 79), como también VILLALAZ (1976-1980), menciona que la estructura del suelo, “ estructura es la distribución y orden de las partes de un cuerpo” (pág. 58), también como definición TOMPSON (1988) indica, la porosidad del suelo es parte de un proceso de desintegración que resulta el ahuecado y disgregación en la masa del suelo. Determinando los espacios vacíos donde se acumulan el agua y el aire (pág. 75), como también otra de las propiedades HODGSON (1987), indica que la propiedad descrita por otros , bajo diversos conceptos de constitución, consistencia, consistencia o manual o propiedades mecánicas, las características incluidas en el término consistencia están relacionadas con las fuerzas de cohesión que actúan en el interior de los suelos según sus diversos contenidos de humedad (Russell, 1928), (pág. 65), mientras que otra propiedad importante menciona CASTRO (1979), indica que la permeabilidad del suelo, es la capacidad para transmitir agua y aire. Se refiere al drenaje interno del terreno y puede expresarse en forma cuantitativa en unidades de agua saturada, de diámetro convencional y en un tiempo tomado dentro del perfil para el movimiento del agua (pág. 95), considerando otra propiedad, ARIAS (2007) nos menciona que la densidad

de acuerdo con su composición , considera que la densidad es la masa de las partículas sin considerar la porosidad dentro de la masa en volumen definido y la densidad aparente es la similitud en la definición pero ya incluyendo la propiedad de la porosidad (pág. 51), así mismo el autor nos menciona sobre las características químicas del suelo, y entre la principales propiedades químicas del suelo se encuentran la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y aniónico (CIA), el Ph del suelo, las solubilidades y transformaciones bioquímicas (pág. 56). Exploración de suelos y rocas, MTC (2015) señala que ASHTO, recomienda la aplicación de norma T-86-90 para muestreo de suelos y rocas que equivale a la ASTM D420-69, consiste en procedimientos que deben efectuarse en campo, un reconocimiento para conocer las características del terreno donde se identificarán los puntos de pozos de exploración para obtener las muestras representativas de cada estrato, teniendo en cuenta la propiedad del tamaño y la caracterización de las muestras bien detalladas y la extracción de dichas muestras serán inalteradas, la excavación de los pozos no serán menos de 1.50 m, teniendo en cuenta los desniveles de acuerdo a la subrasante para ubicar puntos de terraplén y cortes, tener en cuenta la presencia de napa freática, rellenos sanitarios, o presencia de suelos expansivos u otros suelos que evidencien cambios significativos erráticos o irregulares en sus características para tomar en cuenta para nuevos puntos de exploracion, se tendrá en cuenta para realizar las calicatas con la ubicación de forma alterna dentro de la faja que cubre el ancho de la calzada en toda su longitud . MTC, también nos menciona que en los registros de excavación, se debe tener en cuenta la descripción, numeración y profundidad de cada pozo o calicata, teniendo en cuenta la altura de cada estrato y sus características para describirlas, como también la ubicación con coordenadas UTM-WGS 84, el tamaño de las muestras representativas se extrae de acuerdo a los enyayos fundamentales para la determinación de sus características físico-mecánicas de los materiales de la subrasante. CRESPO (1976-1980), menciona que la granulometría se basa en procedimientos de encontrar porcentaje de los tamaños de las partículas que forman la masa del suelo (pág. 45), en las normas técnicas peruanas rige el ensayo MTC E 107, y se clasifican en función del tamaño de sus elementos. ASTM (2003), nos menciona para procedimientos en el ensayo se representan en planilla con todos los datos correspondientes de la muestra de suelo como la identificación, su procedencia, el tipo de suelo, las alturas de los estratos de la excavación, como también los porcentajes de retenidas y las que pasan, de este modo encontrar los

puntos en la gráfica semilogarítmica y los coeficientes C_u y C_c , dependiendo de su aplicación.

Tabla 1
Clasificación de suelos según Tamaño de partículas

| Tipo de Material | | Tamaño de las partículas |
|------------------|---------|---|
| Grava | | 75 mm – 4.75 mm |
| Arena | | Arena gruesa : 4.75 mm – 2.00 mm Arena media : 2.00 mm – 0.425 mm Arena fina : 0.425mm – 0.075 mm |
| Material Fino | Limo | 0.075 mm – 0.005 mm |
| | Arcilla | Menor a 0.005 mm |

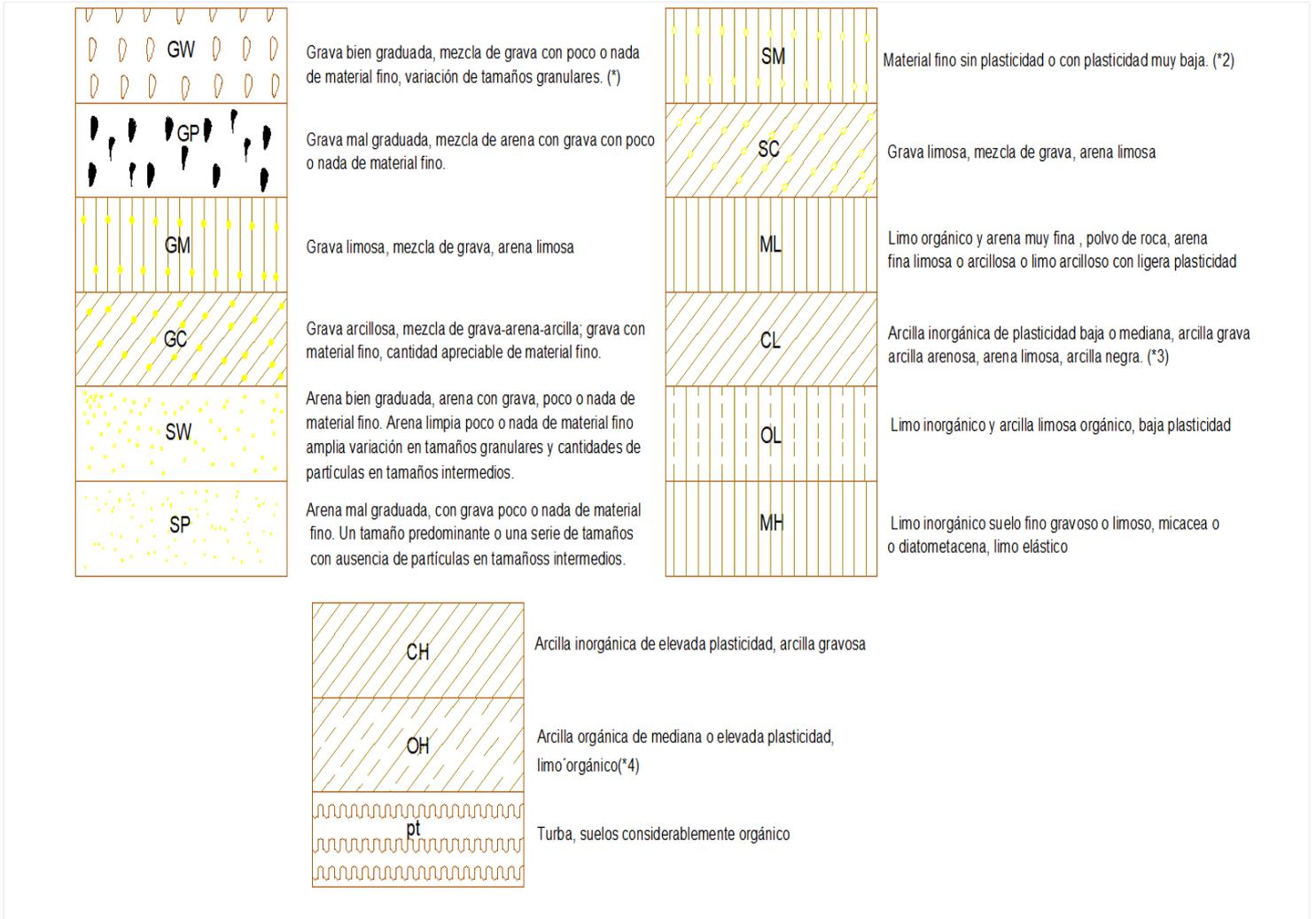
Fuente: Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos

Gráfico 1: Signos convencionales para perfil de calicatas – Clasificación

| Simbología | Clasificación | Simbología | Clasificación |
|------------|---------------|------------|-------------------|
| | A - 1 - a | | A - 5 |
| | A - 1 - b | | A - 6 |
| | A - 3 | | A - 7 - 5 |
| | A - 2 - 4 | | A - 7 - 6 |
| | A - 2 - 5 | | Materia Orgánica |
| | A - 2 - 6 | | Roca Sana |
| | A - 2 - 7 | | Roca Desintegrada |
| | A - 4 | | |

Fuente: Simbología AASHTO

Gráfico 2: Signos para Perfil de Calicatas –Clasificación SUCS



Fuente: Manual de ensayos de Materiales –Norma MTC E 101

Asi mismo CRESPO (1976-1980), nos afirma que **La plasticidad** corresponde a la propiedad del suelo que tiene como objetivo llegar al límite para deformarse sin romperse . Como también nos indica para saber los resultados de la plasticidad se utilizan los procedimientos de los límites de Atterberg, también indica los estados de consistencia de los suelos y se nombran : El límite líquido con la abreviatura (L.L.), también el límite plástico (L.P.), y el límite de contracción (L.C.), mediante estos procedimientos podemos darnos una tentativa del tipo de suelo en investigación. El resultado de la diferencia de estos dos procedimientos resulta el índice Plástico (I.P.), también indica que el límite líquido se define como la humedad expresado porcentualmente en base al peso seco de la masa del suelo, con el cual el suelo cambia del estado líquido al plástico. “También afirma que la propiedad de la cohesión de un suelo en el límite líquido es casi nula”. Por otro lado menciona que

el **Límite Plástico (L.P.)** también lo definen como la humedad, resultante en porcentajes basadas en la muestra secada a temperaturas normadas. Asimismo menciona que el Índice de Plasticidad o índice plástico es la diferencia entre el límite líquido y plástico (pág. 78).

Tabla 2

Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad

| Índice de Plasticidad | Plasticidad | Característica |
|------------------------------|--------------------|------------------------------------|
| IP > 20 | Alta | suelos muy arcillosos |
| IP ≤ 20 IP > 7 | Media | suelos arcillosos |
| IP < 7 | Baja | suelos poco arcillosos plasticidad |
| IP = 0 | No Plástico (NP) | suelos exentos de arcilla |

Fuente: Manual de ensayos de materiales- Norma MTC E 111

También CRESPO (1976-1980), nos indica el **Límite de contracción (L.C.)** Esta propiedad es el resultado en porcentaje de humedad basados en el peso de la muestra, y resulta la disminución de agua.. MTC (2015) nos indica que el **Índice de Grupo**, considerado como un valor entero positivo, que se encuentra entre 0 y 20 o más. Cuando el índice de grupo resulta valor negativo, se hace de cuenta como cero, el cual se considera suelos muy buenos y un índice \geq a 20, se considera que no se deben utilizar en la construcción de carreteras, AASHTO prevalecen las normas para clasificar suelos, lo cual utiliza mucho los límites de Atterberg.

Tabla 3

Clasificación de suelos según Índice de Grupo

| ÍNDICE DE GRUPO | SUELO DE SUBRASANTE |
|------------------------|----------------------------|
| IG > 9 | Inadecuado |
| IG está entre 4 a 9 | Insuficiente |
| IG está entre 2 a 4 | Regular |
| IG está entre 1 a 2 | Bueno |
| IG está entre 0 a 1 | Muy Bueno |

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología y pavimentos sección: suelos y pavimentos.

MTC (2015), nos menciona que la descripción del suelo estará descrito en base a la metodología para la construcción de vías, los suelos encontrados en la investigación y que la clasificación será por AASHTO y SUCS. La descripción del suelo es importante y los datos relevantes para determinar la clasificación de los suelos son resultados previos a base de la experiencia y el conocimiento de las

propiedades del suelo para poder identificarlas en base a ellas como las principales, el tamaño, el color, la textura. CRESPO (1976-1980), nos menciona que, ante la variedad de las características de los suelos se han desarrollado varios métodos de clasificación según la necesidad de proyecto y punto de vista de los profesionales en su área pero que todas están basadas en las propiedades mecánicas de los suelos según el tamaño de las partículas éstos métodos son: Asociación Americana de Funcionarios de Caminos Públicos (América Association State Highway Officials), (AASHTO), clasificación de la administración de Aeronáutica Civil (C.A.A), el Sistema unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.),etc., en la actualidad la clasificación de los suelos hacen regir los métodos de AASHTO Y SUCS en nuestras normas peruanas.

Tabla 4
Correlación de Tipos de suelos AASHTO-SUCS

| Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-154 | Clasificación de Suelos SUCS ASTM D-2487 |
|--|---|
| A-1-a | GW,GP,GM,SW,SP,SM |
| A-1-b | GM,GP,SM,SP |
| 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: Us Army Corp of Engineers

Tabla 5

Clasificación de los Suelos basada en AASHTO M 145 y/o ASTM 3282

| Clasificación general | Suelos Granulares | | | | | | | Suelos Finos | | | | |
|--|--|---------|--------------|--------------------------------------|---------|---------|---------|---|---------|-------------------|------------------------|------------------------|
| | 35% máximo que pasa por tamiz de 0.075 mm (N° 200) | | | | | | | Más de 35% pasa por el tamiz de 0.075 mm (N° 200) | | | | |
| Clasificación de grupo | A-1 | | A-3 | A-2 | | | | A-4 | A-5 | A-6 | A-7 | |
| | A-1-a | A-1-b | | A-2-4 | A-2-5 | A-2-6 | A-2-7 | | | | A-7-5 | A-7-6 |
| Análisis granulométrico, % que pasa por el tamiz de: | | | | | | | | | | | | |
| 2 mm (N° 10) | Max. 50 | | | | | | | | | | | |
| 0.425 mm (N° 40) | Max. 30 | Max. 50 | Min. 51 | | | | | | | | | |
| F: 0.075 mm (N° 200) | Max. 15 | Max. 25 | Max. 10 | Max. 35 | Max. 35 | Max. 35 | MAX. 35 | MIN. 36 | MIN. 36 | MIN. 36 | MIN. 36 | MIN. 36 |
| Características de la fracción que pasa del tamiz (N° 40) | | | | | | | | | | | | |
| Características de la fracción que pasa del tamiz (N° 40) | | | | | | | | | | | | |
| LL: Limite Liquido | | | | Max. 40 | Min. 41 | Max. 40 | Min. 41 | Max. 40 | Min. 41 | Max. 40 | Min. 41 | Min. 41 |
| IP: Índice de Plasticidad | Max. 6 | Max. 6 | NP | Max. 11 | Max. 10 | Min. 11 | Min. 11 | Max. 10 | Max. 10 | Min. 11 | Min. 11 ^(a) | Min. 11 ^(b) |
| Tipo de Material | Piedras, gravas y arenas | | Arenas finas | Gravas y arenas limosas o arcillosas | | | | Suelos limosos | | Suelos arcillosos | | |
| Estimación general del suelo como subrasante | Excelente o bueno | | | | | | | Regular a insuficiente | | | | |

(a) Índice de plasticidad del subgrupo A-7-5: es igual o menor que LL-30

(b) Índice de plasticidad del subgrupo A-7-6: es mayor que LL-30

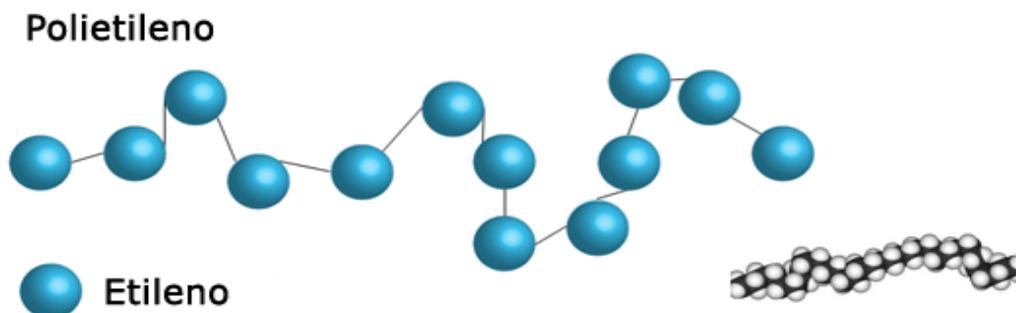
- Cuando se requiera relacionar los grupos con el Índice de grupo (IG), estos deben mostrarse entre paréntesis después del símbolo del grupo, ejemplo: A-2-6(3) (*), A-4(5), A-7-5(17), etc.

$$IG=(F-35) [0.2+0.005((LL-40))+0.01 (F-15) (IP-10)]$$

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección: suelos y pavimentos.

JUNCO (2006), nos indica que la estabilización es el medio por el cual los suelos de capacidad baja son mejorados en base a procedimientos y están vulnerables a variaciones volumétricas, son procesados por equipos mecánicos o medios químicos para buscar la mejora de sus propiedades, asimismo nos indica que gracias a la estabilización, podemos obtener un material de calidad que pueda estar apto para el soporte de las condiciones adversas tanto del clima, el tránsito así mismo controlar la expansión, disminuir la plasticidad, para incrementar la resistencia, como también la disminución de la compresibilidad, mejorar la permeabilidad y contrarrestar la erosión. Para estabilizar el suelo se tendrá en cuenta las propiedades como la estabilidad volumétrica, la resistencia, la permeabilidad, la compresibilidad, y la durabilidad. También MTC (2004), nos indica que la **estabilización química de suelos** se basa en la aplicación de un producto químico, por lo general llamado estabilizador químico, donde el procedimiento es el mezclado de acuerdo a la especificación técnica del producto, como también MTC (2015), nos menciona que la **estabilización mecánica** de suelos se trata de procedimientos para buscar mejorar el suelo existente, manteniendo la estructura y componentes básicas (p. 69). El procedimiento para lograr el objetivo de este tipo de estabilización hace uso de la compactación, asimismo MTC nos dice que existen normados los tipos de estabilización en nuestro país. Por otra parte, los **polímeros** están definidos como macromoléculas compuestas por una o varias unidades químicas (monómeros) que se repiten en toda la extensión de su cadena.

Polietileno = etileno-etileno-etileno-etileno-etileno.



Fuente: los adhesivos.com

Copolímero. Se denomina copolímero cuando el polímero está formado por al menos 2 monómeros diferentes en toda la extensión de su cadena, la clasificación de los polímeros de acuerdo a su origen en: **Polímeros naturales** - Biopolímeros: son aquellos que provienen de los seres vivos (reino vegetal o animal). Como también encontramos: celulosa, almidón (polisacárido), proteínas (aminoácidos), caucho natural, ácidos nucleicos, etc. **Polímeros sintéticos** obtenidos por procedimientos en laboratorio de las industrias que son manejadas a partir de materias primas que tienen bajo peso molecular. Entre estos: nylon, polietileno, cloruro de polivinilo, etc. **Polímeros semi-sintéticos:** Son productos de los procedimientos, transformándolos de los polímeros naturales en químicos, resultando el caucho vulcanizado principalmente. Según DELKO INDUSTRIAL SAC, Topsoil, es un copolímero aditivo estabilizador de suelos que une las partículas convirtiéndolas en una masa dura, resistente e impermeable, utilizando apropiadamente y en cantidades suficientes. Posteriormente a su correcta aplicación y distribución en el suelo y seguido de una buena compactación, topsoil comienza con el proceso de transformarse de líquido a sólido. El producto continúa interactuando durante 28 días con el suelo como un agente endurecedor incrementando drásticamente la dureza y la resistencia del suelo contra la humedad. Se tiene las siguientes teorías relacionadas con respecto a la **variable dependiente. El Valor relativo de soporte (CBR)** El método propuesto en 1929 por los profesionales en ingeniería T. E. Stanton y O. J. Porter del departamento de carreteras de California del país de Estados Unidos y hasta la fecha se utiliza como valor para el diseño de pavimentos. Desde aquellos tiempos en los continentes europeo y americano, el CBR se ha utilizado notablemente para que el suelo sea clasificado en el uso de las construcciones en las vías . El método CBR comprende 3 etapas, la primera es la determinación de la densidad y humedad, en la segunda determinamos las propiedades expansivas del suelo y en la tercera la determinación de la resistencia a la penetración. Teniendo en cuenta que el comportamiento del suelo está sujeto a variar por el grado de alteración de forma inalterada como también alterada y a su granulometría y características físicas, tanto como granulares, finos, poco plásticos. Basado en el método a seguir en la determinación el CBR será diferente en cada procedimiento de los casos a tratar. Para la determinación del CBR

de suelos inalterados se realizan en el sitio (CBR en el sitio). Para la determinación del CBR de Suelos remoldados (NORMA ASTM D 1883) se utilizan equipos para compactar el suelo como moldes cilíndricos de 6" de diámetro cuya altura es de 7" a 8" y un collarín de 2", disco espaciador de acero diámetro 5 15/16" y una altura de 6.35 cm, pisón cuyo peso es de 10 libras y una altura de caída de 18", trípode y extensómetro con aproximación de lectura de 0.001", pesas de plomo, una anular y circular de 5 libras cada una (en total 2), el anular nos ayudará a mantener la verticalidad y nos ayudará a visualizar el contacto del pistón con el suelo y por último para la penetración un pistón de sección circular de diámetro de 2" y un aparato para aplicar la carga capaz de mantener una velocidad constante de 1.27 mm/minuto con un anillo con dial analógico o digital y en algunos casos transductores con certificados de calibración de cada uno de ellos; además de equipo miscelaneo como balanza, horno, tamices, papel filtro, tanques para inmersión de muestra a saturar, cronómetro, extensómetros, etc. Preparación del material, en primer lugar se deberá realizar el secado respectivo del suelo mediante el aire introduciendo al horno a una temperatura a 60° C para luego desmenuzar los terrones existentes y tener cuidado de no romper las partículas individuales de la muestra, para ello se utilizará una comba de jebe estandarizado, una vez que se observase que no hay partículas o grumos se deberá tamizar por la malla de $\frac{3}{4}$ " y la N°4, la fracción retenida en el tamiz de $\frac{3}{4}$ " deberá descartarse y reemplazarse en igual proporción por el material comprendido entre los tamices de $\frac{3}{4}$ " y N°4 para proceder a mezclar bien la muestra y homogenizarla, se determina el contenido de humedad de la muestra así preparada. La cantidad de material para cada determinación de densidad (un punto de la curva de compactación), se necesitará 6 Kg, dependerá del suelo por lo general es esta la cantidad necesaria en total para los 3 puntos es un total de 18 Kg cada muestra se utiliza una sola vez. Seguido se determinará la densidad de cada uno de los puntos y sus humedades respectivas, para ello se deberá realizar la preparación de una muestra que tenga la misma densidad y humedad a la que se desea llegar en el sitio proyectado para la construcción del pavimento, para luego realizar la colocación en el disco espaciador en el molde cilíndrico, de antemano el papel filtro grueso de 6 pulgadas, la muestra la humedecemos poniendo una cantidad de agua calculada que es la obtenida en el

ensayo Proctor denominado el óptimo contenido de humedad y se mezcla uniformemente, la muestra en ensayo se divide en 5 partes realizando la compactación en 5 capas con 13, 25 y 56 golpes por capa. La briqueta compactada tiene que estar en un espesor de 5 pulgadas, una vez terminado se procede a sacar el collarín, enrasando la parte superior del molde, después se volteará el molde y se sacará la base del molde perforada y el disco espaciador, para después pesar el molde con la muestra, se determinará la densidad y la humedad de la muestra, cabe recalcar que este procedimiento se hará para cada molde. En las pruebas CBR es necesario determinar la propiedad de expansión del material; una vez determinada la densidad y humedad se pone el papel filtro sobre la superficie enrasada, un plato metálico perforado y se volteará el molde, colocando el filtro sobre la superficie, se montará el plato con el vástago graduable y encima del plato se colocará las 2 pesas de plomo teniendo en cuenta que entre las dos deberán sumar un total de 10 lbs como mínimo, colocado el vástago y las pesas, se colocará el molde dentro del depósito lleno con agua, se monta el trípode con un extensómetro para describir la lectura inicial, se describirá cada 24 horas. En el tiempo de las 96 horas o antes si el material es arenoso se describe la lectura final para realizar el cálculo para la propiedad de hinchamiento. Se calcula el porcentaje de la propiedad de hinchamiento que será la descripción de la lectura final menos la descripción de la lectura inicial dividida entre la altura inicial de la muestra para multiplicarla por 100. Los especímenes de la muestra son saturados por 96 horas, con una sobrecarga igual al peso del pavimento que se utilizará en el campo, teniendo en cuenta que no será menor que 4.50 kilogramos. Después del proceso de saturación de la muestra del suelo, se retira del cilindro y con mucho cuidado se procede a drenar durante 15 minutos el agua libre que queda, se tendrá que drenar bien para lo cual se necesitará voltear el cilindro, bien sujetadas las piezas metálicas ya que se deberá alcanzar unos 60° de inclinación teniendo en cuenta de que si son suelos arenosos tener el cuidado adecuado de que la muestra no se deslice por el cilindro. Luego remuévase el disco, las pesas y el papel filtro, pésese la muestra. Llegado a este punto ya se puede determinar la resistencia a la penetración, se colocará la pesa anular y encima de las pesas de plomo que tenía la muestra cuando estaba sumergida en agua; o sea que la sobrecarga para la prueba de penetración

deberá ser prácticamente igual a la sobrecarga que tenía durante el ensayo de hinchamiento, el molde con la muestra y la sobrecarga, se coloca debajo de la prensa y se asienta el pistón sobre la muestra, aplicando una carga de 10 libras, haciendo ya la verificación de ello el asentado del pistón se coloca en cero, los cuadrantes indicadores como el de penetración y la descripción de la lectura de carga, habiendo de considerar que el pistón haya procedido a hacer contacto con el suelo en más menos 2 divisiones, para que después hinguemos el pistón en incrementos de 0.025" a la velocidad de 0.05" x minuto y se leen las cargas totales que han sido necesarias aplicar hasta hincar el pistón 0.50 pulgada. Una vez penetrado el pistón hasta 0.50", se procede a soltar la carga lentamente; se quita el molde de la prensa y se quitan las pesas y la base metálica perforada. Finalmente se determina el contenido de humedad de la muestra y este procedimiento se realizará para los tres especímenes preparados a diferentes números de golpes de 13, 25 y 56. Las lecturas anotadas, tanto de las penetraciones como de las cargas, se representan gráficamente en un sistema de coordenadas para obtener una curva esfuerzo/penetración. Las cargas unitarias y penetraciones se determinarán a partir de estos ceros y por último se calcula el CBR que es la división de la carga unitaria entre la carga unitaria patrón, es decir 1000 para 0.1" y 1500 para 0.2", lo que se verificará con los gráficos efectuados. En la práctica, el símbolo de porcentaje se quita y la relación se presenta simplemente por el número entero. Para determinar el CBR se toma como material de comparación la piedra triturada que sería el 100%, es decir CBR igual a 100%. Para los resultados finales se deberá tener en consideración notas elaboradas por experiencia como si los CBR para 0.1" y 0.2" son parecidos, la recomendación es utilizar los cálculos, el CBR correspondiente a 0.2". Como resumen se puede mencionar que el ensayo CBR se divide en 5 fases, primero se determinará una curva de compactación a 56 golpes, segundo se preparan 3 muestras (56, 25, 13) a humedad óptima $\pm 0.5\%$, tercero se determina la expansión, cuarto se aplica la carga y por último se determina en gabinete el CBR de diseño que será el correspondiente a la densidad que se especifique.

Tabla 6*Categorías de Subrasante*

| Categorías de Subrasante | CBR |
|---------------------------------|--------------------------|
| S0 : Subrasante Inadecuada | CBR < 3% |
| S1 : Subrasante Pobre | De CBR ≥ 3% A CBR < 6% |
| S2 : Subrasante Regular | De CBR ≥ 6% A CBR < 10% |
| S3 : Subrasante Buena | De CBR ≥ 10% A CBR < 20% |
| S4 : Subrasante Muy Buena | De CBR ≥ 20% A CBR < 30% |
| S5 : Subrasante Excelente | CBR ≥ 30% |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7

Valor relativo de soporte, CBR en sub base granular () (MTC E 132, NTP 339.145 1999)*

| | |
|------------------------------|-------------|
| CBR Sub base granular | Mínimo 40 % |
|------------------------------|-------------|

Tabla 8

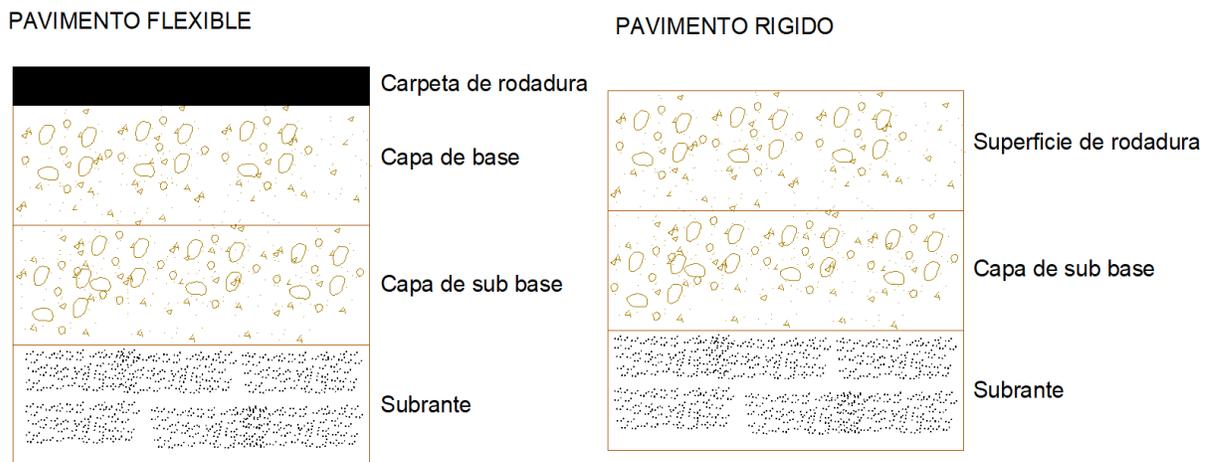
Valor relativo de soporte, CBR en base granular () (MTC E 132, NTP 339.145 1999)*

| | |
|--|--------------|
| Para carreteras de segunda clase, Tercera clase, Bajo volumen de tránsito; o, para carreteras con tráfico en ejes equivalentes $\leq 10 \times 10^6$ | Mínimo 80% |
| Para carretera de primera clase, carreteras duales o multicarril, autopistas; o, para carreteras con tráfico en ejes equivalentes $>10 \times 10^6$ | Mínimo 100 % |

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología y Pavimentos sección Suelos y Pavimentos

RONDON & REYES (2015), nos mencionan que los **Pavimentos** para carreteras y vías urbanas son estructuras viales multicapa, que están formados por el conjunto de capas superpuestas relativamente horizontales compuestas por una selección de materiales, se diseñan con el fin de mantener la comodidad, la seguridad y confortabilidad para todo lo se ponga sobre su superficie, también nos menciona de manera general los tipos de pavimentos, como son, pavimentos flexibles, con capas asfálticas gruesas, con capas tratadas con ligantes, hidráulicos, con estructuras mixtas, con estructuras inversas, rígidas, articuladas o en adoquín y pavimento semirrígido, así mismo menciona que el perfil típico de una estructura de pavimento flexible es: Capa rodadura (3cm-10 cm), base intermedia + base asfáltica (10 cm -25 cm), base granular (12 cm – 30 cm), sub base granular (12 cm – 50 cm), subrasante mejorada (20 cm-60 cm). Para afirmados y terraplenes, el espesor es variable.

Gráfico 3: Estructura de pavimento típico, de pavimento flexible y pavimento rígido.



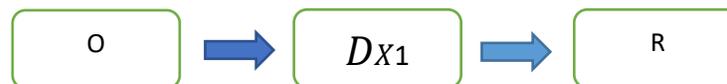
Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología y Pavimentos sección Suelos y Pavimentos

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación.

Tipo de Investigación. CARRASCO (2002) nos indica que la **investigación aplicada**: procede a dar soluciones prácticas en las situaciones que amerita en base al conocimiento adquirido del problema para lograr controlarlas en situaciones de vida cotidiana (p. 42). El tipo de investigación en nuestro estudio es aplicada, porque emplearemos la adición del copolímero topsoil para buscar mejorar las propiedades físicas del suelo en la estabilización mecánica química para aumentar la capacidad de soporte y alcanzar el diseño deseado en el sector Palmiche, Tarapoto. **Tipo de Investigación.** HERNANDEZ (2012) nos menciona que: “**El diseño experimental** es el control en el que se manipula de modo intencional, una o más variables independientes para examinar las consecuencias en las variables dependientes” (p. 33). Para nuestra investigación el método específico es **experimental** ya que se tendrá el control de manipulación de modo intencional de una o más variables independientes, que vienen a ser la causa para examinar las consecuencias de tal manipulación en las variables dependientes (efecto). El diseño de investigación es experimental, puesto que los resultados se adquirirán de una pre prueba de ensayo de laboratorio de suelos, subrasante en estado natural y los resultados de una post prueba, cuando se aplique el copolímero en proporciones de inicio de 0.25 %, 0.50%, 1% y 2% y buscar las proporciones óptimas para alcanzar el diseño deseado.

El Esquema de la investigación es el siguiente:



DÓNDE:

O = Observación de la variable que se procesará.

Dx1= Diseño y proceso de la variable.

R = Resultados del proceso de la variable.

3.2. Variables y operacionalización.

BORJA (2012) menciona que: “Una variable es una propiedad cuyo contenido puede variar y cuya variación es susceptible de medirse y observarse en forma directa o indirecta” (p.23). La investigación abarca dos variables como son: variable independiente y variable dependiente:

Variable independiente cuantitativa: Estabilización de la subrasante con adición de copolímero Topsoil.

Definición conceptual. Es el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo a través de procedimientos mecánicos con la incorporación de productos químicos. Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección: Suelos y Pavimentos (p.65)

Definición operacional.

Variable dependiente cuantitativa: Determinar la capacidad de soporte para uso como base.

Definición conceptual. Mejorar la resistencia a la deformación bajo las cargas del tráfico de un suelo de subrasante a nivel de base.

Definición operacional. Determinar la calidad del suelo mediante el ensayo del valor relativo de soporte en laboratorio (Relación de soporte californiana CBR) compactados con una humedad óptima y niveles de compactación variables.

Tabla 9

Variables y operacionalización

| Variable | Definición Conceptual | Definición Operacional | Indicadores | Escala de medición |
|---|---|---|--|---|
| Variable independiente: Estabilización de la subrasante con adición de copolímero topsoil | Mejoramiento de las propiedades físicas del suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos. | Proceso mediante el cual se someten los suelos naturales a cierta manipulación o tratamiento de modo que podamos aprovechar sus mejores cualidades. | Propiedades físicas y químicas del suelo. Contenido de Humedad Análisis granulométrico Límites de consistencia. | Intervalo Intervalo/Razón |
| Variable dependiente: Determinar la capacidad de soporte para uso como base. | Mejorar la resistencia a la deformación bajo las cargas del tráfico de un suelo a nivel de subrasante a base. | Determinar la calidad del suelo mediante el ensayo del valor relativo de soporte en laboratorio (Relación de soporte califonia CBR) compactados con una humedad óptima y niveles de compactación variables. | Estabilización mecánica Estabilización química Capacidad de soporte Diseño estructural | Intervalo Intervalo Intervalo |

Fuente: Marco teórico, elaboración propia de los tesisistas

. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.

HERNÁNDEZ y et al, (2014). Nos menciona que en la **población** “El objetivo es generalizar los datos de una muestra a una población es decir enfocarse en un grupo mayor” (p.12). La población del presente proyecto de investigación es la estabilización de la subrasante con adición de copolímero para aumentar la capacidad de soporte en Sector Palmiche, Tarapoto. HERNÁNDEZ y et al, (2014), nos menciona que en la **muestra** “Básicamente es una reunión secundaria de la población. Supongamos que es un subconjunto de componentes que tienen un lugar con ese conjunto caracterizado por sus cualidades que llamamos población” (p.12). Por ende, la muestra del presente proyecto es el Sector Palmiche, Tarapoto, se considera 4 pozos de exploración (calicatas), en el Sector Palmiche, Tarapoto, delimitado en base al distanciamiento a las normas técnicas o criterios por las características, de las cuales extraeremos aproximadamente 50 kg de suelo por cada pozo.

AVILA, H; L, (2006). Nos menciona que el **muestreo** “Es un procedimiento que permite seleccionar los casos característicos de la población, limitando la muestra a estos casos. Se utiliza en situaciones en que la población es muy variable y consecuentemente la muestra es muy pequeña” (pag.89). El muestreo se realizará en cada pozo de exploración teniendo en cuenta las características que diferencian en cada capa o estrato del suelo, como también la profundidad no tiene que ser menor a 1.50 m.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

BEHAR, (2008). Menciona que **técnicas** “Conduce la verificación del problema planteado, establece sus herramientas, instrumentos o medios que serán empleados” (p.55). HERNÁNDEZ y et al, (2014). Menciona que los **instrumentos de recolección de datos** es el “Recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente” (p.199). Para la medición de las variables se hará uso del laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales de la Universidad Cesar Vallejo filial Tarapoto, ya que contaremos con los formatos de ensayos y equipos estandarizados, válidos y confiables.

Tabla 10*Técnicas de recolección de datos e instrumentos*

| Técnicas de recolección de datos | Instrumentos | Fuente |
|--|---------------------|---------------|
| Contenido de humedad | | NTP |
| Gravedad específica de sólidos | | 339.127 |
| Análisis granulométrico por tamizado | Equipos calibrados | NTP 339.131 |
| Determinación Límite líquido | y | NTP 339.129 |
| Determinación Límite plástico | materiales. | NTP 339.129 |
| Relación densidad-humedad (Proctor modificado) | | NTP 339.141 |
| Valor Relativo de Soporte (CBR) | | NTP 339.145 |

Fuente: Elaboración propia

3.4. Procedimientos.

Obtención de información relevante sobre el copolímero topsoil, reconocimiento del terreno, exploración de campo donde serán los estudios, ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y evaluación de los resultados para obtener el diseño estructural óptimo de la subrasante para su uso como base.

3.5. Método de análisis de datos

Ensayos de CBR, proctor modificado, serán realizados mediante ensayos según lo indicado en la Norma Técnica Peruana para determinar la capacidad de soporte del suelo.

3.6 Aspectos éticos.

Para el presente trabajo de investigación se tiene en cuenta la norma ISO 690-2 y la guía de productos observables que nos permite citar lo expuesto, respetando los valores éticos y los derechos de autores obtenidos a partir de los artículos científicos, normas, libros, tesis y revistas empleadas.

IV. RESULTADOS.

Tabla 11

Resultados de las propiedades físicas del suelo

| N° CALICATA | LÍMITES DE CONSISTENCIA | | | GRANULOMETRÍA | | | | Gs | HUMEDAD INSITU (%) |
|-------------|-------------------------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|------|--------------------|
| | L.L. | L.P. | I.P. | #4 | #10 | #40 | #200 | | |
| | % | % | % | | | | | | |
| C-01 | 40.92 | 23.77 | 17.15 | 100.00 | 99.23 | 89.12 | 62.45 | 2.63 | 25.44 |
| C-02 | 40.44 | 23.62 | 16.82 | 100.00 | 98.90 | 88.72 | 57.98 | 2.63 | 25.31 |
| C-03 | 41.03 | 23.82 | 17.21 | 100.00 | 99.21 | 91.06 | 67.41 | 2.63 | 26.40 |
| C-04 | 40.55 | 23.68 | 16.87 | 90.41 | 87.63 | 79.15 | 57.93 | 2.62 | 25.92 |

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación. De los resultados mostrados se aprecia la caracterización del suelo del terreno de fundación (subrasante), de 04 puntos de exploración las mismas que según la Tabla 1 es un suelo de material fino del tipo arcillas, y de acuerdo a su índice de plasticidad Tabla N° 2 se clasifica como suelos de plasticidad media y de acuerdo a la Tabla N° 4 según S.U.C.S. es un CL y ASSHTO A-7-6.

Tabla 12

Resultados de las propiedades químicas del suelo

| N° | Ubicación | Muestra | PROF. (m) | PH | Cloruros (ppm) | Sulfatos (ppm) | Sales Solubles Totales (ppm) |
|----|-----------|---------|--------------|------|-------------------|-------------------|---------------------------------|
| 1 | C -01 | II | 0.20-1.70 | 6.65 | 15.80 | 220.00 | 402.50 |
| 2 | C -02 | II | 0.30-1.80 | 6.55 | 65.85 | 350.60 | 568.50 |
| 3 | C -03 | II | 0.30-1.80 | 6.77 | 22.50 | 185.60 | 375.80 |
| 4 | C -04 | II | 0.20-1.70 | 6.66 | 9.50 | 65.50 | 158.60 |

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación. De acuerdo a los resultados el suelo no es agresivo según la norma E-060.

Tabla 13*Resultados de las propiedades mecánicas del suelo*

| N° CALICATA | MUESTRA | PROCTOR | | CBR | |
|-------------|---------|--|------------|------------|-------------|
| | | D _{máx} gr/cm ³ | O.C.H % | 95% MDS | 100% MDS |
| C-01 | M II | 1.886 | 15.40 | 5.70 | 7.00 |
| C-02 | M II | 1.892 | 16.35 | 7.00 | 9.00 |
| C-03 | M II | 1.885 | 15.20 | 5.90 | 7.20 |
| C-04 | M II | 1.882 | 16.00 | 6.00 | 7.50 |

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación. - De los resultados mostrados según la Tabla 6 categoría de subrasante los suelos que yacen en el área son suelos S1 de categoría subrasante pobre.

Tabla 14*Clasificación S.U.C.S. y A.A.S.H.T.O. de los suelos que conforman el terreno de fundación*

| N° CALICATA | MUESTRA | PROCEDENCIA DE MATERIAL | SISTEMA DE CLASIFICACIÓN | |
|-------------|---------|-------------------------|--------------------------|------|
| | | | AASHTO | SUCS |
| C-01 | M II | SUELO NATURAL | A-7-6(7) | CL |
| C-02 | M II | SUELO NATURAL | A-7-6(6) | CL |
| C-03 | M II | SUELO NATURAL | A-7-6(9) | CL |
| C-04 | M II | SUELO NATURAL | A-7-6(7) | CL |

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación. De los resultados según la Tabla N° 4 los suelos se clasifican según S.U.C.S. es un CL y ASSHTO A-7-6 con IG desde 6 a 9, lo que manifiesta la presencia de suelos de granulometría fina del tipo arcillas de mediana plasticidad.

Tabla 15

Resultados del suelo a estabilizar que corresponde a la C-03 MII (propiedades físicas y mecánicas).

| N° CALICATA | LÍMITES DE CONSISTENCIA | | | GRANULOMETRÍA | | | | SISTEMA DE CLASIFICACIÓN | | PROCTOR | | CBR | | GS | HUMEDAD IN SITU (%) |
|-------------|-------------------------|--------|--------|---------------|-------|-------|-------|--------------------------|------|---------------------------|-----------|-----------|------------|------|---------------------|
| | L.L. % | L.P. % | I.P. % | #4 | #10 | #40 | #200 | AASH TO | SUCS | Dmá x gr/c m ³ | O.C. H. % | 95 % MD S | 100 % MD S | | |
| C-03 | 41.03 | 23.82 | 17.21 | 100.00 | 99.21 | 91.06 | 67.41 | A-7-6(9) | CL | 1.885 | 15.20 | 5.90 | 7.20 | 2.63 | 26.40 |

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación. De los resultados se ha optado por estabilizar los suelos de la C-03 debido a que es uno de los suelos que presenta menor capacidad y se le considera de una categoría pobre como subrasante.

Tabla 16

Determinación de los % de adiciones al suelo a estabilizar para poder determinar el óptimo % de adición y establecer un diseño final.

| N° CALICATA/MUESTRA | MUESTRA/ % DE ADICIÓN | PROCEDENCIA DE MATERIAL |
|---------------------|-----------------------|---------------------------|
| C-03 | NATURAL | SUELO NATURAL |
| I | 0.25 | SUELO ESTABILIZADO |
| II | 0.50 | SUELO ESTABILIZADO |
| III | 1.00 | SUELO ESTABILIZADO |
| IV | 2.00 | SUELO ESTABILIZADO |

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación. En la tabla se observa la determinación de los % a ser utilizados para poder determinar el óptimo % de adición y poder cumplir con los objetivos propuestos.

Tabla 17

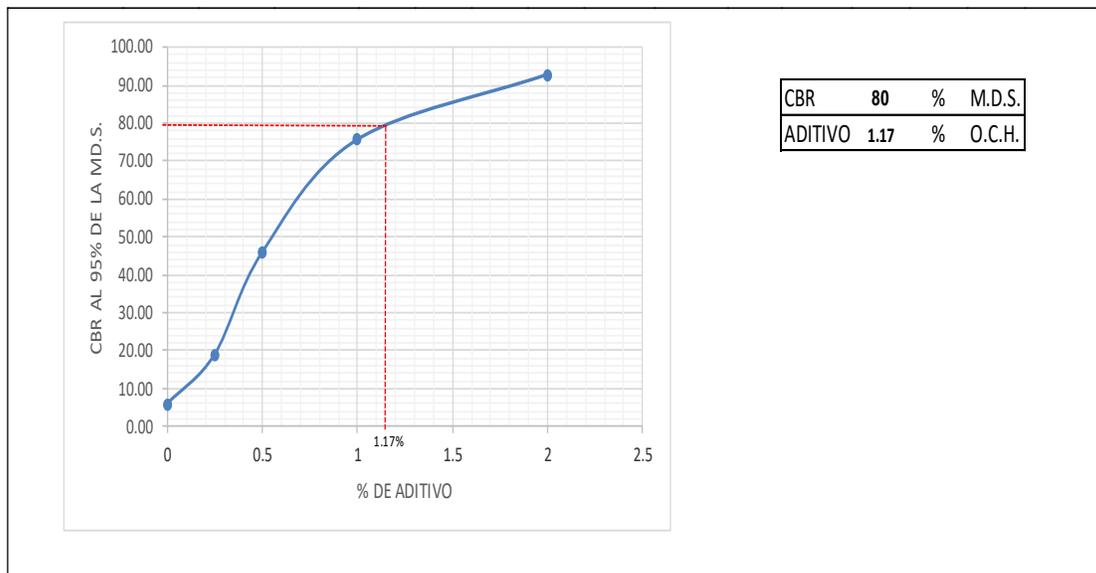
Resultados de las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural y estabilizado para poder determinar el óptimo % de adición y establecer un diseño final.

| N° CALICATA/MUESTRA | MUESTRA/ADICION | LIMITES DE CONSISTENCIA | | | GRANULOMETRIA | | | | SISTEMA DE CLASIFICACION | | PROCTOR | | CBR | | Gs | HUMEDAD IN SITU (%) |
|---------------------|-----------------|-------------------------|--------|--------|---------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------|---------------|--------|----------|------------|------|---------------------|
| | | L.L. % | L.P. % | I.P. % | #4 | #10 | #40 | #200 | AASH TO | SU CS | Dmá x gr/c m³ | O.C. % | 95% MS D | 100 % MS D | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C-03 | NATURAL | 41.03 | 23.82 | 17.21 | 100.00 | 99.21 | 91.06 | 67.41 | A-7-6(9) | CL | 1.885 | 15.20 | 5.90 | 7.20 | 2.63 | 26.40 |
| I | 0.25 | 35.15 | 19.56 | 15.59 | 100.00 | 99.25 | 91.06 | 67.42 | A-6(8) | CL | 1.892 | 13.56 | 18.90 | 25.60 | 2.63 | 19.85 |
| II | 0.50 | 28.52 | 16.98 | 11.54 | 100.00 | 99.25 | 91.05 | 67.45 | A-6(6) | CL | 1.905 | 11.50 | 45.80 | 55.50 | 2.63 | 17.65 |
| III | 1.00 | 15.65 | 8.56 | 7.09 | 100.00 | 99.25 | 91.07 | 67.45 | A-4(6) | CL | 1.928 | 10.40 | 75.60 | 83.00 | 2.64 | 12.65 |
| IV | 2.00 | 9.68 | 6.50 | 3.18 | 100.00 | 99.25 | 91.06 | 67.41 | A-4(6) | ML | 1.956 | 8.90 | 92.80 | 97.80 | 2.65 | 8.65 |

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación. Se muestran los resultados con las adiciones con la finalidad de determinar el óptimo 5 de adición del copolímero.

Grafico 4: Determinación del óptimo % de adición y cumplir con la norma para suelos estabilizados como base.



t

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación. El gráfico se muestra mediante la interpolación el % óptimo de adición del copolímero que da un resultado de 1.17%

Tabla 18

Resultados finales obtenidos con el óptimo % de adición del suelo estabilizado.

| N° CALICATA/ MUESTRA | MUESTRA/ % DE ADICIÓN | LÍMITES DE CONSISTENCIA | | | GRANULOMETRÍA | | | | SISTEMA DE CLASIFICACIÓN | | PROCTOR | | CBR | | Gs | HUMEDAD IN SITU (%) |
|-------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------|-----------|---------------|-------|-------|-------|-----------------------------|-----------|----------------------------|-------------|------------|-------------|------|---------------------------|
| | | L.L. % | L.P. % | I.P. % | #4 | #10 | #40 | #200 | AASHTO | SUCS | Dmáx gr/cm ³ | O.C.H. % | 95% MDS | 100% MDS | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| UNICA | 1.17 | 14.87 | 8.69 | 6.18 | 100.00 | 99.27 | 91.05 | 67.39 | A-4(6) | CL- ML | 1.936 | 8.50 | 80.10 | 87.80 | 2.65 | 11.20 |

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación. De los resultados mostrados se aprecia la caracterización del suelo estabilizado con la adición del 1.17% del copolímero TOPSOIL, el cual según la Tabla 1 es un suelo de material fino del tipo arcillas, y de acuerdo a su índice de plasticidad Tabla N° 2 se clasifica como suelos de plasticidad baja y de acuerdo a la Tabla N° 4 según S.U.C.S. es un CL-ML y ASSHTO A-4-6; y Tabla 6 categoría de subrasante tipo S5 de categoría subrasante excelente.

Tabla 19 Cálculo del suelo con Topsoil para un m3 de suelo estabilizado

| ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | | |
|--|---|----------------|--------------|--------------------------------|--------|---------------|
| PRESUPUESTO: 0491034 COMPARACION DE PAVIMENTACIÓN CONVENCIONAL CON PAVIMENTACION CON BASE ESTABILIZADA | | | | | | |
| SUBPRESUPUESTO: 002 PAVIMENTO CON POLIMERO | | | | | | |
| PARTIDA 03.01 | | | | | | |
| SUELO ESTABILIZADO CON COPOLIMERO TOPSOIL | | | | | | |
| RENDIMIENTO | m ³ /DIA | MO. 600.0000 | EQ. 600.0000 | COSTO UNITARIO DIRECTO POR: m3 | | 191.77 |
| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CUADRILLA | CANTIDAD | PRECIO | PARCIAL |
| | RECURSO | | | | S/. | S/. |
| MANO DE OBRA | | | | | | |
| 0147010001 | CAPATAZ | HH | 1.0000 | 0.0133 | 23.10 | 0.31 |
| 0147010004 | PEON | HH | 3.0000 | 0.0400 | 15.32 | 0.61 |
| | | | | | | 0.92 |
| MATERIALES | | | | | | |
| 0298010080 | COPOLIMERO TOPSOIL | GLN | | 6.0000 | 30.85 | 185.10 |
| | | | | | | 185.10 |
| EQUIPOS | | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 3.0000 | 0.92 | 0.03 |
| 0349030013 | RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T | HM | 1.0000 | 0.0133 | 146.08 | 1.94 |
| 0349090000 | MOTONIVELADORA DE 125 HP | HM | 1.0000 | 0.0133 | 126.91 | 1.69 |
| | | | | | | 3.66 |
| SUBPARTIDAS | | | | | | |
| 930101910402 | AGUA PARA CONSTRUCCIÓN | M ³ | | 0.1200 | 17.44 | 2.09 |
| | | | | | | 2.09 |

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación. El m3 de suelo estabilizado con topsoil es de 191.77 S/.

Contrastación de hipótesis general

Realizados los ensayos de laboratorio propuesto para la presente investigación, cuyo objetivo es de estabilizar los suelos del lugar de manera de poder reemplazar como base para una estructura de pavimento, visto el aditivo químico a estabilizar donde en las especificaciones técnicas recomiendan % ya determinados para algunos tipos de mezclas sobre todo la de asfaltos y mejorar sus características mecánicas en cuanto a resistencia y durabilidad, y obtenidos los resultados mostrados en el presente trabajo, resultando de que la adición de 1.17% de aditivo al suelo estabilizado se ha encontrado un valor de 80.10% y según las normas técnicas peruanas establece que un suelo deberá tener un CBR de 80% como mínimo para ser considerado como base, se contrasta que de la investigación efectuada, aceptamos la hipótesis planteada por que mediante la estabilización de la subrasante con la adición del copolímero topsoil se aumentó la capacidad de soporte para usarse como base de pavimento en el sector Palmiche, Tarapoto.

Contrastación de hipótesis específicas

El laboratorio de mecánica de suelos posee equipos de laboratorio con el cual se puede obtener propiedades físicas, químicas y mecánicas de los suelos es así que para la obtención de las propiedades físicas como la determinación del contenido de humedad, se utilizan balanzas electrónicas, estufa, desecador de sílice gel, tarros o pesa finos en el cual se determinan la masa húmeda y seca y con la diferencia se calcula la cantidad de agua el cual se divide entre la masa seca y se multiplica por 100 y se obtiene el resultado; peso específico relativo de los sólidos (Gs) se determina mediante el uso de balanza electrónica de 6000 gramos de sensibilidad de 0.01 g, con una bomba de vacíos que permite la eliminación del aire de tal forma que se obtenga el peso de la partícula en base al peso específico de agua destilada, una vez eliminado el vacío se obtiene la masa del frasco más el suelo el cual permitirá determinar el volumen de los sólidos para después introducir en la estufa para obtener una muestra seca y la división de estas dos masas se determina el peso específico relativo de los sólidos y el mismo se divide entre

el peso específico del agua para obtener la gravedad específica de los suelos el cual nos permite utilizar para calcular el grado de saturación del suelo para el ensayo de proctor modificado, límites de consistencia, es un índice del suelo que se obtiene a través de equipos de laboratorio como la copa de Casagrande, balanzas electrónicas de capacidad de 300 gramos a una sensibilidad de 0.01 gr junto a la utilización de ranuradores de plástico cuyas medidas están especificadas en su norma, con estos equipos además del tamiz N° 40 por el cual se tamiza el suelo para después saturar y poder determinar mediante el método multipunto la cantidad de agua necesaria para cerrar una ranura de 1 cm a un número de golpes de 25 que estipula la norma, este valor se utiliza para poder clasificar el suelo; aunado a este equipo se determina el límite plástico en una placa de vidrio de 30 x 30 cm se hace rolar elipsoides hasta un espesor de 3 mm y esperar su falla mediante la aparición de grietas y en otros casos de orificios y se toma la masa de estos para ser secadas en la estufa, la diferencia de masas y contenidos de humedades encontradas se llaman límite líquido y límite plástico y cuya diferencia es el índice de plasticidad que sirve para determinar el grado de plasticidad del suelo y también poder clasificarlo y conocer características físicas como expansión, compresibilidad entre otros y por último la granulometría donde se utilizan un determinado número de tamices por donde se pasa el suelo de manera de poder determinar los porcentajes que pasan el tamiz N°4, N°10, N°40 y el tamiz N° 200, estos porcentajes que pasan nos dan la cantidad que al ser evaluadas mediante un cuadro se puede determinar el tamaño de las partículas y con ello determinar su clasificación mediante sistemas del S.U.C.S y A.A.S.H.T.O; así mismo para determinar las propiedades químicas de los suelos se utilizan equipos como el de espectrofotometría que a través de ondas y muestras preparadas y cálculos normados se contienen por partícula de millón las sustancias químicas como cloruros, sulfatos y sales solubles totales y por último las propiedades mecánicas como el proctor modificado que para el mismo se utilizan equipos y accesorios donde predomina el equipo del compactador automático que es capaz de compactar muestras cilíndricas de 6" y alturas hasta de 117 mm el cual se compacta en 5 capas de 56 golpes de manera de poder obtener masas del suelo compactado a diferentes contenidos de humedad de manera de poder determinar los dos parámetros más importantes como son la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad, los cuales serán datos aprovechados

para la obtención del último ensayo mecánico que es el CBR el dato más importante de la investigación realizada, en el cual también se utilizan los equipos como compactador automático, una prensa electrónica que puede controlar una velocidad constante de 1.27 mm/min el cual penetra un pistón de 3" de diámetro hasta una profundidad de 1.27 cm para luego poder calcular el valor de CBR a 0.1" y 0.2", para ello se preparan tres moldes de 6" de diámetro, una altura de 117 mm con diferentes cantidades de energía con 13 golpes, 25 golpes y 56 golpes cuyas muestras serán preparadas con la cantidad de agua obtenida en el proctor modificado y alcanzar la máxima densidad seca propuesta, una vez determinadas las densidades húmedas y secas estos especímenes son saturados durante 4 días el cual permitirá de que las propiedades mecánicas del suelo tengan un cambio significativo el cual nos permitirá evaluar su capacidad en las peores condiciones de saturación de manera que este dato que se obtenga luego con la penetración del pistón de 3 pulgadas que será dividida entre un valor patrón de 1000 para 0.1" y de 1500 para 0.2", esta penetración se dibuja en una escala aritmética en donde se establece valores correspondientes, con estos gráficos se ubica la densidad seca al 95% a 0.1 y el 100% a 0.2" para obtener por fin el valor CBR; para obtener un diseño patrón se estableció la utilización de 4 adiciones de 0.5, 1.00, 1.5 y 2.00% cada una de estas adiciones han seguido el mismo procedimiento antes mencionado con la finalidad de encontrar sus propiedades, una vez definidas sus características se optó por buscar un óptimo % de adición y poder determinar el CBR cuyo resultado nos permita reemplazar el mismo suelo estabilizado como una base para pavimentos el cual se obtuvo con un 1.17% y alcanzar un 80.10%, entonces se contrasta de que en la investigación efectuada aceptamos la hipótesis planteada de la hipótesis específica el cual menciona que con el uso de laboratorio se obtendrá las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los suelos en el sector Palmiche, Tarapoto; se determinará las propiedades físicas y químicas del copolímero topsoil mediante las especificaciones técnicas del producto, se obtendrá un diseño patrón con adiciones de copolímero topsoil al suelo con porcentajes de 0.5 %, 1.00 %, 1.5 % y 2.00 % , el diseño óptimo se obtendrá en base al patrón de diseño para buscar el óptimo contenido de diseño para uso como base de pavimentos.

V.- DISCUSIÓN

La utilización de los copolímeros, son utilizados en la mayoría de los casos para mezclas asfálticas debido a sus componentes que le caracterizan, muchos autores proponen la utilización de los copolímeros para mejorar la capacidad de soporte de suelos pero ninguno los hace debido a lo tedioso y trabajoso que es y por la cantidad de ensayos y muestras que se utilizan; es así que en la presente investigación se realizó la utilización y en este caso se utilizó un copolímero TOPSOIL; la estabilización de los suelos se utiliza en casi todo el mundo debido a la falta de materiales y las buenas costumbres de proteger el medio ambiente, es así que surge la necesidad de crear nuevas tecnologías; si bien es cierto no existen metodologías exactas sin embargo mediante la experiencia de muchos profesionales se lleva a cabo estos tipos de estabilizaciones, las normas empleadas solo te indican cantidades mas no números representativos de muestras ya que la probabilidad de falla es mucho mayor de lo que se espera; autores y laboratorios muy prestigiosos se basan en la experiencia y la tecnología de sus equipos pero a medida que se realizan estos ensayos el criterio prima, es así que en nuestro caso cuando se pudo extraer información de diversos autores en el tema de la estabilización ellos proponen % de adiciones que fluctúan entre 3% al 9% con respecto al agua para poder estabilizar un suelo; pero qué tanto tienen razón como es en nuestro caso que hubiese pasado si no nosotros siguiésemos los antecedentes propuestos debido a que nuestro suelo a estabilizar se encontró un O.C.H. de 15.20% al agregar el 9% de esta adición la mezcla se vuelve densa y difícil de mezclar además de generar grumos tan cohesionados que se hace difícil compactar, por ello se hace difícil determinar o cuantificar el % de adiciones; cada zona tiene su propia realidad y sus tipos de suelos poseen diferentes características, el cual hace que la estabilización de suelos no tenga una metodología objetiva a seguir. Si bien es cierto que la estabilización de los suelos es una alternativa para poder salvaguardar nuestro medio ambiente que se ve afectado por la indiscriminada explotación de cantera de ríos y cerros los cuales conllevan a problemas y riesgos muy desastrosos para la humanidad, también considerar que en muchos casos se seguirá optando por la explotación de nuestros recursos al no poder contar con información más precisa sobre este método; como se explicó varios autores proponen pero no

mencionan su método por lo que al final prima el criterio y la experiencia de los profesionales al frente de los laboratorios de mecánica de suelos; es así que al realizar la investigación nos preguntamos se podrá determinar la misma energía de compactación con un método manual al automático y la respuesta es obvia, humano versus máquina, el humano puede alcanzar el cansancio por lo cual pasado un número importante de moldes a compactar, el esfuerzo ya no es el mismo sin embargo una máquina como el compactador automático empezará y terminará con la misma energía; de ello conlleva a observar las recomendaciones de los autores de estos tipos de investigaciones los cual antes del año 1998 este tipo de equipos no existían en el Perú, y en la actualidad pocos lo tienen por el costo del equipo; con lo mencionado aceptaríamos las recomendaciones expuestas en otro tipo de estas investigaciones, las mismas que han sido realizadas con una diferencia significativa en cuanto a la tecnología de hoy, surge la interrogante; pero debemos tomarlo como antecedente pero eso nos conlleva a errores significativos, que hacer, como actuar y como seguir, son limitaciones que se encuentran en este tipo de investigaciones a desarrollar.

Con todas las limitaciones aunadas a un difícil tiempo que se suma la pandemia, se ha desarrollado la presente investigación utilizando equipos muy modernos los cuales nos han permitido obtener resultados coherentes que al ser comparados con otros países de América como Estados Unidos y Canadá son casi parecidos mas no comparados con investigaciones realizados en Sudamérica como Bolivia y Brasil los cuales son muy discrepantes con los resultados obtenidos por ellos; los suelos de la selva peruana se caracterizan por ser suelos cuya capacidad de soporte son inadecuados y pobres, propios de sus propiedades de suelos arcillosos, limosos, arenosos, limo arenosos y areno arcillosos, como por ejemplo en el lugar donde se efectuó la presente investigación hemos encontrado suelos de granulometría fina del tipo arcillas, clasificados según el sistema de clasificación S.U.C.S. del tipo CL y según AASHTO un A-7-6 con índices de grupos que varían desde 6 a 9 que nos indican suelos de categoría inadecuados para ser utilizados como terrenos de fundación para estructuras de pavimentos con un valor IP de 17.21% lo que nos indica un suelo de plasticidad media con un % de finos de 67.41 lo que mecánicamente nos indica la presencia de un suelo fino arcilloso, con un O.C.H. de 15.20% y un CBR al 95% de

5.90 y según nuestra norma es considerado un suelo de categoría S1 lo que representa una subrasante de capacidad pobre, lo que indica que se deberá eliminar o mejorar el suelo; lo cual la mayoría de profesionales optan por reemplazar debido al temor de problemas inherentes a este tipo de suelo, se conoce las características de los suelos arcillosos que pueden ser muy susceptibles a cambios bruscos con pequeñas cantidades de agua que se añaden, y como consecuencia pueden aparecer patologías que destruyen pavimentos y hasta las hacen colapsar, después de haber realizado todo el proceso el cual constó en la exploración, extracción, logueo, colección y transporte de muestras hacia el laboratorio en cantidades necesarias y estipuladas por nuestra norma se procedió a determinar las propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo de 04 puntos propuestos, los mismos que han quedado marcados en el sitio, una vez puestos en el laboratorio se procedió a determinar sus propiedades físicas, químicas y mecánicas de cada una de las muestras para obtener resultados y poder establecer su calidad; con los resultados se optó por estabilizar el suelo de la calicata 03 por ser de peor capacidad de soporte además de ser el suelo cuyas características son las menos adecuadas, obteniendo según la clasificación un suelo de granulometría fina del tipo CL según SUCS y A-7-6(9) según AASHTO, además de una humedad de 26.40%, Gs de 2.63, LL = 41.03%, LP= 23.82 y un IP = 17.21% con % que pasan en el Tamiz N°4 = 100%, N°10 = 99.21%, N°40 = 91.06 y en el Tamiz N°200 = 67.41%, O.C.H. = 15.20 y una M..D.S. = 1.885 gr/cm³ y un CBR al 95% = 5.90 y CBR al 100% de 7.50%, lo que indica un suelo muy susceptible a cambios por los resultados mostrados además de saber que es un suelo pobre como subrasante para pavimentos; una vez optado por el suelo a estabilizar se procedió a determinar los % de aditivos y esto se hizo en virtud al O.C.H. encontrado en el ensayo Proctor Modificado, porque se tuvo en cuenta este parámetro debido a lo que se manifestó con anterioridad que al seguir los métodos de los autores no se encontraban buenos resultados y la limitación encontrada fue la de que al mezclar el aditivo con el agua ésta se densificaba y no se podía mezclar y si se mezclaba la reacción era inmediata y se hacía difícil la preparación, esto propició a proponer % de adiciones del orden 0.25,0.50,1.00 y 2.00% con estas adiciones se obtuvo diferentes características, pero necesitábamos obtener un óptimo % para poder cumplir con el objetivo propuesto, entonces se graficó los

resultados obtenidos que consistían en los % de adiciones y el CBR encontrado, es así que se obtuvo mediante la intersección en la curva del gráfico un % de 1.17 con lo que nuevamente se procedió a caracterizarlo o sea encontrar sus propiedades físicas y mecánicas obteniendo los siguientes resultados según la clasificación un suelo de granulometría fina del tipo CL-ML según SUCS y A-4(6) según AASHTO, además de una humedad de 11.20%, Gs de 2.65, LL = 14.87%, LP= 8.69 y un IP = 6.18% con % que pasan en el Tamiz N°4 = 100%, N°10 = 99.27%, N°40 = 91.05 y en el Tamiz N°200 = 67.39%, O.C.H. = 8.50 y una M..D.S. = 1.936 gr/cm³ y un CBR al 95% = 80.10 y CBR al 100% de 87.80%, por lo que se notó un cambio significativo en el suelo pasando de un suelo arcilloso de mediana plasticidad a un suelo arcillosos limoso, además de mejorar las propiedades índice como bajar los límites de consistencia hasta un nivel de baja plasticidad, en cuanto a su granulometría se mantuvo y no hubo cambios significativos pero lo que sí se pudo observar y cuantificar de que las propiedades mecánicas si han tenido una variación significativa pasando de un CBR de 5.90% a tener un CBR de 80.10% lo que manifiesta un mejoramiento del suelo capaz de sustituir una base granular; si bien es cierto que este resultado es promisorio y significativo lo que se pudo observar al momento de la penetración que este suelo estabilizado con el 1.17% cumplió con el objetivo de mejorar su capacidad, pero no dio resultados negativos en cuanto a la propiedad de soporte superficial ya que en la parte superior en el molde se pudo palpar la pegajosidad con características jabonosas, lo que implica que al utilizar este suelo estabilizado como plataforma sería un riesgo ya que no se podría transitar porque se tornaría resbaladizo, por lo que este aditivo no trabaja en forma conveniente en suelos que estarían expuestos superficialmente, solo se podría utilizar la estabilización siempre y cuando se utilizara como subestructura de pavimento teniendo en consideración la protección con una capa ya sea de concreto o asfalto.

VI.- CONCLUSIONES

6.1. El suelo encontrado en el Sector Palmiche motivo de la presente investigación es suelo de granulometría fina del tipo arcillas inorgánicas de mediana plasticidad del Tipo CL según clasificación S.U.C.S. y según AASHTO A-7-6 con índices de grupo que varían desde 6 a 9, con un O.C.H que varía desde 15 a 17% y con CBR AL 95% que varía entre 5.50 a 7.00% lo que indica suelo de capacidad pobre como subrasante para el uso en pavimentos.

Propiedades Físicas

| N° CALICATA | MUESTRA | LÍMITES DE CONSISTENCIA | | | GRANULOMETRÍA | | | | Gs | HUMEDAD IN SITU (%) |
|-------------|---------|-------------------------|--------|--------|---------------|-------|--------|-------|------|---------------------|
| | | L.L. % | L.P. % | L.P. % | #4 | #10 | #40 | #200 | | |
| | | C-01 | M II | 40.92 | 23.77 | 17.15 | 100.00 | 99.23 | | |
| C-02 | M II | 40.44 | 23.62 | 16.82 | 100.00 | 98.90 | 88.72 | 57.98 | 2.63 | 25.31 |
| C-03 | M II | 41.03 | 23.82 | 17.21 | 100.00 | 99.21 | 91.06 | 67.41 | 2.63 | 26.40 |
| C-04 | M II | 40.55 | 23.68 | 16.87 | 90.41 | 87.63 | 79.15 | 57.93 | 2.62 | 25.92 |

Propiedades químicas

| N° | UBICACIÓN | MUESTRA | PROF. (m) | PH | CLORUROS (ppm) | SULFATOS (ppm) | SALES SOLUBLES TOTALES (ppm) |
|----|-----------|---------|-----------|------|----------------|----------------|------------------------------|
| 1 | C-01 | II | 0.20-1.70 | 6.65 | 15.80 | 220.00 | 402.50 |
| 2 | C-02 | II | 0.30-1.80 | 6.55 | 65.85 | 350.60 | 568.50 |
| 3 | C-03 | II | 0.30-1.80 | 6.77 | 22.50 | 185.60 | 375.80 |
| 4 | C-04 | II | 0.20-1.70 | 6.66 | 9.50 | 65.50 | 158.60 |

Propiedades Mecánicas

| N° CALICATA MUESTRA | MUESTRA/ %DE ADICIÓN | ÍNDICE DE CONSISTENCIA | | | GRANULOMETRÍA | | | | SISTEMA DE CLASIFICACIÓN | | PROCTOR | | CBR | | Gs | HUMEDAD IN SITU |
|---------------------|----------------------|------------------------|---------|--------|---------------|-------|--------|-------|--------------------------|-------|-------------------------|----------|---------|----------|------|-----------------|
| | | L.L. % | L.P. % | I.P. % | #4 | #10 | #40 | #200 | AASHTO | SUCS | Dmáx gr/cm ³ | O.C.H. % | 95% MSD | 100% ,SD | | |
| | | C-03 | NATURAL | 41.03 | 23.82 | 17.21 | 100.00 | 99.21 | 91.06 | 67.41 | A-7-6(9) | CL | 1.885 | 15.20 | | |
| I | 0.25 | 35.15 | 19.56 | 15.59 | 100.00 | 99.25 | 91.06 | 67.42 | A-6(8) | CL | 1.892 | 13.56 | 18.90 | 25.60 | 2.63 | 19.85 |
| II | 0.50 | 28.52 | 16.98 | 11.54 | 100.00 | 99.25 | 91.05 | 67.45 | A-6(6) | CL | 1.905 | 11.50 | 45.80 | 55.50 | 2.63 | 17.65 |
| III | 1.00 | 15.65 | 8.56 | 7.09 | 100.00 | 99.25 | 91.07 | 67.45 | A-4(6) | CL | 1.928 | 10.40 | 75.60 | 83.00 | 2.64 | 12.65 |
| IV | 2.00 | 9.68 | 6.50 | 3.18 | 100.00 | 99.25 | 91.06 | 67.41 | A-4(6) | ML | 1.956 | 8.90 | 92.80 | 97.80 | 2.65 | 8.65 |

6.2. Los diseños con el aditivo TOPSOIL han sido efectuados con % del 0.25, 0.50, 1.00 y 2.00% con los cuales se han obtenido resultados muy buenos

| N° CALICATA | SISTEMA DE CLASIFICACIÓN | | PROCTOR | | CBR | |
|----------------|-----------------------------|-----------|--|---------------|-------------|-------------|
| | | | D _{máx} gr/cm ³ | O.C.H. % | 95% MDS | 100% MDS |
| | AASHTO | SUCS | | | | |
| C-01 | A-7-6(7) | CL | 1.886 | 15.40 | 5.70 | 7.00 |
| C-02 | A-7-6(6) | CL | 1.892 | 16.350 | 7.00 | 9.00 |
| C-03 | A-7-6(9) | CL | 1.885 | 15.20 | 5.90 | 7.20 |
| C-04 | A-7-6(7) | CL | 1.882 | 16.00 | 6.00 | 7.50 |

Lo que manifiesta un mejoramiento con respecto a la muestra natural solo manteniendo sus características en cuanto a tamaño de partícula.

6.3. Se ha determinado el óptimo % de aditivo el cual ha sido del 1.17% con el cual se ha mejorado el valor de CBR del 5.90% al 80.10%.

6.4. El costo por m³ de suelo estabilizado con el TOPSOIL es de 191.77 nuevos soles

VII. RECOMENDACIONES

- 7.1.** Realizar ensayos con porcentajes de copolímero TOPSOIL menores al 2% para los materiales a estabilizar, es necesario para obtener resultados favorables.
- 7.2.** Dosificar el polímero respecto del contenido óptimo de humedad, reemplazando el agua calculada por la cantidad de copolímero dosificado.
- 7.3.** Mezclar el copolímero con agua hasta la aparición de las primeras burbujas en la solución.
- 7.4.** Se recomienda un período de secado (alrededor de siete días) del suelo estabilizado antes de la colocación de la carpeta asfáltica o estructura de concreto.
- 7.5.** Se recomienda cubrir la superficie estabilizada con alguna capa que sirva de protección contra la lluvia.
- 7.6.** Realizar la compactación en campo al 100% de la máxima densidad seca para asegurar un óptimo desempeño de la estabilización.
- 7.7.** No se deberá utilizar suelos estabilizados con Topsoil que estén expuestos a la superficie o que sirvan como superficie de rodadura.
- 7.8.** Se debe investigar el comportamiento a nivel de superficie ya que no se profundizó por no ser objetivo de la presente investigación.

REFERENCIAS

- E. Serrano Rodríguez y E. Padilla González. (2019). En su trabajo de investigación titulado: *Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados*, Revista Ingeniería Solidaria, vol. 25, n.º 1. [Fecha consultada: 17 de abril de 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.16925/2357-6014.2019.01.01>
- Castro Barreto, Diego Alexander y Ordoñez Domínguez, Omar Camilo. (2018). En su trabajo de investigación titulado: *Análisis de estabilización de suelos con lodos poliméricos biodegradables para construcción de pantallas pre excavadas en suelos con presencia de arenas*, (tesis de pregrado) UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS. [Fecha consultada: 17 de abril de 2020] Disponible en: <http://hdl.handle.net/11349/13330>
- NESTERENKO, Darko. (2018). En su trabajo de investigación titulado: *Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en el Perú*. (Tesis de maestría). Universidad de Piura. Lima. [Fecha consultada: 24 de abril de 2020] Disponible en: <https://hdl.handle.net/11042/3474>
- CALLE, Estéfany, & ARCE, Gonzalo. (2018). En su trabajo de investigación titulado: *Estabilización con polímero acrílico de la subrasante de la zona del puente de Añashuayco para su uso como base y comparación frente a un pavimento convencional*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa. [Fecha consultada: 24 de abril de 2020] Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6118?show=full>
- CURITOMAY, Carlos Jan. (2018). En su trabajo de investigación titulado: *Estabilización de suelos arcillosos con polímeros de tipo copolímero, aplicado a obras viales de mediano tránsito en la carretera Pucaloma-Yanayacu, distrito de Socos*. (Tesis de pre grado). Universidad nacional de San Cristobal de Huamanga. [Fecha consultada: 24 de abril de 2020] Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3569>

Carlos Crespo Villalaz. (1976-1980). Mecánica de Suelos y Estabilizaciones. (libro) nos menciona la definición de suelo, *suelo es una delgada capa sobre la corteza terrestre de material que proviene de la desintegración y/o alteración física y/o química de las rocas y de los residuos de las actividades de los seres vivos que sobre ella se orientan*, (pág.17) [Fecha consultada: 25 de abril de 2020] Disponible en:

[https://books.google.com.pe/books?id=Db2SQbBHVPQC&pg=PA3&lpg=PA3&dq=CRESPO+\(1976-1980\)&source=bl&ots=aULmTqR9i&sig=ACfU3U02ilp0Lq1MFZd_Xtcf-mjsDhF4PQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiLiufvk9PpAhU6KLkGHWKbAIMQ6AEwAHoECAQQAQ#v=onepage&q=CRESPO%20\(1976-1980\)&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=Db2SQbBHVPQC&pg=PA3&lpg=PA3&dq=CRESPO+(1976-1980)&source=bl&ots=aULmTqR9i&sig=ACfU3U02ilp0Lq1MFZd_Xtcf-mjsDhF4PQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiLiufvk9PpAhU6KLkGHWKbAIMQ6AEwAHoECAQQAQ#v=onepage&q=CRESPO%20(1976-1980)&f=false)

Michael Stocking & Niamb Murnagban. (2001). Manual de campo de la degradación de la tierra. (libro) nos menciona que *la textura del suelo es el tacto de un suelo, y esta constituida por las proporciones relativas de los diferentes tipos y tamaños de partículas que forman el suelo*, así mismo nos indica que “ el color es directamente la apariencia de un suelo y está constituido por la tonalidad general (basada en colores primarios, el croma (la intensidad del color y el grado de tonos grises de negro a blanco), cuando se produce la degradación del suelo, cambian ambas texturas y color ”, (pág. 79). [Fecha consultada: 26 de abril de 2020] Disponible en:

[https://books.google.com.pe/books?id=ADUTrX6Rx0kC&pg=PR12&lpg=PR12&dq=Stocring+%26+Niamb+\(+2001\)+espa%C3%B1ol&source=bl&ots=oQOfDXfQcA&sig=ACfU3U2DNADlBQBjxlhExmJ1tIPDb8aYcQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjJ9vaQmNPpAhWzBtQKHUQyAPUQ6AEwA3oECAYQAQ#v=onepage&q=Stocring%20%26%20Niamb%20\(%202001\)%20espa%C3%B1ol&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=ADUTrX6Rx0kC&pg=PR12&lpg=PR12&dq=Stocring+%26+Niamb+(+2001)+espa%C3%B1ol&source=bl&ots=oQOfDXfQcA&sig=ACfU3U2DNADlBQBjxlhExmJ1tIPDb8aYcQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjJ9vaQmNPpAhWzBtQKHUQyAPUQ6AEwA3oECAYQAQ#v=onepage&q=Stocring%20%26%20Niamb%20(%202001)%20espa%C3%B1ol&f=false)

Carlos Crespo Villalaz. (1976-1980). Mecánica de Suelos y Estabilizaciones. (libro) menciona que la **estructura del suelo** estructura es la distribución y orden de las partes de un cuerpo ,(pág. 58). [Fecha consultada: 26 de abril de 2020] Disponible en:

[https://books.google.com.pe/books?id=Db2SQbBHVPQC&pg=PA3&lpg=PA3&dq=CRESPO+\(1976-1980\)&source=bl&ots=aIULmTqR9i&sig=ACfU3U02ilp0Lq1MFZd_Xtcf-mjsDhF4PQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiLiufvk9PpAhU6KLkGHWKbAIMQ6AEwAHoECAQQAQ#v=onepage&q=CRESPO%20\(1976-1980\)&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=Db2SQbBHVPQC&pg=PA3&lpg=PA3&dq=CRESPO+(1976-1980)&source=bl&ots=aIULmTqR9i&sig=ACfU3U02ilp0Lq1MFZd_Xtcf-mjsDhF4PQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiLiufvk9PpAhU6KLkGHWKbAIMQ6AEwAHoECAQQAQ#v=onepage&q=CRESPO%20(1976-1980)&f=false)

Louis M.Tompson. (1988). Los Suelos y su Fertilidad. (libro) indica la **porosidad del suelo** es una parte muy significativa del proceso que transforma la roca en suelo consiste en el ahuecado y disgregación del material, con lo cual aparecen la masa. Estos reciben a veces el nombre de espacios vacíos, aunque es un error, pues contienen agua y aire”(pág. 75). [Fecha consultada: 26 de abril de 2020] Disponible

en:https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=AegjDhEIVAQC&oi=fnd&pg=PR9&dq=THOMPSON+1988&ots=QKhIICop1P&sig=jMK9c5Evs5UAZA_QoDoEyl8OyCw#v=onepage&q=THOMPSON%201988&f=false

J.M. Hodgson. (1987). Muestreo y Descripción de Suelos. (libro) Indica que la propiedad descrita por otros , bajo diversos conceptos de constitución **consistencia**, consistencia o manual o propiedades mecánicas, las características incluidas en el término consistencia están relacionadas con las fuerzas de cohesión que actúan en el interior de los suelos según sus diversos contenidos de humedad (Russell, 1928), (pág. 65). [Fecha consultada: 26 de Abril de 2020] Disponible en:

[https://books.google.com.pe/books?id=Gge-HNCUwXYC&printsec=frontcover&dq=HODGSON+\(1987&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwimluLRvtPpAhXYG7kGHYdmBeUQ6AEIKjAA#v=onepage&q=HODGSON%20\(1987&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=Gge-HNCUwXYC&printsec=frontcover&dq=HODGSON+(1987&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwimluLRvtPpAhXYG7kGHYdmBeUQ6AEIKjAA#v=onepage&q=HODGSON%20(1987&f=false)

Carlos Crespo Villalaz. (1976-1980). Mecánica de Suelos y Estabilizaciones. (libro) menciona que la **granulometría** es *la determinación de la cantidad en por ciento de los diversos tamaños de las partículas que constituyen el suelo*, (pág. 45). [Fecha consultada: 01 de mayo de 2020] Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=Db2SQbBHVPQC&pg=PA3&lpg=PA3&dq=CRESPO+\(1976-1980\)&source=bl&ots=aIULmTqR9i&sig=ACfU3U02ilp0Lq1MFZd_Xtcf-mjsDhF4PQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiLiufvk9PpAhU6KLkGHWKbAIMQ6AEwAHoECAQQAQ#v=onepage&q=CRESPO%20\(1976-1980\)&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=Db2SQbBHVPQC&pg=PA3&lpg=PA3&dq=CRESPO+(1976-1980)&source=bl&ots=aIULmTqR9i&sig=ACfU3U02ilp0Lq1MFZd_Xtcf-mjsDhF4PQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiLiufvk9PpAhU6KLkGHWKbAIMQ6AEwAHoECAQQAQ#v=onepage&q=CRESPO%20(1976-1980)&f=false)

<http://www.scribd.com/doc/39541608/Diseno-Racional-de-Pavimentos-Fredy-Alberto-Reyes-Lizcano#scribd>

<http://www.librosyeditores.com/tiendalemoine/ingenieria-civil/421-diseno-racional-de-pavimentos-9586836223.html>

CRESPO VILLALAZ Carlos. Mecánica de Suelos y Cimentaciones, 5ª. Ed. México: Limusa, 2004.650 p. ISBN: 968-18-6489-1

RICO RODRIGUEZ Alfonso. La Ingeniería de los suelos en las vías terrestres 2. México: Limusa, 2005.644 p. ISBN: 968-18

JUAREZ BADILLO Eulalio, RICO RODRIGUEZ Alfonso. Mecánica de suelos. México: Limusa,2004.703p. ISBN: 968-18 -0128-8

UGAZ Roxana. Estabilización de suelo y su aplicación en el mejoramiento de subrogante. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería-2006

Eulalio, RICO RODRIGUEZ Alfonso. Mecánica de suelos. México: Limusa, 004.703p. ISBN: 968-18 -0128-8

CUIPAL CHÁVEZ Betty Karen. *Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso con uso de polímero sintético en la carretera de Chachapoyas- Huanca, Amazonas, 2018.* Tesis (Ingeniero Civil) Lima. Universidad César Vallejo de Lima.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de Carreteras:
Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos.

R. D.N°10-2014-MTC/1

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Dirección General de
caminos y Ferrocarriles. Manual de no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.
Lima-Perú-2008.

ASOCIACIÓN MEXICANA DE INGENIERIA DE VIAS TERRESTRES, A.C. Catálogo
de productos para Estabilización de Suelos. México. Impreso en México. 57p.ISBN:
978-607-9191-01-6

REVISTA IBEROAMERICANA DE POLÍMEROS LOPEZ-LARA. Estabilización
volumétrica de arcillas con Polímeros.Vúmen 11(3), mayo 2010.

DELKO INDUSTRIAL SAC. Top-Soil. Copolímero Estabilizante de Suelos. Lima-Perú

Espinola Villanueva, A. T., & Gavidia Samame, J. R. (2017). Análisis técnico de las bases
granulares existentes aplicando el método CBR IN SITU Y CBR de laboratorio en el sector
gran chimú, el porvenir. <https://www.textoscientificos.com/polimeros/introduccion>

ANEXOS

Foto 01: Vista satelital del sector Palmiche y ubicación de calicatas



Foto 02: Vista panorámica de calle transversal se aprecia las características del suelo



Foto 03: Vista panorámica de la calicata 01



Foto 04: Vista panorámica de la calicata 03



FOTO 05: Medición del producto para realizar la mezcla



FOTO 06: Se observa el aditivo Topsoil para efectuar el ensayo CBR





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos
CIUDAD UNIVERSITARIA
Jr. Amorarca 3^{ra} Cuadra Teléfono 042-52-1402
MORALES - PERU



CONSTANCIA DE EJECUCION DE ENSAYOS DE LABORATORIO

EL QUE SUSCRIBE

Ing. M.Sc. Carlos Enrique Chung Rojas, Jefe del laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos.

HACE CONSTAR:

Que los Tesistas Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000-0002-6354-0595) han hecho uso del laboratorio para realizar los siguientes ensayos de laboratorio:

Contenido de Humedad Natural

Límites de atterberg (límite líquido y límite plástico)

Ensayo granulométrico por tamizado

Proctor Modificado

CBR

Ensayos realizados desde 05/01/2,020 al 04/07/2,020

Ensayos para poder concluir con su Tesis Titulado: "EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE CON ADICIÓN DEL COPOLÍMERO TOPSOIL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO, SECTOR PALMICHE, TARAPOTO". Los Mencionados ensayos son para la Tesis presentada en la Universidad Cesar Vallejo Tarapoto.

Se expide el presente a solicitud del interesado.

Tarapoto 14 de Agosto del 2,020



Carlos E. Chung Rojas
Ing. Carlos E. Chung Rojas
JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAVY
CIP N° 63077

Ing. M.Sc. Carlos Enrique Chung Rojas
Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos

Resumen de resultados

Clasificación de Suelos





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Teléfono 521402 ANEXO FIC N° 119
 MORALES - PERU



PROYECTO : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto
UBICACIÓN : Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Departamento de San Martín
FECHA : Julio del 2,020
TESISTAS : Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000-0002-6354-0595)

CUADRO N° 01
RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO PARA CARACTERIZACION DE LOS SUELOS DEL TERRENO DE FUNDACION

| N° CALICATA | MUESTRA | PROCEDENCIA DE MATERIAL | PROFUNDIDAD (m) | LIMITES DE CONSISTENCIA | | | | GRANULOMETRIA | | | | SISTEMA DE CLASIFICACION | | | PROCTOR | | CBR | | HUMEDAD IN SITU (%) |
|-------------|---------|-------------------------|-----------------|-------------------------|--------|--------|--------|---------------|-------|-------|----------|--------------------------|-------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------------------|
| | | | | L.L. % | L.P. % | I.P. % | # 4 | # 10 | # 40 | # 200 | AAASHO | SUCS | Dmáx gr/cm³ | O.C.H. % | 95% MDS | 100% MDS | 95% MDS | 100% MDS | |
| C-01 | M II | SUELO NATURAL | 0.20-1.70 | 40.92 | 23.77 | 17.15 | 100.00 | 98.23 | 89.12 | 62.45 | A-7-6(7) | CL | 1.886 | 15.40 | 5.70 | 7.00 | 2.63 | 25.44 | |
| C-02 | M II | SUELO NATURAL | 0.30-1.80 | 40.44 | 23.62 | 15.82 | 100.00 | 98.90 | 88.72 | 57.98 | A-7-6(6) | CL | 1.892 | 16.350 | 7.00 | 9.00 | 2.63 | 25.31 | |
| C-03 | M II | SUELO NATURAL | 0.30-1.80 | 41.03 | 23.82 | 17.21 | 100.00 | 99.21 | 91.06 | 87.41 | A-7-6(9) | CL | 1.885 | 15.20 | 5.90 | 7.20 | 2.63 | 26.40 | |
| C-04 | M II | SUELO NATURAL | 0.20-1.70 | 40.55 | 23.68 | 16.87 | 90.41 | 87.63 | 79.15 | 57.83 | A-7-6(7) | CL | 1.882 | 16.00 | 6.00 | 7.50 | 2.62 | 25.92 | |



Resumen de resultados Con adición del aditivo





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Teléfono 521402 ANEXO FIC N° 119
 MORALES - PERU

PROYECTO : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

UBICACIÓN : Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Departamento de San Martín

FECHA : Julio del 2,020

TESISTAS : Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando QueMí (ORCID: 0000-0002-6354-0595)

CUADRO N° 03
RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE LA MUESTRA NATURAL ESTABILIZADA

| N° CALICATA /MUESTRA | MUESTRA / % DE ADICION | PROCEDENCIA DE MATERIAL | PROFUNDIDAD (m) | LIMITES DE CONSISTENCIA | | | | GRANULOMETRIA | | | | SISTEMA DE CLASIFICACION | | | PROCTOR | | CBR | | HUMEDAD IN SITU (%) |
|----------------------|------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|--------|--------|--------|---------------|-------|-------|---------|--------------------------|------|----------|---------|----------|-------|------|---------------------|
| | | | | L.L. % | L.P. % | I.P. % | # 4 | # 10 | # 40 | # 200 | AAASHTO | SUCS | Dmáx | O.C.H. % | 95% MSD | 100% MSD | Gs | | |
| C-03 | NATURAL | SUELO NATURAL | 0.30-1.80 | 41.03 | 23.82 | 17.21 | 100.00 | 99.21 | 91.06 | 67.41 | CL | A-7-6(9) | CL | 1.885 | 15.20 | 5.90 | 7.20 | 2.63 | 26.40 |
| I | 0.25 | SUELO ESTABILIZADO | - | 35.15 | 19.56 | 15.59 | 100.00 | 99.25 | 91.06 | 67.42 | CL | A-6(6) | CL | 1.892 | 13.56 | 18.90 | 25.60 | 2.63 | 19.85 |
| II | 0.50 | SUELO ESTABILIZADO | - | 28.52 | 16.98 | 11.54 | 100.00 | 99.25 | 91.05 | 67.45 | CL | A-6(6) | CL | 1.905 | 11.50 | 45.80 | 55.50 | 2.63 | 17.65 |
| III | 1.00 | SUELO ESTABILIZADO | - | 15.65 | 8.56 | 7.09 | 100.00 | 99.25 | 91.07 | 67.45 | CL | A-4(6) | CL | 1.928 | 10.40 | 75.60 | 83.00 | 2.64 | 12.65 |
| IV | 2.00 | SUELO ESTABILIZADO | - | 9.68 | 6.50 | 3.18 | 100.00 | 99.25 | 91.06 | 67.41 | ML | A-4(6) | ML | 1.956 | 8.90 | 92.80 | 97.80 | 2.65 | 8.65 |



Resumen Final después de la estabilización con el aditivo





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Teléfono 521402 ANEXO FIC N° 119

MORALES - PERU



PROYECTO : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

UBICACIÓN : Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Departamento de San Martín

FECHA : Julio del 2,020

TESTISTAS : Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000-0002-6354-0595)

CUADRO N° 05 MUESTRA ESTABILIZADA UTILIZANDO EL OPTIMO CANTIDAD DE ADITIVO PARA LLEGAR AL 80% SEGÚN NORMA

| N° CALICATA MUESTRA | MUESTRA / % DE ADICION | PROCEDENCIA DE MATERIAL | PROFUNDIDAD (m) | LIMITES DE CONSISTENCIA | | | GRANULOMETRIA | | | SISTEMA DE CLASIFICACION | | PROCTOR | | CBR | | HUMEDAD IN SITU (%) | | |
|---------------------|------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|--------|--------|---------------|-------|-------|--------------------------|--------|---------|-------|----------|---------|---------------------|----------|-------|
| | | | | L.L. % | L.P. % | I.P. % | # 4 | # 10 | # 40 | # 200 | AASHTO | SUICS | Dmáx | O.C.H. % | 95% MDS | | 100% MDS | |
| UNICA | 1.17 | SUELO ESTABILIZADO | - | 14.87 | 8.69 | 6.18 | 100.00 | 99.27 | 91.05 | 67.39 | A-4(6) | CL-MIL | 1.936 | 8.50 | 80.10 | 87.80 | 2.65 | 11.20 |



Ensayos Químicos





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

Y PAVIMENTOS

TESIS : EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE CON ADICIÓN DEL COPOLÍMERO
TOPSOIL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO,
SECTOR PALMICHE, TARAPOTO

UBICACIÓN : SECTOR PALMICHE, DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA DE SAN
MARTIN, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN

FECHA : 21/04/2020

ENSAYOS QUIMICOS EN SUELOS

Norma ASTM 512,516, AASHTO T-290,291, N.T.P. 339.177,339.178

| N° | Ubicación | Muestra | PROF. (m) | PH | Cloruros (ppm) | Sulfatos (ppm) | Sales Solubles Totales (ppm) |
|----|-----------|---------|--------------|------|-------------------|-------------------|---------------------------------|
| 1 | C-01 | II | 0.20-1.70 | 6.65 | 15.80 | 220.00 | 402.50 |
| 2 | C-02 | II | 0.30-1.80 | 6.55 | 65.85 | 350.60 | 568.50 |
| 3 | C-03 | II | 0.30-1.80 | 6.77 | 22.50 | 185.60 | 375.80 |
| 4 | C-04 | II | 0.20-1.70 | 6.66 | 9.50 | 65.50 | 158.60 |

OBSERVACIÓN: Muestra identificada y entregada por el solicitante, ensayo realizado según norma vigente método espectrofotometría.



Ing. Carlos E. Chung Rojas
JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAVIC^o
CIP N° 56139
UNSM - FICA

ENSAYOS DE LABORATORIO



C - 01

M II





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación : Sector Palmiche

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m

Identificación de la Muestra : G-01 MII Operador : Tes. Fernando O. N.M. y David A.R. Calicata: C-01 MII Fecha: 2/07/2020

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada Coordenadas Punto Muestreo: N:92855334 E:349710

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del contenido de humedad de un suelo N.T.P. 339.127

ASTM 2216

| RECIPIENTE N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--------|--------|--------|--------|
| Peso del recipiente grs. | 55.28 | 55.21 | 55.62 | 55.75 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 156.58 | 156.72 | 156.66 | 156.61 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | 136.05 | 136.12 | 136.18 | 136.15 |
| Peso del agua grs | 20.53 | 20.60 | 20.48 | 20.46 |
| Peso del suelo seco grs | 80.77 | 80.91 | 80.56 | 80.40 |
| Contenido de humedad % | 25.42 | 25.46 | 25.42 | 25.45 |
| Promedio de contenido de humedad % | 25.44 | | | |

Observaciones :

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo y GS (N.T.P. 339.131) - ASTM D-856

| Picnómetro N° | 1 | 2 |
|--|---------|---------|
| VOL. DEL FRASCO A 20° C. | 500.00 | 500.00 |
| Método de remoción del aire | Vacio | Vacio |
| Peso del picnómetro + agua + suelo | 715.60 | 715.28 |
| Temperatura °C | 23 | 23 |
| Peso del picnómetro + agua grs. | 640.95 | 641.00 |
| Plato Evaporado N° | 1 | 2 |
| Peso del Plato evaporado + suelo seco grs. | 320.00 | 320.00 |
| Peso del suelo seco grs. | 120.00 | 120.00 |
| Volumen de sólidos cm ³ | 45.35 | 45.72 |
| Peso esp. rel. de las part. sólidas del suelo gr/cm ³ | 2.65 | 2.62 |
| Densidad del agua a la T° del ensayo gr/cm ³ | 0.99789 | 0.99789 |
| Factor de Corrección | 1.00 | 1.00 |
| Gravedad Especifica sin corrección | 2.65 | 2.62 |
| Gravedad Especifica aparente a 20°C | 2.64 | 2.62 |
| PROMEDIO Gs | 2.63 | |

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del Peso Volumétrico de suelo cohesivo (N.T.P. 339.138)

ASTM D-2937

| ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---|---|------|---|
| Peso del molde grs. | | | | |
| Peso del suelo + molde grs. | | | | |
| Peso del suelo húmedo grs. | | | N.R. | |
| Volumen del molde cm ³ | | | | |
| Peso volumétrico grs/cm ³ | | | | |
| Promedio del peso volumétrico cohesivo grs/cm ³ | | | | |



Ing. Carlos E. Chung Rojas
JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVYCA
CIP N° 56139
UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m

Identificación de la Muestra : C-01 MII Operador : Tes. Fernando G. N.M. y David A.R. Calicata: C-01 MII Fecha: 2/07/2020

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada **Coordenadas Punto Muestreo:** N:9285334 E:349710

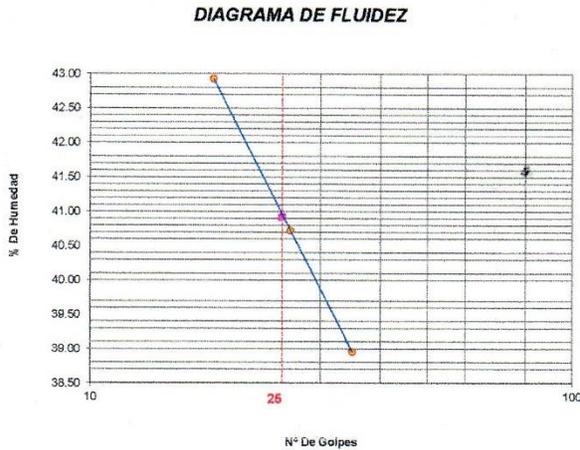
Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129)

ASTM D-4318

| Recipiente N° | 1 | 2 | 3 |
|---|-------|-------|-------|
| Peso del recipiente grs. | 20.55 | 20.50 | 20.44 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 75.85 | 75.65 | 75.62 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | 59.24 | 59.69 | 60.15 |
| Peso del agua grs. | 16.61 | 15.96 | 15.47 |
| Peso del suelo seco grs. | 38.69 | 39.19 | 39.71 |
| Contenido de Humedad % | 42.93 | 40.72 | 38.96 |
| Numero de Golpes | 18 | 23 | 35 |



| | |
|------------------------------|-------|
| Límite Líquido (%) | 40.92 |
| Límite Plástico (%) | 23.77 |
| Índice de Plasticidad Ip (%) | 17.15 |

Determinación del Límite Plástico (N.T.P. 339.131)

ASTM D-4318

| Recipiente N° | 4 | 5 | 6 |
|---|-------|-------|-------|
| Peso del recipiente grs. | 20.38 | 20.25 | 20.21 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 50.50 | 50.58 | 50.52 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | 44.71 | 44.76 | 44.70 |
| Peso del agua grs. | 5.79 | 5.82 | 5.82 |
| Peso del suelo seco grs. | 24.33 | 24.51 | 24.49 |
| Contenido de humedad | 23.80 | 23.75 | 23.76 |
| Promedio del contenido de humedad LP | 23.77 | | |



Carlos E. Chung Rojas
 Ing. Carlos E. Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVYCS
 CIP N° 56133
 UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 400.012 - ASTM D - 423

A.- DATOS GENERALES

Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis : Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín

Descripción del Suelo : SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m

Hecho Por : Tes. Fernando Q. N.M. y David A.R. Calicata: C-01 Mil

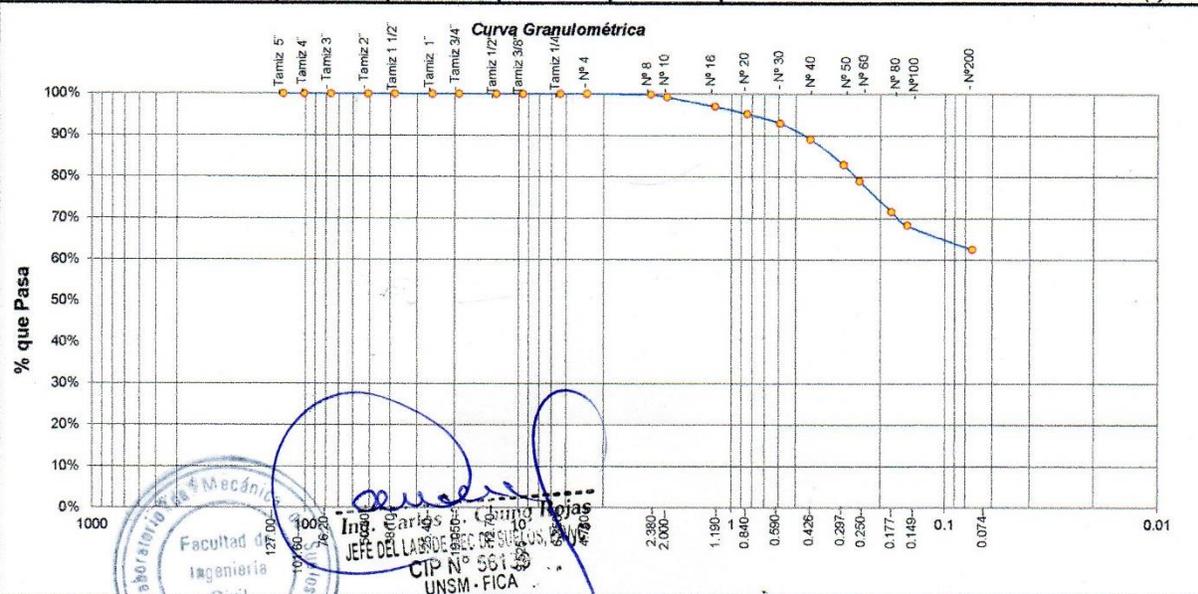
Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM Coordenadas UTM : N:92855334 E:349710

B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

| Tamices | | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS | |
|--------------|--------|---------------|--------------------|----------------------|------------|--|-----------------|
| Ø (mm) | | | | | | | |
| Tamiz 5" | 127.00 | | | | | Numero del recipiente : | 1 |
| Tamiz 4" | 101.60 | | | | | Peso del recipiente : | 56.5 |
| Tamiz 3" | 76.20 | | | | | Peso del recipiente + suelo seco : | 256.5 |
| Tamiz 2" | 50.80 | | | | | Peso del suelo seco antes del lavado : | 200 |
| Tamiz 1 1/2" | 38.10 | | | | | Resultados Obtenidos: | |
| Tamiz 1" | 25.40 | | | | | Contenido de humedad natural = | 25.44 |
| Tamiz 3/4" | 19.050 | | | | | Límite Líquido = | 40.92 |
| Tamiz 1/2" | 12.700 | | | | | Límite Plástico = | 23.77 |
| Tamiz 3/8" | 9.525 | | | | | Índice Plástico = | 17.15 |
| Tamiz 1/4" | 6.350 | | | | | Grava = | 0.0% |
| Nº 4 | 4.760 | | | | 100.00% | Arena = | 37.6% |
| Nº 8 | 2.380 | 0.39 | 0.20% | 0.20% | 99.81% | Limos y arcillas = | 62.5% |
| Nº 10 | 2.000 | 1.15 | 0.58% | 0.77% | 99.23% | Porcentajes que pasan : | |
| Nº 16 | 1.190 | 4.48 | 2.24% | 3.01% | 96.99% | % Pasa el Tamiz Nº 4 | 100.00% |
| Nº 20 | 0.840 | 3.53 | 1.77% | 4.78% | 95.23% | % Pasa el Tamiz Nº 10 | 99.23% |
| Nº 30 | 0.590 | 4.54 | 2.27% | 7.05% | 92.96% | % Pasa el Tamiz Nº 40 | 89.12% |
| Nº 40 | 0.426 | 7.67 | 3.84% | 10.88% | 89.12% | % Pasa el Tamiz Nº 200 | 62.45% |
| Nº 50 | 0.297 | 12.41 | 6.21% | 17.09% | 82.92% | D ₆₀ : | = |
| Nº 60 | 0.250 | 7.89 | 3.95% | 21.03% | 78.97% | D ₃₀ : | = |
| Nº 80 | 0.177 | 14.67 | 7.34% | 28.37% | 71.64% | D ₁₀ : | = |
| Nº 100 | 0.149 | 6.77 | 3.39% | 31.75% | 68.25% | Cc (Coeficiente de curvatura) : | |
| Nº 200 | 0.074 | 11.60 | 5.80% | 37.55% | 62.45% | Cu (Coeficiente de Uniformidad) : | |
| Fondo | 0.01 | 124.90 | 62.45% | 100.00% | 0.00% | Clasificación S.U.C.S. : | CL |
| TOTAL | | 200.00 | | | | Clasificación AASHTO : | A-7-6(7) |





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC Nº 119
 MORALES - PERU



Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m Calicata: C - 01

Hecho Por: Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000-0002-6354-0595) Fecha: 7/07/2020

Nº Golpes / capa: 25 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.

Dimensiones del Molde: Diametro: 10.15 Altura: 11.60 Vol. 938.60

Sobrecarga: 10 Lbs.

RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557

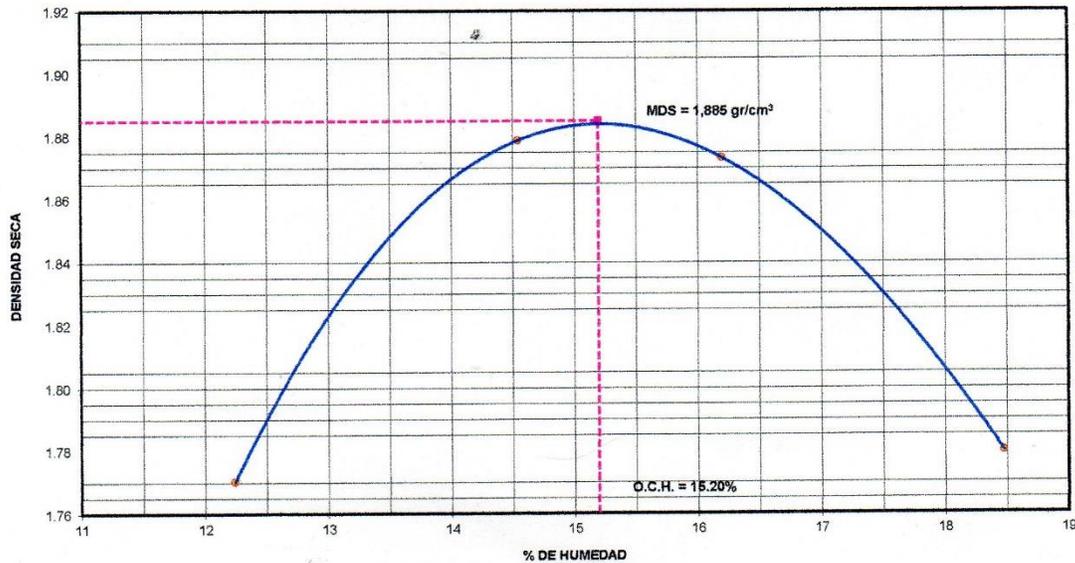
Determinación del contenido de Humedad

| MUESTRA Nº | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 | 6.00 | 7.00 | 8.00 |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PESO DEL TARRO (grs) | 55.12 | 55.62 | 55.51 | 55.44 | 55.72 | 55.18 | 55.29 | 55.27 |
| PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA | 156.55 | 156.57 | 156.56 | 156.62 | 156.58 | 156.61 | 156.75 | 156.64 |
| PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs) | 145.50 | 145.55 | 143.75 | 143.75 | 142.55 | 142.44 | 140.95 | 140.81 |
| PESO DEL AGUA (grs) | 11.05 | 11.02 | 12.81 | 12.87 | 14.03 | 14.17 | 15.80 | 15.83 |
| PESO DEL MATERIAL SECO (grs) | 90.4 | 89.9 | 88.2 | 88.3 | 86.8 | 87.3 | 85.7 | 85.5 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (grs) | 12.23 | 12.25 | 14.52 | 14.57 | 16.16 | 16.24 | 18.45 | 18.51 |
| % PROMEDIO | 12.24 | | 14.55 | | 16.20 | | 18.48 | |

Determinación de la Densidad

| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 12.24 | 14.55 | 16.20 | 18.48 |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|
| PESO DEL SUELO+MOLDE (grs) | 6065.00 | 6220.00 | 6243.00 | 6179.00 |
| PESO DEL MOLDE (grs) | 4200.00 | 4200.00 | 4200.00 | 4200.00 |
| PESO DEL SUELO (grs) | 1865 | 2020 | 2043 | 1979 |
| DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3) | 1.99 | 2.15 | 2.18 | 2.11 |
| DENSIDAD SECA (grs/cm3) | 1.77 | 1.88 | 1.87 | 1.78 |
| Densidad Máxima (grs/cm3) | | | | 1.885 |
| Humedad Óptima% | | | | 15.20 |

COMPACTACION



Arévalo
 Ing. Carlos E. Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVIC
 CIP Nº 56135
 UNSM - PICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC Nº 119
 MORALES - PERU



Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto
 Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche
 Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m Calicata: C - 01
 Hecho Por: Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000-0002-6354-0595) Fecha: 7/07/2020

Nº Golpes / capa: 25 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
 Dimensiones del Molde: Diametro: 15.2 Altura: 11.7 Vol. 2123.068
 Sobrecarga: 10 Lbs.

Calib: 1991882
VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883

Determinación del contenido de Humedad

| MUESTRA Nº / Nº GOLPES | 1 | | 2 | | 3 | |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PESO DEL TARRO (grs) | 55.08 | 55.16 | 55.20 | 55.11 | 55.25 | 55.62 |
| PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs) | 156.80 | 156.28 | 156.55 | 156.51 | 156.40 | 156.65 |
| PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs) | 143.40 | 142.92 | 143.19 | 143.12 | 143.05 | 143.33 |
| PESO DEL AGUA (grs) | 13.40 | 13.36 | 13.36 | 13.39 | 13.35 | 13.32 |
| PESO DEL MATERIAL SECO (grs) | 88.32 | 87.76 | 87.99 | 88.01 | 87.80 | 87.71 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 15.17 | 15.22 | 15.18 | 15.21 | 15.21 | 15.19 |
| % PROMEDIO | 15.20 | | 15.20 | | 15.20 | |

Determinación de la Densidad

| | | | |
|----------------------------|----------|----------|----------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 15.20 | 15.20 | 15.20 |
| PESO DEL SUELO+MOLDE (grs) | 11703.00 | 11505.00 | 11333.00 |
| PESO DEL MOLDE (grs) | 7092.00 | 7092.00 | 7092.00 |
| PESO DEL SUELO (grs) | 4611.00 | 4413.00 | 4241.00 |
| DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3) | 2.17 | 2.08 | 2.00 |
| DENSIDAD SECA (grs/cm3) | 1.885 | 1.804 | 1.734 |

EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO | Nº GOLPES 56 | | | | | | Nº GOLPES 25 | | | | Nº GOLPES 13 | | | |
|-----------|----------|--------|--------------|-----------|------|----------|-----------|------|--------------|-----------|------|----------|--------------|---|--|--|
| | | | Lec Dial | EXPANSIÓN | | Lec Dial | EXPANSIÓN | | Lec Dial | EXPANSIÓN | | Lec Dial | EXPANSIÓN | | | |
| | | | | m.m | % | | m.m | % | | m.m | % | | m.m | % | | |
| 3/07/2020 | 11:55:00 | 0 | 58.0 | 0.00 | 0.00 | 90.0 | 0.00 | 0.00 | 12.0 | 0.00 | 0.00 | 117 | | | | |
| 4/07/2020 | 11:55:00 | 24 | 60.5 | 2.50 | 2.14 | 92.8 | 2.80 | 2.39 | 13.9 | 1.90 | 1.62 | 117 | | | | |
| 5/07/2020 | 11:55:00 | 48 | 61.8 | 3.80 | 3.25 | 94.8 | 4.80 | 4.10 | 15.6 | 3.60 | 3.08 | 117 | | | | |
| 6/07/2020 | 11:55:00 | 72 | 62.4 | 4.40 | 3.76 | 95.1 | 5.10 | 4.36 | 16.9 | 4.90 | 4.19 | 117 | | | | |
| 7/07/2020 | 11:55:00 | 96 | 62.5 | 4.50 | 3.85 | 95.2 | 5.20 | 4.44 | 17.6 | 5.60 | 4.79 | 117 | | | | |

PENETRACIÓN

| Penetración en pulgadas | Moide Nº 56 Nº de golpes | | | | Moide Nº 25 Nº de golpes | | | | Moide Nº 13 Nº de golpes | | | |
|-------------------------|--------------------------|------------|-----------|------|--------------------------|------------|-----------|------|--------------------------|------------|-----------|------|
| | Lec Dial | CORRECCIÓN | | | Lec Dial | CORRECCIÓN | | | Lec Dial | CORRECCIÓN | | |
| | | Lbs | Lbs/Pulg2 | | | Lbs | Lbs/Pulg2 | | | Lbs | Lbs/Pulg2 | |
| 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | | 0 | 0.00 | 0.00 | | 0 | 0.00 | 0.00 | |
| 0.025 | 29 | 58.50 | 19.50 | | 22 | 43.09 | 14.36 | | 14 | 27.16 | 9.05 | |
| 0.050 | 62 | 124.23 | 41.41 | | 45 | 88.90 | 29.63 | | 35 | 68.98 | 22.99 | |
| 0.075 | 90 | 180.00 | 60.00 | | 80 | 158.62 | 52.87 | | 60 | 118.78 | 39.59 | |
| 0.100 | 108 | 215.85 | 71.95 | 7.20 | 92 | 182.52 | 60.84 | 6.08 | 76 | 150.65 | 50.22 | 5.02 |
| 0.150 | 155 | 309.47 | 103.16 | | 144 | 286.10 | 95.37 | | 108 | 214.39 | 71.46 | |
| 0.200 | 205 | 409.07 | 136.36 | 9.09 | 175 | 347.85 | 115.95 | 7.73 | 128 | 254.23 | 84.74 | 5.65 |
| 0.250 | 242 | 482.77 | 160.92 | | 205 | 407.60 | 135.87 | | 150 | 298.05 | 99.35 | |
| 0.300 | 258 | 514.64 | 171.55 | | 225 | 447.44 | 149.15 | | 165 | 327.93 | 109.31 | |
| 0.400 | 290 | 578.38 | 192.79 | | 244 | 485.29 | 161.76 | | 180 | 357.81 | 119.27 | |
| 0.500 | 295 | 593.34 | 196.11 | | 246 | 499.27 | 163.09 | | 183 | 363.78 | 121.26 | |

Observación : Penetración ejecutada en una prensa Multiplex E-50, con celda de 4,5 Kn con aproximación con sensor de carga R-674-009 desvs.45





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

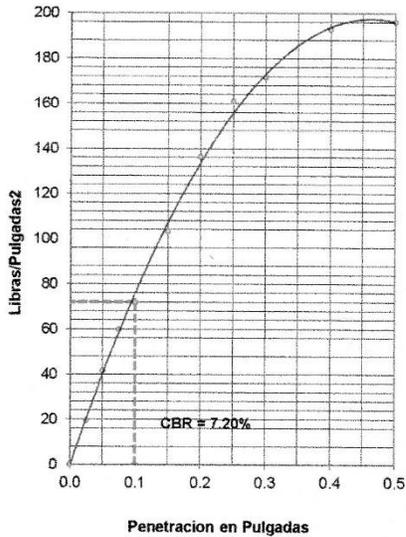
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC N° 119
MORALES - PERU

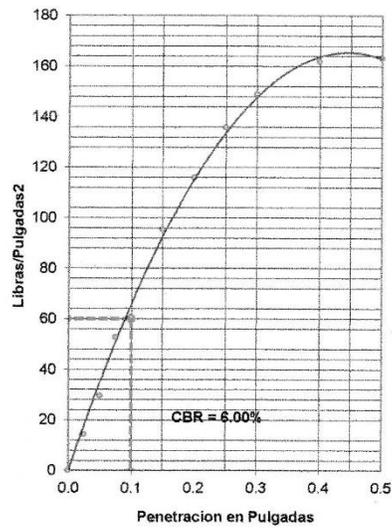


Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto
 Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche
 Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m Calicata: C - 01
 Hecho Por: Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000-0002-6354-0595) Fecha: 7/07/2020

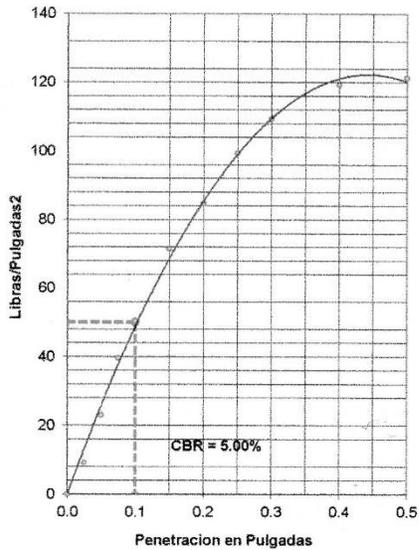
56 GOLPES



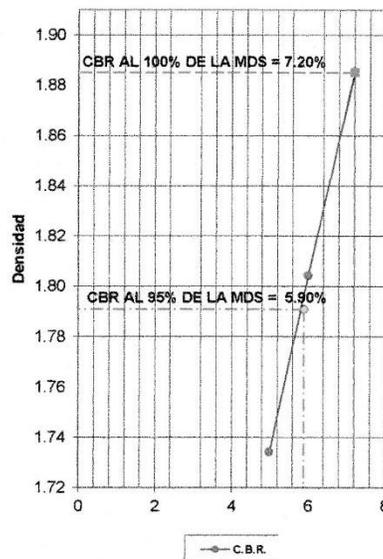
25 GOLPES



13 GOLPES



Título del gráfico



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

| N° GOLPES | W% | grs/cm3 | EXPANC. | COMP % | CBR 1" | CBR 95% | CBR 100% |
|-----------|-------|---------|---------|--------|--------|---------|----------|
| 56 | 15.20 | 1.89 | 3.85 | 100 | 7.20 | | |
| 25 | 15.20 | 1.80 | 4.44 | 96 | 6.00 | 5.90 | |
| 13 | 15.20 | 1.73 | 4.44 | 92 | 5.00 | | 7.20 |



Ing. Carlos E. Chano
JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAV.
CIP N° 56133
UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Teléfono 522544 - fax 521402 - Anexo 119

Tarapoto - Perú

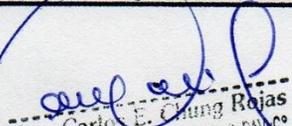


REGISTRO DE EXCAVACION

| Ejecuta : | | Tes. Fernando Q. N.M. y David A.R. | | | | Elaboro : | | Tesisistas | |
|--------------|---------|--|---------------|----------|----------|---------------|-------------|--|--|
| TESIS : | | Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto | | | | Coord : | | N:92855334 E:349710 | |
| Ubicación: | | Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín | | | | Fecha : | | 2/07/2020 | |
| Calicata N° | C-01 | Nivel freático No Presenta (m) | Prof. Exc. | 1.70 (m) | Cota As. | 510.00 (msnm) | | | |
| Cota As. (m) | Estrato | Descripción del Estrato de suelo | CLASIFICACION | | | ESPESOR (m) | HUMEDAD (%) | FOTO | |
| | | | AASHTO | SUCS | SIMBOLO | | | | |
| 510.00 | I | Suelo arcillosos color marrón oscuro, contaminado con presencia de magteriales en descomposición, suelo trasportado. | - | CL-Pt | | 0.20 | 10.6 |  | |
| 509.80 | II | El suelo es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad de consistencia semi dura con presencia de finos en 62.45% con LL = 40.92%, color anaranjado con resistencia al corte de regular a mala, en condiciones saturadas con un porcentaje de arena del 37.55% del total de la muestra. | A-7-6(7) | CL | | 1.50 | 25.44 |  | |
| 508.30 | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M, (registro sin escala)




 Ing. Carlos E. Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAV
 CIP N° 58733
 UNSM - FICA

C – 02

M II





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación : Sector Palmiche

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m

Identificación de la Muestra : C-02 MII Operador : Tec. Fernando Q. N.M. y David A.R. Calicata: C-02 MII Fecha: 2/07/2020

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada Coordenadas Punto Muestreo: N.9285608 E.349840

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del contenido de humedad de un suelo N.T.P. 339.127 ASTM 2216

| RECIPIENTE N° | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|--------------|--------|--------|--------|
| Peso del recipiente grs. | 55.16 | 55.20 | 55.43 | 55.39 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 156.25 | 156.55 | 156.44 | 156.39 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | 135.84 | 136.08 | 136.04 | 136.98 |
| Peso del agua grs. | 20.41 | 20.47 | 20.40 | 20.41 |
| Peso del suelo seco grs. | 80.68 | 80.88 | 80.61 | 80.59 |
| Contenido de humedad % | 25.30 | 25.31 | 25.31 | 25.33 |
| Promedio de contenido de humedad % | 25.31 | | | |

Observaciones : _____

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo y GS (N.T.P. 339.131) - ASTM D-856

| Picnómetro N° | 1 | 2 |
|--|-------------|---------|
| VOL. DEL FRASCO A 20° C. | 500.00 | 500.00 |
| Método de reposición del aire | Vacio | Vacio |
| Peso del picnómetro + agua + suelo | 715.22 | 715.33 |
| Temperatura °C | 23 | 23 |
| Peso del picnómetro + agua grs. | 640.75 | 640.80 |
| Plato Evaporado N° | 1 | 2 |
| Peso del Plato evaporado + suelo seco grs. | 320.00 | 320.00 |
| Peso del suelo seco grs. | 120.00 | 120.00 |
| Volumen de sólidos cm ³ | 45.53 | 45.47 |
| Peso esp. rel. de las part. sólidas del suelo gr/cm ³ | 2.64 | 2.64 |
| Densidad del agua a la T° del ensayo gr/cm ³ | 0.99789 | 0.99789 |
| Factor de Corrección | 1.00 | 1.00 |
| Gravedad Especifica sin corrección | 2.64 | 2.64 |
| Gravedad Especifica aparente a 20°C | 2.63 | 2.63 |
| PROMEDIO Gs | 2.63 | |

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del Peso Volumétrico de suelo cohesivo (N.T.P. 339.139) ASTM D-2937

| ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---|---|-------------|---|
| Peso del molde grs. | | | | |
| Peso del suelo + molde grs. | | | | |
| Peso del suelo húmedo grs. | | | N.R. | |
| Volumen del molde cm ³ | | | | |
| Peso volumétrico grs/cm ³ | | | | |
| Promedio del peso volumétrico cohesivo grs/cm³ | | | | |



Carlos E. Chung Rojas
Ing. Carlos E. Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVIC°
 CIP N° 88709
 UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Calicata: C-02 MII Fecha: 2/07/2020

Identificación de la Muestra : C-02 MII Operador : Tes. Fernando Q. N.M. y David A.R.

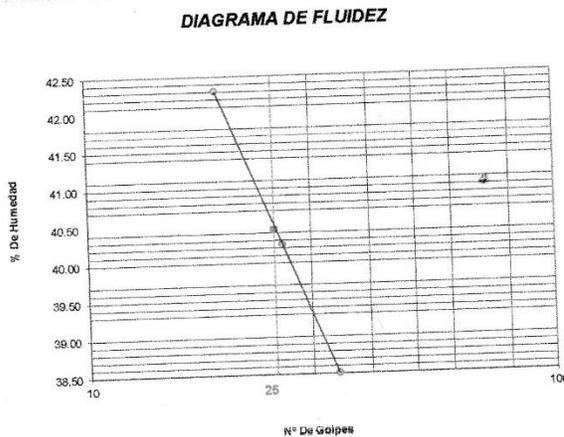
Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada Coordenadas Punto Muestreo: N:9285608 E:349840

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129) ASTM D-4318

| Recipiente N° | 7 | 8 | 9 |
|---|-------|-------|-------|
| Peso del recipiente grs. | 20.55 | 20.49 | 20.44 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 72.85 | 72.62 | 72.81 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | 57.30 | 57.66 | 58.25 |
| Peso del agua grs. | 15.55 | 14.96 | 14.56 |
| Peso del suelo seco grs. | 36.75 | 37.17 | 37.81 |
| Contenido de Humedad % | 42.31 | 40.25 | 38.51 |
| Numero de Golpes | 19 | 26 | 34 |



| | |
|------------------------------|-------|
| Límite Líquido (%) | 40.44 |
| Límite Plástico (%) | 23.62 |
| Índice de Plasticidad Ip (%) | 16.82 |

Determinación del Límite Plástico (N.T.P. 339.131) ASTM D-4318

| Recipiente N° | 10 | 11 | 12 |
|---|-------|-------|-------|
| Peso del recipiente grs. | 20.28 | 20.20 | 20.32 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 50.85 | 50.61 | 50.77 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | 45.01 | 44.80 | 44.95 |
| Peso del agua grs. | 5.84 | 5.81 | 5.82 |
| Peso del suelo seco grs. | 24.73 | 24.60 | 24.63 |
| Contenido de humedad | 23.62 | 23.62 | 23.63 |
| Promedio del contenido de humedad LP | | 23.62 | |



Ing. Carlos E. Chung Rojas
JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAV. Y
CIP N° 88109
UNSM-FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 400.012 - ASTM D - 423

A.- DATOS GENERALES

Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m

Hecho Por : Tes. Fernando Q. N.M. y David A.R. Calicata: C-02 MH

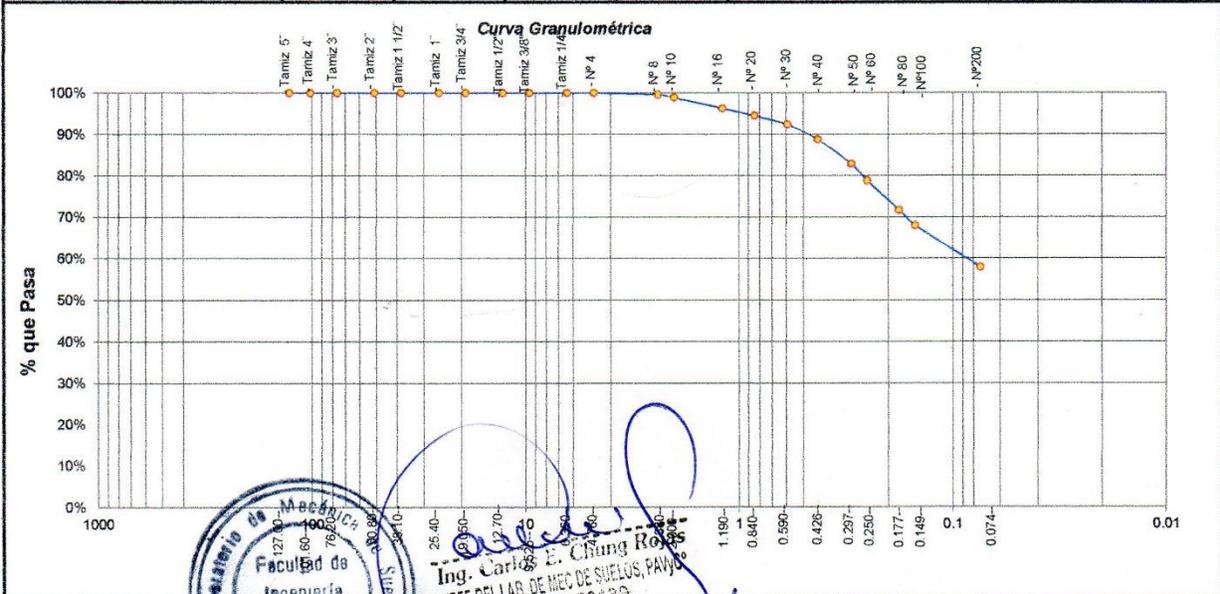
Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM Coordenadas UTM : N:9285608 E:349840

B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

| Tamices | | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS | |
|--------------|--------|---------------|--------------------|----------------------|------------|--|-----------------|
| Ø | (mm) | | | | | Numero del recipiente : | |
| Tamiz 5" | 127.00 | | | | | 2 | |
| Tamiz 4" | 101.60 | | | | | 58.98 | |
| Tamiz 3" | 76.20 | | | | | 258.98 | |
| Tamiz 2" | 50.80 | | | | | 200 | |
| Tamiz 1 1/2" | 38.10 | | | | | Resultados Obtenidos: | |
| Tamiz 1" | 25.40 | | | | | Contenido de humedad natural = | 25.31 |
| Tamiz 3/4" | 19.050 | | | | | Limite Líquido = | 40.44 |
| Tamiz 1/2" | 12.700 | | | | | Limite Plástico = | 23.62 |
| Tamiz 3/8" | 9.525 | | | | | Índice Plástico = | 16.82 |
| Tamiz 1/4" | 6.350 | | | | | Grava = | 0.0% |
| Nº 4 | 4.760 | | | | 100.00% | Arena = | 42.0% |
| Nº 8 | 2.380 | 0.83 | 0.42% | 0.42% | 99.59% | Limos y arcillas = | 58.0% |
| Nº 10 | 2.000 | 1.38 | 0.69% | 1.11% | 98.90% | Porcentajes que pasan : | |
| Nº 16 | 1.190 | 5.27 | 2.64% | 3.74% | 96.26% | % Pasa el Tamiz Nº 4 | 100.00% |
| Nº 20 | 0.840 | 3.50 | 1.75% | 5.48% | 94.51% | % Pasa el Tamiz Nº 10 | 98.90% |
| Nº 30 | 0.590 | 4.33 | 2.17% | 7.66% | 92.35% | % Pasa el Tamiz Nº 40 | 88.72% |
| Nº 40 | 0.426 | 7.25 | 3.63% | 11.28% | 88.72% | % Pasa el Tamiz Nº 200 | 57.98% |
| Nº 50 | 0.297 | 11.79 | 5.90% | 17.18% | 82.83% | D ₆₀ : | |
| Nº 60 | 0.250 | 8.21 | 4.11% | 21.28% | 78.72% | D ₃₀ : | |
| Nº 80 | 0.177 | 14.21 | 7.11% | 28.39% | 71.62% | D ₁₀ : | |
| Nº 100 | 0.149 | 7.28 | 3.64% | 32.03% | 67.98% | Cc (Coeficiente de curvatura) : | |
| Nº 200 | 0.074 | 20.00 | 10.00% | 42.03% | 57.98% | Cu (Coeficiente de Uniformidad) : | |
| Fondo | 0.01 | 115.95 | 57.98% | 100.00% | 0.00% | Clasificación S.U.C.S. | CL |
| TOTAL | | 200.00 | | | | Clasificación AASHTO | A-7-6(6) |



Ing. Carlos E. Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAVTOS
 CIP N° 36130
 UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC Nº 119
 MORALES - PERU



Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m Calicata: C - 02

Hecho Por: Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000-0002-6354-0595) Fecha: 7/07/2020

Nº Golpes / capa: 25 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.

Dimensiones del Molde: Diametro: 10.15 Altura: 11.60 Vol. 938.60

Sobrecarga: 10 Lbs.

RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557

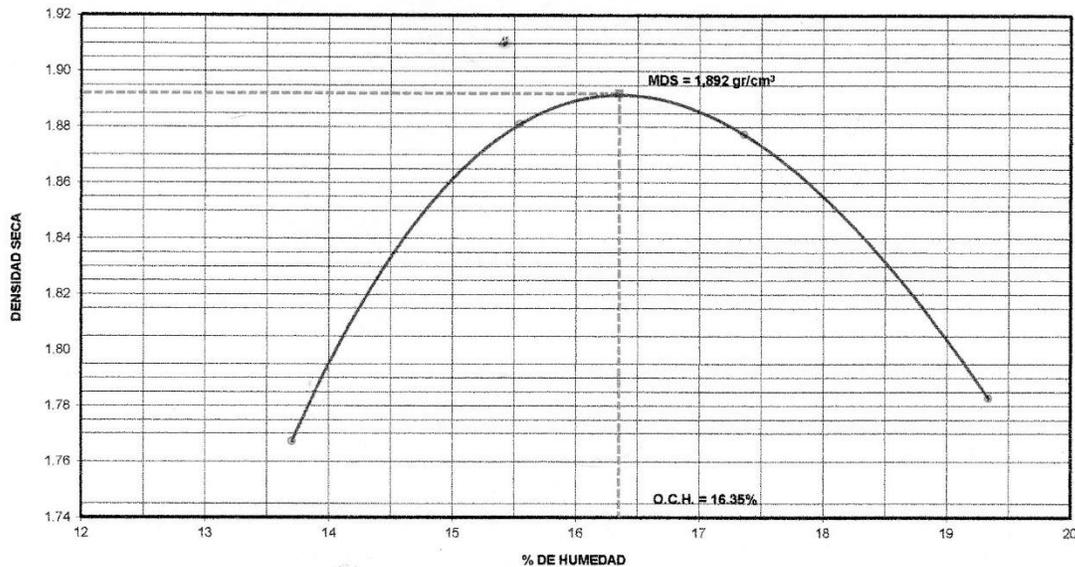
Determinación del contenido de Humedad

| MUESTRA Nº | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 | 6.00 | 7.00 | 8.00 |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PESO DEL TARRO (grs) | 55.12 | 55.08 | 55.20 | 55.15 | 55.28 | 55.20 | 55.62 | 55.52 |
| PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA | 156.80 | 156.72 | 156.72 | 156.84 | 156.79 | 156.70 | 156.77 | 156.66 |
| PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs) | 144.56 | 144.46 | 143.10 | 143.12 | 141.80 | 141.66 | 140.40 | 140.25 |
| PESO DEL AGUA (grs) | 12.24 | 12.26 | 13.62 | 13.72 | 14.99 | 15.04 | 16.37 | 16.41 |
| PESO DEL MATERIAL SECO (grs) | 89.4 | 89.4 | 87.9 | 88.0 | 86.5 | 86.5 | 84.8 | 84.7 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (grs) | 13.69 | 13.72 | 15.49 | 15.60 | 17.33 | 17.40 | 19.31 | 19.37 |
| % PROMEDIO | 13.70 | | 15.55 | | 17.36 | | 19.34 | |

Determinación de la Densidad

| | | | | |
|--|---------|---------|---------|---------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 13.70 | 15.55 | 17.36 | 19.34 |
| PESO DEL SUELO+MOLDE (grs) | 6086.00 | 6240.00 | 6268.00 | 6197.00 |
| PESO DEL MOLDE (grs) | 4200.00 | 4200.00 | 4200.00 | 4200.00 |
| PESO DEL SUELO (grs) | 1886 | 2040 | 2068 | 1997 |
| DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm ³) | 2.01 | 2.17 | 2.20 | 2.13 |
| DENSIDAD SECA (grs/cm ³) | 1.77 | 1.88 | 1.88 | 1.78 |
| Densidad Máxima (grs/cm ³) | | | | 1.892 |
| Humedad Óptima% | | | | 16.35 |

COMPACTACION



Quelvi
 Ing. Carlos L. Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVC
 CIP Nº 58139
 UNSM - EICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC Nº 119

MORALES - PERU



Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m Calicata: C - 02

Hecho Por: Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000-0002-6354-0595) Fecha: 7/07/2020

Nº Golpes / capa: 25 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.

Dimensiones del Molde: Diámetro: 15.2 Altura: 11.7 Vol: 2123.068

Sobrecarga: 10 Lbs. Calib: 1.991882

VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883

Determinación del contenido de Humedad

| MUESTRA Nº / Nº GOLPES | 1 | | 2 | | 3 | |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PESO DEL TARRO (grs) | 55.12 | 55.28 | 55.44 | 55.60 | 55.28 | 55.18 |
| PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs) | 156.28 | 156.21 | 156.27 | 156.12 | 156.20 | 156.19 |
| PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs) | 142.06 | 142.03 | 142.10 | 142.00 | 142.02 | 142.00 |
| PESO DEL AGUA (grs) | 14.22 | 14.18 | 14.17 | 14.12 | 14.18 | 14.19 |
| PESO DEL MATERIAL SECO (grs) | 86.94 | 86.75 | 86.66 | 86.40 | 86.74 | 86.82 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 16.36 | 16.35 | 16.35 | 16.34 | 16.35 | 16.34 |
| % PROMEDIO | 16.35 | | 16.35 | | 16.35 | |

Determinación de la Densidad

| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 16.35 | 16.35 | 16.35 |
|----------------------------|----------|----------|----------|
| PESO DEL SUELO+MOLDE (grs) | 11765.00 | 11598.00 | 11444.00 |
| PESO DEL MOLDE (grs) | 7092.00 | 7092.00 | 7092.00 |
| PESO DEL SUELO (grs) | 4673.00 | 4506.00 | 4352.00 |
| DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3) | 2.20 | 2.12 | 2.05 |
| DENSIDAD SECA (grs/cm3) | 1.892 | 1.824 | 1.762 |

EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO | Lec Dial | Nº GOLPES 56 | | Nº GOLPES 25 | | Nº GOLPES 13 | | | | |
|-----------|----------|--------|----------|--------------|------|--------------|------|--------------|------|-------|------|-----|
| | | | | EXPANSIÓN | | EXPANSIÓN | | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | m.m | % | m.m | % | m.m | % | m.m.M | | |
| 3/07/2020 | 10:22:00 | 0 | 55.0 | 0.00 | 0.00 | 100.0 | 0.00 | 0.00 | 75.0 | 0.00 | 0.00 | 117 |
| 4/07/2020 | 10:22:00 | 24 | 56.8 | 1.80 | 1.54 | 102.9 | 2.90 | 2.48 | 78.9 | 3.90 | 3.33 | 117 |
| 5/07/2020 | 10:22:00 | 48 | 58.5 | 3.50 | 2.99 | 103.8 | 3.80 | 3.25 | 79.5 | 4.50 | 3.85 | 117 |
| 6/07/2020 | 10:22:00 | 72 | 59.3 | 4.30 | 3.88 | 104.5 | 4.50 | 3.85 | 80.2 | 5.20 | 4.44 | 117 |
| 7/07/2020 | 10:22:00 | 96 | 59.5 | 4.50 | 3.85 | 105.2 | 5.20 | 4.44 | 80.5 | 5.50 | 4.70 | 117 |

PENETRACIÓN

| Penetración en pulgadas | Molde Nº 56 | | | | Molde Nº 25 | | | | Molde Nº 13 | | | |
|-------------------------|-------------|------------|-----------|-------|-------------|------------|-----------|------|-------------|------------|-----------|------|
| | Lec Dial | CORRECCIÓN | | | Lec Dial | CORRECCIÓN | | | Lec Dial | CORRECCIÓN | | |
| | | Lbs | Lbs/Pulg2 | | | Lbs | Lbs/Pulg2 | | | Lbs | Lbs/Pulg2 | |
| 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | | 0 | 0.00 | 0.00 | | 0 | 0.00 | 0.00 | |
| 0.025 | 44 | 88.37 | 29.46 | | 35 | 68.98 | 22.99 | | 20 | 39.11 | 13.04 | |
| 0.050 | 82 | 164.07 | 54.69 | | 65 | 128.74 | 42.91 | | 50 | 98.86 | 32.95 | |
| 0.075 | 100 | 199.92 | 66.64 | | 88 | 174.55 | 58.18 | | 70 | 138.70 | 46.23 | |
| 0.100 | 136 | 271.63 | 90.54 | 9.05 | 115 | 228.34 | 76.11 | 7.61 | 91 | 180.53 | 60.18 | 6.02 |
| 0.150 | 187 | 373.21 | 124.40 | | 162 | 321.95 | 107.32 | | 144 | 286.10 | 95.37 | |
| 0.200 | 244 | 486.75 | 162.25 | 10.82 | 215 | 427.52 | 142.51 | 9.50 | 180 | 357.81 | 119.27 | 7.95 |
| 0.250 | 280 | 558.46 | 186.15 | | 245 | 487.28 | 162.43 | | 207 | 411.59 | 137.20 | |
| 0.300 | 313 | 624.19 | 208.06 | | 265 | 527.12 | 175.71 | | 228 | 453.42 | 151.14 | |
| 0.400 | 344 | 685.94 | 228.65 | | 300 | 596.83 | 198.94 | | 255 | 507.20 | 169.07 | |
| 0.500 | 347 | 691.91 | 230.64 | | 302 | 600.82 | 200.27 | | 258 | 513.17 | 171.06 | |

Observación : Penetración ejecutada en una prensa Multiplex E-50, con celda de 4,5 Kn con aproximación con sensor de carga R-674-009 desvs.45



Ing. Carlos E. Chung Rojas
JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVYCO
CIP Nº 50139
UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC Nº 119
 MORALES - PERU



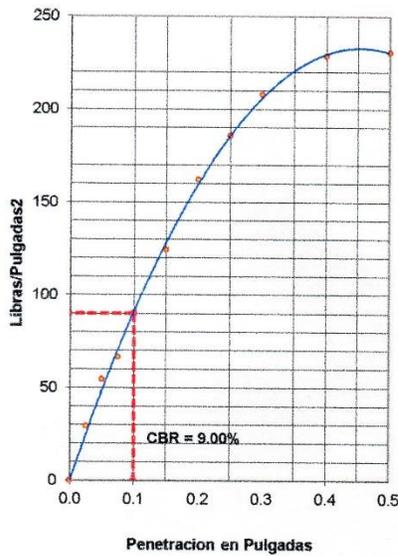
Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche

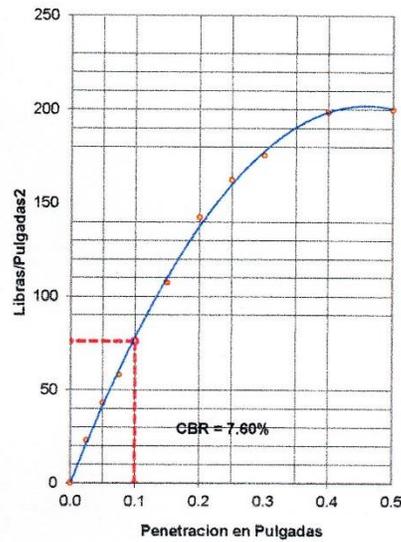
Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLA. Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m Calicata: C - 02

Hecho Por Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 00C Fecha: 7/07/2020

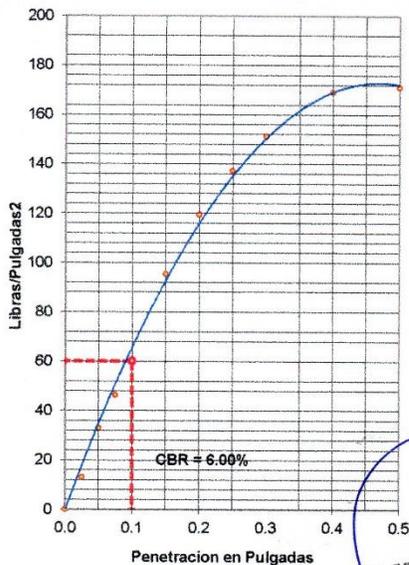
56 GOLPES



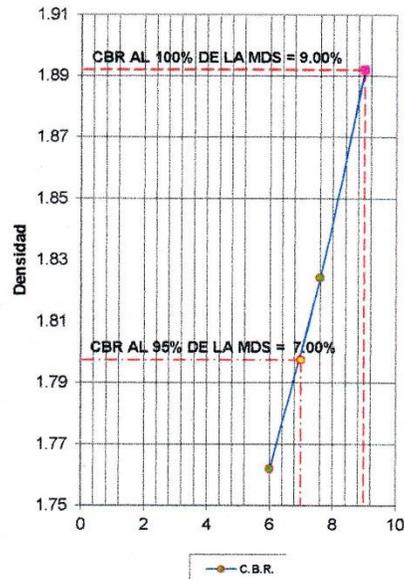
25 GOLPES



13 GOLPES



Título del gráfico



Arévalo
 Ing. Carlos E. Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAV. Y
 RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

| Nº GOLPES | W% | Gra/cm3 | EXPANC. | CQMP % | CBR 1' | CBR 95% | CBR 100% |
|-----------|-------|---------|---------|--------|--------|---------|----------|
| 56 | 16.35 | 1.89 | 3.85 | 100 | 9.00 | | |
| 25 | 16.35 | 1.82 | 4.44 | 96 | 7.60 | 7.00 | |
| 13 | 16.35 | 1.76 | 4.70 | 93 | 6.00 | | 9.00 |





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Teléfono 522644 - fax 521402 - Anexo 119

Tarapoto - Perú



REGISTRO DE EXCAVACION

| Ejecuta : | Ttes. Fernando O. N.M. y David A.R | | | | Elabora : | Tesisistas | | |
|--------------|--|--|---------------|----------|-----------|---------------|-------------------------|--|
| TESIS : | Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto | | | | | Coord : | N: 6289608 E: 349840 | |
| Ubicación: | Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín | | | | | Fecha : | 2/07/2020 | |
| Calicata N° | C-02 | Nivel freático No Presenta (m) | Prof. Exc. | 1.80 (m) | Cota As. | 502.00 (msnm) | | |
| Cota As. (m) | Estrato | Descripción del Estrato de suelo | CLASIFICACION | | | ESPESOR (m) | HUMEDAD (%) | FOTO |
| | | | AASHTO | USCS | SIMBOLO | | | |
| 502.00 | i | Suelo arcilloso color marrón oscuro, contaminado con presencia de materiales en descomposición, suelo transportado. | | CL-PI | | 0.30 | 11.26 |  |
| 501.70 | ii | El suelo es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad de consistencia semi dura con presencia de finos en 57.98% con LL = 40.44%, color anaranjado con resistencia al corte de regular a mala, en condiciones saturadas con un porcentaje de arena del 42.02% del total de la muestra. | A-7-(6) | CL | | 1.50 | 26.31 |  |
| 500.20 | | | | | | | | |

OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M. (registro sin escala)

 
 Ing. Carlos Alberto Rojas
 JEFE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP N° 23103
 UNSM-FICA

C – 03

M II





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo. sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín **Ubicación :** Sector Palmiche

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD **Profundidad de la Muestra:** 0.30-1.80 m

Identificación de la Muestra : C-03 MII **Operador :** Tsc. Fernando Q. N.M. y David A.P. **Calicata:** C-03 MII **Fecha:** 2/07/2020

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada **Coordenadas Punto Muestreo:** N:9285658 E:349988

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del contenido de humedad de un suelo N.T.P. 339.127 ASTM 2216

| RECIPIENTE N° | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|--------|--------|--------|--------|
| Peso del recipiente grs. | 55.98 | 55.52 | 56.75 | 55.81 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 156.55 | 156.08 | 156.12 | 156.27 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | 135.55 | 135.09 | 135.15 | 135.28 |
| Peso del agua grs. | 21.00 | 20.99 | 20.97 | 20.99 |
| Peso del suelo seco grs. | 79.57 | 79.57 | 79.40 | 79.47 |
| Contenido de humedad % | 26.39 | 26.38 | 26.41 | 26.41 |
| Promedio de contenido de humedad % | 26.40 | | | |

Observaciones :

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del peso específico relativo de las partículas solidas de un suelo y GS (N.T.P. 339.131) - ASTM D-866

| Picnómetro N° | 1 | 2 |
|--|---------|---------|
| VOL. DEL FRASCO A 20° C. | 500.00 | 500.00 |
| Método de remoción del aire | Vacio | Vacio |
| Peso del picnómetro + agua + suelo | 716.02 | 716.11 |
| Temperatura °C | 23 | 23 |
| Peso del picnómetro + agua grs. | 641.52 | 641.55 |
| Plato Evaporado N° | 1 | 2 |
| Peso del Plato evaporado + suelo seco grs. | 320.00 | 320.00 |
| Peso del suelo seco grs. | 120.00 | 120.00 |
| Volumen de solidos cm ³ | 45.50 | 45.44 |
| Peso esp. rel. de las part. solidas del suelo gr/cm ³ | 2.64 | 2.64 |
| Densidad del agua a la T° del ensayo gr/cm ³ | 0.99789 | 0.99789 |
| Factor de Corrección | 1.00 | 1.00 |
| Gravedad Especifica sin corrección | 2.64 | 2.64 |
| Gravedad Especifica aparente a 20°C | 2.63 | 2.64 |
| PROMEDIO Gs | 2.63 | |

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del Peso Volumétrico de suelo cohesivo (N.T.P. 339.139) ASTM D-2937

| ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---|---|---|---|
| Peso del molde grs. | | | | |
| Peso del suelo + molde grs. | | | | |
| Peso del suelo húmedo grs. | | | | |
| Volumen del molde cm ³ | | | | |
| Peso volumétrico grs/cm ³ | | | | |
| Promedio del peso volumétrico cohesivo grs/cm³ | | | | |

N.R.



Ing. Carlos E. Chung Rojas
JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAVY°
CIP N° 56139
UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m

Identificación de la Muestra : C-03 MII Operador : Tes. Fernando Q. N.M. y David A.R. Calicata: C-03 MII Fecha: 2/07/2020

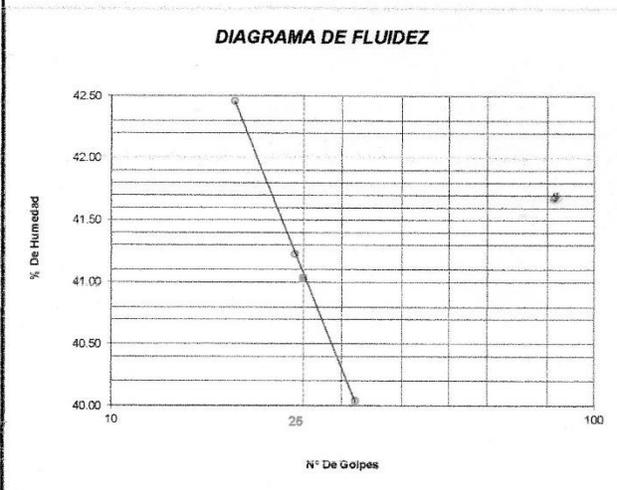
Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada **Coordenadas Punto Muestreo:** N:9285658 E:349986

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129) ASTM D-4318

| Recipiente N° | 13 | 14 | 15 |
|---|-------|-------|-------|
| Peso del recipiente grs. | 20.21 | 20.27 | 20.44 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 77.85 | 77.51 | 77.59 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | 60.67 | 60.80 | 61.25 |
| Peso del agua grs. | 17.18 | 16.71 | 16.34 |
| Peso del suelo seco grs. | 40.46 | 40.53 | 40.81 |
| Contenido de Humedad % | 42.46 | 41.23 | 40.04 |
| Numero de Golpes | 18 | 24 | 32 |



| | |
|------------------------------|-------|
| Límite Líquido (%) | 41.03 |
| Límite Plástico (%) | 23.82 |
| Índice de Plasticidad Ip (%) | 17.21 |

Determinación del Límite Plástico (N.T.P. 339.131) ASTM D-4318

| Recipiente N° | 16 | 17 | 18 |
|---|-------|-------|-------|
| Peso del recipiente grs. | 20.21 | 20.12 | 20.53 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 30.50 | 30.57 | 30.56 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | 28.52 | 28.56 | 28.63 |
| Peso del agua grs. | 1.98 | 2.01 | 1.93 |
| Peso del suelo seco grs. | 8.31 | 8.44 | 8.10 |
| Contenido de humedad | 23.83 | 23.82 | 23.83 |
| Promedio del contenido de humedad LP | | 23.82 | |



Ing. Carlos E. Chung Rojas
JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVS
CIP N° 56133
UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 400.012 - ASTM D - 423

A.- DATOS GENERALES

Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m

Hecho Por : Tes. Fernando Q. N.M. y David A.R. Calicata: C-03 MII

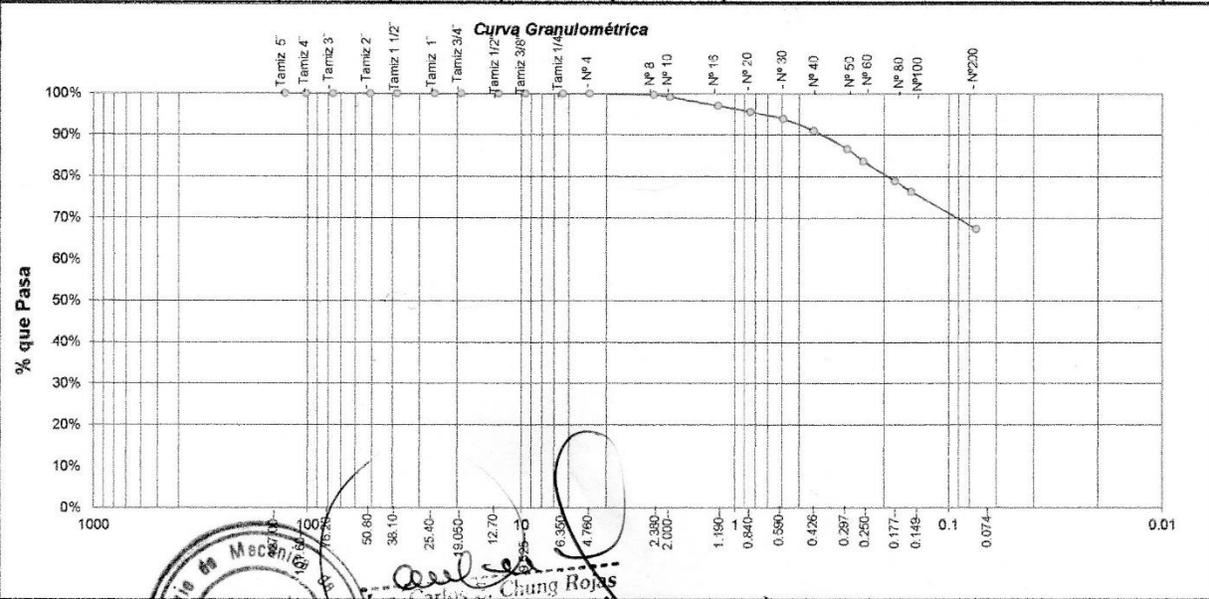
Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM Coordenadas UTM : N:9285658 E:349986

B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

| Tamices | | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS | |
|--------------|--------|---------------|--------------------|----------------------|------------|--|--------------------------------------|
| Ø | (mm) | | | | | Numero del recipiente : | |
| Tamiz 5" | 127.00 | | | | | 3 | |
| Tamiz 4" | 101.60 | | | | | 58.95 | |
| Tamiz 3" | 76.20 | | | | | 258.95 | |
| Tamiz 2" | 50.80 | | | | | 200 | |
| Tamiz 1 1/2" | 38.10 | | | | | | Resultados Obtenidos: |
| Tamiz 1" | 25.40 | | | | | | Contenido de humedad natural = 26.40 |
| Tamiz 3/4" | 19.050 | | | | | | Limite Líquido = 41.03 |
| Tamiz 1/2" | 12.700 | | | | | | Limite Plástico = 23.82 |
| Tamiz 3/8" | 9.525 | | | | | | Índice Plástico = 17.21 |
| Tamiz 1/4" | 6.350 | | | | | | Grava = 0.0% |
| Nº 4 | 4.760 | | | | 100.00% | | Arena = 32.6% |
| Nº 8 | 2.380 | 0.58 | 0.29% | 0.29% | 99.71% | | Limos y arcillas = 67.4% |
| Nº 10 | 2.000 | 1.00 | 0.50% | 0.79% | 99.21% | | Porcentajes que pasan : |
| Nº 16 | 1.190 | 4.20 | 2.10% | 2.89% | 97.11% | | % Pasa el Tamiz Nº 4 100.00% |
| Nº 20 | 0.840 | 2.96 | 1.48% | 4.37% | 95.63% | | % Pasa el Tamiz Nº 10 99.21% |
| Nº 30 | 0.590 | 3.39 | 1.70% | 6.07% | 93.94% | | % Pasa el Tamiz Nº 40 91.06% |
| Nº 40 | 0.426 | 5.75 | 2.88% | 8.94% | 91.06% | | % Pasa el Tamiz Nº 200 67.41% |
| Nº 50 | 0.297 | 8.83 | 4.42% | 13.36% | 86.65% | | D ₆₀ : |
| Nº 60 | 0.250 | 5.85 | 2.93% | 16.28% | 83.72% | | D ₃₀ : |
| Nº 80 | 0.177 | 9.55 | 4.78% | 21.06% | 78.95% | | D ₁₀ : |
| Nº 100 | 0.149 | 5.05 | 2.53% | 23.58% | 76.42% | | Cc (Coeficiente de curvatura) : |
| Nº 200 | 0.074 | 18.02 | 9.01% | 32.59% | 67.41% | | Cu (Coeficiente de Uniformidad) : |
| Fondo | 0.01 | 134.82 | 67.41% | 100.00% | 0.00% | | Clasificación S.U.C.S. : |
| TOTAL | | 200.00 | | | | | CL |
| | | | | | | | Clasificación AASHTO : |
| | | | | | | | A-7-6(8) |



Ing. Carlos Chung Rojas

 JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAV.

 CIP Nº 30130

 UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC Nº 119
 MORALES - PERU



Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto
 Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche
 Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m Calicata: C - 03
 Hecho Por: Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000-0002-6354-0595) Fecha: 7/07/2020
 Nº Golpes / capa: 25 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
 Dimensiones del Molde: Diametro: 10.15 Altura: 11.60 Vol. 938.60
Sobrecarga: 10 Lbs.

RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557

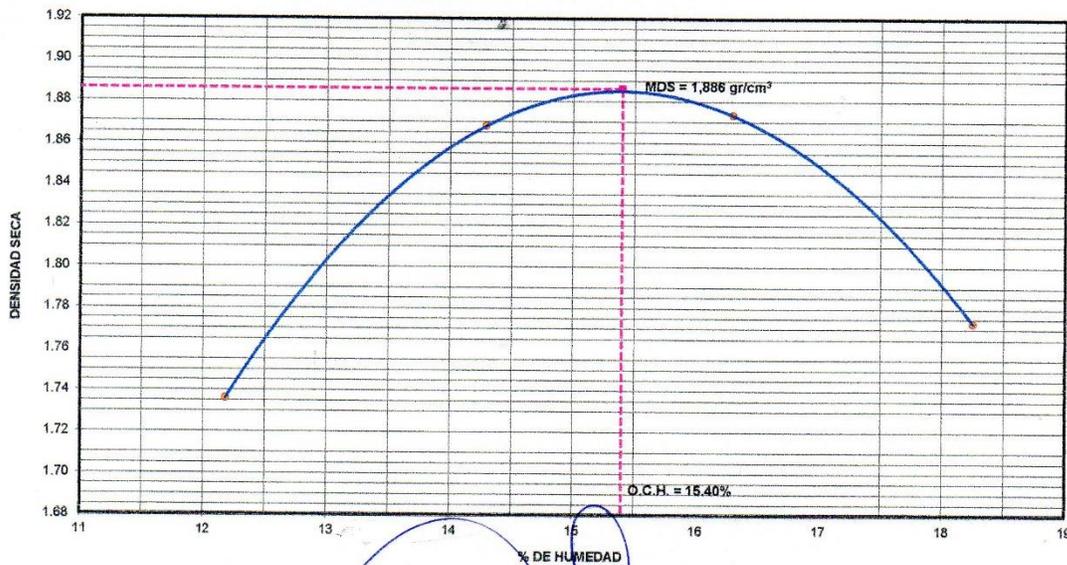
Determinación del contenido de Humedad

| MUESTRA Nº | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 | 6.00 | 7.00 | 8.00 |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PESO DEL TARRO (grs) | 55.68 | 55.28 | 55.67 | 55.51 | 55.72 | 55.64 | 55.60 | 55.58 |
| PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA | 156.68 | 156.25 | 156.44 | 156.55 | 156.50 | 156.51 | 156.58 | 156.51 |
| PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs) | 145.72 | 145.28 | 143.85 | 143.90 | 142.40 | 142.35 | 141.02 | 140.90 |
| PESO DEL AGUA (grs) | 10.96 | 10.97 | 12.59 | 12.65 | 14.10 | 14.16 | 15.56 | 15.61 |
| PESO DEL MATERIAL SECO (grs) | 90.0 | 90.0 | 88.2 | 88.4 | 86.7 | 86.7 | 85.4 | 85.3 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (grs) | 12.17 | 12.19 | 14.28 | 14.31 | 16.27 | 16.33 | 18.22 | 18.30 |
| % PROMEDIO | 12.18 | | 14.29 | | 16.30 | | 18.26 | |

Determinación de la Densidad

| | | | | |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 12.18 | 14.29 | 16.30 | 18.26 |
| PESO DEL SUELO+MOLDE (grs) | 6028.00 | 6204.00 | 6245.00 | 6168.00 |
| PESO DEL MOLDE (grs) | 4200.00 | 4200.00 | 4200.00 | 4200.00 |
| PESO DEL SUELO (grs) | 1828 | 2004 | 2045 | 1968 |
| DENSIDAD HUMEDA (grs/cm3) | 1.95 | 2.14 | 2.18 | 2.10 |
| DENSIDAD SECA (grs/cm3) | 1.74 | 1.87 | 1.87 | 1.77 |
| Densidad Máxima (grs/cm3) | | | | 1.886 |
| Humedad Optima% | | | | 15.40 |

COMPACTACION



Arévalo
 Ing. Carlos E. Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAV
 CIP Nº 56139
 UNSM-FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC Nº 119
 MORALES - PERU



Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto
 Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche
 Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m Calicata: C - 03
 Hecho Por: Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000-0002-6354-0595) Fecha: 7/07/2020

Nº Golpes / capa: 25 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
 Dimensiones del Molde: Diametro: 15.2 Altura: 11.7 Vol. 2123.068
 Sobrecarga: 10 Lbs.

Calib: 1.991882
VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883

Determinación del contenido de Humedad

| MUESTRA Nº / Nº GOLPES | 1 | | 2 | | 3 | |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PESO DEL TARRO (grs) | 55.68 | 55.44 | 55.82 | 55.71 | 55.62 | 55.66 |
| PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs) | 156.28 | 156.22 | 156.22 | 156.30 | 156.33 | 156.31 |
| PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs) | 142.85 | 142.77 | 142.82 | 142.88 | 142.89 | 142.88 |
| PESO DEL AGUA (grs) | 13.43 | 13.45 | 13.40 | 13.42 | 13.44 | 13.43 |
| PESO DEL MATERIAL SECO (grs) | 87.17 | 87.33 | 87.00 | 87.17 | 87.27 | 87.22 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 15.41 | 15.40 | 15.40 | 15.40 | 15.40 | 15.40 |
| % PROMEDIO | 15.40 | | 15.40 | | 15.40 | |

Determinación de la Densidad

| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 15.40 | 15.40 | 15.40 |
|----------------------------|----------|----------|----------|
| PESO DEL SUELO+MOLDE (grs) | 11712.00 | 11565.00 | 11398.00 |
| PESO DEL MOLDE (grs) | 7092.00 | 7092.00 | 7092.00 |
| PESO DEL SUELO (grs) | 4620.00 | 4473.00 | 4306.00 |
| DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3) | 2.18 | 2.11 | 2.03 |
| DENSIDAD SECA (grs/cm3) | 1.866 | 1.826 | 1.758 |

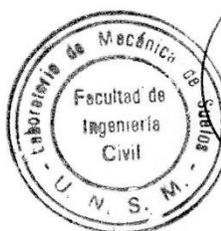
EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO | Nº GOLPES 56 | | | Nº GOLPES 25 | | | Nº GOLPES 13 | | | |
|-----------|----------|--------|--------------|-----------|------|--------------|-----------|------|--------------|-----------|------|-------|
| | | | Lec | EXPANSIÓN | | Lec | EXPANSIÓN | | Lec | EXPANSIÓN | | m.m.M |
| | | | | Dial | m.m | | % | Dial | | m.m | % | |
| 3/07/2020 | 08:17:00 | 0 | 285.0 | 0.00 | 0.00 | 95.0 | 0.00 | 0.00 | 58.0 | 0.00 | 0.00 | 117 |
| 4/07/2020 | 08:17:00 | 24 | 287.5 | 2.50 | 2.14 | 98.5 | 3.50 | 2.99 | 60.5 | 2.50 | 2.14 | 117 |
| 5/07/2020 | 08:17:00 | 48 | 288.5 | 3.50 | 2.99 | 99.9 | 4.90 | 4.19 | 62.8 | 4.80 | 4.10 | 117 |
| 6/07/2020 | 08:17:00 | 72 | 289.2 | 4.20 | 3.59 | 100.1 | 5.10 | 4.36 | 63.2 | 5.20 | 4.44 | 117 |
| 7/07/2020 | 08:17:00 | 96 | 289.5 | 4.50 | 3.85 | 100.2 | 5.20 | 4.44 | 63.5 | 5.50 | 4.70 | 117 |

PENETRACIÓN

| Penetración en pulgadas | Molde Nº 56 | | | | Molde Nº 25 | | | | Molde Nº 13 | | | |
|-------------------------|-------------|--------|------------|-----------|-------------|--------|------------|-----------|-------------|--------|------------|-----------|
| | Lec | Dial | CORRECCIÓN | | Lec | Dial | CORRECCIÓN | | Lec | Dial | CORRECCIÓN | |
| | | | Lbs | Lbs/Pulg2 | | | Lbs | Lbs/Pulg2 | | | Lbs | Lbs/Pulg2 |
| 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | | 0 | 0.00 | 0.00 | | 0 | 0.00 | 0.00 | |
| 0.025 | 28 | 56.50 | 18.83 | | 19 | 37.11 | 12.37 | | 15 | 29.15 | 9.72 | |
| 0.050 | 65 | 130.20 | 43.40 | | 44 | 86.91 | 28.97 | | 32 | 63.01 | 21.00 | |
| 0.075 | 89 | 178.01 | 59.34 | | 75 | 148.66 | 49.55 | | 58 | 114.80 | 38.27 | |
| 0.100 | 105 | 209.88 | 69.96 | 7.00 | 94 | 186.51 | 62.17 | 6.22 | 75 | 148.66 | 49.55 | 4.96 |
| 0.150 | 155 | 309.47 | 103.16 | | 150 | 298.05 | 99.35 | | 105 | 208.42 | 69.47 | |
| 0.200 | 205 | 409.07 | 136.36 | 9.09 | 180 | 357.81 | 119.27 | 7.95 | 130 | 258.21 | 86.07 | 5.74 |
| 0.250 | 233 | 464.84 | 154.95 | | 210 | 417.56 | 139.19 | | 148 | 294.07 | 98.02 | |
| 0.300 | 260 | 518.62 | 172.87 | | 230 | 457.40 | 152.47 | | 168 | 333.91 | 111.30 | |
| 0.400 | 285 | 568.42 | 189.47 | | 250 | 497.24 | 165.75 | | 182 | 361.79 | 120.60 | |
| 0.500 | 288 | 574.39 | 191.46 | | 252 | 501.22 | 167.07 | | 185 | 367.77 | 122.59 | |

Observación : Penetración ejecutada en una prensa Multiplax E-50, con celda de 4,5 Kn con aproximación con sensor de carga R-674-009 desvs.45



 Ing. Carlos E. Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVIC
 CIP Nº 56123
 UNSM-EICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

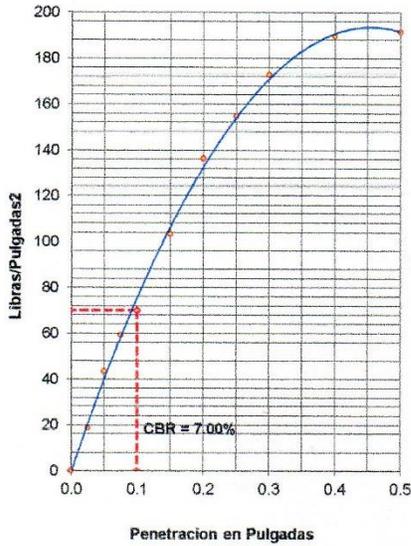
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC Nº 119
MORALES - PERU

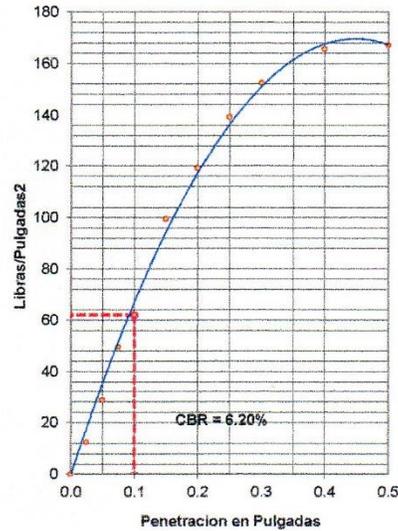


Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto
 Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche
 Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m Calicata: C - 03
 Hecho Por Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000- Fecha: 7/07/2020

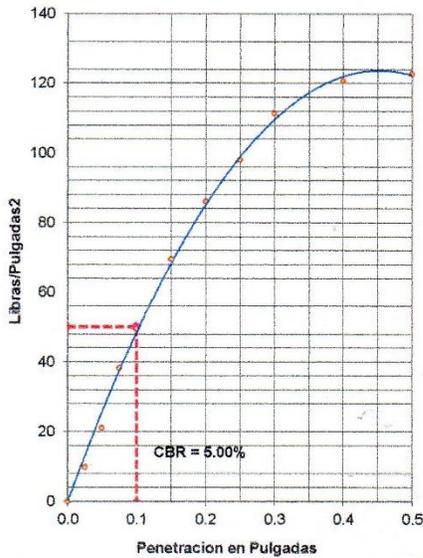
56 GOLPES



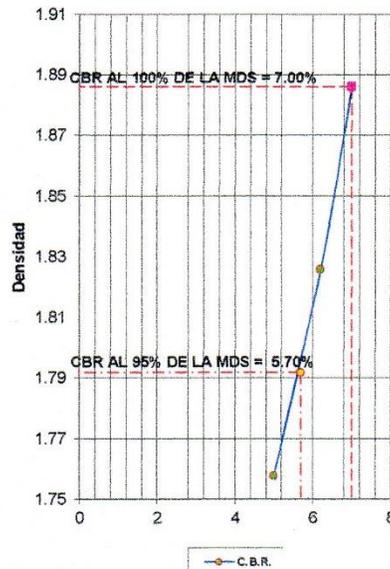
25 GOLPES



13 GOLPES



Título del gráfico



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

| Nº GOLPES | W _p % | W _L % | U _c % | EXPANSIÓ | COMP % | CBR 1' | CBR 95% | CBR 100% |
|-----------|------------------|------------------|------------------|----------|--------|--------|---------|----------|
| 56 | 15.40 | 25.40 | 1.89 | 3.85 | 100 | 7.00 | | |
| 25 | 15.40 | 25.40 | 1.83 | 3.85 | 97 | 6.20 | 5.70 | 7.00 |
| 13 | 15.40 | 25.40 | 1.79 | 4.70 | 93 | 5.00 | | |





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Teléfono 522544 -fax 521402 - Anexo 119
Tarapoto - Perú



REGISTRO DE EXCAVACION

| | | | |
|------------|--|-----------|-----------------------|
| Ejecuta : | Tos. Fernando Q. N.M. y David A.R. | Elabora : | Tesisistas |
| TESIS : | Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto | Coord : | N:9286658 E:349986 |
| Ubicación: | Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín | Fecha : | 2/07/2020 |

| Calicata N° | C-03 | Nivel freático No Presenta (m) | Prof. Exc. | 1.80 (m) | Cota As. | 486.00 (msnm) | CLASIFICACION | | | ESPESOR (m) | HUMEDAD (%) | FOTO |
|-------------|------|--------------------------------|------------|----------|----------|---------------|---------------|------|---------|-------------|-------------|--|
| | | | | | | | AASHTO | SUCS | SIMBOLO | | | |
| 486.00 | I | | | | | | | | | 0.30 | 11.58 |  |
| 485.70 | | | | | | | | | | | | |
| | II | | | | | | A-7-6(B) | CL | | 1.50 | 26.40 |  |
| 484.20 | | | | | | | | | | | | |

Suelo arcillosos color marrón oscuro, contaminado con presencia de magteriales en descomposición, suelo trasportado.

El suelo es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad de consistencia semi dura con presencia de finos en 67.41% con LL = 41.03%, color anaranjado con resistencia al corte de regular a mala, en condiciones saturadas con un porcentaje de arena del 32.59% del total de la muestra.

OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M. (registro sin escala)



Carlos E. Chang Rojas
Ing. Carlos E. Chang Rojas
JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVI
CIP N° 50130
UNSM-FICA

C – 04

M II





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín

Ubicación : Sector Palmiche

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD

Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m

Identificación de la Muestra : C-04 Mill

Operador : Tes. Fernando G. N.M. y David A.R.

Calicata: C-04 Mill

Fecha: 2/07/2020

Tipo de Muestra :

Alterada

No alterada

Remoldeada

Coordenadas Punto Muestreo: N:9285425 E:349926

Extracción de Muestra :

Cliente

Técnico UNSM

Determinación del contenido de humedad de un suelo N.T.P. 339.127

ASTM 2216

| RECIPIENTE N° | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---|--------|--------|--------|--------|
| Peso del recipiente grs | 55.11 | 55.55 | 55.52 | 55.29 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 156.90 | 156.75 | 156.82 | 156.88 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | 135.92 | 135.95 | 135.97 | 135.96 |
| Peso del agua grs | 20.98 | 20.80 | 20.85 | 20.92 |
| Peso del suelo seco grs. | 80.81 | 80.40 | 80.45 | 80.67 |
| Contenido de humedad % | 25.96 | 25.87 | 25.92 | 25.93 |
| Promedio de contenido de humedad % | 25.92 | | | |

Observaciones :

Tipo de Muestra :

Alterada

No alterada

Remoldeada

Extracción de Muestra :

Cliente

Técnico UNSM

Determinación del peso específico relativo de las partículas solidas de un suelo y GS (N.T.P. 339.131) - ASTM D-856

| Picnómetro N° | 1 | 2 |
|---|---------|---------|
| VOL. DEL FRASCO A 20° C. | 500.00 | 500.00 |
| Método de remoción del aire | Vacio | Vacio |
| Peso del picnómetro + agua + suelo | 715.27 | 715.20 |
| Temperatura °C | 23 | 23 |
| Peso del picnómetro + agua grs. | 641.02 | 640.89 |
| Plato Evaporado N° | 1 | 2 |
| Peso del Plato evaporado + suelo seco grs. | 320.00 | 320.00 |
| Peso del suelo seco grs. | 120.00 | 120.00 |
| volumen de solidos cm ³ | 45.75 | 45.69 |
| Peso esp. rel. de las part. solidas del suelo g/cm ³ | 2.62 | 2.63 |
| Densidad del agua a la T° del ensayo g/cm ³ | 0.99789 | 0.99789 |
| Factor de Corrección | 1.00 | 1.00 |
| Gravedad Especifica sin corrección | 2.62 | 2.63 |
| Gravedad Especifica aparente a 20°C | 2.62 | 2.62 |
| PROMEDIO Gs | 2.62 | |

Tipo de Muestra :

Alterada

No alterada

Remoldeada

Extracción de Muestra :

Cliente

Técnico UNSM

Determinación del Peso Volumétrico de suelo cohesivo (N.T.P. 339.139)

ASTM D-2937

| ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---|---|---|---|
| Peso del molde grs. | | | | |
| Peso del suelo + molde grs | | | | |
| Peso del suelo húmedo grs. | | | | |
| Volumen del molde cm ³ | | | | |
| Peso volumétrico grs/cm ³ | | | | |
| Promedio del peso volumétrico cohesivo grs/cm ³ | | | | |



Ing. Carlos E. Chung Rojas
JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVI
CIP N° 50430
UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m

Identificación de la Muestra : C-04 MII Operador : Tes. Fernando O. N.M. y David A.R. Calicata: C-04 MII Fecha: 2/07/2020

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoideada Coordenadas Punto Muestreo: N:9285425 E:349926

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

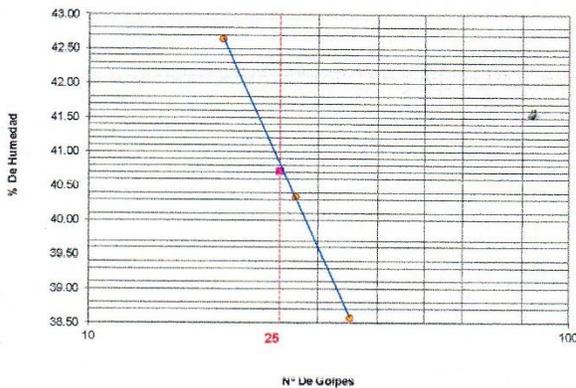
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129)

ASTM D-4318

| Recipiente N° | 25 | 26 | 27 |
|---|-------|-------|-------|
| Peso del recipiente grs. | 20.62 | 20.56 | 20.51 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 80.09 | 80.12 | 80.11 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | 62.31 | 63.00 | 63.52 |
| Peso del agua grs. | 17.78 | 17.12 | 16.59 |
| Peso del suelo seco grs. | 41.69 | 42.44 | 43.01 |
| Contenido de Humedad % | 42.65 | 40.34 | 38.57 |
| Número de Golpes | 19 | 27 | 55 |

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



| | |
|------------------------------|-------|
| Límite Líquido (%) | 40.72 |
| Límite Plástico (%) | 23.75 |
| Índice de Plasticidad Ip (%) | 16.97 |

Determinación del Límite Plástico (N.T.P. 339.131)

ASTM D-4318

| Recipiente N° | 28 | 29 | 30 |
|---|-------|-------|-------|
| Peso del recipiente grs. | 20.26 | 20.52 | 20.51 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 50.65 | 50.85 | 50.72 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | 44.02 | 45.03 | 44.32 |
| Peso del agua grs. | 5.83 | 5.82 | 5.80 |
| Peso del suelo seco grs. | 24.56 | 24.51 | 24.41 |
| Contenido de humedad | 23.74 | 23.75 | 23.76 |
| Promedio del contenido de humedad LP | 23.75 | | |



Ing. Carlos E. Chung Rojas
JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAV.º
CIP N° 56139
UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 400.012 - ASTM D - 423

A.- DATOS GENERALES

Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m

Hecho Por : Tes. Fernando Q. N.M. y David A.R. Calicata: C-04 MII

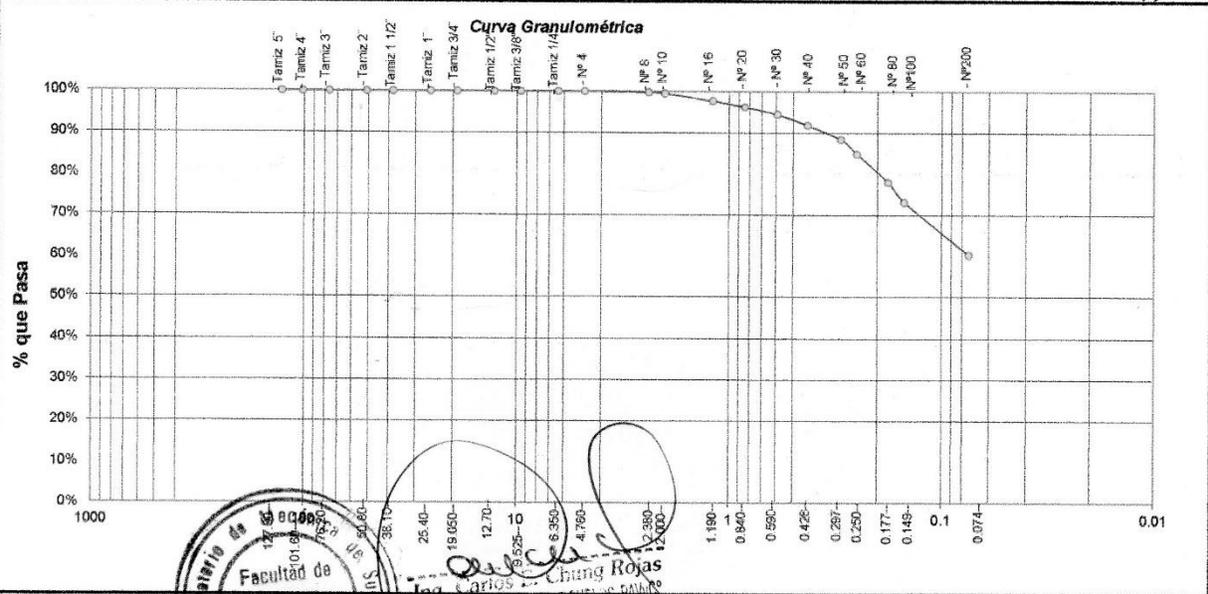
Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM Coordenadas UTM : N:9285425 E:349926

B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

| Tamices | Peso | % Retenido | % Retenido | % Que | DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS |
|--------------|---------------|------------|------------|---------|---|
| Ø (mm) | Retenido | Parcial | Acumulado | Pasa | |
| Tamiz 5" | 127.00 | | | | Numero del recipiente : 5 |
| Tamiz 4" | 101.60 | | | | Peso del recipiente : 59.65 |
| Tamiz 3" | 76.20 | | | | Peso del recipiente + suelo seco : 259.65 |
| Tamiz 2" | 50.80 | | | | Peso del suelo seco antes del lavado : 200 |
| Tamiz 1 1/2" | 38.10 | | | | Resultados Obtenidos: |
| Tamiz 1" | 25.40 | | | | Contenido de humedad natural = 25.92 |
| Tamiz 3/4" | 19.050 | | | | Limite Líquido = 40.72 |
| Tamiz 1/2" | 12.700 | | | | Limite Plástico = 23.75 |
| Tamiz 3/8" | 9.525 | | | | Índice Plástico = 16.97 |
| Tamiz 1/4" | 6.350 | | | | Grava = 0.0% |
| Nº 4 | 4.760 | | | 100.00% | Arena = 39.7% |
| Nº 8 | 2.380 | 0.48 | 0.24% | 99.76% | Limos y arcillas = 60.3% |
| Nº 10 | 2.000 | 0.55 | 0.28% | 99.49% | Porcentajes que pasan : |
| Nº 16 | 1.190 | 3.56 | 1.79% | 97.71% | % Pasa el Tamiz Nº 4 : 100.00% |
| Nº 20 | 0.840 | 2.91 | 1.46% | 96.25% | % Pasa el Tamiz Nº 10 : 99.49% |
| Nº 30 | 0.590 | 3.50 | 1.75% | 94.50% | % Pasa el Tamiz Nº 40 : 91.84% |
| Nº 40 | 0.426 | 5.32 | 2.66% | 91.84% | % Pasa el Tamiz Nº 200 : 60.32% |
| Nº 50 | 0.297 | 6.92 | 3.46% | 88.38% | D ₆₀ : = |
| Nº 60 | 0.250 | 7.02 | 3.51% | 84.87% | D ₃₀ : = |
| Nº 80 | 0.177 | 13.80 | 6.90% | 77.97% | D ₁₀ : = |
| Nº 100 | 0.149 | 9.65 | 4.83% | 73.15% | C _c (Coeficiente de curvatura) : |
| Nº 200 | 0.074 | 25.65 | 12.83% | 60.32% | C _u (Coeficiente de Uniformidad) : |
| Fondo | 0.01 | 120.64 | 60.32% | 0.00% | Clasificación S.U.C.S. : CL |
| TOTAL | 200.00 | | | | Clasificación AASHTO : A-7-6(7) |



Ing. Carlos Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS Y PAV.
 CIP Nº 50120
 UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC N° 119
 MORALES - PERU



Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m Calicata: C-04

Hecho Por: Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quevli (ORCID: 0000-0002-6354-0595) Fecha: 7/07/2020

Nº Golpes / capa: 25 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.

Dimensiones del Molde: Diametro: 10.15 Altura: 11.60 Vol. 938.60

Sobrecarga: 1U LBS.

RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557

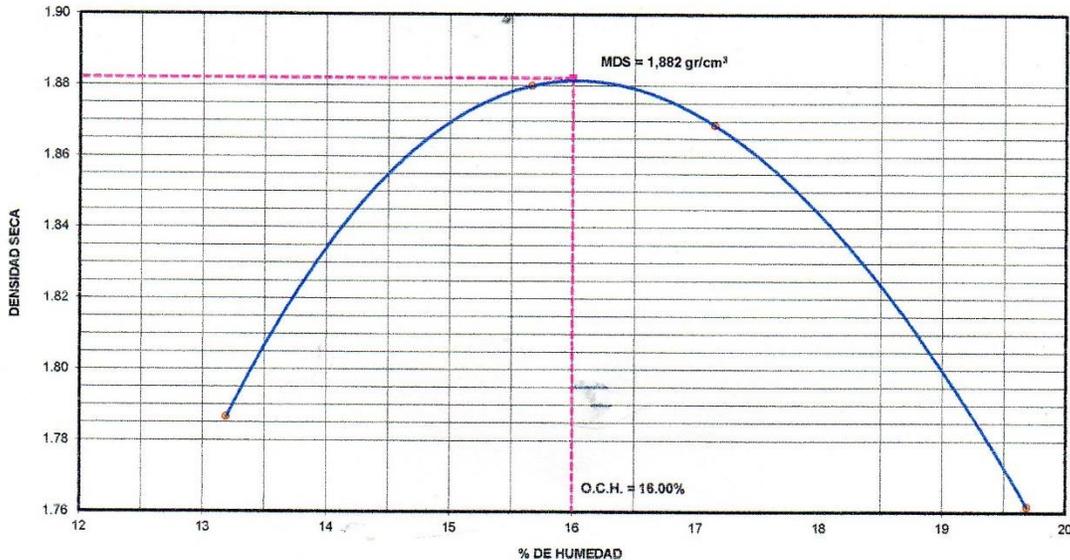
Determinación del contenido de Humedad

| MUESTRA Nº | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 | 6.00 | 7.00 | 8.00 |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PESO DEL TARRO (grs) | 55.65 | 55.21 | 55.75 | 55.80 | 55.64 | 55.72 | 55.81 | 55.66 |
| PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA | 156.28 | 156.15 | 156.35 | 156.21 | 156.29 | 156.82 | 156.18 | 156.28 |
| PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs) | 144.56 | 144.38 | 142.75 | 142.58 | 141.56 | 142.01 | 139.68 | 139.72 |
| PESO DEL AGUA (grs) | 11.72 | 11.77 | 13.60 | 13.63 | 14.73 | 14.81 | 16.50 | 16.56 |
| PESO DEL MATERIAL SECO (grs) | 88.9 | 89.2 | 87.0 | 86.8 | 85.9 | 86.3 | 83.9 | 84.1 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (grs) | 13.18 | 13.20 | 15.63 | 15.71 | 17.14 | 17.16 | 19.87 | 19.70 |
| % PROMEDIO | 13.19 | | 15.67 | | 17.15 | | 19.69 | |

Determinación de la Densidad

| | | | | |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 13.19 | 15.67 | 17.15 | 19.69 |
| PESO DEL SUELO+MOLDE (grs) | 6098.00 | 6241.00 | 6255.00 | 6179.00 |
| PESO DEL MOLDE (grs) | 4200.00 | 4200.00 | 4200.00 | 4200.00 |
| PESO DEL SUELO (grs) | 1898 | 2041 | 2055 | 1979 |
| DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3) | 2.02 | 2.17 | 2.19 | 2.11 |
| DENSIDAD SECA (grs/cm3) | 1.79 | 1.88 | 1.87 | 1.76 |
| Densidad Máxima (grs/cm3) | | | | 1.882 |
| Humedad Óptima% | | | | 16.00 |

COMPACTACION





 Ing. Carlos Arévalo Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVI
 CIP N° 30130
 UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC Nº 119
 MORALES - PERU



Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto
 Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche
 Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m Calicata: C - 04
 Hecho Por: Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quevi (ORCID: 0000-0002-6354-0595) Fecha: 7/07/2020

Nº Golpes / capa: 25 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
 Dimensiones del Molde: Diametro: 15.2 Altura: 11.7 Vol: 2123.068
Sobrecarga: 10 Lbs.

Calib: 1.991882
VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883

Determinación del contenido de Humedad

| MUESTRA Nº / Nº GOLPES | 1 | | 2 | | 3 | |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PESO DEL TARRO (grs) | 55.68 | 55.51 | 55.57 | 55.19 | 55.44 | 55.60 |
| PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs) | 156.28 | 156.21 | 156.33 | 156.40 | 156.21 | 156.50 |
| PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs) | 142.40 | 142.33 | 142.43 | 142.44 | 142.29 | 142.61 |
| PESO DEL AGUA (grs) | 13.88 | 13.88 | 13.90 | 13.96 | 13.92 | 13.89 |
| PESO DEL MATERIAL SECO (grs) | 86.72 | 86.82 | 86.86 | 87.25 | 86.85 | 87.01 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 16.01 | 15.99 | 16.00 | 16.00 | 16.03 | 15.96 |
| % PROMEDIO | 16.00 | | 16.00 | | 16.00 | |

Determinación de la Densidad

| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 16.00 | 16.00 | 16.00 |
|----------------------------|----------|----------|----------|
| PESO DEL SUELO+MOLDE (grs) | 11727.00 | 11550.00 | 11380.00 |
| PESO DEL MOLDE (grs) | 7092.00 | 7092.00 | 7092.00 |
| PESO DEL SUELO (grs) | 4635.00 | 4458.00 | 4288.00 |
| DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3) | 2.18 | 2.10 | 2.02 |
| DENSIDAD SECA (grs/cm3) | 1.882 | 1.810 | 1.741 |

EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO | Nº GOLPES 56 | | | Nº GOLPES 25 | | | Nº GOLPES 13 | | | |
|-----------|----------|--------|--------------|-----------|------|--------------|-----------|------|--------------|-----------|------|-----|
| | | | Lec Dial | EXPANSIÓN | | Lec Dial | EXPANSIÓN | | Lec Dial | EXPANSIÓN | | |
| | | | | m.m | % | | m.m | % | | m.m | % | |
| 3/07/2020 | 13:49:00 | 0 | 28.0 | 0.00 | 0.00 | 45.0 | 0.00 | 0.00 | 61.0 | 0.00 | 0.00 | 117 |
| 4/07/2020 | 13:49:00 | 24 | 30.2 | 2.20 | 1.88 | 47.5 | 2.50 | 2.14 | 62.8 | 1.80 | 1.54 | 117 |
| 5/07/2020 | 13:49:00 | 48 | 31.5 | 3.50 | 2.99 | 48.5 | 3.50 | 2.99 | 64.5 | 3.50 | 2.99 | 117 |
| 6/07/2020 | 13:49:00 | 72 | 32.1 | 4.10 | 3.50 | 49.8 | 4.80 | 4.10 | 65.9 | 4.90 | 4.19 | 117 |
| 7/07/2020 | 13:49:00 | 96 | 32.4 | 4.40 | 3.76 | 50.1 | 5.10 | 4.36 | 66.5 | 5.50 | 4.70 | 117 |

PENETRACIÓN

| Penetración en pulgadas | Molde Nº 56 | | | | Molde Nº 26 | | | | Molde Nº 13 | | | |
|-------------------------|--------------|------------|--------|-----------|--------------|------------|--------|-----------|--------------|------------|--------|-----------|
| | Nº de golpes | CORRECCIÓN | | | Nº de golpes | CORRECCIÓN | | | Nº de golpes | CORRECCIÓN | | |
| | | Lec Dial | Lbs | Lbs/Pulg2 | | Lec Dial | Lbs | Lbs/Pulg2 | | Lec Dial | Lbs | Lbs/Pulg2 |
| 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | | 0 | 0.00 | 0.00 | | 0 | 0.00 | 0.00 | |
| 0.025 | 31 | 62.48 | 20.83 | | 25 | 49.07 | 16.36 | | 13 | 25.16 | 8.39 | |
| 0.050 | 65 | 130.20 | 43.40 | | 50 | 98.86 | 32.95 | | 37 | 72.97 | 24.32 | |
| 0.075 | 92 | 183.98 | 61.33 | | 78 | 154.64 | 51.55 | | 58 | 114.80 | 38.27 | |
| 0.100 | 112 | 223.82 | 74.61 | 7.46 | 98 | 194.47 | 64.82 | 6.48 | 75 | 148.66 | 49.55 | 4.96 |
| 0.150 | 160 | 319.43 | 106.48 | | 140 | 278.13 | 92.71 | | 103 | 204.43 | 68.14 | |
| 0.200 | 208 | 415.04 | 138.35 | 9.22 | 172 | 341.87 | 113.96 | 7.60 | 126 | 250.25 | 83.42 | 5.56 |
| 0.250 | 245 | 498.74 | 162.91 | | 201 | 399.64 | 133.21 | | 146 | 290.08 | 96.69 | |
| 0.300 | 265 | 528.58 | 176.19 | | 223 | 443.46 | 147.82 | | 162 | 321.95 | 107.32 | |
| 0.400 | 285 | 568.42 | 189.47 | | 240 | 477.32 | 159.11 | | 178 | 353.82 | 117.94 | |
| 0.500 | 287 | 572.40 | 190.80 | | 242 | 481.30 | 160.43 | | 180 | 357.81 | 119.27 | |

Observación: Penetración ejecutada en una prensa Múltiple E-50, con celda de 4,5 Kn con aproximación con sensor de carga R-674-009 desvs.45



Ing. Carlos E. Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVI
 CIP Nº 55430
 UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

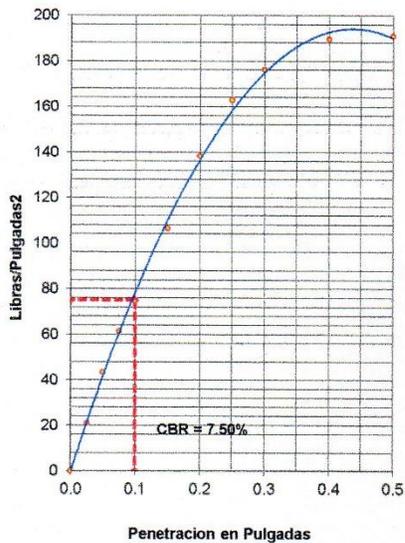
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC Nº 119
MORALES - PERU

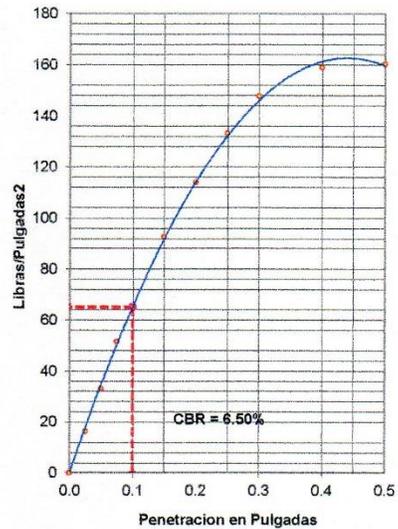


Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto
 Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche
 Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m Calicata: C - 04
 Hecho Por: Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000-0002-6354-0595) Fecha: 7/07/2020

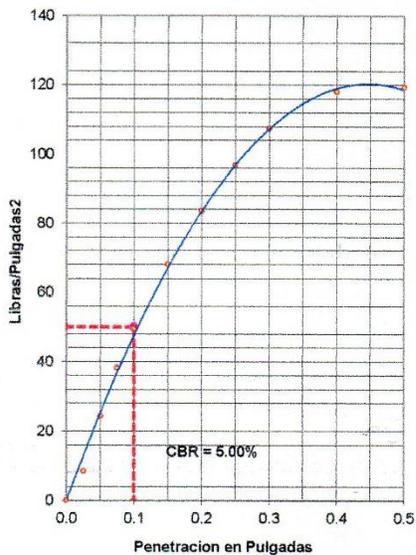
56 GOLPES



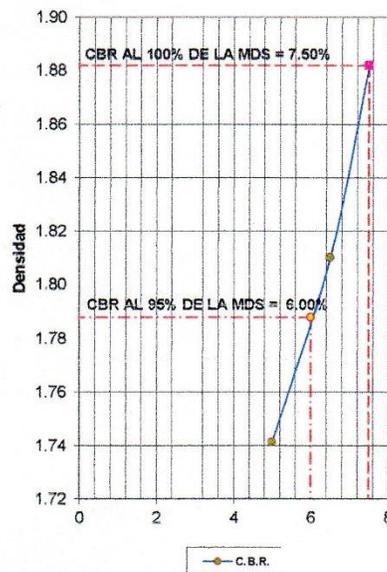
25 GOLPES



13 GOLPES



Título del gráfico



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

| Nº GOLPES | W% | grs/cm ³ | EXPANC. | COMP % | CBR 1" | CBR 95% | CBR 100% |
|-----------|-------|---------------------|---------|--------|--------|---------|----------|
| 56 | 16.00 | 1.88 | 3.76 | 100 | 7.50 | | |
| 25 | 16.00 | 1.81 | 4.36 | 96 | 6.50 | 6.00 | 7.50 |
| 13 | 16.00 | 1.74 | 4.70 | 93 | 5.00 | | |



Ing. Carlos E. Chung Rojas
JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAV. C
CIP Nº 58139
UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Teléfono 522544 - fax 521402 - Anexo 119
 Tarapoto - Perú



REGISTRO DE EXCAVACION

| | | | |
|------------|--|-----------|-----------------------|
| Ejecuta : | Tes. Fernando G. N.M. y David A.R. | Elaboro : | Tesistas |
| TESIS : | Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Paimiche, Tarapoto | Coord : | N:9285425 E:349926 |
| Ubicación: | Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín | Fecha : | 2/07/2020 |

| Cota As. (m) | Estrato | Descripción del Estrato de suelo | CLASIFICACION | | | ESPESOR (m) | HUMEDAD (%) | FOTO |
|--------------|---------|--|---------------|-------|---------|-------------|-------------|--|
| | | | AASHTO | SUCS | SIMBOLO | | | |
| 466.00 | I | Suelo arcillosos color marrón oscuro, contaminado con presencia de magteriales en descomposición, suelo trasportado. | | CL-Pt | | 0.20 | 11.11 |  |
| 465.80 | II | El suelo es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad de consistencia semi dura con presencia de finos en 60.32% con LL = 40.72%, color anaranjado con resistencia al corte de regular a mala, en condiciones saturadas con un porcentaje de arena del 39.68% del total de la muestra. | A-7-6(7) | CL | | 1.50 | 25.92 |  |
| 464.30 | | | | | | | | |

OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M. (registro sin escala)



 Ing. Carlos L. Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVIC
 CIP N° 66139
 UNSM - FICA

C – 03

Muestra a estabilizar





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Teléfono 521402 ANEXO FIC Nº 119

MORALES - PERU



PROYECTO : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

UBICACIÓN : Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Departamento de San Martín

FECHA : Julio del 2,020

TESISTAS : Atévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000-0002-6354-0595)

CUADRO Nº 02 RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL SUELO A ESTABILIZAR

| Nº CALICATA | MUESTRA | PROCEDENCIA DE MATERIAL | PROFUNDIDAD (m) | LÍMITES DE CONSISTENCIA | | | | GRANULOMETRIA | | | | SISTEMA DE CLASIFICACION | | | PROCTOR | | CBR | | HUMEDAD IN SITU (%) |
|----------------|---------|-------------------------------|--------------------|-------------------------|-----------|-----------|--------|---------------|-------|-------|----------|-----------------------------|----|----------------------------|-------------|------------|-------------|------|---------------------------|
| | | | | L.L. % | L.P. % | I.P. % | # 4 | # 10 | # 40 | # 200 | AASHTO | SUCS | CL | Dmáx gr/cm ³ | O.C.H. % | 95% MDS | 100% MDS | Gs | |
| C-03 | M II | SUELO NATURAL | 0.30-1.80 | 41.03 | 23.82 | 17.21 | 100.00 | 99.21 | 91.06 | 67.41 | A-7-6(9) | A-7-6(9) | CL | 1.885 | 15.20 | 5.90 | 7.20 | 2.63 | 26.40 |



Carlos L. Chung Rojas
Ing. Carlos L. Chung Rojas
JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAV. Y
CIP Nº 58130
UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación : Sector Palmiche

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra:

Identificación de la Muestra : 1.17% arditivo Operador : Tex. Fernando G. N.M. y David A.R. Calicata: C-03 Fecha: 6/07/2020

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada Coordenadas Punto Muestreo: N.9286658 E.349986

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del contenido de humedad de un suelo N.T.P. 339.127

ASTM 2216

| RECIPIENTE N° | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---|--------|--------|--------|--------|
| Peso del recipiente grs. | 55.18 | 55.27 | 55.61 | 55.44 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 156.85 | 156.72 | 156.80 | 156.44 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | 146.60 | 146.52 | 146.62 | 146.25 |
| Peso del agua grs. | 10.25 | 10.20 | 10.18 | 10.19 |
| Peso del suelo seco grs. | 91.42 | 91.25 | 91.01 | 90.81 |
| Contenido de humedad % | 11.21 | 11.18 | 11.19 | 11.22 |
| Promedio de contenido de humedad % | 11.20 | | | |

Observaciones :

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo y GS (N.T.P. 339.131) - ASTM D-856

| Picnómetro N° | 1 | 2 |
|--|---------|---------|
| VOL. DEL FRASCO A 20° C. | 500.00 | 500.00 |
| Método de remoción del aire | Vacio | Vacio |
| Peso del picnómetro + agua + suelo | 716.28 | 716.26 |
| Temperatura °C | 23 | 23 |
| Peso del picnómetro + agua grs. | 641.53 | 641.51 |
| Plato Evaporado N° | 1 | 2 |
| Peso del Plato evaporado + suelo seco grs. | 320.00 | 320.00 |
| Peso del suelo seco grs. | 120.00 | 120.00 |
| Volumen de sólidos cm ³ | 49.29 | 49.29 |
| Peso esp. rel. de las part. sólidas del suelo gr/cm ³ | 2.65 | 2.65 |
| Densidad del agua a la T° del ensayo gr/cm ³ | 0.99789 | 0.99789 |
| Factor de Corrección | 1.00 | 1.00 |
| Gravedad Especifica sin corrección | 2.65 | 2.65 |
| Gravedad Especifica aparente a 20°C | 2.65 | 2.65 |
| PROMEDIO G _s | 2.65 | |

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del Peso Volumétrico de suelo cohesivo (N.T.P. 339.139)

ASTM D-2937

| ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---|---|---|---|
| Peso del molde grs. | | | | |
| Peso del suelo + molde grs. | | | | |
| Peso del suelo húmedo grs. | | | | |
| Volumen del molde cm ³ | | | | |
| Peso volumétrico grs/cm ³ | | | | |
| Promedio del peso volumétrico cohesivo grs/cm ³ | | | | |

N.R.



Ing. Carlos E. Chung Rojas
JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAWIC
CIP N° 33139
UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: -

Identificación de la Muestra : 1.17% aditivo Operador : Tes. Fernando G. N.M. y David A.R. Calicata: C-03 Fecha: 6/07/2020

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada Coordenadas Punto Muestreo: N:9285658 E:349986

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

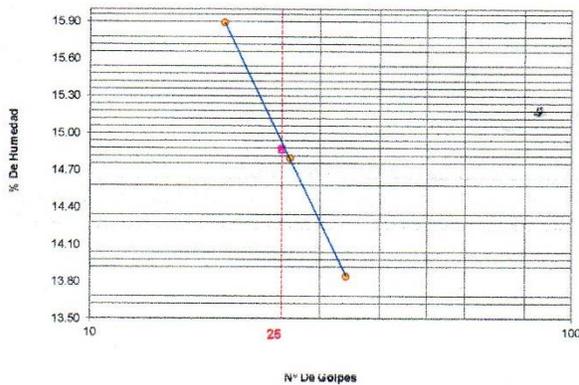
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129)

ASTM D-4318

| Recipiente N° | 25 | 26 | 27 |
|---|-------|-------|-------|
| Peso del recipiente grs. | 20.60 | 20.30 | 20.44 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 90.25 | 90.12 | 90.18 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | 80.70 | 81.12 | 81.70 |
| Peso del agua grs. | 9.55 | 9.00 | 8.48 |
| Peso del suelo seco grs. | 60.10 | 60.82 | 61.26 |
| Contenido de Humedad % | 15.89 | 14.80 | 13.84 |
| Numero de Golpes | 18 | 20 | 34 |

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



| | |
|------------------------------|-------|
| Límite Líquido (%) | 14.87 |
| Límite Plástico (%) | 8.69 |
| Índice de Plasticidad Ip (%) | 6.18 |

Determinación del Límite Plástico (N.T.P. 339.131)

ASTM D-4318

| Recipiente N° | 28 | 29 | 30 |
|---|-------|-------|-------|
| Peso del recipiente grs. | 20.27 | 20.15 | 20.55 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 51.12 | 51.20 | 51.17 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | 40.05 | 40.72 | 40.72 |
| Peso del agua grs. | 2.47 | 2.48 | 2.45 |
| Peso del suelo seco grs. | 28.38 | 28.57 | 28.17 |
| Contenido de humedad | 8.70 | 8.68 | 8.70 |
| Promedio del contenido de humedad LP | 8.69 | | |



Carlos E. Chung Rojas
 Ing. Carlos E. Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVY
 CIP N° 58170
 UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 400.012 - ASTM D - 423

A.- DATOS GENERALES

Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: -

Hecho Por : Tes. Fernando Q. N.M. y David A.R. Calicata: C-03

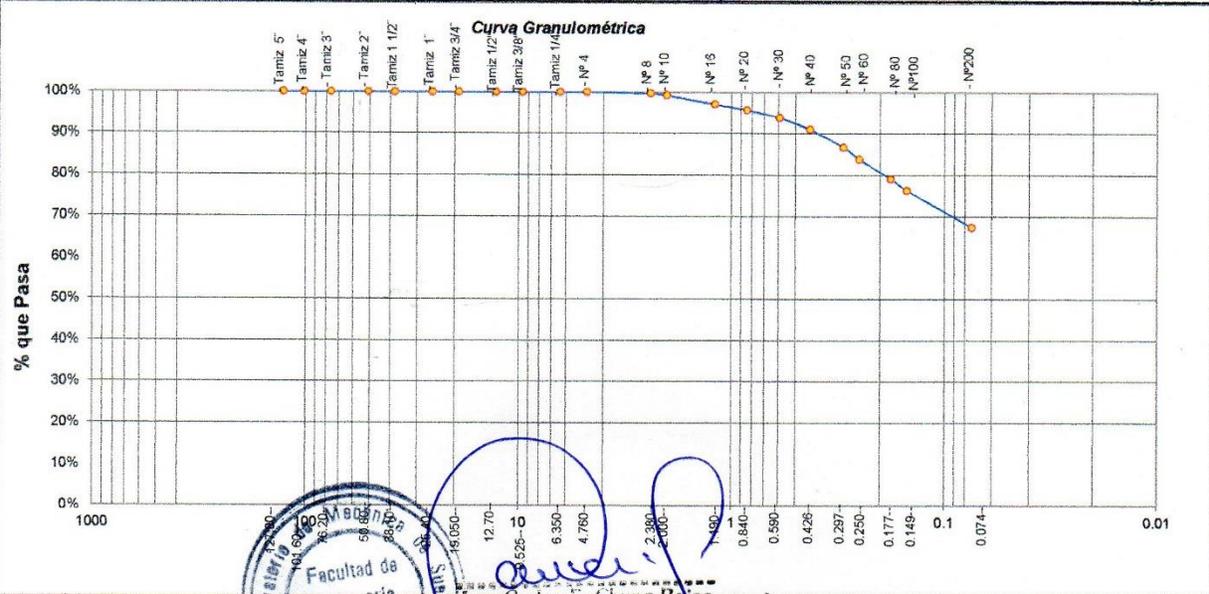
Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM Coordenadas UTM : N:9285658 E:349986

B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

| Tamices | | Peso | % Retenido | % Retenido | % Que | DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS |
|--------------|--------|---------------|------------|------------|---------|--|
| Z | (mm) | Retenido | Parcial | Acumulado | Pasa | |
| Tamiz 5" | 127.00 | | | | | Numero del recipiente : 3 |
| Tamiz 4" | 101.60 | | | | | Peso del recipiente : 58.95 |
| Tamiz 3" | 76.20 | | | | | Peso del recipiente + suelo seco : 258.95 |
| Tamiz 2" | 50.80 | | | | | Peso del suelo seco antes del lavado : 200 |
| Tamiz 1 1/2" | 38.10 | | | | | Resultados Obtenidos: |
| Tamiz 1" | 25.40 | | | | | Contenido de humedad natural = 11.20 |
| Tamiz 3/4" | 19.050 | | | | | Limite Líquido = 14.87 |
| Tamiz 1/2" | 12.700 | | | | | Limite Plástico = 8.69 |
| Tamiz 3/8" | 9.525 | | | | | Índice Plástico = 6.18 |
| Tamiz 1/4" | 6.350 | | | | | Grava = 0.00% |
| Nº 4 | 4.760 | | | | 100.00% | Arena = 32.62% |
| Nº 8 | 2.380 | 0.58 | 0.29% | 0.29% | 99.71% | Limos y arcillas = 67.39% |
| Nº 10 | 2.000 | 0.88 | 0.44% | 0.73% | 99.27% | Porcentajes que pasan : |
| Nº 16 | 1.190 | 4.29 | 2.14% | 2.97% | 97.13% | % Pasa el Tamiz Nº 4 100.00% |
| Nº 20 | 0.840 | 2.92 | 1.46% | 4.33% | 95.67% | % Pasa el Tamiz Nº 10 99.27% |
| Nº 30 | 0.590 | 3.55 | 1.78% | 6.11% | 93.90% | % Pasa el Tamiz Nº 40 91.05% |
| Nº 40 | 0.426 | 5.70 | 2.85% | 8.96% | 91.05% | % Pasa el Tamiz Nº 200 67.39% |
| Nº 50 | 0.297 | 8.62 | 4.31% | 13.27% | 86.74% | D ₆₀ : = |
| Nº 60 | 0.250 | 5.80 | 2.90% | 16.17% | 83.84% | D ₃₀ : = |
| Nº 80 | 0.177 | 9.50 | 4.75% | 20.92% | 79.08% | D ₁₀ : = |
| Nº 100 | 0.149 | 5.50 | 2.75% | 23.67% | 76.34% | Cc (Coeficiente de curvatura) : |
| Nº 200 | 0.074 | 17.90 | 8.95% | 32.62% | 67.39% | Cu (Coeficiente de Uniformidad) : |
| Fondo | 0.01 | 134.77 | 67.39% | 100.00% | 0.00% | Clasificación S.U.C.S. : CL-ML |
| TOTAL | | 200.00 | | | | Clasificación AASHTO : A-4(6) |



Ing. Carlos A. Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAV.
 CIP N° 00139
 UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC Nº 119
 MORALES - PERU



Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: - Calicata: C - 03 - 1.17%

Hecho Por: Arévalo Rojas, David (0000-0001-9788-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000-0002-6354-0595) Fecha: 14/07/2020

Nº Golpes / capa: 25 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.

Dimensiones del Molde: Diametro: 10.15 Altura: 11.60 Vol. 938.60

Sobrecarga: 10 Lbs.

RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557

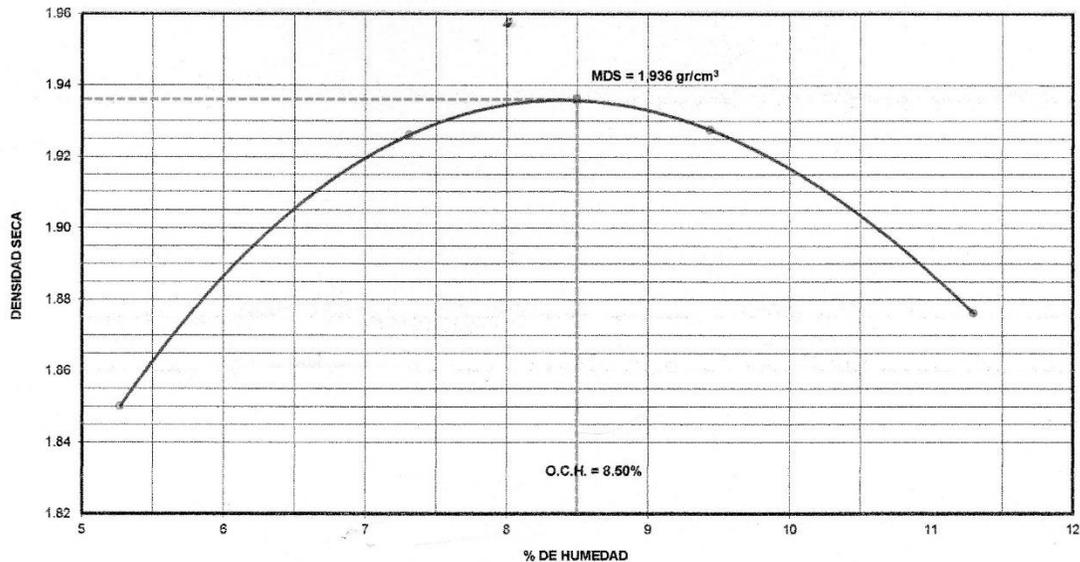
Determinación del contenido de Humedad

| MUESTRA Nº | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 | 6.00 | 7.00 | 8.00 |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PESO DEL TARRO (grs) | 55.85 | 55.72 | 55.64 | 55.70 | 55.80 | 55.61 | 55.77 | 55.80 |
| PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA | 156.28 | 156.21 | 156.29 | 156.30 | 156.22 | 156.22 | 156.29 | 156.21 |
| PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs) | 151.28 | 151.15 | 149.55 | 149.33 | 147.60 | 147.50 | 146.20 | 145.90 |
| PESO DEL AGUA (grs) | 5.00 | 5.06 | 6.74 | 6.97 | 8.62 | 8.72 | 10.09 | 10.31 |
| PESO DEL MATERIAL SECO (grs) | 95.4 | 95.4 | 93.9 | 93.6 | 91.8 | 91.9 | 90.4 | 90.1 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (grs) | 5.24 | 5.30 | 7.18 | 7.44 | 9.39 | 9.49 | 11.16 | 11.44 |
| % PROMEDIO | 5.27 | | 7.31 | | 9.44 | | 11.30 | |

Determinación de la Densidad

| | | | | |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 5.27 | 7.31 | 9.44 | 11.30 |
| PESO DEL SUELO+MOLDE (grs) | 6028.00 | 6140.00 | 6180.00 | 6160.00 |
| PESO DEL MOLDE (grs) | 4200.00 | 4200.00 | 4200.00 | 4200.00 |
| PESO DEL SUELO (grs) | 1828 | 1940 | 1980 | 1960 |
| DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3) | 1.95 | 2.07 | 2.11 | 2.09 |
| DENSIDAD SECA (grs/cm3) | 1.85 | 1.93 | 1.93 | 1.88 |
| Densidad Máxima (grs/cm3) | | | | 1.936 |
| Humedad Óptima% | | | | 8.50 |

COMPACTACION





 Ing. Carlos E. Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAVI^{CO}
 CIP N° 36129
 UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC Nº 119
MORALES - PERU



Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: Calcata: C-03-1.17%

Hecho Por: Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000-0002-6354-0595) Fecha: 14/07/2020

Nº Golpes / capa: 25 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
Dimensiones del Molde: Diámetro: 15.2 Altura: 11.7 Vol: 2123.068
Sobrecarga: 10 Lbs.

Calib: 1.991882

VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883

Determinación del contenido de Humedad

| MUESTRA Nº / Nº GOLPES | 1 | | 2 | | 3 | |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PESO DEL TARRO (grs) | 55.65 | 55.61 | 55.58 | 55.50 | 55.60 | 55.69 |
| PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs) | 156.20 | 156.12 | 156.30 | 156.22 | 156.44 | 156.41 |
| PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs) | 148.40 | 148.17 | 148.45 | 148.28 | 148.60 | 148.46 |
| PESO DEL AGUA (grs) | 7.80 | 7.95 | 7.85 | 7.94 | 7.84 | 7.95 |
| PESO DEL MATERIAL SECO (grs) | 92.75 | 92.56 | 92.87 | 92.78 | 93.00 | 92.77 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 8.41 | 8.59 | 8.45 | 8.56 | 8.43 | 8.57 |
| % PROMEDIO | 8.50 | | 8.51 | | 8.50 | |

Determinación de la Densidad

| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 8.50 | 8.51 | 8.50 |
|----------------------------|----------|----------|----------|
| PESO DEL SUELO+MOLDE (gra) | 11552.00 | 11420.00 | 11310.00 |
| PESO DEL MOLDE (grs) | 7092.00 | 7092.00 | 7092.00 |
| PESO DEL SUELO (grs) | 4460.00 | 4328.00 | 4218.00 |
| DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3) | 2.10 | 2.04 | 1.99 |
| DENSIDAD SECA (grs/cm3) | 1.936 | 1.879 | 1.831 |

EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO | 56 Nº GOLPES | | | | | | 25 Nº GOLPES | | | | | | 13 | |
|------------|----------|--------|--------------|-----------|------|-------------|-----------|------|--------------|-----------|------|-------------|-----------|---|-----|---|
| | | | Lec Dial | EXPANSIÓN | | Lec Dial | EXPANSIÓN | | Lec Dial | EXPANSIÓN | | Lec Dial | EXPANSIÓN | | m.m | M |
| | | | | m.m | % | | m.m | % | | m.m | % | | m.m | % | | |
| 10/07/2020 | 07:21:00 | 0 | 560.0 | 0.00 | 0.00 | 256.0 | 0.00 | 0.00 | 565.0 | 0.00 | 0.00 | | | | 117 | |
| 11/07/2020 | 07:21:00 | 24 | 562.5 | 2.50 | 2.14 | 258.8 | 2.80 | 2.39 | 567.5 | 2.50 | 2.14 | | | | 117 | |
| 12/07/2020 | 07:21:00 | 48 | 562.8 | 2.80 | 2.39 | 259.1 | 3.10 | 2.65 | 568.1 | 3.10 | 2.65 | | | | 117 | |
| 13/07/2020 | 07:21:00 | 72 | 563.1 | 3.10 | 2.65 | 259.5 | 3.50 | 2.99 | 568.5 | 3.50 | 2.99 | | | | 117 | |
| 14/07/2020 | 07:21:00 | 96 | 563.2 | 3.20 | 2.74 | 259.6 | 3.60 | 3.08 | 568.8 | 3.60 | 3.25 | | | | 117 | |

PENETRACIÓN

| Penetración en pulgadas | Molde Nº | | | | Molde Nº | | | | Molde Nº | | | |
|-------------------------------|--------------|-------------|---------|-----------|--------------|-------------|---------|-----------|--------------|-------------|---------|-----------|
| | Nº de golpes | CORRECCIÓN | | | Nº de golpes | CORRECCIÓN | | | Nº de golpes | CORRECCIÓN | | |
| | | Lec Dial | Lbs | Lbs/Pulg2 | | Lec Dial | Lbs | Lbs/Pulg2 | | Lec Dial | Lbs | Lbs/Pulg2 |
| 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| 0.025 | 462 | 920.96 | 306.99 | 325 | 646.63 | 215.54 | 252 | 501.22 | 167.07 | | | |
| 0.050 | 672 | 1339.28 | 446.43 | 610 | 1214.32 | 404.77 | 485 | 965.33 | 321.78 | | | |
| 0.075 | 999 | 1990.62 | 663.54 | 925 | 1841.76 | 613.92 | 812 | 1616.68 | 538.89 | | | |
| 0.100 | 1322 | 2634.00 | 878.00 | 87.80 | 1266 | 2520.99 | 840.33 | 84.03 | 1175 | 2339.73 | 779.91 | 77.99 |
| 0.150 | 1728 | 3442.70 | 1147.57 | | 1755 | 3495.02 | 1165.01 | | 1678 | 3341.65 | 1113.88 | |
| 0.200 | 2227 | 4436.65 | 1478.88 | 98.59 | 2150 | 4281.82 | 1427.27 | 95.15 | 1958 | 3899.37 | 1299.79 | 86.65 |
| 0.250 | 2468 | 4916.70 | 1639.90 | | 2455 | 4889.34 | 1629.78 | | 2250 | 4481.00 | 1493.67 | |
| 0.300 | 2672 | 5323.04 | 1774.35 | | 2665 | 5307.63 | 1769.21 | | 2480 | 4939.14 | 1646.38 | |
| 0.400 | 2940 | 5856.86 | 1952.29 | | 2900 | 5775.73 | 1925.24 | | 2750 | 5476.94 | 1825.65 | |
| 0.500 | 2965 | 5906.66 | 1968.89 | | 2921 | 5817.56 | 1939.19 | | 2756 | 5488.90 | 1829.63 | |

Observación : Penetración ejecutada en una prensa Multipléx E-50, con carga de 4.5 Kn con aproximación con sensor de carga R-674-009 desvs.45



Ing. Carlos E. Chang Rojas
JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVIC
CIP Nº 56139
UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

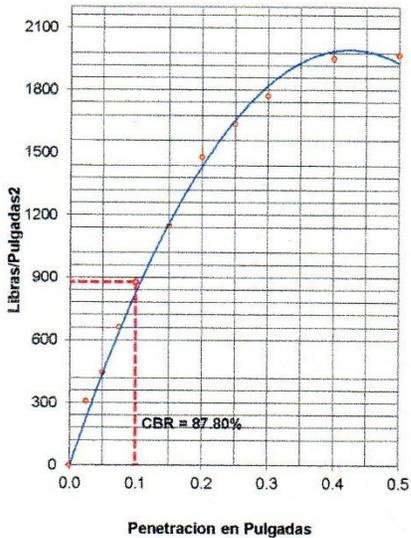
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC N° 119
MORALES - PERU

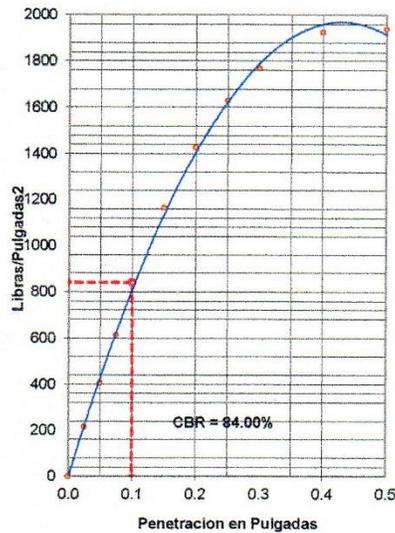


Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto
 Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche
 Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: - Calicata: C - 03 - 1.17%
 Hecho Por Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000- Fecha: 14/07/2020

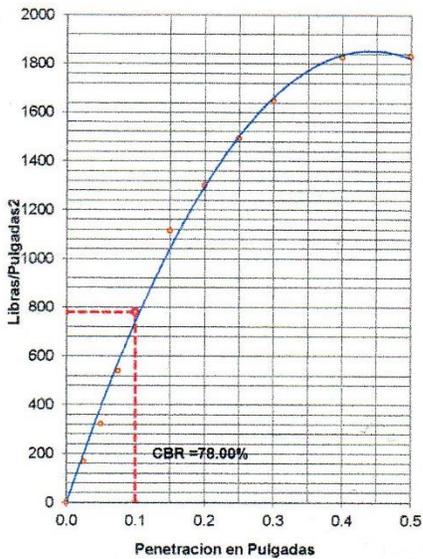
56 GOLPES



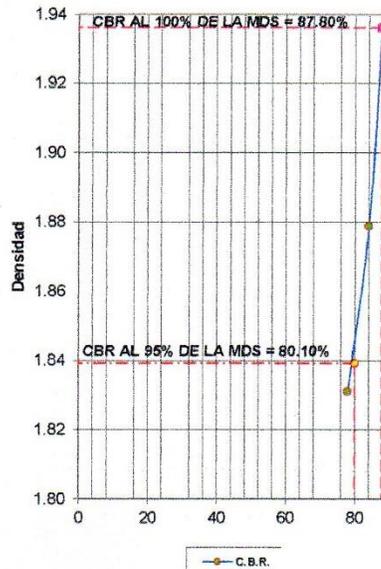
25 GOLPES



13 GOLPES



Título del gráfico



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

| N° GOLPES | W% | grs/cm ³ | EXPANC. | COMP % | CBR 1" | CBR 95% | CBR 100% |
|-----------|------|---------------------|---------|--------|--------|---------|----------|
| 56 | 8.50 | 1.92 | 2.74 | 100 | 87.80 | 80.10 | 87.80 |
| 25 | 8.51 | 1.93 | 3.08 | 97 | 84.00 | | |
| 13 | 8.50 | 1.93 | 3.25 | 95 | 78.00 | | |

Facultad de Ingeniería Civil
 Ing. Carlos E. Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAV. Y C.
 CIP N° 66139

Muestra 01 Con 0.25% de adición





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín

Ubicación : Sector Palmiche

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD

Profundidad de la Muestra:

Identificación de la Muestra : 0.25% aditivo

Operador : Tes. Fernando O. N.M. y David A.R.

Calicata: C-03

Fecha:

6/07/2020

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Coordenadas Punto Muestreo: N:9285658 E:349986

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del contenido de humedad de un suelo N.T.P. 339.127

ASTM 2216

| RECIPIENTE N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--------------|--------|--------|--------|
| Peso del recipiente grs. | 55.52 | 55.61 | 55.28 | 55.60 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 156.20 | 156.18 | 156.15 | 156.72 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | 139.54 | 139.50 | 139.44 | 139.98 |
| Peso del agua grs. | 16.66 | 16.68 | 16.71 | 16.74 |
| Peso del suelo seco grs. | 84.02 | 83.89 | 84.16 | 84.38 |
| Contenido de humedad % | 19.83 | 19.88 | 19.86 | 19.84 |
| Promedio de contenido de humedad % | 19.85 | | | |

Observaciones :

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo y GS (N.T.P. 339.131) - ASTM D-956

| Picnómetro N° | 1 | 2 |
|---|-------------|---------|
| VOL. DEL FRASCO A 20° C. | 500.00 | 500.00 |
| Método de remoción del aire | Vacio | Vacio |
| Peso del picnómetro + agua + suelo | 716.20 | 716.16 |
| Temperatura °C | 23 | 23 |
| Peso del picnómetro + agua grs. | 641.66 | 641.62 |
| Plato Evaporado N° | 1 | 2 |
| Peso del Plato evaporado + suelo seco grs. | 320.00 | 320.00 |
| Peso del suelo seco grs. | 120.00 | 120.00 |
| Volumen de sólidos cm ³ | 45.46 | 45.46 |
| Peso esp. rel. 62.45% sólidas del suelo gr/cm ³ | 2.64 | 2.64 |
| Densidad del agua a 20° del ensayo gr/cm ³ | 0.99789 | 0.99789 |
| Factor de Corrección 37.55% | 1.00 | 1.00 |
| Gravedad Especifica sin corrección | 2.64 | 2.64 |
| Gravedad Especifica aparente a 20°C | 2.63 | 2.63 |
| PRC MEDIO Gs | 2.63 | |

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del Peso Volumétrico de suelo cohesivo (N.T.P. 339.139)

ASTM D-2937

| ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---|---|---|---|
| Peso del molde grs. | | | | |
| Peso del suelo + molde grs. | | | | |
| Peso del suelo húmedo grs. | | | | |
| Volumen del molde cm ³ | | | | |
| Peso volumétrico grs/cm ³ | | | | |
| Promedio del peso volumétrico cohesivo grs/cm ³ | | | | |

N.R.



Ing. Carlos E. Chung Rojas
JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVI
CIE N° 56139
UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: -

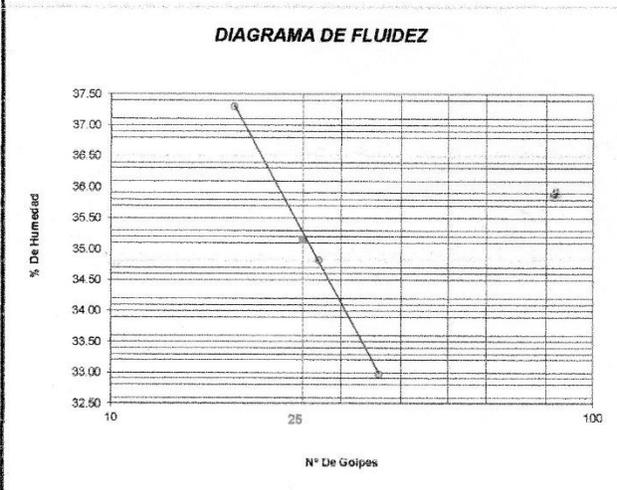
Identificación de la Muestra : 0.25% aditivo Operador : Tes. Fernando Q. N.M. y David A.R. Calicata: C-03 Fecha: 6/07/2020

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada **Coordenadas Punto Muestreo:** N:9285658 E:349986

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

| Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129) | | ASTM D-4318 | | |
|---|--|-------------|-------|-------|
| Recipiente N° | | 1 | 2 | 3 |
| Peso del recipiente grs. | | 20.60 | 20.49 | 20.57 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | | 90.28 | 90.18 | 90.13 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | | 71.35 | 72.18 | 72.88 |
| Peso del agua grs. | | 18.93 | 18.00 | 17.25 |
| Peso del suelo seco grs. | | 50.75 | 51.69 | 52.31 |
| Contenido de Humedad % | | 37.30 | 34.82 | 32.98 |
| Número de Golpes | | 18 | 27 | 36 |



| | |
|------------------------------|-------|
| Límite Líquido (%) | 35.15 |
| Límite Plástico (%) | 19.56 |
| Índice de Plasticidad Ip (%) | 15.59 |

| Determinación del Límite Plástico (N.T.P. 339.131) | | ASTM D-4318 | | |
|--|--|-------------|-------|-------|
| Recipiente N° | | 4 | 5 | 6 |
| Peso del recipiente grs. | | 20.61 | 20.54 | 20.55 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | | 50.68 | 50.60 | 50.57 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | | 45.76 | 45.68 | 45.66 |
| Peso del agua grs. | | 4.92 | 4.92 | 4.91 |
| Peso del suelo seco grs. | | 25.15 | 25.14 | 25.11 |
| Contenido de humedad | | 19.56 | 19.57 | 19.55 |
| Promedio del contenido de humedad LP | | 19.56 | | |



Ing. Carlos E. Chang Rojas
Ing. Carlos E. Chang Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAV.
 CIP N° 56139
 UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 400.012 - ASTM D - 423

A.- DATOS GENERALES

Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: _____

Hecho Por : Tes. Fernando Q. N.M. y David A.R. Calicata: C-03

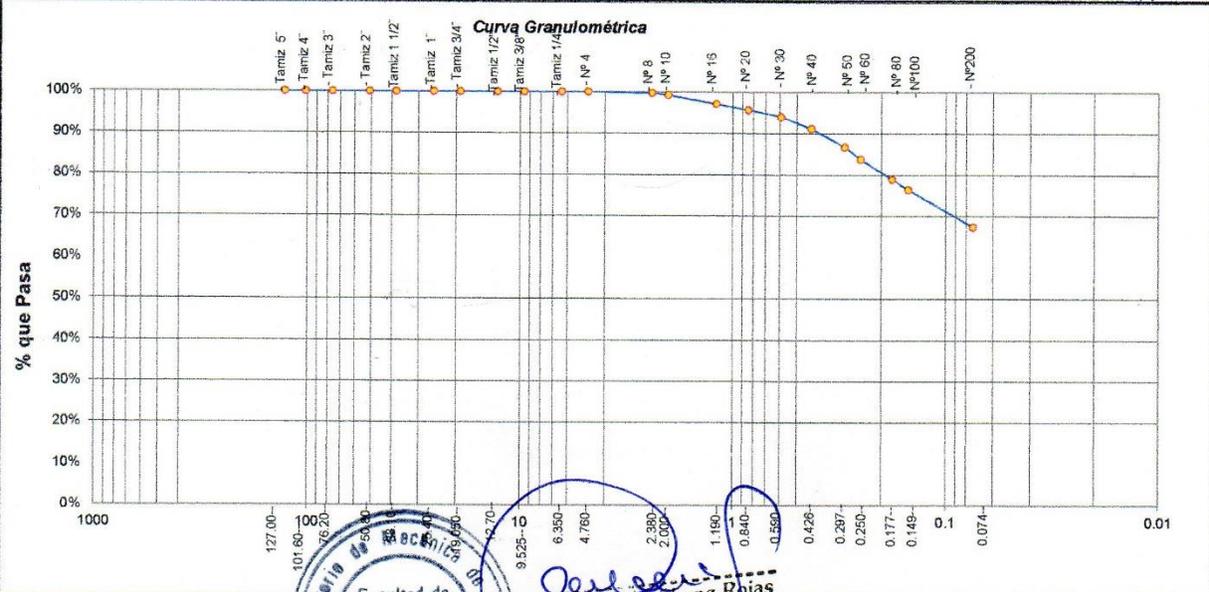
Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM Coordenadas UTM : N.9285658 E.349986

B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

| Tamices | | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS | |
|--------------|--------|---------------|--------------------|----------------------|------------|--|---------------|
| Ø | (mm) | | | | | Numero del recipiente : | |
| Tamiz 5" | 127.00 | | | | | 3 | |
| Tamiz 4" | 101.60 | | | | | 58.95 | |
| Tamiz 3" | 76.20 | | | | | 258.95 | |
| Tamiz 2" | 50.80 | | | | | 200 | |
| Tamiz 1 1/2" | 38.10 | | | | | Resultados Obtenidos: | |
| Tamiz 1" | 25.40 | | | | | Contenido de humedad natural = | 19.85 |
| Tamiz 3/4" | 19.050 | | | | | Limite Líquido = | 35.15 |
| Tamiz 1/2" | 12.700 | | | | | Limite Plástico = | 19.56 |
| Tamiz 3/8" | 9.525 | | | | | Índice Plástico = | 15.59 |
| Tamiz 1/4" | 6.350 | | | | | Grava = | 0.00% |
| Nº 4 | 4.760 | | | | 100.00% | Arena = | 32.58% |
| Nº 8 | 2.380 | 0.56 | 0.28% | 0.28% | 99.72% | Limos y arcillas = | 67.42% |
| Nº 10 | 2.000 | 0.95 | 0.48% | 0.76% | 99.25% | Porcentajes que pasan : | |
| Nº 16 | 1.190 | 4.22 | 2.11% | 2.97% | 97.14% | % Pasa el Tamiz Nº 4 | 100.00% |
| Nº 20 | 0.840 | 2.98 | 1.49% | 4.36% | 95.65% | % Pasa el Tamiz Nº 10 | 99.25% |
| Nº 30 | 0.590 | 3.40 | 1.70% | 6.06% | 93.95% | % Pasa el Tamiz Nº 40 | 91.06% |
| Nº 40 | 0.426 | 5.77 | 2.89% | 8.94% | 91.06% | % Pasa el Tamiz Nº 200 | 67.42% |
| Nº 50 | 0.297 | 8.80 | 4.40% | 13.34% | 86.66% | D ₆₀ : | |
| Nº 60 | 0.250 | 5.89 | 2.95% | 16.29% | 83.72% | D ₃₀ : | |
| Nº 80 | 0.177 | 9.53 | 4.77% | 21.05% | 78.95% | D ₁₀ : | |
| Nº 100 | 0.149 | 5.06 | 2.53% | 23.58% | 76.42% | Cc (Coeficiente de curvatura) : | |
| Nº 200 | 0.074 | 18.00 | 9.00% | 32.58% | 67.42% | Cu (Coeficiente de Uniformidad) : | |
| Fondo | 0.01 | 134.84 | 67.42% | 100.00% | 0.00% | Clasificación S.U.C.S. : | CL |
| TOTAL | | 200.00 | | | | Clasificación AASHTO : | A-6(8) |



Ing. Carlos E. Chung Robles
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVIC
 CIP Nº 56139
 UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC N° 119
 MORALES - PERU



Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: - Calicata: C-03-0.25%

Hecho Por: Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000-0002-6354-0595) Fecha: 13/07/2020

N° Golpes / capa: 25 N° Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.

Dimensiones del Molde: Diametro: 10.15 Altura: 11.60 Vol. 938.60

Sobrecarga: 10 Lbs.

RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557

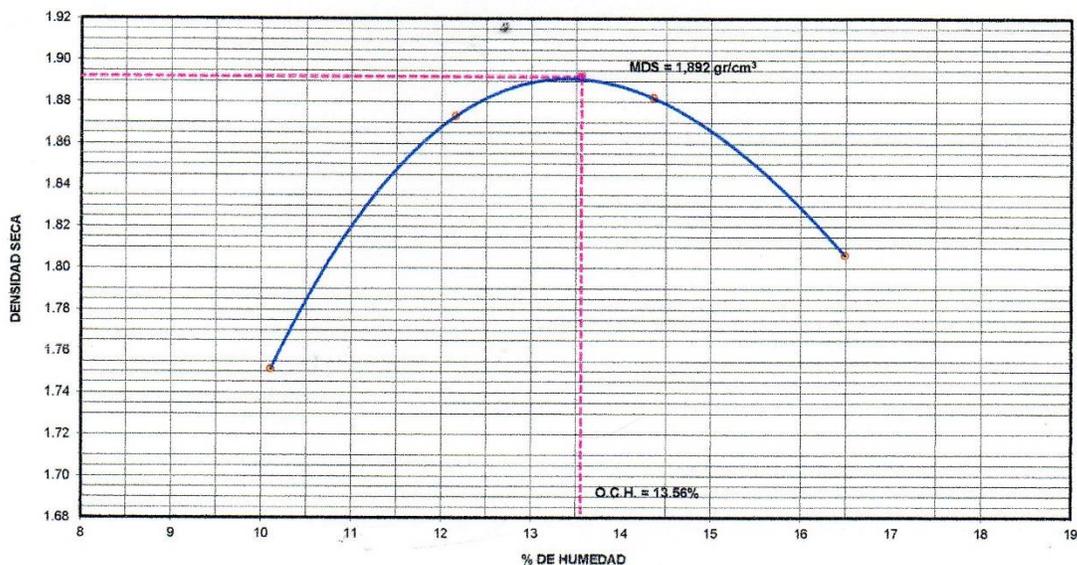
Determinación del contenido de Humedad

| MUESTRA N° | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 | 6.00 | 7.00 | 8.00 |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PESO DEL TARRO (grs) | 55.20 | 55.15 | 55.18 | 55.60 | 55.85 | 55.57 | 55.61 | 55.70 |
| PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA | 156.85 | 156.70 | 156.55 | 156.67 | 156.86 | 156.75 | 156.80 | 156.70 |
| PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs) | 147.55 | 147.35 | 145.65 | 145.62 | 144.20 | 144.02 | 142.50 | 142.36 |
| PESO DEL AGUA (grs) | 9.30 | 9.35 | 10.90 | 11.05 | 12.66 | 12.73 | 14.30 | 14.32 |
| PESO DEL MATERIAL SECO (grs) | 92.4 | 92.2 | 90.5 | 90.0 | 88.4 | 88.5 | 86.9 | 86.7 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (grs) | 10.07 | 10.14 | 12.05 | 12.28 | 14.33 | 14.39 | 16.46 | 16.52 |
| % PROMEDIO | 10.11 | | 12.16 | | 14.36 | | 16.49 | |

Determinación de la Densidad

| | | | | |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 10.11 | 12.16 | 14.36 | 16.49 |
| PESO DEL SUELO+MOLDE (grs) | 6010.00 | 6172.00 | 6220.00 | 6175.00 |
| PESO DEL MOLDE (grs) | 4200.00 | 4200.00 | 4200.00 | 4200.00 |
| PESO DEL SUELO (grs) | 1810 | 1972 | 2020 | 1975 |
| DENSIDAD HUMEDA (grs/cm3) | 1.93 | 2.10 | 2.15 | 2.10 |
| DENSIDAD SECA (grs/cm3) | 1.75 | 1.87 | 1.88 | 1.81 |
| Densidad Máxima (grs/cm3) | | | | 1.892 |
| Humedad Optima% | | | | 13.56 |

COMPACTACION



Carlos E. Chung Rojas
 Ing. Carlos E. Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVI
 CIP N° 55139
 UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC N° 119
 MORALES - PERU



Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto
 Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche
 Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: Calicata: C - 03 - 0.25%
 Hecho Por: Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000-0002-6354-0595) Fecha: 13/07/2020

Nº Golpes / capa: 25 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
 Dimensiones del Molde: Diámetro: 15.2 Altura: 11.7 Vol. 2123.068
 Sobre carga: 10 Lbs.

Calib: 1.991882
VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883

Determinación del contenido de Humedad

| MUESTRA Nº / Nº GOLPES | 1 | | 2 | | 3 | |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PESO DEL TARRO (grs) | 55.25 | 55.60 | 55.18 | 55.57 | 55.65 | 55.75 |
| PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs) | 156.85 | 156.70 | 156.71 | 156.80 | 156.77 | 156.80 |
| PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs) | 144.75 | 144.60 | 144.60 | 144.70 | 144.72 | 144.71 |
| PESO DEL AGUA (grs) | 12.10 | 12.10 | 12.11 | 12.10 | 12.05 | 12.09 |
| PESO DEL MATERIAL SECO (grs) | 89.50 | 89.00 | 89.42 | 89.13 | 89.07 | 88.96 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 13.52 | 13.80 | 13.54 | 13.58 | 13.53 | 13.59 |
| % PROMEDIO | 13.56 | | 13.56 | | 13.56 | |

Determinación de la Densidad

| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 13.56 | 13.56 | 13.56 |
|----------------------------|----------|----------|----------|
| PESO DEL SUELO+MOLDE (grs) | 11653.00 | 11444.00 | 11275.00 |
| PESO DEL MOLDE (grs) | 7092.00 | 7092.00 | 7092.00 |
| PESO DEL SUELO (grs) | 4561.00 | 4352.00 | 4183.00 |
| DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3) | 2.15 | 2.05 | 1.97 |
| DENSIDAD SECA (grs/cm3) | 1.892 | 1.805 | 1.735 |

EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO | Lec Dial | 56 Nº GOLPES | | 25 Nº GOLPES | | 13 Nº GOLPES | | | | |
|------------|----------|--------|-------------|--------------|------|--------------|------|--------------|-------|-------|------|-----|
| | | | | EXPANSION | | EXPANSION | | EXPANSION | | | | |
| | | | | m.m | % | m.m | % | m.m | % | m.m.M | | |
| 9/07/2020 | 07:11:00 | 0 | 958.0 | 0.00 | 0.00 | 855.0 | 0.00 | 0.00 | 785.0 | 0.00 | 0.00 | 117 |
| 10/07/2020 | 07:11:00 | 24 | 958.2 | 2.20 | 1.88 | 856.5 | 1.50 | 1.28 | 786.8 | 1.80 | 1.54 | 117 |
| 11/07/2020 | 07:11:00 | 48 | 959.6 | 3.60 | 3.08 | 857.8 | 2.80 | 2.39 | 788.0 | 3.00 | 2.56 | 117 |
| 12/07/2020 | 07:11:00 | 72 | 960.3 | 4.25 | 3.63 | 859.0 | 4.00 | 3.42 | 789.8 | 4.80 | 4.10 | 117 |
| 13/07/2020 | 07:11:00 | 96 | 960.5 | 4.45 | 3.80 | 859.8 | 4.78 | 4.09 | 790.2 | 5.20 | 4.44 | 117 |

PENETRACIÓN

| Penetración en pulgadas | Molde Nº 56 Nº de golpes | | | | Molde Nº 25 Nº de golpes | | | | Molde Nº 13 Nº de golpes | | | |
|-------------------------|--------------------------|------------|-----------|-------|--------------------------|------------|-----------|-------|--------------------------|------------|-----------|-------|
| | Lec Dial | CORRECCIÓN | | | Lec Dial | CORRECCIÓN | | | Lec Dial | CORRECCIÓN | | |
| | | Lbs | Lbs/Pulg2 | | | Lbs | Lbs/Pulg2 | | | Lbs | Lbs/Pulg2 | |
| 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | | 0 | 0.00 | 0.00 | | 0 | 0.00 | 0.00 | |
| 0.025 | 65 | 130.20 | 43.40 | | 75 | 148.66 | 49.55 | | 30 | 59.03 | 19.68 | |
| 0.050 | 155 | 309.47 | 103.16 | | 125 | 248.25 | 82.75 | | 82 | 162.60 | 54.20 | |
| 0.075 | 275 | 548.50 | 182.83 | | 198 | 393.66 | 131.22 | | 125 | 248.25 | 82.75 | |
| 0.100 | 385 | 767.61 | 255.87 | 25.59 | 286 | 568.95 | 189.65 | 18.96 | 181 | 359.80 | 119.93 | 11.99 |
| 0.150 | 500 | 996.67 | 332.22 | | 420 | 835.86 | 278.62 | | 250 | 497.24 | 165.75 | |
| 0.200 | 698 | 1391.06 | 463.69 | 30.91 | 525 | 1045.01 | 348.34 | 23.22 | 300 | 596.83 | 198.94 | 13.26 |
| 0.250 | 785 | 1564.36 | 521.45 | | 598 | 1190.41 | 396.80 | | 356 | 708.38 | 236.13 | |
| 0.300 | 850 | 1693.83 | 564.61 | | 675 | 1343.79 | 447.93 | | 400 | 796.02 | 265.34 | |
| 0.400 | 980 | 1952.78 | 650.93 | | 750 | 1493.18 | 497.73 | | 435 | 865.74 | 288.58 | |
| 0.500 | 985 | 1962.73 | 654.24 | | 752 | 1497.16 | 499.05 | | 445 | 885.66 | 295.22 | |

Observación : Penetración ejecutada en una prensa Multiplex E-50, con celda de 4.5 Kn con aproximación con sensor de carga R-674-009 desvs.45





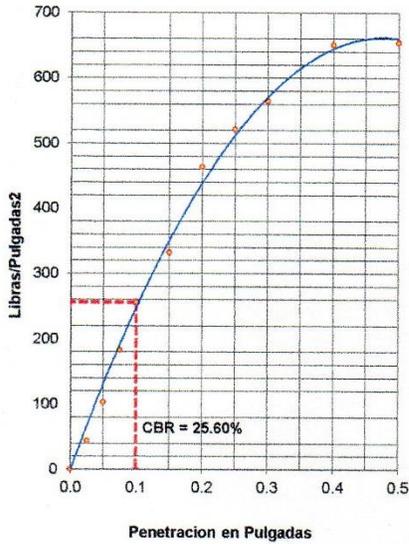

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC Nº 119
 MORALES - PERU

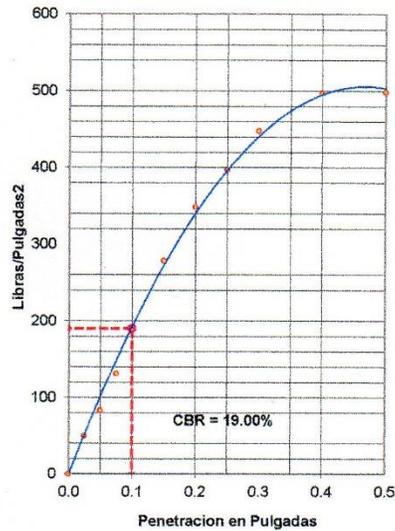


Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto
 Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche
 Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: - Calicata: C - 03 -0.25%
 Hecho Por Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000- Fecha: 13/07/2020

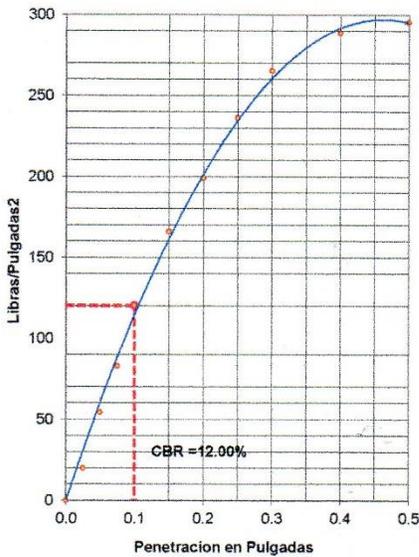
56 GOLPES



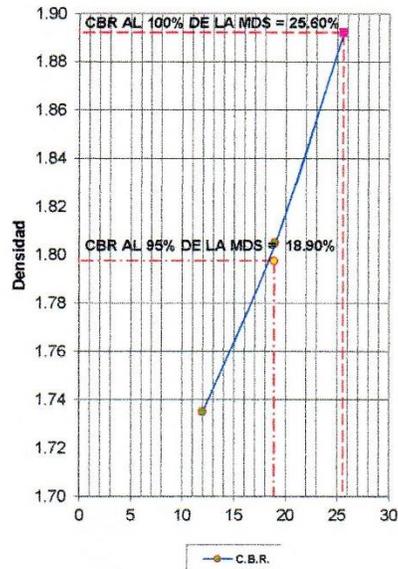
25 GOLPES



13 GOLPES



Título del gráfico



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

| Nº GOLPES | W% | grs/cm³ | EXPANC. | COMP % | CBR 1" | CBR 95% | CBR 100% |
|-----------|-------|---------|---------|--------|--------|---------|----------|
| 56 | 13.56 | 1.89 | 3.80 | 100 | 25.60 | | |
| 25 | 13.56 | 1.84 | 4.09 | 95 | 19.00 | 18.90 | 25.60 |
| 13 | 13.56 | 1.74 | 4.44 | 92 | 12.00 | | |

Facultad de Ingeniería Civil
 Ing. Carlos E. Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAV. Y CIP Nº 56139
 UNSM - FICA

Muestra 02 Con 0.50% de adición





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín **Ubicación :** Sector Palmiche

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD **Profundidad de la Muestra:**

Identificación de la Muestra : 0.50% aditivo **Operador :** Tec. Fernando O. N.M. y David A.R. **Calicata:** C-03 **Fecha:** 6/07/2020

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada **Coordenadas Punto Muestreo:** N.9285658 E.349966

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del contenido de humedad de un suelo N.T.P. 339.127 ASTM 2216

| RECIPIENTE N° | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|--------|--------|--------|--------|
| Peso del recipiente grs. | 55.12 | 55.07 | 55.28 | 55.44 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 156.18 | 156.57 | 156.44 | 156.18 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | 141.02 | 141.45 | 141.22 | 141.10 |
| Peso del agua grs. | 15.16 | 15.12 | 15.22 | 15.08 |
| Peso del suelo seco grs. | 85.90 | 85.78 | 85.94 | 85.66 |
| Contenido de humedad % | 17.65 | 17.63 | 17.71 | 17.60 |
| Promedio de contenido de humedad % | 17.65 | | | |

Observaciones :

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo y GS (N.T.P. 339.131) - ASTM D-866

| Picnómetro N° | 1 | 2 |
|--|---------|---------|
| VOL. DEL FRASCO A 20° C. | 500.00 | 500.00 |
| Método de remoción del aire | Vacio | Vacio |
| Peso del picnómetro + agua + suelo | 715.85 | 715.80 |
| Temperatura °C | 23 | 23 |
| Peso del picnómetro + agua grs. | 641.33 | 641.40 |
| Plato Evaporado N° | 1 | 2 |
| Peso del Plato evaporado + suelo seco grs. | 320.00 | 320.00 |
| Peso del suelo seco grs. | 120.00 | 120.00 |
| Volumen de sólidos cm ³ | 45.46 | 45.60 |
| Peso esp. rel. de las part. sólidas del suelo gr/cm ³ | 2.64 | 2.63 |
| Densidad del agua a la T° del ensayo gr/cm ³ | 0.99789 | 0.99789 |
| Factor de Corrección | 1.00 | 1.00 |
| Gravedad Especifica sin corrección | 2.64 | 2.63 |
| Gravedad Especifica aparente a 20°C | 2.63 | 2.63 |
| PROMEDIO G_s | 2.63 | |

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del Peso Volumétrico de suelo cohesivo (N.T.P. 339.139) ASTM D-2937

| ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---|---|---|---|
| Peso del molde grs. | | | | |
| Peso del suelo + molde grs. | | | | |
| Peso del suelo húmedo grs. | | | | |
| Volumen del molde cm ³ | | | | |
| Peso volumétrico grs/cm ³ | | | | |
| Promedio del peso volumétrico cohesivo grs/cm³ | | | | |

N.R.



Carlos E. Chung Rojas
 Ing. Carlos E. Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAVI°
 CIP N° 58139
 UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: -

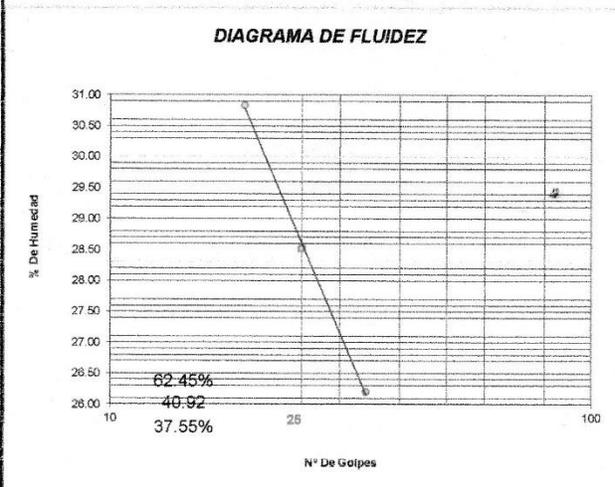
Identificación de la Muestra : 0.50% aditivo Operador : Tes. Fernando Q. N.M. y David A.R. Calicata: C-03 Fecha: 6/07/2020

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada **Coordenadas Punto Muestreo:** N:9285658 E:349986

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

| Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129) | ASTM D-4318 | | |
|---|-------------|-------|-------|
| Recipiente N° | 7 | 8 | 9 |
| Peso del recipiente grs. | 20.67 | 20.50 | 20.57 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 88.56 | 90.57 | 75.86 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | 72.56 | 75.02 | 64.38 |
| Peso del agua grs. | 16.00 | 15.55 | 11.48 |
| Peso del suelo seco grs. | 51.89 | 54.52 | 43.81 |
| Contenido de Humedad % | 30.83 | 28.52 | 26.20 |
| Número de Golpes | 19 | 25 | 34 |



| | |
|------------------------------|-------|
| Límite Líquido (%) | 28.52 |
| Límite Plástico (%) | 16.98 |
| Índice de Plasticidad Ip (%) | 11.54 |

| Determinación del Límite Plástico (N.T.P. 339.131) | ASTM D-4318 | | |
|--|-------------|-------|-------|
| Recipiente N° | 10 | 11 | 12 |
| Peso del recipiente grs. | 20.55 | 20.17 | 20.41 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 51.02 | 50.27 | 50.49 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | 46.60 | 45.89 | 46.13 |
| Peso del agua grs. | 4.42 | 4.38 | 4.36 |
| Peso del suelo seco grs. | 26.05 | 25.72 | 25.72 |
| Contenido de humedad | 16.97 | 17.03 | 16.95 |
| Promedio del contenido de humedad LP | 16.98 | | |



Ing. Carlos E. Chang Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVC
 CIP N° 58139
 UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 400.012 - ASTM D - 423

A.- DATOS GENERALES

Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: -

Hecho Por : Tes. Fernando Q. N.M. y David A.R. Calicata: C-03

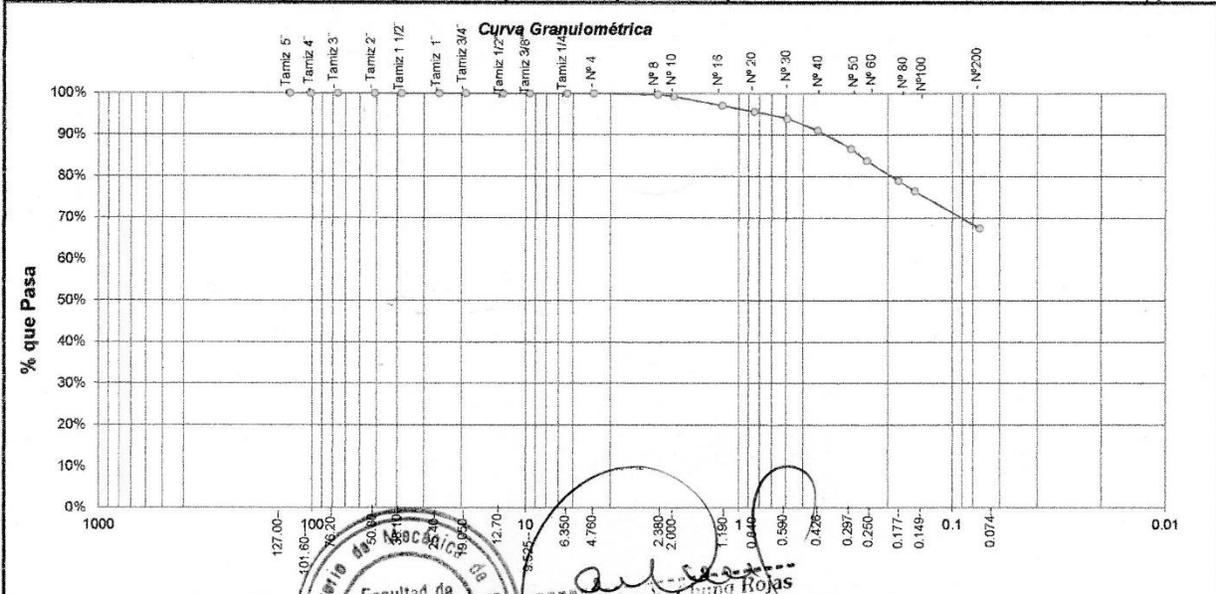
Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM Coordenadas UTM : N:9285658 E:349986

B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

| Tamices | | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS |
|--------------|--------|---------------|--------------------|----------------------|------------|--|
| Ø | (mm) | | | | | |
| Tamiz 5" | 127.00 | | | | | Numero del recipiente : 3 |
| Tamiz 4" | 101.60 | | | | | Peso del recipiente : 58.95 |
| Tamiz 3" | 76.20 | | | | | Peso del recipiente + suelo seco : 258.95 |
| Tamiz 2" | 50.80 | | | | | Peso del suelo seco antes del lavado : 200 |
| Tamiz 1 1/2" | 38.10 | | | | | Resultados Obtenidos: |
| Tamiz 1" | 25.40 | | | | | Contenido de humedad natural = 17.65 |
| Tamiz 3/4" | 19.050 | | | | | Limite Liquido = 28.52 |
| Tamiz 1/2" | 12.700 | | | | | Limite Plástico = 16.98 |
| Tamiz 3/8" | 9.525 | | | | | Indice Plástico = 11.54 |
| Tamiz 1/4" | 6.350 | | | | | Grava = 0.00% |
| Nº 4 | 4.760 | | | | 100.00% | Arena = 32.55% |
| Nº 8 | 2.380 | 0.58 | 0.29% | 0.29% | 99.71% | Limos y arcillas = 67.45% |
| Nº 10 | 2.000 | 0.92 | 0.46% | 0.75% | 99.25% | Porcentajes que pasan : |
| Nº 16 | 1.190 | 4.28 | 2.14% | 2.89% | 97.11% | % Pasa el Tamiz Nº 4 100.00% |
| Nº 20 | 0.840 | 2.95 | 1.48% | 4.37% | 95.64% | % Pasa el Tamiz Nº 10 99.25% |
| Nº 30 | 0.590 | 3.38 | 1.69% | 6.06% | 93.95% | % Pasa el Tamiz Nº 40 91.05% |
| Nº 40 | 0.426 | 5.80 | 2.90% | 8.96% | 91.05% | % Pasa el Tamiz Nº 200 67.45% |
| Nº 50 | 0.297 | 8.78 | 4.39% | 13.35% | 86.66% | D ₆₀ : = |
| Nº 60 | 0.250 | 5.82 | 2.91% | 16.26% | 83.75% | D ₃₀ : = |
| Nº 80 | 0.177 | 9.60 | 4.80% | 21.06% | 78.95% | D ₁₀ : = |
| Nº 100 | 0.149 | 5.00 | 2.50% | 23.56% | 76.45% | Cc (Coeficiente de curvatura) : |
| Nº 200 | 0.074 | 17.99 | 9.00% | 32.55% | 67.45% | Cu (Coeficiente de Uniformidad) : |
| Fondo | 0.01 | 134.90 | 67.45% | 100.00% | 0.00% | Clasificación S.U.C.S. : CL |
| TOTAL | | 200.00 | | | | Clasificación AASHTO : A-6(6) |



Ing. *[Signature]*
JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVT
CIP N° 58139
UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC N° 119
 MORALES - PERU



Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: - Calicata: C - 03 -0.50%

Hecho Por: Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelví (ORCID: 0000-0002-6354-0595) Fecha: 13/07/2020

Nº Golpes / capa: 25 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.

Dimensiones del Molde: Diametro: 10.15 Altura: 11.60 Vol. 938.60

Sobrecarga: 10 Lbs.

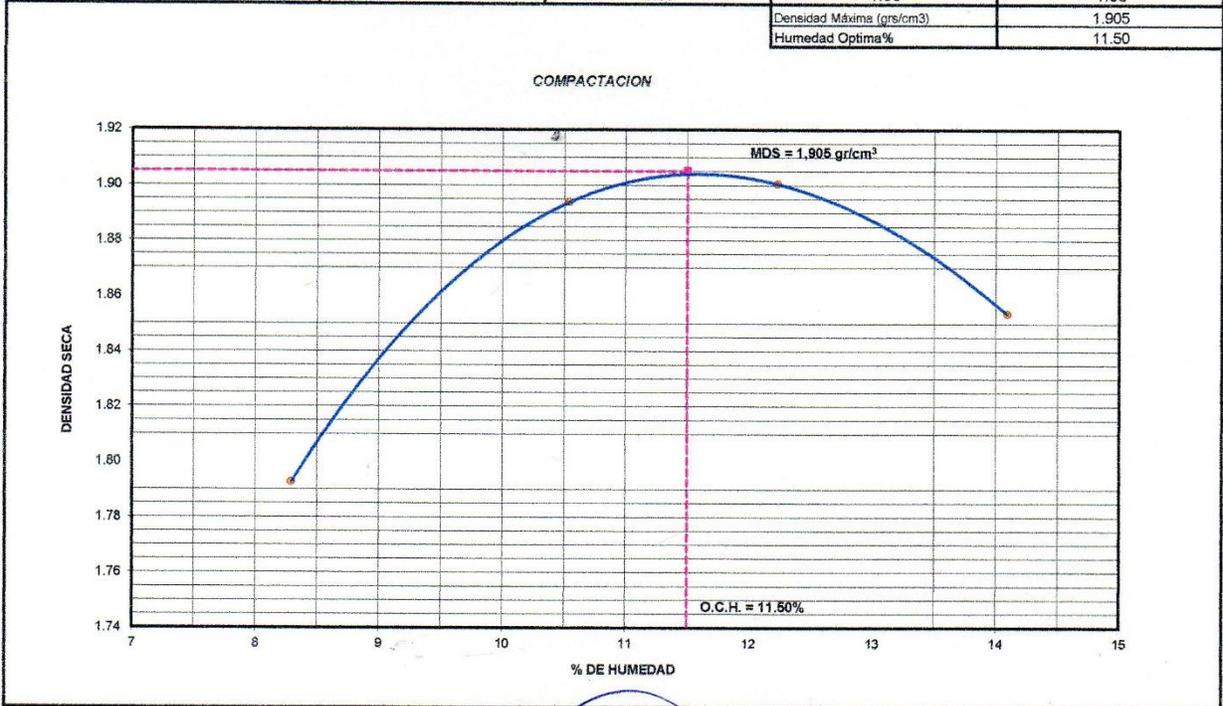
RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557

Determinación del contenido de Humedad

| MUESTRA N° | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 | 6.00 | 7.00 | 8.00 |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PESO DEL TARRO (grs) | 55.68 | 55.85 | 55.65 | 55.70 | 55.72 | 55.25 | 55.60 | 55.45 |
| PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA | 156.21 | 156.33 | 156.44 | 156.20 | 156.75 | 156.61 | 156.55 | 156.70 |
| PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs) | 148.65 | 148.50 | 146.89 | 146.55 | 145.75 | 145.55 | 144.12 | 144.15 |
| PESO DEL AGUA (grs) | 7.56 | 7.83 | 9.55 | 9.65 | 11.00 | 11.06 | 12.43 | 12.55 |
| PESO DEL MATERIAL SECO (grs) | 93.0 | 92.7 | 91.2 | 90.9 | 90.0 | 90.3 | 88.5 | 88.7 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (grs) | 8.13 | 8.45 | 10.47 | 10.62 | 12.22 | 12.25 | 14.04 | 14.15 |
| % PROMEDIO | 8.29 | | 10.54 | | 12.23 | | 14.10 | |

Determinación de la Densidad

| | | | | |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 8.29 | 10.54 | 12.23 | 14.10 |
| PESO DEL SUELO+MOLDE (grs) | 6022.00 | 6165.00 | 6202.00 | 6185.00 |
| PESO DEL MOLDE (grs) | 4200.00 | 4200.00 | 4200.00 | 4200.00 |
| PESO DEL SUELO (grs) | 1822 | 1965 | 2002 | 1985 |
| DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3) | 1.94 | 2.09 | 2.13 | 2.11 |
| DENSIDAD SECA (grs/cm3) | 1.79 | 1.89 | 1.90 | 1.85 |
| Densidad Máxima (grs/cm3) | | | | 1.905 |
| Humedad Óptima% | | | | 11.50 |



Arévalo Rojas
 Ing. Carlos E. Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAV^{co}
 CIP N° 50130
 UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC N° 119
 MORALES - PERU



Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto
 Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche
 Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: Calicata: C-03-0.50%
 Hecho Por: Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000-0002-6354-0595) Fecha: 13/07/2020

N° Golpes / capa: 25 N° Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
 Dimensiones del Molde: Diámetro: 15.2 Altura: 11.7 Vol. 2123.068
 Sobre carga: 10 Lbs.

Calib: 1.991882
VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883

Determinación del contenido de Humedad

| MUESTRA N° / N° GOLPES | 1 | | 2 | | 3 | |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PESO DEL TARRO (grs) | 55.65 | 55.44 | 55.38 | 55.39 | 55.21 | 55.41 |
| PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs) | 156.28 | 156.21 | 156.30 | 156.44 | 156.31 | 156.20 |
| PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs) | 145.95 | 145.77 | 145.95 | 145.95 | 145.95 | 145.73 |
| PESO DEL AGUA (grs) | 10.33 | 10.44 | 10.35 | 10.49 | 10.36 | 10.47 |
| PESO DEL MATERIAL SECO (grs) | 90.30 | 90.33 | 90.57 | 90.56 | 90.74 | 90.32 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 11.44 | 11.56 | 11.43 | 11.58 | 11.42 | 11.59 |
| % PROMEDIO | 11.50 | | 11.51 | | 11.50 | |

Determinación de la Densidad

| | | | |
|----------------------------|----------|----------|----------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 11.50 | 11.51 | 11.50 |
| PESO DEL SUELO+MOLDE (grs) | 11602.00 | 11450.00 | 11285.00 |
| PESO DEL MOLDE (grs) | 7092.00 | 7092.00 | 7092.00 |
| PESO DEL SUELO (grs) | 4510.00 | 4358.00 | 4193.00 |
| DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3) | 2.12 | 2.05 | 1.97 |
| DENSIDAD SECA (grs/cm3) | 1.905 | 1.841 | 1.771 |

EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO | Lec Dial | 56 N° GOLPES | | Lec Dial | 25 N° GOLPES | | Lec Dial | 13 N° GOLPES | | m.m.M |
|------------|----------|--------|-------------|--------------|------|-------------|--------------|------|-------------|--------------|------|-------|
| | | | | EXPANSIÓN | | | EXPANSIÓN | | | EXPANSIÓN | | |
| | | | | m.m | % | | m.m | % | | m.m | % | |
| 9/07/2020 | 08:27:00 | 0 | 156.0 | 0.00 | 0.00 | 650.0 | 0.00 | 0.00 | 585.5 | 0.00 | 0.00 | 117 |
| 10/07/2020 | 08:27:00 | 24 | 157.5 | 1.50 | 1.28 | 651.9 | 1.90 | 1.62 | 586.8 | 1.30 | 1.11 | 117 |
| 11/07/2020 | 08:27:00 | 48 | 158.5 | 2.50 | 2.14 | 653.5 | 3.50 | 2.99 | 588.8 | 3.30 | 2.82 | 117 |
| 12/07/2020 | 08:27:00 | 72 | 159.9 | 3.90 | 3.33 | 654.0 | 3.95 | 3.38 | 589.8 | 4.30 | 3.68 | 117 |
| 13/07/2020 | 08:27:00 | 96 | 160.2 | 4.20 | 3.59 | 654.6 | 4.60 | 3.93 | 590.2 | 4.70 | 4.02 | 117 |

PENETRACIÓN

| Penetración en pulgadas | Molde N° 56 N° de golpes | | | | Molde N° 25 N° de golpes | | | | Molde N° 13 N° de golpes | | | |
|-------------------------------|-----------------------------|------------|-----------|-------|-----------------------------|------------|-----------|-------|-----------------------------|------------|-----------|-------|
| | Lec Dial | CORRECCIÓN | | | Lec Dial | CORRECCIÓN | | | Lec Dial | CORRECCIÓN | | |
| | | Lbs | Lbs/Pulg2 | | | Lbs | Lbs/Pulg2 | | | Lbs | Lbs/Pulg2 | |
| 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | | 0 | 0.00 | 0.00 | | 0 | 0.00 | 0.00 | |
| 0.025 | 275 | 548.50 | 182.83 | | 201 | 399.64 | 133.21 | | 170 | 337.89 | 112.63 | |
| 0.050 | 520 | 1036.51 | 345.50 | | 400 | 796.02 | 265.34 | | 320 | 636.67 | 212.22 | |
| 0.075 | 651 | 1297.45 | 432.48 | | 552 | 1098.79 | 366.26 | | 472 | 939.44 | 313.15 | |
| 0.100 | 835 | 1663.95 | 554.65 | 55.47 | 739 | 1471.27 | 490.42 | 49.04 | 603 | 1200.37 | 400.12 | 40.01 |
| 0.150 | 1200 | 2390.99 | 797.00 | | 1109 | 2208.27 | 736.09 | | 785 | 1562.90 | 520.97 | |
| 0.200 | 1512 | 3012.46 | 1004.15 | 66.94 | 1320 | 2628.55 | 876.18 | 58.41 | 1001 | 1993.14 | 664.38 | 44.29 |
| 0.250 | 1700 | 3386.93 | 1128.98 | | 1540 | 3066.77 | 1022.26 | | 1200 | 2389.53 | 796.51 | |
| 0.300 | 1850 | 3685.71 | 1228.57 | | 1700 | 3385.47 | 1128.49 | | 1290 | 2568.80 | 856.27 | |
| 0.400 | 2033 | 4050.23 | 1350.08 | | 1890 | 3763.93 | 1254.64 | | 1405 | 2797.86 | 932.62 | |
| 0.500 | 2050 | 4084.09 | 1361.36 | | 1925 | 3833.64 | 1277.88 | | 1412 | 2811.01 | 937.27 | |

Observación : Penetración ejecutada en una prensa Multiplex E-50, con celda de 4,5 Kn con aproximación con sensor de carga R-674-009 desvs.45



Ing. Carlos E. Chang Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAV. Y CIP N° 56130
 UNSM-FICA

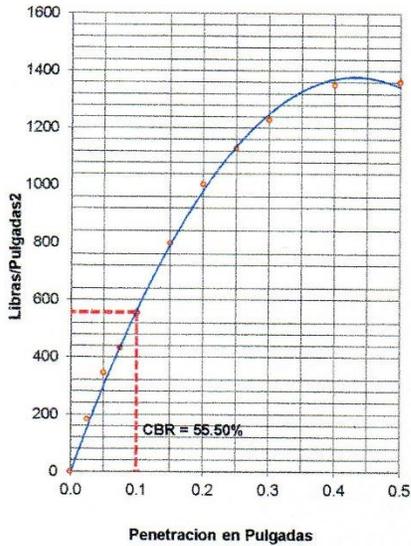


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC N° 119
 MORALES - PERU

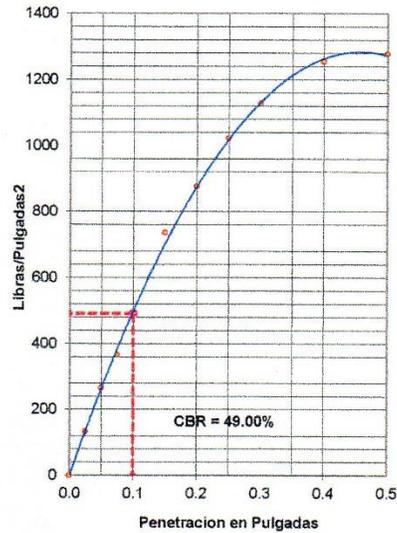


Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto
 Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche
 Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: - Calicata: C - 03 - 0.50%
 Hecho Por Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000- Fecha: 13/07/2020

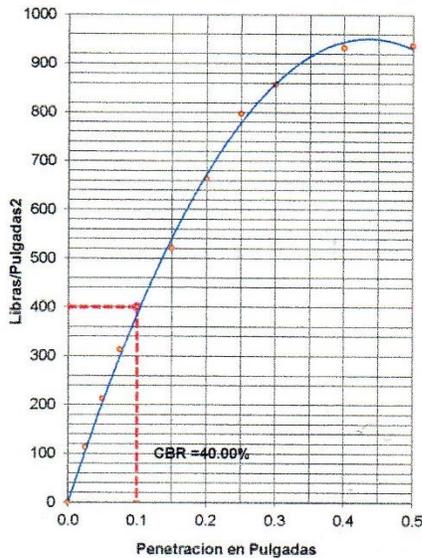
56 GOLPES



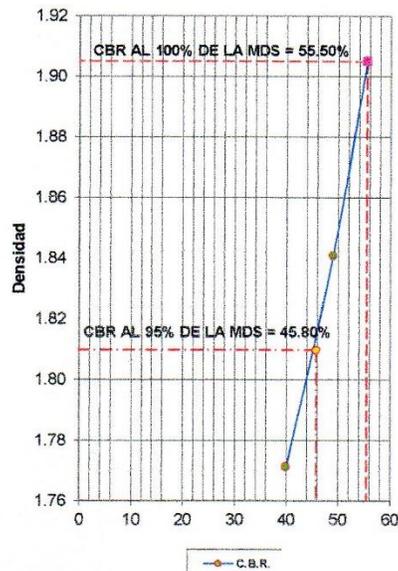
25 GOLPES



13 GOLPES



Título del gráfico



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

| N° GOLPES | W% | grs/cm3 | EXPANC. | COMP % | CBR 1" | CBR 95% | CBR 100% |
|-----------|-------|---------|---------|--------|--------|---------|----------|
| 56 | 11.50 | 1.91 | 3.59 | 100 | 55.50 | | |
| 25 | 11.51 | 1.84 | 3.93 | 97 | 49.00 | 45.80 | 55.50 |
| 13 | 11.50 | 1.77 | 4.02 | 93 | 40.00 | | |

Ing. Carlos E. Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAV. Y
 CIP N° 56130
 UNSM - FICA

Muestra 03 Con 1.00% de adición





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín **Ubicación :** Sector Palmiche

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD **Profundidad de la Muestra:**

Identificación de la Muestra : 1.00% aditivo **Operador :** Tes. Fernando O. N.M. y David A.R. **Calicata:** C-03 **Fecha:** 6/07/2020

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada **Coordenadas Punto Muestreo:** N:9285658 E:349986

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del contenido de humedad de un suelo N.T.P. 339.127

ASTM 2216

| RECIPIENTE N° | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|--------|--------|--------|--------|
| Peso del recipiente grs. | 55.28 | 55.12 | 55.21 | 55.26 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 156.10 | 156.17 | 156.11 | 156.15 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | 144.78 | 144.62 | 144.77 | 144.62 |
| Peso del agua grs. | 11.32 | 11.35 | 11.34 | 11.33 |
| Peso del suelo seco grs. | 89.50 | 89.70 | 89.56 | 89.56 |
| Contenido de humedad % | 12.65 | 12.65 | 12.68 | 12.65 |
| Promedio de contenido de humedad % | 12.65 | | | |

Observaciones :

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del peso específico relativo de las partículas solidas de un suelo y GS (N.T.P. 339.131) - ASTM D-856

| Picnómetro N° | 1 | 2 |
|--|---------|---------|
| VOL. DEL FRASCO A 20° C | 500.00 | 500.00 |
| Método de remoción del aire | Vacio | Vacio |
| Peso del picnómetro + agua + suelo | 716.12 | 716.16 |
| Temperatura °C | 23 | 23 |
| Peso del picnómetro + agua grs. | 641.50 | 641.52 |
| Plato Evaporación N° | 1 | 2 |
| Peso del Plato evaporado + suelo seco grs. | 320.00 | 320.00 |
| Peso del suelo seco grs. | 120.00 | 120.00 |
| Volumen de solidos cm ³ | 45.38 | 45.34 |
| Peso esp. rel. de las part. solidas del suelo gr/cm ³ | 2.64 | 2.65 |
| Densidad del agua a la T° del ensayo gr/cm ³ | 0.99789 | 0.99789 |
| Factor de Corrección | 1.00 | 1.00 |
| Gravedad Especifica sin corrección | 2.64 | 2.65 |
| Gravedad Especifica aparente a 20°C | 2.64 | 2.64 |
| PROMEDIO Gs | 2.64 | |

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del Peso Volumétrico de suelo cohesivo (N.T.P. 339.139)

ASTM D-2937

| ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---|---|-------------|---|
| Peso del molde grs. | | | | |
| Peso del suelo + molde grs. | | | | |
| Peso del suelo húmedo grs. | | | N.R. | |
| Volumen del molde cm ³ | | | | |
| Peso volumétrico grs/cm ³ | | | | |
| Promedio del peso volumétrico cohesivo grs/cm³ | | | | |



Carlos E. Chung Rojas
Ing. Carlos E. Chung Rojas
JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVI
CIP N° 55139
UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: -

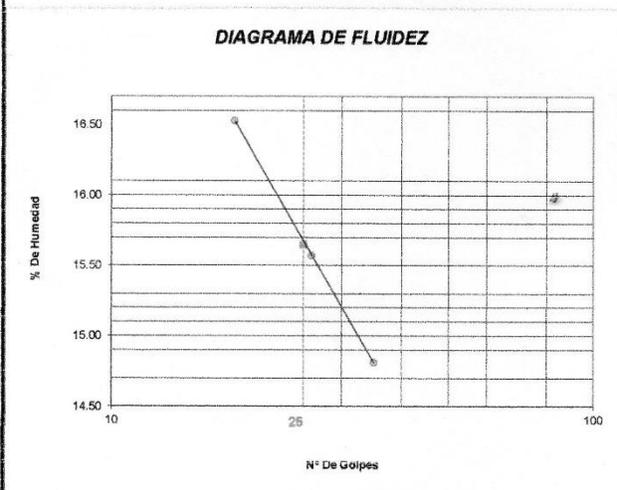
Identificación de la Muestra : 1.00% aditivo Operador : Tes. Fernando Q. N.M. y David A.R. Calicata: C-03 Fecha: 6/07/2020

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada Coordenadas Punto Muestreo: N:9285658 E:349986

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

| Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129) | | ASTM D-4318 | |
|---|-------|-------------|-------|
| Recipiente N° | 13 | 14 | 15 |
| Peso del recipiente grs. | 20.55 | 20.21 | 20.27 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 90.56 | 90.27 | 90.57 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | 80.63 | 80.83 | 81.50 |
| Peso del agua grs. | 9.93 | 9.44 | 9.07 |
| Peso del suelo seco grs. | 60.08 | 60.62 | 61.23 |
| Contenido de Humedad % | 16.53 | 15.67 | 14.81 |
| Numero de Golpes | 18 | 26 | 35 |



| | |
|------------------------------|-------|
| Límite Líquido (%) | 15.65 |
| Límite Plástico (%) | 8.56 |
| Índice de Plasticidad Ip (%) | 7.09 |

| Determinación del Límite Plástico (N.T.P. 339.131) | | ASTM D-4318 | |
|--|-------|-------------|-------|
| Recipiente N° | 16 | 17 | 18 |
| Peso del recipiente grs. | 20.51 | 20.44 | 20.56 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 51.05 | 51.02 | 51.10 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | 48.64 | 49.61 | 49.69 |
| Peso del agua grs. | 2.41 | 2.41 | 2.41 |
| Peso del suelo seco grs. | 28.13 | 28.17 | 28.13 |
| Contenido de humedad | 8.57 | 8.56 | 8.57 |
| Promedio del contenido de humedad LP | | 8.56 | |



Ing. Carlos E. Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAV^{CO}
 CIP N° 56139
 UNSM-FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 400.012 - ASTM D - 423

A.- DATOS GENERALES

Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD

Hecho Por : Tes. Fernando Q. N.M. y David A.R. Profundidad de la Muestra: -

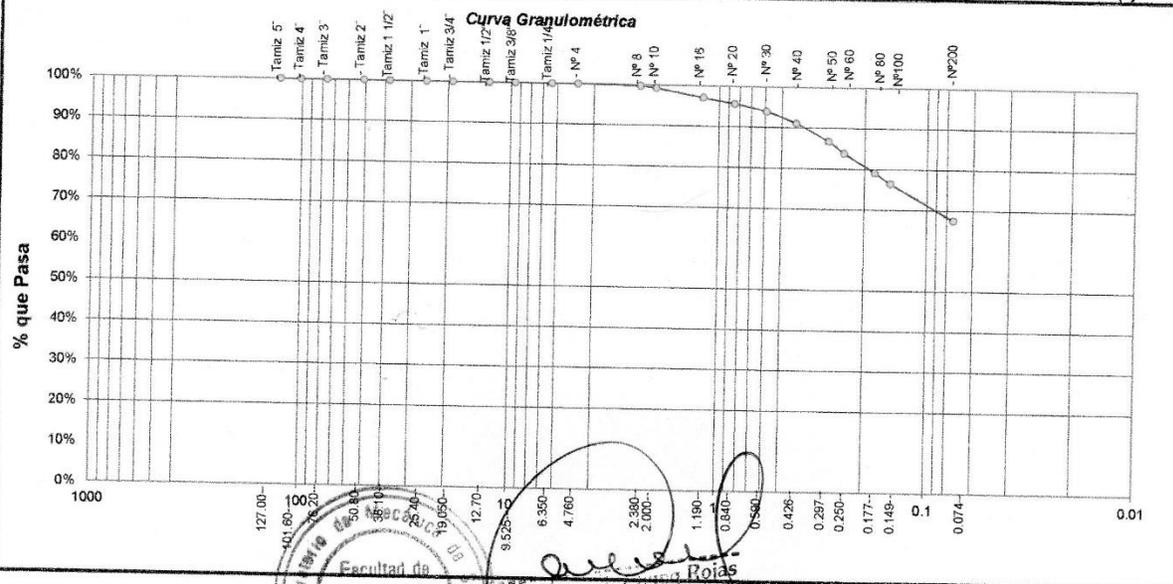
Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada Calicata: C-03

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM Coordenadas UTM : N:9285658 E:349986

B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

| Tamices | | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS |
|--------------|--------|---------------|--------------------|----------------------|------------|--|
| Ø | (mm) | | | | | |
| Tamiz 5" | 127.00 | | | | | Numero del recipiente : 3 |
| Tamiz 4" | 101.60 | | | | | Peso del recipiente : 58.95 |
| Tamiz 3" | 76.20 | | | | | Peso del recipiente + suelo seco : 258.95 |
| Tamiz 2" | 50.80 | | | | | Peso del suelo seco antes del lavado : 200 |
| Tamiz 1 1/2" | 38.10 | | | | | Resultados Obtenidos: |
| Tamiz 1" | 25.40 | | | | | Contenido de humedad natural = 12.65 |
| Tamiz 3/4" | 19.050 | | | | | Limite Líquido = 15.65 |
| Tamiz 1/2" | 12.700 | | | | | Limite Plástico = 8.56 |
| Tamiz 3/8" | 9.525 | | | | | Índice Plástico = 7.09 |
| Tamiz 1/4" | 6.350 | | | | | Grava = 0.00% |
| Nº 4 | 4.760 | | | | 100.00% | Arena = 32.55% |
| Nº 8 | 2.380 | 0.60 | 0.30% | 0.30% | 99.70% | Limos y arcillas = 67.45% |
| Nº 10 | 2.000 | 0.90 | 0.45% | 0.75% | 99.25% | Porcentajes que pasan : |
| Nº 16 | 1.190 | 4.30 | 2.15% | 2.90% | 97.10% | % Pasa el Tamiz Nº 4 : 100.00% |
| Nº 20 | 0.840 | 2.90 | 1.45% | 4.35% | 95.65% | % Pasa el Tamiz Nº 10 : 99.25% |
| Nº 30 | 0.590 | 3.50 | 1.75% | 6.10% | 93.90% | % Pasa el Tamiz Nº 40 : 91.07% |
| Nº 40 | 0.426 | 5.67 | 2.84% | 8.94% | 91.07% | % Pasa el Tamiz Nº 200 : 67.45% |
| Nº 50 | 0.297 | 8.70 | 4.35% | 13.29% | 86.72% | D ₆₀ : = |
| Nº 60 | 0.250 | 5.77 | 2.89% | 16.17% | 83.83% | D ₃₀ : = |
| Nº 80 | 0.177 | 9.55 | 4.78% | 20.95% | 79.06% | D ₁₀ : = |
| Nº 100 | 0.149 | 5.20 | 2.60% | 23.55% | 76.45% | Cc (Coeficiente de curvatura) : |
| Nº 200 | 0.074 | 18.01 | 9.01% | 32.55% | 67.45% | Cu (Coeficiente de Uniformidad) : |
| Fondo | 0.01 | 134.90 | 67.45% | 100.00% | 0.00% | Clasificación S.U.C.S. : CL |
| TOTAL | | 200.00 | | | | Clasificación AASHTO : A-4(6) |



Ing. Carlos J. Rojas

 JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS Y PAV.

 CIP Nº 58139

 UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC N° 119
 MORALES - PERU



Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: - Calicata: C - 03 - 1.00%

Hecho Por: Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000-0002-6354-0595) Fecha: 13/07/2020

Nº Golpes / capa: 25 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.

Dimensiones del Molde: Diametro: 10.15 Altura: 11.60 Vol. 938.60

Sobrecarga: 10 Lbs.

RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557

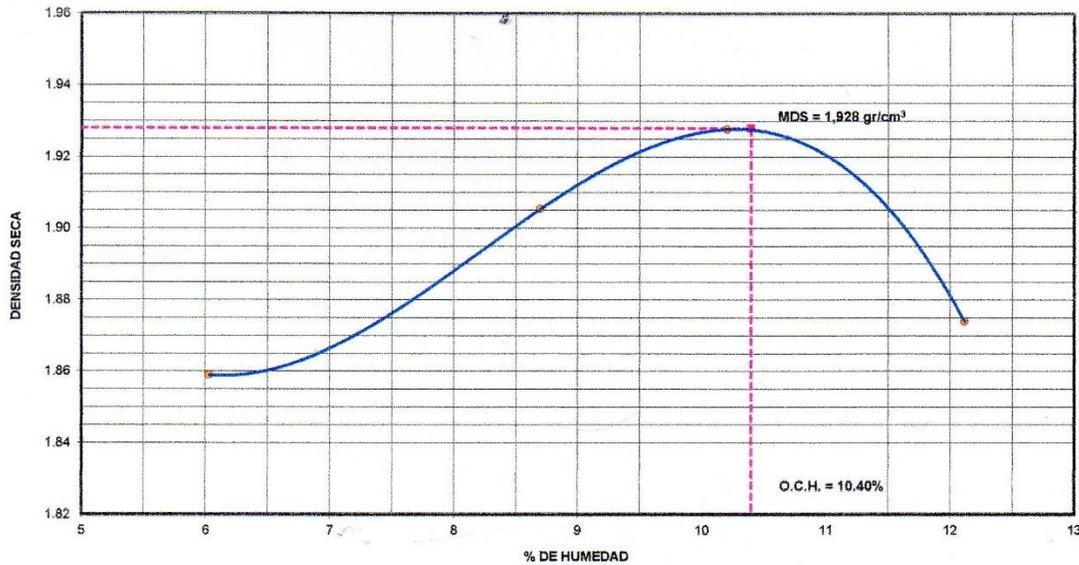
Determinación del contenido de Humedad

| MUESTRA N° | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 | 6.00 | 7.00 | 8.00 |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PESO DEL TARRO (grs) | 55.21 | 55.18 | 55.27 | 55.61 | 55.18 | 55.29 | 55.61 | 55.70 |
| PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA | 156.85 | 156.51 | 156.60 | 156.44 | 156.80 | 156.27 | 156.67 | 156.61 |
| PESO DEL TARRO+MUESTRA SECA (grs) | 151.10 | 150.72 | 148.56 | 148.30 | 147.55 | 146.76 | 145.80 | 145.65 |
| PESO DEL AGUA (grs) | 5.75 | 5.79 | 8.04 | 8.14 | 9.25 | 9.51 | 10.87 | 10.96 |
| PESO DEL MATERIAL SECO (grs) | 95.9 | 95.5 | 93.3 | 92.7 | 92.4 | 91.5 | 90.2 | 90.0 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (grs) | 6.00 | 6.06 | 8.62 | 8.78 | 10.01 | 10.40 | 12.05 | 12.18 |
| % PROMEDIO | 6.03 | | 8.70 | | 10.21 | | 12.12 | |

Determinación de la Densidad

| | | | | |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 6.03 | 8.70 | 10.21 | 12.12 |
| PESO DEL SUELO+MOLDE (grs) | 6050.00 | 6144.00 | 6194.00 | 6172.00 |
| PESO DEL MOLDE (grs) | 4200.00 | 4200.00 | 4200.00 | 4200.00 |
| PESO DEL SUELO (grs) | 1850 | 1944 | 1994 | 1972 |
| DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3) | 1.97 | 2.07 | 2.12 | 2.10 |
| DENSIDAD SECA (grs/cm3) | 1.86 | 1.91 | 1.93 | 1.87 |
| Densidad Máxima (grs/cm3) | | | | 1.928 |
| Humedad Óptima% | | | | 10.40 |

COMPACTACION



Arévalo
 Ing. Carlos E. Chang Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAVIC.
 CIP N° 56133
 UNSM-FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC N° 119
MORALES - PERU



Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: Calicata: C - 03 - 1.00%

Hecho Por: Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Queivi (ORCID: 0000-0002-6354-0595) Fecha: 13/07/2020

Nº Golpes / capa: 25 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
Dimensiones del Molde: Diámetro: 15.2 Altura: 11.7 Vol. 2123.068
Sobrecarga: 10 Lbs.

Calib: 1.991882

VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883

Determinación del contenido de Humedad

| MUESTRA Nº / Nº GOLPES | 1 | | 2 | | 3 | |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PESO DEL TARRO (grs) | 55.21 | 55.29 | 55.61 | 55.78 | 55.61 | 55.40 |
| PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs) | 156.55 | 156.50 | 156.67 | 156.62 | 156.70 | 156.51 |
| PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs) | 147.05 | 146.90 | 147.22 | 147.05 | 147.22 | 146.94 |
| PESO DEL AGUA (grs) | 9.50 | 9.60 | 9.45 | 9.57 | 9.48 | 9.57 |
| PESO DEL MATERIAL SECO (grs) | 91.84 | 91.61 | 91.61 | 91.27 | 91.61 | 91.54 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 10.34 | 10.48 | 10.32 | 10.49 | 10.35 | 10.45 |
| % PROMEDIO | 10.41 | | 10.40 | | 10.40 | |

Determinación de la Densidad

| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 10.41 | 10.40 | 10.40 |
|----------------------------|----------|----------|----------|
| PESO DEL SUELO+MOLDE (grs) | 11611.00 | 11480.00 | 11355.00 |
| PESO DEL MOLDE (grs) | 7092.00 | 7092.00 | 7092.00 |
| PESO DEL SUELO (grs) | 4519.00 | 4388.00 | 4263.00 |
| DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3) | 2.13 | 2.07 | 2.01 |
| DENSIDAD SECA (grs/cm3) | 1.928 | 1.872 | 1.819 |

EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO | Lec Dial | 56 Nº GOLPES | | 25 Nº GOLPES | | 13 Nº GOLPES | | | | |
|------------|----------|--------|-------------|--------------|------|--------------|------|--------------|-------------|------|------|-------|
| | | | | EXPANSION | | EXPANSION | | EXPANSION | | | | |
| | | | | m.m | % | Lec Dial | m.m | % | Lec Dial | m.m | % | m.m.M |
| 9/07/2020 | 09:55:00 | 0 | 856.0 | 0.00 | 0.00 | 157.0 | 0.00 | 0.00 | 185.0 | 0.00 | 0.00 | 117 |
| 10/07/2020 | 09:55:00 | 24 | 857.9 | 1.90 | 1.62 | 158.6 | 1.60 | 1.37 | 186.9 | 1.90 | 1.62 | 117 |
| 11/07/2020 | 09:55:00 | 48 | 858.5 | 2.50 | 2.14 | 159.5 | 2.50 | 2.14 | 187.5 | 2.50 | 2.14 | 117 |
| 12/07/2020 | 09:55:00 | 72 | 859.2 | 3.20 | 2.74 | 160.2 | 3.20 | 2.74 | 188.1 | 3.10 | 2.65 | 117 |
| 13/07/2020 | 09:55:00 | 96 | 859.4 | 3.40 | 2.91 | 160.7 | 3.70 | 3.16 | 188.5 | 3.50 | 2.99 | 117 |

PENETRACIÓN

| Penetración en pulgadas | Molde Nº | | | Molde Nº | | | Molde Nº | | | | | |
|-------------------------------|--------------|-------------|------------------|--------------|-------------|------------------|--------------|-------------|------------------|---------|---------|-------|
| | Nº de golpes | CORRECCIÓN | | Nº de golpes | CORRECCIÓN | | Nº de golpes | CORRECCIÓN | | | | |
| | | Lec Dial | Lbs Lbs/Pulg2 | | Lec Dial | Lbs Lbs/Pulg2 | | Lec Dial | Lbs Lbs/Pulg2 | | | |
| 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | | | |
| 0.025 | 450 | 897.08 | 299.03 | 312 | 620.74 | 206.91 | 250 | 497.24 | 165.75 | | | |
| 0.050 | 658 | 1311.39 | 437.13 | 598 | 1190.41 | 396.80 | 480 | 955.37 | 318.46 | | | |
| 0.075 | 985 | 1962.73 | 654.24 | 905 | 1801.92 | 600.64 | 800 | 1592.77 | 530.92 | | | |
| 0.100 | 1250 | 2490.58 | 830.19 | 83.02 | 1190 | 2369.61 | 789.87 | 78.99 | 1115 | 2220.22 | 740.07 | 74.01 |
| 0.150 | 1700 | 3386.93 | 1128.98 | 1610 | 3206.20 | 1068.73 | 1591 | 3168.35 | 1056.12 | | | |
| 0.200 | 2205 | 4392.63 | 1464.28 | 97.62 | 2010 | 4002.95 | 1334.32 | 88.95 | 1810 | 3604.58 | 1201.53 | 80.10 |
| 0.250 | 2422 | 4825.07 | 1608.36 | 2295 | 4570.64 | 1523.55 | 2205 | 4391.37 | 1463.79 | | | |
| 0.300 | 2650 | 5279.22 | 1759.74 | 2500 | 4978.97 | 1659.66 | 2402 | 4783.77 | 1594.59 | | | |
| 0.400 | 2900 | 5777.19 | 1925.73 | 2750 | 5476.94 | 1825.65 | 2570 | 5118.41 | 1706.14 | | | |
| 0.500 | 2910 | 5797.11 | 1932.37 | 2761 | 5498.86 | 1832.95 | 2575 | 5128.37 | 1709.46 | | | |

Observación : Penetración ejecutada en una prensa Multitplex E-50, con celda de 4,5 Kn con aproximación con sensor de carga R-674-009 desvs.45



 Ing. Carlos E. Chung Rojas

 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVIC

 CIP N° 56139

 UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

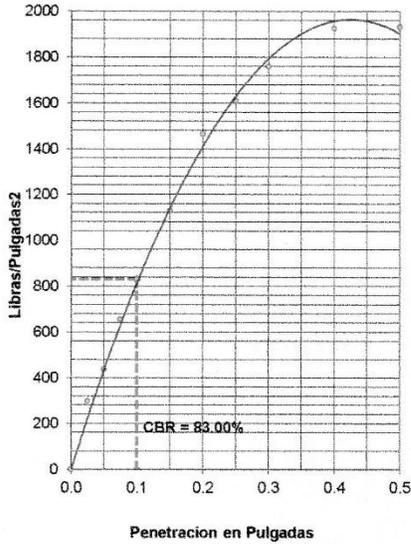
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC Nº 119
MORALES - PERU

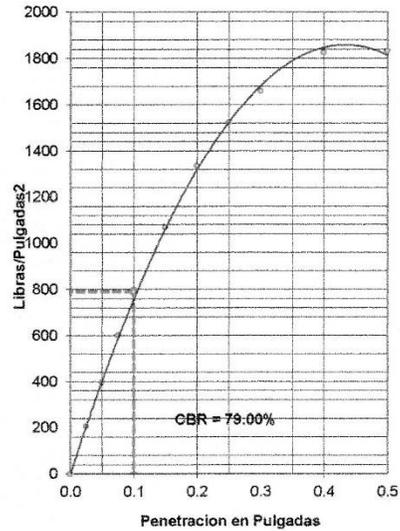


Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto
 Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche
 Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: - Calicata: C - 03 - 1.00%
 Hecho Por Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000- Fecha: 13/07/2020

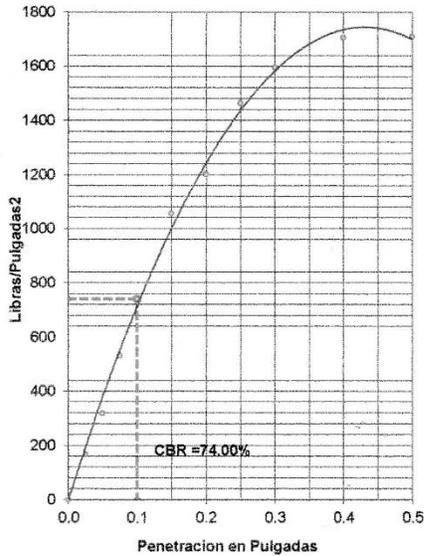
56 GOLPES



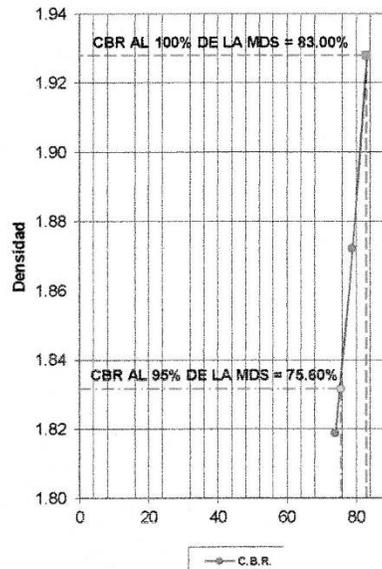
25 GOLPES



13 GOLPES



Título del gráfico



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

| Nº GOLPES | W% | grs/cm3 | EXPANC. | COMP % | CBR 1' | CBR 95% | CBR 100% |
|-----------|-------|---------|---------|--------|--------|---------|----------|
| 56 | 10.41 | 1.93 | 2.91 | 100 | 83.00 | | |
| 25 | 10.40 | 1.87 | 3.16 | 97 | 79.00 | 75.60 | 83.00 |
| 13 | 10.40 | 1.83 | 2.99 | 94 | 74.00 | | |



Ing. Carlos E. Chungu Rojas
JEFE DEL LAB. DE MDS DE SUELOS, PAV.º
CIP Nº 58133
UNSM - FICA

Muestra 04 Con 2.00% de adición





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín **Ubicación :** Sector Palmiche

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD **Profundidad de la Muestra:**

Identificación de la Muestra : 2.00% aditivo **Operador :** Tec. Fernando O. N.M. y David A.R. **Calicata:** C-03 **Fecha:** 6/07/2020

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada **Coordenadas Punto Muestreo:** N.9285658 E.349986

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del contenido de humedad de un suelo N.T.P. 339.127 ASTM 2216

| RECIPIENTE N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--------|--------|--------|--------|
| Peso del recipiente grs. | 100.25 | 100.60 | 100.57 | 100.55 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 200.65 | 200.67 | 200.60 | 200.55 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | 192.65 | 192.72 | 192.62 | 192.60 |
| Peso del agua grs. | 8.00 | 7.95 | 7.98 | 7.95 |
| Peso del suelo seco grs. | 92.40 | 92.12 | 92.05 | 92.05 |
| Contenido de humedad % | 8.66 | 8.63 | 8.67 | 8.64 |
| Promedio de contenido de humedad % | 8.65 | | | |

Observaciones :

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del peso específico relativo de las partículas solidas de un suelo y GS (N.T.P. 339.131) - ASTM D-856

| Picnómetro N° | 1 | 2 |
|--|---------|---------|
| VOL. DEL FRASCO A 20° C | 500.00 | 500.00 |
| Método de remoción del aire | Vacio | Vacio |
| Peso del picnómetro + agua + suelo | 716.44 | 716.50 |
| Temperatura °C | 23 | 23 |
| Peso del picnómetro + agua grs. | 641.60 | 641.62 |
| Plato Evaporado N° | 1 | 2 |
| Peso del Plato evaporado + suelo seco grs. | 320.00 | 320.00 |
| Peso del suelo seco grs. | 120.00 | 120.00 |
| Volumen de solidos cm ³ | 45.16 | 45.12 |
| Peso esp. rel. de las part. solidas del suelo gr/cm ³ | 2.66 | 2.66 |
| Densidad del agua a la T° del ensayo gr/cm ³ | 0.99789 | 0.99789 |
| Factor de Corrección | 1.00 | 1.00 |
| Gravedad Especifica sin corrección | 2.66 | 2.66 |
| Gravedad Especifica aparente a 20°C | 2.65 | 2.65 |
| PROMEDIO G_s | 2.65 | |

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del Peso Volumétrico de suelo cohesivo (N.T.P. 339.139) ASTM D-2937

| ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---|---|------|---|
| Peso del molde grs. | | | | |
| Peso del suelo + molde grs. | | | | |
| Peso del suelo húmedo grs. | | | N.R. | |
| Volumen del molde cm ³ | | | | |
| Peso volumétrico grs/cm ³ | | | | |
| Promedio del peso volumétrico cohesivo grs/cm³ | | | | |



Delgado
 Ing. Carlos E. Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAV.
 CIP N° 56139
 UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: -

Identificación de la Muestra : 2.00% aditivo Operador : Tes. Fernando Q. N.M. y David A.R. Calicata: C-03 Fecha: 6/07/2020

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada Coordenadas Punto Muestreo: N:9285658 E:349986

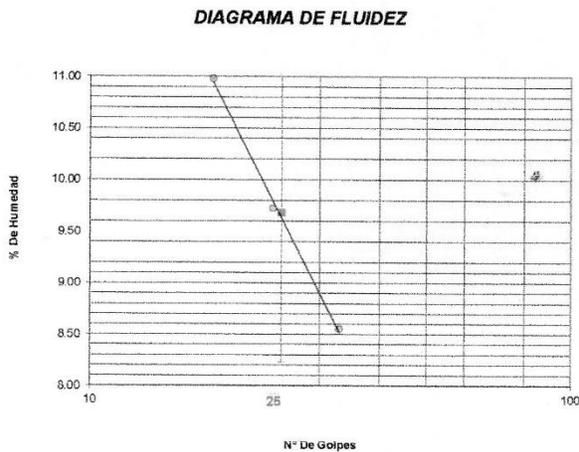
Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129)

ASTM D-4318

| Recipiente N° | 19 | 20 | 21 |
|---|-------|-------|-------|
| Peso del recipiente grs. | 20.68 | 20.91 | 20.75 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 90.12 | 90.08 | 90.17 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | 83.25 | 83.95 | 84.70 |
| Peso del agua grs. | 6.87 | 6.13 | 5.47 |
| Peso del suelo seco grs. | 62.57 | 63.04 | 63.95 |
| Contenido de Humedad % | 10.98 | 9.72 | 8.55 |
| Numero de Golpes | 16 | 24 | 33 |



| | |
|------------------------------|------|
| Límite Líquido (%) | 9.68 |
| Límite Plástico (%) | 6.50 |
| Índice de Plasticidad Ip (%) | 3.18 |

Determinación del Límite Plástico (N.T.P. 339.131)

ASTM D-4318

| Recipiente N° | 22 | 23 | 24 |
|---|-------|-------|-------|
| Peso del recipiente grs. | 20.60 | 20.67 | 20.64 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 50.72 | 50.68 | 50.65 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs. | 48.00 | 48.85 | 48.82 |
| Peso del agua grs. | 1.84 | 1.83 | 1.83 |
| Peso del suelo seco grs. | 28.28 | 28.18 | 28.18 |
| Contenido de humedad | 6.51 | 6.49 | 6.49 |
| Promedio del contenido de humedad LP | 6.50 | | |



Carlos E. Chang Rojas
 Ing. Carlos E. Chang Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAVIC.
 CIP. N° 56139
 UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 400.012 - ASTM D - 423

A.- DATOS GENERALES

Tesis : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización de la Tesis: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: -

Hecho Por : Tes. Fernando Q. N.M. y David A.R. Calicata: C-03

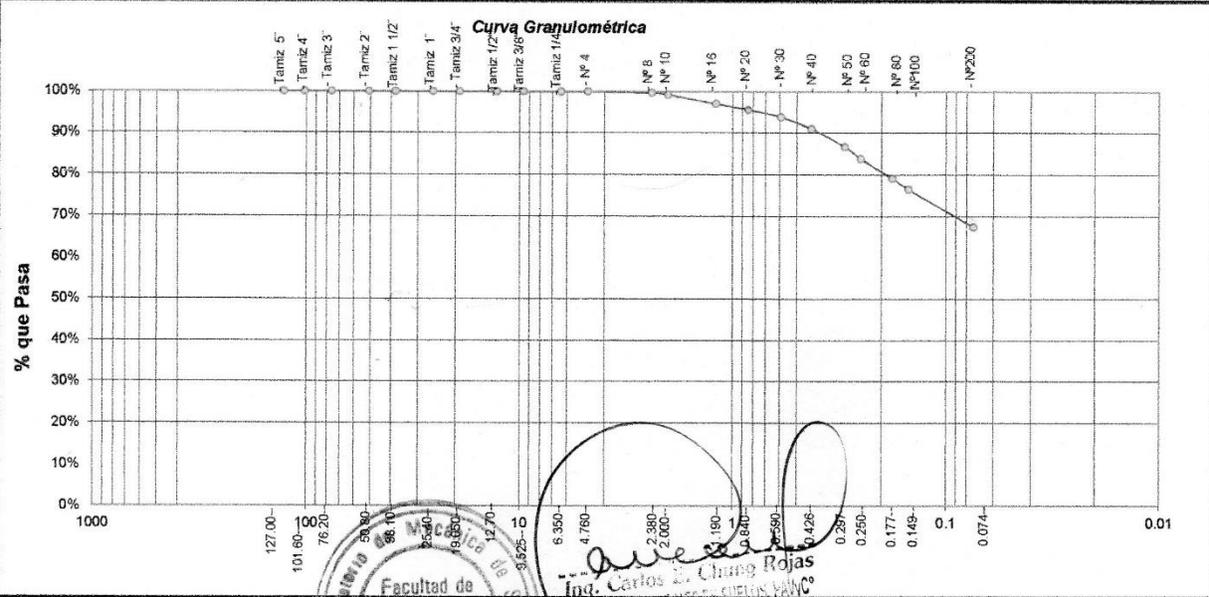
Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM Coordenadas UTM : N:9285658 E:349986

B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

| Tamices | | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS |
|--------------|--------|---------------|--------------------|----------------------|------------|--|
| Ø | (mm) | | | | | |
| Tamiz 5" | 127.00 | | | | | Numero del recipiente : 3 |
| Tamiz 4" | 101.60 | | | | | Peso del recipiente : 58.95 |
| Tamiz 3" | 76.20 | | | | | Peso del recipiente + suelo seco : 258.95 |
| Tamiz 2" | 50.80 | | | | | Peso del suelo seco antes del lavado : 200 |
| Tamiz 1 1/2" | 38.10 | | | | | Resultados Obtenidos: |
| Tamiz 1" | 25.40 | | | | | Contenido de humedad natural = 8.65 |
| Tamiz 3/4" | 19.050 | | | | | Limite Líquido = 9.66 |
| Tamiz 1/2" | 12.700 | | | | | Limite Plástico = 6.50 |
| Tamiz 3/8" | 9.525 | | | | | Índice Plástico = 3.18 |
| Tamiz 1/4" | 6.350 | | | | | Grava = 0.00% |
| Nº 4 | 4.760 | | | | 100.00% | Arena = 32.60% |
| Nº 8 | 2.380 | 0.58 | 0.29% | 0.29% | 99.71% | Limos y arcillas = 67.41% |
| Nº 10 | 2.000 | 0.92 | 0.46% | 0.75% | 99.25% | Porcentajes que pasan : |
| Nº 16 | 1.190 | 4.28 | 2.14% | 2.89% | 97.11% | % Pasa el Tamiz Nº 4 100.00% |
| Nº 20 | 0.840 | 2.92 | 1.46% | 4.35% | 95.65% | % Pasa el Tamiz Nº 10 99.25% |
| Nº 30 | 0.590 | 3.44 | 1.72% | 6.07% | 93.93% | % Pasa el Tamiz Nº 40 91.06% |
| Nº 40 | 0.426 | 5.75 | 2.88% | 8.95% | 91.06% | % Pasa el Tamiz Nº 200 67.41% |
| Nº 50 | 0.297 | 8.65 | 4.33% | 13.27% | 86.73% | D ₆₀ : = |
| Nº 60 | 0.250 | 5.81 | 2.91% | 16.18% | 83.83% | D ₃₀ : = |
| Nº 80 | 0.177 | 9.52 | 4.76% | 20.94% | 79.07% | D ₁₀ : = |
| Nº 100 | 0.149 | 5.27 | 2.64% | 23.57% | 76.43% | Cc (Coeficiente de curvatura) : |
| Nº 200 | 0.074 | 18.05 | 9.03% | 32.60% | 67.41% | Cu (Coeficiente de Uniformidad) : |
| Fondo | 0.01 | 134.81 | 67.41% | 100.00% | 0.00% | Clasificación S.U.C.S. : ML |
| TOTAL | | 200.00 | | | | Clasificación AASHTO : A-4(6) |



Ind. Carlos E. Chino Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP Nº 56130
 UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC N° 119
 MORALES - PERU



Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: - Calicata: C - 03 - 2.00%

Hecho Por: Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000-0002-8354-0595) Fecha: 13/07/2020

N° Golpes / capa: 25 N° Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.

Dimensiones del Molde: Diametro: 10.15 Altura: 11.60 Vol. 938.60

Sobrecarga: 10 Lbs.

RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557

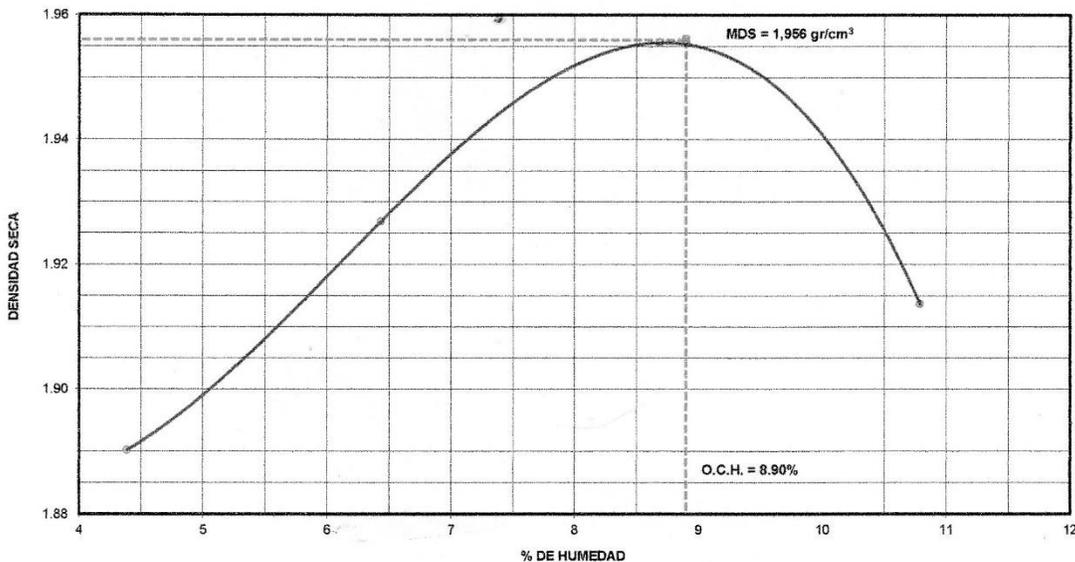
Determinación del contenido de Humedad

| MUESTRA N° | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 | 6.00 | 7.00 | 8.00 |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PESO DEL TARRO (grs) | 55.68 | 55.50 | 55.27 | 55.29 | 55.18 | 55.20 | 55.55 | 55.44 |
| PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA | 156.28 | 156.18 | 156.27 | 156.24 | 156.22 | 156.29 | 156.22 | 156.23 |
| PESO DEL TARRO+MUESTRA SECA (grs) | 152.10 | 151.90 | 150.20 | 150.10 | 148.20 | 148.15 | 146.50 | 146.33 |
| PESO DEL AGUA (grs) | 4.18 | 4.28 | 6.07 | 6.14 | 8.02 | 8.14 | 9.72 | 9.90 |
| PESO DEL MATERIAL SECO (grs) | 96.4 | 96.4 | 94.9 | 94.8 | 93.0 | 93.0 | 91.0 | 90.9 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (grs) | 4.34 | 4.44 | 6.39 | 6.48 | 8.62 | 8.76 | 10.69 | 10.89 |
| % PROMEDIO | 4.39 | | 6.44 | | 8.69 | | 10.79 | |

Determinación de la Densidad

| | | | | |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 4.39 | 6.44 | 8.69 | 10.79 |
| PESO DEL SUELO+MOLDE (grs) | 6052.00 | 6125.00 | 6195.00 | 6190.00 |
| PESO DEL MOLDE (grs) | 4200.00 | 4200.00 | 4200.00 | 4200.00 |
| PESO DEL SUELO (grs) | 1852 | 1925 | 1995 | 1990 |
| DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3) | 1.97 | 2.05 | 2.13 | 2.12 |
| DENSIDAD SECA (grs/cm3) | 1.89 | 1.93 | 1.96 | 1.91 |
| Densidad Máxima (grs/cm3) | | | | 1.956 |
| Humedad Óptima% | | | | 8.90 |

COMPACTACION



Arévalo
 Ing. Carlos D. Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAV. Y C.
 CIP N° 55139
 UNSM-FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC N° 119

MORALES - PERU



Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche

Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: Calicata: C-03 -2.00%

Hecho Por: Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000-0002-6354-0595) Fecha: 13/07/2020

Nº Golpes / capa: 25 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
Dimensiones del Molde: Diametro: 15.2 Altura: 11.7 Vol: 2123.068
Sobrecarga: 10 Lbs.

Calib: 1.991882

VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883

Determinación del contenido de Humedad

| MUESTRA Nº / Nº GOLPES | 1 | | 2 | | 3 | |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PESO DEL TARRO (grs) | 55.68 | 55.61 | 55.55 | 55.57 | 55.60 | 55.50 |
| PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs) | 156.65 | 156.58 | 156.62 | 156.64 | 156.60 | 156.69 |
| PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs) | 148.43 | 148.30 | 148.40 | 148.35 | 148.40 | 148.35 |
| PESO DEL AGUA (grs) | 8.22 | 8.28 | 8.22 | 8.29 | 8.20 | 8.34 |
| PESO DEL MATERIAL SECO (grs) | 92.75 | 92.69 | 92.85 | 92.78 | 92.80 | 92.85 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 8.86 | 8.93 | 8.85 | 8.94 | 8.84 | 8.98 |
| % PROMEDIO | 8.90 | | 8.89 | | 8.91 | |

Determinación de la Densidad

| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 8.90 | 8.89 | 8.91 |
|----------------------------|----------|----------|----------|
| PESO DEL SUELO+MOLDE (grs) | 11615.00 | 11489.00 | 11360.00 |
| PESO DEL MOLDE (grs) | 7092.00 | 7092.00 | 7092.00 |
| PESO DEL SUELO (grs) | 4523.00 | 4397.00 | 4268.00 |
| DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3) | 2.13 | 2.07 | 2.01 |
| DENSIDAD SECA (grs/cm3) | 1.956 | 1.902 | 1.846 |

EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO | 56 Nº GOLPES | | | | | | 25 Nº GOLPES | | | | 13 Nº GOLPES | |
|------------|----------|--------|--------------|-----------|------|----------|-----------|------|--------------|-----------|------|-----|--------------|--|
| | | | Lec Dial | EXPANSION | | Lec Dial | EXPANSION | | Lec Dial | EXPANSION | | m.m | | |
| | | | | m.m | % | | m.m | % | | m.m | % | | | |
| 9/07/2020 | 10:26:00 | 0 | 560.0 | 0.00 | 0.00 | 585.0 | 0.00 | 0.00 | 455.0 | 0.00 | 0.00 | 117 | | |
| 10/07/2020 | 10:26:00 | 24 | 560.5 | 0.50 | 0.43 | 586.5 | 1.50 | 1.28 | 456.5 | 1.50 | 1.28 | 117 | | |
| 11/07/2020 | 10:26:00 | 48 | 561.0 | 1.00 | 0.85 | 587.1 | 2.10 | 1.79 | 457.2 | 2.20 | 1.88 | 117 | | |
| 12/07/2020 | 10:26:00 | 72 | 561.5 | 1.50 | 1.28 | 587.3 | 2.25 | 1.92 | 457.4 | 2.35 | 2.01 | 117 | | |
| 13/07/2020 | 10:26:00 | 96 | 562.0 | 2.00 | 1.71 | 587.4 | 2.40 | 2.05 | 457.5 | 2.45 | 2.09 | 117 | | |

PENETRACIÓN

| Penetración en pulgadas | Molde Nº 56 Nº de golpes | | | | Molde Nº 25 Nº de golpes | | | | Molde Nº 13 Nº de golpes | | | |
|-------------------------|--------------------------|------------|-----------|--------|--------------------------|------------|-----------|-------|--------------------------|------------|-----------|-------|
| | Lec Dial | CORRECCIÓN | | | Lec Dial | CORRECCIÓN | | | Lec Dial | CORRECCIÓN | | |
| | | Lbs | Lbs/Pulg2 | | | Lbs | Lbs/Pulg2 | | | Lbs | Lbs/Pulg2 | |
| 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | | 0 | 0.00 | 0.00 | | 0 | 0.00 | 0.00 | |
| 0.025 | 560 | 1116.18 | 372.06 | | 410 | 815.94 | 271.98 | | 340 | 676.51 | 225.50 | |
| 0.050 | 756 | 1506.59 | 502.20 | | 685 | 1363.71 | 454.57 | | 560 | 1114.72 | 371.57 | |
| 0.075 | 1250 | 2490.58 | 830.19 | | 1110 | 2210.26 | 736.75 | | 1000 | 1991.15 | 663.72 | |
| 0.100 | 1472 | 2932.78 | 977.59 | 97.76 | 1447 | 2881.52 | 960.51 | 96.05 | 1357 | 2702.25 | 900.75 | 90.08 |
| 0.150 | 2100 | 4183.68 | 1394.56 | | 1980 | 3943.20 | 1314.40 | | 1899 | 3781.85 | 1260.62 | |
| 0.200 | 2460 | 4900.76 | 1633.59 | 108.91 | 2240 | 4461.08 | 1487.03 | 99.14 | 2158 | 4297.75 | 1432.58 | 95.51 |
| 0.250 | 2850 | 5677.59 | 1892.53 | | 2750 | 5478.94 | 1825.65 | | 2850 | 5277.76 | 1759.25 | |
| 0.300 | 3123 | 6221.38 | 2073.79 | | 2950 | 5875.32 | 1958.44 | | 2850 | 5676.13 | 1892.04 | |
| 0.400 | 3501 | 6974.31 | 2324.77 | | 3280 | 6532.64 | 2177.55 | | 3126 | 6225.89 | 2075.30 | |
| 0.500 | 3520 | 7012.16 | 2337.39 | | 3325 | 6622.28 | 2207.43 | | 3155 | 6283.66 | 2094.55 | |

Observación : Penetración ejecutada en una prensa Multiplex E-50, con celda de 4,5 Kn con aproximación con sensor de carga R-674-009 desvs.45



Ing. Carlos A. Chung Rojas
JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAV.º
CIP Nº 60130
UNSM - FICA

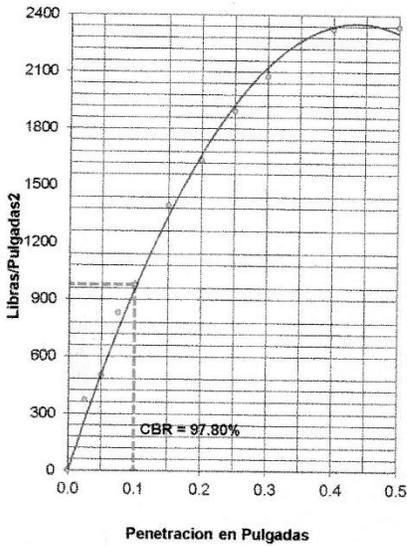


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC Nº 119
 MORALES - PERU

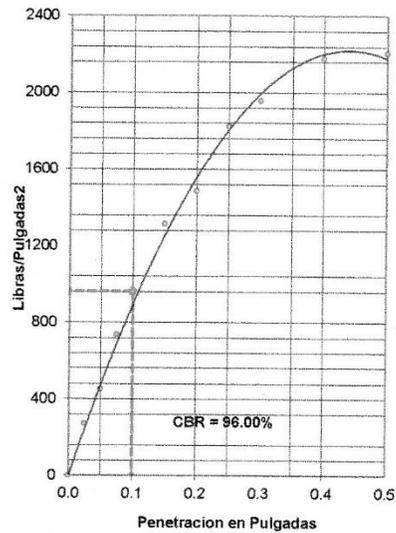


Proyecto: Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto
 Localización del Proyecto: Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Dpto. San Martín Ubicación: Palmiche
 Descripción del Suelo: SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: - Calicata: C - 03 - 2.00%
 Hecho Por Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000- Fecha: 13/07/2020

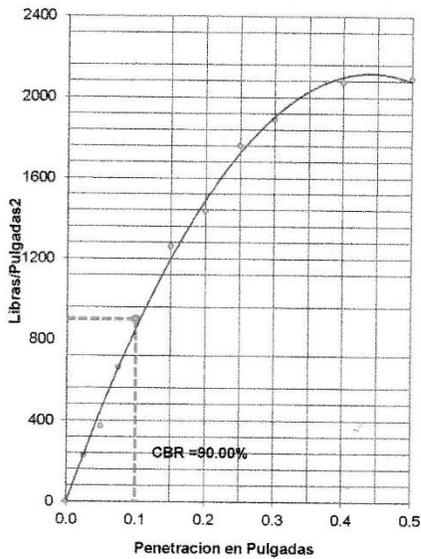
56 GOLPES



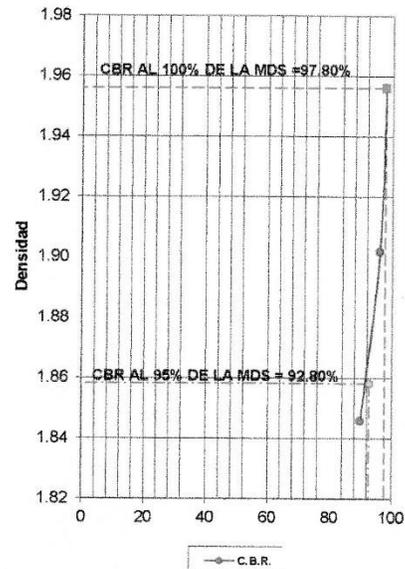
25 GOLPES



13 GOLPES



Título del gráfico



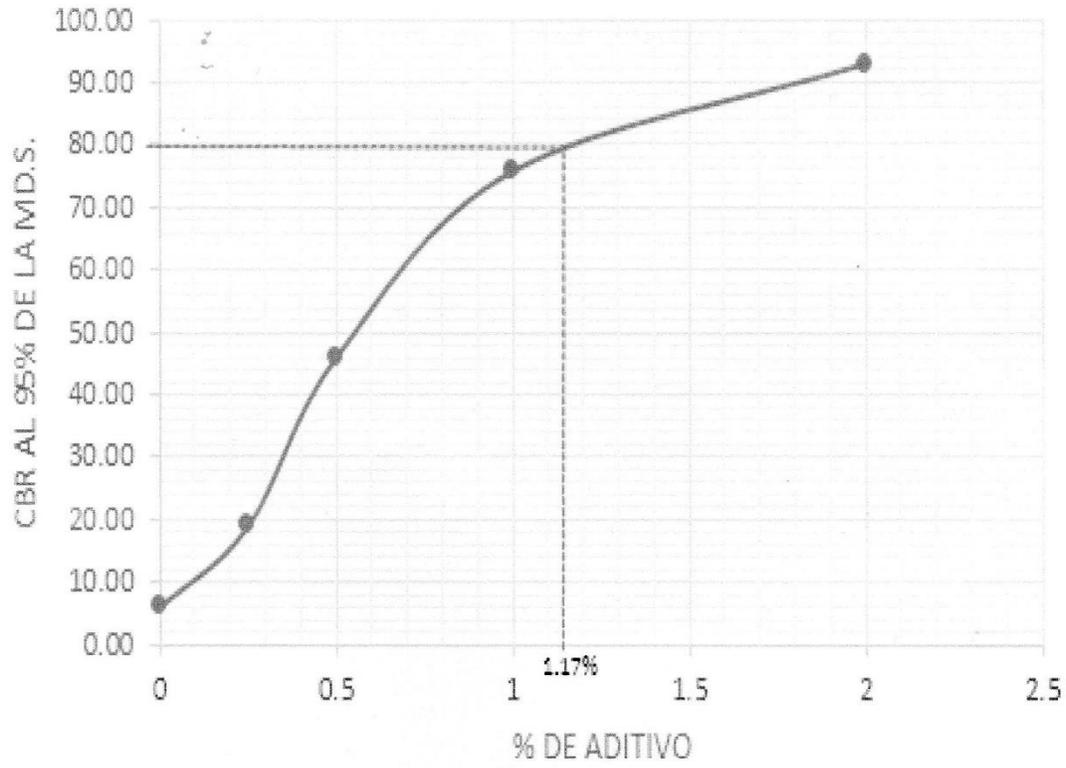
RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

| Nº GOLPES | W% | grs/cm3 | EXPANC | COMP % | CBR 1' | CBR 95% | CBR 100% |
|-----------|------|---------|--------|--------|--------|---------|----------|
| 56 | 8.90 | 1.96 | 1.77 | 100 | 97.80 | | |
| 25 | 8.89 | 1.90 | 2.05 | 97 | 96.00 | 92.80 | |
| 13 | 8.91 | 1.86 | 2.09 | 94 | 90.00 | | 97.80 |

Ing. Carlos L. Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAVIC
 CIP Nº 56130
 UNSM - FICA

Determinación de la Óptima cantidad de aditivo





| | | | |
|---------|------|---|--------|
| CBR | 80 | % | M.D.S. |
| ADITIVO | 1.17 | % | O.C.H. |



Carlos E. Chung Rojas
 Ing. Carlos E. Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVIC^o
 CIP N° 56139
 UNSM - FICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Teléfono 521402 ANEXO FIC N° 119

MORALES - PERU



PROYECTO : Evaluación de la subrasante con adición del copolímero topsoil para mejorar la capacidad de soporte del suelo, sector Palmiche, Tarapoto

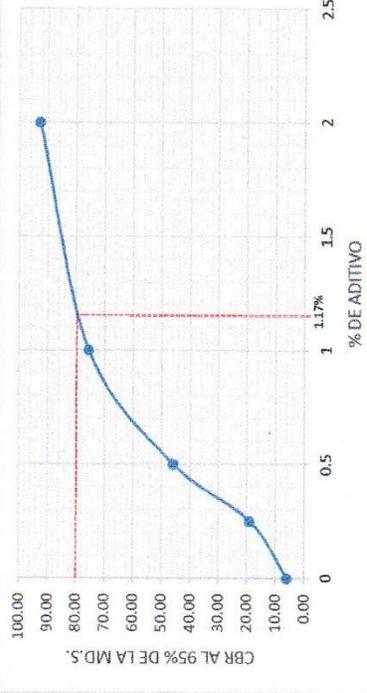
UBICACIÓN : Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Departamento de San Martín

FECHA : Julio del 2,020

TESISTAS : Arévalo Rojas, David (0000-0001-9768-1583) y Navarro Mori, Fernando Quelvi (ORCID: 0000-0002-6354-0595)

CUADRO N° 04 DETERMINACION DEL OPTIMO ADICION DEL ADITIVO PARA CUMPLIR COMO BASE

| N° CALICATA / MUESTRA | MUESTRA / % DE ADICION | PROCEDECIA DE MATERIAL | PROFUNDIDAD (m) | LIMITES DE CONSISTENCIA | | | GRANULOMETRIA | | | | SISTEMA DE CLASIFICACION | | PROCTOR | | CBR | | HUMEDAD IN SITU (%) | |
|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------|-------------------------|--------|--------|---------------|-------|-------|-------|--------------------------|----------|-------------------------|----------|---------|----------|---------------------|-------|
| | | | | L.L. % | L.P. % | I.P. % | # 4 | # 10 | # 40 | # 200 | AASHTO | SUCS | Dmáx gr/cm ³ | O.C.H. % | 95% MSD | 100% MSD | | Gs |
| C-03 | 0 | SUELO NATURAL | 0.30-1.80 | 41.03 | 23.82 | 17.21 | 100.00 | 89.21 | 91.06 | 67.41 | CL | A-7-6(9) | 1.885 | 15.20 | 5.90 | 7.20 | 2.63 | 26.40 |
| I | 0.25 | SUELO ESTABILIZADO | - | 35.15 | 19.56 | 15.59 | 100.00 | 98.90 | 88.72 | 57.98 | CL | A-7-6(6) | 1.892 | 13.56 | 18.90 | 25.60 | 2.63 | 19.85 |
| II | 0.50 | SUELO ESTABILIZADO | - | 28.52 | 16.98 | 11.54 | 100.00 | 99.21 | 91.06 | 67.41 | CL | A-7-6(9) | 1.905 | 11.50 | 45.80 | 55.50 | 2.63 | 17.65 |
| III | 1.00 | SUELO ESTABILIZADO | - | 15.65 | 8.56 | 7.08 | 90.41 | 87.63 | 79.15 | 57.93 | CL | A-7-6(7) | 1.928 | 10.40 | 75.60 | 83.00 | 2.64 | 12.65 |
| IV | 2.00 | SUELO ESTABILIZADO | - | 9.68 | 6.50 | 3.18 | 90.41 | 87.63 | 79.15 | 57.93 | CL | A-7-6(7) | 1.956 | 8.90 | 92.80 | 97.80 | 2.65 | 8.65 |



| | | | |
|---------|------|---|--------|
| CBR | 80 | % | M.D.S. |
| ADITIVO | 1.17 | % | O.C.H. |



Fotos



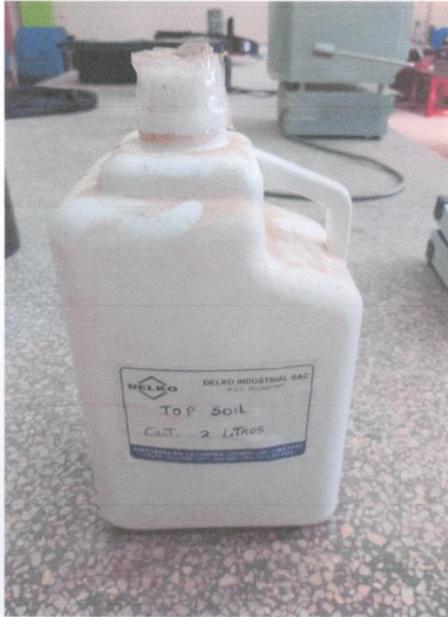


Foto.- Se aprecia el aditivo sellado y listo para su utilización y dosificación con el suelo a estabilizar.



Foto.- Se aprecia la dosificación con el suelo a estabilizar.



Carlos E. Chung Rojas
Ing. Carlos E. Chung Rojas
JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAV
CIP N° 55139
UNSM-FICA



Foto.- Se aprecia el equipo de compactación automática utilizada para el ensayo de proctor y CBR.



Foto.- Se aprecia la penetración del espécimen para determinar el CBR de la muestra patrón.



Carlos E. Chung Rojas
Ing. Carlos E. Chung Rojas
JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVC^o
CIP N° 58139
UNSM-FIC^o

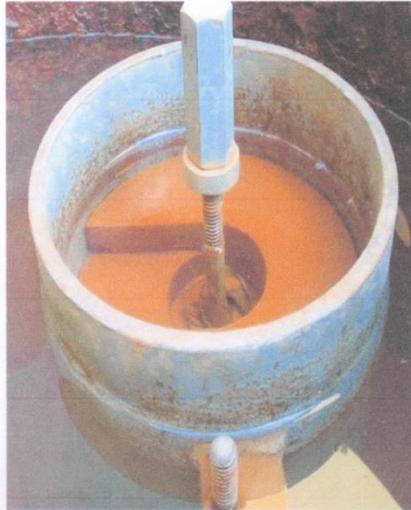


Foto.- Se aprecia la muestra en condiciones saturadas y poder determinar el CBR en las peores condiciones



Foto.- Se aprecia la penetración del espécimen para determinar el CBR de la muestra con óptimo contenido de aditivo.



[Handwritten Signature]
Ing. *[Name]* Rojas
JEFE DEL LAB. DE MECÁNICA DE SUELOS
CIP. 100.000.000
UNSM - FICM

**CERTIFICADOS DE
CALIBRACION DE EQUIPOS
UTILIZADOS**





JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.
RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 0319153
Pág. 2 de 6

VERIFICACIÓN

1.- GENERALIDADES.

A solicitud de UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARTIN, se procedió a verificar un Anillo de Carga. La calibración se realizó en las Instalaciones donde la UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARTIN

2.- DEL SISTEMA A VERIFICAR.

ANILLO DE CARGA PARA PRENSA CBR

| | | | |
|----------------|---|-----------|-------------|
| Prensa Marca | : ELE | Dial | |
| Modelo/Serie | : CN-474M / No indica | Marca | : ELE |
| Anillo Marca | : ELE | Modelo | : No indica |
| Modelo | : No indica | Serie | : No indica |
| Serie | : 1155-16-20163 | Rango | : 5 mm |
| Capacidad | : 5 TN | Presición | : 0,002 mm |
| Procedencia | : USA | | |
| Identificación | : 3E+05 | | |
| Ubicación | : Laboratorio de Ensayo de Suelo y Pavimentos | | |

3.- DEL SISTEMA DE CALIBRACIÓN.

| | | | |
|----------------|--------------|-----------|-----------------------|
| Celda de Carga | : KELI | Indicador | : Digital HIGH WEIGHT |
| Modelo | : A-FED | Modelo | : 315-X5 |
| Serie | : AGB8500 | Serie | : 0215426 |
| Carga Nominal | : 5000 kgf. | División | : 0,1 kgf. |
| Modalidad | : Compresión | | |

4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN.

| | |
|-------|---|
| Fecha | : 2019-12-20 |
| Lugar | : Instalaciones donde la UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARTIN. |

5.- PROCEDIMIENTO.

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025:2017, Se aplicaron tres series de carga al Anillo mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

6.- CONDICIONES AMBIENTALES.

| | |
|---------------------|-----------|
| Temperatura Inicial | : 28.4 °C |
| Temperatura Final | : 27.5 °C |
| Humedad Relativa | : 66 % |

JMR EQUIPOS S.A.C.

Tco. PAUL FAVIO SOUZA PIZANO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA

JMR EQUIPOS S.A.C.

Tco. ANGEL HUGO LUCHEZ PEÑA
JEFE DE LABORATORIO





JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 0319153

Pág. 3 de 6

7.- TRAZABILIDAD.

Certificado de Calibración INF-LE 255-19 con trazabilidad en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica.

8.- RESULTADOS

- En la Tabla N° 01 se muestran los promedios de las series de verificación y los errores correspondientes.
- En el Gráfico N°01 se muestra la curva de regresión y la ecuación de ajuste correspondientes a la presente calibración.
- Confines de identificación se ha colocado etiquetas con el número del certificado.

8.1.- INSPECCIÓN VISUAL

- El equipo no presenta ninguna observación.

JMR EQUIPOS S.A.C.

OS PAUL FAUO SOUZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA

JMR EQUIPOS S.A.C.
OS ANGE HUGO MCGHEZ PENA
JEFE DE LABORATORIO





JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio; Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 0319153

Pág. 4 de 6

9.- DATOS DE MEDICIÓN

TABLA N° 01

CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA

Prensa Marca: ELE; Modelo: CN-474M; Serie: No indica

Anillo Marca: ELE; Modelo: No indica; Serie: 1155-16-20163

Dial : Marca ELE; Modelo: No indica; Serie: No indica; Rango: 5 mm

| SISTEMA ANALÓGICO | SERIES DE VERIFICACIÓN (mm) | | | PROMEDIO mm |
|-------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| | SERIE (1) mm | SERIE (2) mm | SERIE (3) mm | |
| Divisiones | | | | |
| 50 | 216,1 | 216,5 | 216,3 | 216,30 |
| 100 | 439,6 | 439,4 | 438,7 | 439,23 |
| 150 | 653,0 | 652,8 | 653,2 | 653,00 |
| 200 | 885,3 | 884,4 | 884,8 | 884,83 |
| 250 | 1105,2 | 1106,7 | 1.106,1 | 1.106,00 |
| 300 | 1328,5 | 1329,2 | 1.329,4 | 1.329,03 |
| 350 | 1563,0 | 1563,1 | 1.563,1 | 1.563,07 |
| 400 | 1770,1 | 1770,3 | 1.769,8 | 1.770,07 |
| 450 | 1993,8 | 1993,4 | 1.992,9 | 1.993,37 |
| 500 | 2212,3 | 2213,8 | 2.212,7 | 2.212,93 |
| 550 | 2431,2 | 2433,6 | 2.431,5 | 2.432,10 |
| 600 | 2654,6 | 2655,0 | 2.654,6 | 2.654,73 |
| 650 | 2877,9 | 2877,6 | 2.876,3 | 2.877,27 |
| 700 | 3093,6 | 3093,4 | 3.095,6 | 3.094,20 |

Coefficiente
Correlación:

$R^2 = 1$

Ecuación de ajuste:

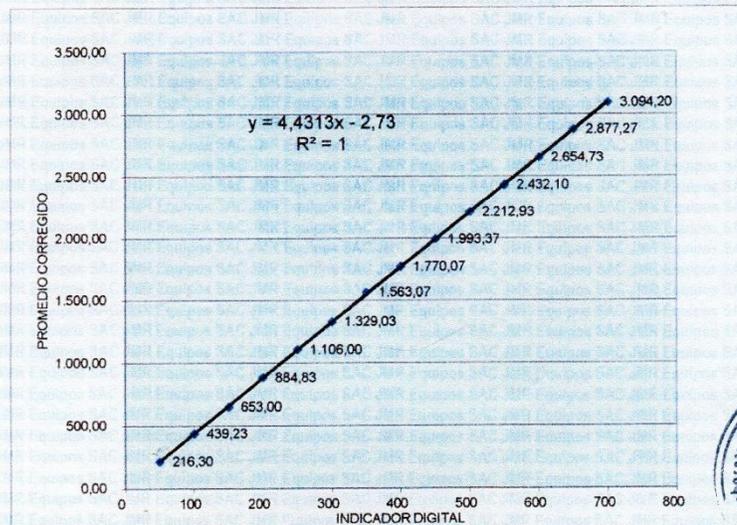
Donde: $y = 4,4343x - 2,73$

X : Lectura del Dial (Divisiones)

Y : fuerza promedio (mm)

10.- GRÁFICA (Coeficiente de Correlación y Ecuación de Ajuste)

GRÁFICO N° 01



JMR EQUIPOS S.A.C.

Ing. PAUL ERASMO SOUZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA

JMR EQUIPOS S.A.C.

Ing. ANGELO HUGO VILCHEZ PEÑA
JEFE DE LABORATORIO



JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 0319153

Pág. 5 de 6

JMR EQUIPOS S.A.C.

10.-

Ing. PAUL PAVIÑO SOUZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGÍA

CARTA DE CALIBRACIÓN

Anillo Marca ELE, Modelo No indica, Serie 1155-16-20163 de 5 TN
Dial Marca ELE, Serie No indica de 5 mm x 0,002 mm



JMR EQUIPOS S.A.C.
Ing. ANGEL HUGO VILCHEZ PENA
CIP. 84442
JEFE DE LABORATORIO

Fecha de calibración: 2019-12-20

| Divis. | Kilogramos | | | | | | | | | |
|--------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 10 | 42 | 46 | 50 | 55 | 59 | 64 | 68 | 73 | 77 | 82 |
| 20 | 86 | 90 | 95 | 99 | 104 | 108 | 113 | 117 | 121 | 126 |
| 30 | 130 | 135 | 139 | 144 | 148 | 152 | 157 | 161 | 166 | 170 |
| 40 | 175 | 179 | 184 | 188 | 192 | 197 | 201 | 206 | 210 | 215 |
| 50 | 219 | 223 | 228 | 232 | 237 | 241 | 246 | 250 | 254 | 259 |
| 60 | 263 | 268 | 272 | 277 | 281 | 285 | 290 | 294 | 299 | 303 |
| 70 | 308 | 312 | 317 | 321 | 325 | 330 | 334 | 339 | 343 | 348 |
| 80 | 352 | 356 | 361 | 365 | 370 | 374 | 379 | 383 | 387 | 392 |
| 90 | 396 | 401 | 405 | 410 | 414 | 419 | 423 | 427 | 432 | 436 |
| 100 | 441 | 445 | 450 | 454 | 458 | 463 | 467 | 472 | 476 | 481 |
| 110 | 485 | 489 | 494 | 498 | 503 | 507 | 512 | 516 | 521 | 525 |
| 120 | 529 | 534 | 538 | 543 | 547 | 552 | 556 | 560 | 565 | 569 |
| 130 | 574 | 578 | 583 | 587 | 591 | 596 | 600 | 605 | 609 | 614 |
| 140 | 618 | 623 | 627 | 631 | 636 | 640 | 645 | 649 | 654 | 658 |
| 150 | 662 | 667 | 671 | 676 | 680 | 685 | 689 | 693 | 698 | 702 |
| 160 | 707 | 711 | 716 | 720 | 724 | 729 | 733 | 738 | 742 | 747 |
| 170 | 751 | 756 | 760 | 764 | 769 | 773 | 778 | 782 | 787 | 791 |
| 180 | 795 | 800 | 804 | 809 | 813 | 818 | 822 | 826 | 831 | 835 |
| 190 | 840 | 844 | 849 | 853 | 858 | 862 | 866 | 871 | 875 | 880 |
| 200 | 884 | 889 | 893 | 897 | 902 | 906 | 911 | 915 | 920 | 924 |
| 210 | 928 | 933 | 937 | 942 | 946 | 951 | 955 | 960 | 964 | 968 |
| 220 | 973 | 977 | 982 | 986 | 991 | 995 | 999 | 1004 | 1008 | 1013 |
| 230 | 1017 | 1022 | 1026 | 1030 | 1035 | 1039 | 1044 | 1048 | 1053 | 1057 |
| 240 | 1062 | 1066 | 1070 | 1075 | 1079 | 1084 | 1088 | 1093 | 1097 | 1101 |
| 250 | 1106 | 1110 | 1115 | 1119 | 1124 | 1128 | 1132 | 1137 | 1141 | 1146 |
| 260 | 1150 | 1155 | 1159 | 1163 | 1168 | 1172 | 1177 | 1181 | 1186 | 1190 |
| 270 | 1195 | 1199 | 1203 | 1208 | 1212 | 1217 | 1221 | 1226 | 1230 | 1234 |
| 280 | 1239 | 1243 | 1248 | 1252 | 1257 | 1261 | 1265 | 1270 | 1274 | 1279 |
| 290 | 1283 | 1288 | 1292 | 1297 | 1301 | 1305 | 1310 | 1314 | 1319 | 1323 |
| 300 | 1328 | 1332 | 1336 | 1341 | 1345 | 1350 | 1354 | 1359 | 1363 | 1367 |
| 310 | 1372 | 1376 | 1381 | 1385 | 1390 | 1394 | 1399 | 1403 | 1407 | 1412 |
| 320 | 1416 | 1421 | 1425 | 1430 | 1434 | 1438 | 1443 | 1447 | 1452 | 1456 |
| 330 | 1461 | 1465 | 1469 | 1474 | 1478 | 1483 | 1487 | 1492 | 1496 | 1500 |
| 340 | 1505 | 1509 | 1514 | 1518 | 1523 | 1527 | 1532 | 1536 | 1540 | 1545 |
| 350 | 1549 | 1554 | 1558 | 1563 | 1567 | 1571 | 1576 | 1580 | 1585 | 1589 |
| 360 | 1594 | 1598 | 1602 | 1607 | 1611 | 1616 | 1620 | 1625 | 1629 | 1634 |
| 370 | 1638 | 1642 | 1647 | 1651 | 1656 | 1660 | 1665 | 1669 | 1673 | 1678 |
| 380 | 1682 | 1687 | 1691 | 1696 | 1700 | 1704 | 1709 | 1713 | 1718 | 1722 |
| 390 | 1727 | 1731 | 1736 | 1740 | 1744 | 1749 | 1753 | 1758 | 1762 | 1767 |
| 400 | 1771 | 1775 | 1780 | 1784 | 1789 | 1793 | | 1806 | 1811 | |





JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 0319153

Pág. 6 de 6

| Divis. | Kilogramos | | | | | | | | | |
|--------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 410 | 1815 | 1820 | 1824 | 1829 | 1833 | 1838 | 1842 | 1846 | 1851 | 1855 |
| 420 | 1860 | 1864 | 1869 | 1873 | 1877 | 1882 | 1886 | 1891 | 1895 | 1900 |
| 430 | 1904 | 1908 | 1913 | 1917 | 1922 | 1926 | 1931 | 1935 | 1939 | 1944 |
| 440 | 1948 | 1953 | 1957 | 1962 | 1966 | 1971 | 1975 | 1979 | 1984 | 1988 |
| 450 | 1993 | 1997 | 2002 | 2006 | 2010 | 2015 | 2019 | 2024 | 2028 | 2033 |
| 460 | 2037 | 2041 | 2046 | 2050 | 2055 | 2059 | 2064 | 2068 | 2073 | 2077 |
| 470 | 2081 | 2086 | 2090 | 2095 | 2099 | 2104 | 2108 | 2112 | 2117 | 2121 |
| 480 | 2126 | 2130 | 2135 | 2139 | 2143 | 2148 | 2152 | 2157 | 2161 | 2166 |
| 490 | 2170 | 2175 | 2179 | 2183 | 2188 | 2192 | 2197 | 2201 | 2206 | 2210 |
| 500 | 2214 | 2219 | 2223 | 2228 | 2232 | 2237 | 2241 | 2245 | 2250 | 2254 |
| 510 | 2259 | 2263 | 2268 | 2272 | 2277 | 2281 | 2285 | 2290 | 2294 | 2299 |
| 520 | 2303 | 2308 | 2312 | 2316 | 2321 | 2325 | 2330 | 2334 | 2339 | 2343 |
| 530 | 2347 | 2352 | 2356 | 2361 | 2365 | 2370 | 2374 | 2378 | 2383 | 2387 |
| 540 | 2392 | 2396 | 2401 | 2405 | 2410 | 2414 | 2418 | 2423 | 2427 | 2432 |
| 550 | 2436 | 2441 | 2445 | 2449 | 2454 | 2458 | 2463 | 2467 | 2472 | 2476 |
| 560 | 2480 | 2485 | 2489 | 2494 | 2498 | 2503 | 2507 | 2512 | 2516 | 2520 |
| 570 | 2525 | 2529 | 2534 | 2538 | 2543 | 2547 | 2551 | 2556 | 2560 | 2565 |
| 580 | 2569 | 2574 | 2578 | 2582 | 2587 | 2591 | 2596 | 2600 | 2605 | 2609 |
| 590 | 2614 | 2618 | 2622 | 2627 | 2631 | 2636 | 2640 | 2645 | 2649 | 2653 |
| 600 | 2658 | 2662 | 2667 | 2671 | 2676 | 2680 | 2684 | 2689 | 2693 | 2698 |
| 610 | 2702 | 2707 | 2711 | 2715 | 2720 | 2724 | 2729 | 2733 | 2738 | 2742 |
| 620 | 2747 | 2751 | 2755 | 2760 | 2764 | 2769 | 2773 | 2778 | 2782 | 2786 |
| 630 | 2791 | 2795 | 2800 | 2804 | 2809 | 2813 | 2817 | 2822 | 2826 | 2831 |
| 640 | 2835 | 2840 | 2844 | 2849 | 2853 | 2857 | 2862 | 2866 | 2871 | 2875 |
| 650 | 2880 | 2884 | 2888 | 2893 | 2897 | 2902 | 2906 | 2911 | 2915 | 2919 |
| 660 | 2924 | 2928 | 2933 | 2937 | 2942 | 2946 | 2951 | 2955 | 2959 | 2964 |
| 670 | 2968 | 2973 | 2977 | 2982 | 2986 | 2990 | 2995 | 2999 | 3004 | 3008 |
| 680 | 3013 | 3017 | 3021 | 3026 | 3030 | 3035 | 3039 | 3044 | 3048 | 3053 |
| 690 | 3057 | 3061 | 3066 | 3070 | 3075 | 3079 | 3084 | 3088 | 3092 | 3097 |
| 700 | 3101 | 3106 | 3110 | 3115 | 3119 | 3123 | 3128 | 3132 | 3137 | 3141 |
| 710 | 3146 | 3150 | 3154 | 3159 | 3163 | 3168 | 3172 | 3177 | 3181 | 3186 |
| 720 | 3190 | 3194 | 3199 | 3203 | 3208 | 3212 | 3217 | 3221 | 3225 | 3230 |
| 730 | 3234 | 3239 | 3243 | 3248 | 3252 | 3256 | 3261 | 3265 | 3270 | 3274 |
| 740 | 3279 | 3283 | 3288 | 3292 | 3296 | 3301 | 3305 | 3310 | 3314 | 3319 |
| 750 | 3323 | 3327 | 3332 | 3336 | 3341 | 3345 | 3350 | 3354 | 3358 | 3363 |
| 760 | 3367 | 3372 | 3376 | 3381 | 3385 | 3390 | 3394 | 3398 | 3403 | 3407 |
| 770 | 3412 | 3416 | 3421 | 3425 | 3429 | 3434 | 3438 | 3443 | 3447 | 3452 |
| 780 | 3456 | 3460 | 3465 | 3469 | 3474 | 3478 | 3483 | 3487 | 3491 | 3496 |
| 790 | 3500 | 3505 | 3509 | 3514 | 3518 | 3523 | 3527 | 3531 | 3536 | 3540 |
| 800 | 3545 | 3549 | 3554 | 3558 | 3562 | 3567 | 3571 | 3576 | 3580 | 3585 |

JMR EQUIPOS S.A.C.

 Ing. PAUL PAVIO SOUZA PIZANT
 JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA

JMR EQUIPOS S.A.C.

 Ing. ANGEL HUIDOBRO VILCHEZ PENA
 JEFE DE LABORATORIO





JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Pág. 1 de 6

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0319152

ANILLO DE CARGA PARA PRENSA CBR

CLIENTE : UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARTIN
DIRECCIÓN : JR. MAYNAS NRO. 179 - TARAPOTO - SAN MARTIN
LUGAR : TARAPOTO

DATOS DEL EQUIPO

Prensa Marca : ELE, MOD CN-474M, SERIE NO INDICA
Anillo Marca : ELE
Modelo : No indica
Serie : 78-0860-01912
Capacidad : 5 TN
Procedencia : USA
Dial : Marca ELE Serie X1R1342 de 5 mm x 0,002 mm
Identificación : 0319152
Ubicación : Laboratorio de Ensayo de Suelo y Pavimentos

Fecha de emisión:

Lima, 27 de diciembre del 2019

JMR EQUIPOS S.A.C.

ING. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA

JMR EQUIPOS S.A.C.

ING. ANGELO HUGO VILCHEZ PENA
JEFE DE LABORATORIO





JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.
RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 0319152
Pág. 2 de 6

VERIFICACIÓN

1.- GENERALIDADES.

A solicitud de UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARTIN, se procedió a verificar un Anillo de Carga. La calibración se realizó en las Instalaciones donde la UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARTIN

2.- DEL SISTEMA A VERIFICAR.

ANILLO DE CARGA PARA PRENSA CBR

| | | | |
|----------------|---|-----------|-------------|
| Prensa Marca | : ELE | Dial | |
| Modelo/Serie | : CN-474M / No indica | Marca | : ELE |
| Anillo Marca | : ELE | Modelo | : No indica |
| Modelo | : No indica | Serie | : X1R1342 |
| Serie | : 78-0860-01912 | Rango | : 5 mm |
| Capacidad | : 5 TN | Presición | : 0,002 mm |
| Procedencia | : USA | | |
| Identificación | : 3E+05 | | |
| Ubicación | : Laboratorio de Ensayo de Suelo y Pavimentos | | |

3.- DEL SISTEMA DE CALIBRACIÓN.

| | | | |
|----------------|--------------|-----------|-----------------------|
| Celda de Carga | : KELI | Indicador | : Digital HIGH WEIGHT |
| Modelo | : A-FED | Modelo | : 315-X5 |
| Serie | : AGB8500 | Serie | : 0215426 |
| Carga Nominal | : 5000 kgf. | División | : 0,1 kgf. |
| Modalidad | : Compresión | | |

4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN.

Fecha : 2019-12-20
Lugar : Instalaciones donde la UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARTIN.

5.- PROCEDIMIENTO.

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025:2017, Se aplicaron tres series de carga al Anillo mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

6.- CONDICIONES AMBIENTALES.

Temperatura Inicial : 28.1 °C
Temperatura Final : 27.2 °C
Humedad Relativa : 66 %

JMR EQUIPOS S.A.C.

Tco. PAUL FAVIO SOLZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA

JMR EQUIPOS S.A.C.

Ing. ANGEL HUGO VILCHEZ PEÑA
JEFE DE LABORATORIO





JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 0319152

Pág. 3 de 6

7.- TRAZABILIDAD.

Certificado de Calibración INF-LE 255-19 con trazabilidad en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica.

8.- RESULTADOS

- En la Tabla N° 01 se muestran los promedios de las series de verificación y los errores correspondientes.
- En el Gráfico N°01 se muestra la curva de regresión y la ecuación de ajuste correspondientes a la presente calibración.
- Confines de identificación se ha colocado etiquetas con el número del certificado.

8.1.- INSPECCIÓN VISUAL

- El equipo no presenta ninguna observación.

JMR EQUIPOS S.A.C.


PAULO FAVIS SOUZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA

JMR EQUIPOS S.A.C.


HUGO LÓPEZ PEÑA
JEFE DE LABORATORIO





JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 0319132

Pág. 4 de 6

9.- DATOS DE MEDICIÓN

TABLA N° 01

CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA

Presna Marca: ELE; Modelo: CN-474M; Serie: No indica

Anillo Marca: ELE; Modelo: No indica; Serie: 78-0860-01912

Dial : Marca ELE; Modelo: No indica; Serie: X1R1342; Rango: 5 mm

| SISTEMA ANALÓGICO Divisiones | SERIES DE VERIFICACIÓN (mm) | | | PROMEDIO mm |
|---------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| | SERIE (1) mm | SERIE (2) mm | SERIE (3) mm | |
| 50 | 264,1 | 264,0 | 264,3 | 264,13 |
| 100 | 486,1 | 486,2 | 485,0 | 485,77 |
| 150 | 694,3 | 694,4 | 694,1 | 694,27 |
| 200 | 926,0 | 925,4 | 925,7 | 925,70 |
| 250 | 1153,2 | 1154,3 | 1.153,4 | 1.153,63 |
| 300 | 1366,3 | 1366,7 | 1.366,9 | 1.366,63 |
| 350 | 1572,8 | 1572,6 | 1.573,1 | 1.572,83 |
| 400 | 1801,3 | 1802,0 | 1.801,6 | 1.801,63 |
| 450 | 2033,0 | 2031,6 | 2.034,8 | 2.033,13 |
| 500 | 2234,1 | 2233,7 | 2.236,5 | 2.234,77 |
| 550 | 2455,6 | 2457,9 | 2.456,3 | 2.456,60 |
| 600 | 2671,5 | 2673,5 | 2.671,2 | 2.672,07 |
| 650 | 2906,9 | 2905,4 | 2.907,7 | 2.906,67 |
| 700 | 3101,2 | 3109,9 | 3.110,4 | 3.107,17 |

Coefficiente

Correlación: $R^2 = 0,9999$

Ecuación de ajuste:

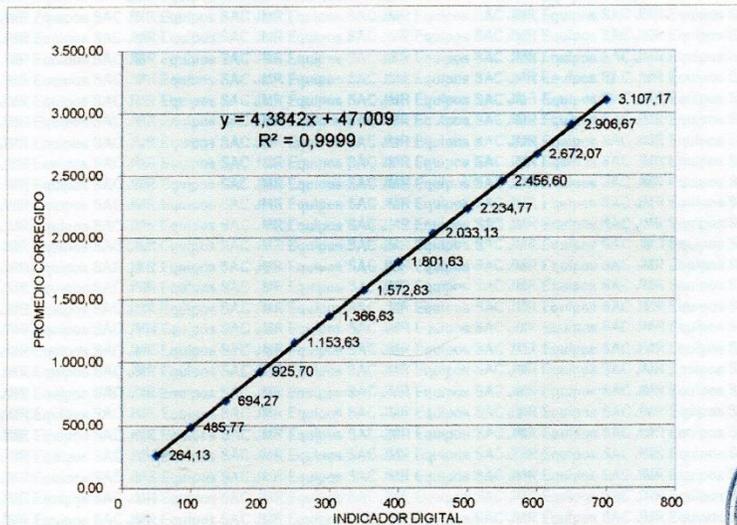
Donde: $y = 4,3842 + 47,009$

X : Lectura del Dial (Divisiones)

Y : fuerza promedio (mm)

10.- GRÁFICA (Coeficiente de Correlación y Ecuación de Ajuste)

GRÁFICO N° 01



JMR EQUIPOS S.A.C.

Tco. PAUL FAVIO SOLUZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METRÓLOGIA

JMR EQUIPOS S.A.C.

ING. ANGEL HUGO VILCHEZ PENA
JEFE DE LABORATORIO



JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 0319152

Pág. 5 de 6

JMR EQUIPOS S.A.C.

10.-

CO. RAUL FAJIO SOLUZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA

CARTA DE CALIBRACIÓN

Anillo Marca ELE, Modelo No indica, Serie 78-0860-01912 de 5 TN

Dial Marca ELE, Serie X1R1342 de 5 mm x 0,002 mm



Fecha de calibración: 2019-12-20

| Divis. | Kilogramos | | | | | | | | | |
|--------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 10 | 91 | 95 | 100 | 104 | 108 | 113 | 117 | 122 | 126 | 130 |
| 20 | 135 | 139 | 143 | 148 | 152 | 157 | 161 | 165 | 170 | 174 |
| 30 | 179 | 183 | 187 | 192 | 196 | 200 | 205 | 209 | 214 | 218 |
| 40 | 222 | 227 | 231 | 236 | 240 | 244 | 249 | 253 | 257 | 262 |
| 50 | 266 | 271 | 275 | 279 | 284 | 288 | 293 | 297 | 301 | 306 |
| 60 | 310 | 314 | 319 | 323 | 328 | 332 | 336 | 341 | 345 | 350 |
| 70 | 354 | 358 | 363 | 367 | 371 | 376 | 380 | 385 | 389 | 393 |
| 80 | 398 | 402 | 407 | 411 | 415 | 420 | 424 | 428 | 433 | 437 |
| 90 | 442 | 446 | 450 | 455 | 459 | 464 | 468 | 472 | 477 | 481 |
| 100 | 485 | 490 | 494 | 499 | 503 | 507 | 512 | 516 | 521 | 525 |
| 110 | 529 | 534 | 538 | 542 | 547 | 551 | 556 | 560 | 564 | 569 |
| 120 | 573 | 577 | 582 | 586 | 591 | 595 | 599 | 604 | 608 | 613 |
| 130 | 617 | 621 | 626 | 630 | 634 | 639 | 643 | 648 | 652 | 656 |
| 140 | 661 | 665 | 670 | 674 | 678 | 683 | 687 | 691 | 696 | 700 |
| 150 | 705 | 709 | 713 | 718 | 722 | 727 | 731 | 735 | 740 | 744 |
| 160 | 748 | 753 | 757 | 762 | 766 | 770 | 775 | 779 | 784 | 788 |
| 170 | 792 | 797 | 801 | 805 | 810 | 814 | 819 | 823 | 827 | 832 |
| 180 | 836 | 841 | 845 | 849 | 854 | 858 | 862 | 867 | 871 | 876 |
| 190 | 880 | 884 | 889 | 893 | 898 | 902 | 906 | 911 | 915 | 919 |
| 200 | 924 | 928 | 933 | 937 | 941 | 946 | 950 | 955 | 959 | 963 |
| 210 | 968 | 972 | 976 | 981 | 985 | 990 | 994 | 998 | 1003 | 1007 |
| 220 | 1012 | 1016 | 1020 | 1025 | 1029 | 1033 | 1038 | 1042 | 1047 | 1051 |
| 230 | 1055 | 1060 | 1064 | 1069 | 1073 | 1077 | 1082 | 1086 | 1090 | 1095 |
| 240 | 1099 | 1104 | 1108 | 1112 | 1117 | 1121 | 1126 | 1130 | 1134 | 1139 |
| 250 | 1143 | 1147 | 1152 | 1156 | 1161 | 1165 | 1169 | 1174 | 1178 | 1183 |
| 260 | 1187 | 1191 | 1196 | 1200 | 1204 | 1209 | 1213 | 1218 | 1222 | 1226 |
| 270 | 1231 | 1235 | 1240 | 1244 | 1248 | 1253 | 1257 | 1261 | 1266 | 1270 |
| 280 | 1275 | 1279 | 1283 | 1288 | 1292 | 1297 | 1301 | 1305 | 1310 | 1314 |
| 290 | 1318 | 1323 | 1327 | 1332 | 1336 | 1340 | 1345 | 1349 | 1354 | 1358 |
| 300 | 1362 | 1367 | 1371 | 1375 | 1380 | 1384 | 1389 | 1393 | 1397 | 1402 |
| 310 | 1406 | 1410 | 1415 | 1419 | 1424 | 1428 | 1432 | 1437 | 1441 | 1446 |
| 320 | 1450 | 1454 | 1459 | 1463 | 1467 | 1472 | 1476 | 1481 | 1485 | 1489 |
| 330 | 1494 | 1498 | 1503 | 1507 | 1511 | 1516 | 1520 | 1524 | 1529 | 1533 |
| 340 | 1538 | 1542 | 1546 | 1551 | 1555 | 1560 | 1564 | 1568 | 1573 | 1577 |
| 350 | 1581 | 1586 | 1590 | 1595 | 1599 | 1603 | 1608 | 1612 | 1617 | 1621 |
| 360 | 1625 | 1630 | 1634 | 1638 | 1643 | 1647 | 1652 | 1656 | 1660 | 1665 |
| 370 | 1669 | 1674 | 1678 | 1682 | 1687 | 1691 | 1695 | 1700 | 1704 | 1709 |
| 380 | 1713 | 1717 | 1722 | 1726 | 1731 | 1735 | 1739 | 1744 | 1748 | 1752 |
| 390 | 1757 | 1761 | 1766 | 1770 | 1774 | 1779 | 1783 | 1788 | 1792 | 1796 |
| 400 | 1801 | 1805 | 1809 | 1814 | 1818 | 1823 | 1827 | 1831 | 1836 | 1840 |





JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 0319152

Pág. 6 de 6

| Divis. | Kilogramos | | | | | | | | | |
|--------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 410 | 1845 | 1849 | 1853 | 1858 | 1862 | 1866 | 1871 | 1875 | 1880 | 1884 |
| 420 | 1888 | 1893 | 1897 | 1902 | 1906 | 1910 | 1915 | 1919 | 1923 | 1928 |
| 430 | 1932 | 1937 | 1941 | 1945 | 1950 | 1954 | 1959 | 1963 | 1967 | 1972 |
| 440 | 1976 | 1980 | 1985 | 1989 | 1994 | 1998 | 2002 | 2007 | 2011 | 2016 |
| 450 | 2020 | 2024 | 2029 | 2033 | 2037 | 2042 | 2046 | 2051 | 2055 | 2059 |
| 460 | 2064 | 2068 | 2073 | 2077 | 2081 | 2086 | 2090 | 2094 | 2099 | 2103 |
| 470 | 2108 | 2112 | 2116 | 2121 | 2125 | 2130 | 2134 | 2138 | 2143 | 2147 |
| 480 | 2151 | 2156 | 2160 | 2165 | 2169 | 2173 | 2178 | 2182 | 2186 | 2191 |
| 490 | 2195 | 2200 | 2204 | 2208 | 2213 | 2217 | 2222 | 2226 | 2230 | 2235 |
| 500 | 2239 | 2243 | 2248 | 2252 | 2257 | 2261 | 2265 | 2270 | 2274 | 2279 |
| 510 | 2283 | 2287 | 2292 | 2296 | 2300 | 2305 | 2309 | 2314 | 2318 | 2322 |
| 520 | 2327 | 2331 | 2336 | 2340 | 2344 | 2349 | 2353 | 2357 | 2362 | 2366 |
| 530 | 2371 | 2375 | 2379 | 2384 | 2388 | 2393 | 2397 | 2401 | 2406 | 2410 |
| 540 | 2414 | 2419 | 2423 | 2428 | 2432 | 2436 | 2441 | 2445 | 2450 | 2454 |
| 550 | 2458 | 2463 | 2467 | 2471 | 2476 | 2480 | 2485 | 2489 | 2493 | 2498 |
| 560 | 2502 | 2507 | 2511 | 2515 | 2520 | 2524 | 2528 | 2533 | 2537 | 2542 |
| 570 | 2546 | 2550 | 2555 | 2559 | 2564 | 2568 | 2572 | 2577 | 2581 | 2585 |
| 580 | 2590 | 2594 | 2599 | 2603 | 2607 | 2612 | 2616 | 2621 | 2625 | 2629 |
| 590 | 2634 | 2638 | 2642 | 2647 | 2651 | 2656 | 2660 | 2664 | 2669 | 2673 |
| 600 | 2678 | 2682 | 2686 | 2691 | 2695 | 2699 | 2704 | 2708 | 2713 | 2717 |
| 610 | 2721 | 2726 | 2730 | 2735 | 2739 | 2743 | 2748 | 2752 | 2756 | 2761 |
| 620 | 2765 | 2770 | 2774 | 2778 | 2783 | 2787 | 2792 | 2796 | 2800 | 2805 |
| 630 | 2809 | 2813 | 2818 | 2822 | 2827 | 2831 | 2835 | 2840 | 2844 | 2849 |
| 640 | 2853 | 2857 | 2862 | 2866 | 2870 | 2875 | 2879 | 2884 | 2888 | 2892 |
| 650 | 2897 | 2901 | 2906 | 2910 | 2914 | 2919 | 2923 | 2927 | 2932 | 2936 |
| 660 | 2941 | 2945 | 2949 | 2954 | 2958 | 2963 | 2967 | 2971 | 2976 | 2980 |
| 670 | 2984 | 2989 | 2993 | 2998 | 3002 | 3006 | 3011 | 3015 | 3019 | 3024 |
| 680 | 3028 | 3033 | 3037 | 3041 | 3046 | 3050 | 3055 | 3059 | 3063 | 3068 |
| 690 | 3072 | 3076 | 3081 | 3085 | 3090 | 3094 | 3098 | 3103 | 3107 | 3112 |
| 700 | 3116 | 3120 | 3125 | 3129 | 3133 | 3138 | 3142 | 3147 | 3151 | 3155 |
| 710 | 3160 | 3164 | 3169 | 3173 | 3177 | 3182 | 3186 | 3190 | 3195 | 3199 |
| 720 | 3204 | 3208 | 3212 | 3217 | 3221 | 3226 | 3230 | 3234 | 3239 | 3243 |
| 730 | 3247 | 3252 | 3256 | 3261 | 3265 | 3269 | 3274 | 3278 | 3283 | 3287 |
| 740 | 3291 | 3296 | 3300 | 3304 | 3309 | 3313 | 3318 | 3322 | 3326 | 3331 |
| 750 | 3335 | 3340 | 3344 | 3348 | 3353 | 3357 | 3361 | 3366 | 3370 | 3375 |
| 760 | 3379 | 3383 | 3388 | 3392 | 3397 | 3401 | 3405 | 3410 | 3414 | 3418 |
| 770 | 3423 | 3427 | 3432 | 3436 | 3440 | 3445 | 3449 | 3454 | 3458 | 3462 |
| 780 | 3467 | 3471 | 3475 | 3480 | 3484 | 3489 | 3493 | 3497 | 3502 | 3506 |
| 790 | 3511 | 3515 | 3519 | 3524 | 3528 | 3532 | 3537 | 3541 | 3546 | 3550 |
| 800 | 3554 | 3559 | 3563 | 3568 | 3572 | 3576 | 3581 | 3585 | 3589 | 3594 |

JMR EQUIPOS S.A.C.

Ing. PAUL PAVO SOUTAZAPIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA

JMR EQUIPOS S.A.C.

Ing. ANGEL HUGO ACEVEDO PENA
JEFE DE LABORATORIO





JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Pág. 1 de 4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1819151

APARATO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA CASAGRANDE)

CLIENTE : UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARTIN
DIRECCIÓN : JR. MAYNAS NRO. 179 - TARAPOTO - SAN MARTIN
LUGAR : TARAPOTO

DATOS DEL EQUIPO

Marca : HUMBOLDT
Modelo : No indica
Serie : No indica
Mecanismo : Manual
Ranurador : Bronce
Procedencia : USA
Identificación : 1819151
Ubicación : Laboratorio de Ensayo de Suelo y Pavimentos

Fecha de emisión:

Lima, 27 de diciembre del 2019

JMR EQUIPOS S.A.C.

Tco. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA



ING. ANGEL HUGO WILCHEZ PENA
JEFE DE LABORATORIO





JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 1819151

Pág. 2 de 4

VERIFICACIÓN

1.- GENERALIDADES.

A solicitud de UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARTIN, se procedió a verificar un Aparato de Límite Líquido (Copa Casagrande). La calibración se realizó en las Instalaciones donde la UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARTIN

2.- DEL SISTEMA A VERIFICAR.

APARATO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA CASAGRANDE)

| | | |
|----------------|---|---|
| Marca | : | HUMBOLDT |
| Modelo | : | No indica |
| Serie | : | No indica |
| Mecanismo | : | Manual |
| Ranurador | : | Bronce |
| Contometro | : | Sin contometro |
| Procedencia | : | USA |
| Identificación | : | 1819151 |
| Ubicación | : | Laboratorio de Ensayo de Suelo y Pavimentos |

3.- DEL SISTEMA DE CALIBRACIÓN,

| | | |
|----------------|---|----------------------|
| Dispositivo | : | VERNIER (PIE DE REY) |
| Marca | : | INSIZE |
| Indicación | : | Digital |
| Alcance | : | 300 mm |
| División | : | 0.01 mm |
| Procedencia | : | USA |
| Identificación | : | ML-142 |

4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN.

| | | |
|-------|---|---|
| Fecha | : | 2019-12-20 |
| Lugar | : | Instalaciones donde la UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARTIN. |

5.- PROCEDIMIENTO.

La calibración de efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta. Ed. , "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL y la Norma del MTC 110.

JMR EQUIPOS S.A.C.

ING. PAUL FAVIO SOLUZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA



JMR EQUIPOS S.A.C.

ING. ANGEL HUGO VILCHEZ PENA
JEFE DE LABORATORIO





JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 1819151

Pág. 3 de 4

6.- CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Inicial / Final : 27,6 °C / 27,9 °C
Humedad Relativa : 65 %

7.- TRAZABILIDAD.

Con Certificado de Calibración MS-0223-2018 del Laboratorio de Longitud y Ángulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL. Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015.

8.- RESULTADOS

- En cuadro del punto 9, se indican las medidas normadas del equipo y lo datos actuales del equipo.
- Confines de identificación se ha colocado en el Copa casagrande y Ranurador una etiqueta con el número del certificado.

8.1.- INSPECCIÓN VISUAL

- El equipo se encuentra operativo, no presenta ninguna observación.

JMR EQUIPOS S.A.C.

Ing. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA



JMR EQUIPOS S.A.C.

Ing. ANGELO HUGO VILCHEZ PENA
JEFE DE LABORATORIO





JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 1819151

Pág. 4 de 4

9.-

VERIFICACIÓN

Aparato de Límite Líquido (Copa Casagrande) HUMBOLDT, Mecanismo Manual de Bronce
Identificado como 1819151

| Aparato de Límite Líquido | | | | | | | | Ranurador | | |
|---------------------------|------------------------|--------------------|------------------------|---|---------|-------|-------|-----------------|----------------|-------|
| Dimensiones | Conjunto de la Cazuela | | | Base | | | | Extremo Curvado | | |
| | A | B | C | N | K | L | M | a | b | c |
| Descripción | Radio de la Copa | Espesor de la Copa | Profundidad de la Copa | Copa desde la guía del elevador hasta la base | Espesor | Largo | Ancho | Espesor | Borde Cortante | Ancho |
| Métrico, mm | 54 | 2.0 | 27 | 47 | 50 | 150 | 125 | 10.0 | 2.0 | 13.5 |
| Tolerancia, mm | 2 | 0.1 | 1 | 1.5 | 5 | 5 | 5 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Inglés, pulg. | 2.13 | 0.079 | 1.063 | 1.850 | 1.97 | 5.90 | 4.92 | 0.39 | 0.08 | 0.53 |
| Tolerancia, pulg. | 0.08 | 0.004 | 0.4 | 0.6 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.004 | 0.004 | 0.004 |

| Dato Promedio (mm) | Tolerancia (mm) | Resultados |
|--------------------|-----------------|------------|
|--------------------|-----------------|------------|

Cazuela

| | | | |
|-------------|-------|-------|----|
| Espesor | 1.99 | ± 0.1 | OK |
| Profundidad | 26.92 | ± 1 | OK |

Base

| | | | |
|-------------------|--------|-------|----|
| Guía del elevador | 47.96 | ± 1.5 | OK |
| Espesor | 51.15 | ± 5 | OK |
| Largo | 151.42 | ± 5 | OK |
| Ancho | 126.37 | ± 5 | OK |
| Huella | 4.01 | < 13 | OK |

Ranurador de Acero

| | | | |
|---------------------|-------|-------|----|
| Cuadrado Calibrador | 9.88 | ± 0.2 | OK |
| Espesor | 9.90 | ± 0.1 | OK |
| Borde Cortante | 2.00 | ± 0.1 | OK |
| Ancho | 13.60 | ± 0.1 | OK |



JMR EQUIPOS S.A.C.

José PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA



JMR EQUIPOS S.A.C.
HUGO ANGELO HUGO LÓPEZ PEÑA
JEFE DE LABORATORIO



JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 0719155

Pág. 2 de 4

CALIBRACIÓN

1.- CERTIFICA QUE:

El instrumento de medición con el modelo y número de serie indicado líneas abajo, ha sido calibrado, probado y verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad el Instituto Nacional de Calidad – INACAL.

2.- DEL SISTEMA A CALIBRAR.

BALANZA ELECTRÓNICA

Marca : OHAUS
Modelo : SJX6201/E
Serie : B723222616
Indicación : Digital
Capacidad : 6200 g.
Sensibilidad : 0,1 g.
Procedencia : USA
Identificación : 0719155
Ubicación : Laboratorio de Ensayo de Suelo y Pavimentos

3.- PATRONES

Con Certificado de Calibración 1062, 1063, 1064, 1065-MPES-C-2019, Pesas (5kg, 10 kg, 20 kg y 1g. A 2 kg) con trazabilidad al Laboratorio de Masa del Instituto Nacional de Calibración - INACAL. Laboratorio Acreditado con Registro N° LC - 020.

4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN.

Fecha : 2019-12-20
Lugar : Instalaciones donde la UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARTIN.

5.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN.

Calibración efectuada según norma metrológica NMP 003-1996 y procedimiento PC-011 4ta. Ed. 2010, "Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL.

6.- INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

$U = 1 \text{ g.} + 0.0004$

JMR EQUIPOS S.A.C.

Ing. PAUL PAVO SUZUA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGICO



JMR EQUIPOS S.A.C.

Ing. ANGEL HUGO VILCHEZ PENA
JEFE DE LABORATORIO





JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 0719155

Pág. 3 de 4

7.- CONDICIONES AMBIENTALES.

Temperatura Inicial : 27.4 °C
Temperatura Final : 28.1 °C
Humedad Relativa : 67%

8.- RESULTADOS

- Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos por la norma metroológica consultada.
- Confines de identificación se ha colocado en la balanza una etiqueta con el número del certificado.

8.1.- INSPECCIÓN VISUAL

- El equipo no presenta ninguna observación.

JMR EQUIPOS S.A.C.


PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA



JMR EQUIPOS S.A.C.


AMEZ HUGUE MEZPEÑA
JEFE DE LABORATORIO





JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.
RUC 20566329728

Pág. 1 de 4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0719155

BALANZA ELECTRÓNICA

CLIENTE : UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARTIN
DIRECCIÓN : JR. MAYNAS NRO. 179 - TARAPOTO - SAN MARTIN
LUGAR : TARAPOTO

DATOS DEL EQUIPO

Marca : OHAUS
Modelo : SJX6201/E
Serie : B723222616
Indicación : Digital
Capacidad : 6200 g.
Procedencia : USA
Identificación : 0719155
Ubicación : Laboratorio de Ensayo de Suelo y Pavimentos

Fecha de emisión:

Lima, 27 de diciembre del 2019

JMR EQUIPOS S.A.C.

PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA



JMR EQUIPOS S.A.C.
HUGO VILCHEZ PENA
JEFE DE LABORATORIO





JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.
RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 0719155
Pág. 4 de 4

10.-

CALIBRACIÓN

Cliente : UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARTIN
Balanza Electrónica Digital OHAUS, Capacidad 6200 g. x 0,1 g.
Identificación : 0719155
Balanza Electrónica Clase II, Sensibilidad de Verificación 0,1 g.

| Nro. | Carga LI = 3100 | | |
|------|-----------------|--------|-------|
| | l (g) | AL (g) | E (g) |
| 1 | 3100.0 | 0 | 0 |
| 2 | 3100.0 | 0 | 0 |
| 3 | 3100.0 | 0 | 0 |
| 4 | 3100.0 | 0 | 0 |
| 5 | 3100.0 | 0 | 0 |
| 6 | 3100.0 | 0 | 0 |
| 7 | 3100.0 | 0 | 0 |
| 8 | 3100.0 | 0 | 0 |
| 9 | 3100.0 | 0 | 0 |
| 10 | 3100.0 | 0 | 0 |

| Nro. | Carga LI = 6200 | | |
|------|-----------------|--------|-------|
| | l (g) | AL (g) | E (g) |
| 1 | 6200 | 0 | 0 |
| 2 | 6200 | 0 | 0 |
| 3 | 6200 | 0 | 0 |
| 4 | 6200 | 0 | 0 |
| 5 | 6200 | 0 | 0 |
| 6 | 6200 | 0 | 0 |
| 7 | 6200 | 0 | 0 |
| 8 | 6200 | 0 | 0 |
| 9 | 6200 | 0 | 0 |
| 10 | 6200 | 0 | 0 |

| CARGA (g) | DIFERENCIA MAXIMA ENCONTRADA (g) | ERRORES MAXIMOS PERMISIBLES (g) |
|-----------|----------------------------------|---------------------------------|
| 3100 | 0 | 1 |
| 6200 | 0 | 2 |

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

| Posic. de Carga | Determinación de error corregido Eo | | | |
|-----------------|-------------------------------------|-------|--------|-------|
| | Carga Min | l (g) | AL (g) | E (g) |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | | 1 | 0 | 0 |
| 3 | | 1 | 0 | 0 |
| 4 | | 1 | 0 | 0 |
| 5 | | 1 | 0 | 0 |

| Carga L (g) | Determinación de error corregido Eo | | | | | e.m.p + (g) |
|-------------|-------------------------------------|--------|-------|--------|---|-------------|
| | l (g) | AL (g) | E (g) | Ec (g) | | |
| 500 | 500.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 500.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 500.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 500.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 500.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

ENSAYO DE PESAJE

| Carga L (g) | CRECIENTES | | | |
|-------------|------------|--------|-------|--------|
| | l (g) | AL (g) | E (g) | Ec (g) |
| 1 | 1.0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 10.0 | 0 | 0 | 0 |
| 50 | 50.0 | 0 | 0 | 0 |
| 100 | 100.0 | 0 | 0 | 0 |
| 200 | 200.0 | 0 | 0 | 0 |
| 500 | 500.1 | 0 | 0 | 0 |
| 1000 | 1000.2 | 0 | 0 | 0 |
| 1500 | 1500.3 | 0 | 0 | 0 |
| 2000 | 2000.4 | 0 | 0 | 0 |
| 5000 | 5000.1 | 0 | 0 | 0 |
| 6000 | 6000.2 | 0 | 0 | 0 |
| 6200 | 6200.2 | 0 | 0 | 0 |

| l (g) | DECRECIENTES | | | | e.m.p + (g) |
|--------|--------------|-------|--------|---|-------------|
| | AL (g) | E (g) | Ec (g) | | |
| 1.0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 10.0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 50.0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 100.0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 200.0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 500.1 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 1000.2 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 1500.3 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 2000.4 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 5000.1 | 0 | 0 | 0 | 2 | |
| 6000.2 | 0 | 0 | 0 | 2 | |
| 6200.2 | 0 | 0 | 0 | 2 | |

JMR EQUIPOS S.A.C.

ING. PAUL FAVIO SOLIZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLÓGICO



JMR EQUIPOS S.A.C.

ING. HUGO H. GUEZ PERAZO
JEFE DE LABORATORIO





JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.
RUC 20566329728

Pág. 1 de 4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0719151

BALANZA ELECTRÓNICA

CLIENTE : UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARTIN
DIRECCIÓN : JR. MAYNAS NRO. 179 - TARAPOTO - SAN MARTIN
LUGAR : TARAPOTO

DATOS DEL EQUIPO

Marca : INSTRUMENTOS Y SYSTEMAS
Modelo : MS-300
Serie : 0603-0515
Indicación : Digital
Capacidad : 300 g.
Procedencia : USA
Identificación : 0719151
Ubicación : Laboratorio de Ensayo de Suelo y Pavimentos

Fecha de emisión:

Lima, 27 de diciembre del 2019

JMR EQUIPOS S.A.C.

TEC. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA



JMR EQUIPOS S.A.C.

ING. ANGEL HUERO VILCHEZ PENA
JEFE DE LABORATORIO





JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 0719151

Pág. 2 de 4

CALIBRACIÓN

1.- CERTIFICA QUE:

El instrumento de medición con el modelo y número de serie indicado líneas abajo, ha sido calibrado, probado y verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad el Instituto Nacional de Calidad – INACAL.

2.- DEL SISTEMA A CALIBRAR.

BALANZA ELECTRÓNICA

| | | |
|----------------|---|---|
| Marca | : | INSTRUMENTOS Y SISTEMAS |
| Modelo | : | MS-300 |
| Serie | : | 0603-0515 |
| Indicación | : | Digital |
| Capacidad | : | 300 g. |
| Sensibilidad | : | 0,01 g. |
| Procedencia | : | USA |
| Identificación | : | 0719151 |
| Ubicación | : | Laboratorio de Ensayo de Suelo y Pavimentos |

3.- PATRONES

Con Certificado de Calibración 1062, 1063, 1064, 1065-MPES-C-2019, Pesas (5kg, 10 kg, 20 kg y 1g. A 2 kg) con trazabilidad al Laboratorio de Masa del Instituto Nacional de Calibración - INACAL. Laboratorio Acreditado con Registro N° LC - 020.

4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN.

| | | |
|-------|---|---|
| Fecha | : | 2019-12-20 |
| Lugar | : | Instalaciones donde la UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARTIN. |

5.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN.

Calibración efectuada según norma metrológica NMP 003-1996 y procedimiento PC-011 4ta. Ed. 2010, "Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL.

6.- INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

$U = 1 \text{ g.} + 0.0008$

JMR EQUIPOS S.A.C.

Tec. PAUL PAVIO SOUZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA

JMR EQUIPOS S.A.C.
ING. ANGELO HUGO VILCHEZ PENA
CIP. 64442
JEFE DE LABORATORIO





JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 0719151
Pág. 3 de 4

7.- CONDICIONES AMBIENTALES.

Temperatura Inicial : 28.6 °C
Temperatura Final : 28.4 °C
Humedad Relativa : 67%

8.- RESULTADOS

- Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos por la norma metroológica consultada.
- Confines de identificación se ha colocado en la balanza una etiqueta con el número del certificado.

8.1.- INSPECCIÓN VISUAL

- El equipo no presenta ninguna observación.

JMR EQUIPOS S.A.C.

Tec. RAUL PAVO SOUZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA

JMR EQUIPOS S.A.C.
Ing. ANGEL HUGO VILCHEZ PENA
JEFE DE LABORATORIO





JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 0719151

Pág. 4 de 4

10.-

CALIBRACIÓN

Cliente : UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARTIN
Balanza Electrónica Digital INSTRUMENTOS Y SYSTEMAS, Capacidad 300 g. x 0,0
Identificación : 0719151
Balanza Electrónica Clase II, Sensibilidad de Verificación 0,01 g.

| Nro. | Carga LI = 150 | | | Nro. | Carga LI = 300 | | |
|------|----------------|--------|-------|------|----------------|--------|-------|
| | I (g) | AL (g) | E (g) | | I (g) | AL (g) | E (g) |
| 1 | 150.0 | 0 | 0 | 1 | 300 | 0 | 0 |
| 2 | 150.0 | 0 | 0 | 2 | 300 | 0 | 0 |
| 3 | 150.0 | 0 | 0 | 3 | 300 | 0 | 0 |
| 4 | 150.0 | 0 | 0 | 4 | 300 | 0 | 0 |
| 5 | 150.0 | 0 | 0 | 5 | 300 | 0 | 0 |
| 6 | 150.0 | 0 | 0 | 6 | 300 | 0 | 0 |
| 7 | 150.0 | 0 | 0 | 7 | 300 | 0 | 0 |
| 8 | 150.0 | 0 | 0 | 8 | 300 | 0 | 0 |
| 9 | 150.0 | 0 | 0 | 9 | 300 | 0 | 0 |
| 10 | 150.0 | 0 | 0 | 10 | 300 | 0 | 0 |

| CARGA (g) | DIFERENCIA MAXIMA ENCONTRADA (g) | ERRORES MAXIMOS PERMISIBLES (g) |
|-----------|----------------------------------|---------------------------------|
| 150 | 0 | 0.5 |
| 300 | 0 | 1 |

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

| Posic. de Carga | Determinación de error corregido Eo | | | | e.m.p +(g) |
|-----------------|-------------------------------------|-------|--------|-------|---------------|
| | Carga Min | I (g) | AL (g) | E (g) | |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0.5 |
| 2 | | 1 | 0 | 0 | |
| 3 | | 1 | 0 | 0 | |
| 4 | | 1 | 0 | 0 | |
| 5 | | 1 | 0 | 0 | |

| Carga L (g) | Determinación de error corregido Eo | | | | e.m.p +(g) |
|-------------|-------------------------------------|--------|-------|--------|---------------|
| | I (g) | AL (g) | E (g) | Ec (g) | |
| 100 | 100.0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| | 100.0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 100.0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 100.0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 100.0 | 0 | 0 | 0 | |

ENSAYO DE PESAJE

| Carga L (g) | CRECIENTES | | | | e.m.p +(g) |
|-------------|------------|--------|-------|--------|---------------|
| | I (g) | AL (g) | E (g) | Ec (g) | |
| 1 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| 2 | 2.00 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| 5 | 5.00 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| 10 | 10.00 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| 20 | 19.99 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| 50 | 49.99 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| 80 | 80.00 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| 100 | 100.00 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| 150 | 150.00 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| 200 | 200.00 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 250 | 250.00 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 300 | 300.00 | 0 | 0 | 0 | 1 |

| Carga L (g) | DECRECIENTES | | | | e.m.p +(g) |
|-------------|--------------|--------|-------|--------|---------------|
| | I (g) | AL (g) | E (g) | Ec (g) | |
| 1 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| 2 | 2.00 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| 5 | 5.00 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| 10 | 10.00 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| 20 | 19.99 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| 50 | 49.99 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| 80 | 80.00 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| 100 | 100.00 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| 150 | 150.00 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| 200 | 200.00 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 250 | 250.00 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 300 | 300.00 | 0 | 0 | 0 | 1 |

JMR EQUIPOS S.A.C.

TEC. PAUL PAVO SOUZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA

JMR EQUIPOS S.A.C.



ANGEL HUACUPEZ PEÑA
JEFE DE LABORATORIO





JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Pág. 1 de 7

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0419151

HORNO ELÉCTRICO

CLIENTE : UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARTIN
DIRECCIÓN : JR. MAYNAS NRO. 179 - TARAPOTO - SAN MARTIN
LUGAR : TARAPOTO

DATOS DEL EQUIPO

Marca : ECOCELL
Modelo : EC 222
Serie : C102767
Cámara : 222 Litros
Ventilación : Forzado
Indicación : Digital
Marca : MMGROUP, Mod.: Sin Modelo, Serie: Sin Serie
Temperatura : T° Ambiente + 5 °C a 250°C, Sencibilidad 1 °C
Procedencia : ALEMANIA
Identificación : 0419151

Fecha de emisión:
Lima, 27 de diciembre del 2019

JMR EQUIPOS S.A.C.

Tec. RAFAEL PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA



JMR EQUIPOS S.A.C.

Tec. ANGEL HUGO VILCHEZ PEÑA
CIP. 84442
JEFE DE LABORATORIO





JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 0419151

Pág. 2 de 7

CALIBRACIÓN

1.- CERTIFICA QUE:

El instrumento de medición con el modelo y número de serie indicado líneas abajo, ha sido calibrado, probado y verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad el Instituto Nacional de Calidad – INACAL.

2.- DEL SISTEMA A CALIBRAR.

HORNO ELÉCTRICO

Marca : ECOCELL
Modelo : EC 222
Serie : C102767
Cámara : 222 Litros
Ventilación : Forzado
Procedencia : ALEMANIA
Identificación : 0419151
Temperatura : T° Ambiente + 5 °C a 250°C
Ubicación : Laboratorio de Ensayo de Suelo y Pavimentos

INDICACIÓN DIGITAL

Marca : MMGROUP
Modelo : Sin Modelo
Serie : Sin Serie
Punto de Operación : 110 °C ± 5 °C
Sensor : Termocupla
Sensibilidad : 1 °C

3.- PATRONES

- Sensor de Temperatura: Marca EZODO, Modelo YC-321, Serie 151201530.
- Equipo con Certificado de Calibración N° LT-098-2018 del Laboratorio de Temperatura del Instituto Nacional de Calidad – INACAL.

4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN.

Fecha : 2019-12-20
Lugar : Instalaciones donde la UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARTIN.

5.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN.

- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.
- ASTM D 2216, MTC E 108 Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

6.- CONDICIONES AMBIENTALES.

Temperatura Mínima : 27,3 °C
Temperatura Máxima : 28,3 °C
Humedad Relativa : 68%

JMR EQUIPOS S.A.C.

TCP PAUL PAVO SOUZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA



JMR EQUIPOS S.A.C.

ING. ANGEL RODRIGO WILCHEZ PEÑA
CIP 84442
JEFE DE LABORATORIO





JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 0419151

Pág. 3 de 7

7.- RESULTADOS

- Con fines de identificación se ha colocado en el horno una etiqueta con el número del certificado.

7.1.- INSPECCIÓN VISUAL

- El equipo no presenta ninguna observación.

7.2 CONTROL DE DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA.

- En función del tamaño de la cámara del equipo se han tomado lecturas en 10 puntos mediante sensores (Termocupias) distribuidos de acuerdo a los esquemas indicados en las Páginas siguientes.

- Los valores de temperatura expresados en el ensayo corresponde a los valores alcanzados luego de haber estabilizado la temperatura dentro de la cámara. Los datos de los ensayos ejecutados, así como las curvas correspondientes a los 10 puntos, se detallan en las páginas siguientes.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Antes de utilizar este equipo, verificar que los resultados del presente certificado, correspondan con los requisitos establecidos en los ensayos a ejecutar.

- La frecuencia de las calibraciones está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo.

JMR EQUIPOS S.A.C.

ICD. PAUL FAVIO SOUZA PIZANCO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA

JMR EQUIPOS S.A.C.





JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 0419151

Pág. 4 de 7

10.-

CALIBRACIÓN

Horno Eléctrico ECOCELL, Modelo EC 222, Serie C102767

Capacidad 222 Litros, T° Ambiente + 5 °C a 250°C, Sencibilidad 1 °C

Control de la distribución de la temperatura:

Ensayo para un valor esperado de: 110 °C ± 5 °C

| Tiempo (hh:mm) | Pirómetro °C | INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C | | | | | | | | | | T° Prom. °C | Tmax - Tmin °C |
|----------------|--------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|----------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| 0:00 | 110,0 | 110,0 | 110,8 | 110,7 | 110,8 | 110,6 | 110,2 | 110,9 | 110,0 | 107,5 | 110,4 | 110,2 | 3,4 |
| 0:02 | 110,0 | 110,0 | 110,5 | 110,9 | 110,3 | 110,2 | 110,2 | 110,4 | 110,5 | 105,0 | 110,9 | 109,9 | 5,9 |
| 0:04 | 110,0 | 110,3 | 110,8 | 110,4 | 110,1 | 110,4 | 110,0 | 110,8 | 110,3 | 110,2 | 110,3 | 110,4 | 0,8 |
| 0:06 | 110,0 | 110,8 | 110,3 | 110,1 | 110,9 | 110,5 | 110,1 | 110,6 | 110,7 | 110,8 | 110,0 | 110,5 | 0,9 |
| 0:08 | 110,0 | 110,4 | 110,0 | 110,7 | 110,1 | 110,8 | 110,2 | 110,3 | 110,1 | 111,6 | 110,5 | 110,5 | 1,6 |
| 0:10 | 110,0 | 110,3 | 110,3 | 110,2 | 110,1 | 110,8 | 110,1 | 110,2 | 110,6 | 111,3 | 110,9 | 110,5 | 1,2 |
| 0:12 | 110,0 | 110,1 | 110,4 | 110,9 | 110,3 | 110,3 | 110,9 | 110,2 | 110,1 | 108,7 | 110,3 | 110,2 | 2,2 |
| 0:14 | 110,0 | 110,1 | 110,8 | 110,6 | 110,3 | 110,9 | 110,9 | 110,7 | 110,8 | 108,5 | 110,9 | 110,5 | 2,4 |
| 0:16 | 110,0 | 110,3 | 110,4 | 110,4 | 110,3 | 110,8 | 110,7 | 110,2 | 110,0 | 108,6 | 110,5 | 110,2 | 2,2 |
| 0:18 | 110,0 | 110,9 | 110,7 | 110,7 | 110,9 | 110,3 | 110,5 | 110,1 | 110,1 | 108,8 | 110,5 | 110,4 | 2,1 |
| 0:20 | 110,0 | 110,9 | 110,5 | 110,3 | 110,8 | 110,4 | 110,5 | 110,4 | 110,0 | 109,9 | 110,5 | 110,4 | 1,0 |
| 0:22 | 110,0 | 110,2 | 110,1 | 110,7 | 110,7 | 110,6 | 110,5 | 110,0 | 111,0 | 105,6 | 111,0 | 110,0 | 5,4 |
| 0:24 | 110,0 | 110,1 | 110,8 | 110,8 | 110,5 | 110,1 | 110,2 | 110,5 | 110,2 | 107,0 | 110,7 | 110,1 | 3,8 |
| 0:26 | 110,0 | 110,8 | 110,1 | 110,4 | 110,9 | 110,3 | 110,5 | 110,4 | 110,4 | 109,6 | 110,9 | 110,4 | 1,3 |
| 0:28 | 110,0 | 110,3 | 110,8 | 110,9 | 110,8 | 111,0 | 110,6 | 110,1 | 110,6 | 110,7 | 110,2 | 110,6 | 0,9 |
| 0:30 | 110,0 | 110,5 | 110,1 | 110,7 | 110,5 | 110,3 | 110,4 | 110,6 | 110,7 | 106,1 | 110,0 | 110,0 | 4,6 |
| 0:32 | 110,0 | 110,4 | 110,6 | 110,6 | 110,8 | 110,1 | 110,8 | 110,9 | 110,5 | 110,5 | 110,5 | 110,6 | 0,8 |
| 0:34 | 110,0 | 110,9 | 110,6 | 110,6 | 110,9 | 110,5 | 110,7 | 110,7 | 110,9 | 107,0 | 110,7 | 110,4 | 3,9 |
| 0:36 | 110,0 | 110,8 | 110,9 | 110,2 | 110,6 | 110,6 | 110,2 | 110,3 | 110,5 | 108,8 | 110,4 | 110,3 | 2,1 |
| 0:38 | 110,0 | 110,6 | 110,2 | 110,5 | 110,3 | 110,6 | 110,1 | 111,0 | 110,3 | 111,0 | 110,9 | 110,6 | 0,9 |
| 0:40 | 110,0 | 110,9 | 110,4 | 110,9 | 110,6 | 110,9 | 110,3 | 110,8 | 110,7 | 110,7 | 110,7 | 110,7 | 0,6 |
| 0:42 | 110,0 | 110,7 | 111,0 | 111,0 | 110,8 | 110,7 | 110,9 | 110,5 | 110,1 | 109,2 | 110,2 | 110,5 | 1,8 |
| 0:44 | 110,0 | 110,8 | 110,5 | 110,3 | 110,9 | 110,5 | 110,2 | 110,4 | 110,4 | 107,3 | 110,5 | 110,2 | 3,6 |
| 0:46 | 110,0 | 110,0 | 110,2 | 110,5 | 110,7 | 110,6 | 110,1 | 110,7 | 110,5 | 107,6 | 110,4 | 110,1 | 3,1 |
| 0:48 | 110,0 | 110,6 | 110,9 | 110,8 | 111,0 | 110,3 | 110,5 | 110,2 | 110,2 | 105,8 | 110,7 | 110,1 | 5,2 |
| 0:50 | 110,0 | 110,2 | 110,8 | 110,5 | 110,9 | 110,2 | 110,4 | 110,3 | 111,0 | 110,6 | 110,8 | 110,6 | 0,8 |
| T. PROM. | 110,0 | 110,5 | 110,5 | 110,6 | 110,6 | 110,5 | 110,4 | 110,5 | 110,4 | 108,8 | 110,6 | 110,3 | |
| T. MAX. | 110,0 | 110,9 | 111,0 | 111,0 | 111,0 | 111,0 | 110,9 | 111,0 | 111,0 | 111,6 | 111,0 | | |
| T. MIN. | 110,0 | 110,0 | 110,0 | 110,1 | 110,1 | 110,1 | 110,0 | 110,0 | 110,0 | 105,0 | 110,0 | | |

Nomenclatura:

- T .Prom. Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tmax - Tmin Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. PROM Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MAX La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MIN La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

JMR EQUIPOS S.A.C.

T. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA

JMR EQUIPOS S.A.C.

ING. ANGELO HUAYACOCHEZ PEÑA
JEFE DE LABORATORIO





JMR EQUIPOS SAC

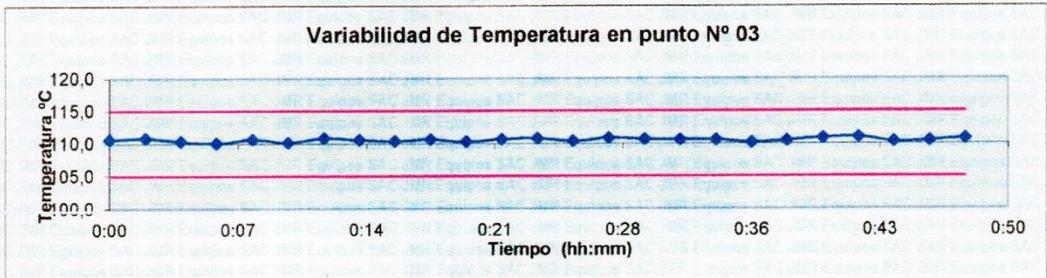
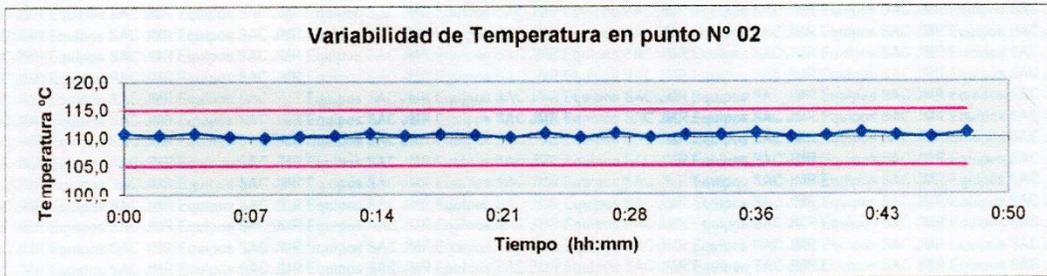
Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 0419151

Pág. 5 de 7

GRÁFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C



JMR EQUIPOS S.A.

Ing. PAUL FAVIO SUAREZ
JEFE DE LABORATORIO



JMR EQUIPOS S.A.C.

Ing. ANGEL HUGO VILCHEZ PENAFIL
DIP. 0442
JEFE DE LABORATORIO



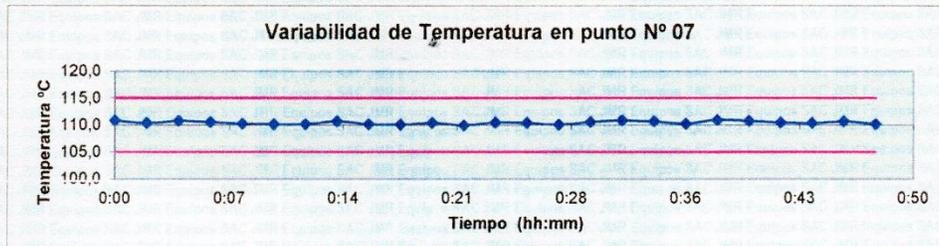
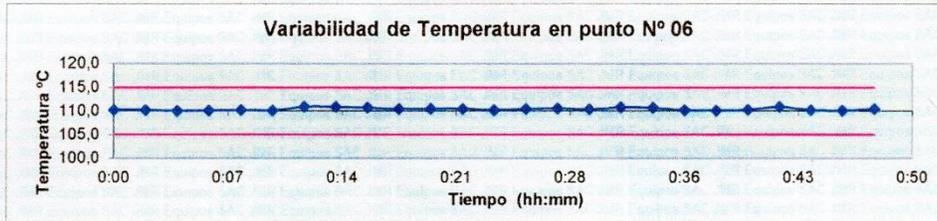
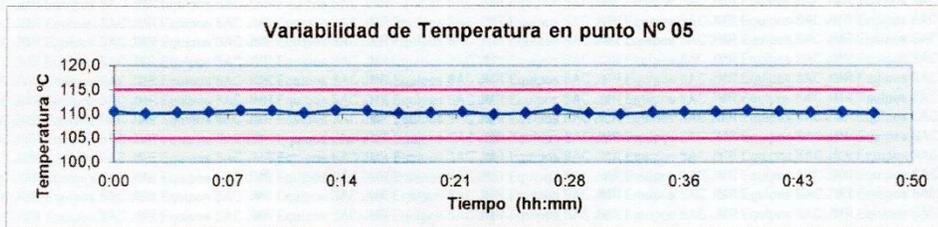


JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.
RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 0419151
Pág. 6 de 7

GRÁFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C



JMR EQUIPOS S.A.C

ING. RAUL FAVIO SOLIZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA

JMR EQUIPOS S.A.C

ING. ANGEL HILARIO LUCHEZ PENA
JEFE DE LABORATORIO





JMR EQUIPOS SAC

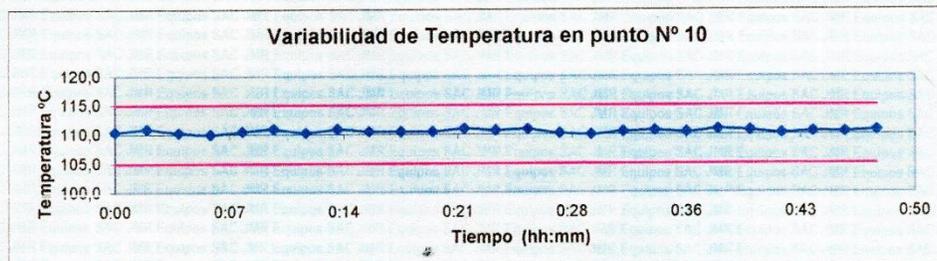
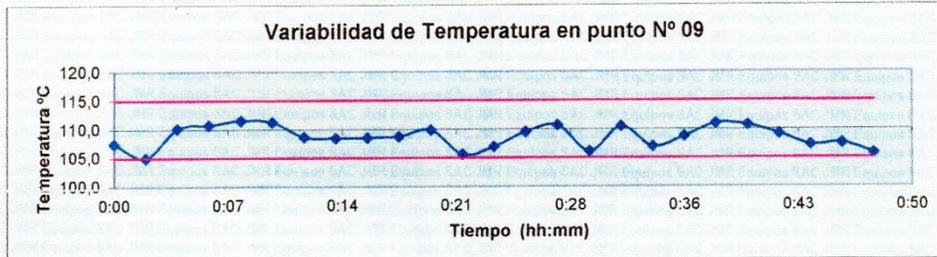
Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

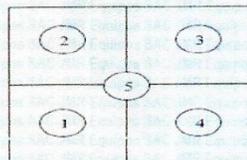
Certificado de Calibración N° 0419151

Pág. 7 de 7

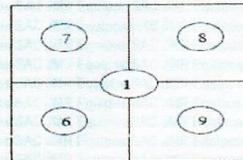
GRÁFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO PARA 110 °C



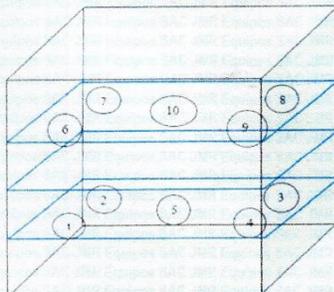
Nivel Superior



Nivel Inferior

GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA

PANEL FRONTAL DEL EQUIPO



JMR EQUIPOS S.A.C.

1000 PAULI PAULI SOUZA PIZ-NC

JEFE DE LABORATORIO METEOL





JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Pág. 1 de 6

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0319153

ANILLO DE CARGA PARA PRENSA CBR

CLIENTE : UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARTIN
DIRECCIÓN : JR. MAYNAS NRO. 179 - TARAPOTO - SAN MARTIN
LUGAR : TARAPOTO

DATOS DEL EQUIPO

Prensa Marca : ELE, MOD. CN-474M, SERIE NO INDICA
Anillo Marca : ELE
Modelo : No indica
Serie : 1155-16-20163
Capacidad : 5 TN
Procedencia : USA
Dial : Marca ELE Serie No indica de 5 mm x 0,002 mm
Identificación : 0319153
Ubicación : Laboratorio de Ensayo de Suelo y Pavimentos

Fecha de emisión:

Lima, 27 de diciembre del 2019

JMR EQUIPOS S.A.C.

[Firma]
TOS PABLO FAVIO SOLAZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA

JMR EQUIPOS S.A.C.

[Firma]
ING. ANGEL HUGO TORRES CHEZ PENA
JEFE DE LABORATORIO

