

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del suelo con
incorporación de cloruro de calcio, y aditivo polycom para estabilización de
subrasantes arcillosas en carreteras**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

Barry Reymilian Sanchez Garcia

ASESOR

Juan Merino Roncero

<https://orcid.org/0000-0002-5753-7664>

Chiclayo, 2023

**Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del suelo con
incorporación de cloruro de calcio, y aditivo polycom para
estabilización de subrasantes arcillosas en carreteras**

PRESENTADA POR
Barry Reymilian Sanchez Garcia

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Angel Alberto Lorren Palomino
PRESIDENTE

Luis Quiroz Quiñones
SECRETARIO

Juan Merino Roncero
VOCAL

Dedicatoria

Queridos padres gracias por ser mi soporte y apoyo constante en cada paso que he dado. Gracias por su amor incondicional, su paciencia y su confianza en mí. Sin su apoyo y sacrificio, este logro no hubiera sido posible. A mis distinguidos docentes gracias por compartir conmigo su sabiduría, su experiencia a crecer como profesional y como persona. Su ejemplo y compromiso con la educación son una fuente de inspiración y motivación para mí. A todos mis allegados mi más sincero agradecimiento por ser parte de este camino que hoy culmina en la presentación de mi investigación.

Agradecimientos

En esta parte de mi vida expreso mi gratitud a mis padres por todo lo que han hecho por mí, quienes han sido mi mayor apoyo y motivación a lo largo de mi carrera académica. Gracias por su amor incondicional, sus consejos de incentivo en momentos de dificultad. Sin su apoyo, este logro no habría sido posible.

También agradezco a mis docentes, cuyos conocimientos y enseñanzas fueron fundamentales para mi formación académica y personal. Sus valiosas contribuciones, orientación y retroalimentación me ayudaron a crecer y desarrollar mi potencial. Me siento afortunado de haber tenido la oportunidad de aprender de ustedes.

Análisis Comparativo De Las Propiedades Mecánicas Del Suelo Con Incorporación De Cloruro De Calcio, Y Aditivo Polycom Para Estabilización De Subrasantes Arcillosas En Carreteras.

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	11%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
4	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	<1%
8	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8
Revisión de la literatura.....	12
Materiales y métodos	17
Resultados y discusión	25
Conclusiones	100
Recomendaciones.....	101
Referencias	102
Anexos.....	105

Resumen

El proyecto de investigación se realizó un análisis comparativo de las propiedades mecánicas del suelo con incorporación de cloruro de calcio y aditivo polycom para estabilización de subrasantes arcillosas en carreteras, se procedió a extraer cuatro muestras de suelo que luego fueron llevadas a un laboratorio para sus respectivos ensayos, mediante la adición se busca mejorar la MDS y CBR del suelo, de las cuatro muestras la tercera fue descartada debido a que el CBR tuvo un valor de 14.70% al 95% de energía, el cual fue mayor a las otras muestras, y no necesitaba de un mejoramiento, a su vez la clasificación SUCS indicaba ser del tipo GC grava arcillosa con arena, ahora bien se realizaron ensayos de CBR y Proctor modificado con dosificación de 1%, 1.5% y 2% de aditivo polycom y cloruro de calcio por separado, de acuerdo con los resultados obtenidos se logró una dosificación óptima de 1.5% respecto al CBR de la muestra 01 con el polycom, 1.5% para la muestra 02 y 04, y con una dosificación de 1.5% se logró mejorar la máxima densidad seca para la muestra 04, mientras tanto para la adición de cloruro de calcio al 1.5% se mejoró el CBR para la muestra 01 de 13.50% a 14.20%, para la muestra 02 con una dosificación de 2% se obtuvo un CBR de 15.20%, y finalmente en la muestra 04 se logró mejorar el CBR de 18.90% a 22.90% con una dosificación del 1.5% a una energía del 100%.

Palabras clave: Subrasante, Adición, Mejoramiento, Suelos arcillosos y Capacidad de soporte

Abstract

The research project was conducted a comparative analysis of the mechanical properties of the soil with the incorporation of calcium chloride and polycom additive for stabilization of clayey subgrades in roads, we proceeded to extract four soil samples that were then taken to a laboratory for their respective tests, through the addition seeks to improve the MDS and CBR of the soil, of the four samples the third one was discarded because the CBR had a value of 14.70% at 95% of energy, which was higher than the other samples, and did not need improvement, in turn the SUCS classification indicated to be of the type GC clayey gravel with sand, now the CBR and modified Proctor tests were performed with a dosage of 1%, 1.5% and 2% of polycom additive and calcium chloride separately, according to the results obtained, an optimum dosage of 1.5% was achieved with respect to the CBR of sample 01 with polycom, 1.5% for samples 02 and 04, and with a dosage of 1.5% the maximum dry density was improved for sample 04, while for the addition of calcium chloride at 1.5% improved the CBR for sample 01 from 13.50% to 14.20%, for sample 02 with a dosage of 2% a CBR of 15.20% was obtained, and finally for sample 04 it was possible to improve the CBR from 18.90% to 22.90% with a dosage of 1.5% at an energy of 100%.

Keywords: Subgrade, Addition, Improvement, Clayey soils and Bearing capacity.

Introducción

Desde hace muchos años hasta hoy en día, el problema de emisiones de polvo en subrasantes ha sido un problema se viene dando y se busca alternativas de solución, así como también en la población repercute todo esto, por la misma inhalación de polvo en las personas, provocando enfermedades como rinitis alérgica, inflamación de la tráquea, bronquitis, lo cual conlleva a situaciones peores donde provoca lesiones pulmonares graves, como fibrosis o silicosis. También cabe mencionar la presencia de arcillas en la superficie no pavimentada con elevada plasticidad que con épocas de lluvia se convierten en zonas intransitables. [1]

En la actualidad otro de los grandes problemas de la ingeniería el cual es motivo primordial para empezar la ejecución de obras, es el problema de los suelos, pues estos presentan un gran porcentaje de arcillas en su mayoría, debido a que son suelos expansivos. Si bien los problemas que afronta la ingeniería con este tipo de suelos son los daños que pueden ocasionar sino se lleva a cabo una estabilización para mejorar las propiedades del suelo. [2]

De acuerdo con la información brindada de Provias Nacional hasta septiembre del 2019, Se han llevado a cabo diversos proyectos relacionados con carreteras, abarcando actividades como la rehabilitación, el mejoramiento y la construcción de nuevas vías. de estas, con una longitud de 95 km que conforman la Red vial no concesionada, este valor numérico es una disminución a comparación de los años 2017 y 2018 en donde se realizaron trabajos ya mencionados de 215 Km. Y 155 Km respectivamente. [3]

Tanto carreteras como asentamientos humanos se encuentran sobre suelos expansivos, pero estos no provocan problemas, siempre y cuando las estructuras que se construyan sobre ellas sean diseñadas de forma inadecuada, pues estos afectan directamente a las cimentaciones, y de esta forma a otras partes de la estructura. [2]

La realidad en el norte y nororiente peruano es que los suelos son expansivos, pues incentivó a investigadores realizar estudios acerca de las características y propiedades tanto de arcillas como de lutitas expansivas que se encuentran en los lugares de estudio mencionados. [4]

En Perú, se han identificado problemas relacionados con suelos expansivos a través de investigaciones. Un ejemplo de esto se encontró mientras se llevaba a cabo la construcción del Canal Quiroz en Piura donde se encontraron arcillas expansivas. Además, se han registrado daños similares en áreas como San Lorenzo, Paíta, Talara y Chiclayo, y la presencia de arcillas expansivas en Tumbes y Bayóvar.[4]

Se han realizado análisis de laboratorio que indican la posibilidad de presencia de arcillas expansivas en localidades de Yurimaguas, Chamaya, Corral quemado y otras áreas del nororiente peruano. Es desafortunado que no se hayan llevado a cabo suficientes investigaciones que brinden la información necesaria en esas áreas como para establecer conclusiones. [4]

Tanto en la costa, sierra y selva existen formaciones del Paleozoico, Precámbrico, Terciario, Cuaternario, los cuales presentan rocas constituidas por cuarcitas, pizarras, conglomerados, areniscas, arcillitas, lutitas, calizas y muchas más, siendo esta la geología del norte y nororiente del Perú, provocando el fenómeno de expansión de suelos en obras de Ingeniería, donde se concluye que existe problemas entre la geología y el fenómeno de expansión de suelos. [4]

Debido a la problemática existente en diferentes lugares, no solo locales, nacionales sino también a nivel mundial, se buscan soluciones con nuevos productos que ayuden a este problema, en tal sentido estos productos buscan estabilizar la subrasante de los suelos mejorando las propiedades mecánicas, mitigar las emisiones de polvo por el tránsito vehicular, así como también mejorar el (CBR), para carreteras que van a rehabilitarse o para las nuevas a construirse, tomando en cuentas las técnicas y metodologías que hoy en día se usa.

En la ciudad de Bagua grande se presenta una característica de los suelos que llama mucho la atención en la población e Ingenieros de la zona, es un problema que viene abarcando desde hace muchos años y que hoy en día es causa principal de impedimento del tránsito peatonal como vehicular, y si bien estos suelos presentan un índice de plasticidad elevado, así como también un bajo CBR, provocando que en temporadas de lluvia lo cual estas son muy frecuentes durante el año, las calles no pavimentadas son afectadas considerablemente convirtiéndose en zonas intransitables, tal es el caso de los sectores de San Luis alto, Gonchillo alto, sector Buenos Aires, y el caserío la esperanza, entre otros, es por eso que se está buscando una solución alternativa ante este tipo de casos. Si bien se sabe en la Ingeniería Civil las infraestructuras viales sirven para el crecimiento del país ya que al mejorarlas da beneficio a la población porque incrementa el comercio interior y exterior, también abarca el turismo, la seguridad entre otros.

En diferentes zonas del país por lo general en obras viales se realizan estabilización de suelos colocando material directo de canteras siendo raros los casos donde lo mejoran con cal o cemento por ello se busca alternativas de solución para tener vías transitables.

Después de haber realizado el proyecto de investigación este será de gran beneficio para la población debido a que posteriormente se tomará más en cuenta a criterio de ingenieros la

estabilización de subrasantes arcillosas ya que con el mejoramiento ayudarán a reducir costos de mantenimientos para obras viales y a su vez mitigar las emisiones de polvo. Ante todo, lo mencionado el proyecto tiene como objetivo general un análisis comparativo de las propiedades mecánicas del suelo con incorporación de CaCl_2 y aditivo polycom para estabilización de subrasantes arcillosas en carreteras, y como objetivos específicos realizar la caracterización del suelo natural, seleccionar tres muestras de suelos que tengan las características más desfavorables como elevada plasticidad de la zona para realizar ensayos de laboratorio con los estabilizantes de CaCl_2 y aditivo polycom, determinar los cambios de las propiedades mecánicas y mitigar las emisiones de polvo de las subrasantes arcillosas con la adición de CaCl_2 y aditivo polycom en dosificaciones de 1%, 1.5% y 2%, establecer la dosificación óptima de mejoramiento de propiedades con cualquiera de los aditivos y, finalmente realizar un análisis de costos para la subrasante y dar como propuesta para que sea de beneficio a la población.

Ante tal problemática se establece la siguiente interrogante ¿Cómo influye el uso de cloruro de calcio en las propiedades mecánicas del suelo en comparación del uso del polímero Polycom? A partir de esto la incorporación de cloruro de calcio en la estabilización de suelos a nivel de subrasantes arcillosas, influye de forma significativa en las propiedades mecánicas de los suelos, a comparación del polímero Polycom.

Debido a la gran demanda hoy en día por el mejoramiento de vías no pavimentadas a nivel de subrasantes de diferentes zonas del país que se vienen aconteciendo en los últimos años se busca alternativas de solución para la estabilización de suelos arcillosos con elevado índice de plasticidad, ya que estos al no ser estabilizados generan un alto costo de mantenimiento anual en las carreteras, pues se busca soluciones simples y de bajo costo.

Desde un punto de vista técnico, el uso de estabilizadores de suelos para vías pavimentadas, permite mejorar la transitabilidad y a su vez mitigar las emisiones de polvo evitando su deterioro rápido, y también extender los tiempos de mantenimiento periódico, incrementando la vida útil del pavimento.

Desde una perspectiva social, la utilización de cloruro de calcio y el aditivo polycom como una alternativa para estabilizar subrasantes arcillosas es beneficioso para la población. Esto se debe a que, en temporadas lluviosas, que suelen ser frecuentes en varias regiones del país, las vías pueden volverse intransitables, lo cual afecta negativamente el comercio local, la movilidad peatonal y vehicular.

El cloruro de calcio y el aditivo polycom de acuerdo con diferentes investigaciones ambos suelen ser mitigadores de polvo y de suma importancia para uso en mantenimientos periódicos de caminos vecinales a nivel de subrasantes arcillosas, asimismo para este tipo de trabajos en vías no pavimentadas no se suele realizar la estabilización de suelos, por esta razón, la falta de realización de dichas acciones resulta en un elevado gasto en mantenimiento y en un incremento significativo en el costo de la capa de pavimentación y que a su vez generan grandes emisiones de polvo lo cual es impedimento para el tránsito vehicular ya que pueden generar accidentes de tránsito.

Mediante una correcta estabilización de los suelos en las carreteras, se logrará un transporte más eficiente y seguro de los productos agrícolas de la zona, garantizando que lleguen en óptimas condiciones, como el plátano, el arroz, el café, el cacao, entre otros, pues estos forman parte de la economía de los pobladores quienes se dedican al cultivo, al mismo tiempo se evitará el deterioro mecánico vehicular debido a las vías en mal estado por un mal mantenimiento o por su bajo periodo de vida.

La presente investigación servirá de alternativa para el estado, gobiernos locales, en cuanto a estabilización de suelos, pues se tomará más en cuenta esta problemática que viene afectando a muchos pobladores de la provincia de Utcubamba, distritos, zonas vecinales, caseríos entre otros, pues ya no tendrán problemas con la transitabilidad que hoy en día afecta enormemente a la población.

Revisión de la literatura

Se encontraron los siguientes antecedentes:

Guerra y Quispe [5], llevaron a cabo un estudio que evalúa los efectos de los aditivos Proes y Polycom en combinación con distintas dosificaciones de cemento portland tipo I. Los resultados obtenidos revelaron incrementos significativos en los ensayos de resistencia, CBR al 100% y 95% de máxima densidad seca, así como en la durabilidad. Estos aditivos fueron utilizados para estabilizar las canteras de Ccatillo y Muruncancha. En términos de desempeño, se observó que en comparación con el aditivo Polycom, el aditivo Proes demostró un desempeño superior en términos de resistencia y durabilidad. Ambos aditivos fueron mezclados con cemento en las mismas proporciones y se aplicaron en las mismas canteras.

Machado [6], procedió a realizar la investigación con el uso de polímero polycom en porcentajes de 1%, 2% y 4%, el enfoque metodológico utilizado fue el de observación directa, Dado que se contrastaron los resultados de dos estudios en la cual los autores incorporaron el aditivo PET. Como resultado del análisis, se pudo concluir que la inclusión de fibras PET mejora la calidad de la subrasante del suelo. Esto se evidencia mediante el incremento del valor de CBR y la reducción de la expansión natural del suelo. Al agregar PET, se observan mejoras sustanciales en los índices de CBR, tanto intermedios como elevados. Además, se observa una disminución en la expansión del suelo en proporción al porcentaje de PET agregado. Cabe destacar que este estudio fue de naturaleza no experimental.

Villacorta y Moreno [7], el estudio se centró en los problemas asociados a los suelos en la construcción de carreteras en la localidad de Salamanca, ubicado en la parte sierra. Para abordar esta problemática, se llevaron a cabo diversas evaluaciones y pruebas en un tramo de 5 km. Estas evaluaciones incluyeron la determinación de la capacidad de soporte del suelo, mediante el ensayo CBR, el ensayo de Proctor para determinar la MDS, junto con el estudio de la composición granulométrica, nivel de humedad y límites de Atterberg para asignar la clasificación SUCS- Posteriormente, se investigó el impacto de cloruro de calcio en el valor de CBR de los suelos de la zona. Los resultados obtenidos fueron beneficiosos, especialmente cuando se utilizó una proporción del 4% de cloruro de calcio. Se observó una humedad máxima del 13% y una densidad máxima de 1.75. Además, se alcanzaron valores máximos de CBR del 29% y 31% para los suelos estabilizados con 0.1 y 0.2 de cloruro de calcio en cada instancia, de forma correspondiente.

En el año 2015 Bonifacio y Sánchez [8], Realizaron un estudio comparativo para evaluar la solidez de las carreteras no asfaltadas mediante la adición de cloruro de magnesio, cloruro de

calcio y cemento. Durante el desarrollo del estudio, se emplearon técnicas de mecánica de suelos y se llevaron a cabo pruebas para establecer las características del material obtenido de las canteras. En el laboratorio, se incorporaron los productos mencionados para su procesamiento y se analizaron los datos obtenidos. Como resultado, se llegó a la conclusión de que el material proveniente de las canteras conocidas como cero escute y cachinche corresponde al tipo de suelo GP, con una plasticidad elevada, y que es viable para la estabilización. Finalmente, los autores del estudio recomendaron considerar estas alternativas como opciones válidas para estabilizar carreteras no pavimentadas.

En Colombia Orobio 2010 [9] se realizó el uso de cloruro calcio en un tramo de carretera como prueba de la investigación donde los resultados indicaron que esta es una nueva alternativa muy eficaz para mitigar la liberación de partículas de polvo en las vías y de esta forma se conviertan en zonas transitables, el artículo de investigación proporciona algunas sugerencias destinadas a mejorar la vida útil en el diseño y la ejecución de carreteras estabilizadas mediante el uso de CaCl_2 , de tal forma que reduzcan los gastos de mantenimiento vial. De acuerdo con el estudio se demostró que como mitigador de polvo tuvo buenos resultados, y también como mejorador del CBR de la vía.

Miranda y Negrete [10], realizaron la investigación debido a la problemática existente hoy en día en los suelos cohesivos, donde se tomaron muestras de suelo en un proyecto llamado Pedernales-San Vicente en las progresivas 0+000 km hasta 3+500 km con el único fin de lograr suelos con elevado porcentaje de finos y de esta forma tener material con características desfavorables, Después de llevar a cabo los experimentos de laboratorio en el suelo sin incorporar los aditivos, y al suelo con los distintos porcentajes de CaCl_2 , se obtuvo que en el km 4 de la vía san Vicente – Pedernales de donde se sacaron las muestras donde la muestra 2,4,6 y 7 presentaron características más desfavorables, se obtuvieron diferentes tipos de suelos con distintos niveles de plasticidad, como limo altamente plástico (MH), área limosa (SC), arcilla altamente plástica (CH) y arcilla de baja plasticidad (CL), según la clasificación SUCS. Además, se observó que la densidad máxima de los suelos finos, como los limos y las arcillas, variaba entre 1.401 g/cm³ y 1.553 g/cm³, y se registraron grandes cambios en el índice de resistencia CBR. En conclusión, se determinó que el cloruro de calcio no era adecuado para suelos de fina textura, incluidas las arenas con alta plasticidad, ya que sus propiedades variaban drásticamente debido a factores como los compuestos químicos presentes en el suelo y su estructura, entre otros.

Isla Cifuentes 2021 [12], realizó una investigación donde tuvo de objetivo saber cómo se comporta el aditivo Polycom como estabilizador de afirmado en el proceso de mejora de los pavimentos en Huanta, utilizando un enfoque aplicado, se tomaron muestras en la porción de carretera que se extiende entre el kilómetro 17+500 y el kilómetro 18+000. Al agregar el aditivo Polycom, se observaron resultados relacionados con el índice de plasticidad. Se determinó que el índice de plasticidad no se vio afectado por ninguna de las dosis de aditivo utilizadas. Sin embargo, en el ensayo de Proctor modificado con D3, se observó una reducción del contenido de humedad óptima (OCH) en un 1.22% en comparación con la muestra de referencia.

Contoguris y Pasmíño [13]. Este estudio se llevó a cabo en la ciudad de Iquitos, donde se busca mejorar el terreno natural de baja transitabilidad explicando a su vez la estabilización de suelos finos mediante la incorporación de Polycom en suelos arcillosos en carreteras, se realizó el muestreo mediante calicatas, obteniendo muestras de suelo y posteriormente llevándolas al laboratorio para su correspondiente análisis. en estado natural y con el uso del polímero polycom de 0.10, 0.80 y 0.30 kg/m³ mejorando las características físicas del suelo natural, a medida que incrementa la dosificación disminuye la plasticidad de los suelos cohesivos desde 40.1 % hasta 29.95% por cada 0.10 kg/m³ del polímero añadido al suelo, también logró aumentar el CBR hasta un 44% por cada 0.30 kg/m³ de polímero aplicado al suelo. Finalmente tomando en cuenta los resultados obtenidos el polycom es adecuado para suelos arcillosos ya que mejora sus propiedades físico mecánicas, convirtiéndose en una alternativa de solución debido a sus antecedentes muy efectivos en diferentes zonas del país.

Orobio, Portocarrero y Serna [14], realizaron un estudio con el propósito de evaluar el CaCl₂ como un agente mitigador de polvo en carreteras de afirmado, debido a que por sus bajos contenidos de humedad hacen que sus partículas se desprendan del terreno provocando grandes emisiones de polvo. La investigación se enfocó en verificar la efectividad del CaCl₂ como estabilizador de las vías de afirmado en carreteras, utilizando un tramo de prueba al cual se le añadió CaCl₂, y un tramo de control sin estabilización. Durante un seguimiento de 6 meses, se realizó un monitoreo de las emisiones de polvo en ambos tramos al paso de un vehículo a una velocidad de 40 km/h. Los resultados demostraron una notable eficiencia del CaCl₂ como mitigador de polvo, evidenciando una reducción significativa en las mediciones de liberación de polvo en el tramo estabilizado en comparación con el tramo sin estabilizar.

Chavarry, Figueroa y Reynaga [15], mediante la investigación se buscó mejorar las propiedades mecánicas del suelo y determinar la dosificación adecuada de cloruro de calcio como medida para mitigar la liberación de partículas de polvo. Se llevaron a cabo diversos ensayos, como el CBR, la granulometría, el contenido de humedad y los límites de Atterberg, utilizando muestras obtenidas de cuatro puntos de muestreo. Posteriormente, se aplicó CaCl_2 como estabilizante en una longitud de 2.5 km de la vía. Se realizaron ensayos especiales para evaluar la densidad y el Proctor modificado de la base estabilizada. Utilizando la metodología AASHTO 93, se compararon los resultados de los ensayos para contrastar el pavimento en su estado inicial con la estructura estabilizada. Se encontró una diferencia de espesor de 15 cm entre la base estabilizada y la base sin tratar, siendo esta última de 20 cm. Además, se logró mejorar el CBR en un 64.2% en suelos arenosos y gravosos. Como resultado, se determinó que el CaCl_2 tiene la capacidad de absorber su propio peso cuando el porcentaje de humedad es alto en el entorno, lo que le permite que este químico sea eficaz ante las emisiones de polvo.

BASES TEÓRICAS

- **MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES**

El objetivo de este manual de carreteras es unificar las normas y los procedimientos para llevar a cabo pruebas de laboratorio y de campo en los materiales utilizados en proyectos de infraestructura vial. La finalidad es garantizar que dichos materiales cumplan con los criterios de calidad establecidos en las obras y actividades correspondientes. [16]

- **NORMA TÉCNICA CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS**

Señala la información previa que se debe tener el profesional responsable para realizar el estudio de mecánica de suelos y posteriormente el diseño estructural de pavimentos, además describe cada una de las técnicas de exploración con investigaciones de campo y laboratorio se deben ejecutar en los EMS, teniendo en cuenta el control de calidad previo. [17]

- **NORMA TÉCNICA CE. 020 ESTABILIZACIÓN DE SUELOS Y TALUDES**

Contiene requisitos indispensables para diseño, construcción entre otros de pavimentos urbanos.

- **NORMA TÉCNICA E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES 2018**

Establece requisitos indispensables para estudios de suelos con fines de cimentación de edificaciones y obras señaladas en la norma. De tal forma buscan dar seguridad en la estabilidad de las obras.

- MANUAL DE CARRETERAS SUELOS GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS-SECCION SUELOS Y PAVIMENTOS – 2014

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Cloruro de calcio**

Aditivo químico capaz de aumentar la capacidad de soporte del suelo y a su vez disminuye las emisiones de polvo.

Este producto se obtendrá en Surquillo, Lima, Perú, en la calle Pedro Alcocer 150 con el teléfono +511 748 0215 y el correo de contacto@productosquimicosperu.pe

- **Polycom**

Es un estabilizante australiano químico del tipo polímero que mejora las propiedades del suelo al estar en contacto con el agua, incrementa la capacidad de resistencia del material en cuestión, tanto en situaciones de sequedad como de humedad, a su vez lograr mayores densidades. Puede estabilizar subrasantes, subbases, y caminos de afirmado logrando reducir las emisiones de polvo.

Su presentación consta de 2 kg por botella que trata 50 m³, el cual se obtendrá de la empresa AUSLATIN-Paving the way to latín America, con el número telefónico de +51 961508737.

- **Humedad**

Es la cantidad de agua presente en una muestra de suelo, expresada como un porcentaje del peso total.

- **Limite liquido**

Se refiere al porcentaje de humedad en el suelo, en lo cual primeramente se halla en el límite entre los estados líquido y plástico.

- **Limite plástico**

Es la humedad baja que puede formarse por barritas de suelo de 3.2 mm.

- **Índice de plasticidad**

Dado en porcentaje para ver la plasticidad del suelo

- **Máxima densidad seca (Proctor)**

Es la humedad vs. El peso unitario de los suelos bien compactados.

- **Capacidad de soporte de la subrasante**

Es la resistencia del suelo CBR

- **Análisis Granulométrico**

Determinar las proporciones de la muestra de suelo que pasan a través de distintos tamices, hasta alcanzar el tamiz N° 200.

- **Subrasante**

Es el suelo natural paralelo a la rasante, antes del afirmado.

Materiales y métodos

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación descriptiva ya que se va a encargar de describir cada una de las características que tiene como propiedades las muestras de suelo a analizar, con la finalidad de comprenderlas de manera más exacta.

También es de tipo explicativa porque establece la relación de causa y efecto al momento de hacer la adición de los estabilizantes, y explicar cada uno de sus cambios cuando estos actúen sobre sus propiedades mecánicas del suelo.

Además, es una investigación experimental debido a que las variables serán manipuladas con adición del cloruro de calcio y aditivo polycom, para ver los cambios en las propiedades mecánicas del suelo.

Es una investigación de tipo transversal porque se aplicará para apreciar los cambios que ocurren en las propiedades mecánicas de las muestras con el cloruro de calcio y aditivo polycom en un momento concreto.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El presente proyecto es experimental, descriptivo, transversal y correlacional, debido a que las muestras serán llevadas a un laboratorio para analizar las características y cambios de las

propiedades mecánicas por la adición del cloruro de calcio y el aditivo polycom mediante una comparación es decir que establece una relación de causa y efecto.

POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

POBLACIÓN

La población a considerar es la provincia de Utcubamba, distritos, localidades, caseríos, ya que esta investigación servirá como propuesta para mejorar las subrasantes arcillosas.

MUESTRA

Se escogerán cuatro puntos para extraer cuatro muestras de suelos mediante calicatas, estas muestras deben presentar características diferentes como índice de plasticidad del material en estudio.

MUESTREO

Para el muestreo se realizarán los siguientes ensayos de laboratorio para las 4 muestras de suelo para luego descartar una, y realizar las dosificación de los aditivos con 3 muestras con características más desfavorables [16].

Ensayos de laboratorio de las muestras patrón:

Tabla N° 01: Ensayos a realizar para la muestra 01.

MUESTRA 01	
GRANULOMETRIA	1
CONTENIDO DE HUMEDAD	1
LÍMITES DE ATTERBERG	1
Máxima densidad seca (MDS)	1
CAPACIDAD RESISTENTE O DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE	1

Fuente: Elaboración propia

En la muestra 01 se realizarán los ensayos de Granulometría, contenido de humedad, límites de ATTERBERG (LL, LP y IP), Proctor modificado y CBR.

Tabla N° 02: Ensayos a realizar para la muestra 02.

MUESTRA 02	
GRANULOMETRIA	1
CONTENIDO DE HUMEDAD	1
LÍMITES DE ATTERBERG	1
Máxima densidad seca (MDS)	1
CAPACIDAD RESISTENTE O DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE	1

Fuente: Elaboración propia

En la muestra 02 se realizarán los ensayos de Granulometría, contenido de humedad, límites de ATTERBERG (LL, LP y IP), Proctor modificado y CBR.

Tabla N° 03: Ensayos a realizar para la muestra 03.

MUESTRA 03	
GRANULOMETRIA	1
CONTENIDO DE HUMEDAD	1
LÍMITES DE ATTERBERG	1
Máxima densidad seca (MDS)	1
CAPACIDAD RESISTENTE O DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE	1

Fuente: Elaboración propia

En la muestra 03 se realizarán los ensayos de Granulometría, contenido de humedad, límites de ATTERBERG (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad), proctor modificado y CBR.

Tabla N° 04: Ensayos a realizar para la muestra 04.

MUESTRA 04	
GRANULOMETRIA	1
CONTENIDO DE HUMEDAD	1
LÍMITES DE ATTERBERG	1
Máxima densidad seca (MDS)	1
CAPACIDAD RESISTENTE O DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE	1

Fuente: Elaboración propia

En la muestra 04 se realizarán los ensayos de Granulometría, contenido de humedad, límites de ATTERBERG (LL, LP y IP), Proctor modificado y CBR.

- Estudios en laboratorio para las muestras con incorporación de cloruro de calcio CaCl₂.

Tabla N° 05: Muestreo para la calicata 01 con el cloruro de calcio.

MUESTREO EXPERIMENTAL-MUESTRA 01 CON CLORURO DE CALCIO			
	1%	1.5%	2%
CAPACIDAD RESISTENTE O DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE	1	1	1
Máxima densidad seca (MDS)	1	1	1
	2	2	2
TOTAL DE MUESTREO	6		

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 06: Muestreo para la calicata 02 con el cloruro de calcio.

MUESTREO EXPERIMENTAL-MUESTRA 02 CON CLORURO DE CALCIO			
	1%	1.5%	2%
CAPACIDAD RESISTENTE O DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE	1	1	1
Máxima densidad seca (MDS)	1	1	1
	2	2	2
TOTAL DE MUESTREO	6		

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 07: Muestreo para la calicata 03 con el cloruro de calcio.

MUESTREO EXPERIMENTAL-MUESTRA 03 CON CLORURO DE CALCIO			
	1%	1.5%	2%
CAPACIDAD RESISTENTE O DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE	1	1	1
Máxima densidad seca (MDS)	1	1	1
	2	2	2

TOTAL DE MUESTREO	6
-------------------	---

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 08: Muestreo para la calicata 04 con el cloruro de calcio.

MUESTREO EXPERIMENTAL-MUESTRA 04 CON CLORURO DE CALCIO			
	1%	1.5%	2%
CAPACIDAD RESISTENTE O DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE	1	1	1
Máxima densidad seca (MDS)	1	1	1
	2	2	2
TOTAL DE MUESTREO	6		

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 09: Muestreo para la calicata 01 con el Polycom.

- E. de laboratorio para los suelos con incorporación de aditivo polycom.

MUESTREO EXPERIMENTAL-MUESTRA 01 CON ADITIVO POLYCOM			
	1%	1.5%	2%
CAPACIDAD RESISTENTE O DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE	1	1	1
Máxima densidad seca (MDS)	1	1	1
	2	2	2
TOTAL DE MUESTREO	6		

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 10: Muestreo para la calicata 02 con el Polycom.

MUESTREO EXPERIMENTAL-MUESTRA 02 CON ADITIVO POLYCOM			
	1%	1.5%	2%
CAPACIDAD RESISTENTE O DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE	1	1	1

Máxima densidad seca (MDS)	1	1	1
	2	2	2
TOTAL DE MUESTREO	6		

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 11: Muestreo para la calicata 03 con el Polycom.

MUESTREO EXPERIMENTAL-MUESTRA 03 CON ADITIVO POLYCOM			
	1%	1.5%	2%
CAPACIDAD RESISTENTE O DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE	1	1	1
Máxima densidad seca (MDS)	1	1	1
	2	2	2
TOTAL DE MUESTREO	6		

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 12: Muestreo para la calicata 04 con el Polycom.

MUESTREO EXPERIMENTAL-MUESTRA 04 CON ADITIVO POLYCOM			
	1%	1.5%	2%
CAPACIDAD RESISTENTE O DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE	1	1	1
Máxima densidad seca (MDS)	1	1	1
	2	2	2
TOTAL DE MUESTREO	6		

Fuente: Elaboración propia

HIPÓTESIS Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La utilización de cloruro de calcio en la estabilización de suelos a nivel de subrasantes arcillosas, influye de forma significativa en las propiedades mecánicas de los suelos a comparación del polímero Polycom.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla N° 13: Variable independiente.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	INDICADOR	RANGO DE APLICACIÓN	UNID. DE MEDIDA	MÉTODO DE MEDICIÓN (Instrumento, Ensayo, NTP)
INDEPENDIENTE	Cloruro de calcio	Porcentaje de adición del cloruro de calcio	1, 1.5 y 2	‰	BALANZA DIGITAL DE 1gr DE SENSIBILIDAD
	Aditivo Polycom	Porcentaje de adición de polycom	1, 1.5 y 2	‰	BALANZA DIGITAL DE 1gr DE SENSIBILIDAD

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 14: Variable dependiente.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	INDICADOR	UNID. DE MEDIDA	MÉTODO DE MEDICIÓN (Instrumento, Ensayo, NTP)
DEPENDIENTE	Propiedades mecánicas del suelo	Máxima densidad seca (MDS)	gr/cm ³	PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141)
		CAPACIDAD RESISTENTE O DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE	‰	ENSAYO CBR (NTP 339.145)

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 15: Variables Intervinientes.

VARIABLE	INDICADOR	UNID. DE MEDIDA	MÉTODO DE MEDICIÓN (Instrumento, Ensayo, NTP)
INTERVINIENTES	GRANULOMETRIA	‰	MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
	CONTENIDO DE HUMEDAD	‰	MÉTODO DE ENSAYO EL CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.127)
	LIMITE LIQUIDO	‰	(NTP 339.129)
	LIMITE PLASTICO	‰	
	INDICE DE PLASTICIDAD	‰	
	TIPOS DE SUELOS	(SUCS)	MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA

Fuente: Elaboración propia

TÉCNICA E INSTRUMENTOS

TÉCNICAS

Como investigador se usará la técnica de la observación para recolectar datos.

INSTRUMENTOS

SOFTWARE

- Microsoft Office (Excel para recolección de datos en laboratorio.)

MAQUINARIA

- Retroexcavadora para obtener las muestras de suelo.

ENSAYOS DE LABORATORIO

- Granulometría [18]
- Contenido de humedad [18]
- Límites de Atterberg [18]
- Proctor modificado (Máxima densidad seca). [18]
- CBR, resistencia del suelo. [18]

El objetivo principal de este proyecto de investigación es buscar mejorar las propiedades mecánicas del suelo mediante adición de CaCl_2 y aditivo polycom, lo cual son productos químicos que mejoran la capacidad de soporte del suelo CBR y la máxima densidad seca con el ensayo de Proctor modificado, para obtener resultados primeramente se llevaron a cabo la obtención de cuatro muestras de suelo en diferentes puntos de la ciudad de Bagua Grande, luego estas fueron llevadas a un laboratorio de suelos donde se realizó sus respectivos ensayos, entre estos se encuentran la granulometría, la humedad del suelo, límites de atterberg, la máxima densidad seca con el ensayo de Proctor modificado, y la capacidad de soporte del suelo con el ensayo de CBR, a cada una de las muestras de suelo se realizó los ensayos, que posteriormente se procedió la adición de polycom y cloruro de calcio en porcentajes de 1%, 1.5% y 2% por separado, y de esta forma se pudo lograr en algunos casos la mejora del CBR y la máxima densidad seca, así como óptimo contenido de humedad.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla N° 16: Matriz de consistencia.

TÍTULO: Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del suelo con incorporación de cloruro de calcio, y aditivo Polycom Para Estabilización De subrasantes arcillosas.							
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE	POBLACIÓN Y MUESTRA	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
¿Cómo influye el uso de cloruro de calcio en las propiedades mecánicas del suelo en comparación del uso del polímero Polycom?	OBJETIVO GENERAL -Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del suelo con incorporación de cloruro de calcio y aditivo polycom para estabilización de subrasantes arcillosas en carreteras.	La utilización de cloruro de calcio en la estabilización de suelos a nivel de subrasantes arcillosos, influye de forma significativa en las propiedades mecánicas de los suelos a comparación del polímero Polycom.	VARIABLE INDEPENDIENTE Cloruro de calcio.	Porcentaje de adición del cloruro de calcio	Técnica: Observación Instrumento: balanza digital de 1gr de sensibilidad.	La población: La población a considerar es la provincia de Utcubamba, distritos, localidades, caseríos, ya que este proyecto de investigación servirá como propuesta para el mejoramiento de subrasantes arcillosas	TIPO DE INVESTIGACIÓN: La investigación es descriptiva porque se va a encargar de describir cada una de las características que tiene como propiedades las muestras de suelo a analizar, con la finalidad de comprenderlas de manera más exacta. También es de tipo explicativa porque establece la relación de causa y efecto al momento de hacer la adición de los estabilizantes, y explicar cada uno de sus cambios cuando estos actúen sobre sus propiedades mecánicas del suelo. Además, es una investigación experimental debido a que las variables serán manipuladas con adición del cloruro de calcio y aditivo polycom, para ver los cambios en las propiedades mecánicas del suelo. Es una investigación de tipo transversal porque se aplicará para apreciar los cambios que ocurren en las propiedades mecánicas de las muestras con el cloruro de calcio y aditivo polycom en un momento concreto.
			VARIABLE INDEPENDIENTE Aditivo Polycom	Porcentaje de adición de polycom			
	VARIABLE DEPENDIENTE Propiedades mecánicas del suelo.		Máxima densidad seca (MDS)	Técnica: Observación Método: Proctor modificado (NTP 339.141)			
	VARIABLE INTERVINIENTES Propiedades mecánicas del suelo.		CAPACIDAD RESISTENTE O DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE	Técnica: Observación Método: Ensayo CBR (NTP 339.141)			
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS -Realizar la caracterización del suelo natural. -Seleccionar tres muestras de suelos que tengan las características más desfavorables como elevada plasticidad de la zona para realizar los ensayos de laboratorio con los estabilizantes de cloruro de calcio y aditivo polycom. -Determinar los cambios de las propiedades mecánicas y mitigar las emisiones de polvo de las subrasantes arcillosas con la adición de cloruro de calcio y aditivo polycom en dosificaciones de 1%, 1.5% y 2%. -Establecer la dosificación óptima de mejoramiento de propiedades con cualquiera de los aditivos. -Realizar un análisis de costos para la subrasante y dar como propuesta para que sea de beneficio a la población.		GRANULOMETRÍA	Técnica: Observación Método: ensayo para análisis granulométrico			
	CONTENIDO DE HUMEDAD		Técnica: Observación Método: ensayo el contenido de humedad (NTP 339.127)				
LÍMITE LÍQUIDO	(NTP 339.129)						
LÍMITE PLÁSTICO							
ÍNDICE DE PLASTICIDAD							
TIPOS DE SUELOS	MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPOSITOS DE INGENIERÍA						
	MUESTRA: Como muestra se escogieron tres muestras de suelos con características diferentes para realizar sus respectivos ensayos, de acuerdo con los indicadores.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: El presente proyecto es experimental, descriptivo, transversal y correlacional, debido a que las muestras serán llevadas a un laboratorio para analizar las características y cambios de las propiedades mecánicas por la adición del cloruro de calcio y el aditivo polycom mediante una comparación es decir que establece una relación de causa y efecto.					

Fuente: Elaboración propia

Resultados y discusión

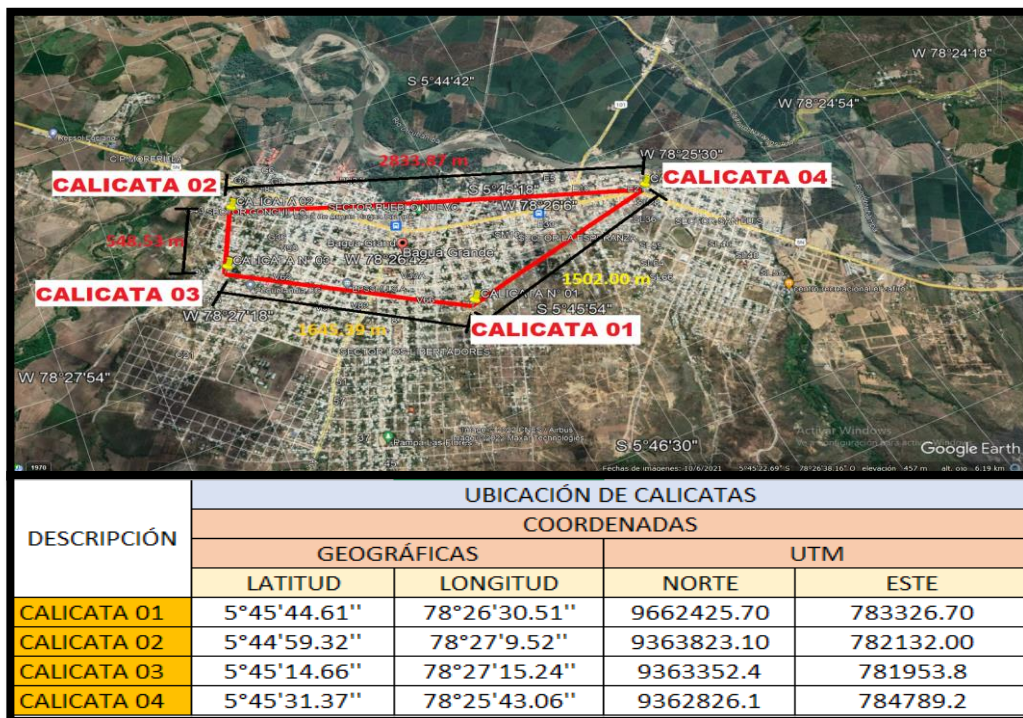
De acuerdo con la ejecución del proyecto de tesis, este se centra en cumplir todos sus objetivos, ahora bien, la ejecución del proyecto se divide en etapas, las cuales iré mencionando a continuación:

Se procedió a realizar la caracterización del suelo natural, observando cada una de las características del suelo que cumpla con el tema de investigación, ya que este suelo a analizar tiene que ser arcilloso:

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS CALICATAS

Según las directrices establecidas en el manual de carreteras en la sección de exploración de suelos, se indica la necesidad de realizar calicatas a intervalos de 250 a 2000 metros. Por lo tanto, siguiendo estas recomendaciones, se llevó a cabo la ejecución de dichas excavaciones con el propósito de obtener muestras del suelo. [19]

Imagen N° 01: Ubicación geográfica de las muestras extraídas y distancias de calicata a calicata.



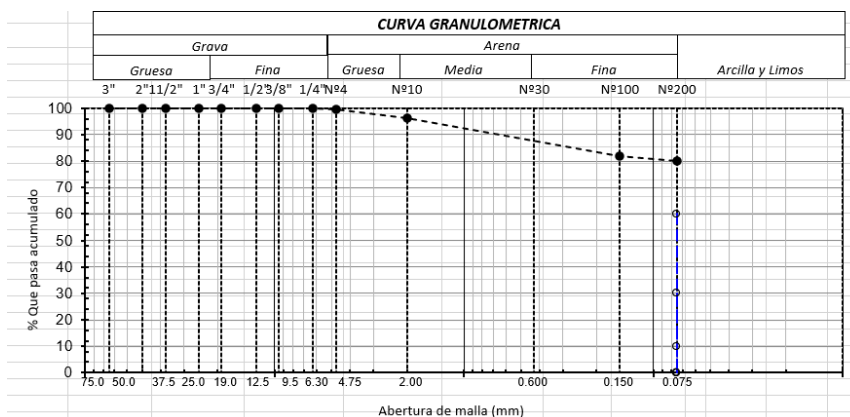
De acuerdo con la metodología de investigación, las muestras de suelo se llevaron a un laboratorio para el EMS (Estudio de Mecánica de Suelos).

ENSAYOS DE LAS CUATRO MUESTRAS DE SUELO EN ESTADO NATURAL.

Calicata 01

GRANULOMETRÍA (MTC E 106). -M1

Gráfico N°01: Curva granulométrica.



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

- Como se puede apreciar en la curva granulométrica, si un suelo pasa la malla n° 200 se considera como un suelo fino, y de acuerdo con los pesos retenido en el tamiz en el fondo quedan un valor de 1002.4 gr, quiere decir que el material a evaluar pasó la malla n° 200, por tanto, se considera un suelo fino arcilloso.
- Si antes de la malla n° 4 se hubiera retenido el suelo, se consideraría un suelo grueso que vendría a ser grava, por lo que en este caso no se considera así. En caso el suelo se retenga entre la malla n° 4 y n° 200 se considera un suelo arenoso pero no vendría a ser el caso.
- Al ser considerado un suelo arcilloso, se tendría que evaluar mediante los límites Atterberg para verificar el índice de plasticidad, el Proctor y CBR del suelo y así sean evaluados con los aditivos polycom y cloruro de calcio con el objetivo de potenciar las características del suelo, se busca implementar mejoras en sus propiedades.
- **CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.127)-M1**

Imagen N°02: Horno a 110°C, para contenido de humedad.



Fuente: Elaboración propia

Imagen N°03:



Fuente: Elaboración propia

$$\%W_{Humedad} = 14.3 \%$$

- **LÍMITES DE ATTERBERG (NTP 339.129)-M1**

Tabla N° 17: Límites de Atterberg.

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	25.0
Límite Plástico	17.6
Índice de Plasticidad	7.4

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

- Según las directrices del manual de suelos geología geotécnica y pavimentos del MTC, se establece una clasificación de suelos según índice de plasticidad para verificar si estos son suelos arcillosos con elevada plasticidad, mediana plasticidad o baja plasticidad, por lo que en la muestra de suelo n° 01 se muestra un suelo con índice de plasticidad de 7.4 de acuerdo a los resultados obtenidos en los límites de consistencia, por tanto se considera un suelo de mediana plasticidad, ya que tiene un rango mayor a 7 en suelos arcillosos.

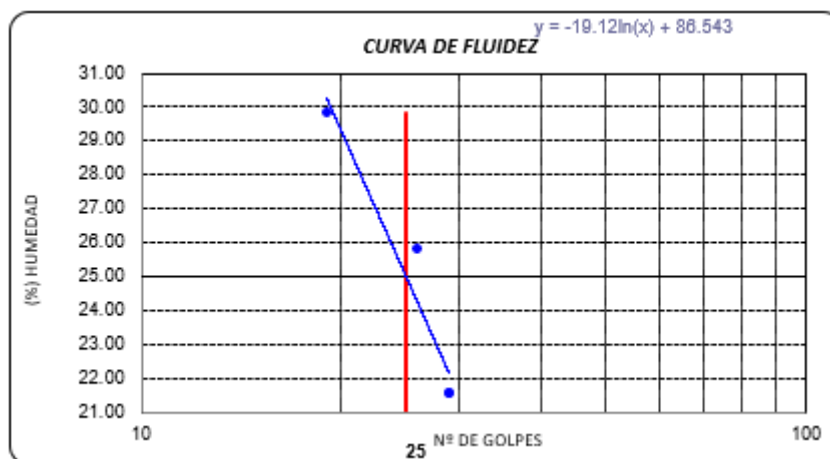
Tabla N° 18: Clasificación de suelos, por índice de plasticidad.

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 carreteras. suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2013.

- De acuerdo con la norma emitida por el MTC otorga la clasificación y rango de suelos de acuerdo al índice de plasticidad, esto señala que se debe tener mucho en consideración que la presencia de arcillas en un suelo pueden causar riesgo alguno en la subrasante o en los pavimentos debido a que en presencia del agua estos se vuelven carreteras intransitables afectando en muchos aspectos a las comunidades aledañas, a su vez influye mucho en otras propiedades de los suelos, como el CBR y máxima densidad seca, ya que una buena subrasante es la base principal para que posteriormente se puedan realizar pavimentos de diferentes tipos como rígidos, flexibles, entre otros.

Gráfico N°02: Curva de Fluidez



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

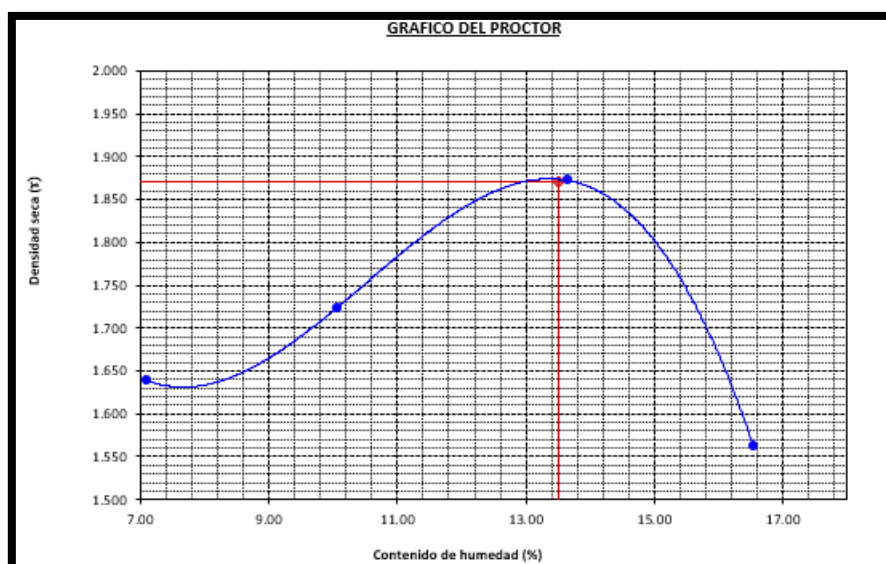
- **MÁXIMA DENSIDAD SECA (PROCTOR MODIFICADO NTP 339.141)-M1**

Tabla N° 19: Resultados de Proctor modificado.

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.870	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.50	%

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Gráfico N°03: Curva de Proctor.

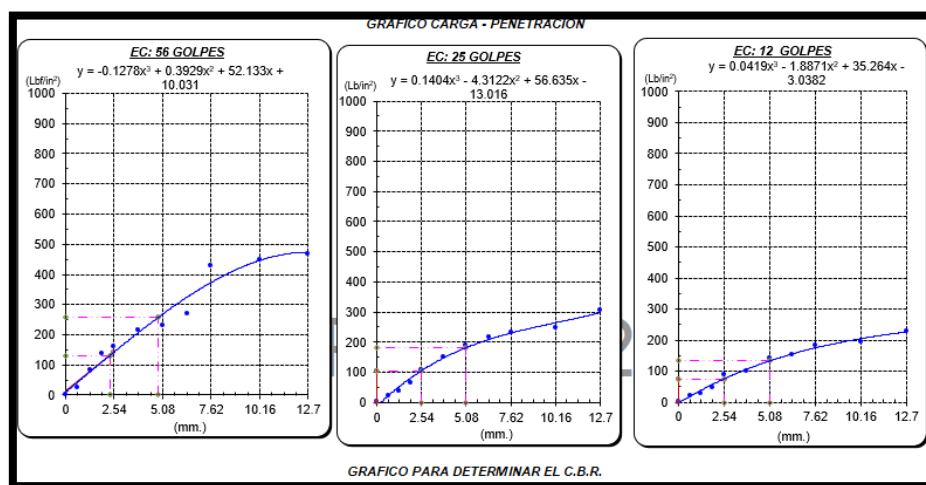


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Basado en los resultados obtenidos mediante el ensayo de Proctor modificado, se puede confirmar que la relación entre la curva de máxima densidad seca y el contenido de humedad proporciona un valor de 1.87 gr/cm³ para la densidad máxima seca. Además, se identificó un contenido de humedad óptimo del 13.5% para la calicata N° 01, considerando la energía de compactación aplicada durante los ensayos.

CAPACIDAD RESISTENTE DE LA SUBRASANTE (ENSAYO CBR NTP 339.145)- M1

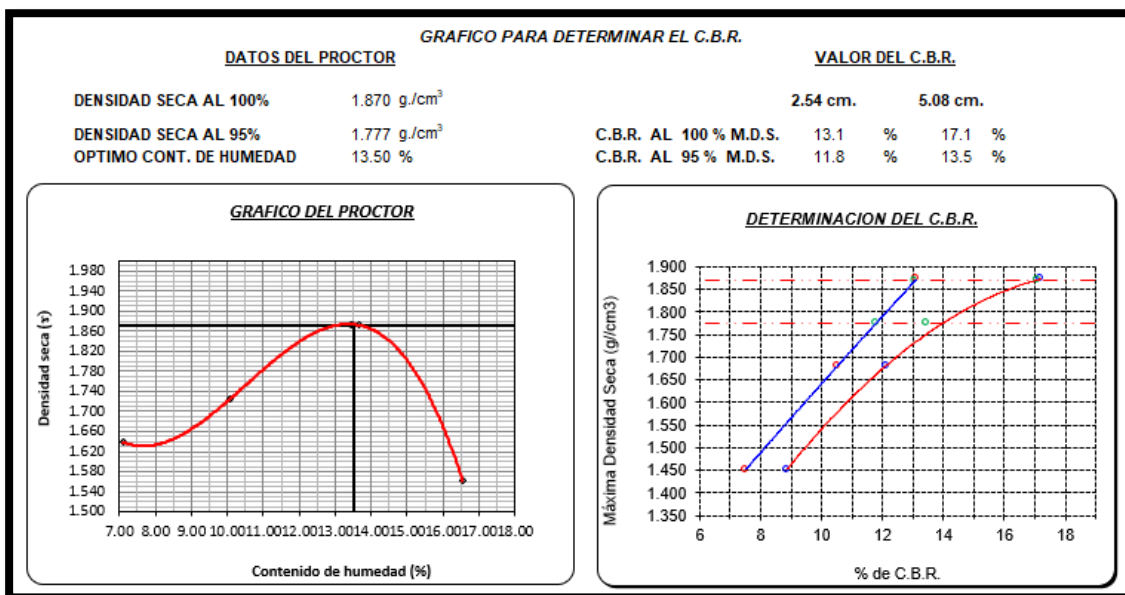
Gráfico N°04: Gráfico carga-penetración mediante número de golpes.



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Estos tres gráficos presentes sirven para determinar el CBR de la muestra debido al número de golpes que se da por capa de suelo, siguiendo la regulación estipulada en el reglamento de pavimentos.

Gráfico N°05: Determinación del CBR.



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Tabla N°20: Valores del CBR al 100% y al 95%.

		VALOR DEL C.B.R.	
		2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100%	13.1 %	17.1 %	
C.B.R. AL 95%	11.8 %	13 %	

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

- Como los valores de CBR están entre 13% y 17.1% están dentro del rango, quiere decir que el suelo de acuerdo a la tabla emitida por el manual de carreteras para suelos, comprende una subrasante entre regular y buena, por su contenido de arcilla, lo cual también por su bajo contenido de plasticidad indica que este se puede mejorar con la adición de los aditivos, ya que lo que se busca es aumentar la resistencia del suelo CBR, y a su vez mejorar la máxima densidad seca, lo cual beneficia al suelo y cumple con los establecido en antecedentes expuestos en otras investigaciones que se llevaron a cabo, disminuyendo la emisiones de polvo, manteniendo el contenido de humedad adecuado evitando que por la sequedad, las partículas del suelo se desprendan.

Tabla N°21: Categorías de subrasante.

Una vez definido el valor del CBR de diseño, para cada sector de características homogéneas, se clasificará a que categoría de subrasante pertenece el sector o subtramo, según lo siguiente:

Cuadro 4.10
Categorías de Subrasante

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

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Manual de carreteras. suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2013.

- **CLASIFICACIÓN DE SUCS-M1**

Tabla N°22: Descripción de la muestra.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
PESO TOTAL	:	1798.1	g.
PESO LAVADO	:	360.7	g.
PESO FINO	:		g.
LIMITE LIQUIDO	:	25.0	%
LIMITE PLASTICO	:	17.6	%
INDICE PLASTICIDAD	:	7.4	%
CLASF. AASHTO	:	A-4 (9)	
CLASF. SUCS	:	CL	
DESCRIPCIÓN DEL SUELO :			
Arcilla de baja plasticidad con arena			

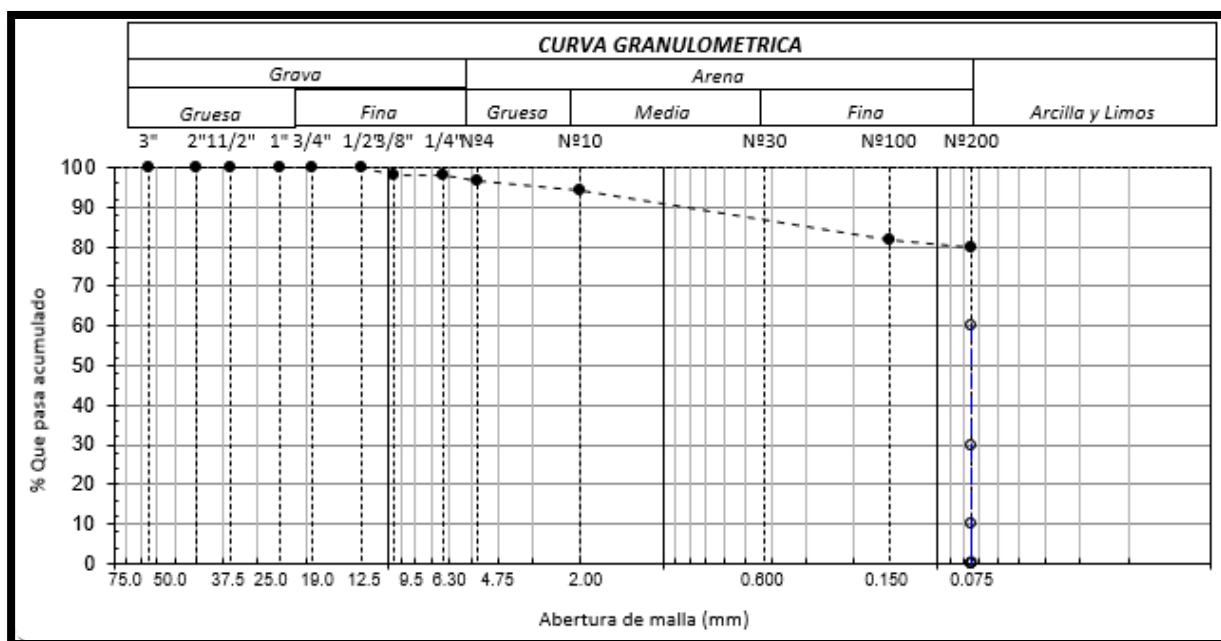
Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

De acuerdo a la clasificación SUCS, la simbología es CL dado que se trata de un suelo de baja plasticidad con arena.

Calicata 02

- **GRANULOMETRÍA-M2**

Gráfico N°06: Curva granulométrica.



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Basándonos en los resultados obtenidos de las pruebas realizadas, como es el caso de la granulometría para la segunda muestra de suelo, interpretando la gráfica se puede observar que en la malla 200 el porcentaje que pasa % disminuye y de acuerdo con los datos obtenidos se considera como una arcilla de baja plasticidad con arena ya que la clasificación SUCS da una descripción CL.

- **CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.127)-M2**

$$\%W_{Humedad} = 10.4 \%$$

- **LÍMITES DE ATTERBERG (NTP 339.129)-M2**

Tabla N°23: Límites de Atterberg

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	36.4
Límite Plástico	24.21
Índice de Plasticidad	12.2

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

- De acuerdo con los ensayos de laboratorio se pudo obtener mediante los límites de atterberg el índice de plasticidad con un valor de 12.2, lo cual implica se un suelo medianamente plástico, casi por encima de lo normal, a su vez también se consideran ser suelos arcillosos de acuerdo con los estipulado en el manual de carreteras de suelos y geotecnia del MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

Tabla N°24: Clasificación de suelos por índice de plasticidad.

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: Elaboración propia

Se establece como contenido de humedad óptimo el 36.4%, que corresponde al LL de la muestra, utilizando un número de 25 golpes. A continuación, se determina el LP y se obtiene un IP de 12.2.

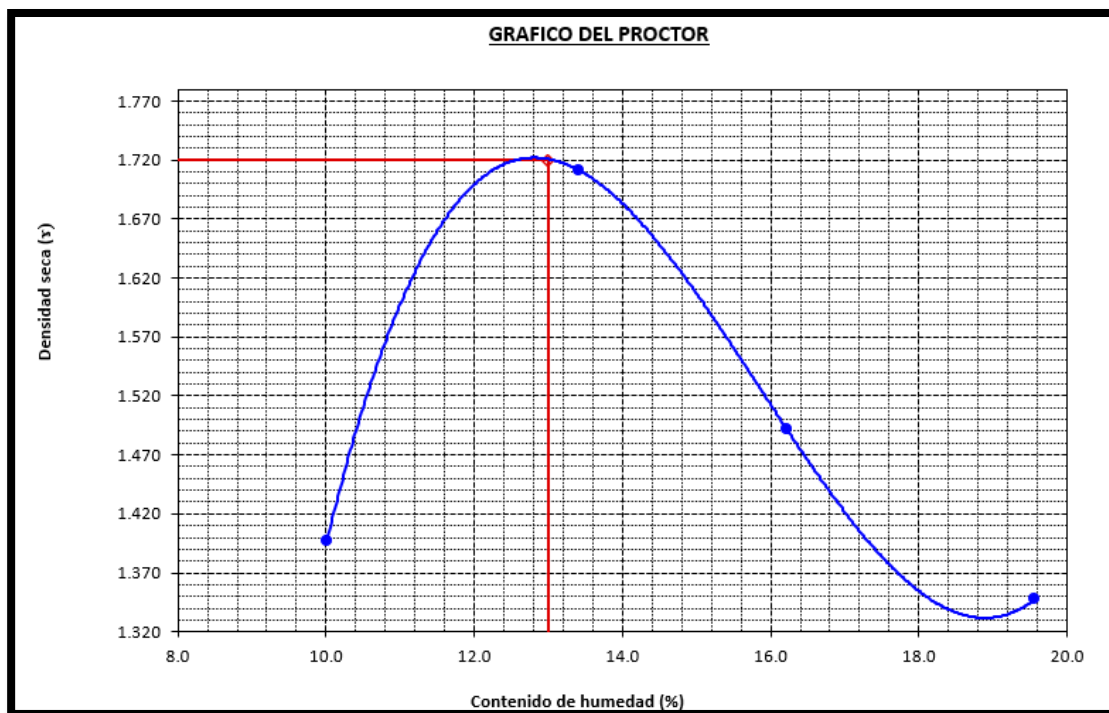
- MÁXIMA DENSIDAD SECA (PROCTOR MODIFICADO NTP 339.141)-M2**

Tabla N°25: Resultados de Proctor modificado.

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.720	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.00	%

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Gráfico N°07: Grafico de Proctor, densidad seca vs contenido de humedad.

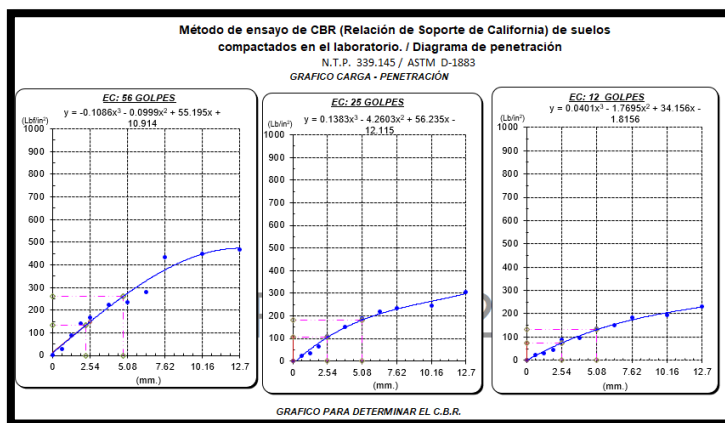


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

En la segunda calicata, se analizó la muestra en estado natural utilizando el gráfico del ensayo de Proctor modificado. Los resultados mostraron una máxima densidad seca de 1.72 gr/cm³ y un contenido de humedad óptimo de 13.00%.

- **CAPACIDAD RESISTENTE DE LA SUBRASANTE (ENSAYO CBR NTP 339.145)-M2**

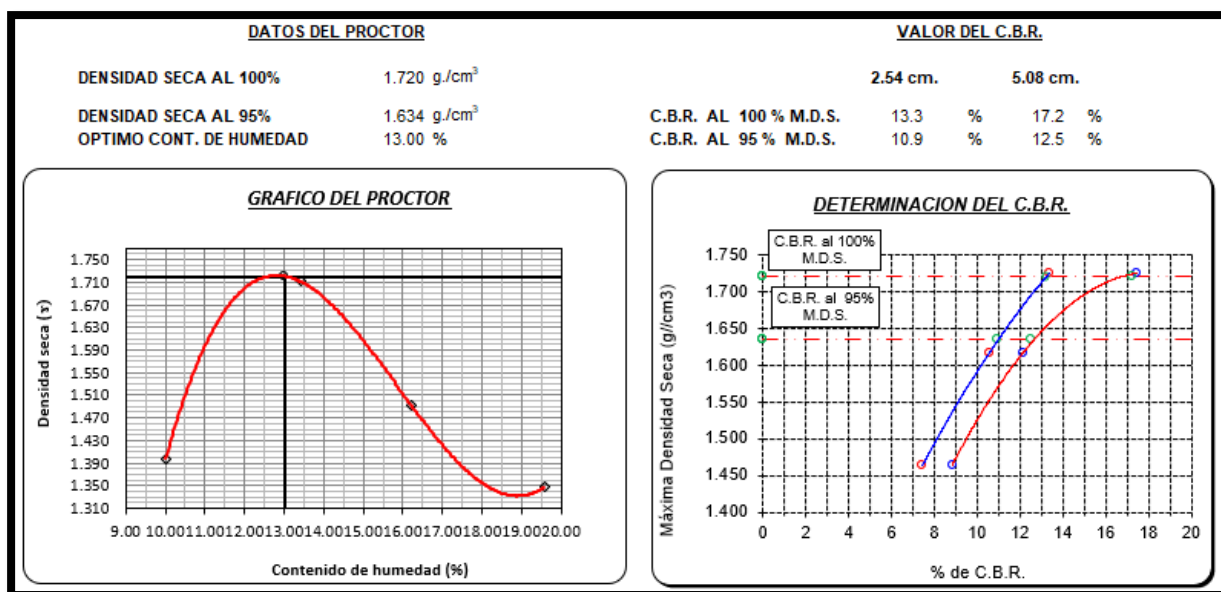
Gráfico N°08: Grafico Carga vs penetración, mediante número de golpes.



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Los gráficos representan la carga emitida vs la penetración hacia el terreno, cada gráfico indica el número de golpes al que ha sido sometida la muestra de acuerdo con los establecido en el manual de pavimentos.

Gráfico N°09: Determinación del CBR.



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Tabla N°26: Resultados del CBR al 95%-100%.

VALOR DEL C.B.R.			
	2.54 cm.		5.08 cm.
C.B.R. AL 100%	13.3 %		17.2 %
C.B.R. AL 95%	10.9 %		12.5 %

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Como se puede apreciar en la descripción de los resultados tenemos un CBR al 100% de 17.2 % y al 95% al 12.5%, que quiere decir estos porcentajes, que la energía de compactación al 100% es mucho mayor que al 95%, la variación consta de 4.7 %, estos valores de CBR son de las segunda muestra en estado natural, por lo que se busca mejorar el suelo con el uso de aditivos ya sea aditivo polycom o cloruro de calcio, de esta forma determinar un porcentaje de adición óptimo de tal forma que no afecte en las propiedades del suelos, sino que haya una mejora.

Tabla N°27: Categorías de subrasante.

Una vez definido el valor del CBR de diseño, para cada sector de características homogéneas, se clasificará a que categoría de subrasante pertenece el sector o subtramo, según lo siguiente:

Cuadro 4.10
Categorías de Subrasante

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

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Manual de carreteras. suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2013.

Como los valores de CBR están entre 17.2 % y 12.5 % señalan una categoría de suelo subrasante regular y buena, porque se busca mejorar la muestra con los porcentajes de adición

- **CLASIFICACIÓN DE SUCS-M2**

Tabla N°28: datos de laboratorio y clasificación SUCS.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
PESO TOTAL	:		1558.00 g.
PESO LAVADO	:		395.50 g.
PESO FINO	:		1558.00 g.
LIMITE LIQUIDO	:		36.4 %
LIMITE PLASTICO	:		24.21 %
INDICE PLASTICIDAD	:		12.16 %
CLASF. AASHTO	:		A-6 (9)
CLASF. SUCS	:		CL
DESCRIPCIÓN DEL SUELO :			
<i>Arcilla de baja plasticidad con arena</i>			

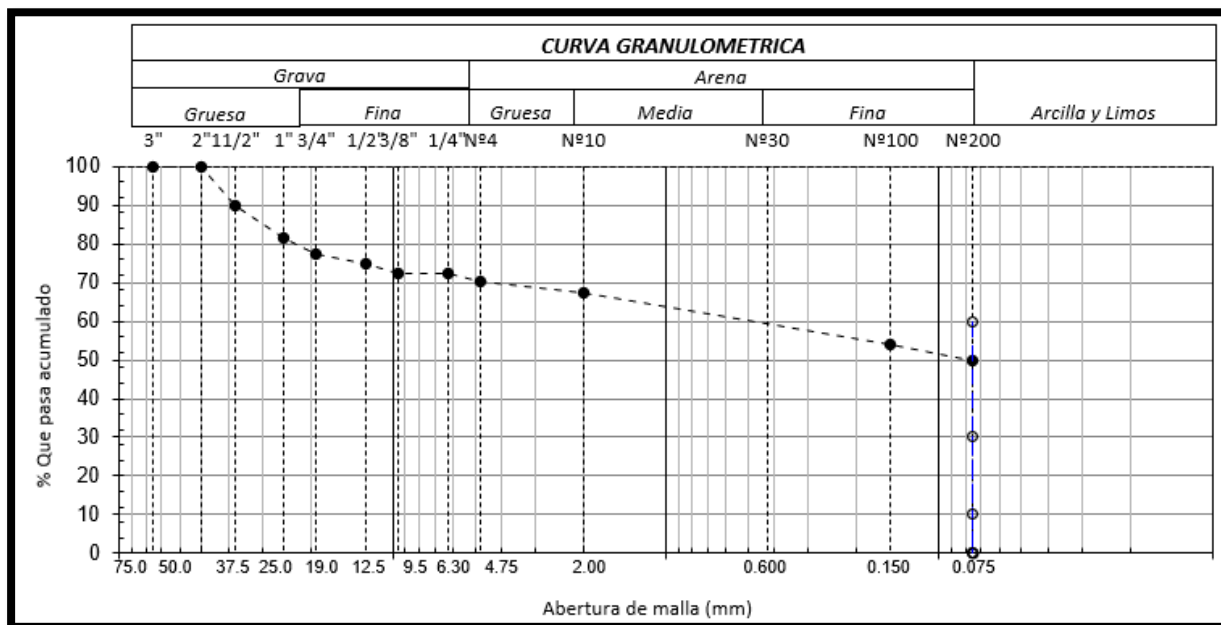
Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

De acuerdo con la clasificación SUCS, se describe una muestra tipo CL, lo cual indica arcillas de baja plasticidad o mediana.

Calicata 03

- **GRANULOMETRÍA-M3**

Gráfico N°10: Curva granulométrica.



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Como se puede apreciar en el gráfico N°10, el porcentaje que pasa acumulado en el tamiz n° 200 disminuye a comparación de las otras muestras de suelo, por lo que se estima que el suelo es más grueso, ya que no pasa la malla n°200, entonces al ser un material grueso no se

considera suelo arcilloso, sino se considera un suelo grueso que pueden ser gravas o arenas, y de acuerdo con la clasificación SUCS este es un tipo de suelo GC (GRAVAS CON ARENAS).

- **CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.127)-M3**

$$\%W_{Humedad} = 13.5\%$$

- **LÍMITES DE ATTERBERG (NTP 339.129)-M3**

Tabla N°29: Limites de atterberg.

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	27.0
Límite Plástico	19.9
Índice de Plasticidad	7.1

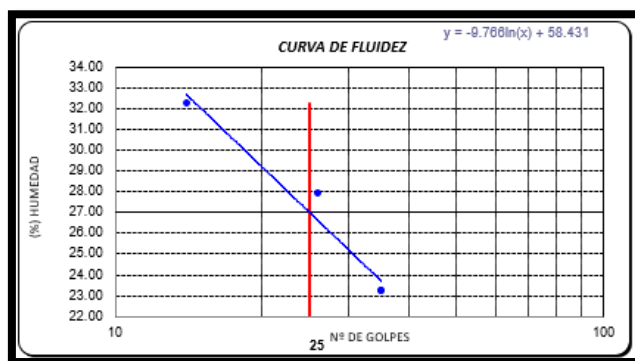
Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Basándonos en los hallazgos obtenidos de los ensayos de laboratorio, se realizará una comparación con los límites de plasticidad proporcionados por el manual de carreteras de geología y pavimentos. Los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango exigido, lo que indica que el suelo tiene una plasticidad media.

Tabla N°30: Clasificación de suelos por índice de plasticidad.

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: Clasificación de suelos, dependiendo del índice de plasticidad del manual de carreteras.

Gráfico N°11: Curva de Fluidez.

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

En la curva de fluidez se puede observar que el límite líquido se determinará mediante este gráfico, a partir del número de golpes, el cual se obtendrá con un número de 25 golpes, en la intersección de estas líneas, se observa que el límite líquido tiene un valor de 27% aproximadamente, con este valor inicial y con el valor de límite plástico se obtendrá el índice de plasticidad del suelo.

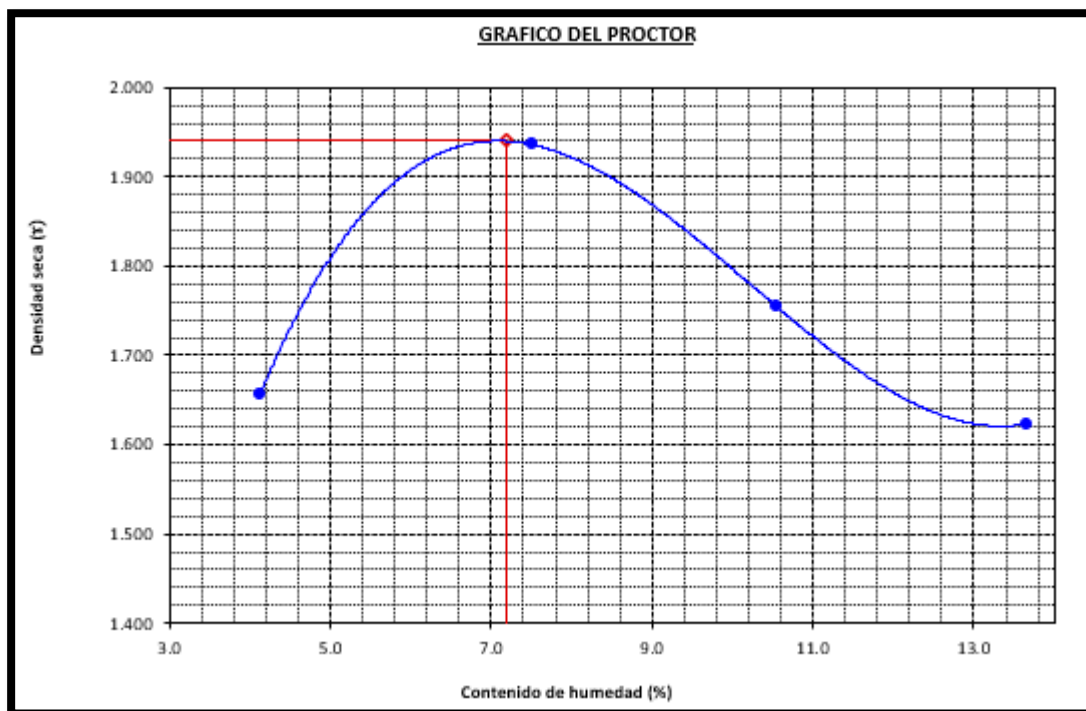
- **MÁXIMA DENSIDAD SECA (PROCTOR MODIFICADO NTP 339.141)-M3**

Tabla N°31: Resultados de Proctor.

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.940	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	7.20	%

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Gráfico N°12: Gráfico de Proctor, Densidad seca vs contenido de humedad.

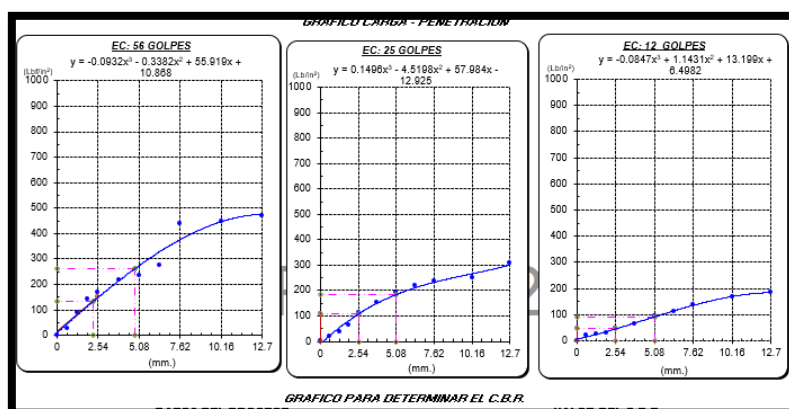


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Según el gráfico del ensayo de Proctor, el punto más elevado de la curva representa la máxima densidad seca en relación con el contenido de humedad óptimo. Para un contenido de humedad óptimo de 7.20%, se obtiene una máxima densidad seca de 1.94 gr/cm³.

- **CAPACIDAD RESISTENTE DE LA SUBRASANTE (ENSAYO CBR NTP 339.145)-M3**

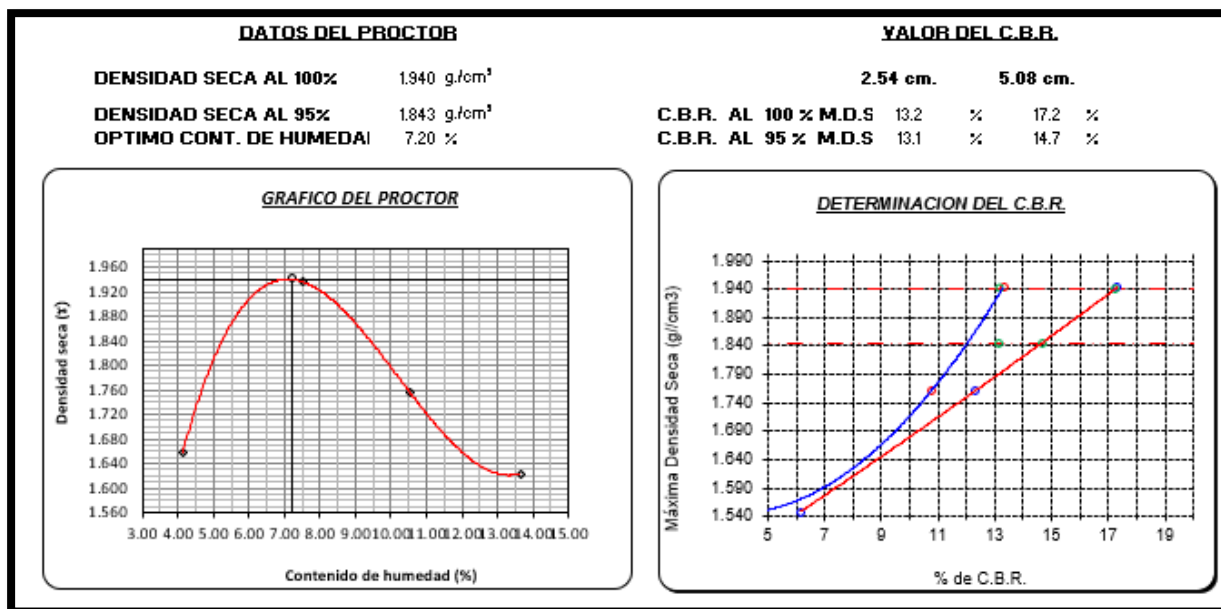
Gráfico N°13: Gráfico de carga-penetración mediante número de golpes por capa.



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

En cada gráfico se aprecia el número de golpes para fuerza propiciada en cada capa de suelo en el molde, para 56 golpes, para 25 golpes y para 12 golpes, de acuerdo con lo establecido en el reglamento de pavimentos.

Gráfico N°14: Determinación del CBR.



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Tabla N°32: Valores del CBR al 100% y 95% de la MDS.

VALOR DEL C.B.R.			
		2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100%	13.2 %	17.2 %	
C.B.R. AL 95%	13.1 %	14.7 %	

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Para la muestra patrón se realizó el ensayo de CBR, donde se determinó a que una penetración de una pulgada al 100% y al 95% nos da un CBR de 17.2% y 14.7% respectivamente lo cual nos indica en el manual de carreteras que es una subrasante muy buena, de tal forma que ya no necesita una mejora en sus propiedades. Basándonos en la clasificación SUCS nos determina un suelo granular por lo cual se descarta esta muestra patrón, y se realiza los ensayos de Proctor modificado y CBR en las dos primeras muestras.

Tabla N°33: Categorías de subrasante para valores de CBR.

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

Fuente: Rango de valores de CBR según el manual de carreteras. suelos, geología, geotécnica y pavimentos 2013.

La muestra 03 fue descartada debido a que el valor de CBR era elevado de 17.2% y considerando las clasificaciones de subrasante indicadas en el manual de pavimentos del MTC, se considera como subrasante buena ya que pasa el límite establecido, esto conllevó a que no se realicen los ensayos de CBR con adición de polycom y cloruro de calcio.

- **CLASIFICACIÓN DE SUCS-M3**

Tabla N°34: Descripción de la muestra 03.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
PESO TOTAL	:		1421.20	g.	
PESO LAVADO	:		804.70	g.	
PESO FINO	:		1421.20	g.	
LIMITE LIQUIDO	:		27.0	%	
LIMITE PLASTICO	:		19.89	%	
INDICE PLASTICIDAD	:		7.11	%	
CLASF. AASHTO	:		A-4 (3)		
CLASF. SUCS	:		GC		
DESCRIPCIÓN DEL SUELO:					
Grava arcillosa con arena					

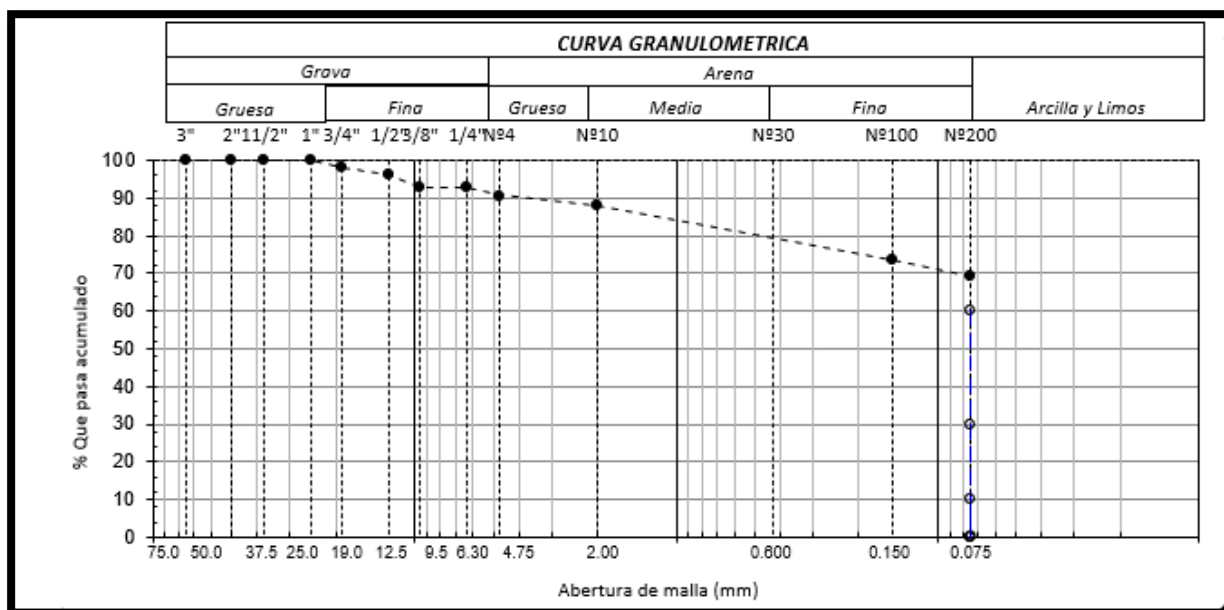
Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

De acuerdo con la clasificación SUCS el suelo presenta el signo GC, por lo que se describe como un suelo de Gravas arcillosas, mezclas de gravas-arena-arcilla, gravas con material fina. [19].

Calicata 04

- **GRANULOMETRÍA-M4**

Gráfico N°15: Curva granulométrica.



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

La curva granulométrica señala que el porcentaje que pasa acumulado disminuye hasta llegar al tamiz número 200, donde se obtiene un porcentaje que pasa acumulado de 70%.

- **CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.127)-M4**

$$\%W_{\text{Humedad}} = 14.90\%$$

- **LÍMITES DE ATTERBERG (NTP 339.129)-M4**

Tabla N°35: Límites Atterberg.

CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	29.7
Límite Plástico	19.38
Índice de Plasticidad	10.3

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

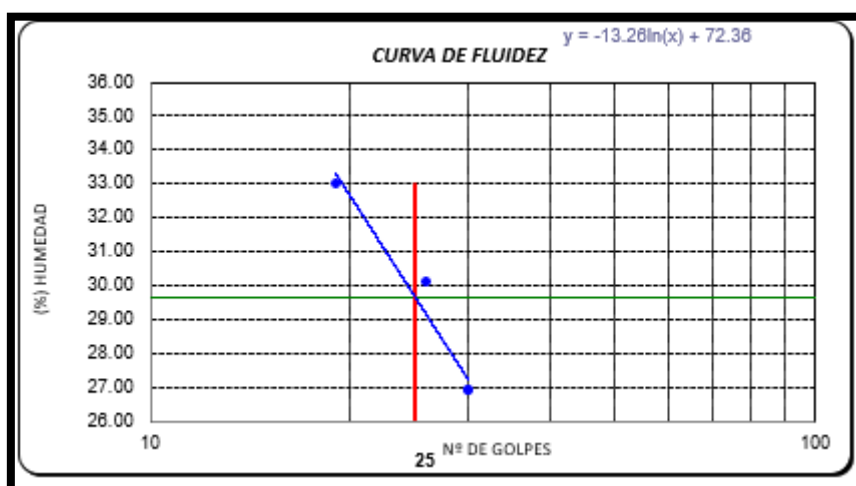
Los ensayos en laboratorio arrojaron una plasticidad de 10.3%, por lo que se considera un suelo arcilloso de plasticidad media, debido a que está dentro del rango de 7% a 20%, de acuerdo con estos resultados se buscará mejorar el CBR y la máxima densidad seca, que como resultado final nos dará una plasticidad buena, que no cause vías intransitables cuando la subrasante esté con contacto con el agua.

Tabla N°36: Clasificación de suelo por 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: Valores de índice de plasticidad, según el manual de carreteras. suelos, geología, geotécnica y pavimentos 2013.

Gráfico N°16: Curva de Fluidez, límite líquido a los 25 golpes.



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

De acuerdo con los 25 golpes, la curva de fluidez da un límite líquido de 29.7% que posteriormente sirvió para hallar la plasticidad de 10.3%, junto con el valor de límite plástico.

- **MÁXIMA DENSIDAD SECA (PROCTOR MODIFICADO NTP 339.141)-M4**

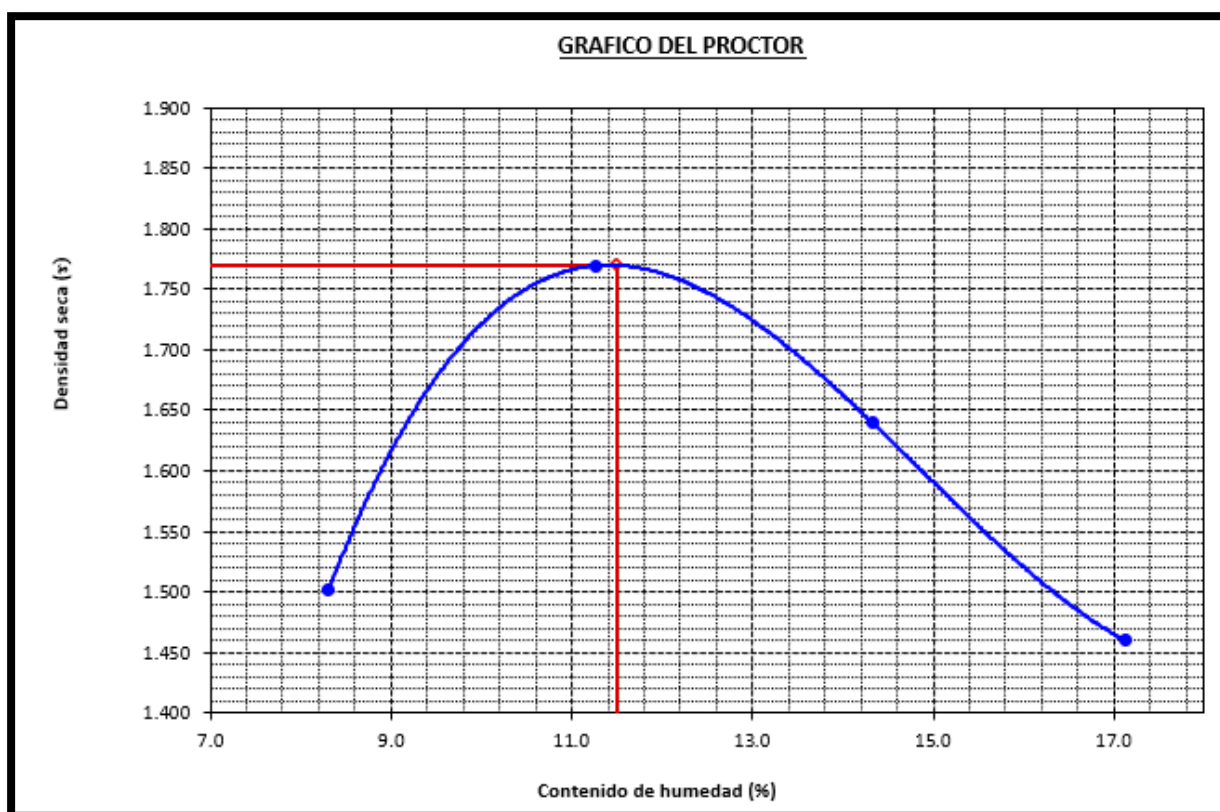
Tabla N°37: Resultados de Proctor.

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.770	g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	11.50	%

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Los ensayos de laboratorio para la muestra 04 en estado natural, la máxima densidad seca dio un valor de 1.77 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 11.5%.

Gráfico N°17: Gráfico del Proctor.

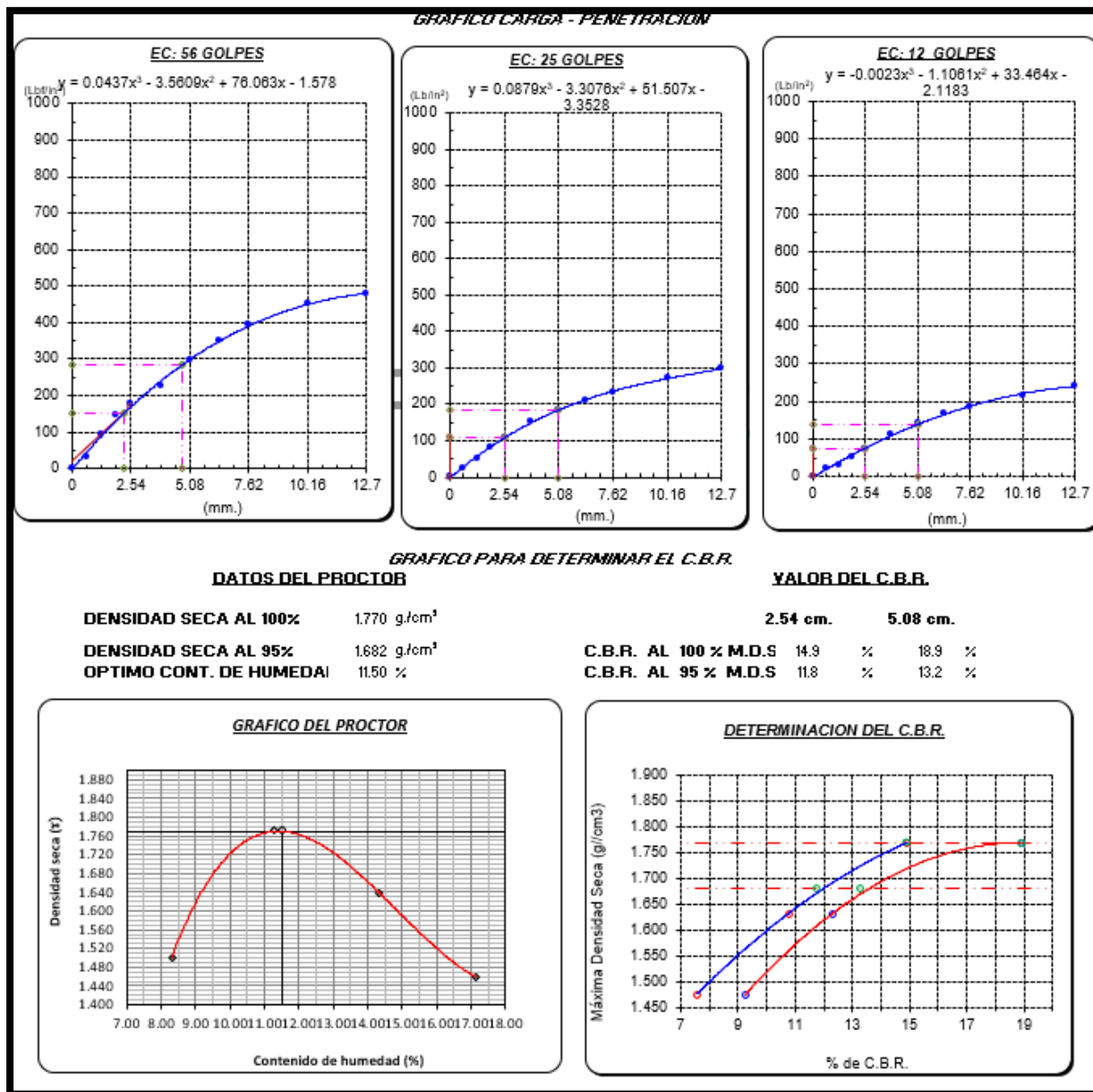


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

El gráfico de Proctor de MDS vs CONT. DE HUMEDAD, se busca un valor máximo en la intersección de abscisas y ordenadas, por lo que tanto la MDS y el contenido de humedad mejoraron cuando se adicionó los dos químicos hasta buscar su dosificación óptima.

• **CAPACIDAD RESISTENTE DE LA SUBRASANTE (ENSAYO CBR NTP 339.145)-M4**

Gráfico N°18: Gráfico carga-penetración por número de golpes.



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Los datos de Proctor modificado sirvieron para encontrar el valor de CBR de la muestra 04 con porcentajes de 100% y 95% de la MDS, por lo que con una penetración de 2'' el CBR tiene un valor de 18.9% en la muestra patrón, se considera como una buena subrasante, pero la cual se mejorará con las adiciones.

Tabla N°38: Categorías de subrasante.

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

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

Las clasificación de subrasante atribuyen a la muestra 04 como subrasante buena debido a que su CBR varía de 10% a 20%, por ende, se mejoró la capacidad de soporte con las adiciones, las cuales se verán más adelante, mientras sea mucho mejor la subrasante es beneficio para el suelo, ya que esto ayuda a reducir gastos de mantenimiento en vías no pavimentadas, así como también reduce el espesor de la capa de afirmado.

- **CLASIFICACIÓN DE SUCS-M4**

Tabla N°39: Descripción de la muestra.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
PESO TOTAL	:	1281.40 g.
PESO LAVADO	:	474.60 g.
PESO FINO	:	1281.40 g.
LIMITE LIQUIDO	:	29.7 %
LIMITE PLASTICO	:	19.38 %
INDICE PLASTICIDAD	:	10.28 %
CLASF. AASHTO	:	A-4 (7)
CLASF. SUCS	:	CL
DESCRIPCIÓN DEL SUELO :		
<i>Arcilla arenosa de baja plasticidad</i>		

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

La clasificación SUCS del tipo CL, es una arcilla arenosa de lo cual con los ensayos de Proctor modificado y CBR tuvieron valores que necesitaban de un mejoramiento, por ello se

seleccionó tres de las cuatro muestras para realizar las adiciones con polycom y cloruro de calcio en dosificaciones de 1%, 1.5% y 2%.

Para la adición de polycom y cloruro de calcio se observará las especificaciones técnicas del polycom, el cual indica que por cada 50m³ de material se usarán 2000 gr de químico.

ADICIÓN DE POLYCOM

ENSAYOS PARA LAS MUESTRAS DE SUELO EN ESTADO NATURAL CON ADICIÓN DE ADITIVO POLYCOM AL 1%, 1.5% Y 2%. DE LA CALICATA 01

De acuerdo con el proyecto de investigación en el ítem de muestra y muestreo, está planificado realizar los siguientes ensayos de laboratorio y que posteriormente se harán un análisis comparativo de los resultados obtenidos de las muestras en estado natural y con la adición de polycom y cloruro de calcio.

RESULTADOS CON ADICIÓN DE POLYCOM AL 1%-CALICATA 01

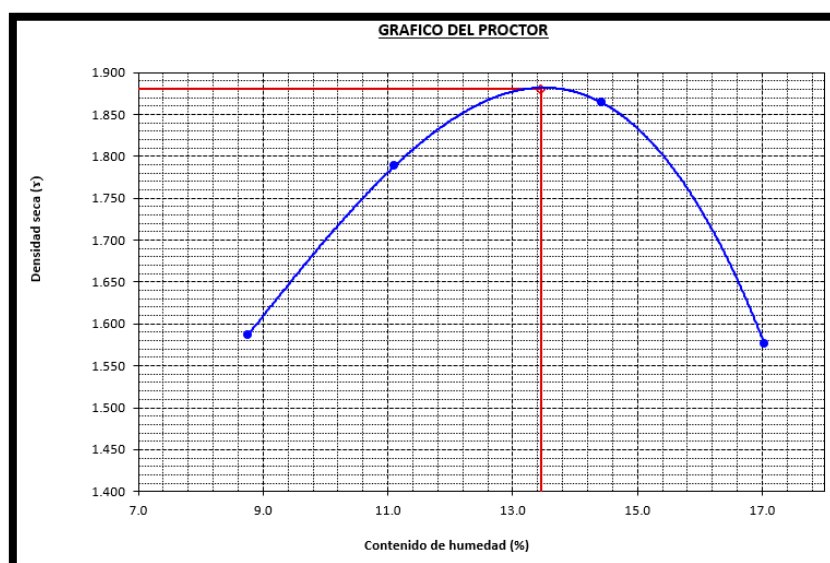
PROCTOR MODIFICADO-MÁXIMA DENSIDAD SECA gr/cm³

Tabla N°40: Resultados de Proctor.

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.880	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.45	%

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Gráfico N°19: Gráfico del Proctor.



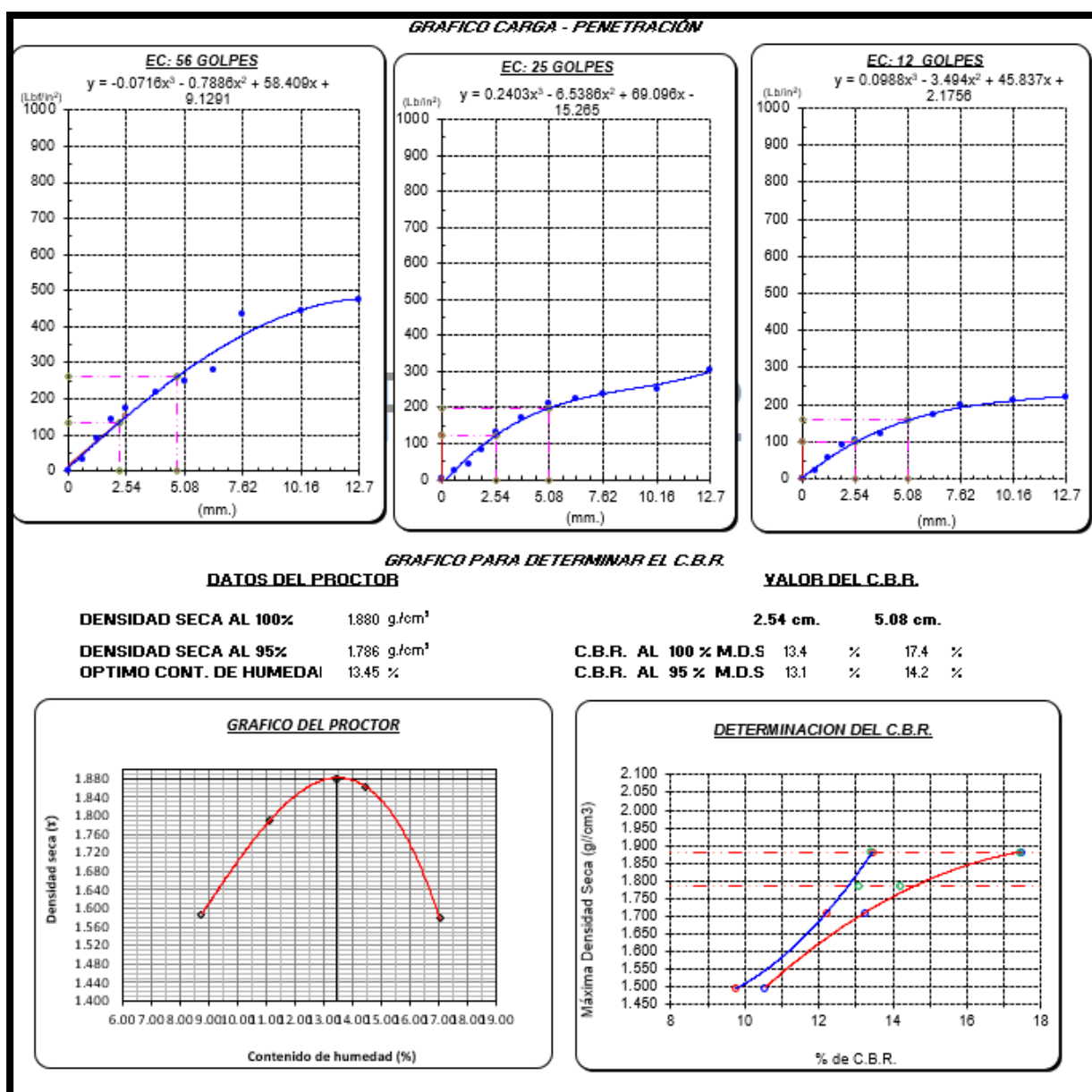
Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Con la adición de polycom al 1% hubo una variación de 1.87 a 1.88 gr/cm³ respecto a la máxima densidad seca, y un aumento del óptimo contenido de humedad de 13.5% a 13.45%, lo cual indica una variación negativa del 0.05%, se logró resultados positivos en el ensayo de proctor.

RESULTADOS CON ADICIÓN DE POLYCOM AL 1%-CALICATA 01

CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)

Gráfico N°20: Gráfico carga-penetración, de acuerdo al numero de golpes por capa.



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

El valor del CBR tanto al 95% y al 100% con adición de 1% de polycom tuvo un aumento a 14.20% y 17.40% respectivamente, por lo que se benefició de buena manera, ahora bien, lo que se busca es aumentar el porcentaje de adición de tal forma que tengo un punto máximo en el cual la muestra no sea afectada en sus propiedades del suelo.

RESULTADOS CON ADICIÓN DE POLYCOM AL 1.5%-CALICATA 01

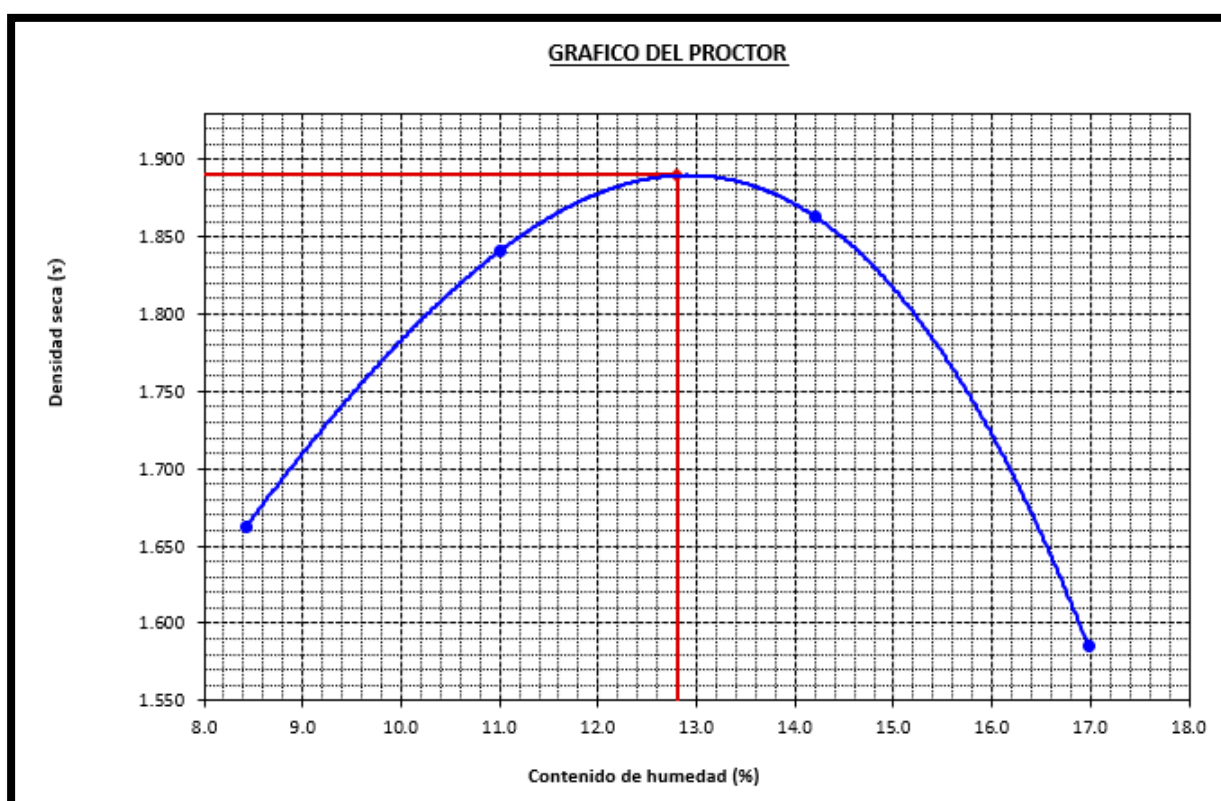
PROCTOR MODIFICADO-MÁXIMA DENSIDAD SECA gr/cm³

Tabla N°41: Resultados de Proctor modificado.

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.890	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	12.80	%

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Gráfico N°21: Gráfico de Proctor.



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

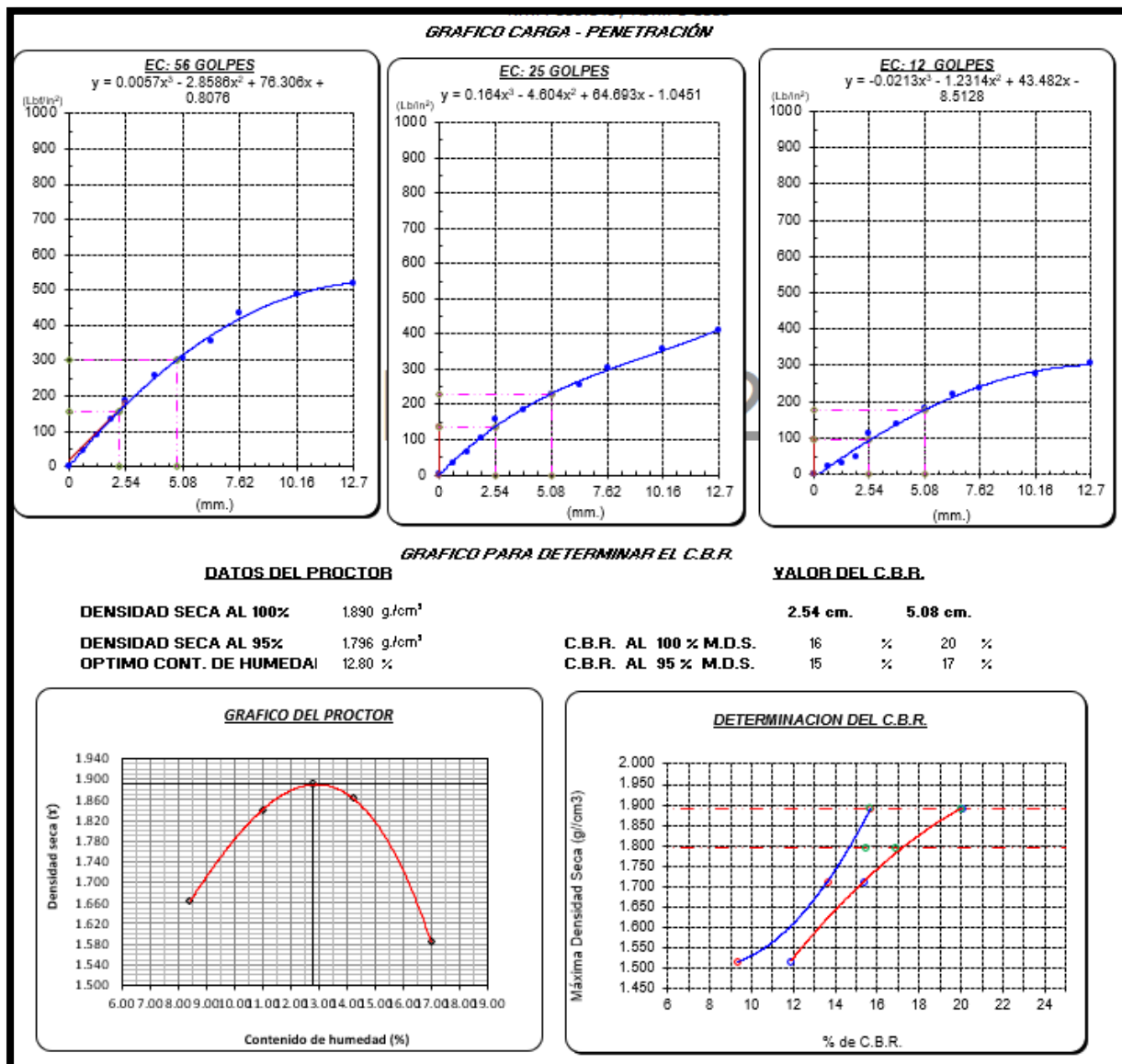
Con una adición del 1.5% el aditivo polycom mejoró la MDS respecto a la adición de 1% ya que aumentó de 1.87 gr/cm³ a 1.89 gr/cm³ la variación de 0.02 gr/cm³ pero a su vez el valor

del óptimo contenido de humedad disminuyó de 13.5% a 12.80%, esto indica una variación mínima en la humedad, veamos a continuación con la adición de 2% cuanto serían los resultados.

RESULTADOS CON ADICIÓN DE POLYCOM AL 1.5%-CALICATA 01

CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)

Gráfico N°22: Gráfico carga-penetración por número de golpes.



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Con adición de 1.5% de polycom el CBR al 95% y 100% tuvo una variación de 3.5% y 2.9% respectivamente, es decir que el CBR al 100% llegó al 20.00% del CBR, por lo que de acuerdo con lo establecido en el manual de pavimentos del MTC, lo convierte en una subrasante buena.

Tabla N°42: Categorías de subrasante de acuerdo al valor de CBR.

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

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

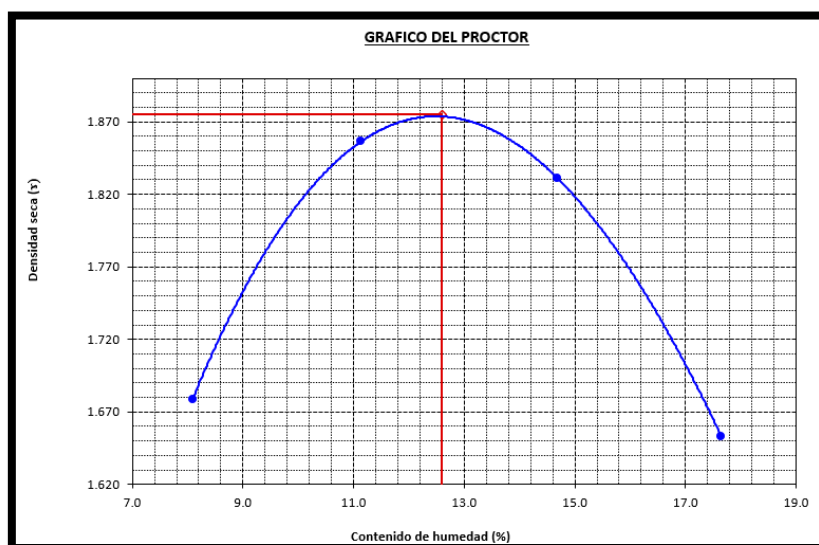
RESULTADOS CON ADICIÓN DE POLYCOM AL 2%-CALICATA 01

PROCTOR MODIFICADO-MÁXIMA DENSIDAD SECA gr/cm³

Tabla N°43: Resultados de Proctor.

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.875	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	12.60	%

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Gráfico 23: Gráfico de Proctor.

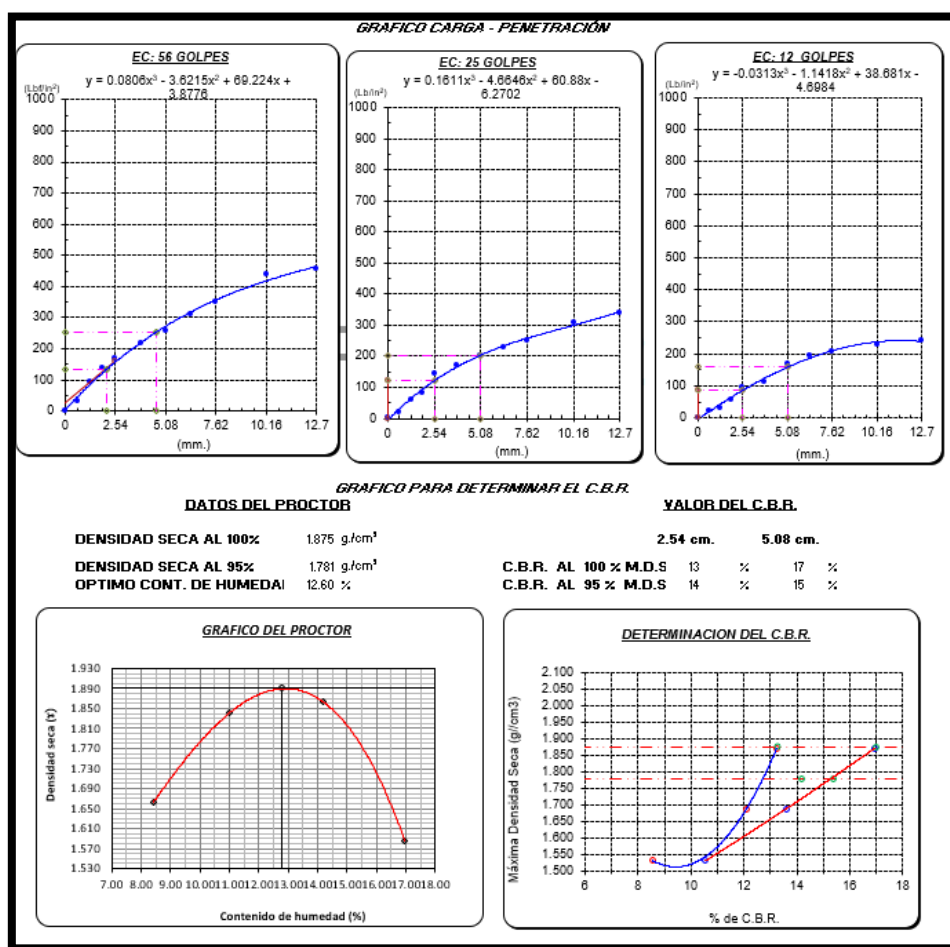
Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

La MDS seca disminuyó en 0.01% con una adición de polycom de 2%, por lo que en este caso la muestra no se beneficia con el aditivo, por tanto, nos quedamos con una dosificación óptima del 1.5% de adición de polycom, además el contenido de humedad disminuye de 13.50% a 12.60% por lo que el suelo al tener menos contenido de humedad tiende a que las partículas del suelo se desprendan con facilidad provocando las grandes emisiones de polvo, por la sequedad del suelo.

RESULTADOS CON ADICIÓN DE POLYCOM AL 2%-CALICATA 01

CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)

Gráfico 23: Gráfico de carga-penetración.



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

El 2% de adición de polycom da como resultados a la muestra 01, un CBR de 17.00% y 1%, al 100% y 95% respectivamente, a comparación de la adición del 1.5% disminuye de 17.00% a 15.00% por lo que una adición al 2% de polycom no es recomendada para la capacidad de soporte del suelo de la muestra 01.

Tabla N°44: Categorías subrasante.

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

Fuente: Manual De Carreteras, Suelos Geología, Geotecnica Y Pavimentos

De acuerdo con los resultados está dentro de una subrasante buena, esta tabla nos indica las categorías de subrasante del manual de pavimento.

ENSAYOS PARA LAS MUESTRAS DE SUELO EN ESTADO NATURAL CON ADICIÓN DE ADITIVO POLYCOM AL 1%, 1.5% Y 2%. DE LA CALICATA 02

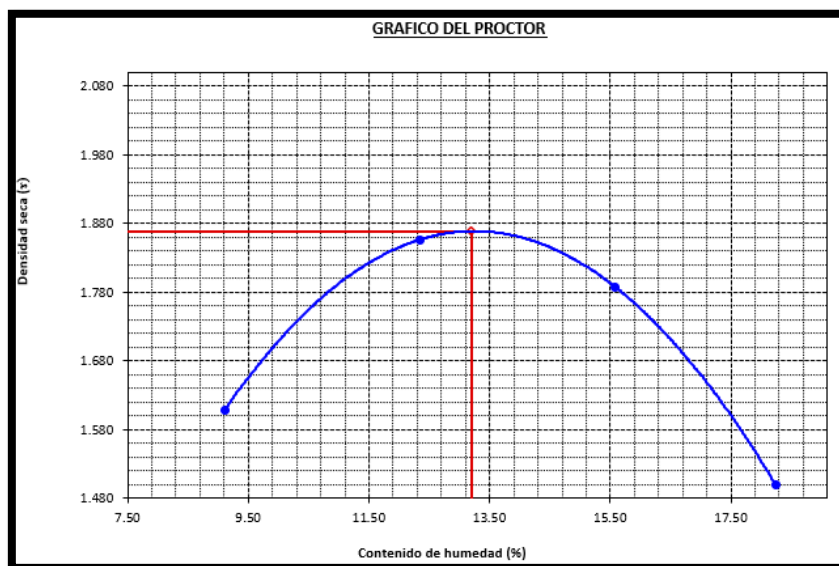
RESULTADOS CON ADICIÓN DE POLYCOM AL 1%-CALICATA 02

PROCTOR MODIFICADO-MÁXIMA DENSIDAD SECA gr/cm³

Tabla N°45: Resultados de Proctor.

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.868	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.20	%

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Gráfico 24: Gráfico de Proctor.

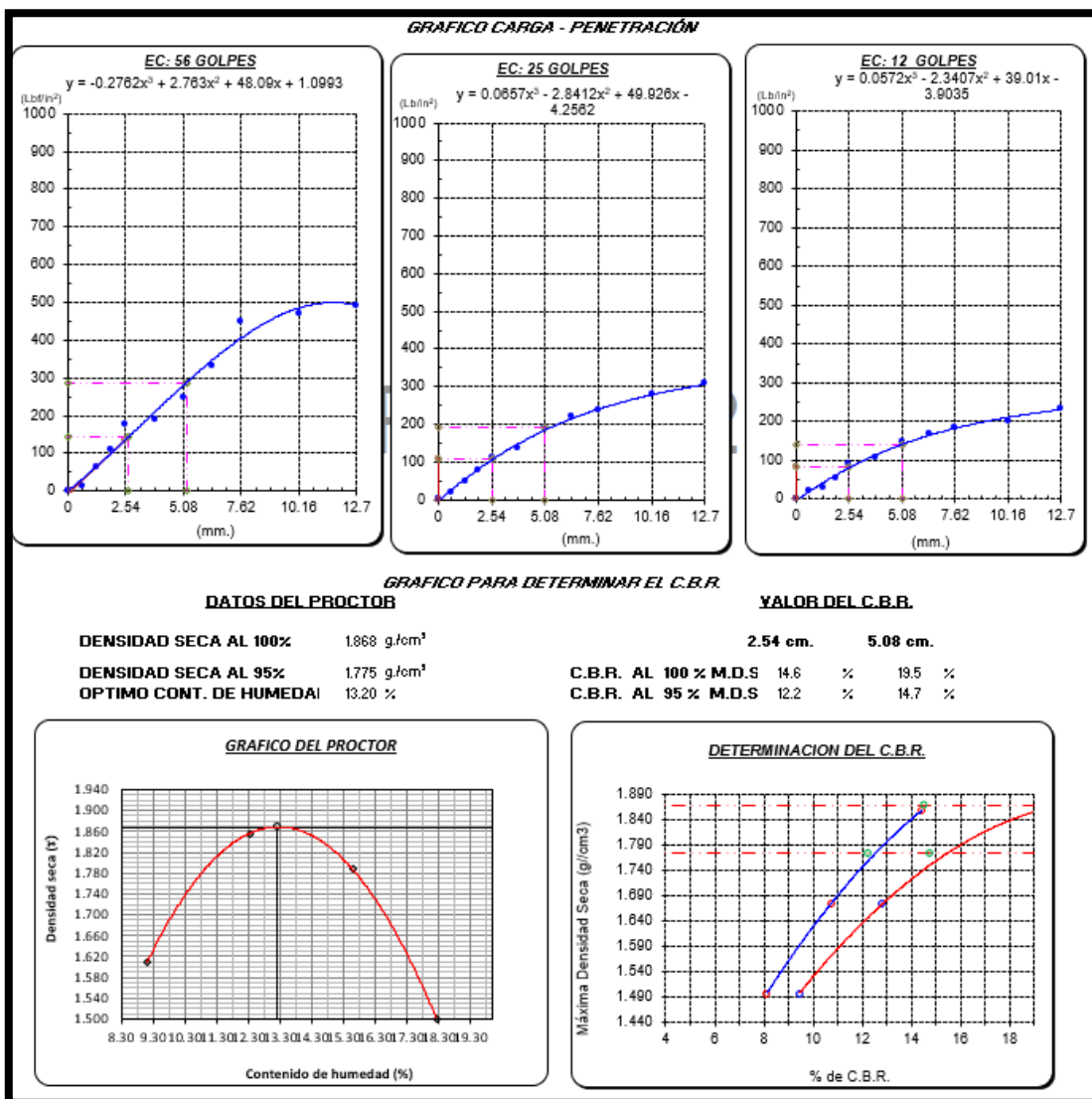
Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

La muestra número 02, con la adición del 1% de polycom, muestra una máxima densidad seca de 1.86 gr/cm³. En comparación con la muestra en estado natural, que tiene un valor de 1.87 gr/cm³, se observa una mejora de 0.01 gr/cm³. Además, su óptimo contenido de humedad varía en un 0.3%, pasando de 13.50% a 13.20%. Estos resultados se obtuvieron a través de los ensayos de laboratorio y se pueden visualizar en el gráfico del ensayo de Proctor.

RESULTADOS CON ADICIÓN DE POLYCOM AL 1%-CALICATA 02

CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)

Gráfico 25: Gráfico de carga-penetración por número de golpes.



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

De acuerdo con los resultados logrados en el CBR de la muestra número 02, tenemos una capacidad de soporte del 14.70% al 95%, y de 19.50% al 100%, por lo que hubo un aumento de 2.30%, respecto a la muestra en estado natural al 100% de energía emitida.

Tabla N°42: Categorías de subrasante.

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

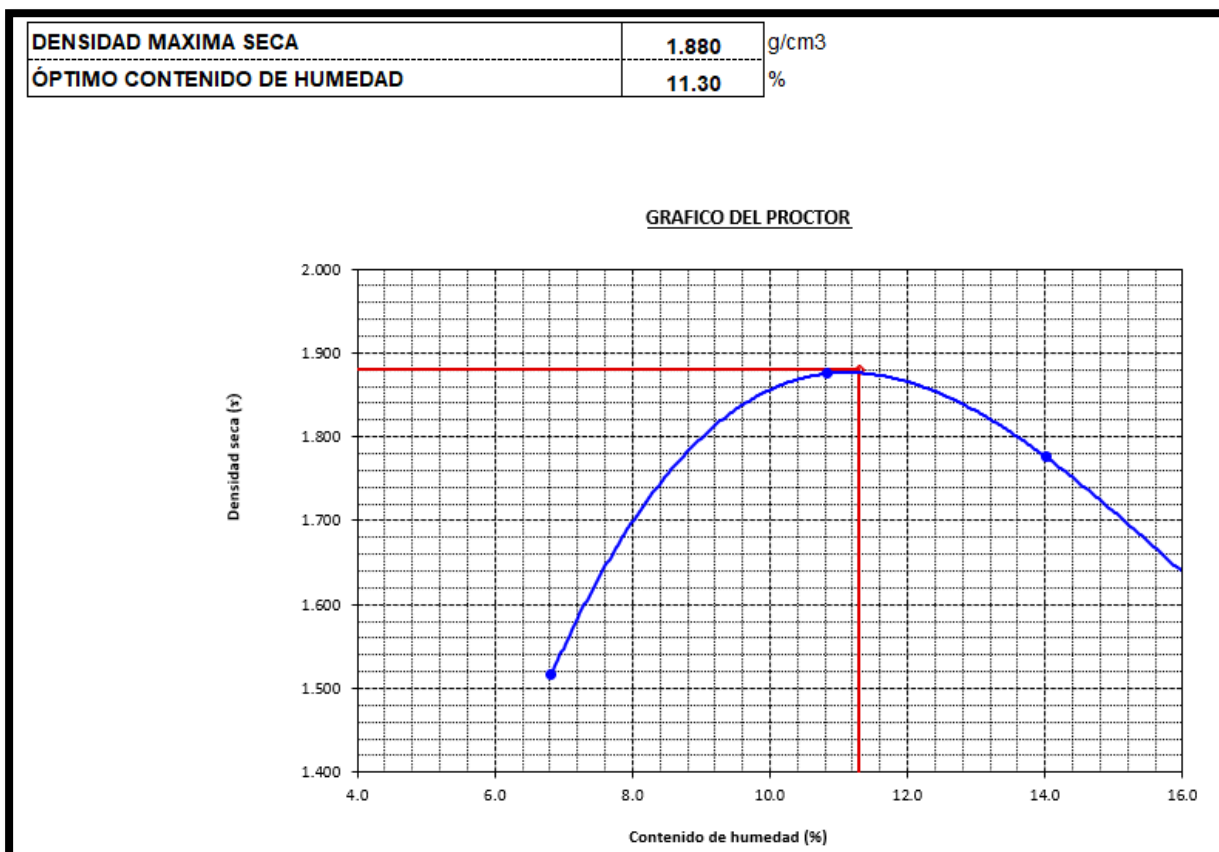
Fuente: Manual De Carreteras, Suelos Geología, Geotécnica Y Pavimentos

El manual de pavimento del MTC nos señala que, de acuerdo a las categorías de Subrasante, y con los resultados de laboratorio con las adiciones, nos da un CBR de 14.70% y 19.50% por lo que señala que es una subrasante buena.

RESULTADOS CON ADICIÓN DE POLYCOM AL 1.5%-CALICATA 02

PROCTOR MODIFICADO-MÁXIMA DENSIDAD SECA gr/cm³

Gráfico N°26: Gráfico de Proctor.



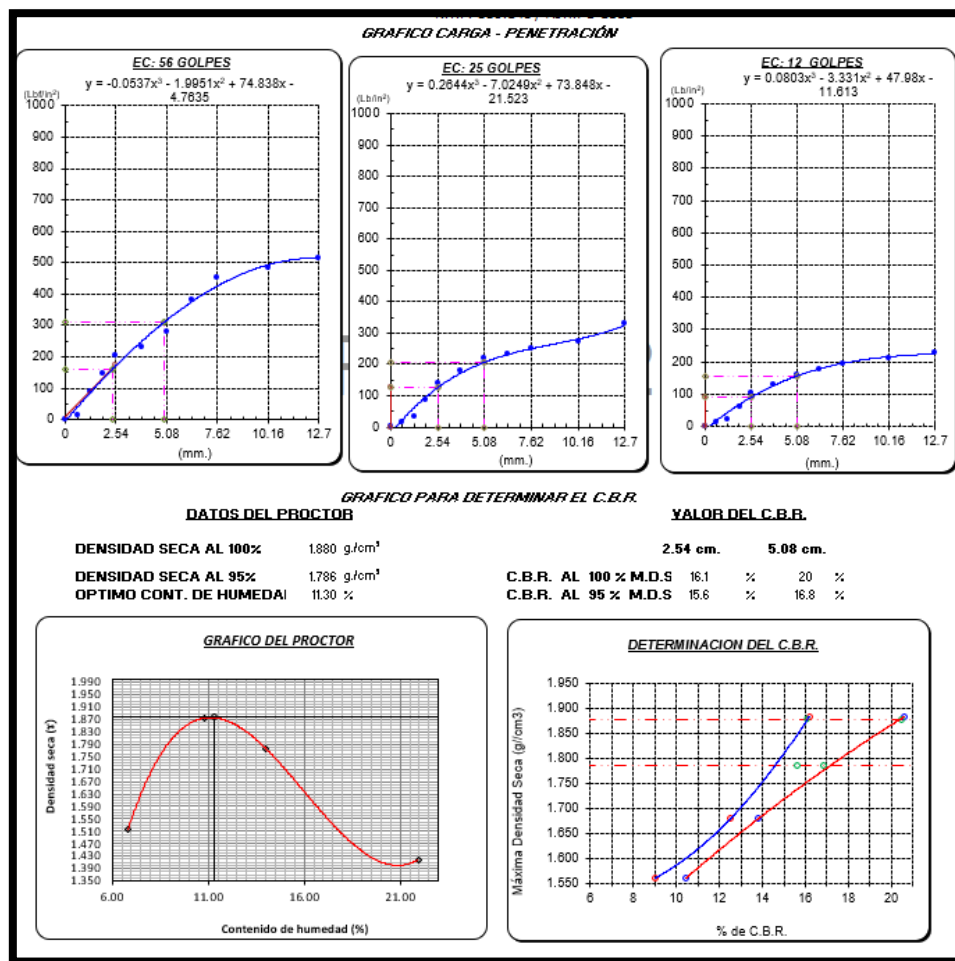
Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Los resultados de laboratorio para una dosificación de 1.5% de la muestra 02, nos da una MDS de 1.88 gr/cm³ y óptimo contenido de humedad de 11.30%, en contraste con los resultados obtenidos con adición de 1% para la misma muestra, existe un aumento de 1.87 gr/cm³ a 1.88 gr/cm³, donde el óptimo contenido de humedad disminuyó en 1.90%, de 13.20% a 11.30%.

RESULTADOS CON ADICIÓN DE POLYCOM AL 1.5%-CALICATA 02

CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)

Gráfico N°26: Determinación del CBR.



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

El CBR con dosificación de 1.5% de polycom para muestra 02, tiene un valor de 16.80% y 20.00% al 95% y 100% respectivamente, este mejoró en 2.80% respecto a la muestra natural al 95% y al 100%, por lo que si mejoró sus propiedades al realizar los ensayos, y de acuerdo con las especificaciones del polycom, es un producto químico que mejora el CBR y disminuye las emisiones de polvo, como se da esto, ya que al mantener un óptimo contenido de humedad este impide que las partículas del suelo no se desprendan y que a su vez no provoquen emisiones de polvo que pueden causar enfermedades respiratorias, así como dificultad en la transitabilidad de vehículos motorizados, ya sea tránsito liviano o pesado.

Tabla N°46: Categorías de subrasante.

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

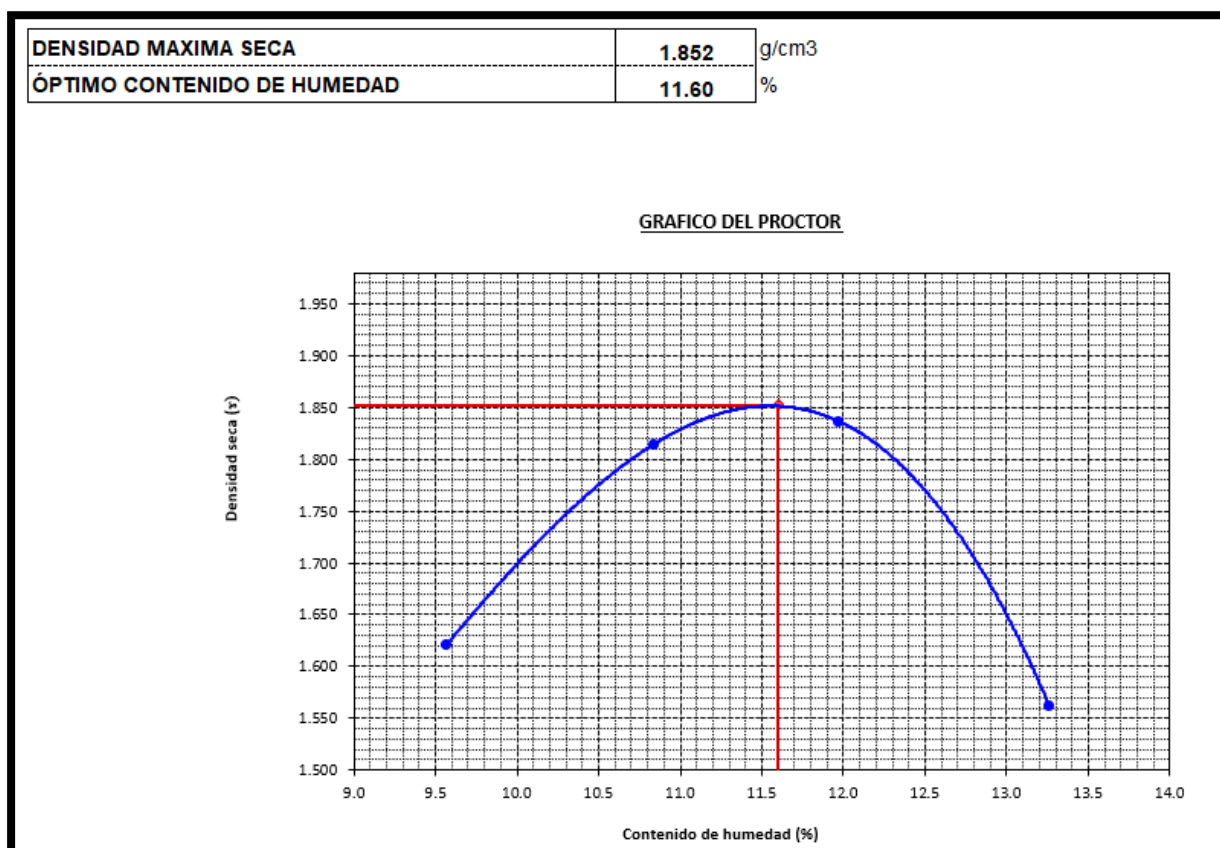
Fuente: Manual De Carreteras, Suelos Geología, Geotécnica Y Pavimentos.

Los resultados de laboratorio dieron un CBR de 14% al 100% de la MDS, por lo que es una subrasante buena, de acuerdo con el manual de pavimentos del MTC, el aditivo polycom cumple con especificaciones técnicas de mejorar el CBR, y esto fue lo que se logró.

RESULTADOS CON ADICIÓN DE POLYCOM AL 2%-CALICATA 02

PROCTOR MODIFICADO-MÁXIMA DENSIDAD SECA gr/cm³

Gráfico N°27: Gráfico del Proctor.



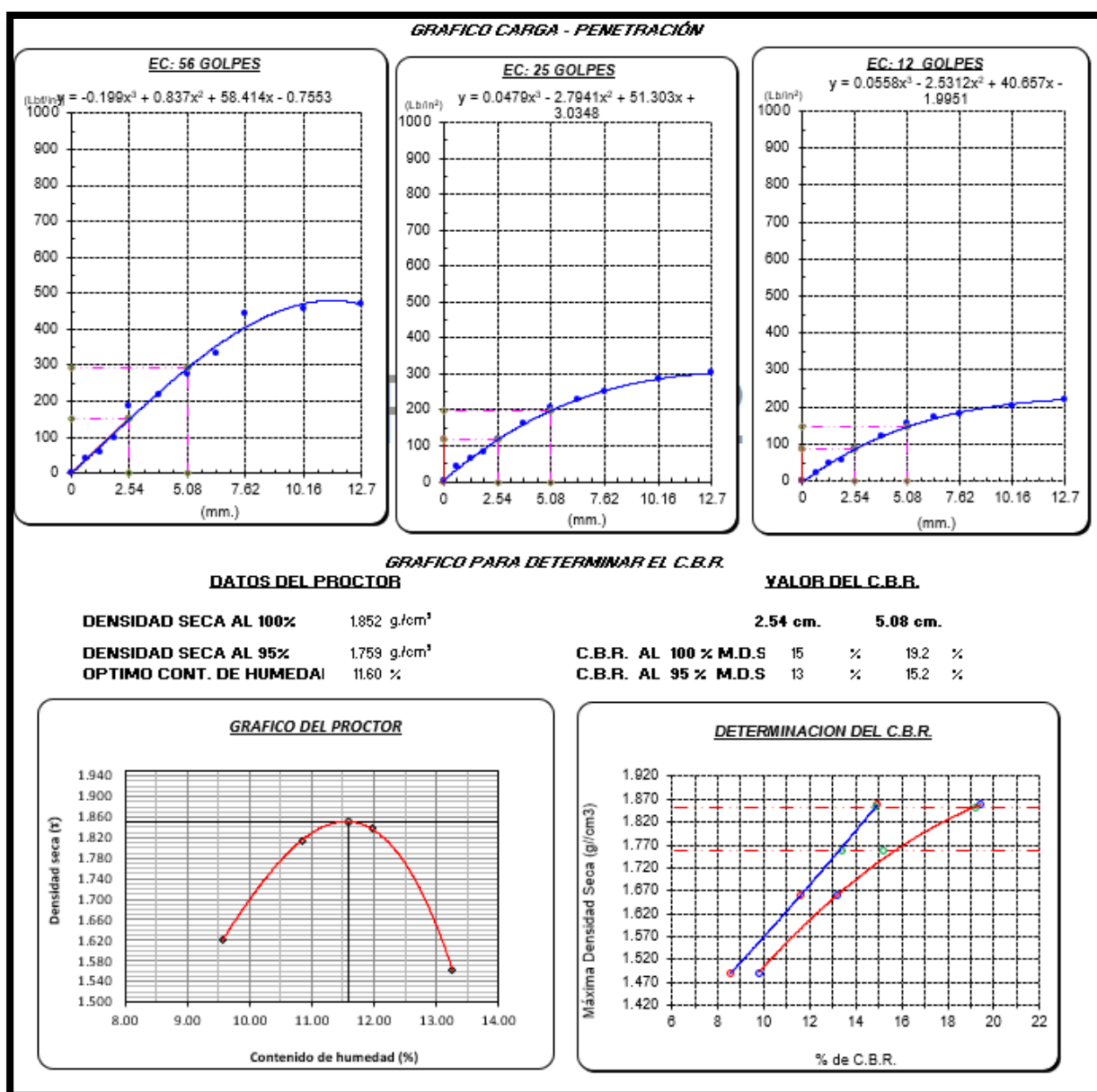
Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Con una dosificación de 2% de polycom la muestra número 02, la MDS disminuyó de 1.88 gr/cm³ a 1.85 gr/cm³, por lo que no es su dosificación adecuada, por otro lado el óptimo contenido de humedad disminuyó respecto a la muestra en estado natural de 13.50 a 11.60%, en cambio respecto a la dosificación de 1.5% aumentó en 0.30% es decir de 11.30% a 11.60%.

RESULTADOS CON ADICIÓN DE POLYCOM AL 2%-CALICATA 02

CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)

Gráfico N°28: Determinación del CBR.



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

La adición de polycom al 2% en la muestra 02, me da como resultado un CBR de 19.20% y 15.20% por lo que la dosificación de 2% ya no es recomendada para mejorar sus propiedades, debido a que hubo una disminución del CBR a comparación del CBR de la muestra en estado natural.

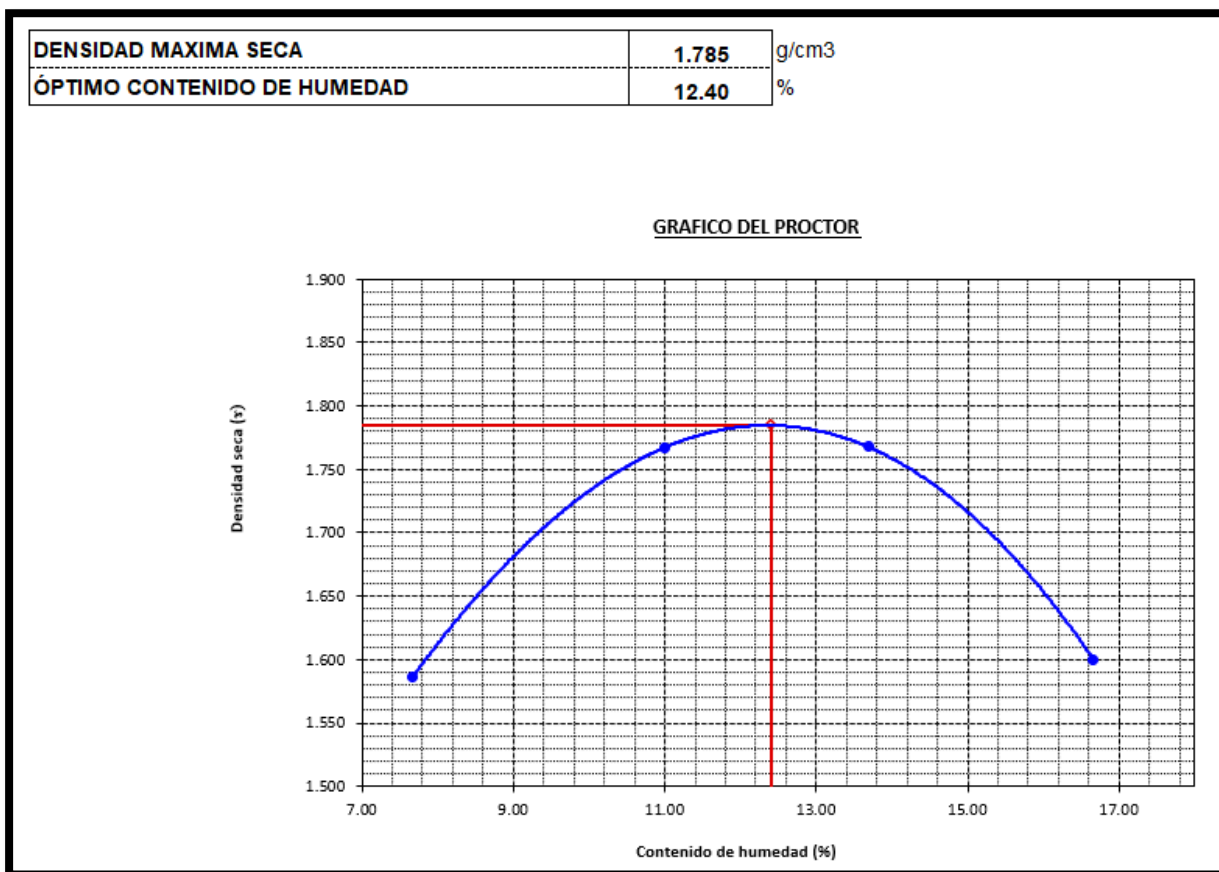
Tabla N°47: Categorías de subrasante.

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

Fuente: Manual De Carreteras, Suelos Geología, Geotecnica Y Pavimentos

ENSAYOS PARA LAS MUESTRAS DE SUELO EN ESTADO NATURAL CON ADICIÓN DE ADITIVO POLYCOM AL 1%, 1.5% Y 2%. DE LA CALICATA 04 RESULTADOS CON ADICIÓN DE POLYCOM AL 1%-CALICATA 04 PROCTOR MODIFICADO-MÁXIMA DENSIDAD SECA gr/cm³

Gráfico N°29: Determinación de la MDS y óptimo contenido de humedad.



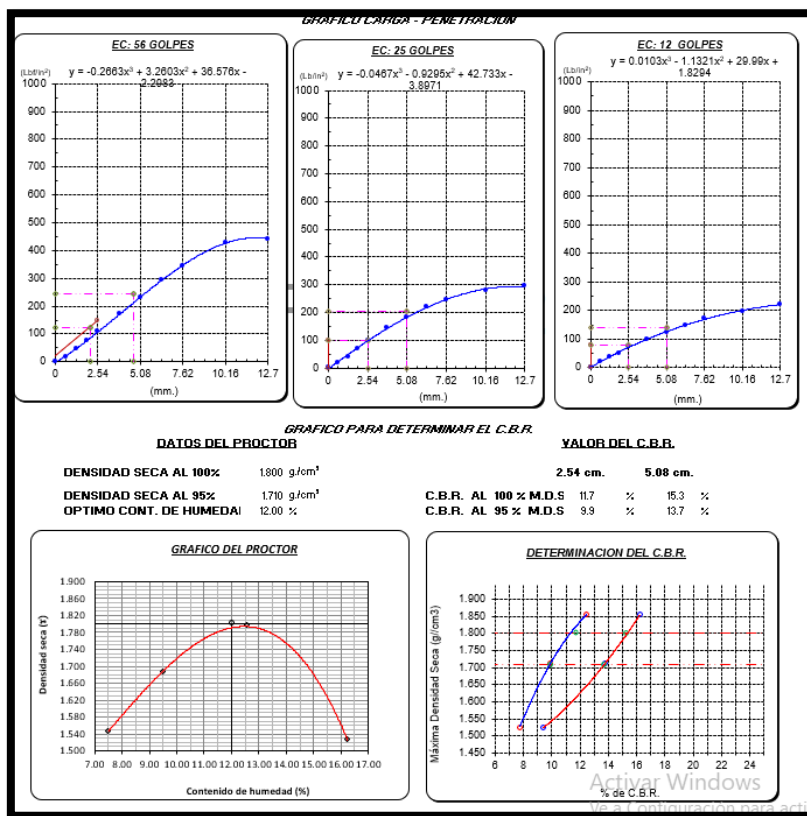
Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Los ensayos de laboratorio arrojaron los siguientes resultados, una máxima densidad seca de 1.795 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 12.40%, realizando la comparación los resultados obtenidos de la muestra patrón, hubo una variación de 0.90% para el contenido de humedad, y 0.02 gr/cm³ para la máxima densidad seca, ahora bien, la dosificación que se utilizó es de 1%, respecto al peso obtenido de la muestra, para ello se compactó mediante 3 capas de 5 kg de muestra para cada capa.

RESULTADOS CON ADICIÓN DE POLYCOM AL 1%-CALICATA 04

CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR).

Gráfico N°30: Gráfico carga vs penetración.



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

El valor de CBR tuvo una variación al 95% de la MDS de 13.70% a 15.30% con una dosificación de 1%, además se pudo obtener 3 gráficos de acuerdo al número de golpes por capa, de 56 golpes, 25 golpes, y 12 golpes, a una penetración de 2 pulgadas para subrasantes.

Tabla N°48: Categorías de subrasante.

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

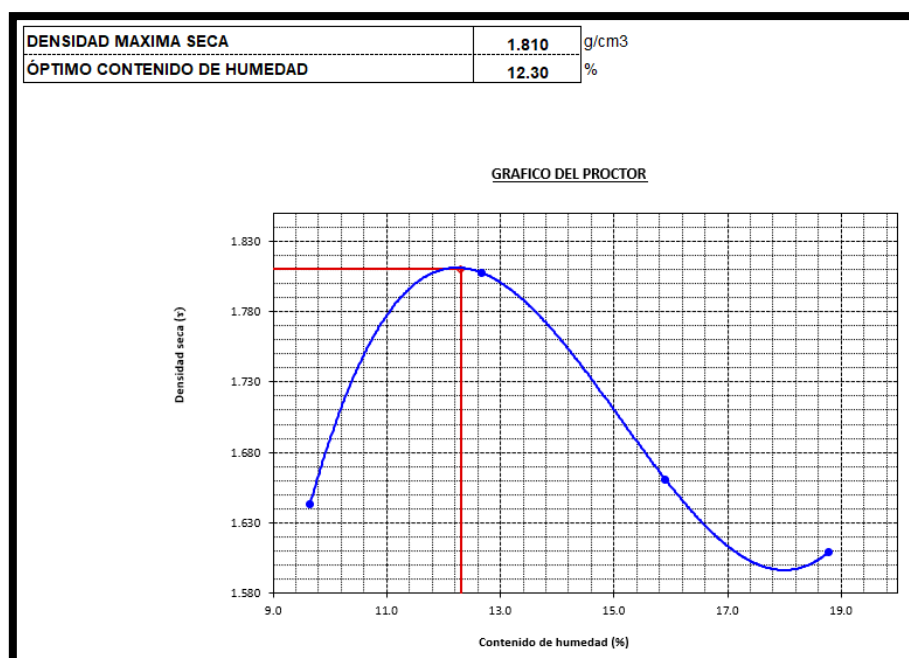
Fuente: Manual De Carreteras, Suelos Geología, Geotecnica Y Pavimentos

Las categorías de subrasantes las clasifican desde inadecuada hasta excelente, por lo que con los resultados obtenidos esta muestra 04 se encuentra en un rango de 10% a 20%, de lo cual se considera como subrasante buena, ya de por sí, con los resultados en muestra patrón seguía en el mismo rango.

RESULTADOS CON ADICIÓN DE POLYCOM AL 1.5%-CALICATA 04

PROCTOR MODIFICADO-MÁXIMA DENSIDAD SECA gr/cm³

Gráfico N°31: Gráfico de Proctor.



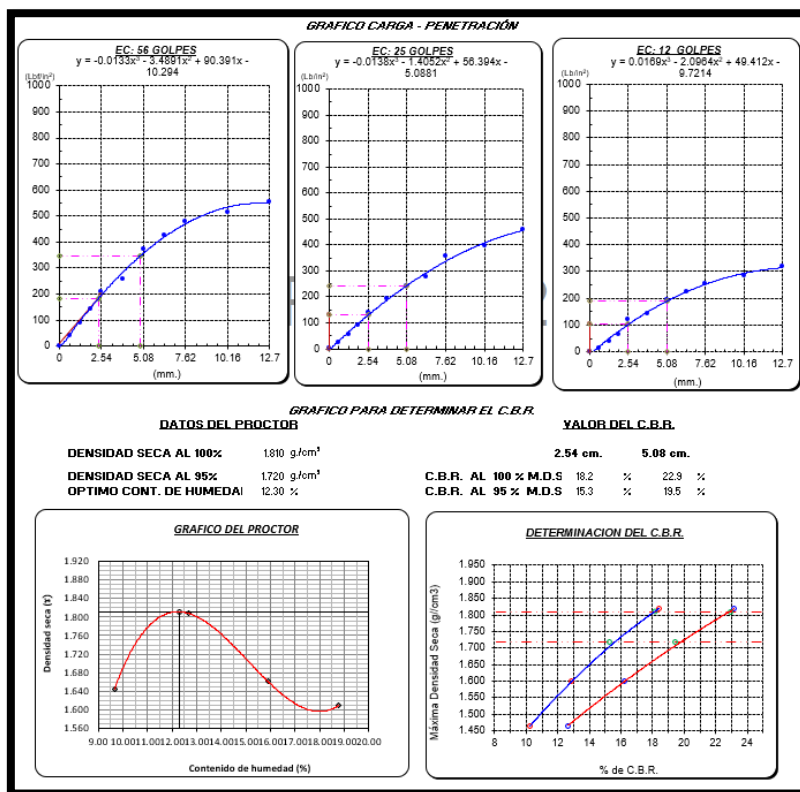
Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Para la muestra 04, se logró una máxima densidad seca de 1.81 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 12.30% con una dosificación de 1.5% de aditivo polycom, por tanto hubo una variación de 0.02 gr/cm³ para la MDS respecto a la dosificación de 1% y una variación de 0.10% para el óptimo contenido de humedad.

RESULTADOS CON ADICIÓN DE POLYCOM AL 1.5%-CALICATA 04

CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR).

Gráfico N°32: Gráfico de carga vs penetración por número de golpes en cada capa del molde.



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Con una dosificación de 1.5% de polycom el CBR tiene un valor de 100% de la MDS de 22.9% por lo que mejoró en 4% respecto a la muestra patrón.

Tabla N°49: Categorías de subrasante.

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

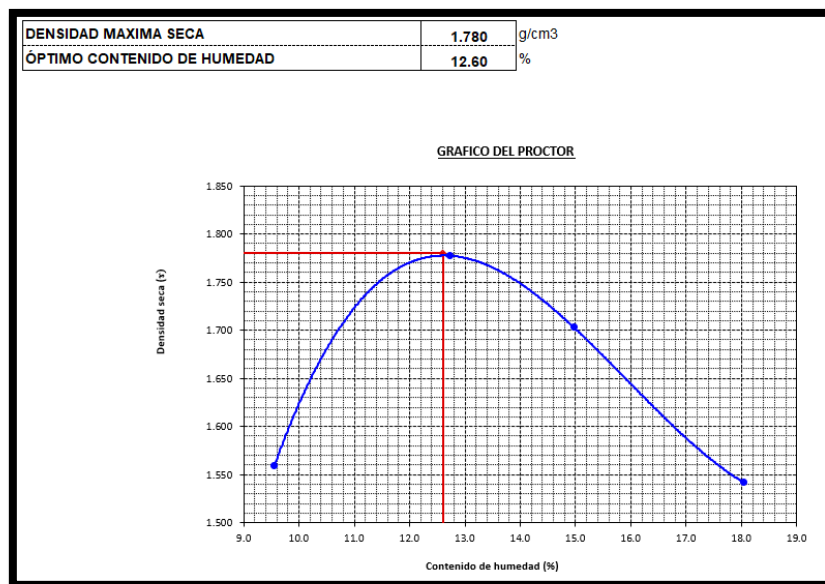
Fuente: Manual De Carreteras, Suelos Geología, Geotécnica Y Pavimentos

Ahora bien, los resultados de la muestra 04, con dosificación de 1.5%, nos da una categoría de subrasante muy buena, la cual está dentro del rango de 20% a 30%.

RESULTADOS CON ADICIÓN DE POLYCOM AL 2%-CALICATA 04

PROCTOR MODIFICADO-MÁXIMA DENSIDAD SECA gr/cm³

Gráfico N°33: Gráfico de Proctor.



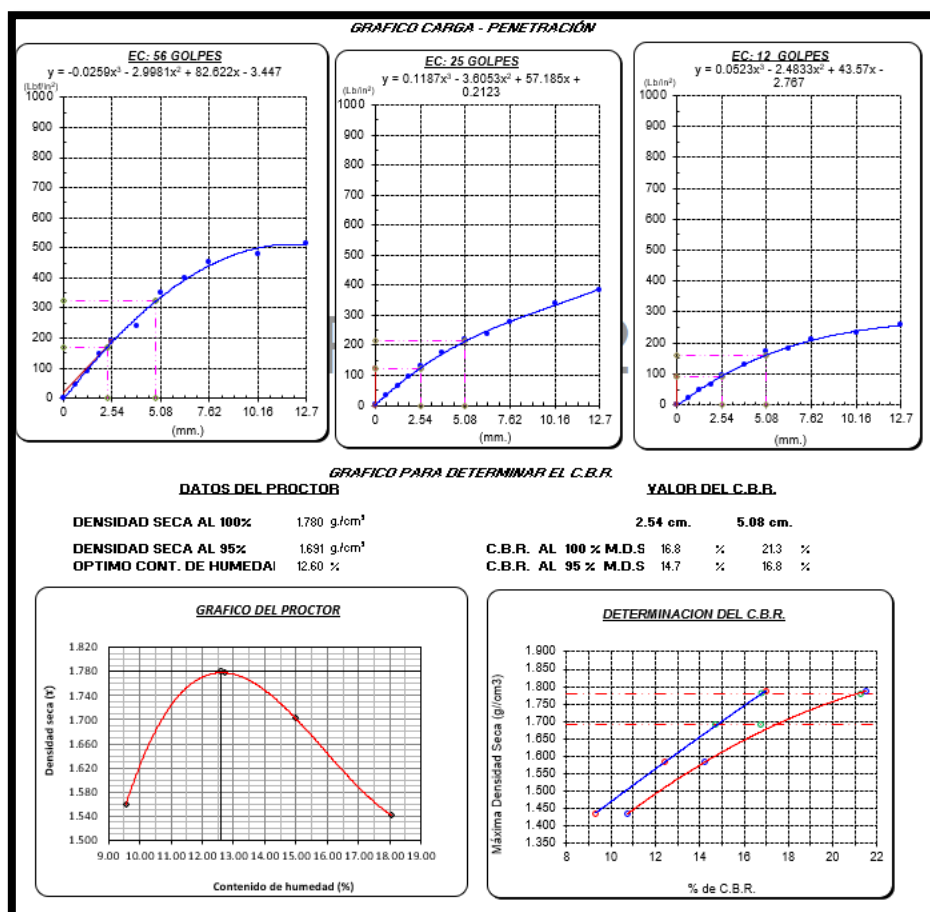
Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

La MDS es de 1.780 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 12.60% lo cual se logró obtener con una dosificación de 2% de adición de polycom, se puede observar con los resultados de la adición de 1.5% que la MDS aumenta a comparación de las adiciones en 1%, quiere decir que la dosificación de 2% no es la adecuada para la muestra, por ello se recomienda una dosificación óptima de 1.5%.

RESULTADOS CON ADICIÓN DE POLYCOM AL 2%-CALICATA 04

CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR).

Gráfico N°34: Determinación del CBR.

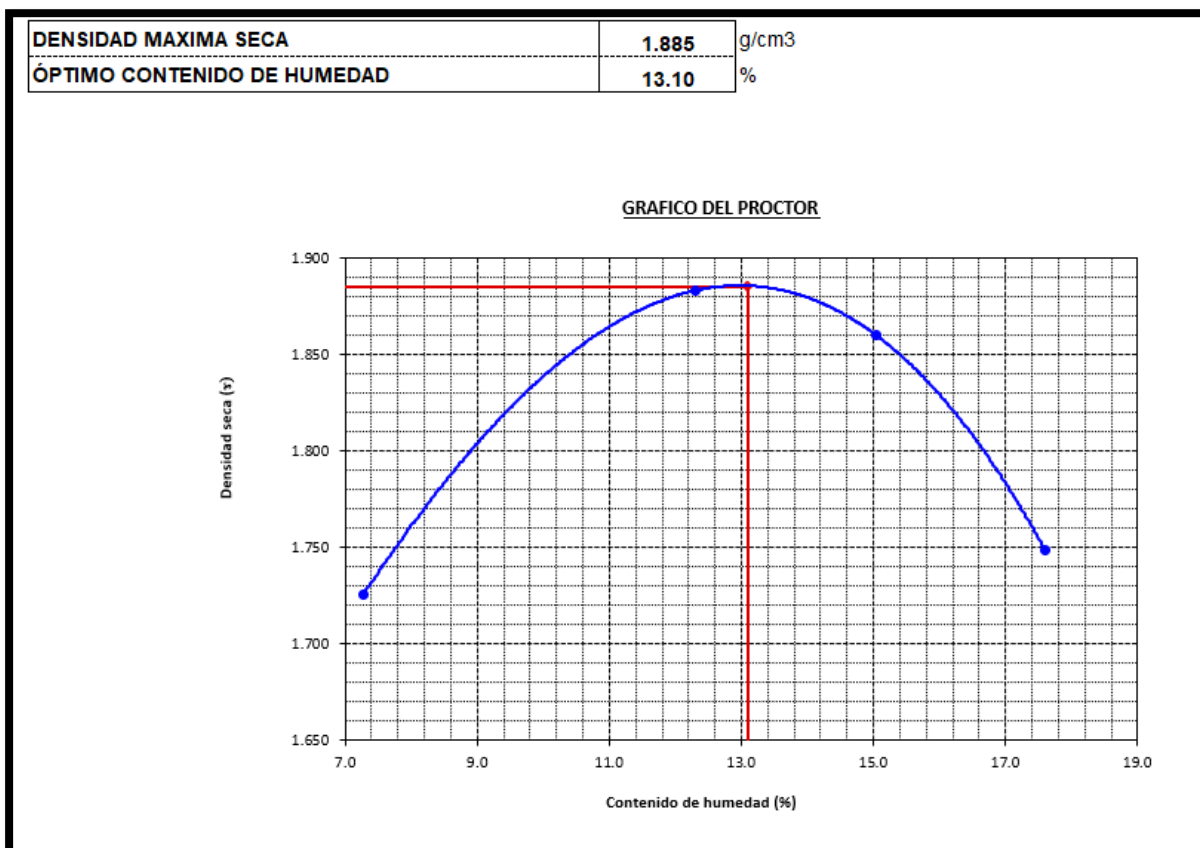


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Los gráficos del número de golpes 56, 25 y 12 por capa señalan que la curva se expande mucho más en la última capa, es decir que la penetración disminuye por el número de golpes, ahora bien, de acuerdo con estos gráficos y los resultados de Proctor, se halló un CBR de 21.3% de al 100% de la MDS.

ENSAYOS PARA LAS MUESTRAS DE SUELO EN ESTADO NATURAL CON ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO AL 1%, 1.5% Y 2%. DE LA CALICATA 01 RESULTADOS CON ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO AL 1%-CALICATA 01 PROCTOR MODIFICADO-MÁXIMA DENSIDAD SECA gr/cm³

Gráfico N°35: Gráfico de Proctor.



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

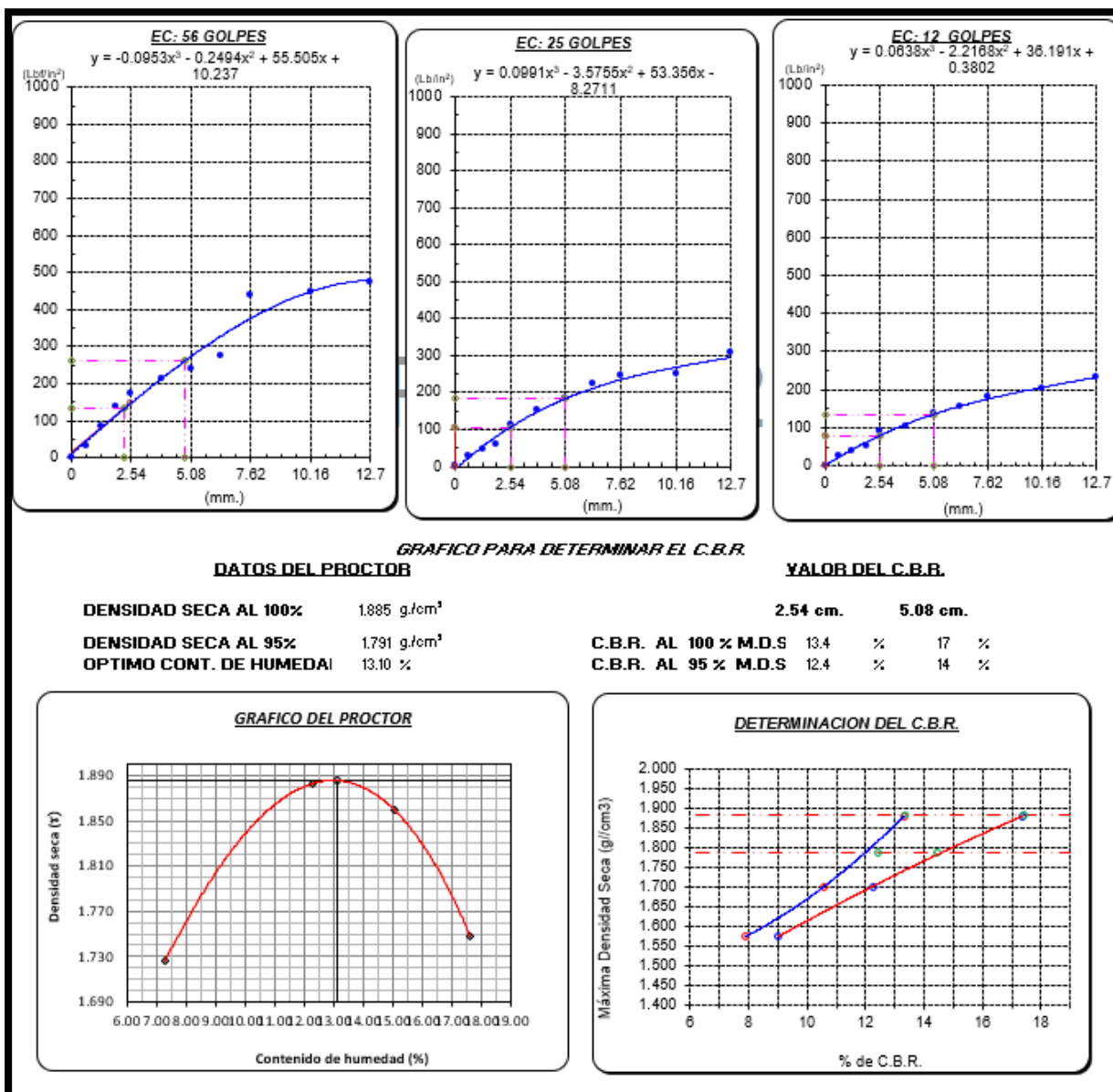
Ahora bien procedió a realizar los ensayos con dosificación de 1% del CaCl₂ con el fin de mejorar sus propiedades, por lo que los ensayos de Proctor modificado arrojaron valores de máxima densidad seca de 1.885 gr/cm³ y óptimo contenido de humedad de 13.10%, lo cual indica que a comparación de la máxima densidad seca de la muestra 01 en estado natural existe una variación de 0.02 gr/cm³ y disminución de 0.40% del óptimo contenido de humedad respecto a la muestra patrón.

ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO

RESULTADOS CON ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO AL 1%-CALICATA 01

CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)

Gráfico N°36: Determinación del CBR.



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

El CBR de la muestra es de 17% a comparación de la muestra patrón, esta varió en 0.10% por lo que se incrementó la dosificación del aditivo para mejorar la propiedad de la muestra 01, ahora bien el CBR es capacidad de soporte que tiene el suelo es decir la resistencia, a comparación de otros productos para mejoramiento de subrasante, el CaCl₂ es un producto que disminuye la emisiones de polvo en carreteras, es decir que mantiene un óptimo contenido de humedad de tal forma que las partículas del suelo no se desprendan de este, causando emisiones de polvo elevadas lo cual impida transitar libremente por la vía.

Tabla N°50: Categorías de subrasante

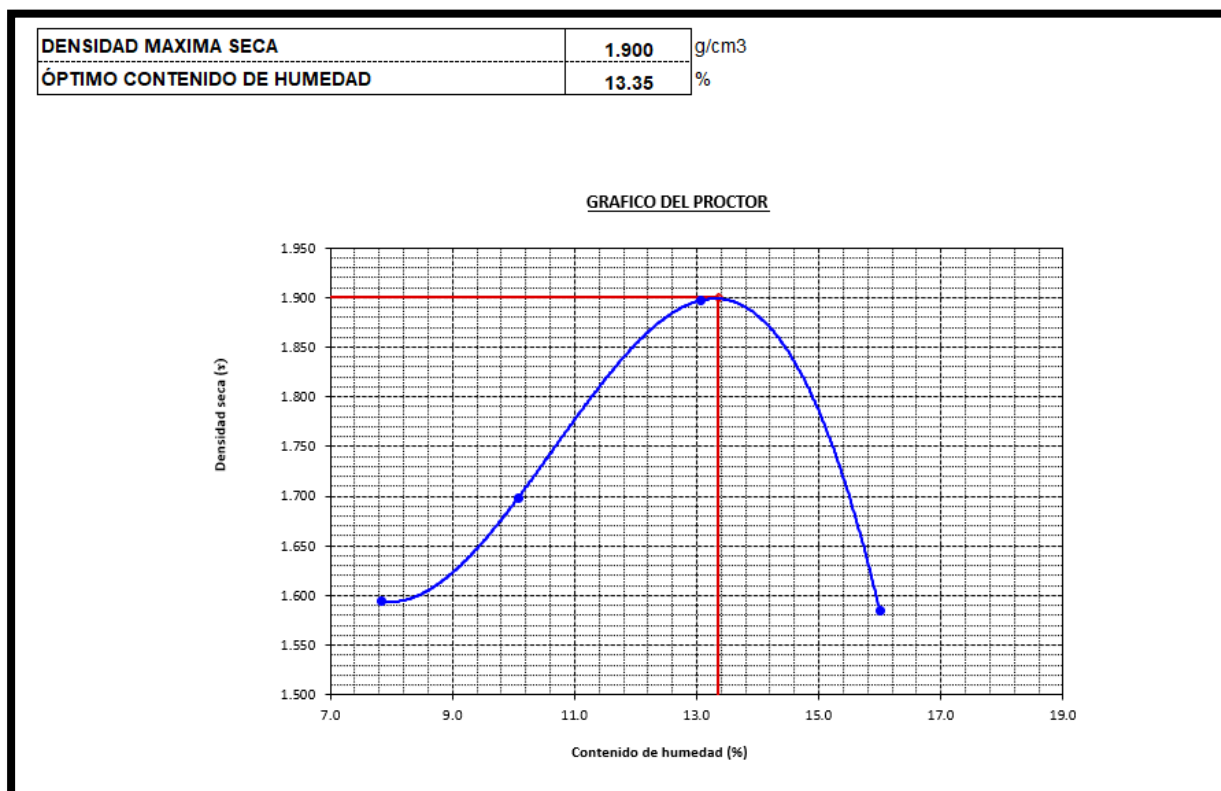
Categorías de Subrasante	
Categorías de Subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante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

Fuente: Manual De Carreteras, Suelos Geología, Geotecnica Y Pavimentos

Una subrasante de 17% está dentro del rango de una subrasante buena, de acuerdo con las categorías de subrasante en carreteras del manual de pavimentos [20]

RESULTADOS CON ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO AL 1.5%-CALICATA 01 PROCTOR MODIFICADO-MÁXIMA DENSIDAD SECA gr/cm³

Gráfico N°37: Gráfico del Proctor.



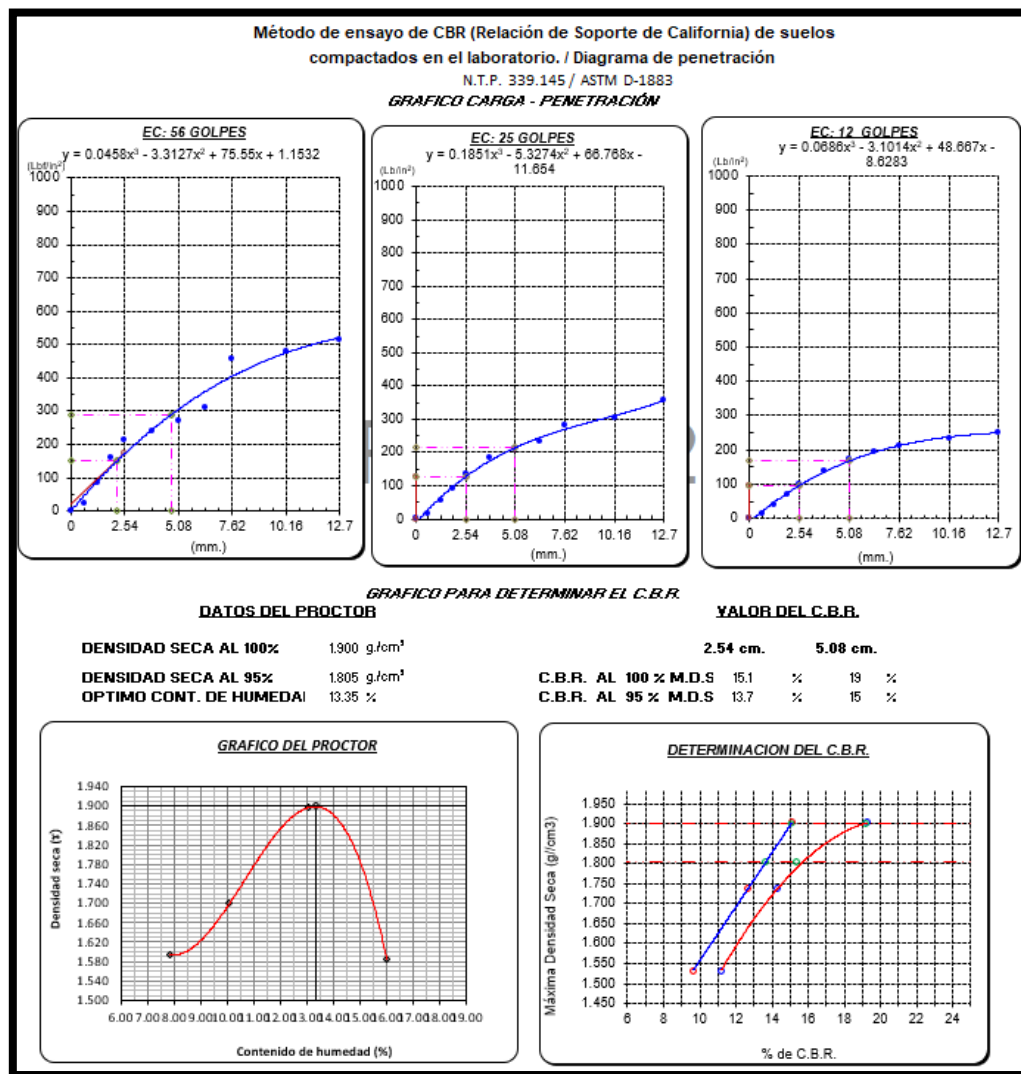
Fuente: Laboratorio De Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Los ensayos de laboratorio mediante Proctor modificado para obtener una máxima densidad seca de 1.90 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 13.35% para la muestra 01 con una

dosificación de 1.5%, a comparación de los resultados de la muestra en estado natural con una máxima densidad seca de 1.87 gr/cm³ hubo una variación de 0.03 gr/cm³, a diferencia del óptimo contenido de humedad que tiene una variación con un valor de 13.50%.

RESULTADOS CON ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO AL 1.5%-CALICATA 01 CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)

Gráfico N°38: Determinación del CBR.



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

La adición de 1.5% de cloruro de calcio para la muestra 01, dio como resultados un CBR al 100% y 95% de la MDS para subrasante de 19% y 15%, por lo que a comparación de muestra de la muestra con dosificación de 1% hubo un CBR de 14% y 17%, hubo un aumento al 100% de 5%, ya que el CBR de la muestra patrón es de 13.50%, por lo que hubo una mejorar de la capacidad de soporte del suelo.

Tabla N°51: Categorías de subrasante

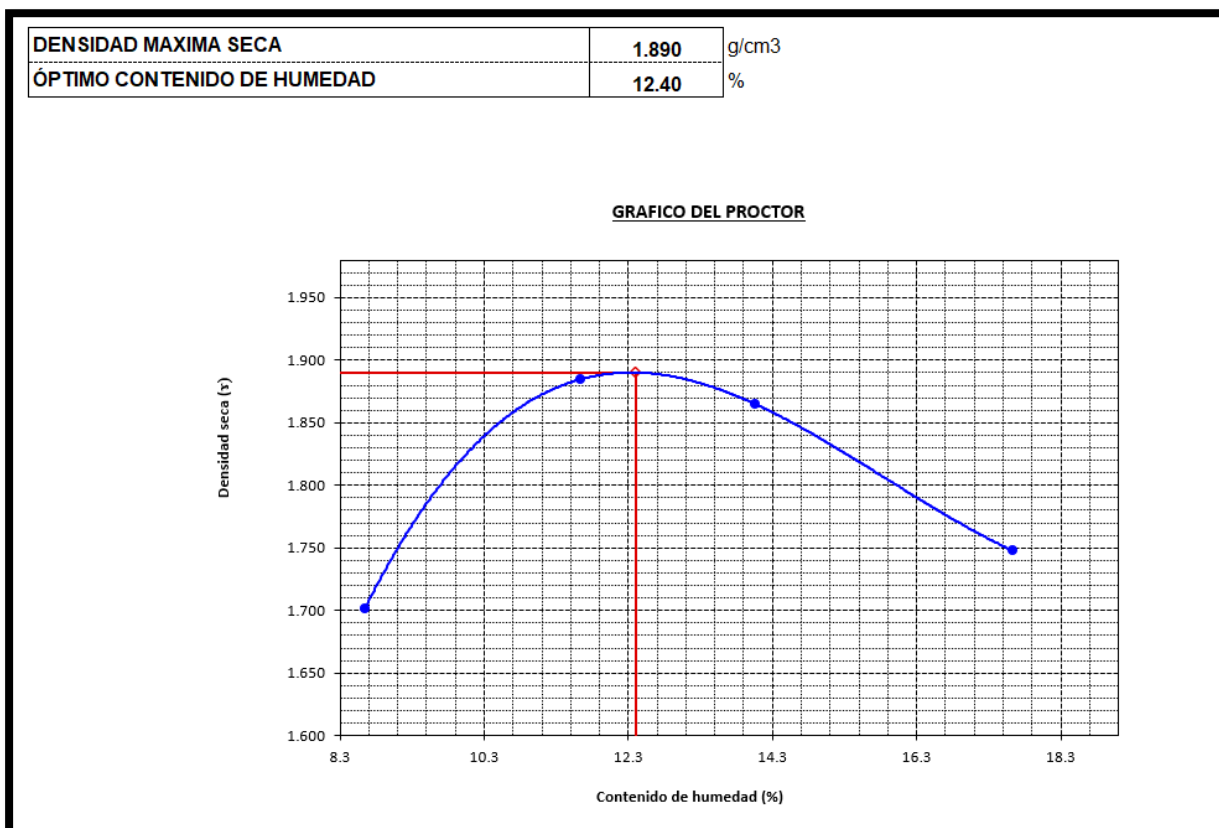
Categorías de Subrasante	
Categorías de Subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante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

Fuente: Manual De Carreteras, Suelos Geología, Geotecnica Y Pavimentos

Además, se verificó con las categorías de subrasante de que nos el manual de pavimentos del MTC, y esta se encuentra dentro del rango de subrasante buena que varía de 10% a 20%.

**RESULTADOS CON ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO AL 2%-CALICATA 01
PROCTOR MODIFICADO-MÁXIMA DENSIDAD SECA gr/cm³**

Gráfico N°39: Determinación de la MDS y cont. De humedad óptimo.

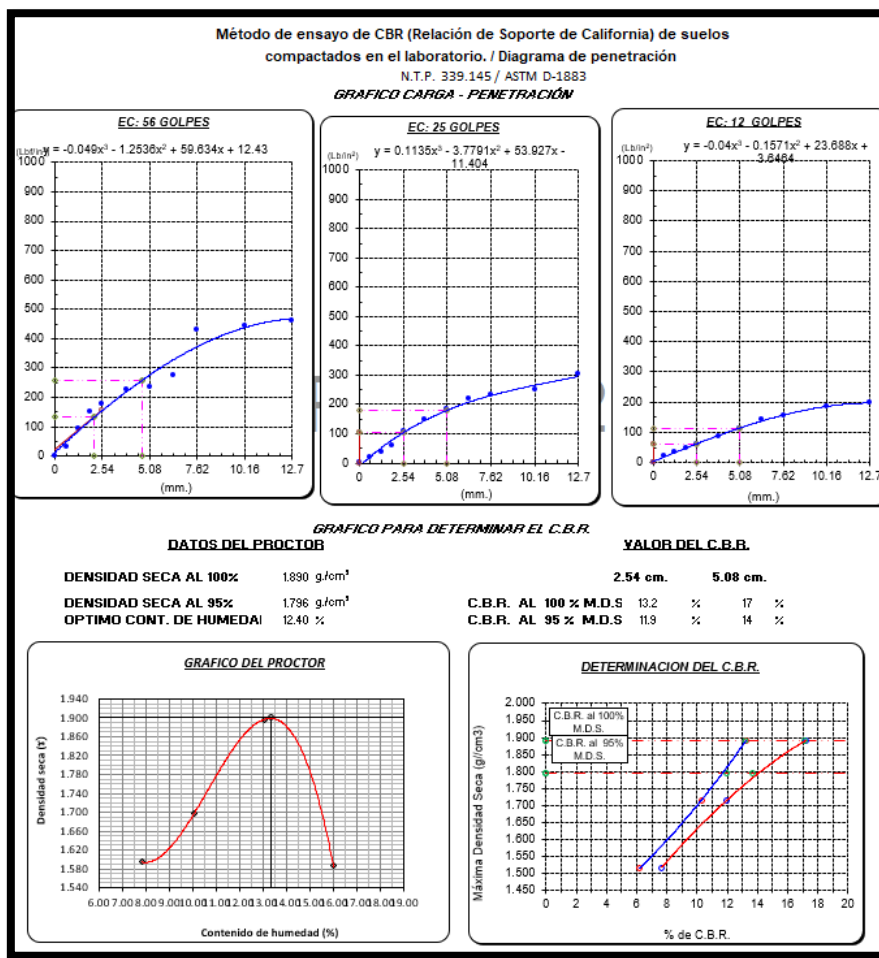


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

La MDS la muestra 01 con dosificación de 2% tiene un valor de 1.89 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 12.40%, al aumentar la dosificación con 2% el contenido de humedad disminuye a un valor de 13.35% a 12.40% mientras que la MDS disminuye de 1.90 gr/cm³ a 1.89 gr/cm³.

RESULTADOS CON ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO AL 2%-CALICATA 01 CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)

Gráfico N°40: Determinación del CBR.



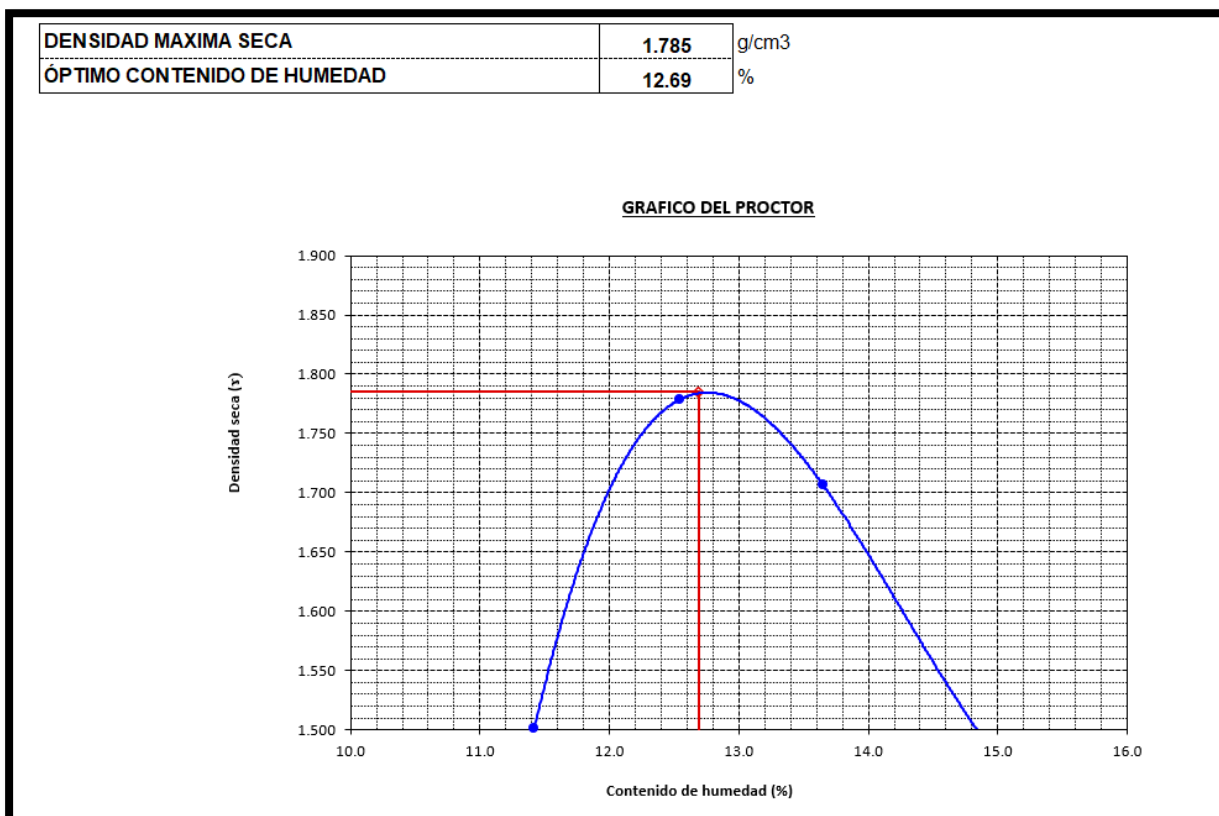
Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

El CBR de la muestra 01 con dosificación de 2% de cloruro de calcio tiene un valor de 14.00 %, entonces se pudo comparar con las otras dos adiciones de 1% a 1.5% el CBR tuvo un valor de 14% y 15%, por lo que se disminuyó su valor al aumentar la dosificación, asimismo se concluyó que para la muestra 01 la dosificación óptima es de 1.5%.

ENSAYOS PARA LAS MUESTRAS DE SUELO EN ESTADO NATURAL CON ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO AL 1%, 1.5% Y 2%. DE LA CALICATA 02

RESULTADOS CON ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO AL 1%-CALICATA 02 PROCTOR MODIFICADO-MÁXIMA DENSIDAD SECA gr/cm³

Gráfico N°41: Gráfico del Proctor.



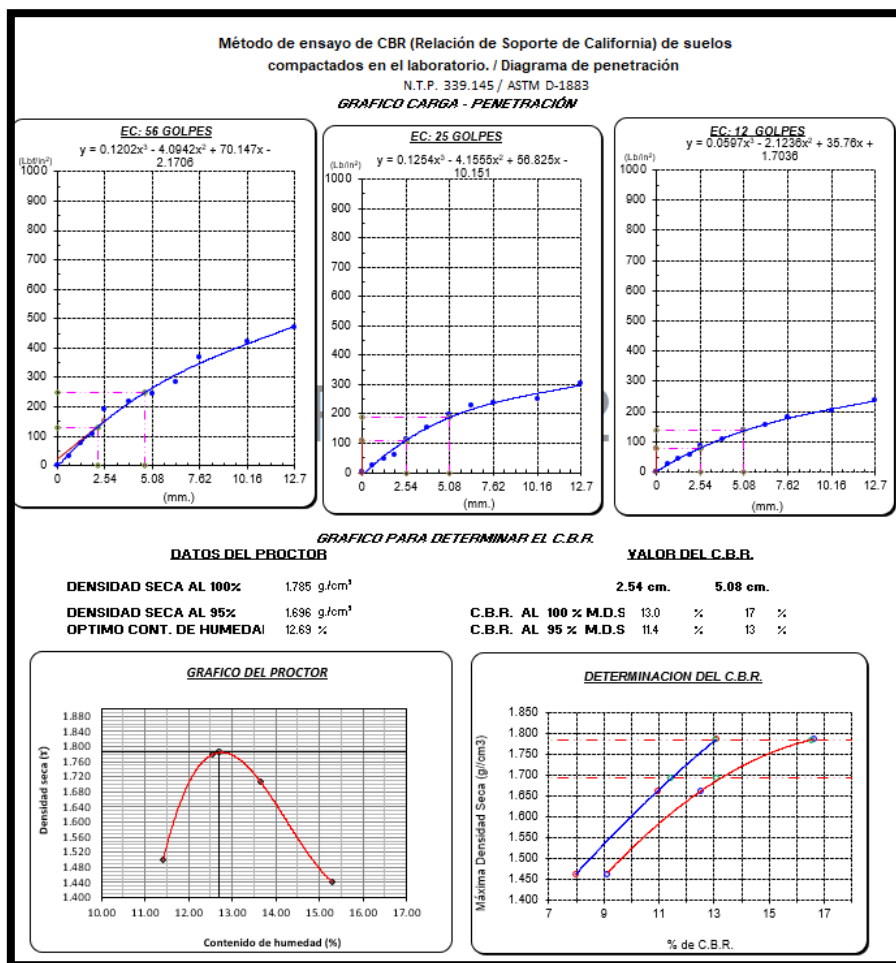
Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

La adición de CaCl₂ al 2% permitió que la muestra 02 tenga una MDS de gr/cm³ y óptimo contenido de humedad de 12.60% respecto a la muestra patrón 02 en estado natural, tuvo una variación de 0.02 gr/cm³ en la MDS y aumento del contenido de humedad de 8.20% a 12.60%.

RESULTADOS CON ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO AL 1%-CALICATA 02

CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)

Gráfico N°42: Determinación del CBR.

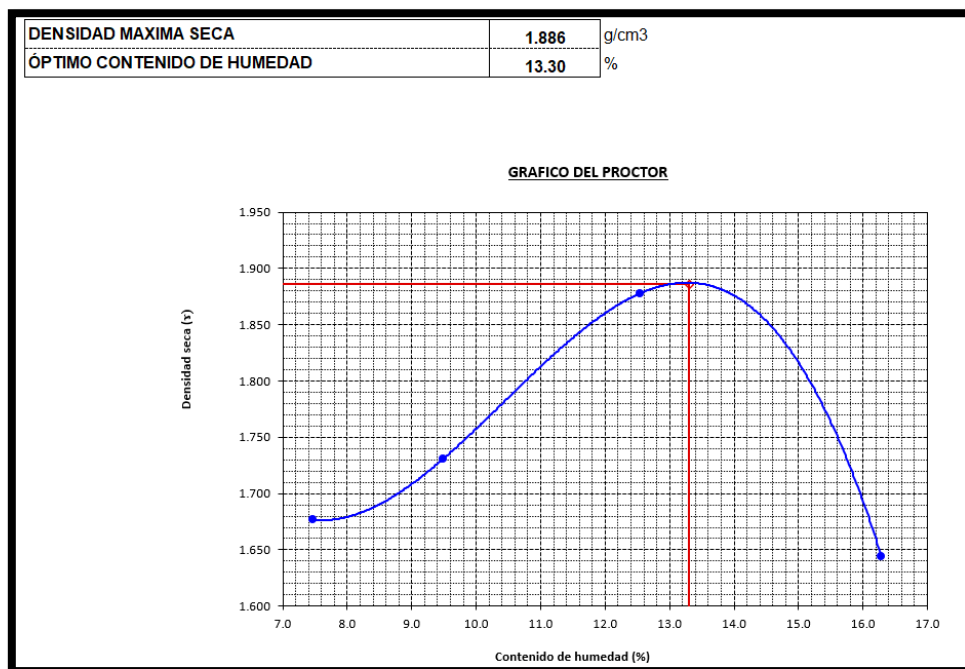


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

La adición de 1% de cloruro de calcio a la muestra 02, de acuerdo con los datos de laboratorio nos dio como resultado un CBR de 17.00% al 100% de energía de compactación.

RESULTADOS CON ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO AL 1.5%-CALICATA 02 PROCTOR MODIFICADO-MÁXIMA DENSIDAD SECA gr/cm³

Gráfico N°43: Gráfico de Proctor.

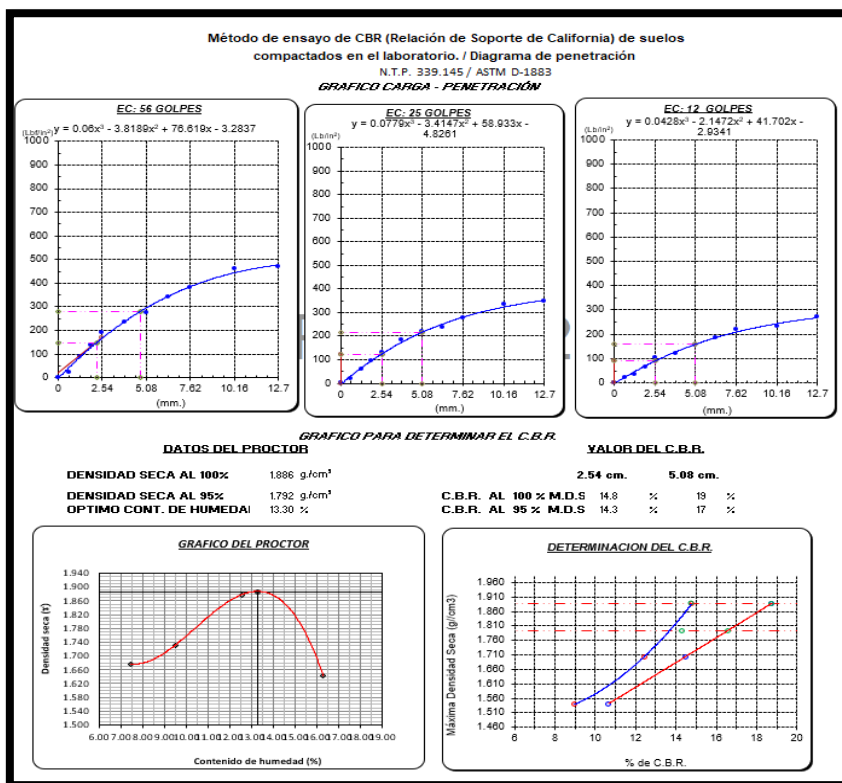


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

La dosificación de 1.5% de polycom para la muestra 02, mediante el ensayo de Proctor modificado da una MDS de 1.886 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 13.30%.

RESULTADOS CON ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO AL 1.5%-CALICATA 02 CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)

Gráfico N°44: Determinación del CBR.

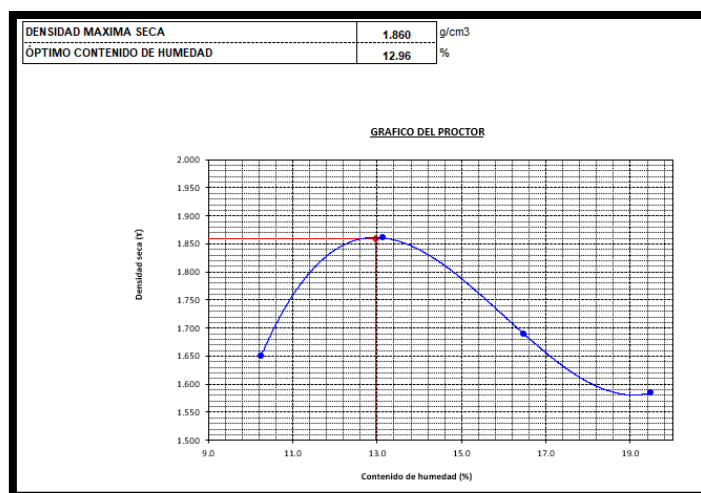


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Se realizaron los ensayos de laboratorio, de los cuales se pudo obtener un CBR de 19.00% con una adición de 1.5% de la muestra 02, ahora bien comparando con a muestra patrón hubo una variación de 17.20% a 19.00% de la MDS.

RESULTADOS CON ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO AL 2%-CALICATA 02 PROCTOR MODIFICADO-MÁXIMA DENSIDAD SECA gr/cm³.

Gráfico N°45: Gráfico de proctor.

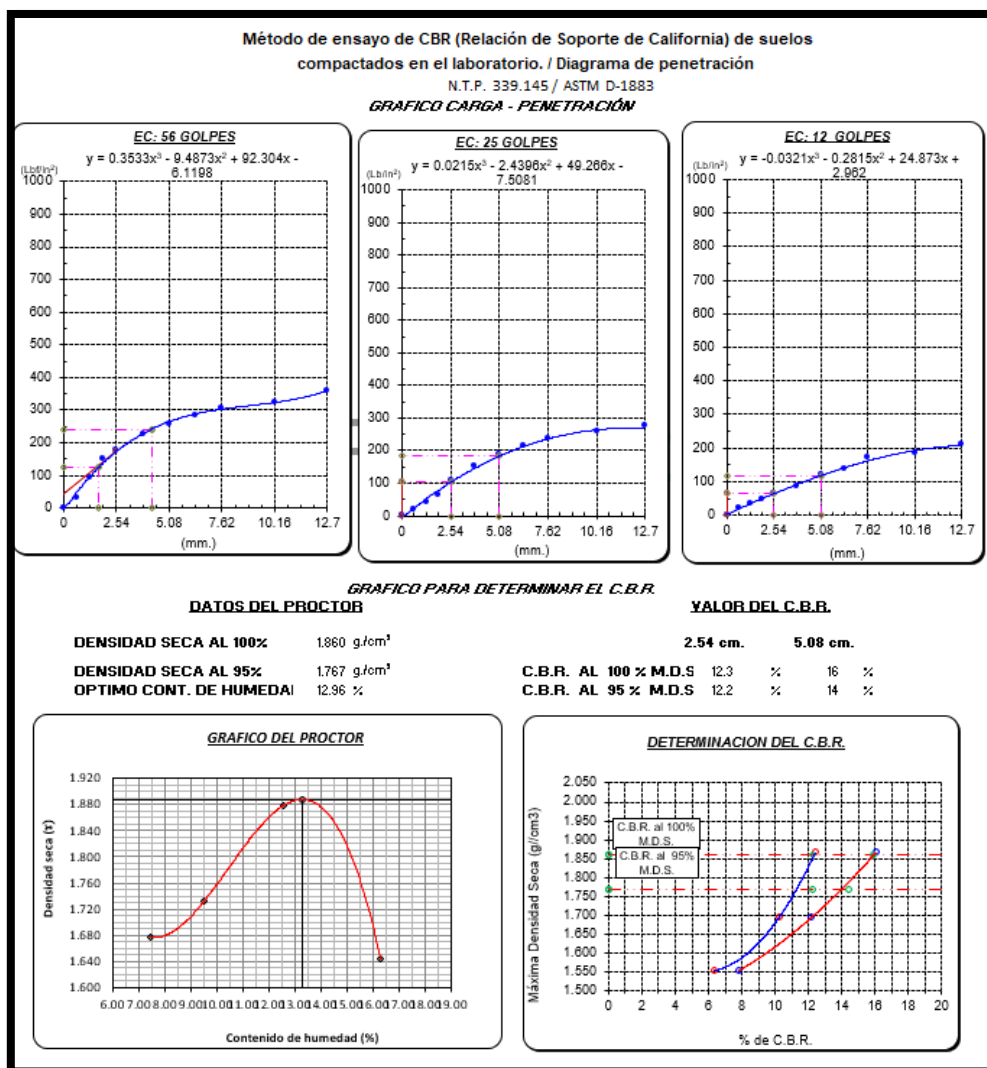


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Se obtuvo una MDS de 1.86 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad 12.96%.

RESULTADOS CON ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO AL 2%-CALICATA 02 CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)

Gráfico N°46: Determinación del CBR.



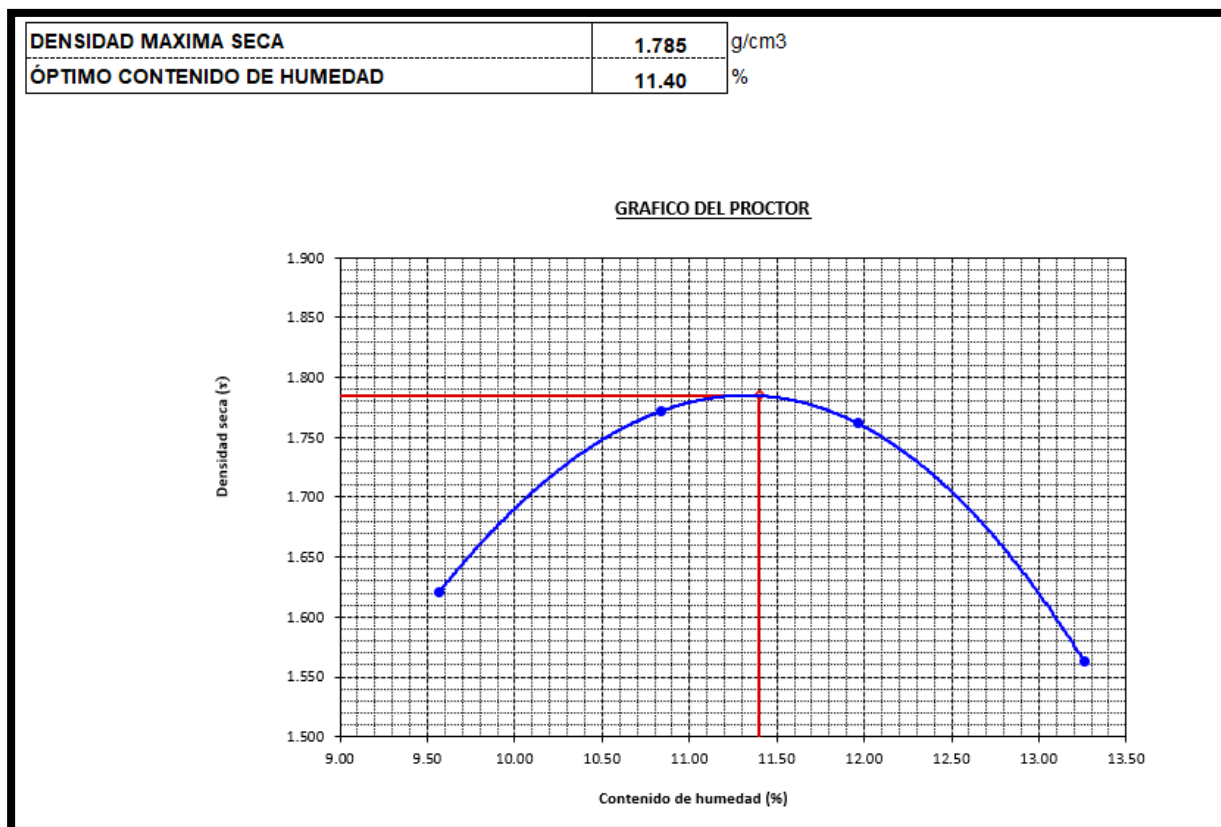
Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

La adición de 2% de CaCl₂ a la muestra 02, da un CBR de 16.00 % al 100% de la MDS y un CBR de 14.00% al 95% de la MDS, por lo que se deduce que ambos valores que se obtuvo disminuyeron al aumentar la dosificación.

ENSAYOS PARA LAS MUESTRAS DE SUELO EN ESTADO NATURAL CON ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO AL 1%, 1.5% Y 2%. DE LA CALICATA 04

RESULTADOS CON ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO AL 1%-CALICATA 04
PROCTOR MODIFICADO-MÁXIMA DENSIDAD SECA gr/cm³.

Gráfico N°47: Gráfico de Proctor.

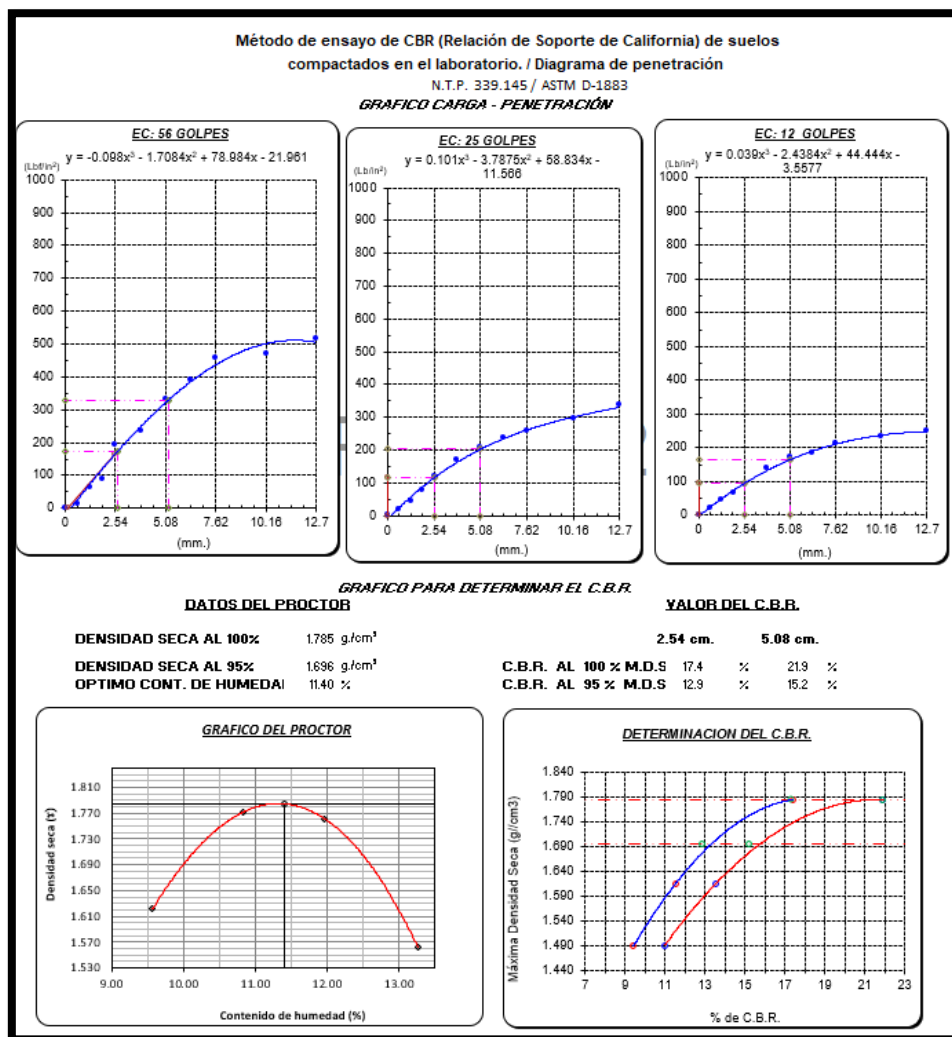


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

La MDS de la muestra 04 con adición de 1% del CaCl₂ tiene un valor de 1.785 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 11.40%, tuvo una variación de 0.02 gr/cm³ respecto a la muestra inicial, y una humedad de 11.50% a 11.40%.

RESULTADOS CON ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO AL 1%-CALICATA 04
CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)

Gráfico N°48: Determinación del CBR.

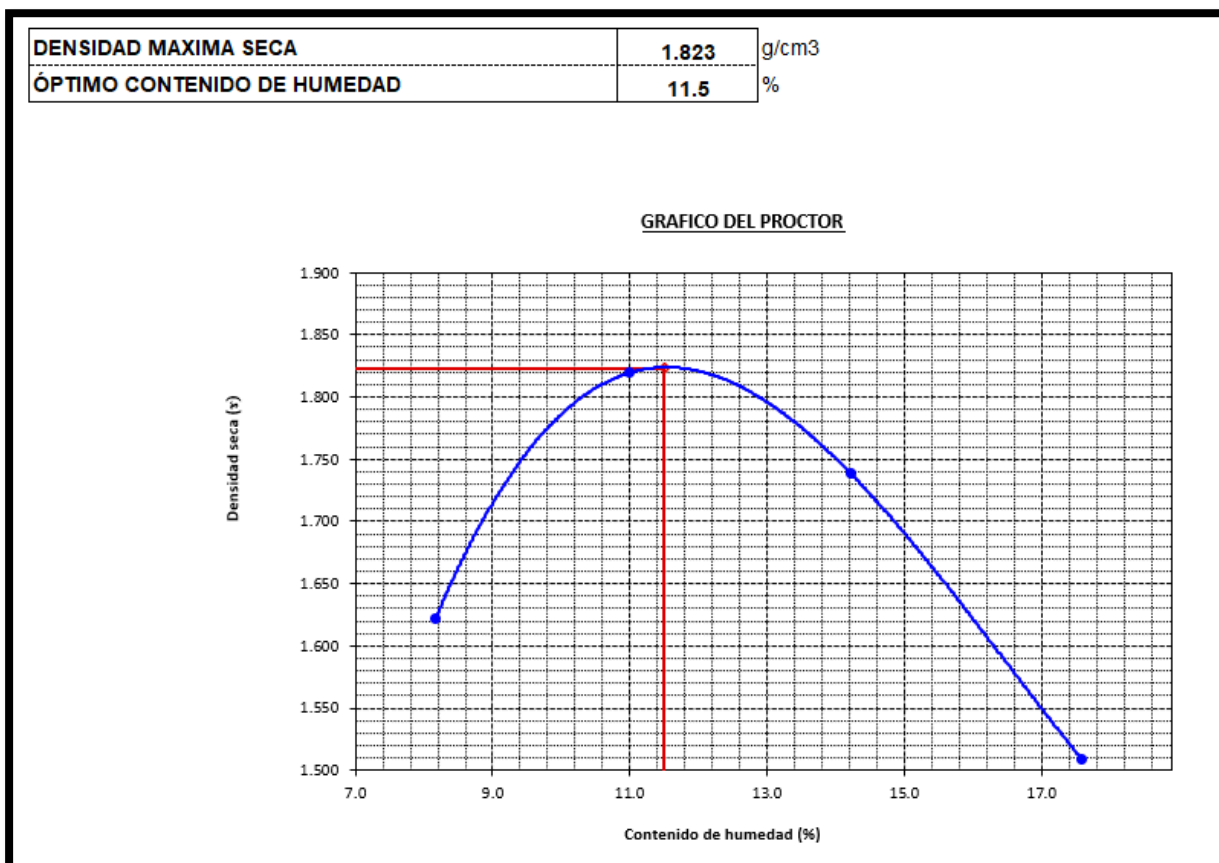


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Los resultados de CBR de la muestra 04 con dosificación de 1% de cloruro de calcio, da un CBR de 21.9% por lo que hubo una variación de 1.5% respecto a la muestra patrón.

**RESULTADOS CON ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO AL 1.5%-CALICATA 4
 PROCTOR MODIFICADO-MÁXIMA DENSIDAD SECA gr/cm³**

Gráfico N°49: Grafico de Proctor.

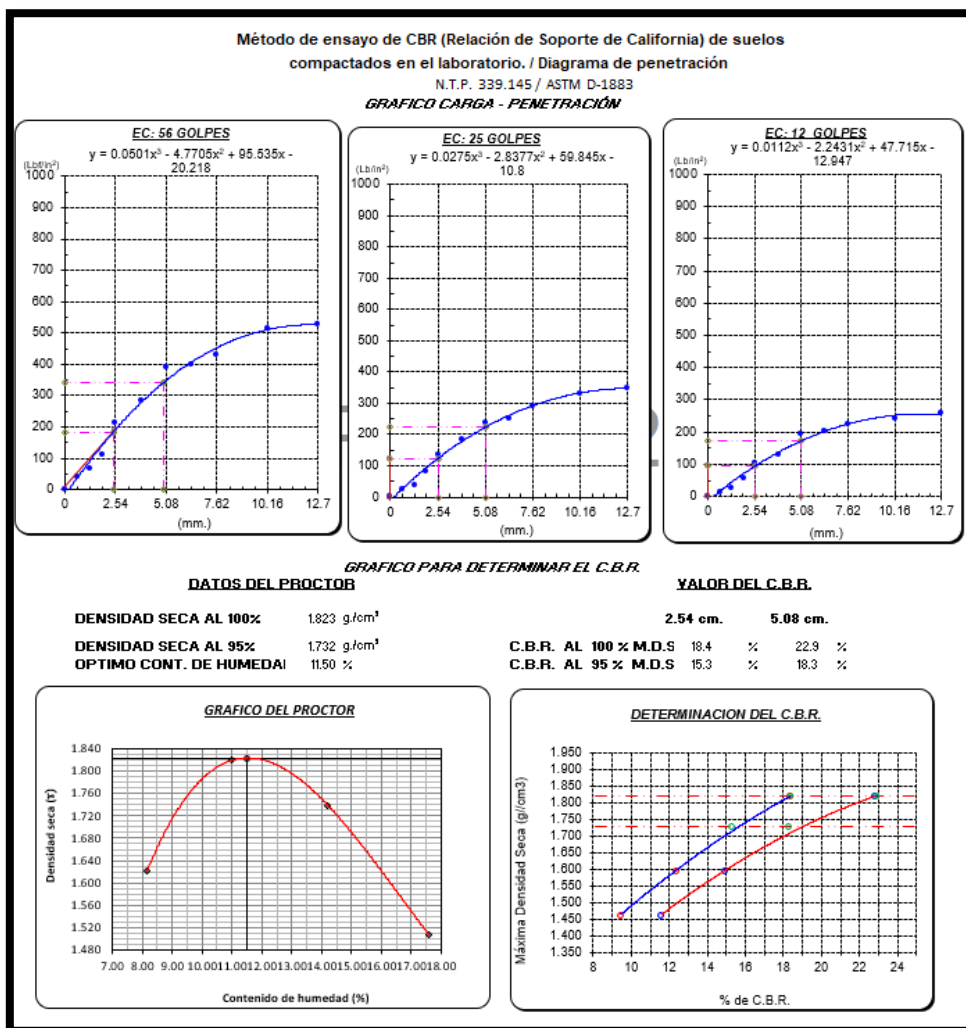


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

La MDS es de 1.823 gr/cm³ y óptimo contenido de humedad es de 11.5%, lo cual señala que si hubo una mejora de la MDS, de 0.03 gr/cm³ en relación a la dosificación de 1%, mientras que el contenido de humedad varía en 0.10%.

RESULTADOS CON ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO AL 1.5%-CALICATA 4 CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)

Gráfico N°50: Determinación del CBR.

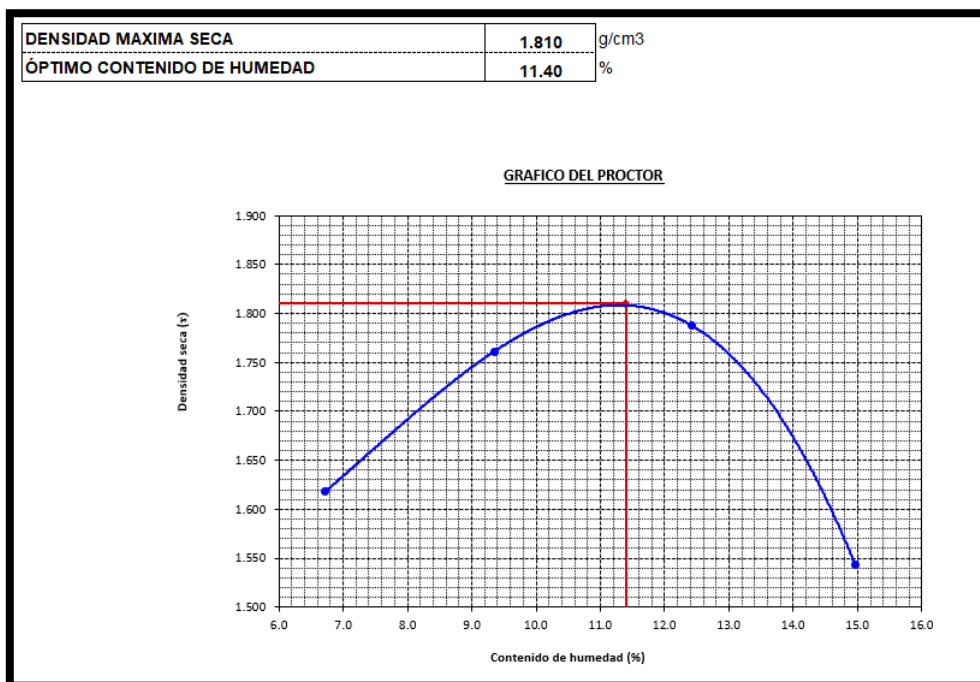


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

El CBR de la muestra 04 es de 22.90% al 100% de la MDS, y 18.30% al 95% de la MDS, comparando con los resultados de la dosificación 1% se aprecia un cambio respecto a la dosificación de 1% de 21.90% a 22.90%.

RESULTADOS CON ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO AL 2%-CALICATA 04
PROCTOR MODIFICADO-MÁXIMA DENSIDAD SECA gr/cm³

Gráfico N°51: Grafico de Proctor.

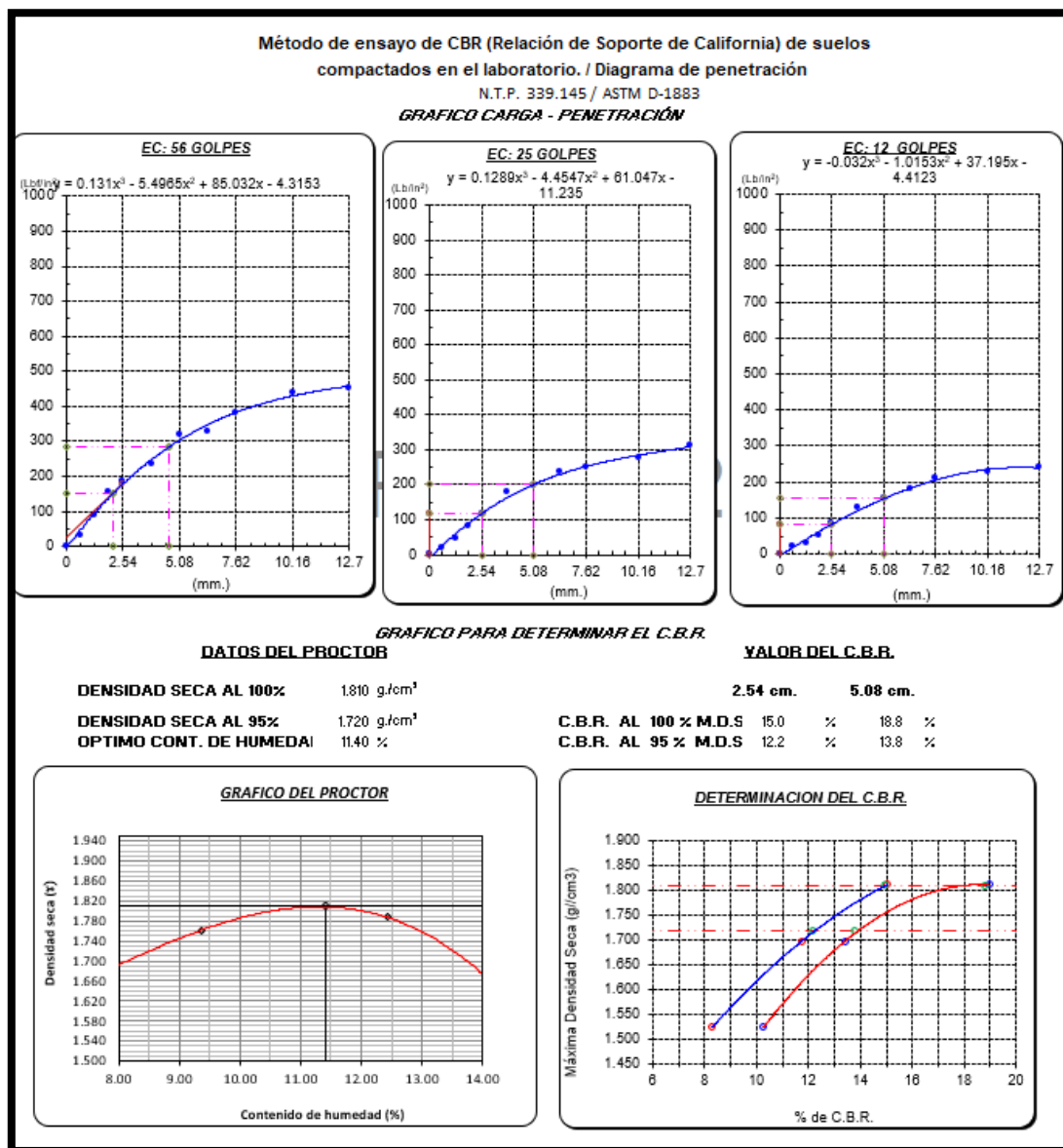


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

Se observa un MDS de 1.81 gr/cm³ y asimismo, al mantener un nivel de humedad óptimo del 11.40%, la muestra patrón 04 logró una máxima densidad seca de 1.77 gr/cm³, evidenciando una mejora de 0.04 gr/cm³.

RESULTADOS CON ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO AL 2%-CALICATA 02 CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR).

Gráfico N°52: Determinación del CBR.



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-USAT

El valor de CBR al 2% de dosificación tiene un valor de 18.8% por lo que se aprecia que el valor desciende respecto al valor obtenidos en la dosificación de 1.5%, por lo que ya no es recomendable aumentar el porcentaje de dosificación del aditivo.

COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE LABORATORIO, MUESTRAS EN ESTADO NATURAL Y MUESTRAS CON ADITIVOS (POLYCOM Y CLORURO DE CALCIO).

Se culminaron todos los estudios de laboratorio llevados a cabo en las muestras extraídas en su condición natural, en línea con todos los objetivos del proyecto de investigación se seleccionó tres de las cuatro muestras con las características más desfavorables, una vez se realizaron los ensayos, se verificó mediante la clasificación SUCS el tipo del suelo, tanto para las M1, M2,

M4 dio un tipo de suelo CL que son suelos arcillosas de plasticidad baja o mediana, mientras que la M3 es del tipo gravas arcillosas, este es un suelo granular, gravas con material fino, también se verificó mediante los ensayos de Proctor y CBR, donde el CBR para la M3 dio un porcentaje muy elevado que superaba el 20%, por lo tanto, según la categorización de subrasante especificada en el manual de carreteras estaba considerado como una subrasante muy buena, esto conllevó a que no necesitaba de un mejoramiento del CBR con las adiciones de polycom y cloruro de calcio.

Se llevaron a cabo los análisis de laboratorio utilizando las muestras de suelo 1, 2 y 4, en los siguientes recuadros se podrán apreciar todos los resultados de las muestras de suelo, tanto en estado natural como las muestras con las adiciones respectivas de 1%, 1.5% y 2%.

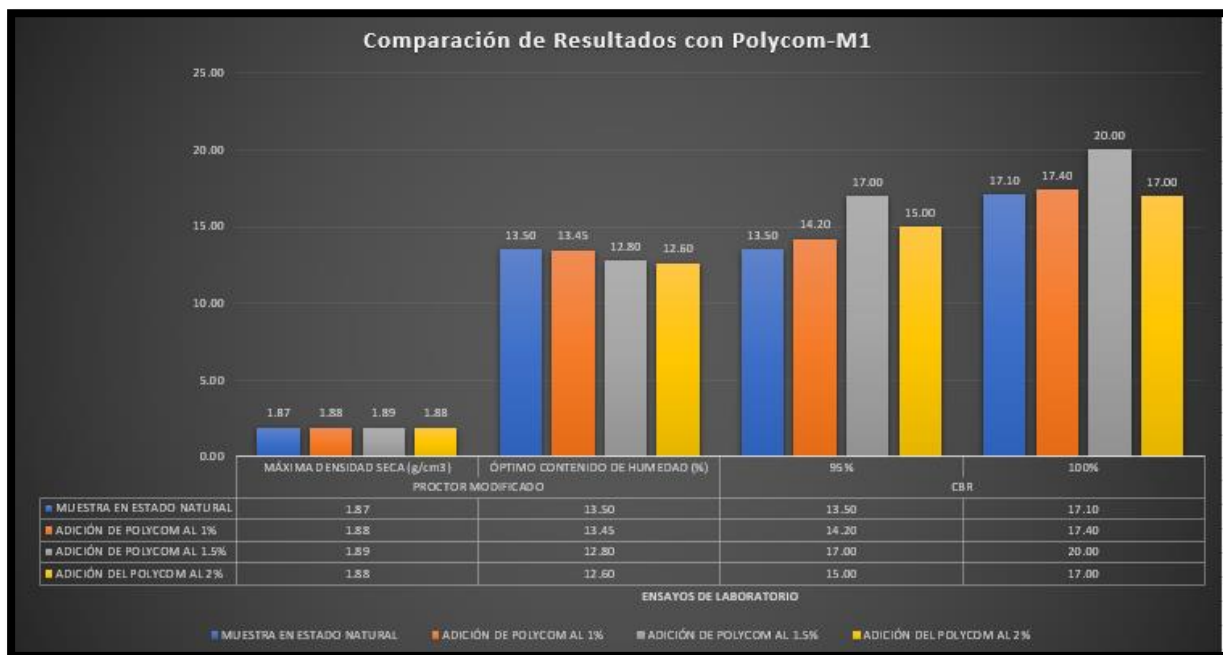
CUADRO 01-MUESTRAS EN ESTADO NATURAL, Y MUESTRAS CON INCORPORACIÓN DE POLYCOM.

Tabla N°48: Comparación de Resultados de muestras patrón y muestras con adición de POLYCOM.

		RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO												
		MUESTRAS EN ESTADO NATURAL				ADICIÓN DE POLYCOM								
		M1	M2	M3	M4	M1			M2			M4		
				1.0%	1.5%	2.0%	1.0%	1.5%	2.0%	1.0%	1.5%	2.0%		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		14.30	10.40	13.50	14.90	-	-	-	-	-	-			
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)		7.40	12.16	7.11	10.30	-	-	-	-	-	-			
CLASIFICACIÓN SUCS		CL	CL	GC	CL	-	-	-	-	-	-			
PROCTOR MODIFICADO	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.87	1.72	1.94	1.77	1.88	1.89	1.88	1.87	1.88	1.85	1.79	1.81	1.78
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.50	13.00	7.20	11.50	13.45	12.80	12.60	13.20	11.30	11.60	12.40	12.30	12.60
CBR	95%	13.50	12.50	14.70	13.20	14.20	17.00	15.00	14.70	16.80	15.20	15.20	19.50	16.80
	100%	17.10	17.20	17.20	18.90	17.40	20.00	17.00	19.50	20.00	19.20	20.20	22.90	21.30

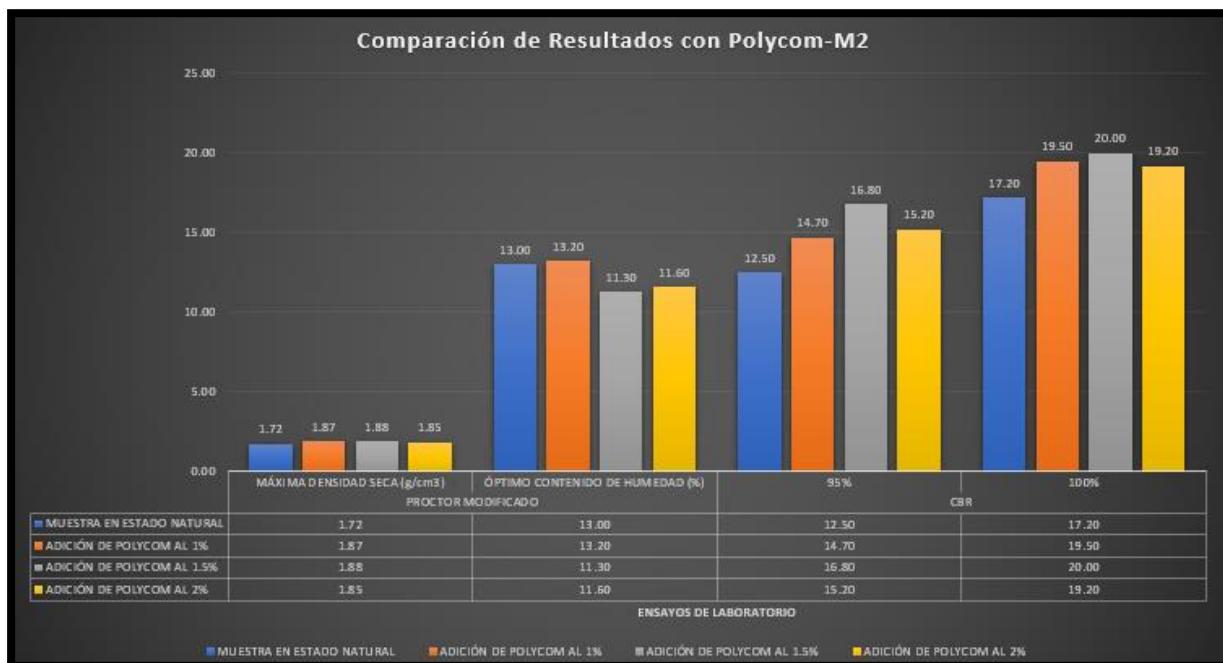
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°53: Resultados de la M1 en estado natural y muestra con adición de polycom.



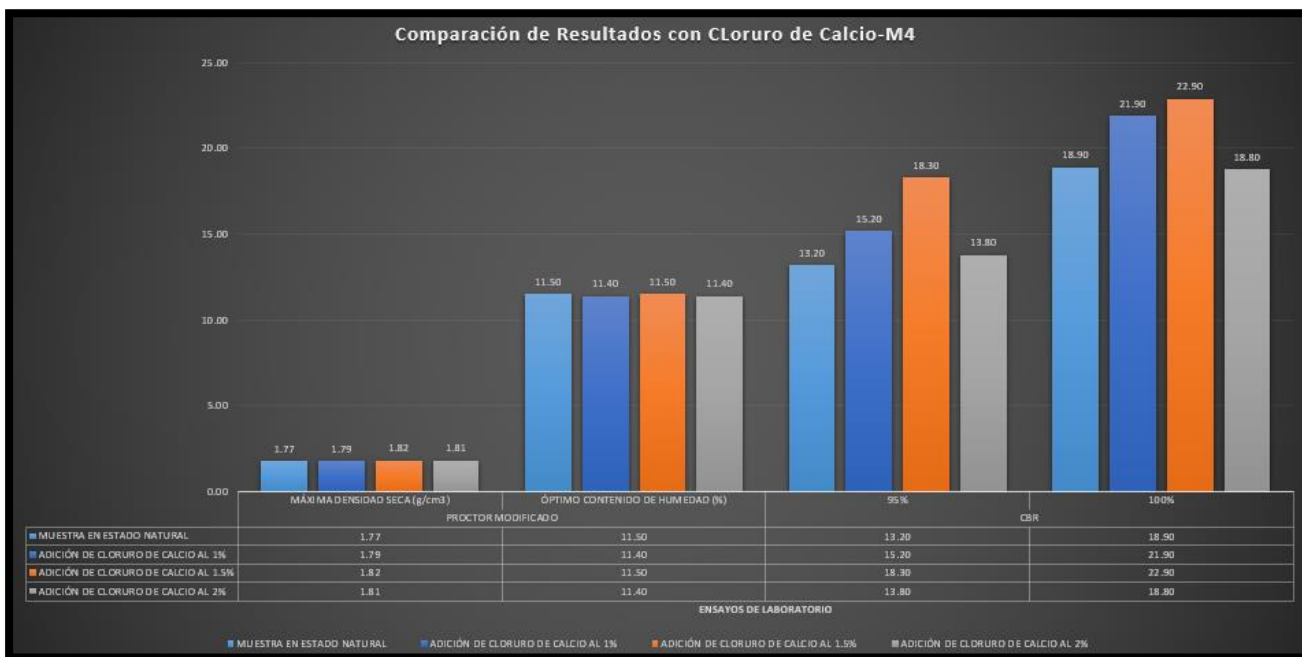
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°54: Resultados de la M2 en estado natural y muestra con adición de polycom



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°55: Resultados de la M4 en estado natural y muestra con adición de polycom



Fuente: Elaboración Propia

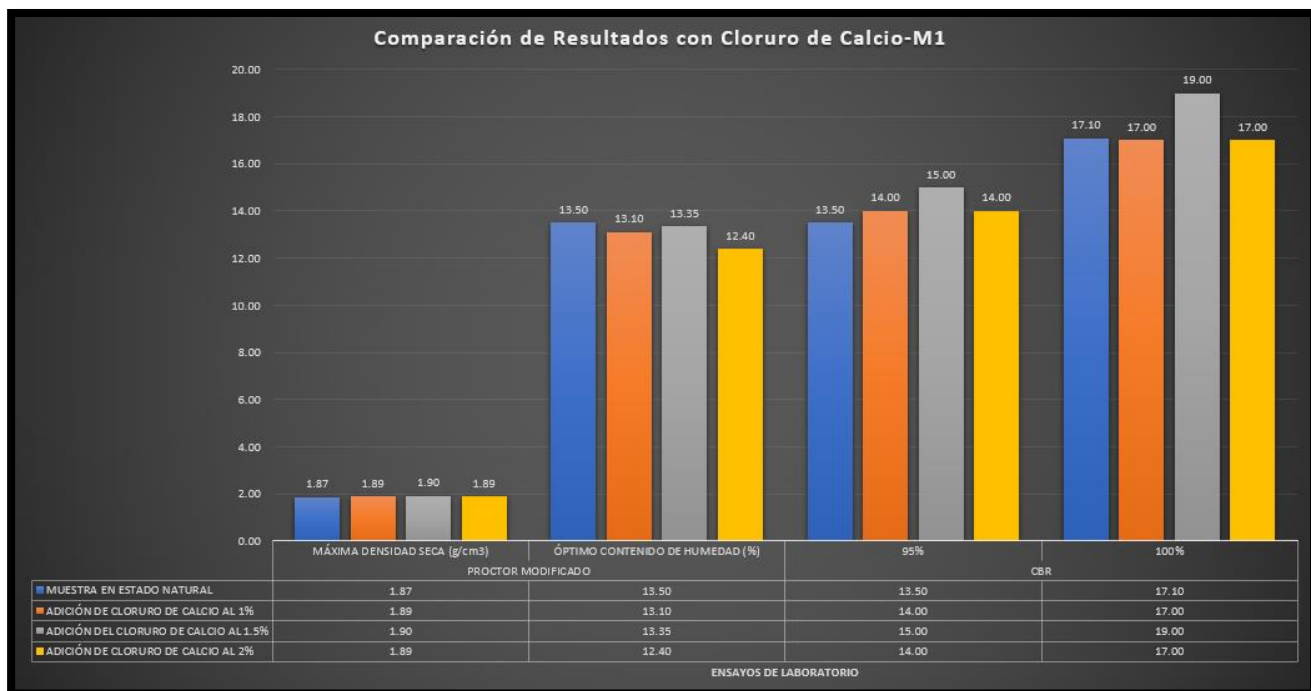
CUADRO 02-MUESTRAS EN ESTADO NATURAL, Y MUESTRAS CON INCORPORACIÓN DE CLORURO DE CALCIO.

Tabla N°49: Comparación de Resultados de muestras patrón y muestras con adición de CLORURO DE CALCIO.

		RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO												
		MUESTRAS EN ESTADO NATURAL				ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO								
		M1	M2	M3	M4	M1			M2			M4		
						1.0%	1.5%	2.0%	1.0%	1.5%	2.0%	1.0%	1.5%	2.0%
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		14.30	10.40	13.50	14.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)		7.40	12.16	7.11	10.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CLASIFICACIÓN SUCS		CL	CL	GC	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PROCTOR MODIFICADO	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.87	1.72	1.94	1.77	1.89	1.90	1.89	1.79	1.89	1.86	1.79	1.82	1.81
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.50	13.00	7.20	11.50	13.10	13.35	12.40	12.69	13.30	12.96	11.40	11.50	11.40
CBR	95%	13.50	12.50	14.70	13.20	14.00	15.00	14.00	13.00	17.00	14.00	15.20	18.30	13.80
	100%	17.10	17.20	17.20	18.90	17.00	19.00	17.00	17.00	19.00	16.00	21.90	22.90	18.80

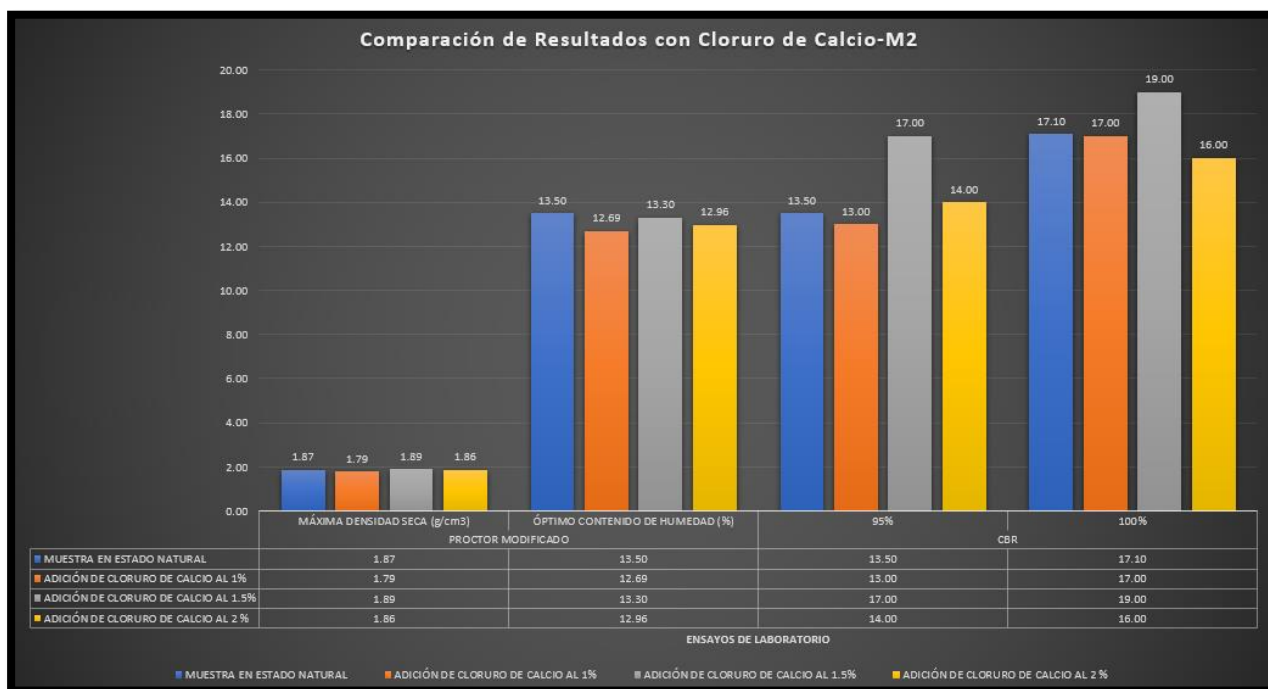
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°56: Resultados de la M1 en estado natural y muestra con adición de cloruro de calcio.



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°57: Resultados de la M2 en estado natural y muestra con adición de cloruro de calcio.



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°58: Resultados de la M4 en condición natural y muestra con adición de cloruro de calcio.



Fuente: Elaboración Propia

Se logró el análisis comparativo de los resultados de las propiedades mecánicas del suelo con incorporación de cloruro de calcio y aditivo polycom para la estabilización de subrasantes arcillosas en carreteras, se presentan las tablas comparativas de los resultados de laboratorio de la muestra patrón. y los resultados con las dosificaciones de adiciones respectivas.

Se ejecutaron todos los ensayos de laboratorio contemplados en el estudio y conforme al diseño de investigación se determinó los cambios en las propiedades mecánicas en las muestras de suelo arcillosas con las dosificaciones de 1%, 1.5% y 2% de los aditivos polycom y cloruro de calcio.

Una vez que se determinó las propiedades mecánicas mediante los ensayos de laboratorios y las adiciones respectivas, se procedió a establecer la dosificación óptima de mejoramiento de propiedades de ambos aditivos tanto para el producto polycom, como para el producto de cloruro de calcio. La dosificación óptima para el aditivo polycom es de 1.5%, del mismo modo para el Cacl2, además se constató que una dosificación mayor como la de 2% no es la adecuada debido a que tanto el CBR como la MDS disminuyen.

En el contexto de mi proyecto y basándome en los resultados obtenidos, realicé un análisis de costos de los aditivos utilizados, como el polycom y el cloruro de calcio. Además, también se

llevó a cabo un análisis de costos de otras alternativas de aditivos, como la cal o, en algunos casos, la mezcla de agregados con material de cantera:

Imagen N°04: Descripción de los presupuestos elaborados para cada aditivo en el programa S10.

Item	Código	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS						
	010706010002-0105001-01	MEJORAMIENTO DE LA SUB-RASANTE ADITIVO POLYCOM	m2	1.00	53.99	53.99
	010706010003-0105001-01	MEJORAMIENTO DE LA SUB-RASANTE CLORURO DE CALCIO	m2	1.00	245.87	245.87
	010706010004-0105001-01	MEJORAMIENTO DE LA SUB-RASANTE	m2	1.00	122.36	122.36
	010706010005-0105001-01	MEJORAMIENTO DE LA SUB-RASANTE CON MATERIAL GRANULAR	m2	1.00	289.87	289.87

Fuente: Elaboración propia

Imagen N°05: Análisis de costos unitarios del aditivo polycom

Partida	01.01	(010706010002-0105001-01)	MEJORAMIENTO DE LA SUB-RASANTE ADITIVO POLYCOM			53.99
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.0050	18.44	0.09
0101010003	OPERARIO		hh	0.0050	22.98	0.11
0101010005	PEON		hh	0.0100	16.42	0.16
						0.36
Materiales						
02070400010002	MATERIAL GRANULAR PARA BASE		m3	4.8000	10.00	48.00
02221500010022	ADITIVO POLYCOM PARA MEJORAMIENTO DE SUELOS		kg	0.0080	14.40	0.12
						48.12
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.01	0.01
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton		hm	0.0050	200.00	1.00
0301170002	RETROEXCAVADORA		hm	0.0050	150.00	0.75
03011800020003	TRACTOR DE ORUGAS CAT D6D		hm	0.0050	220.00	1.10
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP		hm	0.0050	200.00	1.00
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	0.0100	110.00	1.10
03012200050004	CISTERNA EMULSION Y AGUA 3540 gl 178-2		hm	0.0050	110.00	0.55
						5.61

Fuente: Elaboración propia

Imagen N°06: Análisis de costos unitarios del aditivo cloruro de calcio.

Partida	01.02	(010706010003-0105001-01)	MEJORAMIENTO DE LA SUB-RASANTE CLORURO DE CALCIO	245.87		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.0050	18.44	0.09
0101010003	OPERARIO		hh	0.0050	22.98	0.11
0101010005	PEON		hh	0.0100	16.42	0.16
						0.36
Materiales						
02221500010023	CLORURO DE CALCIO PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE		kg	3.0000	80.00	240.00
						240.00
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.01	0.01
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton		hm	0.0050	200.00	1.00
0301170002	RETROEXCAVADORA		hm	0.0050	150.00	0.75
03011800020003	TRACTOR DE ORUGAS CAT D6D		hm	0.0050	220.00	1.10
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP		hm	0.0050	200.00	1.00
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	0.0100	110.00	1.10
03012200050004	CISTERNA EMULSION Y AGUA 3540 gl 178-2		hm	0.0050	110.00	0.55
						5.51

Fuente: Elaboración propia

Imagen N°07: Análisis de costos unitarios de la cal.

Partida	01.03	(010706010004-0105001-01)	MEJORAMIENTO DE LA SUB-RASANTE	122.36		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.0050	18.44	0.09
0101010003	OPERARIO		hh	0.0050	22.98	0.11
0101010005	PEON		hh	0.0100	16.42	0.16
						0.36
Materiales						
02070400010002	MATERIAL GRANULAR PARA BASE		m3	4.8000	10.00	48.00
0213020002	CAL HIDRATADA		kg	9.0000	7.61	68.49
						116.49
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.01	0.01
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton		hm	0.0050	200.00	1.00
0301170002	RETROEXCAVADORA		hm	0.0050	150.00	0.75
03011800020003	TRACTOR DE ORUGAS CAT D6D		hm	0.0050	220.00	1.10
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP		hm	0.0050	200.00	1.00
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	0.0100	110.00	1.10
03012200050004	CISTERNA EMULSION Y AGUA 3540 gl 178-2		hm	0.0050	110.00	0.55
						5.51

Fuente: Elaboración propia

Imagen N°07: Análisis de costos unitarios de material de cantera como estabilizante.

Partida	01.04	(010706010005-0105001-01)	MEJORAMIENTO DE LA SUB-RASANTE CON MATERIAL GRANULAR	Costo unitario directo por:			289.87
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.0050	18.44	0.09	
0101010003	OPERARIO		hh	0.0050	22.98	0.11	
0101010005	PEON		hh	0.0100	16.42	0.16	
0.36							
Materiales							
0201040001	PETROLEO D-2		gal	10.0000	18.00	180.00	
02070400010002	MATERIAL GRANULAR PARA BASE		m3	4.8000	10.00	48.00	
02070400010005	MATERIAL GRANULAR GRUESO		m3	4.0000	10.00	40.00	
02070400010007	AFIRMADO		m3	2.0000	8.00	16.00	
284.00							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.01	0.01	
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton		hm	0.0050	200.00	1.00	
0301170002	RETROEXCAVADORA		hm	0.0050	150.00	0.75	
03011800020003	TRACTOR DE ORUGAS CAT D6D		hm	0.0050	220.00	1.10	
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP		hm	0.0050	200.00	1.00	
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	0.0100	110.00	1.10	
03012200050004	CISTERNA EMULSION Y AGUA 3540 gl 178-2		hm	0.0050	110.00	0.55	
5.51							

Fuente: Elaboración propia

Tras analizar los costos asociados a cada aditivo, se puede observar que el polycom se presenta como la opción más económica como estabilizante en subrasantes arcillosas, en comparación con otras sustancias como la cal o el material de cantera. Este aditivo estudiado ofrece una alternativa viable en la ejecución de proyectos, ya que evita los costos de transporte de material agregado como estabilizante. En algunos casos, las canteras pueden estar ubicadas lejos del sitio de la obra, lo que genera gastos adicionales de combustible. Además, tanto el polycom como el cloruro de calcio ayudan a controlar las emisiones de material particulado, lo que conlleva a una reducción en los costos de mantenimiento y prolonga los plazos de ejecución.

DISCUSIÓN

Durante el desarrollo del proyecto de investigación se obtuvieron resultados beneficiosos en las propiedades mecánicas de las muestras evaluadas mediante la dosificación del polycom y cloruro de calcio. En comparación con otras investigaciones, como la realizada por Guerra y Quispe [5], quienes utilizaron Proes y polycom para mejorar la resistencia y durabilidad en la estabilización de canteras mezcladas con cemento, también se obtuvieron resultados satisfactorios.

En una investigación previa, como la realizada por Villacorta y Moreno [7], se evaluó la resistencia CBR y la MDS de las muestras de suelo con la incorporación de CaCl₂ en una dosificación del 4%, logrando una mejora en la humedad máxima y máxima densidad seca de 1.75 gr/cm³, así como un incremento en los valores de CBR en un rango de 29% y 31%. En contraste con los hallazgos generados en este estudio de investigación, se logró una mejora del 22.9% con una dosificación óptima del 1.5%, la cual supera el valor subrasante muy bueno establecido en el manual de carreteras, suelos, geología, geotécnica y pavimentos 2013.

Una vez definido el valor del CBR de diseño, para cada sector de características homogéneas, se clasificará a que categoría de subrasante pertenece el sector o subtramo, según lo siguiente:

Cuadro 4.10
Categorías de Subrasante

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

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Manual de carreteras. suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2013.

Según la hipótesis formulada en este proyecto de investigación, la influencia del cloruro de calcio en la estabilización de subrasantes arcillosas es significativa en comparación con el polímero polycom. Después de completar los ensayos de laboratorio y examinar los resultados obtenidos en el estudio de mecánica de suelos, se ha comprobado que la adición de cloruro de calcio y polycom en dosificaciones de 1%, 1.5% y 2% influye en las propiedades de las muestras extraídas de subrasantes arcillosas donde La dosificación óptima es de 1.5%. Por lo tanto, se ha verificado la hipótesis propuesta de manera rigurosa y sistemática.

Por otro lado, investigaciones tales como el de Miranda y Francisco Negrete [10], se obtuvieron resultados confirmatorios en relación a la mejora de la estabilidad de los suelos utilizando cloruro de calcio. Se determinó que la dosis óptima fue del 1.5%, y se observó que al aumentar la dosis al 2%, la capacidad de soporte disminuyó de un 14.10% a un 9.10%. Por lo tanto, se verifica la importancia de no exceder la cantidad de este químico en el proceso de estabilización.

Guerra y Quispe Velasquez [5], llevaron a cabo una comparación entre Proes y Polycom mediante un análisis comparativo, donde se añadieron estos químicos junto con dosificaciones de cemento. Se observaron resultados óptimos en la mejora del CBR (Índice de Soporte California) en las muestras tratadas con Proes. Esto se debió a que las dosificaciones de cemento utilizadas fueron inferiores en comparación con el uso de Polycom. Los resultados del CBR fueron significativamente más altos, alcanzando rangos del 217.3% al 100% MDS y del 207% al 95% MDS. Estos resultados fueron considerablemente superiores a los obtenidos con el uso de Polycom en el presente estudio. Sin embargo, es importante destacar que el uso de Polycom aún contribuye a mejorar la capacidad de soporte del suelo, lo cual es un punto relevante a tener en cuenta.

Contoguris y Pasmíño [21] Durante su tesis, se llevaron a cabo experimentos para evaluar el uso de Polycom en dosificaciones del 10%, 20% y 30% en un metro cúbico de material. Se observó una mejora en la MDS y el OCH (Optimum Content of Humidity). En el primer caso, la densidad del suelo varió de 1.794 gr/cm³ a 1.781 gr/cm³, 1.777 gr/cm³ y 1.769 gr/cm³, en el orden correspondiente con las dosificaciones del 10%, 20% y 30%. Se realizaron ensayos de Proctor modificado en tres muestras para determinar las características del suelo. Los resultados evidenciaron que el Polycom ha sido validado científicamente y se recomienda como un polímero eficaz para mejorar tanto las propiedades físicas como mecánicas de los suelos. Además, los hallazgos de la investigación respaldan que el uso del polímero Polycom genera un aumento significativo en el CBR de hasta un 22.90%. Cabe destacar que este incremento se basa en las características del suelo obtenidas a través de los ensayos de laboratorio, evidenciando que en la zona de estudio existe una diversidad múltiple en comparación con otras regiones del país.

Mateos de Vicente [22] llevó a cabo una investigación que pone de manifiesto los efectos positivos del CaCl₂ en la reducción de emisiones de material particulado en vías y calles, al mismo tiempo que incrementa la densidad al compactar, brindando estabilidad a las carreteras. Además, se destaca que el uso de cloruro de calcio ha experimentado un notable crecimiento en los Estados Unidos, abarcando miles de kilómetros de carreteras y calles, inclusive el cloruro de calcio retiene el agua con facilidad manteniendo una humedad para el esfuerzo de compactación siendo de beneficio en regiones áridas donde existe escasez de agua, produciendo una MDS mayor.

El proceso de estabilización del suelo utilizando polycom y CaCl₂ produce cambios significativos en las características del suelo, brindando resistencia y mantenimiento de

estabilidad a largo plazo, especialmente en lo que respecta a la acción del agua. Estas mejoras tienen un efecto duradero en el suelo, ya que los aditivos ayudan a prevenir la degradación causada por la acción del agua. La presencia del polycom y el cloruro de calcio reduce la susceptibilidad del suelo a la erosión, la expansión y la contracción debido a los cambios en la humedad. También disminuye la infiltración del agua en el suelo, lo que evita la formación de charcos y la pérdida de resistencia estructural.

Entre las investigaciones relevantes, destaca el estudio realizado por Ponce Crispín [23] en el que se examinó el efecto del CaCl_2 como estabilizante de suelos arcillosos en Huancavelica. En este estudio, se determinó que la incorporación de un 5% de CaCl_2 en relación al peso del suelo tuvo un impacto positivo en el CBR, mejorándolo en un rango que osciló entre el 1180% y el 16.50%. Además, se evaluó la capacidad de soporte en un tipo de suelo granular, logrando mejorarla del 22.89% al 43.01%. Como resultado, se concluyó que el comportamiento del suelo tiene una influencia significativa, especialmente en suelos granulares. De manera similar, al mencionar este estudio en la discusión de los resultados, es posible resaltar los descubrimientos de la presente investigación que concuerdan con los obtenidos por Ponce y Crispín, lo cual refuerza las conclusiones. Asimismo, se llevó a cabo una comparación de los porcentajes de mejora observados en ambos estudios y se analizaron las variaciones en las condiciones del suelo, los métodos utilizados y los aditivos empleados.

Orobio, Portocarrero y Serna [24], realizaron una investigación sobre la mitigación de emisiones de polvo, específicamente evaluando el uso de CaCl_2 como un agente para reducir las partículas de polvo en caminos sin pavimentar. En este estudio, se construyó un tramo de prueba en una vía donde se añadió cloruro de calcio, mientras que otro tramo se dejó sin estabilizar como control. El seguimiento de este estudio se llevó a cabo durante un período de 6 meses. El tramo de prueba se dividió en tres segmentos: dos de 350 metros y uno de 200 metros. Se aseguró que todos los segmentos tuvieran características físicas y mecánicas similares, como CBR, MDS, humedad óptima, granulometría e índice de plasticidad. Se escarificó el material para homogeneizar la superficie y evitar las emisiones de polvo, además se humedecieron las áreas con bajo contenido de humedad para mejorar la penetración del CaCl_2 . En uno de los tramos, también se escarificó el material y se realizaron las respectivas conformaciones y compactaciones, pero sin el uso de CaCl_2 . Después de mejorar los tramos, La diferencia en las emisiones de polvo se hizo notable a simple vista, y como consecuencia, se encontró que el tramo estabilizado logró reducir significativamente las emisiones generadas por el paso de los vehículos. Además, el estudio reveló que la durabilidad de la estabilización

desempeña un papel fundamental en la efectividad a largo plazo del cloruro de calcio como agente mitigador del polvo.

En investigaciones recientes Carlos Magno, Almendra Figueroa y Rossy Reynaga [15], se ha descubierto que el cloruro de calcio (CaCl_2) utilizado como agente mitigador de material particulado, como el polvo, posee la propiedad de retener líquidos en una proporción de diez veces su propio peso en condiciones ambientales con alta humedad. Esta propiedad del CaCl_2 ayuda a prevenir la formación de polvo al absorber la humedad del ambiente y mantener el suelo más compacto y menos propenso a generar partículas en suspensión. Además, el uso de este material es de gran relevancia para mejorar el Índice de Resistencia al California (CBR) del suelo en carreteras. Se ha observado que su aplicación puede aumentar el CBR hasta en un 64.52% en suelos granulares, y en suelos arcillosos se ha registrado una mejora que oscila entre el 11.80% y el 16.5%. Estos resultados establecen una relación con los obtenidos en el presente proyecto, donde se constató que el CaCl_2 mejoró el CBR en suelos arcillosos en un porcentaje cercano al 22.90%. Por lo tanto, los resultados obtenidos en este estudio se alinean con los hallazgos previos en investigaciones de laboratorio.

Los resultados obtenidos en esta investigación respaldan los hallazgos de la efectividad de los aditivos de polycom y CaCl_2 en la estabilización de subrasantes arcillosas. Se ha demostrado que la dosificación adecuada de estos aditivos puede mejorar significativamente la capacidad de soporte, el CBR y la MDS, proporcionando una solución efectiva y económica para el mejoramiento de suelos en proyectos de construcción de carreteras.

Además, se ha discutido la importancia de considerar factores como la prevención de la dispersión de partículas de polvo y el análisis de viabilidad económica al evaluar los aditivos utilizados. En este sentido, se han presentado investigaciones relevantes que respaldan los hallazgos de este estudio y fortalecen las conclusiones obtenidas.

En resumen, este estudio ha contribuido al conocimiento científico en el ámbito de estabilización de suelos y ha proporcionado información valiosa para la toma de decisiones en proyectos de construcción de carreteras. Se recomienda que futuras investigaciones continúen explorando y optimizando el uso de aditivos en la mejora de subrasantes arcillosas, considerando también aspectos ambientales y económicos.

Conclusiones

- El análisis comparativo de los resultados obtenidos en laboratorio tanto para la muestra patrón de subrasantes arcillosas de cuatro muestras, con la dosificación de los aditivos polycom y cloruro de calcio determinó una mejora en las propiedades de las muestras extraídas.
- En el estudio de mecánica de suelos, se llevaron a cabo pruebas para caracterizar el suelo natural mediante la determinación de diversos ensayos. Se midió el contenido de humedad de todas las muestras y se encontró que la muestra número cuatro presentó el valor más alto con un 14.90%, mientras que la muestra dos tuvo el valor mínimo con un 10.40%. Por otro lado, se determinó una plasticidad máxima de 12.16% en la muestra dos, mientras que la muestra tres fue descartada debido a su baja plasticidad de 7.11% además se determinó que el tipo de suelo de las muestras era principalmente CL, a excepción de la muestra tres, que fue clasificada como GS debido a sus características.
- La muestra cuatro fue la que arrojó los mejores resultados en cuanto a cambios en las propiedades mecánicas tras la incorporación de polycom y cloruro de calcio. Se registró un valor de CBR de 22.90%, lo cual indica una mejora en la capacidad portante del suelo. Asimismo, se observó un aumento en la máxima densidad seca de 1.77 gr/cm³ a 1.81 gr/cm³ tras la adición de polycom, en comparación con el valor de la muestra patrón.
- Después de examinar los resultados, se determinó que la dosificación óptima para las adiciones de polycom y cloruro de calcio es de 1.5%. De hecho, se observó que, al aumentar la dosificación mayor al 1.5%, se presentó la reducción de la dispersión de partículas de polvo y la viabilidad económica de CBR y MDS para las tres muestras evaluadas. Por lo tanto, se puede concluir que la dosificación de 1.5% resulta ser la más adecuada para obtener mejoras en las propiedades mecánicas del suelo.
- Tras analizar los costos de los aditivos utilizados en el estudio de las muestras extraídas, se ha determinado que el polycom se presenta como una opción económicamente viable en comparación con otros aditivos evaluados. Los resultados del análisis de costos en un metro cuadrado respaldan la elección del polycom como una alternativa favorable para el mejoramiento de las subrasantes arcillosas.

Recomendaciones

- Se recomienda la adición de polycom y CaCl_2 en una dosificación de 1.5% para obtener los mejores resultados en las propiedades mecánicas del suelo como el CBR y la MDS, siempre y cuando se tenga en cuenta el tipo de suelo de acuerdo a la clasificación SUCS.
- Es importante tener en cuenta que, al aumentar la dosificación, se puede presentar una disminución en las propiedades de CBR y MDS, lo cual puede afectar negativamente la capacidad portante del suelo.
- Es necesario ser precavido al manipular el cloruro de calcio, ya que puede ser corrosivo y tóxico, por lo tanto, se deben seguir las medidas adecuadas de un experto de laboratorio de suelos al trabajar con este material.
- Realizar estudios complementarios que exploren otros aditivos o combinaciones de aditivos para la mejora de subrasantes arcillosas. Esto permitirá evaluar diferentes alternativas y comparar sus beneficios técnicos y económicos.
- Utilizando el polycom como aditivo en la estabilización de suelos arcillosos en proyectos de infraestructura vial se ha demostrado ser una estrategia efectiva. Los análisis de costos han confirmado su viabilidad económica, lo cual podría conducir a mejoras notables en eficiencia y rentabilidad en dichos proyectos.

Referencias

- [1] B. D. FERNÁNDEZ, «ECOCONSTRUCCION-REVISTA DE CONSTRUCCION SOSTENIBLE,» 23 ENERO 2018. [En línea]. Available: <https://www.ecoconstruccion.net/articulos-online/humicorp-da-un-paso-mas-en-la-busqueda-de-la-solucion-para-el-control-de-polvo-superf-5eg5x>.
- [2] Mendez Salas y Pineda Núñez, «Comportamiento de Cimentaciones en Suelos Expansivos,» p. 18.
- [3] SHENA ARELLANO, «PERÚ CONSTRUYE-LATAM CONSTRUCTION,» 24 MARZO 2020. [En línea]. Available: <https://peruconstruye.net/2020/03/24/carreteras-en-el-peru-que-debemos-tener-en-cuenta-para-su-mantenimiento-y-conservacion/>.
- [4] J. J. Rojas Foinquinos y J. E. Alva Hurtado, «ARCILLAS Y LUTITAS EXPANSIVAS EN EL NORTE Y NORORIENTE PERUANO».
- [5] D. D. J. GUERRA AYALA y QUISPE VELASQUE, DANY, «ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LOS ADITIVOS PROES Y POLYCOM EN ENSAYOS DE RESISTENCIA Y DURABILIDAD PARA AFIRMADOS ESTABILIZADOS, AYACUCHO - 2021,» 2021.
- [6] M. M. MARTINEZ MACHADO, «MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICIÓN DEL POLÍMERO POLYCOM, EN LA AV. UNIÓN DE MANCHAY. LIMA - 2019,» LIMA, 2019.
- [7] L. F. Villacorta Padilla y J. Moreno Domínguez, «INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO SOBRE EL ÍNDICE DE CBR EN EL SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA AL CENTRO POBLADO DE SALAMANCA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO, PROVINCIA DE ASCOPE - 2018,» Trujillo, 2019.
- [8] W. M. Bonifacio Vergara y J. A. Sánchez Bernilla, «ESTABILIZACIÓN QUÍMICA EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS USANDO CLORURO DE MAGNESIO, CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE,» Pimentel-Perú, 2015.
- [9] A. Orobio, «CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE VÍAS EN AFIRMADO ESTABILIZADAS CON CLORURO DE CALCIO,» pp. 93-100, 8, 23 Abril 2010.
- [10] J. E. MIRANDA JARRÍN y D. F. NEGRETE OLIVES, «ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON EL USO DE CLORURO DE CALCIO,» QUITO, 2011.
- [11] M. M. MARTINEZ MACHADO, «MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICIÓN DEL POLÍMERO POLYCOM, EN LA AV. UNIÓN DE MANCHAY. LIMA - 2019,» LIMA-PERÚ, 2020.
- [12] W. G. ISLA CIFUENTES, «Influencia de la incorporación de Polycom en la estabilidad del afirmado para el mejoramiento de los pavimentos, Huanta - Ayacucho,» Ayacucho, 2021.
- [13] K. M. CONTOGURIS POMA y M. A. PASMÍÑO SHAHUANO, «ESTABILIZACIÓN DE SUELOS FINOS MEDIANTE EL USO DEL POLÍMERO POLYCOM EN SUBRASANTES PARA CAMINOS DE BAJA TRANSITABILIDAD EN LA CIUDAD DE IQUITOS,» SAN JUAN BAUTISTA - MAYNAS - LORETO - PERU, 2020.

- [14] A. OROBIO , L. M. PORTOCARRERO y L. SERNA, «EVALUACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO COMO AGENTE MITIGADOR DEL POLVO EN VÍAS EN AFIRMADO,» COLOMBIA, 2007.
- [15] C. M. CHAVARRY VALLEJOS, R. A. FIGUEROA MERINO y R. E. REYNAGA TEJADA, «ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE CAPAS GRANULARES CON CLORURO DE CALCIO PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS,» *POLO DEL CONOCIMIENTO*, vol. 5, nº 06, pp. 40-69, 30 JUNIO 2020.
- [16] M. D. T. Y. COMUNICACIONES, «MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES,» 2016.
- [17] Insitituto de la Construcción y Gerencia ICG, «NORMA TÉCNICA CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS,» p. 68.
- [18] M. D. T. Y. COMUNICACIONES, MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES, 2016, p. 1269.
- [19] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, «MANUAL DE CARRETERAS SUELOS GEOLOGÍA, GEOTECNICA Y PAVIMENTOS,» de *SECCION SUELOS Y PAVIMENTOS - 2014*, LIMA, 2014, p. 305.
- [20] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, «MANUAL DE CARRETERAS SUELOS GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS,» de *SECCION SUELOS Y PAVIMENTOS*, LIMA, LIMA, 2014, p. 305.
- [21] K. M. CONTOGURIS POMA y M. A. PASMIÑO SHAHUANO, «ESTABILIZACIÓN DE SUELOS FINOS MEDIANTE EL USO DEL POLÍMERO POLYCOM EN SUBRASANTES PARA CAMINOS DE BAJA TRANSITABILIDAD EN LA CIUDAD DE IQUITOS, 2020,» SAN JUAN BAUTISTA - MAYNAS - LORETO - PERÚ, 2020.
- [22] M. M. d. Vicente, «EFECTOS DEL CLORURO CÁLCICO EN LA ESTABILIDAD DE LAS TIERRAS,» *ARTICULOS MATERIALES*, p. 5, 2018.
- [23] D. K. Ponce Crispín, «USO DEL CLORURO DE CALCIO PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA AVENIDA CCORIPACCHA - PUYHUAN GRANDE - HUANCAVELICA,» 2018.
- [24] A. OROBIO, L. M. PORTOCARRERO y L. SERNA, «EVALUACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO COMO AGENTE MITIGADOR DE POLVO EN VÍAS EN AFIRMADO,» p. 8, 17 DICIEMBRE 2006.
- [25] J. Rivera, A. Aguirre-Guerrero, R. Mejía de Gutiérrez y A. Orobio, «Estabilizacion quimica de suelos-Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión),» *Informador técnico*, p. 25, 05 Mayo 2020.
- [26] W. G. Isla Cifuentes, «Influencia de la incorporación de Polycom en la estabilidad del afirmado para el mejoramiento de los pavimentos, Huanta - Ayacucho,» Lima, 2021.
- [27] C. M. Chavarry Vallejos, R. A. Figueroa Merino y R. E. Reynaga Tejada, «Estabilización química de capas granulares con cloruro de calcio para vías no pavimentadas.,» *Polo del conocimiento*, vol. 5, nº 06, p. 30, 30 Junio 2020.
- [28] B. F. Castillo Parra, «Estabilización de Suelos Arcillosos de Macas con Valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100% para utilizarlos como Subrasantes en Carreteras,» Cuenca, 2017.

- [29] R. R. Linares Chavez, M. E. Aguilar Rojas y E. E. Rojas De La Puente, «Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante con adición de bolsas de polietileno fundido,» *Revista de Investigación Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, vol. 3, nº 2, pp. 33-40, 2020.
- [30] J. A. HERNÁNDEZ LARA, D. R. MEJÍA RAMÍREZ y C. E. ZELAYA AMAYA, «PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR,» CIUDAD UNIVERSITARIA ORIENTAL, 2016.
- [31] Y. García, W. Ramírez y S. Sánchez, «Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso,» *Estación Experimental de Pastos y Forrajes*, vol. 35, nº 2, pp. 125-138, Abril-Junio 2012.
- [32] J. Martínez Santos, «EVALUACIÓN DEL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO MATERIALES CEMENTANTES,» Xalapa Enríquez Veracruz, 2012.
- [33] S. E. Quezada Osoria, «ESTUDIO COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON VALVAS DE MOLUSCOS PARA PAVIMENTACIÓN,» PIURA, 2017.
- [34] F. S. CAHUANA CABANILLAS, «DOSIFICACIÓN ÓPTIMA DEL CLORURO DE CALCIO Y LA MELAZA DE CAÑA PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE BARRANCA 2016,» BARRANCA, 2016.
- [35] M. M. d. Vicente, «Efectos del cloruro cálcico en la estabilidad de las tierras,» *ARTICULOS - MATERIALES*, p. 5.
- [36] «CE. 020 ESTABILIZACIÓN DE SUELOS Y TALUDES,» p. 28.

Anexos
ANEXO N° 01



Ilustración 1: Evidencias de la realidad problemática en la provincia de Utcubamba, caserío de la ciudad de Bagua Grande, suelos en índice de plasticidad elevada, que en épocas de lluvia se convierten en zonas intransitables.

ANEXO N° 02



Ilustración 2: Las autoridades realizan los mantenimientos, pero sin estabilizantes químicos que mejoren las propiedades del suelo.

ANEXO N° 03



Ilustración 3: Subrasantes arcillosas.

ANEXO N° 04



Ilustración 4: Subrasantes en mal estado.

ANEXO N° 05



Ilustración 5: CUARTEO DE LAS MUESTRAS

ANEXO N° 06



Ilustración 6: TAMIZADO

ANEXO N° 07



Ilustración 7: MUESTRA DE SUELO PARA TAMIZADO

ANEXO N° 08



Ilustración 8: MUESTRA DE SUELO AL HORNO A 110°C, PARA POSTERIORMENTE SACAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD

ANEXO N° 09



Ilustración 9: LÍMITES DE ATTERBERG-LÍMITE DE LÍQUIDO MEDIANTE EL MÉTODO DE CASAGRANDE

ANEXO N° 10



Ilustración 10: LÍMITE LÍQUIDO POR NÚMERO DE GOLPES

ANEXO 11



Ilustración 11: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO

ANEXO 12



Ilustración 12: DETERMINACIÓN DE LÍMITE PLÁSTICO

ANEXO 13



Ilustración 13: TESISTA EN LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANEXO 14



Ilustración 14: ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ANEXO 15



Ilustración 15: RETIRANDO LA MUESTRA DEL MOLDE, DESPUÉS DE LA COMPACTACIÓN

ANEXO 16



Ilustración 16: RETIRANDO LA MUESTRA DEL MOLDE CON UN CINSEL

ANEXO 17



Ilustración 17: MOLDE PARA LA MUESTRA DEL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ANEXO 18

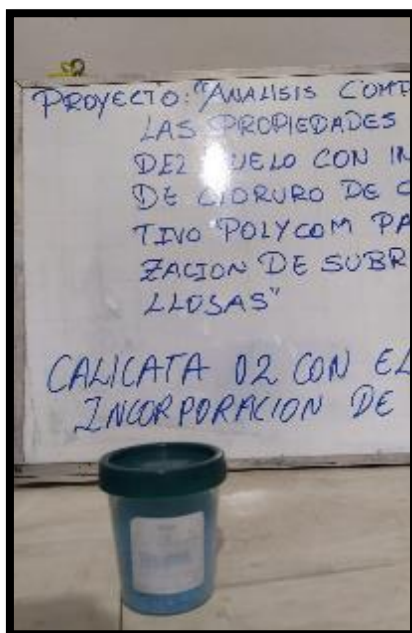


Ilustración 18: ADITIVO POLYCOM

ANEXO 19



Ilustración 19: ADITIVO CLORURO DE CALCIO Y POLYCOM

ANEXO 20



Ilustración 20: ADITIVO POLYCOM CON DOSIFICACIÓN DE 1%

ANEXO 21

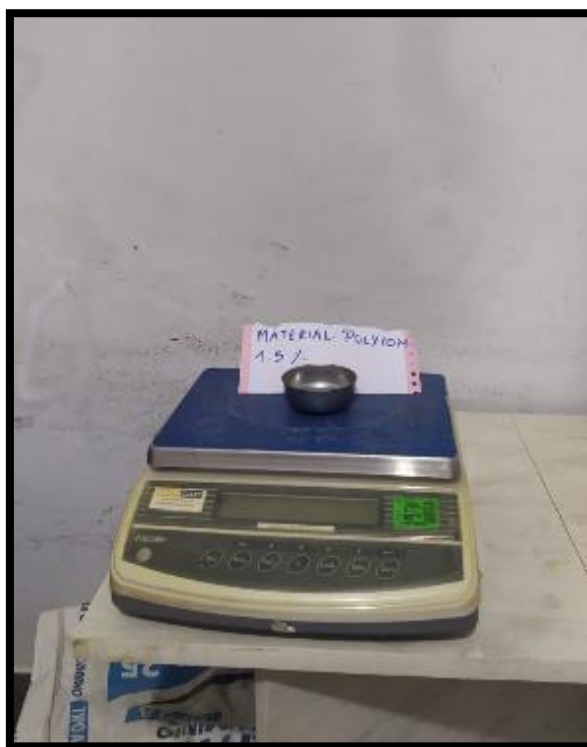


Ilustración 21: ADITIVO POLYCOM AL 1.5%

ANEXO 22



Ilustración 22: MATERIAL POLYCOM CON DOSIFICACIÓN DE 2%

ANEXO 23



Ilustración 23: CARRETERA DONDE SE REALIZÓ LA CALICATA 01- Para la primera calicata se realizó a 8 cuadras de la Av. Chachapoyas (avenida principal de la ciudad de Bagua, la zona presenta un suelo arcilloso, debido a las constantes lluvias se puede apreciar que el suelo en contacto con el agua se vuelve altamente plástico, convirtiendo en una zona intransitable. -TESISTA EN CAMPO.

ANEXO N° 24



Ilustración 24: ENSAYO DE CBR

ANEXO N° 25



Ilustración 25: REALIZANDO ENSAYOS DE CBR.

ANEXO N° 26



Ilustración 26: EQUIPOS PARA ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEXO N° 27



Ilustración 27: ENSAYO DE LABORATORIO

ANEXO N° 28



Ilustración 28: MAQUINARIA REALIZANDO EXCAVACIÓN CALICATA 01

ANEXO N° 29



Ilustración 29: Tesista-Calicata 01-Profundidad 1.5 m

ANEXO N° 30



Ilustración 28: Para la CALICATA 02 se realizó en el sector Gonchillo alto de la ciudad de Bagua Grande

ANEXO N° 31



Ilustración 31: Calicata 02-TESISTA

ANEXO N° 32



Ilustración 32: Para la Calicata 03, la muestra de suelo se extrajo a unas cuerdas del colegio los NATS en la ciudad de Bagua grande, Visalot alto-tecnológico.

ANEXO N° 33




Ilustración 33: Calicata 03- TESISTA

ANEXO N° 34




Ilustración 34: Para la CALICATA 04, se realizó en el sector Esperanza Baja de la ciudad de Bagua Grande.

ANEXO N° 35- Informes de laboratorio-Granulometría, Clasif. SUCS, Clasif. AASHTO-C1



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

TESISTA : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA

TESIS : INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"

Ubicación : DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999

Calicata: C-01

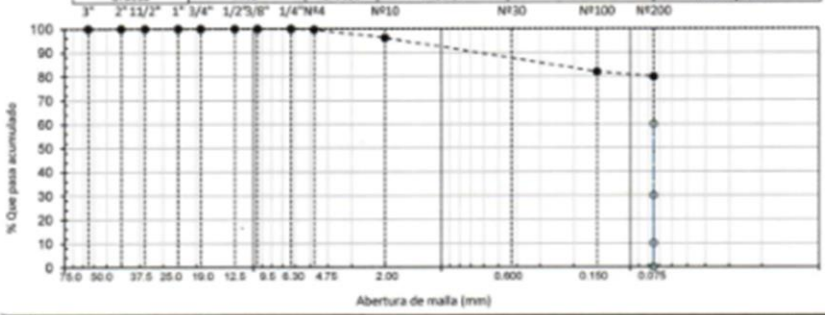
Muestra: M-1

Profundidad: 0.20m. - 1.50m.

TAMICES		PESO		% RETENIDO		% RETENIDO		% QUE PASA		DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
(Pu)	(mm)	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO								
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0					PESO TOTAL	:	1798.1 g.
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0					PESO LAVADO	:	360.7 g.
2"	50.000	0.00	0.0	0.0	100.0					PESO FINO	:	g.
1 1/2"	37.500	0.00	0.0	0.0	100.0					LIMITE LIQUIDO	:	25.0 %
1"	25.000	0.00	0.0	0.0	100.0					LIMITE PLASTICO	:	17.6 %
3/4"	19.000	0.00	0.0	0.0	100.0					INDICE PLASTICIDAD	:	7.4 %
1/2"	12.500	0.00	0.0	0.0	100.0					CLASF. AASHTO	:	A-4 (9)
3/8"	9.500	0.00	0.0	0.0	100.0					CLASF. SUCS	:	CL
1/4"	6.300	0.00	0.0	0.0	100.0					DESCRIPCION DEL SUELO:		
N#4	4.750	5.60	0.3	0.3	99.7					Arcilla de baja plasticidad con arena		
N#8	2.380	29.80	1.7	2.0	98.0							
N#10	2.360	32.60	1.8	3.8	96.2					Ensayo Malla N#200	P.S. Seco	P.S. Lav (N) 200
N#16	1.190	30.50	1.7	5.5	94.5							
N#30	0.590	59.50	3.3	8.8	91.2							
N#40	0.600	50.10	2.8	11.6	88.4					% HUMEDAD	P.S.H	P.S.S. (N) Hum.
N#50	0.300	49.50	2.8	14.4	85.6							
N#100	0.150	66.30	3.7	18.1	81.9					MODULO DE FINEZA		
N#200	0.075	35.80	2.0	20.1	79.9					Coef. Uniformidad		
< N# 200	FONDO	1002.4	55.7	75.8	24.2					Coef. Curvatura		


CURVA GRANULOMETRICA


Grava			Arena				Arcilla y Limos	
			Gruesa		Medio		Fina	
3"	2" 11/2"	1" 3/4"	1/2" 3/8"	1/4" N#4	N#10	N#30	N#100	N#200




Abertura de malla (mm)

Observaciones:






ANEXO N° 36- Informes de laboratorio-LIMITES DE ATTERBERG



USAT
Universidad Católica
Santa Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

TESISTA : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA

TESIS : "ANALISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"

Ubicación : DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el limite liquido, limite plástico e índice de plasticidad del suelo

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

Profundidad: 0.20m. - 1.50m.

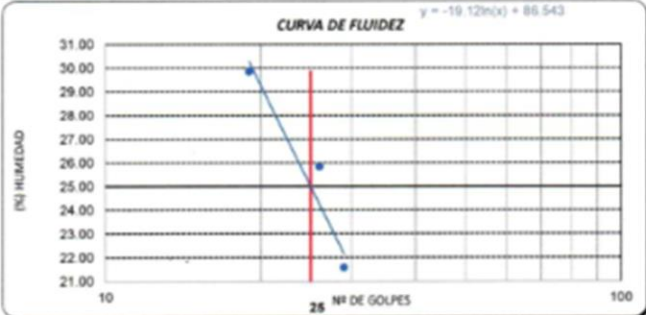
Calicata: C-01 Muestra: M-1

0


Datos de ensayo.	Limite liquido			Limite Plástico	
	7	8	9	2	3
N° de tarro	7	8	9	2	3
N° de golpes	19	26	29		
Tarro + suelo húmedo	33.2	35.1	34.3	22.5	22.5
Tarro + suelo seco	30.1	32.0	31.7	21.9	21.9
Agua	3.08	3.1	2.99	0.6	0.6
Peso del tarro	19.8	20.0	19.7	18.5	18.5
Peso del suelo seco	10.32	12	12	3.4	3.4
Porcentaje de humedad	29.8	25.8	21.6	17.6	17.6


CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Limite Líquido	25.0
Limite Plástico	17.6
Índice de Plasticidad	7.4

CURVA DE FLUIDEZ $y = -19.12m(x) + 86.543$




Observaciones:






Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 37- Informes de laboratorio



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : BARRY SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Lugar : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C-01

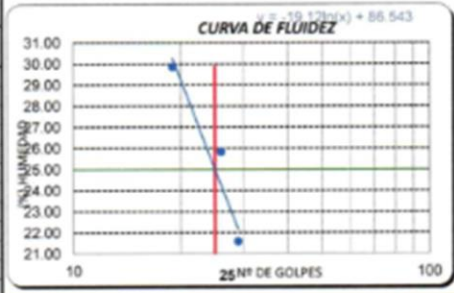
Muestra: M-1

Profundidad: 0.20m. - 1.50m.


Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.3	99.7
N° 10	2.000	3.8	96.2
N° 20	0.850	8.8	91.2
N° 50	0.300	14.4	85.6
N° 100	0.150	18.1	81.9
N° 200	0.075	20.1	79.9


Distribución granulométrico			
% Grava	G.G. %	0.0	0.3
	G.F. %	0.3	
% Arena	A.G. %	3.5	19.8
	A.M. %	7.8	
	A.F. %	8.5	
% Arcilla y Limo		79.9	79.9
Total			100.0


Contenido de Humedad	
	14.3



Ensayo de Límite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	25.0 (%)
Límite Plástico (LP)	17.6 (%)
Índice Plástico (IP)	7.4 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	CL
Descripción del suelo	
Arcilla de baja plasticidad con arena	
Clasificación (AASHTO)	A-4 (9)
Descripción	
REGULAR-MALO	









Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 38-Informes de laboratorio-Proctor modificado



USAT
Universidad Católica
Santa Teresita de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Testista : BARRY REYMILIAN SÁNCHEZ GARCÍA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO CON INCORPORACIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

CALKATA: C-1
 MUESTRA: M-1
 PROFUNDIDAD: 0.20 m - 1.50 m

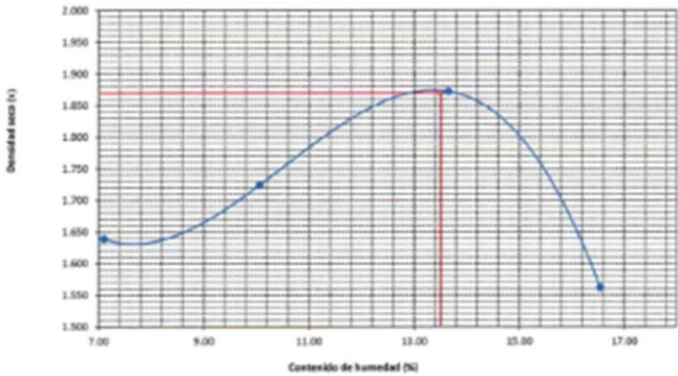
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	11752.8	12054.8	12544.4	11891.24
Peso del molde	g	8022	8022	8022	8022
Peso del suelo húmedo compactado	g	3730.8	4032.8	4522.4	3869.24
Volumen del molde	cm ³	2125.5	2125.5	2125.5	2125.5
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.755	1.897	2.128	1.820


CONTENIDO DE HUMEDAD


Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	64.95	152.20	96.10	127.30
Peso del suelo seco + tara	g	62.50	145.60	87.20	112.00
Peso de tara	g	18.00	80.00	22.00	19.50
Peso de agua	g	2.45	6.60	8.9	15.3
Peso de suelo seco	g	34.50	65.6	65.2	92.5
Contenido de agua	%	7.10	10.1	13.7	16.5
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.639	1.724	1.872	1.562

DENSIDAD MÁXIMA SECA	1.870	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.60	%

GRAFICO DEL PROCTOR









Personal del Área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 39-Informes de laboratorio-CBR



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : BARRY REYMILIAN SÁNCHEZ GARCÍA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Teaís : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

CALCATA : C-1
MUESTRA : M-1


PROFUNDIDAD : 0.20 m - 1.50 m


COMPACTACIÓN						
N° Molde	A-1		A-2		A-3	
	5		5		5	
N° Golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	13632.8	13290	12564.4	12880	12051	12390
Peso de molde (g)	8527	8527	8525	8525	8544	8544
Peso del suelo húmedo (g)	4505.8	4763	4039.4	4355	3507	3846
Volumen del molde (cc)	2119	2119	2120	2120	2121	2121
Densidad húmeda (g/cc)	2.126	2.248	1.915	2.054	1.653	1.813
% de humedad	13.53	19.34	13.88	21.28	13.95	23.76
Densidad seca (g/cc)	1.873	1.883	1.681	1.694	1.451	1.465

HUMEDAD												
Tarro N°	A-1		A-2		A-3							
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	330.8	330.8	4763	4763	424.9	424.9	4355	4355	350.7	350.7	3846.0	3846.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	303.3	303.3	4505.8	4505.8	385.3	385.3	4059.4	4059.4	321.0	321.0	3507.0	3507.0
Peso del Agua (gr.)	27.5	27.5	257.2	257.2	39.6	39.6	295.6	295.6	29.7	29.7	339.0	339.0
Peso del tarro (gr.)	100	100	0	0	100	100	0	0	108	108	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	203.3	203.3	4423.0	4423.0	285.3	285.3	3902.3	3902.3	213.0	213.0	3456.8	3456.8
% de humedad	13.53	13.53	19.34	19.34	13.88	13.88	21.28	21.28	13.95	13.95	23.76	23.76
Promedio de Humedad (%)	13.53		19.34		13.88		21.28		13.95		23.76	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%	
27/09/2022	15.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28/09/2022	15.3	24	25	0.625		29	0.500		15	0.375		
29/09/2022	15.3	48	29	0.725		25	0.625		16	0.400		
30/09/2022	15.3	72	30	0.750		28	0.700		25	0.625		
30/09/2022	15.3	96	32	0.800		28	0.900		40	1.000		
			4.57	total	17.52	4.57	total	19.71	4.57	total	21.90	

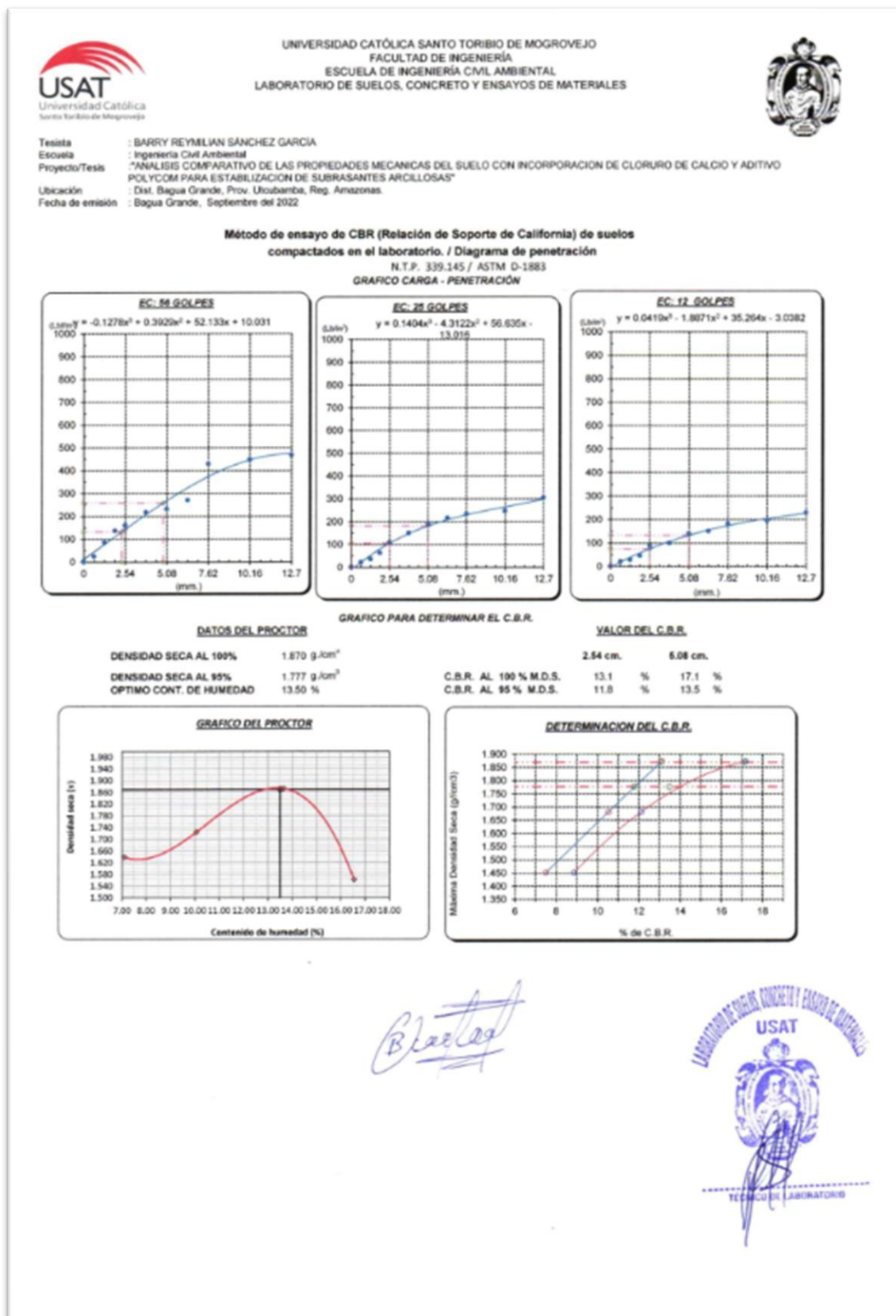
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
				Lact. Dial	Libr/ pulg	Libr/ pulg	%	Lact. Dial	Libr/ pulg	Libr/ pulg	%	Lact. Dial	Libr/ pulg	Libr/ pulg	%
0.000	0.000	0'00"	0	2				0	2				0	2	
0.540	0.025	0'30"	9	24				8	22				8	22	
1.270	0.050	1'00"	34	85				14	36				11	29	
1.910	0.075	1'30"	65	137				25	63				18	46	
2.540	0.100	2'00"	95	161	131.2	13.1		44	110	105.3	10.5		35	88	
3.810	0.125	3'00"	88	217				91	151				40	100	
5.080	0.150	4'00"	94	232	257.7	17.2		77	190	181.8	12.1		57	141	
6.350	0.200	5'00"	110	271				88	217				61	151	
7.620	0.300	6'00"	175	430				95	234				74	183	
10.160	0.400	8'00"	183	449				109	246				79	195	
12.700	0.500	10'00"	191	469				124	305				83	229	






Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 40-**Informes de laboratorio-CBR**




Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 41- Informes de laboratorio-Proctor modificado-Adición de 1% POLYCOM



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ [56000 pie-lbft/ft³])
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

Tesista : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

CALCUTA: C-1
MUESTRA: M-1 : ADICION DEL 1% DE ADITIVO POLYCOM **PROFUNDIDAD:** 0.20 m - 1.50 m

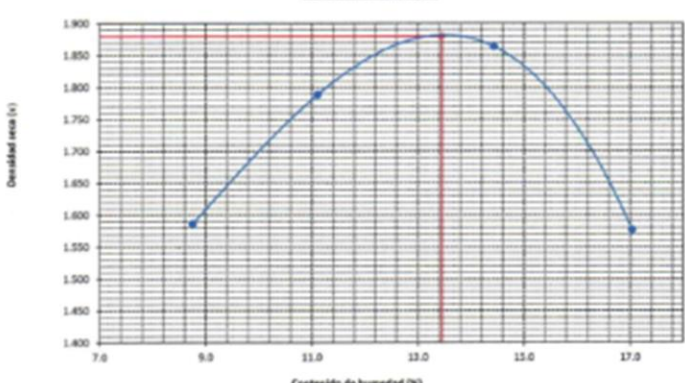
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	11688.1	12246	12555.1	11944
Peso del molde	g	8022	8022	8022	8022
Peso del suelo húmedo compactado	g	3666.1	4224	4533.1	3922
Volumen del molde	cm ³	2125.5	2125.5	2125.5	2125.5
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.725	1.987	2.133	1.845

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	87.60	98.50	87.90	104.00
Peso del suelo seco + tara	g	82.00	96.65	79.50	91.70
Peso de tara	g	18.00	80.00	22.00	19.50
Peso de agua	g	5.60	1.85	8.3	12.3
Peso de suelo seco	g	64.00	16.65	57.5	72.2
Contenido de agua	%	8.7	11.1	14.4	17.0
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.586	1.789	1.864	1.577


DENSIDAD MAXIMA SECA	1.880	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.45	%

GRAFICO DEL PROCTOR




B. Sanchez

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de FEA




Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 42-Informes de laboratorio-CBR-Adición de 1% POLYCOM



USAT
Universidad Católica
Santa Teresita de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES





Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tests : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALDO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

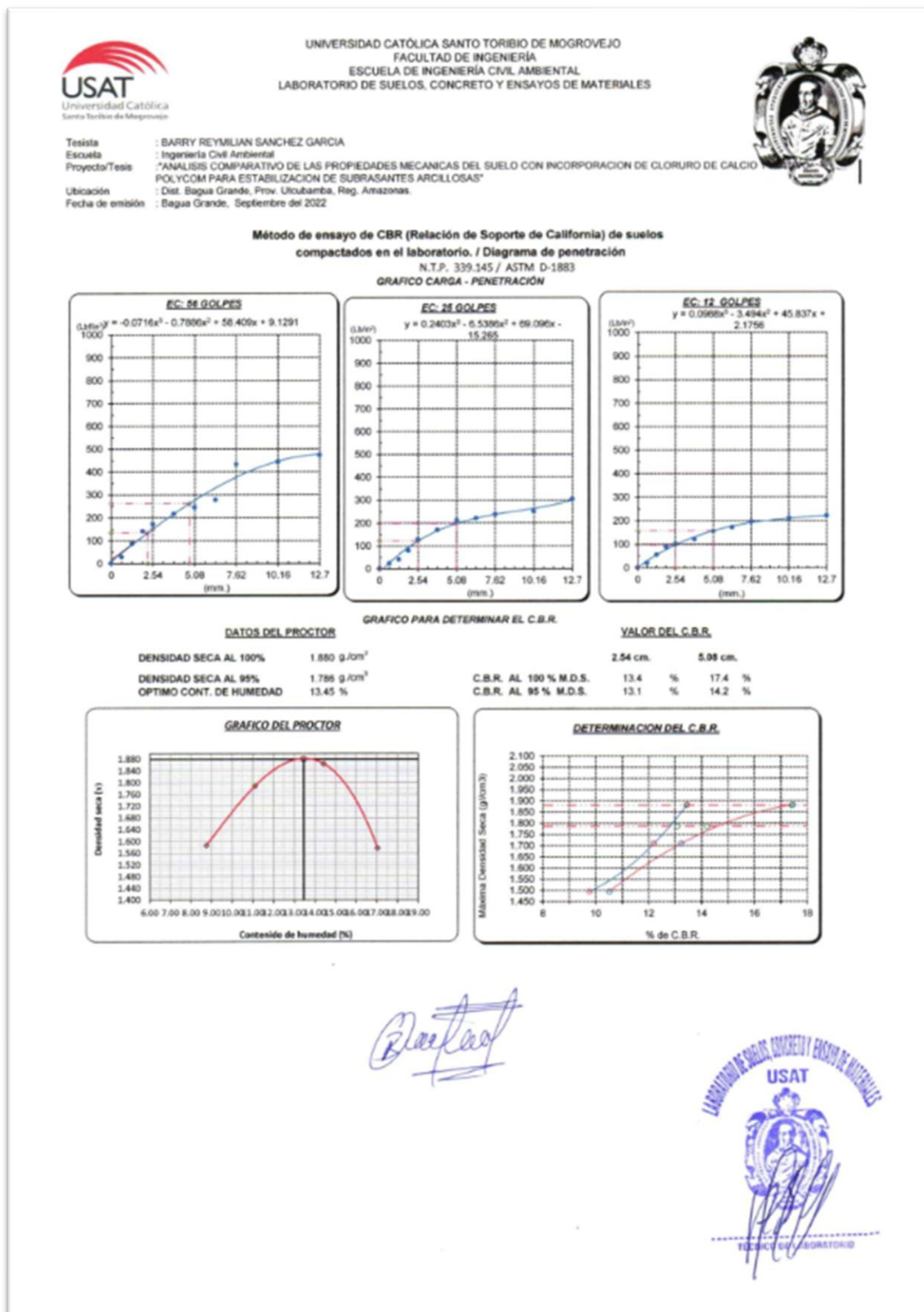
CAJONETA : C-1 **PROFUNDIDAD** : 0.20 m - 1.50 m
MUESTRA : M-1 : ADICION DEL 1% DE ADITIVO POLYCOM

COMPACTACIÓN														
N° Molde	A-1		A-2		A-3									
	5		5		5									
N° Capa	56		25		12									
N° Golpes por capa	56		25		12									
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado								
Peso molde + Suelo húmedo	13052.3	13290	12652.4	12859	12189	12390								
Peso de molde (g)	857	857	8525	8525	8544	8544								
Peso del suelo húmedo (g)	4525.3	4763	4127.4	4325	3625	3846								
Volumen del molde (cc)	2119.2	2119	2120	2120	2121	2121								
Densidad húmeda (g/cc)	2.135	2.248	1.947	2.045	1.709	1.813								
% de humedad	13.47	18.82	13.93	18.80	14.31	20.50								
Densidad seca (g/cc)	1.892	1.892	1.709	1.717	1.495	1.505								
HUMEDAD														
Tarro N°	-	-	-	-	-	-								
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	236.5	236.5	4763	4763	398.5	398.5								
Tarro + Suelo seco (gr.)	220.3	220.3	4525.3	4525.3	362.0	362.0								
Peso del Agua (gr.)	16.2	16.2	237.7	237.7	36.5	36.5								
Peso del tarro (gr.)	100	100	0	0	100	100								
Peso del suelo seco (gr.)	120.3	120.3	4441.7	4441.7	262.0	262.0								
% de humedad	13.47	13.47	18.82	18.82	13.93	13.93								
Promedio de Humedad (%)	13.47	13.47	18.82	18.82	13.93	13.93								
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
07/10/2022	15.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
08/10/2022	15.3	24	24	0.600		20	0.500		15	0.375				
09/10/2022	15.3	48	25	0.625		23	0.575		21	0.525				
10/10/2022	15.3	72	26	0.650		26	0.650		29	0.725				
10/10/2022	15.3	96	27	0.675		32	0.800		36	0.900				
			4.57	total	14.75	4.57	total	17.52	4.57	total	19.71			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. LBMm2	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Libr/ pulg2	Libr/ pulg2	%	Lect. Dial	Libr/ pulg2	Libr/ pulg2	%	Lect. Dial	Libr/ pulg2	Libr/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	11	29			9	24			8	22		
1.270	0.050	1'00"	35	85			16	41			22	56		
1.910	0.075	1'30"	57	141			32	80			36	90		
2.540	0.100	2'00"	78	173	134.5	13.5	52	129	122.0	12.2	41	102	97.7	9.8
3.810	0.125	3'00"	88	217			69	171			49	122		
5.080	0.150	4'00"	100	246	261.9	17.5	86	212	196.5	13.2	63	156	157.8	10.5
6.350	0.200	5'00"	113	278			90	222			70	173		
7.620	0.300	6'00"	177	434			97	239			80	198		
10.190	0.400	8'00"	181	444			102	251			86	212		
12.700	0.500	10'00"	193	474			134	305			90	222		


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 43- Informes de laboratorio-CBR-Adición de 1% POLYCOM




Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 44- Informes de laboratorio-Proctor-Adición de 1.5% POLYCOM



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MÓROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie·lb/ft³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : BARRY REYMELIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO CON INCORPORACIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

CALICATA: C-1

PROFUNDIDAD: 0.20 m - 1.50 m

MUESTRA: M-1: ADICION DEL 1.5% DE ADITIVO POLYCOM

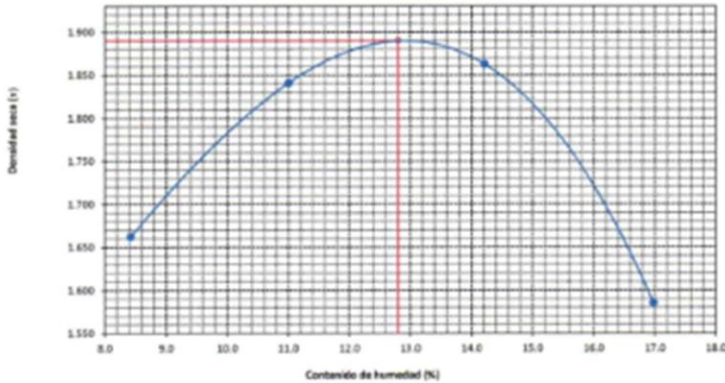
Número de ensayo	1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g 11852	12365	12542.55	11962
Peso del molde	g 8022	8022	8022	8022
Peso del suelo húmedo compactado	g 3830	4343	4520.55	3940
Volumen del molde	cm ³ 2125	2125	2125	2125
Peso del volumen húmedo	g/cm ³ 1.802	2.044	2.127	1.854


CONTENIDO DE HUMEDAD


Nº Recipiente	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g 79.80	151.60	112.00	132.50
Peso del suelo seco + tara	g 75.00	144.50	100.80	116.10
Peso de tara	g 18.00	80.00	22.00	19.50
Peso de agua	g 4.80	7.10	11.2	16.4
Peso de suelo seco	g 57.00	64.5	78.8	96.6
Contenido de agua	% 8.4	11.0	14.2	17.0
Peso volumétrico seco	g/cm ³ 1.862	1.841	1.863	1.585

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.890	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	12.80	%

GRAFICO DEL PROCTOR









Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 45- Informes de laboratorio-CBR-Adición de 1.5% POLYCOM



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883


Testista : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tests : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARIOLLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022


CALCATA: C-1

MUESTRA: M-1: ADICION DEL 1.5% DE ADITIVO POLYCOM

PROFUNDIDAD: 0.20 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
	A-1		A-2		A-3									
N° Molde	5		5		5									
N° Capas	5		5		5									
N° Golpes por capa	56		25		12									
CONDICION DE LA MUESTRA														
	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado								
Peso molde + Suelo húmedo	13052.3	13248	12625.4	12850	12190	12410								
Peso de molde (g)	8527	8527	8525	8525	8544	8544								
Peso del suelo húmedo (g)	4525.3	4719	4100.4	4325	3645	3866								
Volumen del molde (cc)	2119	2119	2120	2120	2121	2121								
Densidad húmeda (g/cc)	2.135	2.227	1.934	2.040	1.719	1.823								
% de humedad	12.85	17.21	12.95	18.52	13.38	19.50								
Densidad seca (g/cc)	1.892	1.900	1.712	1.721	1.516	1.525								
HUMEDAD														
Tarro N°	-	-	-	-	-	-								
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	298.5	298.5	4719	4719	396.5	396.5								
Tarro + Suelo seco (gr.)	275.9	275.9	4825.3	4825.3	362.5	362.5								
Peso del Agua (gr.)	22.6	22.6	193.7	193.7	34.0	34.0								
Peso del tarro (gr.)	100	100	0	0	100	100								
Peso del suelo seco (gr.)	175.9	175.9	4441.3	4441.3	262.5	262.5								
% de humedad	12.85	12.85	17.21	17.21	12.95	12.95								
Promedio de Humedad (%)	12.85	17.21	12.95	18.52	13.38	19.50								
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		EXPANSIÓN							
			DIAL	%	DIAL	%	DIAL	%						
07/10/2022	15.3	0	0	0	0	0	0	0						
08/10/2022	15.3	24	24	0.600	20	0.500	15	0.375						
09/10/2022	15.3	48	25	0.625	24	0.600	19	0.475						
10/10/2022	15.3	72	27	0.675	29	0.725	23	0.575						
10/10/2022	15.3	96	28	0.700	32	0.800	24	0.600						
			4.57	total 15.33	4.57	total 17.52	4.57	total 18.61						
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.	Lbf/in ²	Lact. Dial	Lbr/ pulg ²	Lbr/ pulg ²	%	Lact. Dial	Lbr/ pulg ²	Lbr/ pulg ²	%	Lact. Dial	Lbr/ pulg ²	Lbr/ pulg ²	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	18	46			12	34			8	22		
1.270	0.050	1'00"	25	66			26	66			12	30		
1.910	0.075	1'30"	54	134			42	105			18	46		
2.540	0.100	2'00"	76	188	156.9	15.7	63	156	136.3	13.6	45	112	93.6	9.4
3.810	0.125	3'00"	155	259			78	185			56	139		
5.080	0.150	4'00"	124	305	300.5	20.0	92	227	230.2	15.4	74	183	177.8	11.9
6.350	0.200	5'00"	145	356			104	256			89	220		
7.620	0.300	6'00"	177	434			123	303			97	239		
10.160	0.400	8'00"	198	486			145	356			112	276		
12.700	0.500	10'00"	212	520			168	412			124	305		

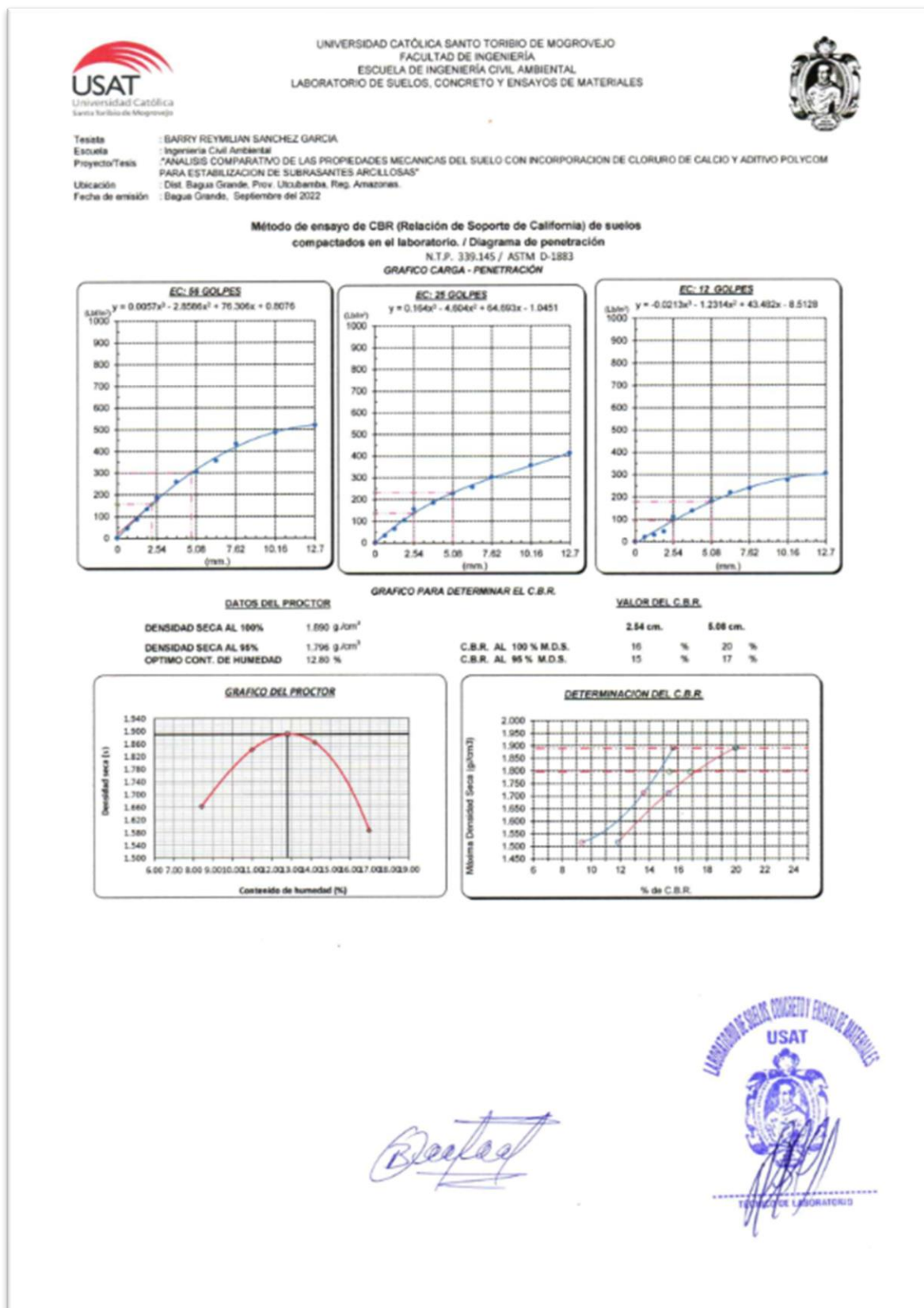




USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
TÉCNICO DE LABORATORIO


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental – USAT

ANEXO N° 46- Informes de laboratorio-CBR-Adición de 1.5% POLYCOM




Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 47- Informes de laboratorio-Proctor-Adición de 2% POLYCOM



USAT
Universidad Católica
Santa Teresita de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/ft³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tecista : BARRY REYMLIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

CAUCATA : C-1
MUESTRA : M-1: ADICION DEL 2% DE ADITIVO POLYCOM

PROFUNDIDAD : 0.20 m - 1.50 m

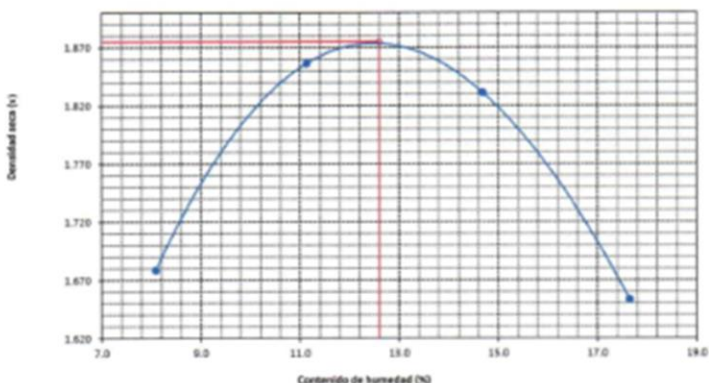
Número de ensayo	1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g 11878.7	12407	12485.8	12156
Peso del molde	g 8022	8022	8022	8022
Peso del suelo húmedo compactado	g 3856.7	4385	4463.8	4134
Volumen del molde	cm ³ 2125.5	2125.5	2125.5	2125.5
Peso del volumen húmedo	g/cm ³ 1.814	2.063	2.100	1.945

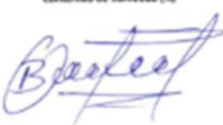
CONTENIDO DE HUMEDAD


N° Recipiente	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g 76.80	132.40	112.60	99.50
Peso del suelo seco + tara	g 72.40	127.15	101.00	87.50
Peso de tara	g 18.00	80.00	22.00	19.50
Peso de agua	g 4.40	5.25	11.6	12
Peso de suelo seco	g 54.40	47.15	79	68
Contenido de agua	% 8.1	11.1	14.7	17.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³ 1.679	1.856	1.831	1.653

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.875	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	12.60	%

GRAFICO DEL PROCTOR









Personal del Área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

ANEXO N° 48- Informes de laboratorio-CBR-Adición de 2% POLYCOM



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES





Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Test : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022


CALECATA : C-1
MUESTRA : M-1: ADICION DEL 2% DE ADITIVO POLYCOM **PROFUNDIDAD :** 0.20 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN																
N° Molde	A-1			A-2			A-3									
N° Capa	5			5			5									
N° Golpes por capa	56			25			12									
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado		Sin Saturado	Saturado		Sin Saturado	Saturado								
Peso molde + Suelo húmedo	12996.3	13190		12894.4	12850		12242	12610								
Peso de molde (g)	8527	8527		8525	8525		8544	8544								
Peso del suelo húmedo (g)	4469.3	4663		4099.4	4325		3698	4066								
Volumen del molde (cc)	2119.2	2119		2120	2120		2121	2121								
Densidad húmeda (g/cc)	2.109	2.200		1.920	2.040		1.744	1.917								
% de humedad	12.61	17.02		13.65	20.03		13.80	23.91								
Densidad seca (g/cc)	1.873	1.880		1.699	1.700		1.532	1.547								
HUMEDAD																
Tamo N°	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
Tamo + Suelo húmedo (gr.)	245.6	245.6	4663	4663	346.5	346.5	4325	4325	296.8	296.8	4066.0	4066.0				
Tamo + Suelo seco (gr.)	229.3	229.3	4469.3	4469.3	316.9	316.9	4069.4	4069.4	273.9	273.9	3698.0	3698.0				
Peso del Agua (gr.)	16.3	16.3	193.7	193.7	29.6	29.6	255.6	255.6	22.9	22.9	368.0	368.0				
Peso del tamo (gr.)	100	100	0	0	100	100	0	0	100	100	0	0				
Peso del suelo seco (gr.)	129.3	129.3	4387.1	4387.1	216.9	216.9	4001.8	4001.8	165.9	165.9	3642.2	3642.2				
% de humedad	12.61	12.61	17.02	17.02	13.65	13.65	20.03	20.03	13.80	13.80	23.91	23.91				
Promedio de Humedad (%)	12.61		17.02		13.65		20.03		13.80		23.91					
EXPANSIÓN																
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN						
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%					
07/10/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
08/10/2022	14.3	24	25	0.625		29	0.500		28	0.650						
09/10/2022	14.3	48	29	0.725		28	0.650		32	0.800						
10/10/2022	14.3	72	32	0.800		32	0.800		37	0.925						
10/10/2022	14.3	96	34	0.850		37	0.925		40	1.000						
			4.57	total	18.61	4.57	total	20.25	4.57	total	21.90					
PENETRACIÓN																
PENETRACIÓN	TIEMPO	STAND.	CARGA	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3				
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		
				Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	
0.000	0.000	0'00"	0	2				0	2							
0.840	0.025	0'30"	11	29				7	19				8	22		
1.270	0.050	1'00"	37	93				24	61				12	32		
1.910	0.075	1'30"	96	139				32	80				22	56		
2.540	0.100	2'00"	1000	171	132.4	13.2		98	144	120.9	12.1		38	95	85.7	8.6
3.810	0.125	3'00"		220				89	171				46	115		
5.080	0.150	4'00"	1500	259	253.9	16.9		82	202	203.7	13.6		68	168	158.2	10.5
6.350	0.200	5'00"		310				93	229				79	195		
7.620	0.300	8'00"		349				101	249				84	207		
10.160	0.400	8'00"		439				128	310				93	229		
12.700	0.500	10'00"		456				138	342				98	242		


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 49- Informes de laboratorio-CBR-Adición de 2% POLYCOM



USAT
Universidad Católica
Santa Teresita de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

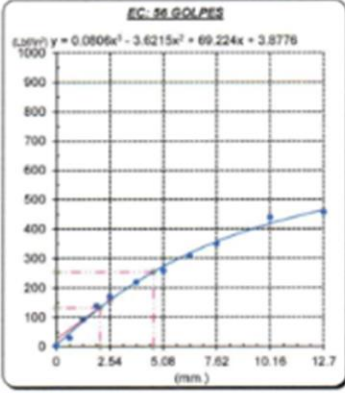


Tesista : BARRY REYMIAN SANCHEZ GARCIA
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBSTRANTES ARCILLOSAS"
 Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
 Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
GRAFICO CARGA - PENETRACION

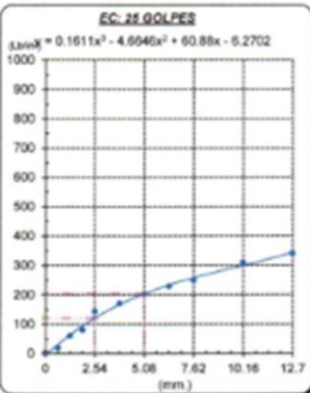
EC-36 GOLPES

$y = 0.0806x^3 - 3.6215x^2 + 69.224x + 3.8776$



EC-25 GOLPES

$y = 0.1611x^3 - 4.6946x^2 + 60.88x - 6.2702$



EC-12 GOLPES

$y = -0.0313x^3 - 1.3418x^2 + 38.681x - 4.6994$

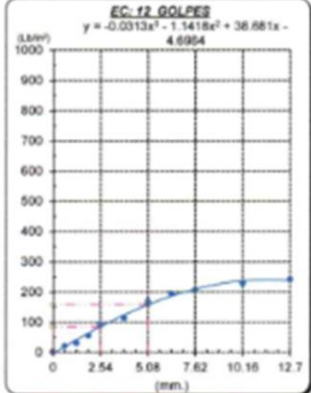


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.


DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.875 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.781 g/cm ³
ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD	12.00 %

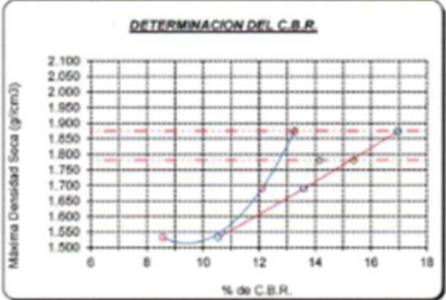
VALOR DEL C.B.R.


2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	13 % 17 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	14 % 15 %


GRAFICO DEL PROCTOR




DETERMINACION DEL C.B.R.








ANEXO N° 50- Informes de laboratorio—Proctor modificado-Adición de 1% CLORURO DE CALCIO



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/ft³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO CON INCORPORACIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

CAJETA : C-1
MESTRA : M-1 : ADICIÓN DEL 1% DE ADITIVO CLORURO DE CALCIO
PROFUNDIDAD : 0.20 m - 1.50 m

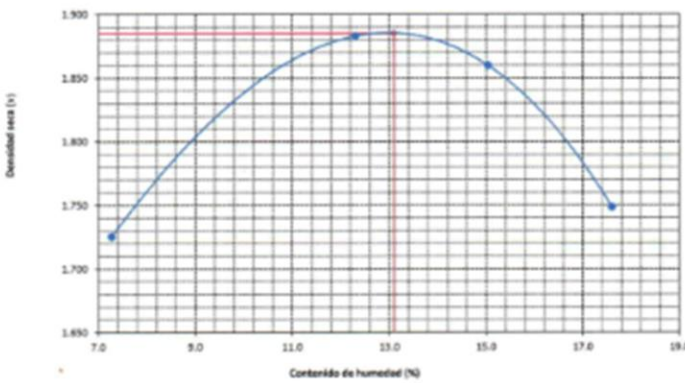
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	11965.8	12516.8	12569.4	12392.24
Peso del molde	g.	8022	8022	8022	8022
Peso del suelo húmedo compactado	g.	3933.8	4494.8	4547.4	4370.24
Volumen del molde	cm ³	2125.5	2125.5	2125.5	2125.5
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.851	2.115	2.139	2.056


CONTENIDO DE HUMEDAD


N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	53.40	153.00	96.20	126.40
Peso del suelo seco + tara	g.	51.00	145.00	86.50	112.10
Peso de tara	g.	18.00	80.00	22.00	19.50
Peso de agua	g.	2.40	8.00	9.7	16.3
Peso de suelo seco	g.	33.00	65	64.5	92.6
Contenido de agua	%	7.3	12.3	15.0	17.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.725	1.883	1.860	1.748

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.885	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.10	%

GRAFICO DEL PROCTOR









Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

NEXO N° 51- Informes de laboratorio—CBR-Adición de 1% CLORURO DE CALCIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES





Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Texto : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

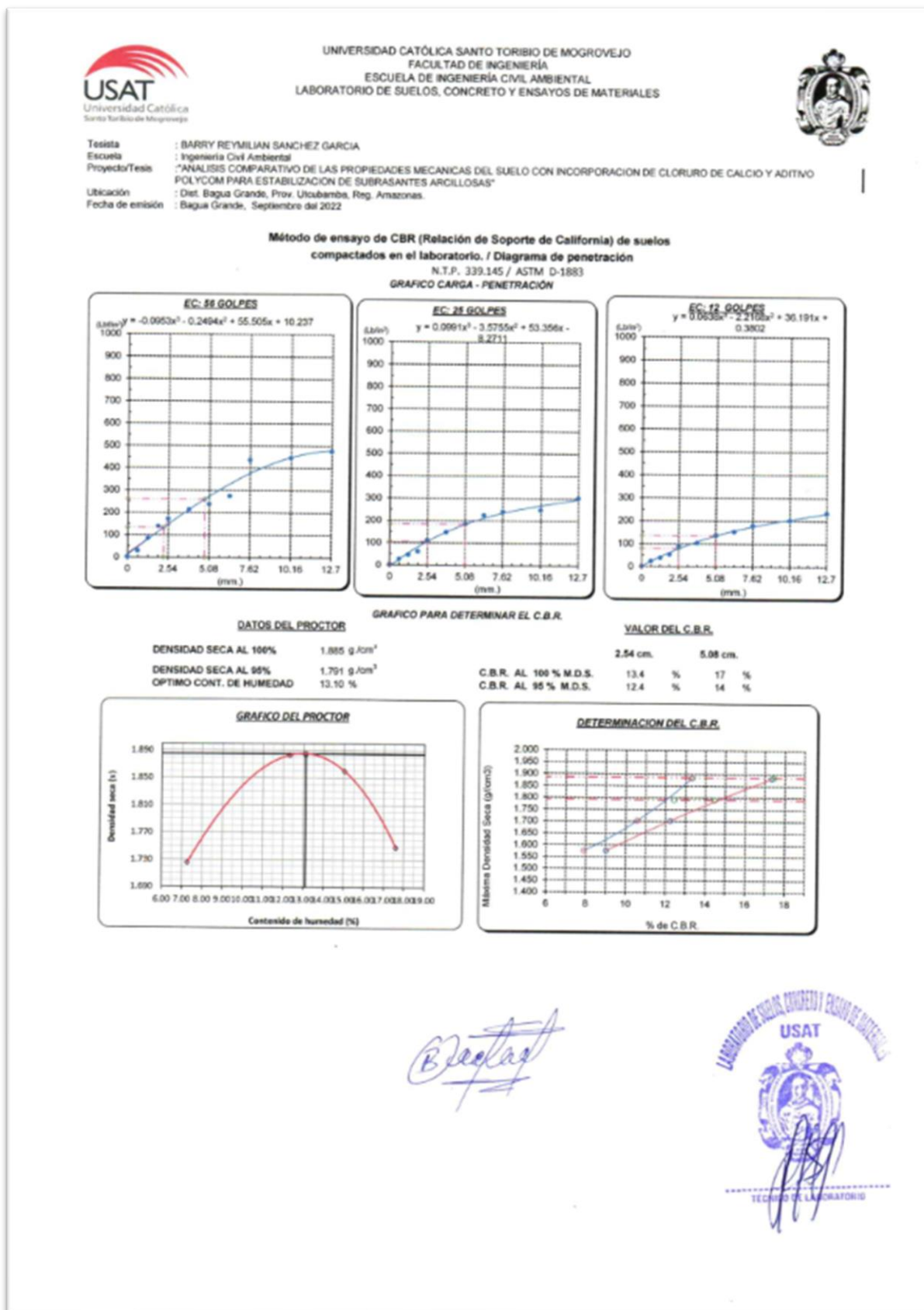
CALCATA : C-1 **PROFUNDIDAD :** 0.20 m - 1.50 m
MUESTRA : M-1 : ADICION DEL 1% DE ADITIVO CLORURO DE CALCIO

COMPACTACIÓN														
N° Molde	A-1		A-2		A-3									
	5		5		5									
N° Capa	56		25		12									
N° Golpes por capa	56		25		12									
CONDICION DE LA MUESTRA														
	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado								
Peso molde + Suelo húmedo	13059.8	13290	12622.4	12950	12360	12610								
Peso de molde (g)	8527	8527	8525	8525	8544	8544								
Peso del suelo húmedo (g)	4512.8	4763	4097.4	4425	3816	4066								
Volumen del molde (cc)	2119.2	2119	2120	2120	2121	2121								
Densidad húmeda (g/cc)	2.129	2.248	1.933	2.087	1.799	1.917								
% de humedad	13.18	18.83	13.51	21.64	14.20	20.85								
Densidad seca (g/cc)	1.881	1.891	1.703	1.716	1.575	1.586								
HUMEDAD														
Tarro N°	-	-	-	-	-	-								
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	332.4	332.4	4763	4763	427.9	427.9								
Tarro + Suelo seco (gr.)	303.0	303.0	4512.8	4512.8	386.5	386.5								
Peso del Agua (gr.)	29.4	29.4	250.2	250.2	41.4	41.4								
Peso del tarro (gr.)	80	80	0	0	80	80								
Peso del suelo seco (gr.)	223.0	223.0	4420.5	4420.5	306.5	306.5								
% de humedad	13.18	13.18	18.83	18.83	13.51	13.51								
Promedio de Humedad (%)	13.18	13.18	18.83	18.83	13.51	13.51								
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
10/10/2022	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
11/10/2022	10	24	25	0.625		20	0.500		15	0.375				
12/10/2022	10	48	28	0.625		25	0.625		18	0.450				
13/10/2022	10	72	26	0.650		28	0.700		26	0.650				
13/10/2022	10	96	27	0.675		32	0.800		35	0.875				
			4.57	total	14.78	4.57	total	17.52	4.57	total	19.16			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lb/in ²	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbr/ pulg ²	Lbr/ pulg ²	%	Lect. Dial	Lbr/ pulg ²	Lbr/ pulg ²	%	Lect. Dial	Lbr/ pulg ²	Lbr/ pulg ²	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	11	29			10	27			9	24		
1.270	0.050	1'00"	34	85			18	46			15	39		
1.910	0.075	1'30"	56	139			24	61			21	54		
2.540	0.100	2'00"	70	173	133.0	13.3	48	112	105.8	10.8	38	90	79.0	7.9
3.810	0.125	3'00"	87	215			60	149			42	105		
5.090	0.150	4'00"	97	239	280.1	17.3	75	185	183.5	12.2	56	139	135.4	9.0
6.350	0.200	5'00"	112	279			91	224			62	154		
7.620	0.300	6'00"	179	437			98	242			73	180		
10.180	0.400	8'00"	182	447			101	249			82	202		
12.700	0.500	10'00"	194	476			123	303			95	234		





Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT


ANEXO N° 52- Informes de laboratorio—CBR-Adición de 1% CLORURO DE CALCIO



ANEXO N° 53-Informes de laboratorio—Proctor Modificado-Adición de 1.5% CLORURO DE CALCIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/pie³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Testista : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Teñis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO CON INCORPORACIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

CLASIFICACIÓN: C-1

PROFUNDIDAD: 0.20 m - 1.50 m

M-1: ADICIÓN DEL 1.5% DE ADITIVO CLORURO DE CALCIO

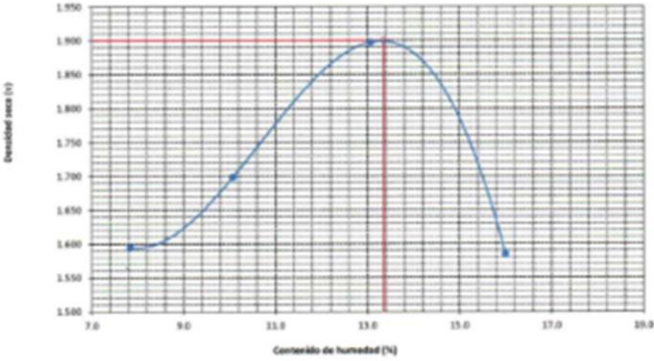
Número de ensayo	1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g 11875.8	11995.8	12681.2	11928.24
Peso del molde	g 8022	8022	8022	8022
Peso del suelo húmedo compactado	g 3653.8	3973.8	4659.2	3906.24
Volumen del molde	cm ³ 2126.6	2125.5	2125.5	2125.5
Peso del volumen húmedo	g/cm ³ 1.719	1.870	2.145	1.838


CONTENIDO DE HUMEDAD


Nº Recipiente	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g 83.80	161.00	94.60	126.00
Peso del suelo seco + tara	g 81.20	144.80	86.12	110.45
Peso de tara	g 18.00	80.00	22.00	19.50
Peso de agua	g 2.60	6.50	8.38	14.55
Peso de suelo seco	g 33.20	64.5	64.12	90.95
Contenido de agua	% 7.8	10.1	13.1	16.0
Peso volumétrico seco	g/cm ³ 1.594	1.698	1.897	1.584

DENSIDAD MÁXIMA SECA	1.900	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.35	%

GRÁFICO DEL PROCTOR



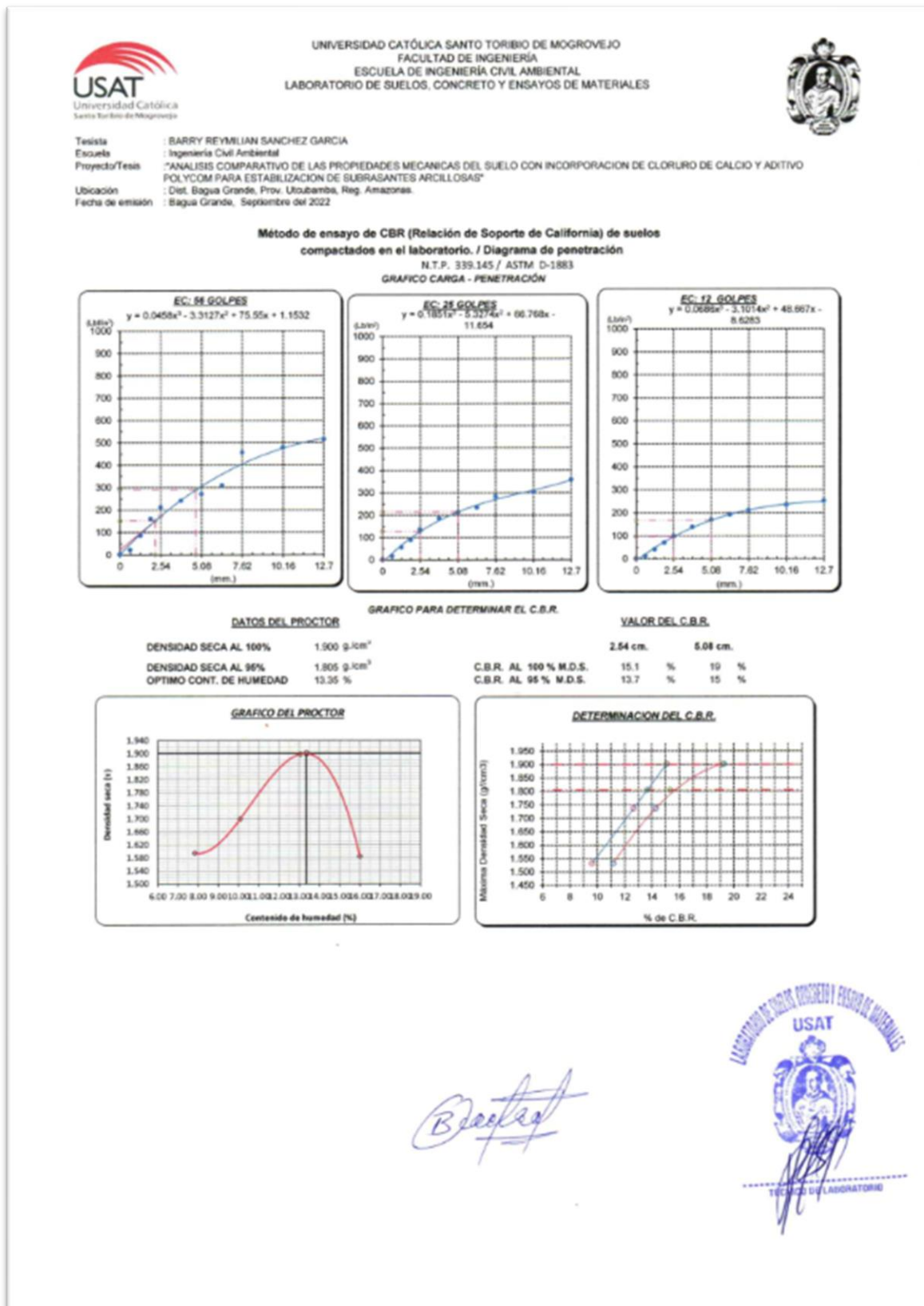





Personal del Área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos e Ingeniero de Laboratorio de FEA

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental – USAT

ANEXO N° 54- Informes de laboratorio—CBR-Adición de 1.5% CLORURO DE CALCIO




ANEXO N° 56- Informes de laboratorio-Proctor modificado-Adición de 2% CLORURO DE CALCIO



USAT
Universidad Católica
Santa Teresita de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (50000 pie-Bft/ft³))
N.T.P. 335.141 ASTM D - 1557

Tecista: BARRY REYMEJAN SANCHEZ GARCIA
Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO CON INCORPORACIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación: Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión: Bagua Grande, Septiembre del 2022

CALCITA: C-1
MUESTRA: M-2: ADICIÓN DEL 2% DE ADITIVO CLORURO DE CALCIO **PROFUNDIDAD:** 0.20 m - 1.50 m

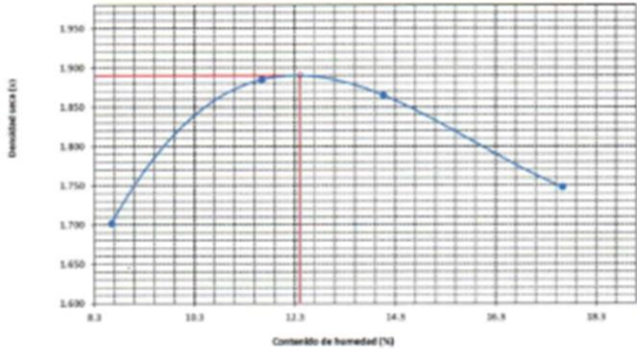
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	11951.1	12495	12543.1	12292
Peso del molde	g	8022	8022	8022	8022
Peso del suelo húmedo compactado	g	3929.1	4473	4521.1	4370
Volumen del molde	cm ³	2125.5	2125.5	2125.5	2125.5
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.849	2.104	2.127	2.056


CONTENIDO DE HUMEDAD


N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	53.20	149.49	92.40	118.90
Peso del suelo seco + tara	g	50.40	142.16	83.72	104.00
Peso de tara	g	18.00	88.00	22.00	19.50
Peso de agua	g	2.80	7.24	8.68	14.9
Peso de suelo seco	g	32.40	62.16	61.72	84.5
Contenido de agua	%	8.6	11.6	14.1	17.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.702	1.885	1.865	1.748

DENSIDAD MÁXIMA SECA	1.890	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	12.40	%

GRAFICO DEL PROCTOR









Personal del Área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos e Ingeniero de Laboratorio de PEA

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 57-Informes de laboratorio-CBR-Adición de 2% CLORURO DE CALCIO



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES




Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883


Testista : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Teis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

CALICATA : C-1
MUESTRA : M-1: ADICION DEL 2% DE ADITIVO CLORURO DE CALCIO

PROFUNDIDAD : 0.20 m - 1.50 m

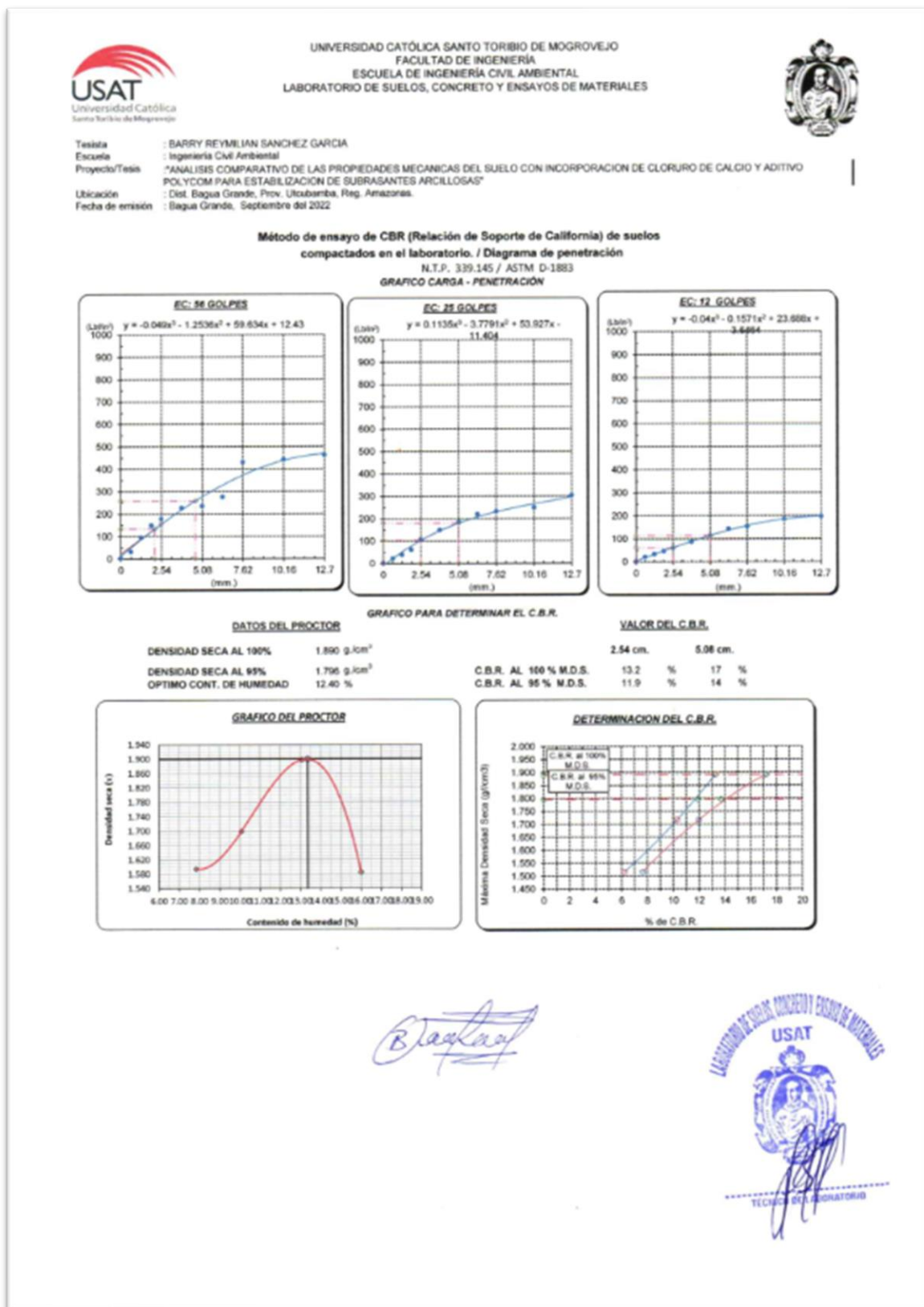
COMPACTACIÓN														
	A-1		A-2		A-3									
N° Molde	5		5		5									
N° Capa	56		25		12									
N° Golpes por capa	56		25		12									
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado								
Peso molde + Suelo húmedo	13032.3	13290	12825.4	12750	12180	12410								
Peso de molde (g)	8527	8527	8525	8525	8544	8544								
Peso del suelo húmedo (g)	4505.3	4763	4100.4	4225	3636	3866								
Volumen del molde (cc)	2119.2	2119	2120	2120	2121	2121								
Densidad húmeda (g/cc)	2.126	2.248	1.934	1.990	1.714	1.823								
% de humedad	12.37	18.20	12.69	15.78	13.06	19.48								
Densidad seca (g/cc)	1.892	1.901	1.716	1.721	1.516	1.526								
HUMEDAD														
Tarro N°	-	-	-	-	-	-								
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	329.8	329.8	4763	4763	389.5	389.5								
Tarro + Suelo seco (gr.)	304.5	304.5	4505.3	4505.3	356.9	356.9								
Peso del Agua (gr.)	25.3	25.3	257.7	257.7	32.6	32.6								
Peso del tarro (gr.)	100	100	0	0	100	100								
Peso del suelo seco (gr.)	204.5	204.5	4421.6	4421.6	256.9	256.9								
% de humedad	12.37	12.37	18.20	18.20	12.69	12.69								
Promedio de Humedad (%)	12.37	12.37	18.20	18.20	12.69	12.69								
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN					
			DIAL	Pulg	%	DIAL	Pulg	%	DIAL	Pulg	%			
10/10/2022	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
11/10/2022	14	24	25	0.625		28	0.500		15	0.375				
12/10/2022	14	48	26	0.650		22	0.550		18	0.450				
13/10/2022	14	72	28	0.700		29	0.725		25	0.625				
13/10/2022	14	96	29	0.725		32	0.800		36	0.900				
			4.57	total	15.86	4.57	total	17.52	4.57	total	19.71			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
mm.	pulg.	LB/ft²	Levt. Dial	Lbr/ pulg²	Lbr/ pulg²	%	Levt. Dial	Lbr/ pulg²	Lbr/ pulg²	%	Levt. Dial	Lbr/ pulg²	Lbr/ pulg²	%
0.000	0.000	0700"	0	2			0	2			0	2		
0.040	0.025	0730"	12	32			8	22			8	22		
1.270	0.050	1100"	38	95			15	39			13	34		
1.910	0.075	1730"	60	149			24	61			18	46		
2.540	0.100	2700"	72	178	132.6	13.3	43	107	103.0	10.3	24	61	62.1	6.2
3.810	0.125	3700"	82	227			60	149			35	88		
5.060	0.150	4700"	95	234	258.0	17.2	75	185	179.9	12.0	46	115	114.7	7.6
6.350	0.200	5700"	112	276			89	220			58	144		
7.620	0.300	6700"	175	430			94	232			62	154		
10.160	0.400	8700"	180	442			101	249			79	185		
12.700	0.500	10700"	188	461			123	303			80	196		






Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 58-**Informes de laboratorio-CBR-Adición de 2% CLORURO DE CALCIO**




Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 59- Informes de laboratorio-Granulometría, Clasif. SUCS, Clasif. AASHTO-C2



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante : INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
TESISTA : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA

TESIS : INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS

Ubicación : DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999

Calicata: C-02

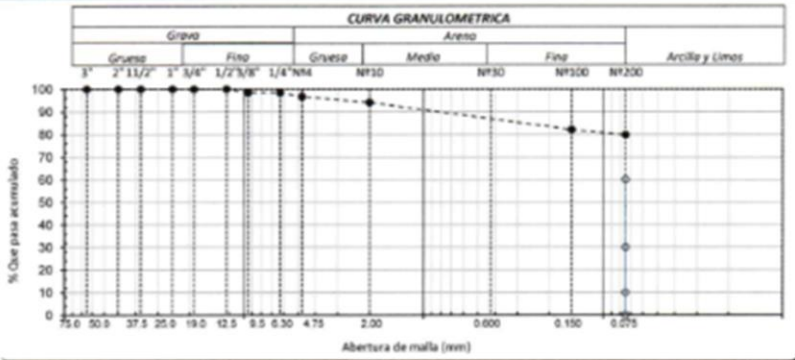
Muestra: M-1

Profundidad: 0.20m. - 1.50m.


TAMICES	PESO	% RETENIDO		% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(Pul)	(mm)	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0 PESO TOTAL : 1588.00g
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0 PESO LAVADO : 395.50g
2"	50.000	0.00	0.0	0.0	100.0 PESO FINO : 1558.00g
1 1/2"	37.500	0.00	0.0	0.0	100.0 LIMITE LIQUIDO : 36.4 %
1"	25.000	0.00	0.0	0.0	100.0 LIMITE PLASTICO : 24.21 %
3/4"	19.000	0.00	0.0	0.0	100.0 INDICE PLASTICIDAD : 12.16 %
1/2"	12.500	0.00	0.0	0.0	100.0 CLASF. AASHTO : A-6 (9)
3/8"	9.500	25.20	1.6	1.6	98.4 CLASF. SUCS : CL
1/4"	6.300	0.00	0.0	1.6	98.4 DESCRIPCION DEL SUELO :
N#4	4.750	26.30	1.7	3.3	96.7 <i>Arcilla de baja plasticidad con arena</i>
N#8	2.380	38.70	2.5	5.8	94.2
N#20	2.360	40.10	2.6	5.9	94.1 Ensayo Malla N#200 : P.S.Seco F.S.Lav (N) 200
N#16	1.190	42.10	2.7	8.5	91.5
N#30	0.590	44.50	2.9	8.8	91.2
N#40	0.600	53.20	3.4	12.2	87.8 % HUMEDAD : P.S.H F.S.S. (N) Hum.
N#50	0.300	51.70	3.3	15.5	84.5
N#100	0.150	38.50	2.5	18.0	82.0 MODULO DE FINEZA
N#200	0.075	35.20	2.3	20.3	79.7 Coef. Uniformidad
< N# 200	FONDO	1015.70	65.2	85.5	14.5 Coef. Curvatura


CURVA GRANULOMETRICA

Grava			Arena				Arcilla y limos	
Gruesa	Fino	Gruesa	Medio	Fino	N#200			
3"	2" 11/2"	1" 3/4"	1/2" 3/8"	1/4" N#4	N#10	N#30	N#100	N#200




Observaciones:






ANEXO N° 60- Informes de laboratorio-LIMITES DE ATTERBERG-C2



USAT
Universidad Católica
Santa Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante
TESISTA
TESIS
Ubicación

ENSAYO

NORMA DE REFERENCIA

INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
: BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA
: "ANALISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCOPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
: DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AM

: SUELO. Método de ensayo para determinar el limite liquido, limite plástico e indice de plasticidad del suelo
: N.T.P. 399.131


Calicata: C-02 Muestra: M-1

Profundidad: 0.20m. - 1.50m.


Datos de ensayo.	Limite liquido			Limite Plástico	
	7	8	9	2	3
N° de tarro	7	8	9	2	3
N° de golpes	21	26	30		
Tarro + suelo húmedo	34.2	34.2	30.7	22.9	24.0
Tarro + suelo seco	30.2	30.4	28	22.3	23.2
Agua	4	3.8	2.7	0.6	0.8
Peso del tarro	19.9	19.8	20	19.9	20.0
Peso del suelo seco	10.3	10.6	8	2.4	3.2
Porcentaje de humedad	38.8	35.8	33.8	25.0	23.4


CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Limite Líquido	36.4
Limite Plástico	24.21
Índice de Plasticidad	12.2

CURVA DE FLUIDEZ $y = -14.27ln(x) + 82.295$




Observaciones:






Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 61- Informes de laboratorio



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : BARRY SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Lugar : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

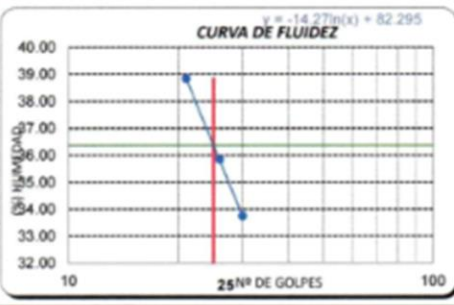
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C-02


Muestra: M-1


Profundidad: 0.20m. - 1.50m.


Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados Retenido	% Acumulados Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	1.6	98.4
1/4"	6.300	1.6	98.4
N° 4	4.750	3.3	96.7
N° 10	2.000	5.9	94.1
N° 20	0.850	8.8	91.2
N° 50	0.300	15.5	84.5
N° 100	0.150	18.0	82.0
N° 200	0.075	20.3	79.7




Distribución granulométrica		Ensayo de Limite de Atterberg	
% Grava	G.G. % G.F. %	0.0 3.3	36.36 (%) 24.21 (%)
% Arena	A.G. %	2.6	12.16 (%)
	A.M. %	6.3	
	A.F. %	8.1	
% Arcilla y Limo		79.7	CL
Total		100.0	Arcilla de baja plasticidad con arena
Contenido de Humedad		10.4	Clasificación (AASHTO)
			A-6 (9)
			Descripción
			MALO








ANEXO N° 62- Informes de laboratorio-Proctor Modificado-C2



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³) (56000 pie-ibf/pe³)
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1567

Tesista : BARRY REYMLIAN SÁNCHEZ GARCÍA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO CON INCORPORACIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

CAUCITA: C-2
MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD: 0.20 m - 1.50 m

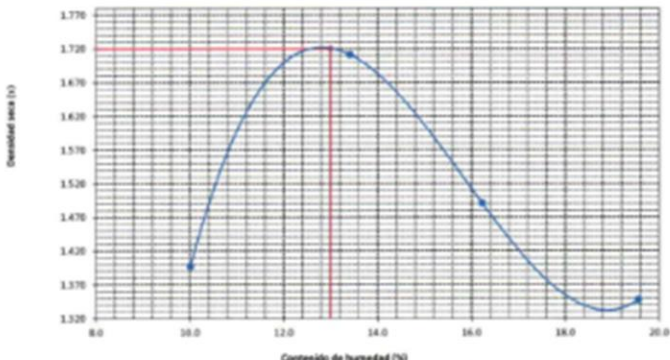
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	11288.7	12147	11706.8	11446
Peso del molde	g	8022	8022	8022	8022
Peso del suelo húmedo compactado	g	3266.7	4125	3683.8	3424
Volumen del molde	cm ³	2125.5	2125.5	2125.5	2125.5
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.537	1.941	1.733	1.611

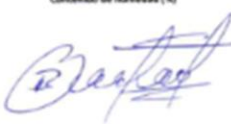
CONTENIDO DE HUMEDAD


N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	63.60	160.00	95.00	124.00
Peso del suelo seco + tara	g	60.27	141.72	84.81	106.90
Peso de tara	g	18.00	80.00	22.00	19.50
Peso de agua	g	3.23	8.28	10.19	17.1
Peso de suelo seco	g	32.27	61.72	62.81	87.4
Contenido de agua	%	10.0	13.4	16.2	19.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.397	1.711	1.491	1.347

DENSIDAD MÁXIMA SECA	1.720	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.00	%

GRÁFICO DEL PROCTOR








Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PCA


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 63-Informes de laboratorio-CBR-C2



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES





Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : BARRY REYMILIAN SÁNCHEZ GARCÍA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

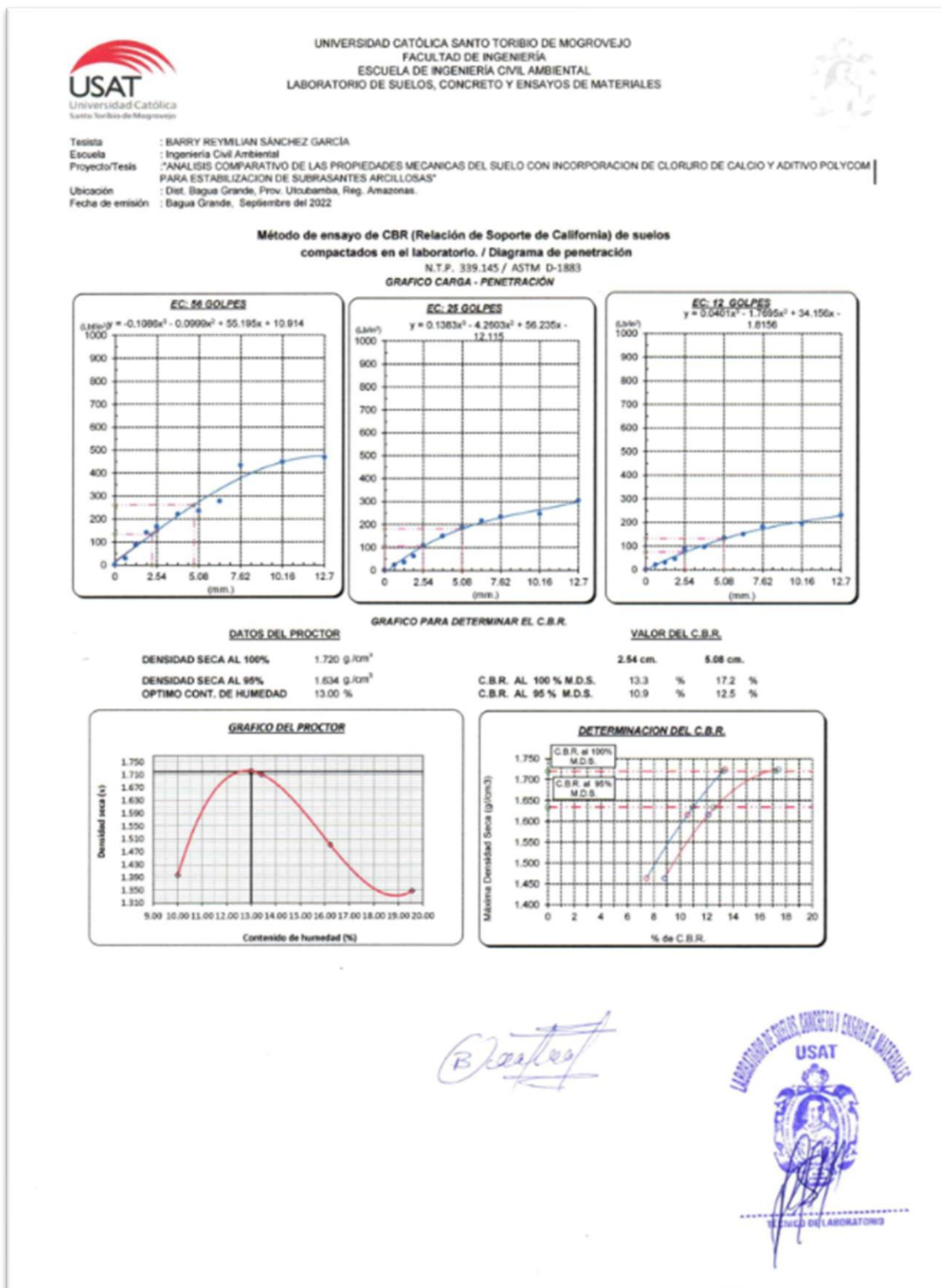
CALECATA: C-2
MUESTRA: M-2
PROFUNDIDAD: 0.20 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-1		A-2		A-3									
Nº Capas	5		5		5									
Nº Golpes por capa	56		25		12									
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado								
Peso molde + Suelo húmedo	12656.3	12990	12421.4	12380	12096	12280								
Peso de molde (g)	8527	8527	8525	8525	8544	8544								
Peso del suelo húmedo (g)	4129.3	4063	3895.4	3855	3552	3736								
Volumen del molde (cc)	2119.2	2119	2129	2120	2121	2121								
Densidad húmeda (g/cc)	1.949	1.917	1.838	1.818	1.675	1.761								
% de humedad	13.00	11.36	13.74	12.66	14.39	19.65								
Densidad seca (g/cc)	1.724	1.722	1.616	1.614	1.464	1.472								
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-								
Tarro + Suelo húmedo (gr)	330.4	330.4	4063	4063	432.7	432.7								
Tarro + Suelo seco (gr)	303.9	303.9	4129.3	4129.3	392.5	392.5								
Peso del Agua (gr)	26.5	26.5	-66.3	-66.3	40.2	40.2								
Peso del tarro (gr)	100	100	0	0	100	100								
Peso del suelo seco (gr)	203.9	203.9	4059.3	4059.3	292.5	292.5								
% de humedad	13.00	13.00	11.36	11.36	13.74	13.74								
Promedio de Humedad (%)	13.00	11.36	13.74	12.66	14.39	19.65								
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
27/09/2022	15.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
28/09/2022	15.3	24	25	0.625		20	0.500	15	0.375	0	0			
29/09/2022	15.3	48	25	0.625		26	0.650	22	0.550	0	0			
30/09/2022	15.3	72	28	0.700		32	0.800	28	0.650	0	0			
30/09/2022	15.3	96	32	0.800		36	0.900	38	0.950	0	0			
			4.57	total	17.52	4.57	total	19.71	4.57	total	20.80			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	11	29			9	24			8	22		
1.270	0.050	1'00"	35	89			14	36			12	32		
1.910	0.075	1'30"	57	141			25	63			19	46		
2.540	0.100	2'00"	88	168	133.5	13.3	44	110	105.5	10.6	35	88	74.5	7.4
3.810	0.125	3'00"	90	222			61	151			39	97		
5.080	0.150	4'00"	96	237	261.2	17.4	77	190	181.7	12.1	55	137	132.4	8.8
6.350	0.200	5'00"	113	278			88	217			61	151		
7.620	0.300	6'00"	177	434			95	234			74	183		
10.100	0.400	8'00"	183	449			100	246			79	195		
12.700	0.500	10'00"	191	469			124	305			84	202		


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 64- Informes de laboratorio-CBR-C2




Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 65- Informes de laboratorio-Proctor Modificado-Adición 1% POLYCOM-C2



USAT
Universidad Católica
Santa Teresita de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOSROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie·lb/pe³))
N.T.P. 338.141 ASTM D - 1557

Tesista : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

CALCATA : C-2 **PROFUNDIDAD :** 0.20 m - 1.50 m
MUESTRA : M-2: ADICION DEL 1% DE ADITIVO POLYCOM

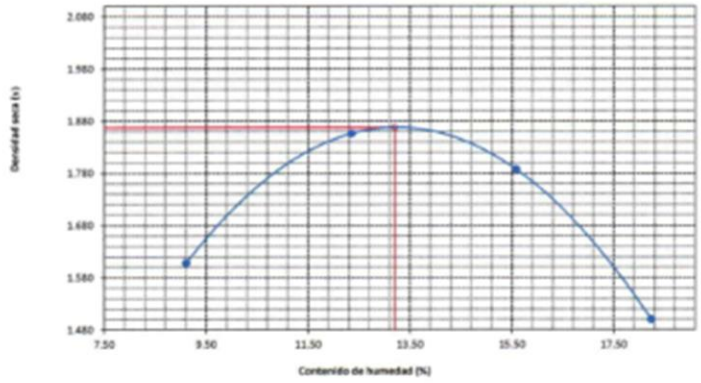
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	11751.1	12455	12413.1	11792
Peso del molde	g	8022	8022	8022	8022
Peso del suelo húmedo compactado	g	3729.1	4433	4391.1	3770
Volumen del molde	cm ³	2125.5	2125.5	2125.5	2125.5
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.754	2.086	2.066	1.774


CONTENIDO DE HUMEDAD


N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	86.90	121.40	112.50	78.50
Peso del suelo seco + tara	g	81.15	116.85	100.30	85.40
Peso de tara	g	18.00	80.00	22.00	19.50
Peso de agua	g	5.75	4.55	12.2	9.1
Peso de suelo seco	g	63.15	36.85	78.3	49.9
Contenido de agua	%	9.11	12.35	15.58	18.24
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.608	1.856	1.787	1.500

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.858	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.20	%

GRAFICO DEL PROCTOR








TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 66- Informes de laboratorio-CBR-Adición 1% POLYCOM-C2



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tests : ANALISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022



CAJUNTA : C-2
MUESTRA : M-2: ADICION DEL 1% DE ADITIVO POLYCOM
PROFUNDIDAD : 0.20 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN						
N° Molde	A-1		A-2		A-3	
	5		5		5	
N° Capa	56		25		12	
N° Golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	12992.3	13190	12565.4	12750	12180.0	12370
Peso de molde (g)	8527	8527	8525	8525	8544	8544
Peso del suelo húmedo (g)	4465.3	4663	4040.4	4225	3636	3826
Volumen del molde (cc)	2119.2	2119	2120	2120	2121	2121
Densidad húmeda (g/cc)	2.107	2.200	1.906	1.993	1.714	1.804
% de humedad	13.29	17.80	13.79	18.44	14.54	19.84
Densidad seca (g/cc)	1.860	1.866	1.675	1.683	1.497	1.505

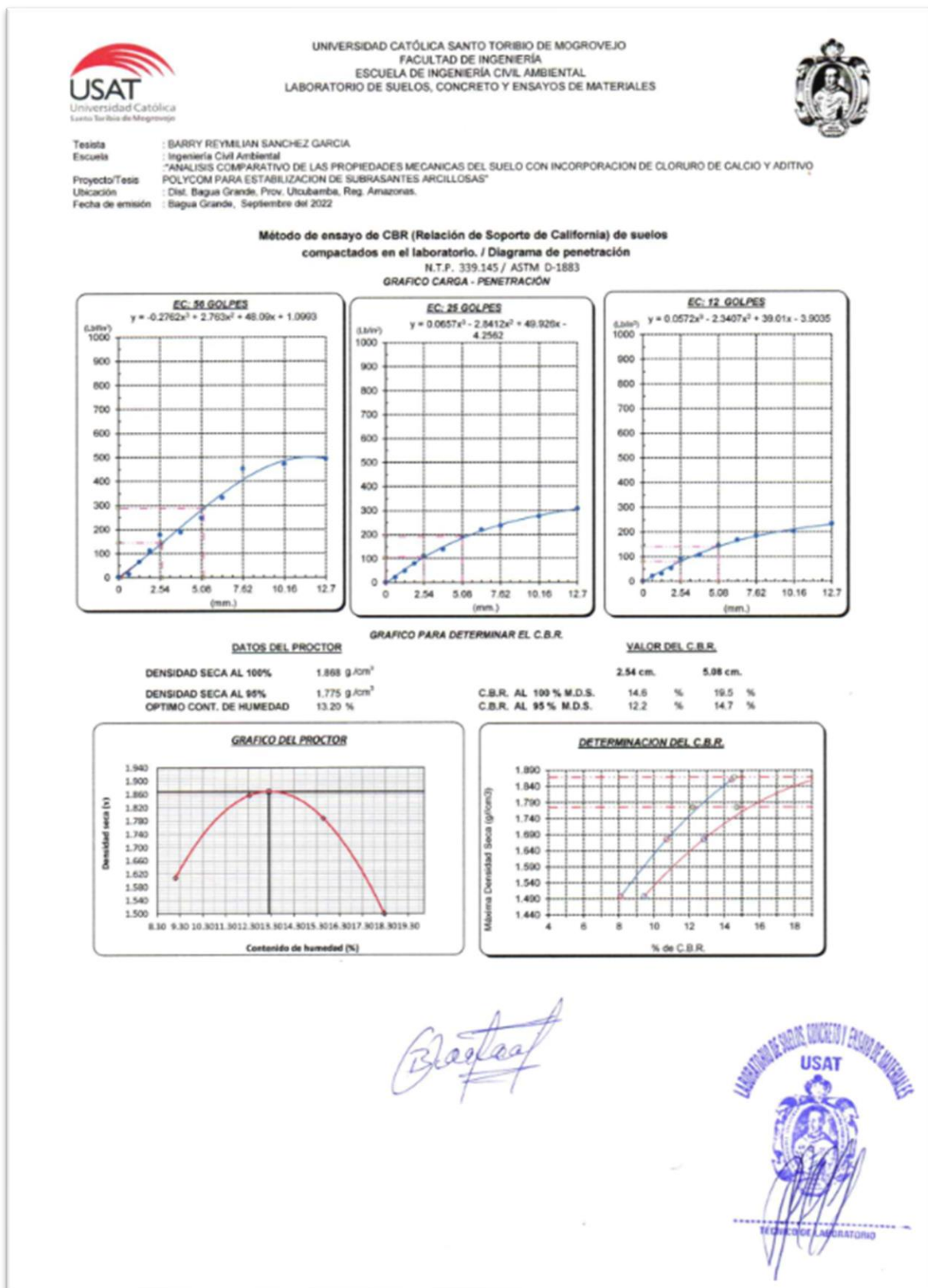
HUMEDAD											
Tarro N°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	275.6	275.6	466.3	466.3	364.0	364.0	4225	4225	269.5	269.5	3826.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	255.0	255.0	446.3	446.3	332.0	332.0	4040.4	4040.4	249.0	249.0	3636.0
Peso del Agua (gr.)	20.6	20.6	197.7	197.7	32.0	32.0	184.6	184.6	20.5	20.5	190.0
Peso del tarro (gr.)	100	100	0	0	100	100	0	0	100	100	0
Peso del suelo seco (gr.)	155.0	155.0	4383.8	4383.8	232.0	232.0	3973.8	3973.8	141.0	141.0	3562.4
% de humedad	13.29	13.29	17.80	17.80	13.79	13.79	18.44	18.44	14.54	14.54	19.84
Promedio de Humedad (%)	13.29	13.29	17.80	17.80	13.79	13.79	18.44	18.44	14.54	14.54	19.84

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%
07/10/2022	16.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/10/2022	16.3	24	25	0.625		22	0.550		20	0.500	
09/10/2022	16.3	48	29	0.725		23	0.575		25	0.625	
10/10/2022	16.3	72	32	0.800		26	0.875		29	0.725	
10/10/2022	16.3	96	33	0.825		26	0.900		39	0.975	
			4.57	total	18.06	4.57	total	19.71	4.57	total	21.35

PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Libr	Dial	Libr	%	Libr	Dial	Libr	%	Libr	Dial	Libr	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.040	0.025	0'30"	5	15			8	22			8	22		
1.270	0.050	1'00"	26	66			19	49			12	32		
1.910	0.075	1'30"	45	112			32	80			21	54		
2.540	0.100	2'00"	72	178	144.2	14.42	45	112	107.2	10.7	37	93	81.0	8.1
3.810	0.125	3'00"	76	188			56	136			43	107		
5.080	0.150	4'00"	101	249	287.9	19.2	79	193	162.4	12.8	59	146	141.4	9.4
6.350	0.200	5'00"	135	332			89	220			68	168		
7.620	0.300	6'00"	184	452			95	237			75	185		
10.160	0.400	8'00"	192	471			112	276			82	202		
12.700	0.500	10'00"	291	693			125	307			95	234		





ANEXO N° 67-Informes de laboratorio-CBR-Adición 1% POLYCOM-C2




Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 68- Informes de laboratorio-Proctor Modificado-Adición 1.5% POLYCOM-C2



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Testista : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO CON INCORPORACIÓN DE CLORURO DE CALCO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

CALCETA : C-2
MUESTRA : M-2 : ADICION DEL 1.5% DE ADITIVO POLYCOM

PROFUNDIDAD : 0.20 m - 1.50 m

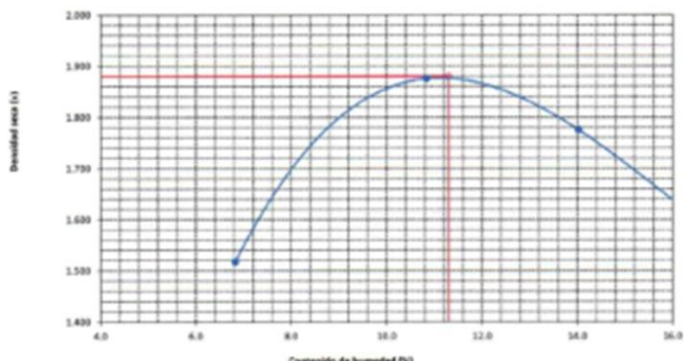
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	11466.2	12439.8	12324.8	11701.2
Peso del molde	g	8022	8022	8022	8022
Peso del suelo húmedo compactado	g	3444.2	4417.8	4302.8	3679.2
Volumen del molde	cm ³	2125.6	2125.6	2125.6	2125.6
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.620	2.078	2.024	1.731


CONTENIDO DE HUMEDAD


Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	84.00	161.80	96.20	126.00
Peso del suelo seco + tara	g	81.70	144.80	86.20	106.00
Peso de tara	g	18.00	80.00	22.00	19.50
Peso de agua	g	2.30	7.00	9	19
Peso de suelo seco	g	33.70	64.6	64.2	86.5
Contenido de agua	%	6.8	10.8	14.0	22.0
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.517	1.875	1.775	1.419

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.890	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	11.30	%

GRAFICO DEL PROCTOR








USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
TECNICO DE LABORATORIO


Personal del Área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

ANEXO N° 69-Informes de laboratorio-CBR-Adición 1.5% POLYCOM-C2



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

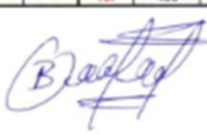



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testata : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : ANALISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALDO Y ADITIVO POLYCOM
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

CALCATA : C-4
MUESTRA : M-4 : ADICION DEL 1.5% DE ADITIVO POLYCOM
PROFUNDIDAD : 0.20 m - 1.50 m

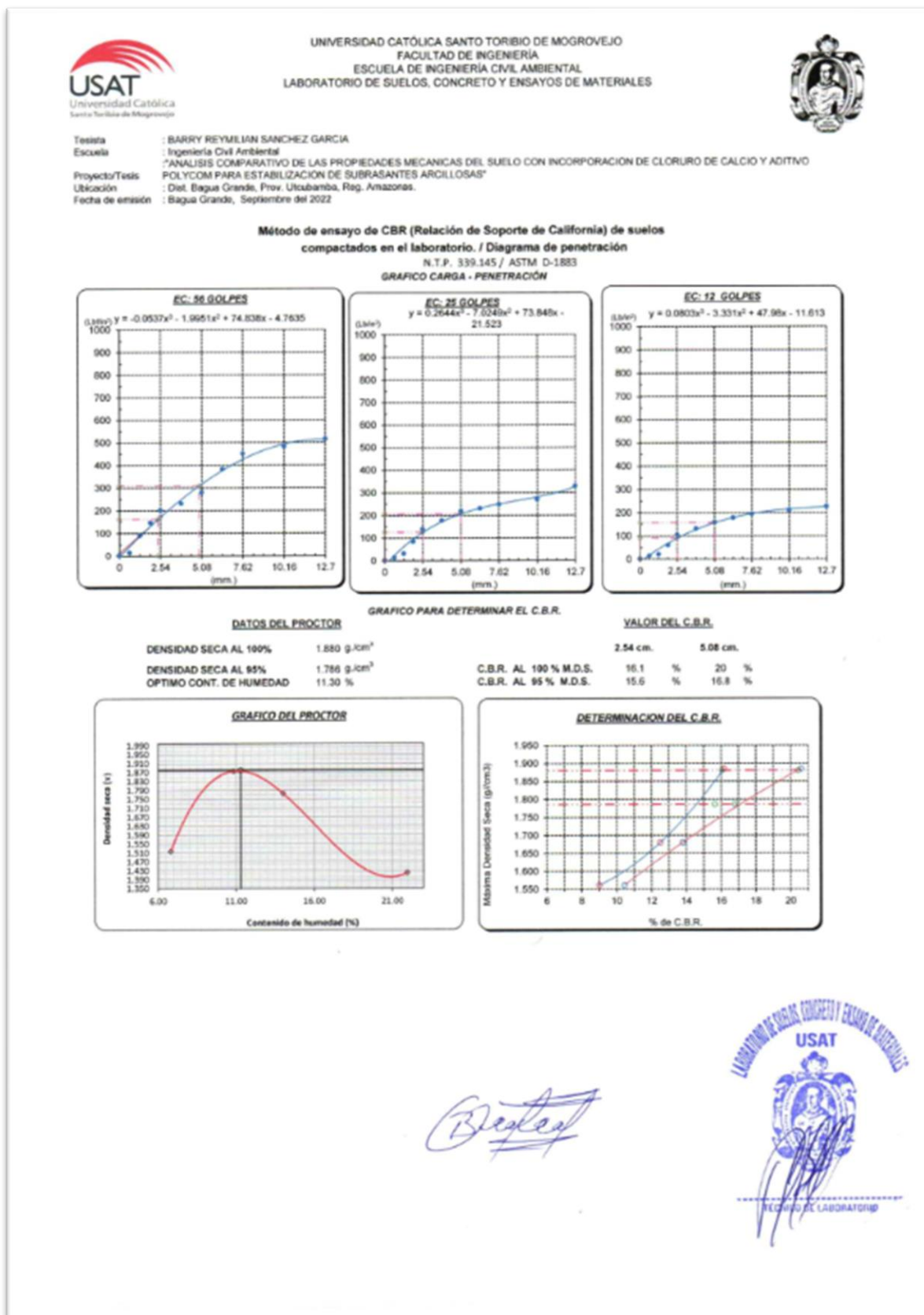
COMPACTACIÓN																	
Nº Molde	A-1		A-2		A-3												
Nº Capa	5		5		5												
Nº Golpes por capa	56		25		12												
CONDICION DE LA MUESTRA																	
	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado											
Peso molde + Suelo húmedo	12852.8	13090	12354.4	12650	12061	12350											
Peso de molde (g)	8527	8527	8525	8525	8544	8544											
Peso del suelo húmedo (g)	4325.8	4563	3829.4	4125	3517	3806											
Volumen del molde (cc)	2119	2119	2120	2120	2121	2121											
Densidad húmeda (g/cc)	2.041	2.153	1.806	1.946	1.668	1.794											
% de humedad	12.25	17.83	12.96	20.80	13.16	21.50											
Densidad seca (g/cc)	1.819	1.827	1.599	1.611	1.465	1.477											
HUMEDAD																	
Tamo Nº	-	-	-	-	-	-											
Tamo + Suelo húmedo (gr.)	286.5	286.5	4563	4563	321.4	321.4											
Tamo + Suelo seco (gr.)	266.2	266.2	4325.8	4325.8	296.0	296.0											
Peso del Agua (gr.)	20.4	20.4	237.2	237.2	25.4	25.4											
Peso del tamo (gr.)	100	100	0	0	100	100											
Peso del suelo seco (gr.)	166.2	166.2	4248.5	4248.5	196.0	196.0											
% de humedad	12.25	12.25	17.83	17.83	12.96	12.96											
Promedio de Humedad (%)	12.25	12.25	17.83	17.83	12.96	12.96											
EXPANSIÓN																	
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN							
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%						
29/10/2022	14.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
30/10/2022	14.2	24	26	0.650		29	0.500		15	0.375							
31/10/2022	14.2	48	26	0.650		26	0.650		26	0.650							
01/11/2022	14.2	72	27	0.675		34	0.850		35	0.875							
01/11/2022	14.2	96	28	0.700		40	1.000		42	1.050							
			4.57	total	15.33	4.57	total	21.90	4.57	total	22.99						
PENETRACIÓN																	
PENETRACIÓN	TIEMPO	STAND.	CARGA Lbf/in2	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3					
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN			
				Lect. Dial	Líw/ pulg2	Líw/ pulg2	%	Lect. Dial	Líw/ pulg2	Líw/ pulg2	%	Lect. Dial	Líw/ pulg2	Líw/ pulg2	%		
0.000	0.000	0'00"	0	2				0	2								
0.640	0.025	0'30"	15	39				19	27				5	15			
1.270	0.050	1'00"	36	90				22	56				15	39			
1.910	0.075	1'30"	58	144				36	90				26	66			
2.540	0.100	2'00"	85	210	183.8	18.4		56	139	128.9	12.9		48	119	102.5	10.3	
3.810	0.125	3'00"	105	259				79	195				59	144			
5.080	0.150	4'00"	152	373	347.6	23.2		98	242	243.3	16.2		79	195	189.4	12.6	
6.350	0.200	5'00"	174	427				112	276				91	224			
7.620	0.300	6'00"	195	478				146	359				104	256			
10.180	0.400	8'00"	210	515				162	396				116	288			
12.700	0.500	10'00"	226	554				187	459				129	317			

USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 70- Informes de laboratorio-CBR-Adición 1.5% POLYCOM-C2




Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 71- Informes de laboratorio-Proctor Modificado-Adición 2% POLYCOM-C2



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/ft³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

CAUCITA : C-2
MUESTRA : M-2: ADICION DEL 2% DE ADITIVO POLYCOM

PROFUNDIDAD : 0.20 m - 1.50 m

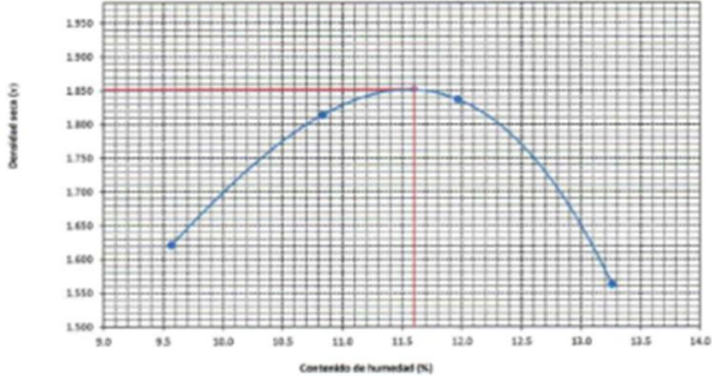
Número de ensayo	1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g 11797.1	12296	12394.1	11784
Peso del molde	g 8022	8022	8022	8022
Peso del suelo húmedo compactado	g 3775.1	4274	4372.1	3762
Volumen del molde	cm ³ 2125.5	2125.5	2125.5	2125.5
Peso del volumen húmedo	g/cm ³ 1.776	2.011	2.057	1.770


CONTENIDO DE HUMEDAD


N° Recipiente	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g 53.50	151.60	95.00	122.00
Peso del suelo seco + tara	g 50.40	144.60	87.20	110.00
Peso de tara	g 18.00	80.00	22.00	19.50
Peso de agua	g 3.10	7.00	7.8	12
Peso de suelo seco	g 32.40	64.6	65.2	90.5
Contenido de agua	% 9.6	10.8	12.0	13.3
Peso volumétrico seco	g/cm ³ 1.621	1.814	1.837	1.563

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.852	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	11.60	%

GRAFICO DEL PROCTOR









Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 72- Informes de laboratorio-CBR-Adición 2% POLYCOM-C2



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

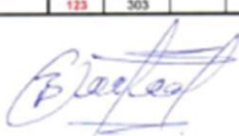



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Tesista : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO CON INCORPORACIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

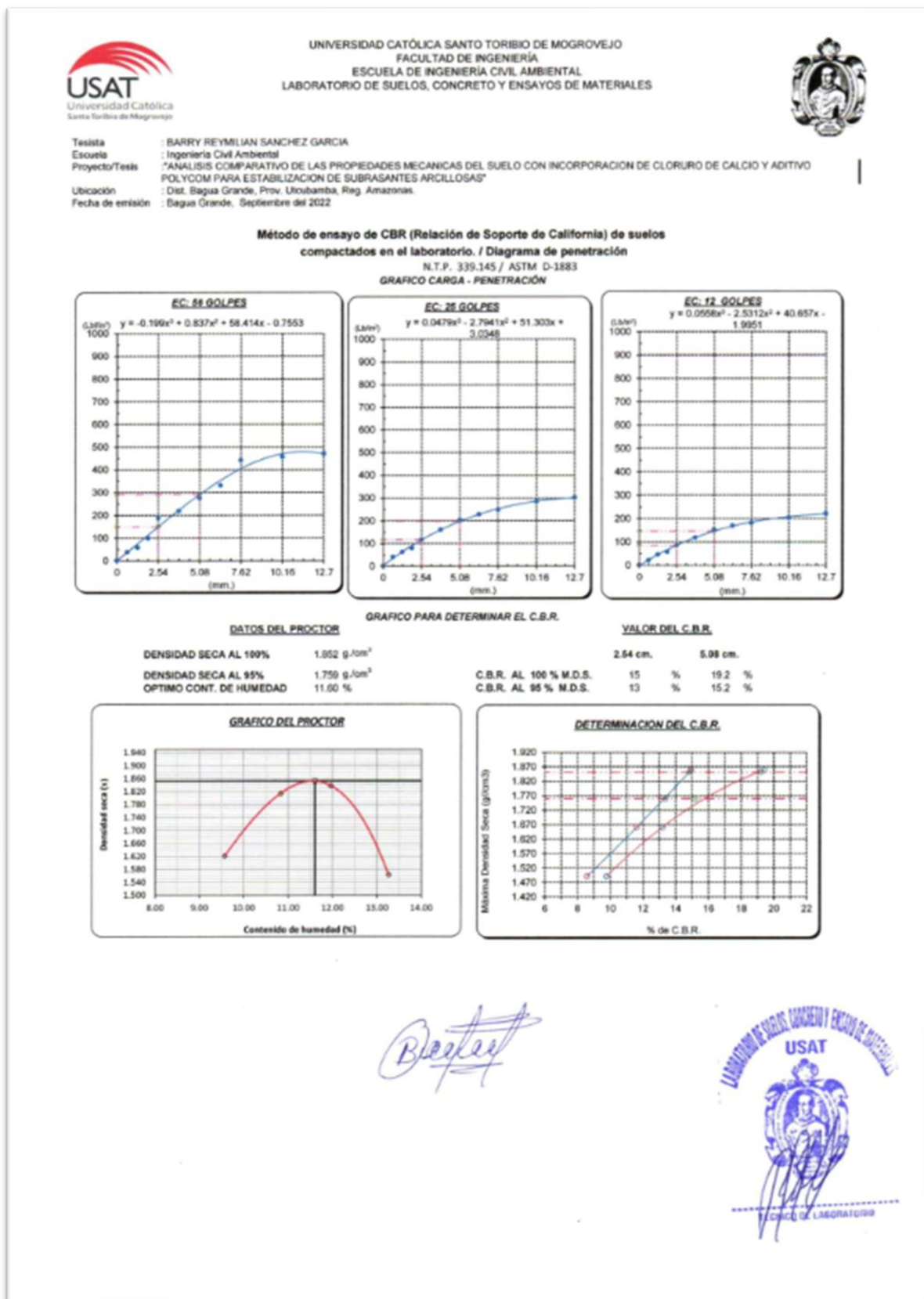
CAJETA: C-2 **MUESTRA:** M-2: ADICION DEL 2% DE ADITIVO POLYCOM **PROFUNDIDAD:** 0.20 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde	A-1		A-2		A-3									
N° Capa	5		5		5									
N° Golpes por capa	56		25		12									
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado								
Peso molde + Suelo húmedo	12922.3	13190	12465.4	12650	12090	12360								
Peso de molde (g)	8527	8527	8525	8525	8544	8544								
Peso del suelo húmedo (g)	4395.3	4663	3940.4	4125	3546	3816								
Volumen del molde (cc)	2119	2119	2120	2120	2121	2121								
Densidad húmeda (g/cc)	2.074	2.200	1.859	1.946	1.672	1.799								
% de humedad	11.62	17.83	11.93	16.69	12.11	19.83								
Densidad seca (g/cc)	1.858	1.867	1.661	1.667	1.491	1.501								
HUMEDAD														
Tarro N°	-	-	-	-	-	-								
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	286.3	286.3	4663	4663	326.1	326.1								
Tarro + Suelo seco (gr.)	266.9	266.9	4395.3	4395.3	302.0	302.0								
Peso del Agua (gr.)	19.4	19.4	267.7	267.7	24.1	24.1								
Peso del tarro (gr.)	100	100	0	0	100	100								
Peso del suelo seco (gr.)	166.9	166.9	4315.1	4315.1	202.0	202.0								
% de humedad	11.62	11.62	17.83	17.83	11.93	11.93								
Promedio de Humedad (%)	11.62	11.62	17.83	17.83	11.93	11.93								
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
07/10/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
08/10/2022	14.3	24	24	0.600		20	0.500		15	0.375				
09/10/2022	14.3	48	25	0.625		28	0.650		17	0.425				
10/10/2022	14.3	72	26	0.650		31	0.775		28	0.700				
10/10/2022	14.3	96	28	0.700		34	0.850		36	0.900				
			4.57	total	15.33	4.57	total	18.61	4.57	total	19.71			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lbs/ Dia	Lbs/ pulg ²	Lbs/ pulg ²	%	Lbs/ Dia	Lbs/ pulg ²	Lbs/ pulg ²	%	Lbs/ Dia	Lbs/ pulg ²	Lbs/ pulg ²	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	15	30			16	41			8	22		
1.270	0.050	1'00"	23	56			25	63			18	46		
1.910	0.075	1'30"	40	100			32	80			23	58		
2.540	0.100	2'00"	76	188	149.4	14.9	47	117	116.1	11.6	34	85	85.9	8.6
3.810	0.125	3'00"	89	220			65	161			48	119		
5.080	0.150	4'00"	112	276	291.2	19.4	83	205	197.8	13.2	62	154	146.5	9.8
6.350	0.200	5'00"	135	332			93	229			69	171		
7.620	0.300	6'00"	180	442			101	249			74	180		
10.180	0.400	8'00"	196	456			116	285			83	205		
12.700	0.500	10'00"	192	471			123	303			90	222		


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 73-Informes de laboratorio-CBR-Adición 2% POLYCOM-C2




Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 74-Informes de laboratorio-Proctor Modificado-Adición 1% CLORURO DE CALCIO-C2



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/ft³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1567

Testista : BARRY SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO CON INCORPORACIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

CALCETA: C-2
MUESTRA: M-2 : ADICION DEL 1% DE ADITIVO CLORURO DE CALCIO **PROFUNDIDAD**: 0.20 m - 1.50 m

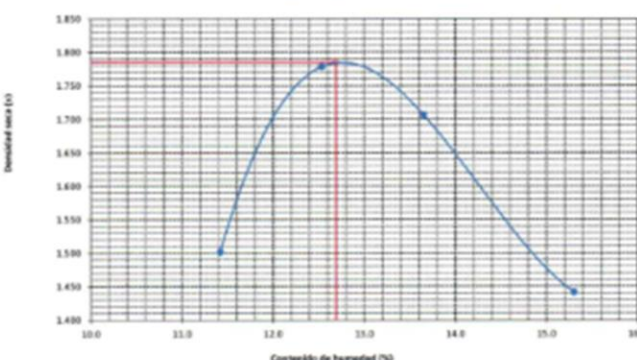
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	11677.1	12276	12144.1	11564
Peso del molde	g	8022	8022	8022	8022
Peso del suelo húmedo compactado	g	3655.1	4254	4122.1	3532
Volumen del molde	cm ³	2125.5	2125.5	2125.5	2125.5
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.673	2.001	1.939	1.662


CONTENIDO DE HUMEDAD


N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	64.10	162.70	96.10	125.00
Peso del suelo seco + tara	g	60.40	144.60	87.20	111.00
Peso de tara	g	18.00	80.00	22.00	19.50
Peso de agua	g	3.70	8.10	8.9	14
Peso de suelo seco	g	37.40	64.6	65.2	91.5
Contenido de agua	%	11.4	12.5	13.7	15.3
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.501	1.776	1.706	1.441

DENSIDAD MÁXIMA SECA	1.786	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	12.69	%

GRAFICO DEL PROCTOR








Personal del Área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 75- Informes de laboratorio-CBR-Adición 1% CLORURO DE CALCIO-C2



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

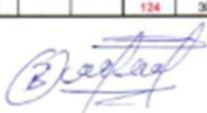



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : BARRY SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO CON INCORPORACIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

CAJONETA: C-2 **PROFUNDIDAD**: 0.20 m - 1.50 m
MUESTRA: M-2: ADICION DEL 1% DE ADITIVO CLORURO DE CALCIO

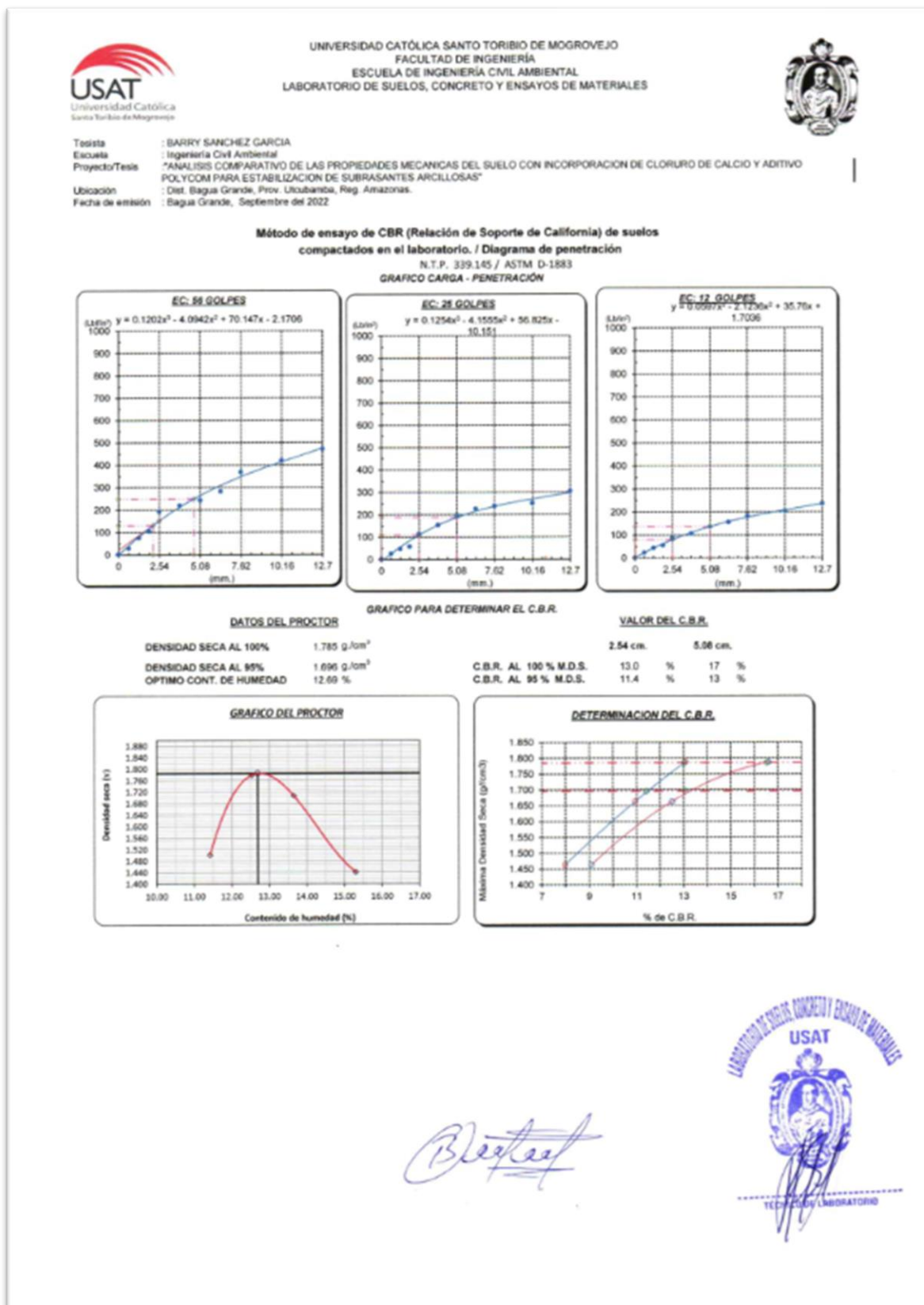
COMPACTACIÓN														
N° Molde	A-1		A-2		A-3									
	5		5		5									
N° Capa														
N° Golpes por capa	56		25		12									
CONDICIÓN DE LA MUESTRA														
	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado								
Peso molde + Suelo húmedo	12792.3	12910	12524.4	12750	12979	12290								
Peso de molde (g)	8527	8527	8525	8525	8544	8544								
Peso del suelo húmedo (g)	4265.3	4383	3999.4	4225	3535	3746								
Volumen del molde (cc)	2319.2	2119	2329	2120	2321	2121								
Densidad húmeda (g/cc)	2.013	2.068	1.887	1.993	1.867	1.796								
% de humedad	12.81	15.42	13.46	19.20	13.92	19.98								
Densidad seca (g/cc)	1.787	1.792	1.663	1.672	1.463	1.472								
HUMEDAD														
Tamo N°	--	--	--	--	--	--								
Tamo + Suelo húmedo (gr)	298.3	298.3	4383	4383	456.2	456.2								
Tamo + Suelo seco (gr)	276.1	276.1	4265.3	4265.3	413.9	413.9								
Peso del Agua (gr)	22.2	22.2	117.7	117.7	42.3	42.3								
Peso del tamo (gr)	100	100	0	0	100	100								
Peso del suelo seco (gr)	176.1	176.1	4190.4	4190.4	313.9	313.9								
% de humedad	12.81	12.81	15.42	15.42	13.46	13.46								
Promedio de Humedad (%)	12.81		15.42		13.46									
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL		DIAL		DIAL							
			EXPANSIÓN Pulg.	%	EXPANSIÓN Pulg.	%	EXPANSIÓN Pulg.	%						
10/10/2022	11	0	0	0	0	0	0	0						
11/10/2022	11	24	25	0.625	29	0.500	15	0.375						
12/10/2022	11	48	25	0.625	25	0.625	18	0.450						
13/10/2022	11	72	26	0.650	28	0.700	26	0.650						
13/10/2022	11	96	27	0.675	32	0.800	33	0.825						
			4.57	total 14.70	4.57	total 17.52	4.57	total 18.06						
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. LBS/KG	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Levt. Dial	Libr. pulg/l	Levt. Dial	Libr. pulg/l	Levt. Dial	Libr. pulg/l	Levt. Dial	Libr. pulg/l	Levt. Dial	Libr. pulg/l	Levt. Dial	Libr. pulg/l
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	11	29			10	27			9	24		
1.270	0.050	1'00"	30	76			19	49			17	44		
1.910	0.075	1'30"	42	105			22	58			22	56		
2.540	0.100	2'00"	78	193	130.8	13.1	46	115	109.4	10.9	36	88	79.8	8.0
3.810	0.125	3'00"	89	220			52	154			43	107		
5.080	0.150	4'00"	99	244	249.0	16.6	80	196	187.7	12.5	56	137	136.4	9.1
6.350	0.200	5'00"	115	283			92	227			63	156		
7.620	0.300	6'00"	156	368			97	239			74	180		
10.160	0.400	8'00"	171	420			102	251			83	206		
12.700	0.500	10'00"	182	471			124	306			96	237		






Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 76- Informes de laboratorio-CBR-Adición 1% CLORURO DE CALCIO-C2




Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 77- Informes de laboratorio-Proctor Modificado-Adición 1.5% CLORURO DE CALCIO-C2



USAT
Universidad Católica
Cusco, Tumbes de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie-lb/ft³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tecnicista: BARRY SANCHEZ GARCIA
Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO CON INCORPORACIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES ARIOLLOSAS"
Ubicación: Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión: Bagua Grande, Septiembre del 2022

CALICER: C-2 **PROFUNDIDAD:** 0.20 m - 1.50 m
MUESTRA: M-2: ADICIÓN DEL 1.5% DE ADITIVO CLORURO DE CALCIO

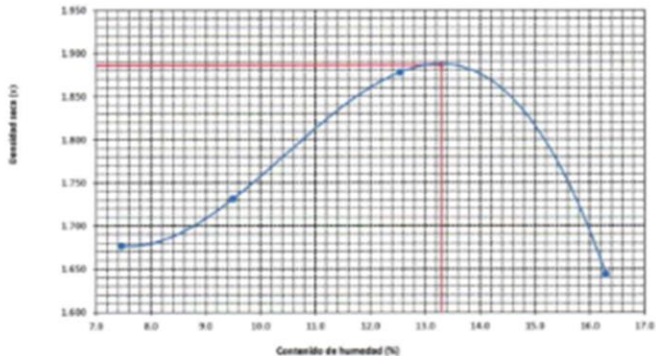
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	11851.8	12060.8	12513.4	12065.24
Peso del molde	g	8022	8022	8022	8022
Peso del suelo húmedo compactado	g	3829.8	4038.8	4491.4	4063.24
Volumen del molde	cm ³	2125.5	2125.5	2125.5	2125.5
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.802	1.895	2.113	1.912


CONTENIDO DE HUMEDAD


N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	54.00	151.50	95.60	127.30
Peso del suelo seco + tara	g	51.50	145.30	87.40	112.20
Peso de tara	g	18.00	80.60	22.00	19.50
Peso de agua	g	2.50	6.20	8.2	15.1
Peso de suelo seco	g	33.50	65.3	65.4	92.7
Contenido de agua	%	7.5	9.5	12.5	16.3
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.677	1.731	1.878	1.644

DENSIDAD MÁXIMA SECA	1.886	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.30	%

GRAFICO DEL PROCTOR








Personal del Área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PCA


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 78- Informes de laboratorio-CBR-Adición 1.5% CLORURO DE CALCIO-C2



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES




Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testigo : BARRY SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Teñis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

CALCATA: C-2
MUESTRA: M-2: ADICION DEL 1.5% DE ADITIVO CLORURO DE CALCIO **PROFUNDIDAD:** 0.20 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-1		A-2		A-3									
Nº Capa	5		5		5									
Nº Golpes por capa	56		25		12									
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado								
Peso molde + Suelo húmedo	13692.8	12190	12624.4	12790	12281	12450								
Peso de molde (g)	8527	8527	8525	8525	8544	8544								
Peso del suelo húmedo (g)	4535.8	4663	4099.4	4265	3717	3906								
Volumen del molde (cc)	2119.2	2119	2129	2120	2121	2121								
Densidad húmeda (g/cc)	2.148	2.200	1.934	2.012	1.752	1.842								
% de humedad	13.43	16.29	13.57	17.68	13.85	19.01								
Densidad seca (g/cc)	1.887	1.892	1.703	1.710	1.539	1.547								
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-								
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	298.5	298.5	4663	4663	386.2	386.2								
Tarro + Suelo seco (gr.)	275.0	275.0	4535.8	4535.8	352.0	352.0								
Peso del Agua (gr.)	23.5	23.5	127.2	127.2	34.2	34.2								
Peso del tarro (gr.)	100	100	0	0	100	100								
Peso del suelo seco (gr.)	175.0	175.0	4451.8	4451.8	252.0	252.0								
% de humedad	13.43	13.43	16.29	16.29	13.57	13.57								
Promedio de Humedad (%)	13.43	16.29	13.57	17.68	13.85	19.01								
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN							
				Pulg	%		Pulg	%						
10/10/2022	12.5	0	0	0	0	0	0	0						
11/10/2022	12.5	24	24	0.600		29	0.500	15						
12/10/2022	12.5	48	25	0.625		24	0.800	18						
13/10/2022	12.5	72	27	0.675		29	0.725	26						
13/10/2022	12.5	96	28	0.700		32	0.800	33						
			4.57	total	15.33	4.57	total	17.52						
								4.57						
								18.06						
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.	Lbs/in ²	Lect. Dial	Lbs/pulg ²	Lbs/pulg ²	%	Lect. Dial	Lbs/pulg ²	Lbs/pulg ²	%	Lect. Dial	Lbs/pulg ²	Lbs/pulg ²	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	8	22			8	22			8	22		
1.270	0.050	1'00"	35	88			23	58			14	36		
1.910	0.075	1'30"	56	139			38	95			25	66		
2.540	0.100	2'00"	78	190	147.9	14.8	53	132	124.1	12.4	42	105	89.8	9.0
3.810	0.125	3'00"	96	227			75	185			48	119		
5.080	0.150	4'00"	112	276	280.8	18.7	89	220	216.6	14.4	63	156	159.1	10.6
6.350	0.200	5'00"	138	339			96	237			76	188		
7.620	0.300	6'00"	166	383			112	276			89	220		
10.160	0.400	8'00"	187	459			136	334			95	234		
12.700	0.500	10'00"	192	471			142	349			110	271		

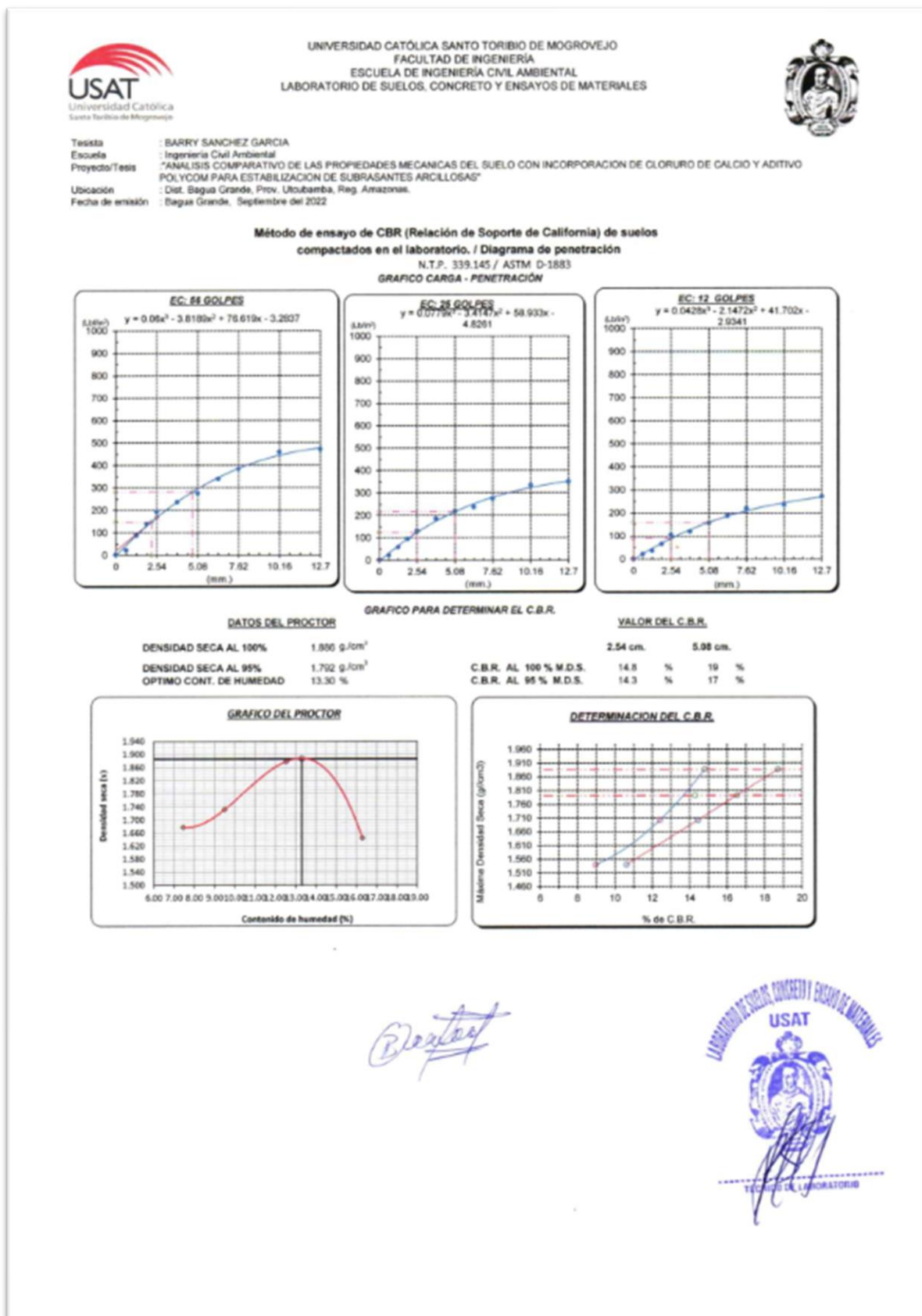


Barry Sanchez Garcia

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 79- Informes de laboratorio-CBR-Adición 1.5% CLORURO DE CALCIO-C2




Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 80-Informes de laboratorio-Proctor Modificado-Adición 2% CLORURO DE CALCIO-C2



USAT
Universidad Católica
Santa Teresita de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³) (59000 pie-lb/ft³)
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tecnicista : BARRY SANCHEZ GARCOA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

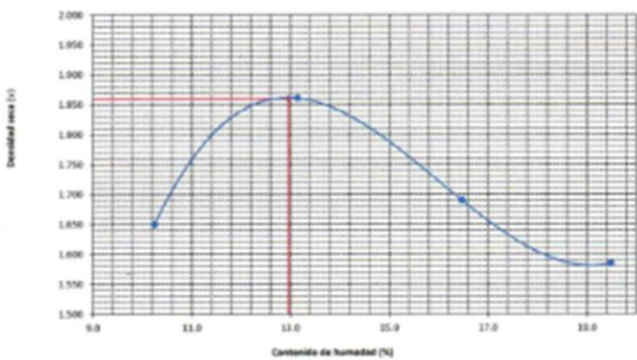
CALCATA : C-2 **PROFUNDIDAD** : 0.20 m - 1.50 m
MUESTRA : M-2: ADICION DEL 2% DE ADITIVO CLORURO DE CALCIO


Número de ensayo	1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g. 11887.1	12497	12205.8	12046.65
Peso del molde	g. 8022	8022	8022	8022
Peso del suelo húmedo compactado	g. 3865.1	4474.9	4183.8	4024.65
Volumen del molde	cm ³ 2125.5	2125.5	2125.5	2125.5
Peso del volumen húmedo	g/cm ³ 1.818	2.105	1.968	1.894


CONTENIDO DE HUMEDAD				
N° Recipiente	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g. 63.20	165.20	121.00	136.00
Peso del suelo seco + tara	g. 69.00	155.30	107.00	117.00
Peso de tara	g. 18.00	80.00	22.00	19.50
Peso de agua	g. 4.20	9.90	14	19
Peso de suelo seco	g. 41.00	75.3	85	97.5
Contenido de agua	% 10.2	13.1	16.5	19.5
Peso volumétrico seco	g/cm ³ 1.649	1.861	1.690	1.585

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.860	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	12.96	%

GRAFICO DEL PROCTOR









Personal del Área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 81- Informes de laboratorio-CBR-Adición 2% CLORURO DE CALCIO-C2



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883


Testista : BARRY SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tests : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022


CAJETA: C-2

PROFUNDIDAD: 0.20 m - 1.50 m

MUESTRA: M-2: ADICION DEL 2% DE ADITIVO CLORURO DE CALCIO

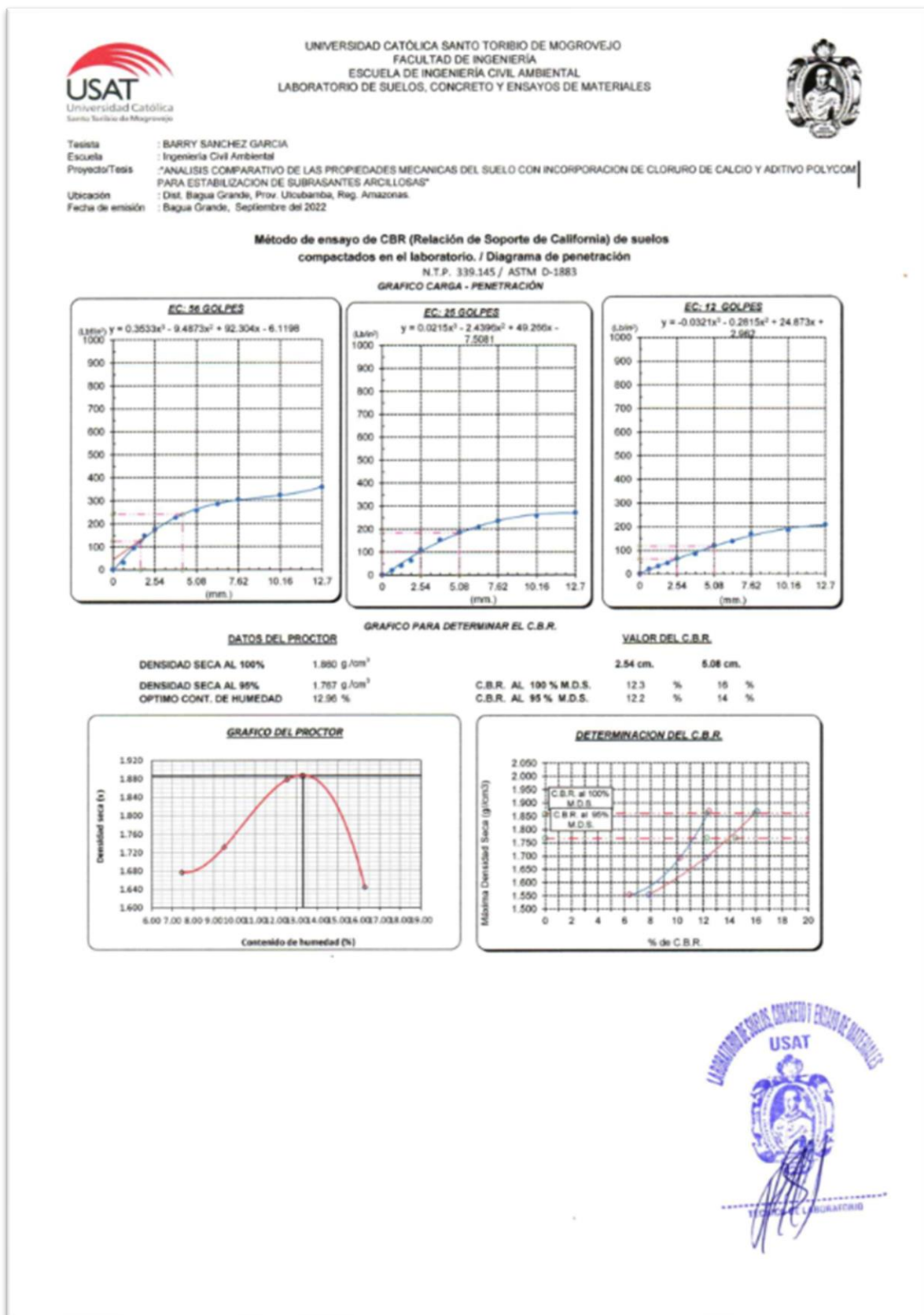
COMPACTACIÓN														
N° Molde	A-1		A-2		A-3									
	5		5		5									
N° Capas	56		25		12									
N° Golpes por capa	56		25		12									
CONDICION DE LA MUESTRA														
	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado								
Peso molde + Suelo húmedo	12996.36	13116	12591.48	12750	12296.25	12480								
Peso de molde (g)	8527	8527	8524	8524	8544	8544								
Peso del suelo húmedo (g)	4469.36	4583	4067.49	4226	3752.25	3946								
Volumen del molde (cc)	2119.2	2119	2120	2120	2121	2121								
Densidad húmeda (g/cc)	2.109	2.163	1.919	1.993	1.769	1.860								
% de humedad	12.94	15.53	13.28	17.24	13.85	19.09								
Densidad seca (g/cc)	1.867	1.872	1.694	1.700	1.554	1.562								
HUMEDAD														
Tarro N°	-	-	-	-	-	-								
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	345.2	345.2	4583	4583	397.8	397.8								
Tarro + Suelo seco (gr.)	317.1	317.1	4469.36	4469.36	362.9	362.9								
Peso del Agua (gr.)	28.1	28.1	113.6	113.6	34.9	34.9								
Peso del tarro (gr.)	100	100	0	0	100	100								
Peso del suelo seco (gr.)	217.1	217.1	4387.4	4387.4	262.0	262.0								
% de humedad	12.94	12.94	15.53	15.53	13.28	13.28								
Promedio de Humedad (%)	12.94	12.94	15.53	15.53	13.28	13.28								
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN					
			DIAL	Pulg	%	DIAL	Pulg	%	DIAL	Pulg	%			
10/18/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
11/19/2022	14.3	24	25	0.625	25	0.500	15	0.375	15	0.375	15			
12/19/2022	14.3	48	28	0.650	28	0.650	25	0.625	25	0.625	25			
13/19/2022	14.3	72	28	0.700	28	0.700	26	0.650	26	0.650	26			
13/19/2022	14.3	96	29	0.725	31	0.775	32	0.800	32	0.800	32			
			4.57	total	15.88	4.57	total	16.97	4.57	total	17.52			
PENETRACION														
PENETRACION	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Lect. Dial	Libr pulg2	Libr pulg2	%	Lect. Dial	Libr pulg2	Libr pulg2	%	Lect. Dial	Libr pulg2	Libr pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	9	2	0	2	0	2	0	2	0	2		
0.640	0.025	0'30"	12	32	8	22	8	22	8	22	8	22		
1.270	0.050	1'00"	28	95	16	41	13	34	13	34	13	34		
1.910	0.075	1'30"	60	149	25	63	18	46	18	46	18	46		
2.540	0.100	2'00"	72	178	124.2	12.4	44	110	102.2	10.2	28	66		
3.810	0.125	3'00"	92	227	92	154	34	85	34	85	34	85		
5.080	0.150	4'00"	105	259	241.2	16.1	76	189	182.5	12.2	49	122		
6.350	0.200	6'00"	116	285	85	210	56	139	56	139	56	139		
7.620	0.300	9'00"	124	305	96	237	69	171	69	171	69	171		
10.160	0.400	12'00"	132	325	105	259	75	185	75	185	75	185		
12.700	0.500	18'00"	148	359	110	271	85	210	85	210	85	210		






Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 82-Informes de laboratorio-CBR-Adición 2% CLORURO DE CALCIO-C2




Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 83- Informes de laboratorio-Granulometría, Clasif. SUCS, Clasif. AASHTO-C3



USAT
Universidad Católica
Santa Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

TESISTA : BARRY REYMIJIAN SANCHEZ GARCIA

TESIS : "ANALISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCOPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"

Ubicación : DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS

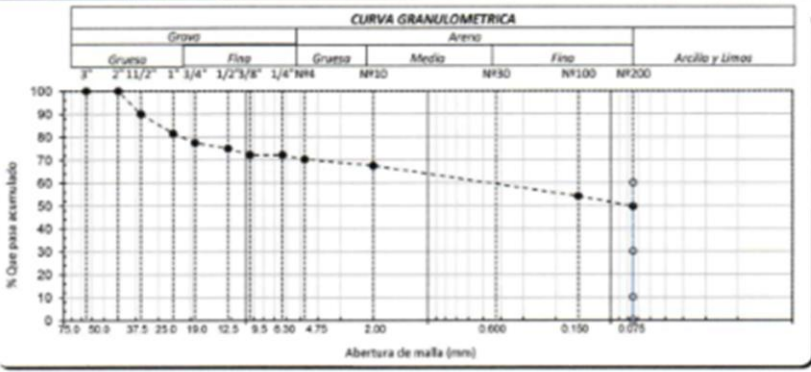
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999


Calcata: C-03 Muestra: M-1 Profundidad: 0.20m. - 1.50m.


TAMICES (Pul)	(mm)	% RETENIDO		% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
		REtenido	PARCIAL ACUMULADO			
3"	75.000	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 1421.20 g	
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO : 804.70 g	
2"	50.000	0.00	0.0	100.0	PESO FINO : 1421.20 g	
1 1/2"	37.500	142.20	10.0	90.0	LIMITE LIQUIDO : 27.0%	
1"	25.000	123.20	8.5	81.5	LIMITE PLASTICO : 19.89%	
3/4"	19.000	56.30	4.0	77.5	INDICE PLASTICIDAD : 7.11%	
1/2"	12.500	35.40	2.5	75.0	CLASF. AASHTO : A-4 (3)	
3/8"	9.500	39.60	2.8	72.2	CLASF. SUCS : GC	
1/4"	6.300	0.00	0.0	72.2	DESCRIPCION DEL SUELO :	
N#4	4.750	28.70	2.0	70.2	Grave arcillosa con arena	
N#8	2.380	41.30	2.9	67.3		
N#10	2.360	38.50	2.7	67.5	Ensayo Malta N#200 P.S. Seco P.S. Lav (%) 200	
N#16	1.190	48.20	3.4	63.9		
N#30	0.590	55.20	3.9	63.6		
N#40	0.600	41.20	2.9	60.7	% HUMEDAD P.S.H P.S.S. (%) Hum.	
N#50	0.300	38.70	2.7	58.0		
N#100	0.150	55.20	3.9	45.9	MODULO DE FINEZA	
N#200	0.075	63.20	4.4	49.7	Coef. Uniformidad	
< N# 200	FONDO	484.00	34.1	64.4	15.6	Coef. Curvatura

CURVA GRANULOMETRICA




Observaciones:






ANEXO N° 84- Informes de laboratorio-LIMITES DE ATTERBERG -C3



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante

TESISTA

TESIS

Ubicación

ENSAYO

NORMA DE REFERENCIA

INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

: BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA

: "ANALISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCOPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"

: DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS

: SUELO. Método de ensayo para determinar el limite liquido, limite plástico e índice de plasticidad del suelo

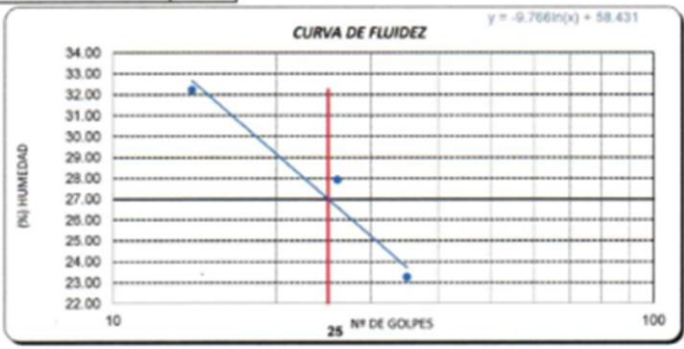
: N.T.P. 399.131

Calicata: C-03 Muestra: M-1

Profundidad: 0.20m. - 1.50m.

Datos de ensayo.	Limite liquido			Limite Plástico	
	7	8	9	2	3
N° de tarro	7	8	9	2	3
N° de golpes	14	26	35	2	3
Tarro + suelo húmedo	33.5	34.0	32.5	22.6	22.9
Tarro + suelo seco	30.2	30.9	30.1	22.1	22.5
Agua	3.32	3.1	2.35	0.455	0.5
Peso del tarro	19.9	19.8	20	19.8	20.0
Peso del suelo seco	10.3	11.1	10.1	2.3	2.5
Porcentaje de humedad	32.2	27.9	23.3	19.8	20.0


CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Limite Liquido	27.0
Limite Plástico	19.9
Índice de Plasticidad	7.1




CURVA DE FLUIDEZ $y = -9.766 \ln(x) + 58.431$


Y-axis: (%) HUMEDAD (22.00 to 34.00)
X-axis: Nº DE GOLPES (10 to 100)

Observaciones:






ANEXO N° 85- Informes de laboratorio -C3



USAT
Universidad Católica
Santa Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
 Lugar : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
 Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022


ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C-03

Muestra: M-1

Profundidad: 0.20m. - 1.50m.


Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	10.0	90.0
1"	25.000	18.5	81.5
3/4"	19.000	22.5	77.5
1/2"	12.500	25.0	75.0
3/8"	9.500	27.8	72.2
1/4"	6.300	27.8	72.2
N° 4	4.750	29.8	70.2
N° 10	2.000	32.5	67.5
N° 20	0.850	36.4	63.6
N° 50	0.300	42.0	58.0
N° 100	0.150	45.9	54.1
N° 200	0.075	50.3	49.7





Distribución granulométrica		
% Grava	G.G. %	22.5
	G.F. %	7.3
	A.G. %	2.7
% Arena	A.M. %	5.8
	A.F. %	11.0
	% Arcilla y Limo	49.7
Total		100.0

Ensayo de Límite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	27.00 (%)
Límite Plástico (LP)	19.89 (%)
Índice Plástico (IP)	7.11 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	GC
Descripción del suelo	Grava arcillosa con arena
Clasificación (AASHTO)	A-4 (3)
Descripción	REGULAR-MALO

Contenido de Humedad	
	13.5









Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 86- Informes de laboratorio-Proctor Modificado-C3



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/ft³))
N.T.P. 338.141 ASTM D - 1557

Testata : BARRY REYMIAN SÁNCHEZ GARCÍA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO CON INCORPORACIÓN DE CLORURO DE CALCO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES AROLLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

CALCETA: C-3
MUESTRA: M-3

PROFUNDIDAD: 0.20 m - 1.50 m

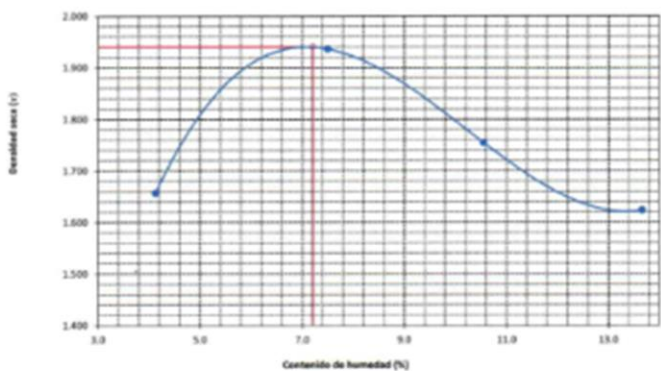
Número de ensayo	1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g. 11688.1	12446	12145.1	11944
Peso del molde	g. 8022	8022	8022	8022
Peso del suelo húmedo compactado	g. 3666.1	4424	4123.1	3922
Volumen del molde	cm ³ 2125.5	2125.5	2125.5	2125.5
Peso del volumen húmedo	g/cm ³ 1.725	2.081	1.940	1.845

CONTENIDO DE HUMEDAD


Nº Recipiente	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g. 54.10	152.80	96.40	126.00
Peso del suelo seco + tara	g. 52.67	147.72	89.30	113.20
Peso de tara	g. 18.00	80.00	22.00	19.50
Peso de agua	g. 1.43	5.08	7.1	12.8
Peso de suelo seco	g. 34.67	67.72	67.3	93.7
Contenido de agua	% 4.1	7.5	10.5	13.7
Peso volumétrico seco	g/cm ³ 1.656	1.936	1.755	1.623

DENSIDAD MÁXIMA SECA	1.940	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	7.20	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Barbara

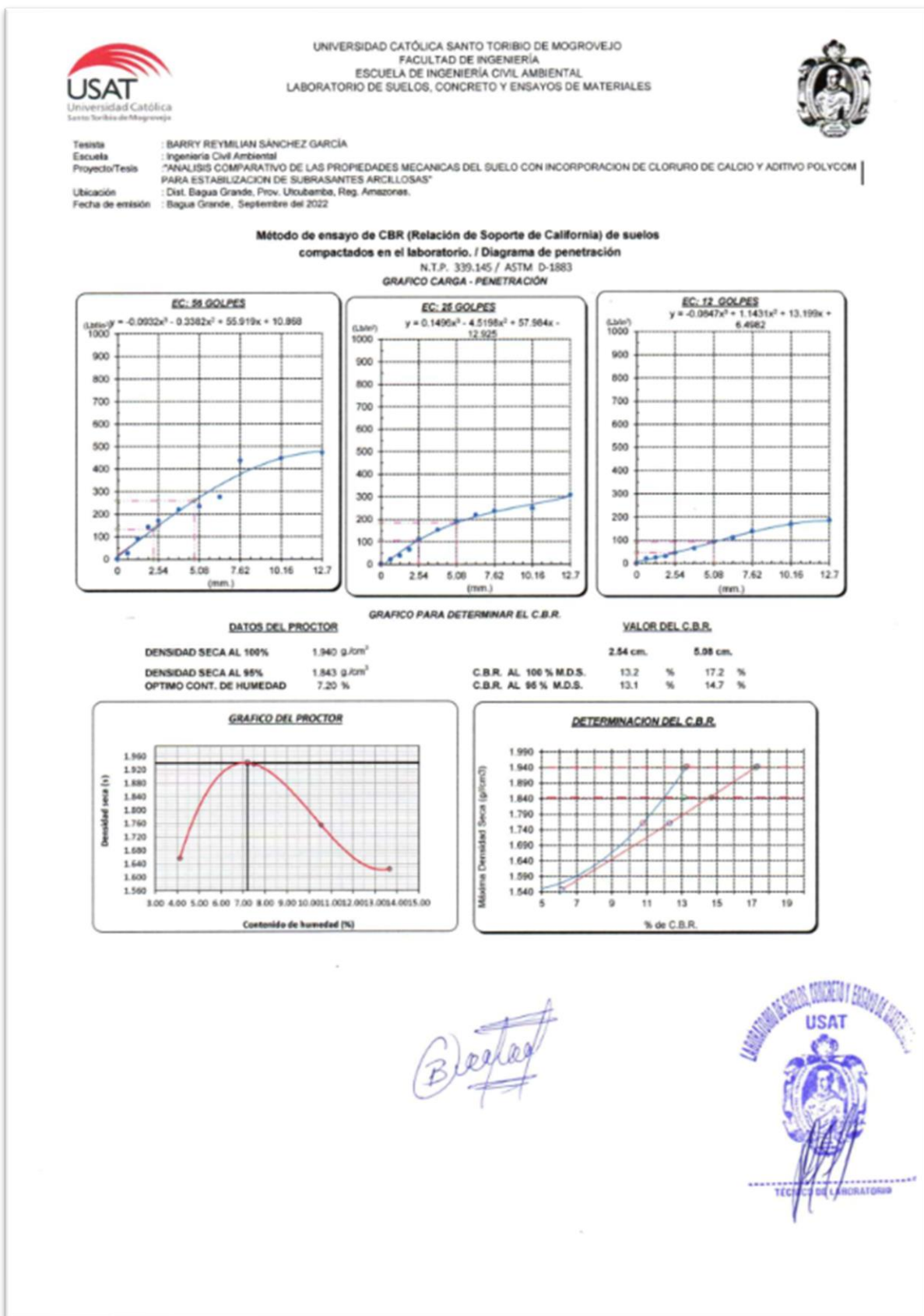


USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
VELOCIDAD DE LABORATORIO


Personal del Área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 88- Informes de laboratorio-CBR-C3




ANEXO N° 89- Informes de laboratorio-Granulometría, Clasif. SUCS, Clasif. AASHTO-C4



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

TESISTA : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA

TESIS : *ANALISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCOPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS*

Ubicación : DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999


Calicata: C-04

Muestra: M-1


Profundidad: 0.20m. - 1.50m.


TAMICES	PESO	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
(Pul)	(mm)	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA			
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL	:	1281.40 g
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO	:	474.80 g
2"	50.000	0.00	0.0	0.0	100.0	PESO FINO	:	1281.40 g
1 1/2"	37.500	0.00	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO	:	29.7 %
1"	25.000	0.00	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO	:	19.38 %
3/4"	19.000	20.20	1.6	1.6	98.4	INDICE PLASTICIDAD	:	10.28 %
1/2"	12.500	30.20	2.4	4.0	96.0	CLASF. AASHTO	:	A-4 (7)
3/8"	9.500	42.10	3.3	7.3	92.7	CLASF. SUCS	:	CL
1/4"	6.300	0.00	0.0	7.3	92.7	DESCRIPCION DEL SUELO	:	
N#4	4.750	25.80	2.0	9.3	90.7	Arcilla arenosa de baja plasticidad		
N#8	2.380	41.60	3.2	12.5	87.5			
N#10	2.360	35.70	2.8	12.1	87.9	Ensayo Malla N#200	P.S.Seco	P.S.Lav (%) 200
N#16	1.190	39.60	3.1	15.6	84.4			
N#30	0.590	40.10	3.1	15.2	84.8			
N#40	0.600	44.20	3.4	18.6	81.4	% HUMEDAD	P.S.H	P.S.S. (%) Hum.
N#50	0.300	37.90	3.0	21.6	78.4			
N#100	0.150	62.10	4.8	26.4	73.6	MODULO DE FINEZA		
N#200	0.075	55.10	4.3	30.7	69.3	Coef. Uniformidad		
< N# 200	FONDO	640.60	50.0	80.7	19.3	Coef. Curvatura		

CURVA GRANULOMETRICA




Observaciones:






ANEXO N° 90- Informes de laboratorio-LIMITES DE ATTERBERG-C4



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante

TESISTA

TESIS

Ubicación

ENSAYO

NORMA DE REFERENCIA

Calicata: C-04 **Muestra: M-1** **Profundidad: 0.20m. - 1.50m.**

INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

: BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA

: "ANALISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCOPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"

: DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS

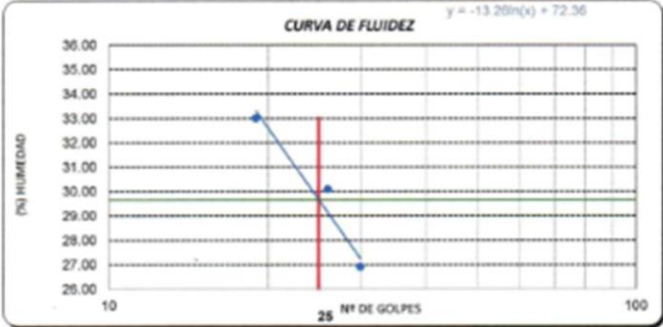
: SUELO. Método de ensayo para determinar el limite liquido, limite plástico e índice de plasticidad del suelo

: N.T.P. 399.131


Datos de ensayo.	Limite liquido			Limite Plástico	
	7	8	9	2	3
N° de tarro	7	8	9		
N° de golpes	19	25	30	2	3
Tarro + suelo húmedo	33.7	33.3	29.9	22.7	24.0
Tarro + suelo seco	30.3	30.2	27.8	22.3	23.3
Agua	3.4	3.1	2.1	0.4	0.7
Peso del tarro	20	19.9	20	20.0	19.9
Peso del suelo seco	10.3	10.3	7.8	2.3	3.4
Porcentaje de humedad	33.0	30.1	26.9	17.4	21.4


CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Limite Líquido	29.7
Limite Plástico	19.38
Índice de Plasticidad	10.3

CURVA DE FLUIDEZ $y = -13.26m(x) + 72.56$




Observaciones:






Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 91- Informes de laboratorio-C4



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Lugar : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

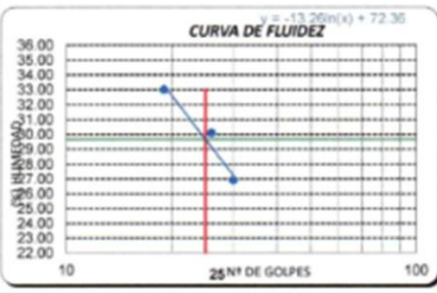
ENSAYO : SUELO: Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS: Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128: 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C-04

Muestra: M-1

Profundidad: 0.20m. - 1.50m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados Retenido	% Acumulados Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	1.6	98.4
1/2"	12.500	4.0	96.0
3/8"	9.500	7.3	92.7
1/4"	6.300	7.3	92.7
N° 4	4.750	9.3	90.7
N° 10	2.000	12.1	87.9
N° 20	0.850	15.2	84.8
N° 50	0.300	21.6	78.4
N° 100	0.150	26.4	73.6
N° 200	0.075	30.7	69.3

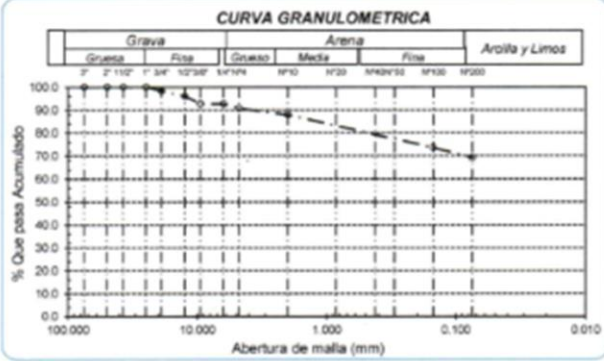



Ensayo de Limite de Atterberg

Limite líquido (LL)	29.7 (%)
Limite Plástico (LP)	19.4 (%)
Índice Plástico (IP)	10.3 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	CL
Descripción del suelo	Arcilla arenosa de baja plasticidad
Clasificación (AASHTO)	A-4 (7)
Descripción	REGULAR-MALO

Distribución granulométrica		
% Grava	G.G. %	1.6
	G.F. %	7.7
	A.G. %	2.8
	A.M. %	6.5
	A.F. %	12.1
% Arcilla y Limo		69.3
Total		100.0


Contenido de Humedad : 14.9






Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 92- Informes de laboratorio-Proctor Modificado-C4



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/ft³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : BARRY REYMELIAN SÁNCHEZ GARCÍA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

CAJECATA : C-4
 MUESTRA : M-4

PROFUNDIDAD : 0.20 m - 1.50 m

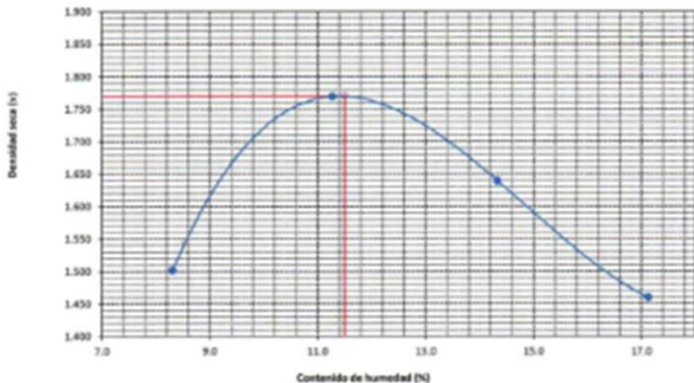
Número de ensayo	1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g 11478.7	12207	12005.8	11656
Peso del molde	g 8022	8022	8022	8022
Peso del suelo húmedo compactado	g 3456.7	4185	3983.8	3634
Volumen del molde	cm ³ 2125.5	2125.5	2125.5	2125.5
Peso del volumen húmedo	g/cm ³ 1.626	1.969	1.874	1.710


CONTENIDO DE HUMEDAD


N° Recipiente	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g 63.20	150.10	94.60	125.00
Peso del suelo seco + tara	g 50.50	143.00	85.50	109.50
Peso de tara	g 18.00	80.00	22.00	19.00
Peso de agua	g 2.70	7.10	9.1	15.5
Peso de suelo seco	g 32.50	63	63.5	90.5
Contenido de agua	% 8.3	11.3	14.3	17.1
Peso volumétrico seco	g/cm ³ 1.502	1.770	1.639	1.460

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.770	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	11.50	%

GRAFICO DEL PROCTOR









Personal del Área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

ANEXO N° 93- Informes de laboratorio-CBR-C4



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES





Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : BARRY REYMILIAN SÁNCHEZ GARCÍA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tests : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO CON INCORPORACIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

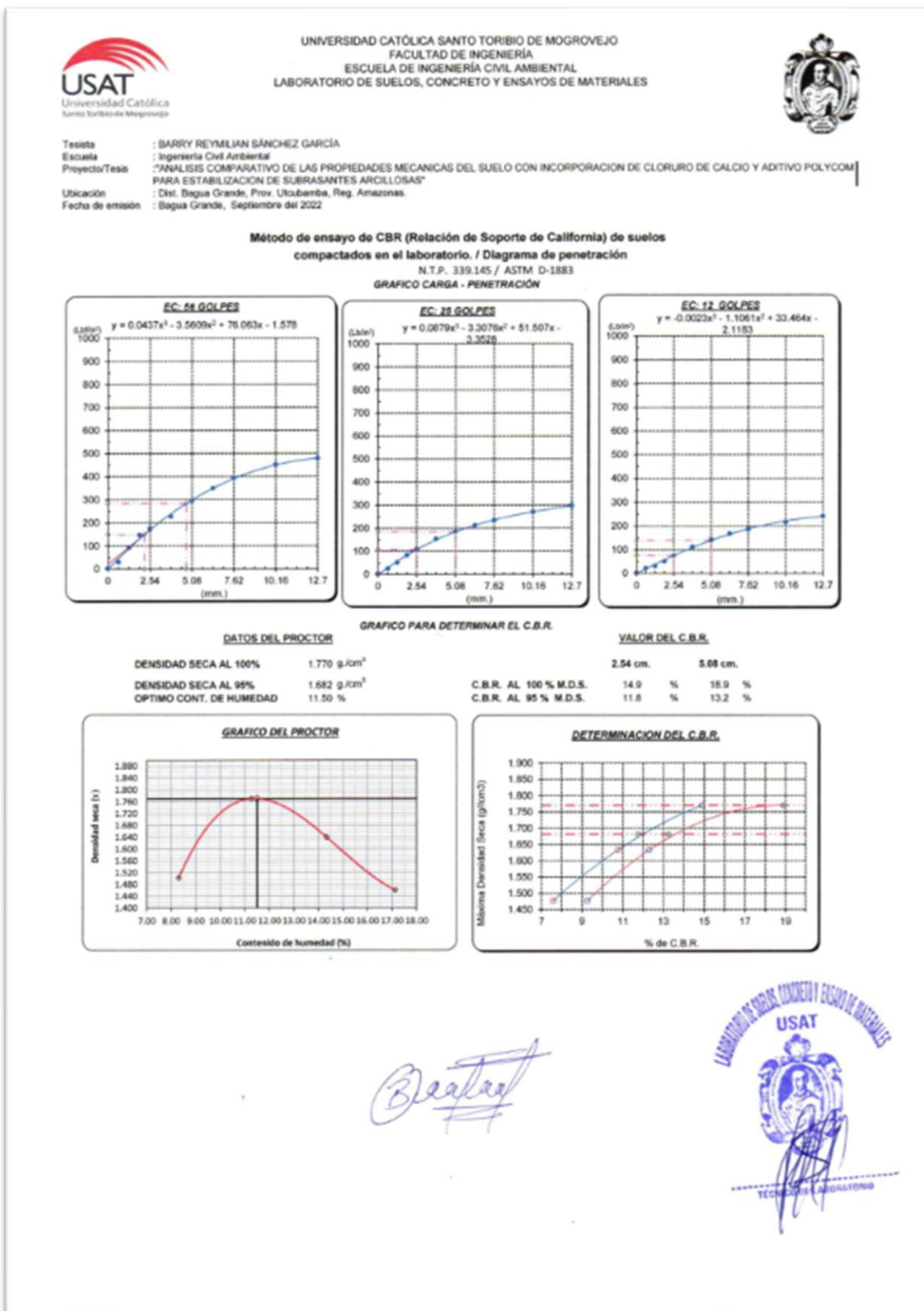
CAJICATA: C-4 **PROFUNDIDAD:** 0.20 m - 1.50 m
MUESTRA: M-4

COMPACTACIÓN														
N° Molde	A-1		A-2		A-3									
N° Capas	5		5		5									
N° Golpes por capa	56		25		12									
CONDICIÓN DE LA MUESTRA														
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado									
Peso molde + Suelo húmedo	12709.3	12890	12384.4	12660	12042	12310								
Peso de molde (g)	8527	8527	8524	8524	8544	8544								
Peso del suelo húmedo (g)	4182.3	4363	3860.4	4136	3498	3766								
Volumen del molde (cc)	2319	2119	2320	2120	2321	2121								
Densidad húmeda (g/cc)	1.974	2.059	1.821	1.940	1.649	1.776								
% de humedad	11.40	15.87	11.50	18.49	11.66	19.44								
Densidad seca (g/cc)	1.770	1.777	1.633	1.642	1.477	1.487								
HUMEDAD														
Tarro N°	-	-	-	-	-	-								
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	330.2	330.2	4363	4363	432.6	432.6								
Tarro + Suelo seco (gr.)	306.5	306.5	4182.3	4182.3	398.2	398.2								
Peso del Agua (gr.)	23.7	23.7	180.7	180.7	34.3	34.3								
Peso del tarro (gr.)	100	100	0	0	100	100								
Peso del suelo seco (gr.)	206.5	206.5	4109.5	4109.5	296.2	296.2								
% de humedad	11.40	11.40	15.87	15.87	11.50	11.50								
Promedio de Humedad (%)	11.40	11.40	15.87	15.87	11.50	11.50								
					18.49	18.49								
					11.66	11.66								
					19.44	19.44								
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
29/11/2022	13.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
30/11/2022	13.3	24	25	0.625		20	0.500		15	0.375				
01/12/2022	13.3	48	25	0.650		24	0.600		21	0.525				
02/12/2022	13.3	72	28	0.700		29	0.725		29	0.725				
02/12/2022	13.3	96	29	0.725		35	0.875		38	0.950				
			4.57	total	15.88	4.57	total	19.16	4.57	total	20.80			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. LBS/ft2	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lact. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lact. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lact. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0.00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0.30"	11	29			9	24			8	22		
1.270	0.050	1.00"	37	93			20	51			12	32		
1.910	0.075	1.70"	89	146			33	83			20	51		
2.540	0.100	2.00"	71	176	149.0	14.9	44	110	107.6	10.8	30	76	75.7	7.6
3.810	0.125	3.00"	82	227			62	154			45	112		
5.080	0.150	4.00"	120	295	283.6	18.9	75	185	184.5	12.3	58	144	139.0	9.3
6.350	0.200	5.00"	142	349			88	212			68	168		
7.620	0.300	8.00"	190	390			96	234			76	186		
10.180	0.400	8.00"	184	452			110	271			88	217		
12.700	0.500	10.00"	185	478			121	296			98	242		


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 94- Informes de laboratorio-CBR-C4




Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 95- Informes de laboratorio-Proctor Modificado-Adición 1%-POLYCOM-C4



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/ft³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tecista : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

CALCATA : C-4
MUESTRA : M-4 ADICION DEL 1% DE ADITIVO POLYCOM

PROFUNDIDAD : 0.20 m - 1.50 m

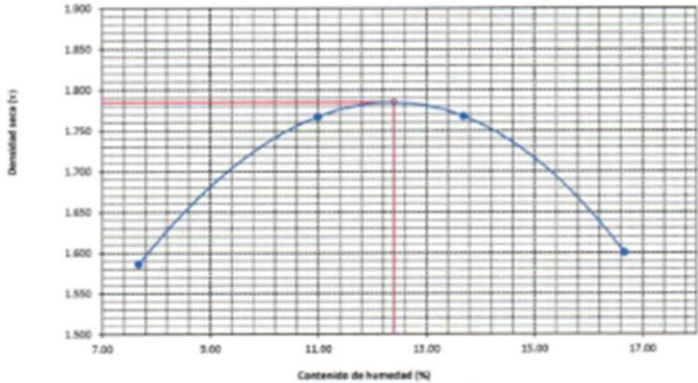
Número de ensayo	1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g. 11651.8	12190.8	12293.4	11990.24
Peso del molde	g. 8022	8022	8022	8022
Peso del suelo húmedo compactado	g. 3629.8	4168.8	4271.4	3968.24
Volumen del molde	cm ³ 2125.5	2125.5	2125.5	2125.5
Peso del volumen húmedo	g/cm ³ 1.708	1.951	2.010	1.867


CONTENIDO DE HUMEDAD


N° Recipiente	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g. 89.60	142.60	102.50	112.50
Peso del suelo seco + tara	g. 84.50	136.40	92.81	99.22
Peso de tara	g. 18.00	80.00	22.00	19.50
Peso de agua	g. 5.10	6.20	9.69	13.28
Peso de suelo seco	g. 66.50	56.4	70.81	79.72
Contenido de agua	% 7.67	10.99	13.68	16.66
Peso volumétrico seco	g/cm ³ 1.566	1.787	1.766	1.600

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.785	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	12.40	%

GRAFICO DEL PROCTOR









Personal del área de Control de Calidad: jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos/Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de FEA

ANEXO N° 96- Informes de laboratorio-CBR-Adición 1%-POLYCOM-C4



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Tecista : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO CON INCORPORACIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

CALCOTA : C-4
MUESTRA : M-4: ADICION DEL 1% DE ADITIVO POLYCOM

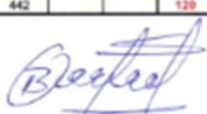

PROFUNDIDAD : 0.20 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN						
	A-1		A-2		A-3	
N° Molde						
N° Capa	5		5		5	
N° Golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	12782.8	12890	12394.4	12550	12151.0	12390
Peso de molde (g)	8527	8527	8525	8525	8544	8544
Peso del suelo húmedo (g)	4255.8	4363	3869.4	4025	3607	3846
Volumen del molde (cc)	2139.2	2119	2120	2120	2121	2121
Densidad húmeda (g/cc)	2.008	2.059	1.825	1.899	1.701	1.813
% de humedad	12.43	15.00	12.99	17.07	13.46	20.19
Densidad seca (g/cc)	1.786	1.790	1.615	1.622	1.499	1.509

HUMEDAD										
Tarro N°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	245.6	245.6	4363	4363	267.9	267.9	4025	4025	196.5	196.5
Tarro + Suelo seco (gr.)	229.5	229.5	4255.8	4255.8	248.6	248.6	3869.4	3869.4	186.0	186.0
Peso del Agua (gr.)	16.1	16.1	107.2	107.2	19.3	19.3	155.6	155.6	10.5	10.5
Peso del tarro (gr.)	100	100	0	0	100	100	0	0	100	100
Peso del suelo seco (gr.)	129.5	129.5	4181.1	4181.1	148.6	148.6	3807.0	3807.0	78.0	78.0
% de humedad	12.43	12.43	15.00	15.00	12.99	12.99	17.07	17.07	13.46	13.46
Promedio de Humedad (%)	12.43		15.00		12.99		17.07		13.46	

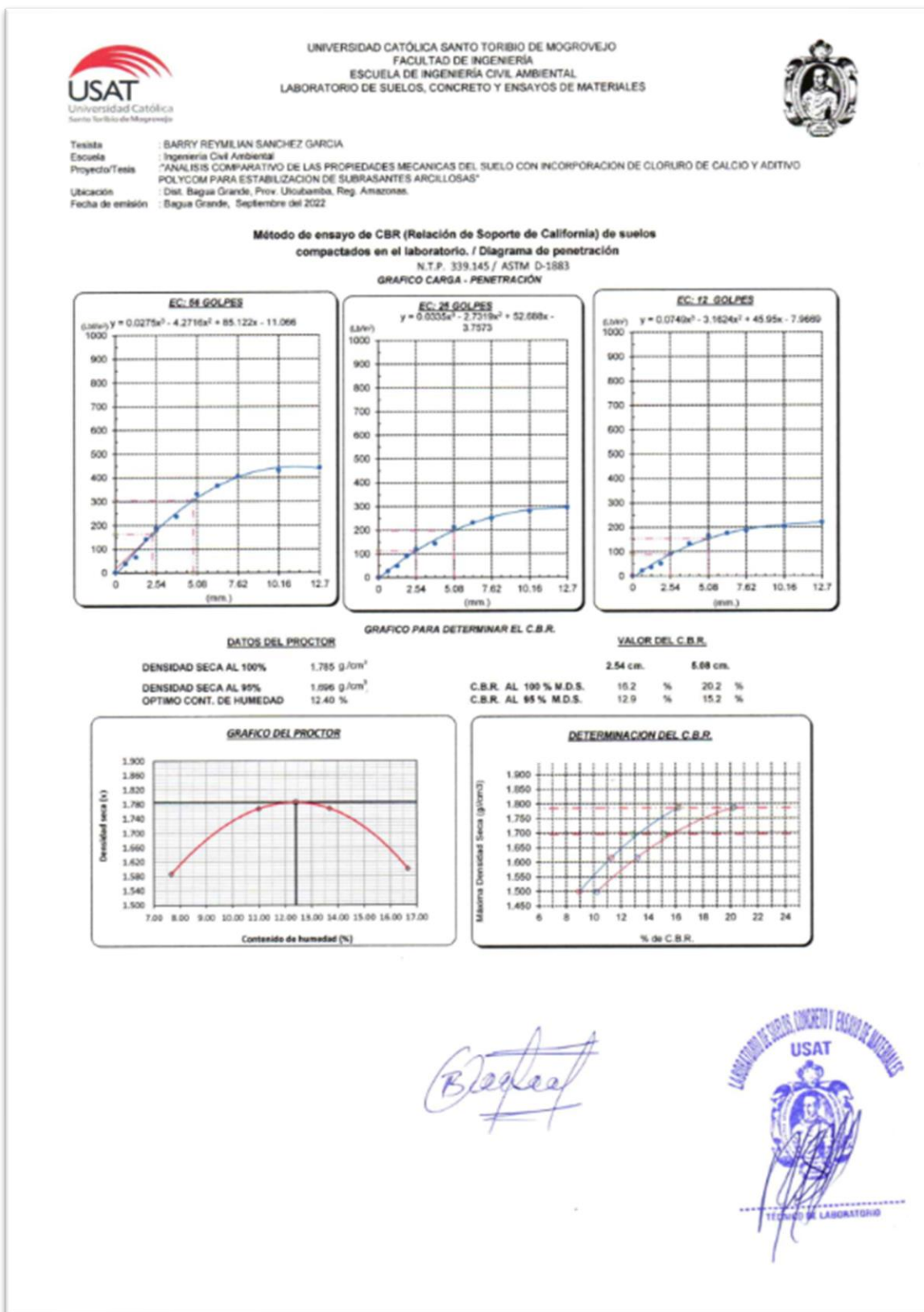
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN		
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%
29/10/2022	14	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0	0	0	0
30/10/2022	14	24	25	0.625		20	0.500		18	0.450				
31/10/2022	14	48	28	0.700		25	0.625		28	0.700				
01/11/2022	14	72	32	0.800		39	0.975		36	0.900				
01/11/2022	14	96	40	1.000		42	1.050		43	1.075				
			4.57		total 21.90	4.57		total 22.99	4.57		total 23.54			

PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbr/ pulg ²	Lbr/ pulg ²	%	Lect. Dial	Lbr/ pulg ²	Lbr/ pulg ²	%	Lect. Dial	Lbr/ pulg ²	Lbr/ pulg ²	%
0.000	0.000	0'00"	0	2		0	2		0	2				
0.640	0.025	0'30"	15	39		10	27		8	22				
1.270	0.050	1'00"	26	66		19	49		14	36				
1.910	0.075	1'30"	37	141		36	90		20	51				
2.540	0.100	2'00"	76	188	182.2	16.22	48	119	113.0	11.3	36	90		
3.810	0.125	3'00"	96	237		58	144		54	134				
5.080	0.150	4'00"	135	332	303.8	29.3	86	212	197.8	13.2	67	166		
6.350	0.200	5'00"	149	366		94	232		71	176				
7.620	0.300	6'00"	165	405		102	251		76	188				
10.150	0.400	8'00"	175	430		114	281		83	205				
12.700	0.500	10'00"	180	442		120	295		86	222				


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 97- Informes de laboratorio-CBR-Adición 1%-POLYCOM-C4




Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 98- Informes de laboratorio-Proctor Modificado-Adición 1.5%-POLYCOM-C4



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : BARRY REYMEJIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO CON INCORPORACIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

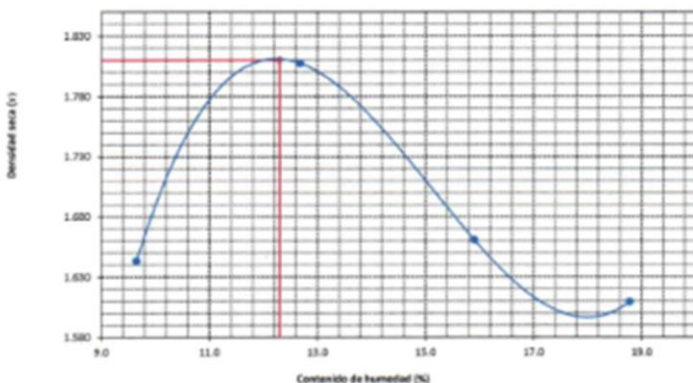
CALETA: C-4
MUESTRA: M-4 : ADICION DEL 1.5% DE ADITIVO POLYCOM **PROFUNDIDAD:** 0.20 m - 1.50 m


Número de ensayo	1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g. 11851.8	12350.8	12113.4	12085.24
Peso del molde	g. 8022	8022	8022	8022
Peso del suelo húmedo compactado	g. 3829.8	4328.8	4091.4	4063.24
Volumen del molde	cm ³ 2125.5	2125.5	2125.5	2125.5
Peso del volumen húmedo	g/cm ³ 1.802	2.037	1.925	1.912


Nº Recipiente	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g. 112.30	143.10	121.10	136.50
Peso del suelo seco + tara	g. 104.00	136.00	107.50	118.00
Peso de tara	g. 18.00	80.00	22.00	19.50
Peso de agua	g. 8.30	7.10	13.6	18.5
Peso de suelo seco	g. 86.00	56	85.5	98.5
Contenido de agua	% 9.7	12.7	15.9	18.8
Peso volumétrico seco	g/cm ³ 1.643	1.807	1.661	1.609

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.810	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	12.30	%

GRAFICO DEL PROCTOR









Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 99- Informes de laboratorio-CBR-Adición 1.5%-POLYCOM-C4



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES





Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Técnico: BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis: ANALISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM
Ubicación: Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión: Bagua Grande, Septiembre del 2022

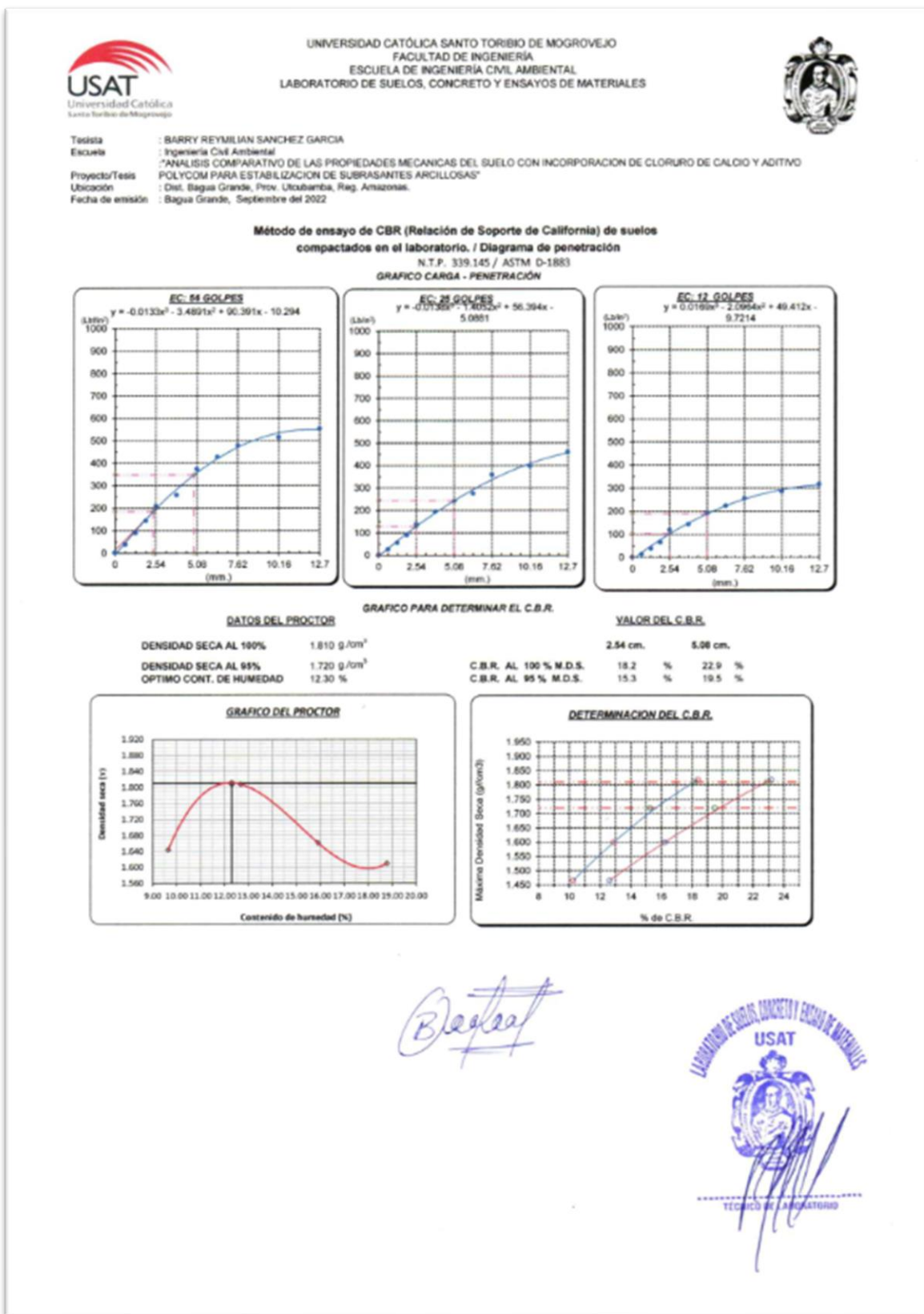
CAICATA: C-4
MUESTRA: M-4 : ADICION DEL 1.5% DE ADITIVO POLYCOM **PROFUNDIDAD:** 0.20 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
	A-1		A-2		A-3									
N° Molde	5		5		5									
N° Capa	5		5		5									
N° Golpes por capa	56		25		12									
CONDICION DE LA MUESTRA														
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado									
	Saturado		Sin Saturado		Saturado									
Peso molde + Suelo húmedo	12852.8	13090	12354.4	12850	12061	12350								
Peso de molde (g)	8527	8527	8525	8525	8544	8544								
Peso del suelo húmedo (g)	4325.8	4563	3829.4	4125	3517	3806								
Volumen del molde (cc)	2119	2119	2120	2120	2121	2121								
Densidad húmeda (g/cc)	2.041	2.153	1.806	1.945	1.658	1.794								
% de humedad	12.25	17.83	12.96	20.80	13.16	21.50								
Densidad seca (g/cc)	1.819	1.827	1.590	1.611	1.465	1.477								
HUMEDAD														
Tarro N°	-	-	-	-	-	-								
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	286.5	286.5	456.3	456.3	321.4	321.4								
Tarro + Suelo seco (gr.)	266.2	266.2	4325.8	4325.8	296.0	296.0								
Peso del Agua (gr.)	20.4	20.4	237.2	237.2	25.4	25.4								
Peso del tarro (gr.)	100	100	0	0	100	100								
Peso del suelo seco (gr.)	166.2	166.2	4248.5	4248.5	196.0	196.0								
% de humedad	12.25	12.25	17.83	17.83	12.96	12.96								
Promedio de Humedad (%)	12.25		17.83		12.96									
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
29/10/2022	14.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
30/10/2022	14.2	24	26	0.650	20	0.500	15	0.375	15	0.375	15			
31/10/2022	14.2	48	29	0.650	28	0.650	26	0.650	26	0.650	26			
01/11/2022	14.2	72	27	0.675	34	0.850	35	0.875	35	0.875	35			
01/11/2022	14.2	96	28	0.700	40	1.000	42	1.050	42	1.050	42			
			4.57	total	15.33	4.57	total	21.90	4.57	total	22.90			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbr/ pulg ²	Lbr/ pulg ²	%	Lect. Dial	Lbr/ pulg ²	Lbr/ pulg ²	%	Lect. Dial	Lbr/ pulg ²	Lbr/ pulg ²	%
0.000	0.000	0'00"	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2		
0.640	0.025	0'30"	19	39	10	27	5	15	5	15	5	15		
1.270	0.050	1'00"	36	90	22	56	15	39	15	39	15	39		
1.910	0.075	1'30"	58	144	36	90	26	66	26	66	26	66		
2.540	0.100	2'00"	85	210	56	139	48	119	48	119	48	119		
3.810	0.125	3'00"	105	259	79	195	58	144	58	144	58	144		
5.080	0.150	4'00"	152	373	99	242	79	195	79	195	79	195		
6.350	0.200	5'00"	174	427	112	276	91	224	91	224	91	224		
7.620	0.300	6'00"	195	478	146	359	104	256	104	256	104	256		
10.160	0.400	8'00"	210	515	162	396	118	285	118	285	118	285		
12.700	0.500	10'00"	226	554	187	459	129	317	129	317	129	317		


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 100-**Informes de laboratorio-CBR-Adición 1.5%-POLYCOM-C4**




Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 101- Informes de laboratorio-Proctor Modificado-Adición 2%-POLYCOM-C4



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/ft³))
N.L.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : BARRY REYMIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Testis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO CON INCORPORACIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBSTRANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

CLASIFICACIÓN: C-4

MUESTRA: M-3: ADICIÓN DEL 2% DE ADITIVO POLYCOM

PROFUNDIDAD: 0.20 m - 1.50 m

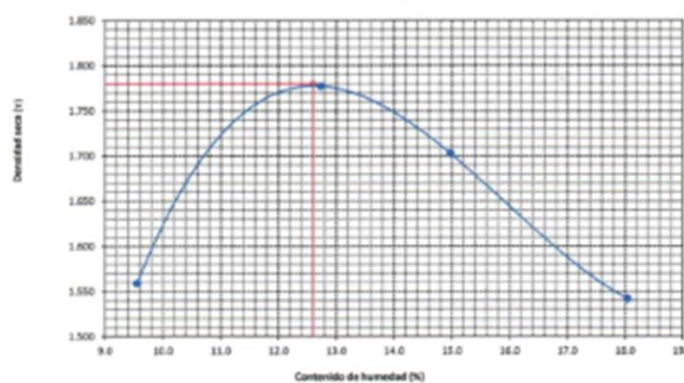
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	11651.8	12281	12183.4	11890.24
Peso del molde	g	8022	8022	8022	8022
Peso del suelo húmedo compactado	g	3629.8	4258.8	4161.4	3868.24
Volumen del molde	cm ³	2125.5	2125.5	2125.5	2125.5
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.708	2.004	1.958	1.820


CONTENIDO DE HUMEDAD


N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	54.70	153.50	96.50	127.30
Peso del suelo seco + tara	g	51.50	145.20	86.80	110.82
Peso de tara	g	18.00	80.00	22.00	19.50
Peso de agua	g	3.20	8.30	9.7	16.48
Peso de suelo seco	g	33.50	65.2	64.8	91.32
Contenido de agua	%	9.6	12.7	15.0	18.0
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.559	1.777	1.703	1.542

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.790	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	12.60	%

GRAFICO DEL PROCTOR








USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
TECNICO DE LABORATORIO


Personal del Área de Control de Calidad: jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental – USAT

ANEXO N° 102- Informes de laboratorio-CBR-Adición 2%-POLYCOM-C4



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : BARRY REYMIJAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/tesis : *ANALISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

CALCATA : C-4

PROFUNDIDAD : 0.20 m - 1.50 m

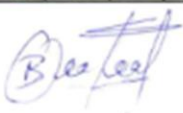

MUESTRA : M-1: ADICION DEL 2% DE ADITIVO POLYCOM

COMPACTACIÓN						
N° Molde	A-1		A-2		A-3	
N° Capa	5		5		5	
N° Golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	12792.8	12990	12314.4	12650	11991	12390
Peso de molde (g)	8527	8527	8525	8525	8544	8544
Peso del suelo húmedo (g)	4265.8	4463	3789.4	4125	3447	3846
Volumen del molde (cc)	2119	2119	2129	2120	2121	2121
Densidad húmeda (g/cc)	2.013	2.106	1.787	1.946	1.626	1.813
% de humedad	12.62	17.33	12.95	21.95	13.24	24.98
Densidad seca (g/cc)	1.787	1.795	1.582	1.596	1.435	1.451

HUMEDAD												
Tarro N°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	285.6	285.6	4463	4463	321.5	321.5	4125	4125	275.6	275.6	3846.0	3846.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	264.8	264.8	4265.8	4265.8	296.1	296.1	3789.4	3789.4	256.0	256.0	3447.0	3447.0
Peso del Agua (gr.)	20.8	20.8	197.2	197.2	25.4	25.4	335.6	335.6	19.6	19.6	399.0	399.0
Peso del tarro (gr.)	100	100	0	0	100	100	0	0	108	108	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	164.8	164.8	4190.9	4190.9	196.1	196.1	3730.4	3730.4	148.0	148.0	3308.2	3308.2
% de humedad	12.62	12.62	17.33	17.33	12.95	12.95	21.95	21.95	13.24	13.24	24.98	24.98
Promedio de Humedad (%)	12.62	12.62	17.33	17.33	12.95	12.95	21.95	21.95	13.24	13.24	24.98	24.98

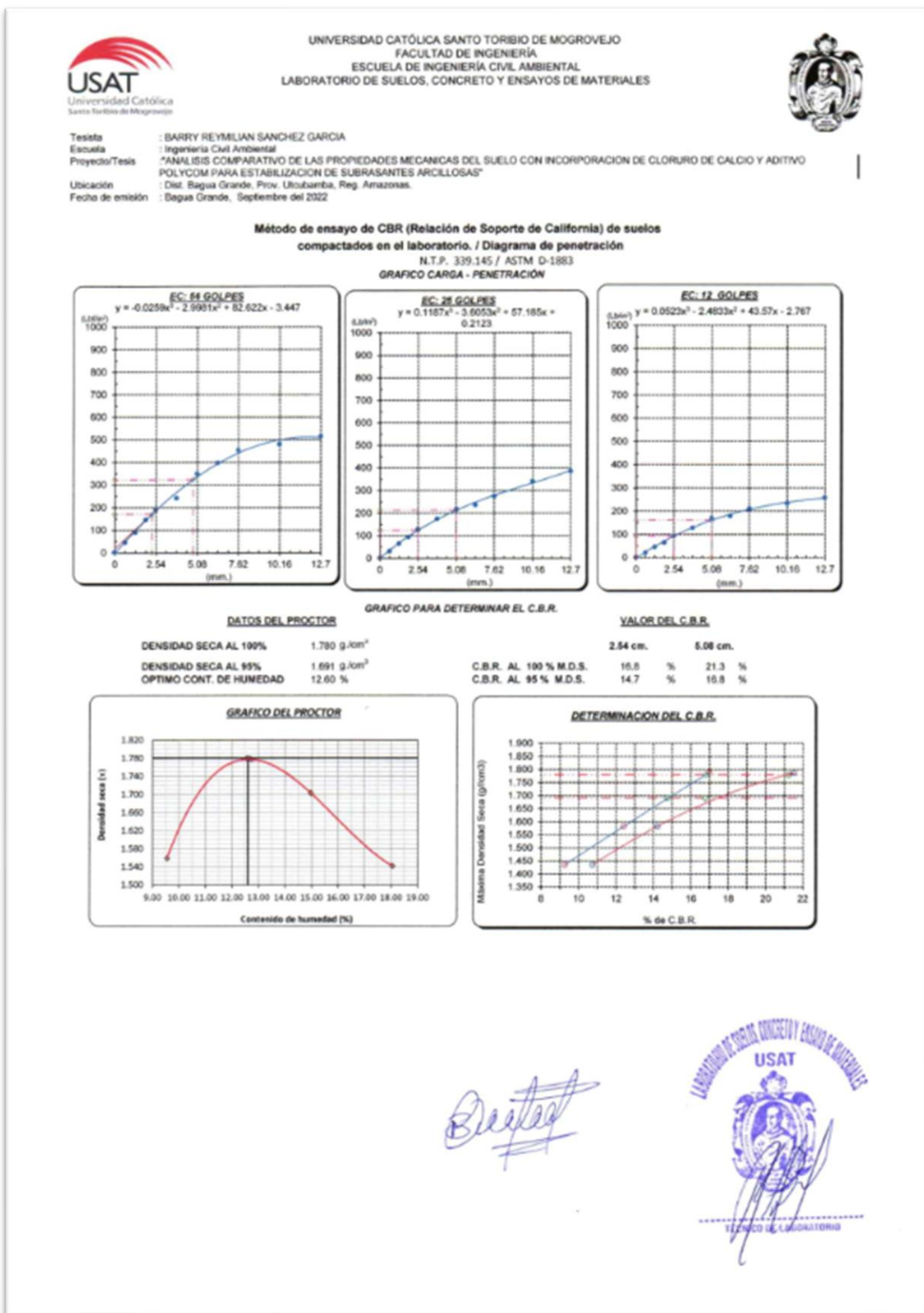
EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%	
29/10/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30/10/2022	14.3	24	23	0.575		18	0.450		20	0.500		
31/10/2022	14.3	48	34	0.600		34	0.600		26	0.650		
01/11/2022	14.3	72	25	0.625		29	0.725		29	0.725		
01/11/2022	14.3	96	27	0.675		30	0.750		32	0.800		
			4.57	total	14.78	4.57	total	16.42	4.57	total	17.52	

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbs/in ²	Libr/ pulg ²	Libr/ pulg ²	%	Libr/ pulg ²	Libr/ pulg ²	Libr/ pulg ²	%	Libr/ pulg ²	Libr/ pulg ²	Libr/ pulg ²	%	
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.840	0.025	0'30"		18	46			12	32			8	22		
1.270	0.050	1'00"		36	90			26	66			18	46		
1.910	0.075	1'30"		59	146			38	95			26	66		
2.540	0.100	2'00"	1000	78	193	169.7	17.0	52	129	124.1	12.4	38	95	92.7 9.3	
3.810	0.125	3'00"		98	242			71	175			52	129		
5.080	0.150	4'00"	1500	142	349	322.7	21.5	89	220	213.2	14.2	69	171	161.3 10.8	
6.350	0.200	5'00"		182	398			96	237			73	180		
7.620	0.300	6'00"		185	454			112	275			86	212		
10.160	0.400	8'00"		195	481			139	342			95	234		
12.700	0.500	10'00"		210	515			157	386			105	256		


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 103-**Informes de laboratorio-CBR-Adición 2%-POLYCOM-C4**




Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 104-Informes de laboratorio-Proctor Modificado-Adición 1%-CLORURO DE CALCIO-C4



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie·lb/pie³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Terista : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO CON INCORPORACIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

CAJONETA : C-4

PROFUNDIDAD : 0.20 m - 1.50 m

MUESTRA : M-1: ADICIÓN DEL 1% DE ADITIVO CLORURO DE CALCIO

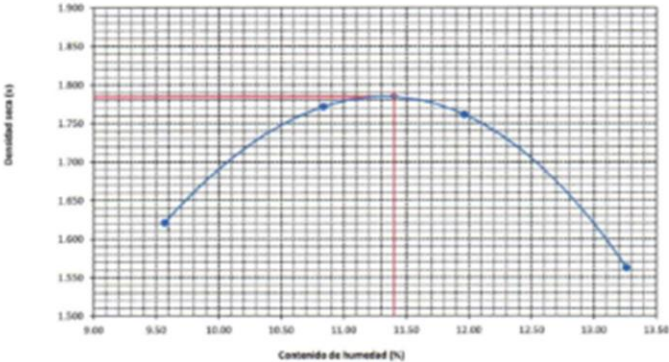
Número de ensayo	1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g. 11797.1	12196	12214.1	11784
Peso del molde	g. 8022	8022	8022	8022
Peso del suelo húmedo compactado	g. 3775.1	4174	4192.1	3762
Volumen del molde	cm ³ 2125.5	2125.5	2125.5	2125.5
Peso del volumen húmedo	g/cm ³ 1.776	1.964	1.972	1.770


CONTENIDO DE HUMEDAD


N° Recipiente	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g. 53.50	151.60	95.00	122.00
Peso del suelo seco + tara	g. 50.40	144.60	87.20	110.00
Peso de tara	g. 18.00	80.00	22.00	19.50
Peso de agua	g. 3.10	7.00	7.8	12
Peso de suelo seco	g. 32.40	64.6	65.2	90.5
Contenido de agua	% 9.57	10.84	11.96	13.26
Peso volumétrico seco	g/cm ³ 1.621	1.772	1.762	1.563

DENSIDAD MÁXIMA SECA	1.785	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	11.40	%

GRAFICO DEL PROCTOR








Personal del Área de Control de Calidad: jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 105-Informes de laboratorio-CBR-Adición 1%-CLORURO DE CALCIO-C4



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Teis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022



CALCATA : C-4 **PROFUNDIDAD** : 0.20 m - 1.50 m
MUESTRA : M-1: ADICION DEL 1% DE ADITIVO CLORURO DE CALCIO

COMPACTACIÓN						
N° Molde	A-1		A-2		A-3	
	5	5	5	5	5	5
N° Capa	5		5		5	
N° Golpes por capa	56		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	12742.3	12890	12345.4	12420	12090.0	12290
Peso de molde (g)	857	8527	8575	8525	8544	8544
Peso del suelo húmedo (g)	4215.3	4363	3820.4	3895	3546	3746
Volumen del molde (cc)	2319.2	2119	2320	2120	2121	2121
Densidad húmeda (g/cc)	1.889	2.069	1.802	1.837	1.672	1.766
% de humedad	11.38	14.95	11.56	13.54	12.18	17.90
Densidad seca (g/cc)	1.786	1.791	1.615	1.618	1.490	1.498

HUMEDAD										
Tarro N°	-		-		-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	345.6	345.6	4383	4383	387.6	387.6	3895	3895	365.9	365.9
Tarro + Suelo seco (gr)	329.5	329.5	4215.3	4215.3	357.8	357.8	3820.4	3820.4	337.9	337.9
Peso del Agua (gr)	25.1	25.1	147.7	147.7	29.8	29.8	74.6	74.6	28.0	28.0
Peso del tarro (gr)	100	100	0	0	100	100	0	0	108	108
Peso del suelo seco (gr)	229.5	229.5	4141.3	4141.3	257.8	257.8	3759.7	3759.7	229.9	229.9
% de humedad	11.38	11.38	14.95	14.95	11.56	11.56	13.54	13.54	12.18	12.18
Promedio de Humedad (%)	11.38		14.95		11.56		13.54		12.18	

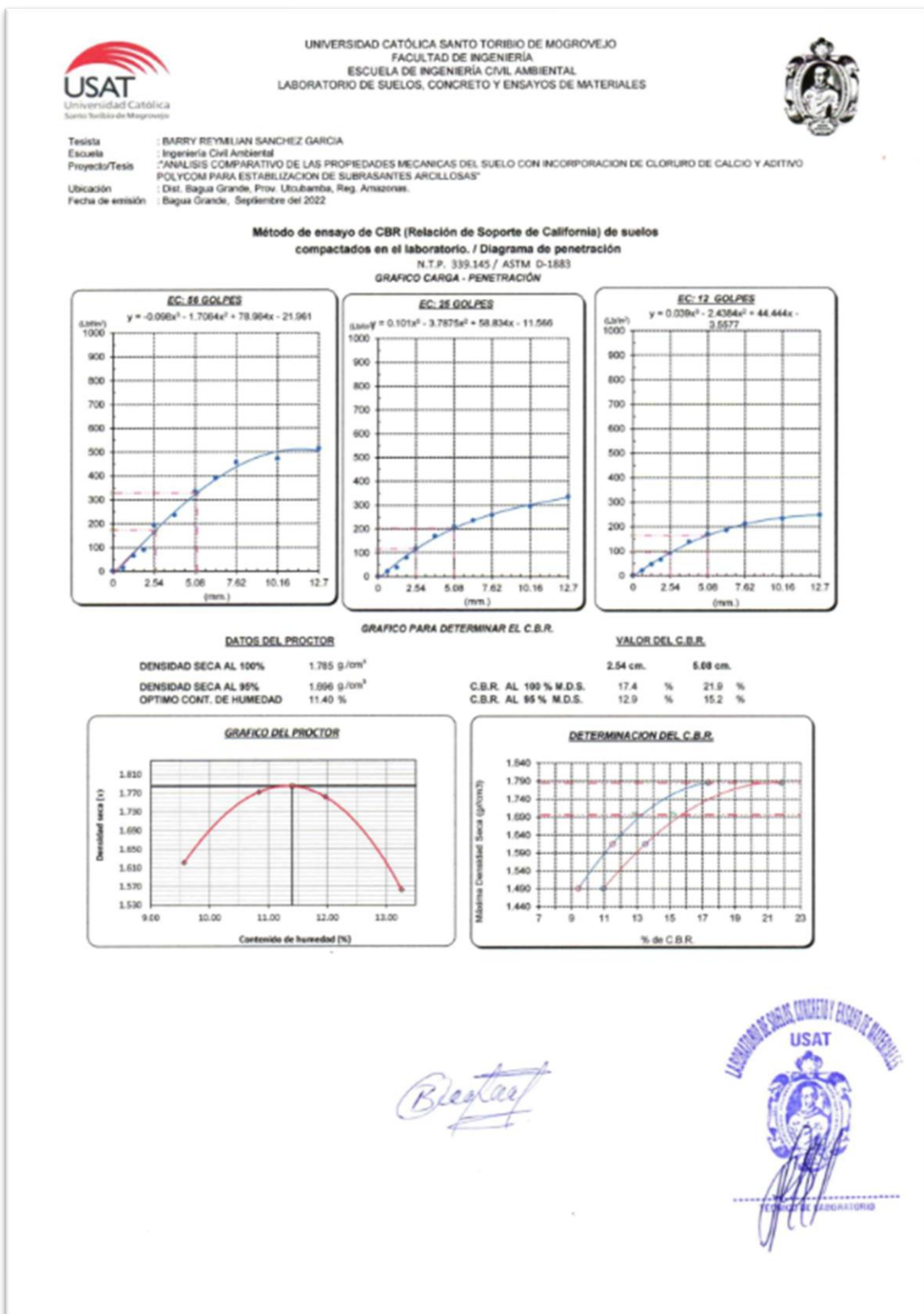
EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Putg	%		Putg	%		Putg	%
28/10/2022	13.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30/10/2022	13.2	24	25	0.625	29	0.500	15	0.375			
31/10/2022	13.2	48	28	0.650	24	0.600	26	0.650			
01/11/2022	13.2	72	26	0.650	29	0.725	32	0.800			
01/11/2022	13.2	96	27	0.675	32	0.800	34	0.850			
			4.57	total	14.75	4.57	total	17.52	4.57	total	18.61

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	putg.		Lb/ft²	Libr/ pulg²	Libr/ pulg²	%	Libr/ pulg²	Libr/ pulg²	Libr/ pulg²	%	Libr/ pulg²	Libr/ pulg²	Libr/ pulg²	%	
0.000	0.000	0'00"		0	2		0	2		0	2		0	2	
0.640	0.025	0'30"		5	15		8	22		8	22		8	22	
1.279	0.090	1'00"		25	66		15	39		18	46		18	46	
1.910	0.075	1'30"		34	90		32	80		26	66		26	66	
2.540	0.100	2'00"	1000	75	193	173.7	17.37	46	119	115.1	11.5	37	93	94.2	
3.810	0.125	3'00"		96	237			69	171			56	136		
5.080	0.150	4'00"	1500	136	334	328.4	21.9	85	210	202.8	13.5	69	171	164.4	
6.350	0.200	5'00"		159	390			96	237			75	185		
7.620	0.300	6'00"		188	456			105	259			86	212		
10.180	0.400	8'00"		192	471			120	295			85	234		
12.700	0.500	10'00"		210	515			130	334			101	240		


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 106-**Informes de laboratorio-CBR-Adición 1%-CLORURO DE CALCIO-C4**




Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 107- Informes de laboratorio-Proctor Modificado-Adición 1.5%-CLORURO DE CALCIO-C4



USAT
Universidad Católica
Santa Teresita de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-ib)(pie³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Titista : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

CALETA: C-4
MAESTRA: M-1: ADICION DEL 1.5% DE ADITIVO CLORURO DE CALCO

PROFUNDIDAD: 0.20 m - 1.50 m

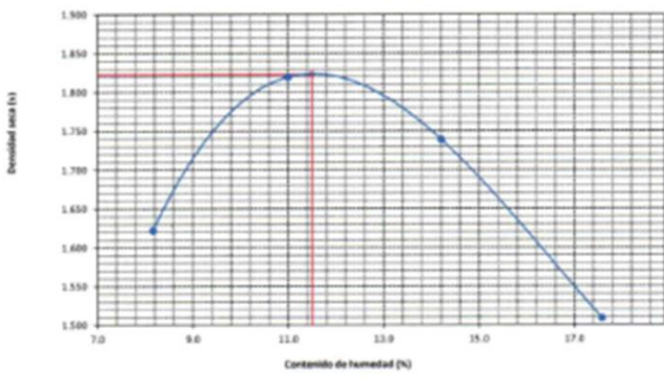
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	11751.1	12315	12243.1	11792
Peso del molde	g.	8022	8022	8022	8022
Peso del suelo húmedo compactado	g.	3729.1	4293	4221.1	3770
Volumen del molde	cm ³	2125.5	2125.5	2125.5	2125.5
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.754	2.020	1.986	1.774


CONTENIDO DE HUMEDAD


N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	93.50	136.50	126.50	126.50
Peso del suelo seco + tara	g.	87.80	130.90	113.50	110.50
Peso de tara	g.	16.00	80.00	22.00	19.50
Peso de agua	g.	5.70	5.60	13	16
Peso de suelo seco	g.	69.80	50.9	91.5	91
Contenido de agua	%	8.2	11.0	14.2	17.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.622	1.820	1.739	1.508

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.823	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	11.5	%

GRAFICO DEL PROCTOR









Personal del área de Control de Calidad: jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos/Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA.

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 108- Informes de laboratorio-CBR-Adición 1.5%-CLORURO DE CALCIO-C4



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/tesis : ANALISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022



CALICATA : C-4
MUESTRA : M-1 : ADICION DEL 1.5% DE ADITIVO CLORURO DE CALCO **PROFUNDIDAD** : 0.20 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN											
N° Molde	A-1				A-2				A-3		
	5				5				5		
N° Capas	56				25				12		
N° Golpes por capa	56				25				12		
CONDICION DE LA MUESTRA											
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	12832.3		13069		12305.4		12710		12010		12210
Peso de molde (g)	8527		8527		8524		8524		8544		8544
Peso del suelo húmedo (g)	4305.3		4503		3781.4		4186		3466		3666
Volumen del molde (cc)	2119		2119		2129		2120		2121		2121
Densidad húmeda (g/cc)	2.032		2.139		1.784		1.975		1.634		1.728
% de humedad	11.52		16.90		11.05		22.52		11.69		17.55
Densidad seca (g/cc)	1.822		1.830		1.598		1.612		1.463		1.470

HUMEDAD												
Tarro N°	-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	325.6	325.4	4533	4533	286.9	286.9	4186	4186	375.5	375.5	3666.0	3666.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	302.3	302.3	4305.3	4305.3	267.4	267.4	3781.4	3781.4	347.5	347.5	3466.0	3466.0
Peso del Agua (gr.)	23.3	23.3	227.7	227.7	19.5	19.5	404.6	404.6	28.0	28.0	200.0	200.0
Peso del tarro (gr.)	100	100	0	0	100	100	0	0	108	108	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	202.3	202.3	4228.3	4228.3	167.4	167.4	3721.9	3721.9	239.5	239.5	3416.0	3416.0
% de humedad	11.52	11.52	16.90	16.90	11.65	11.65	22.52	22.52	11.69	11.69	17.55	17.55
Promedio de Humedad (%)	11.52		16.90		11.65		22.52		11.69		17.55	

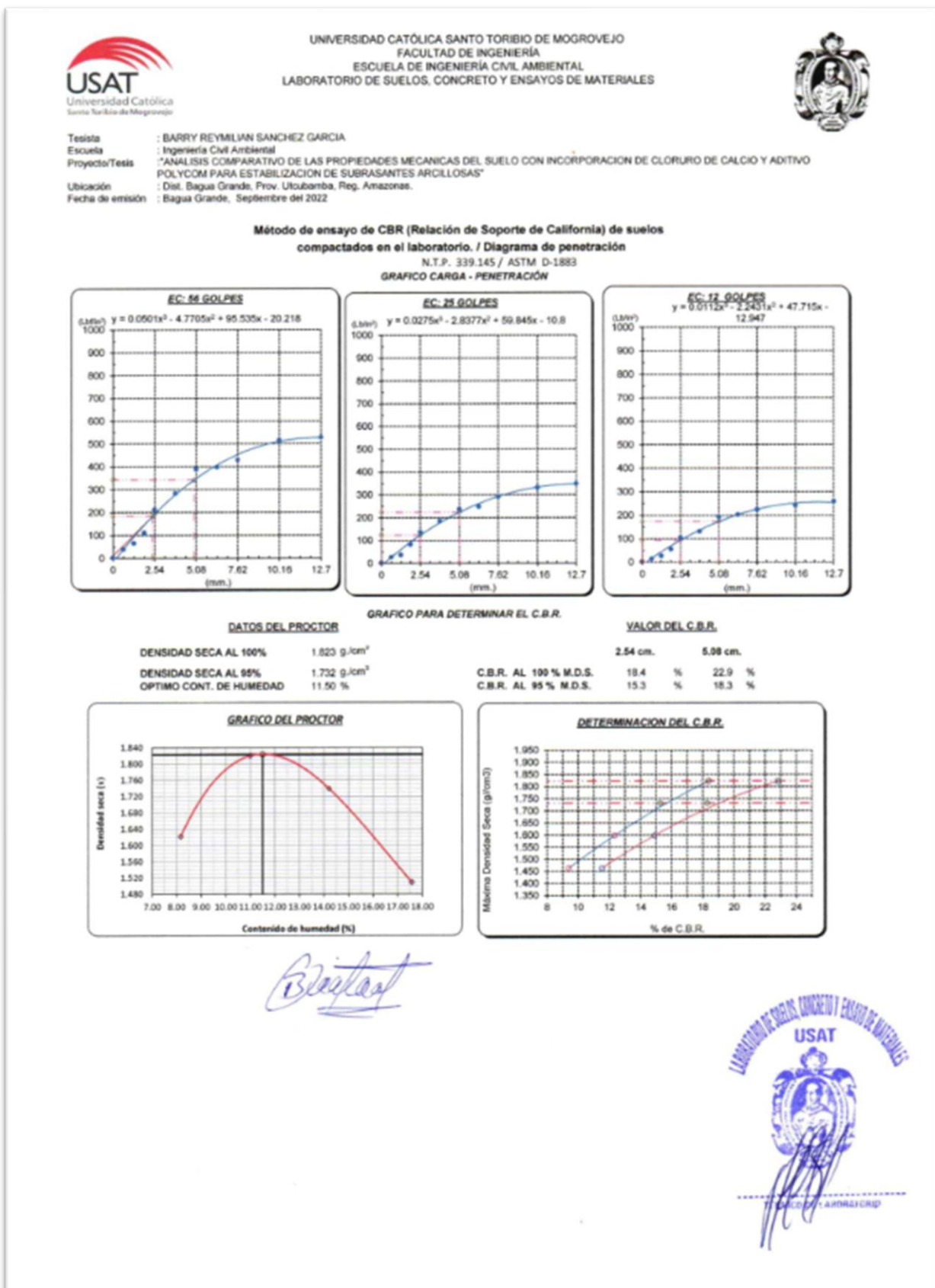
EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%
28/10/2022	13.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30/10/2022	13.3	24	26	0.650		29	0.500		15	0.375	
31/10/2022	13.3	48	27	0.675		29	0.500		15	0.375	
01/11/2022	13.3	72	27	0.675		29	0.500		15	0.375	
01/11/2022	13.3	96	28	0.700		29	0.500		15	0.375	
			4.57	total	15.33	4.57	total	10.95	4.57	total	8.21

PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	%	
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2		0	2			
0.040	0.025	0'30"	15	39			10	27		5	15			
1.270	0.050	1'00"	26	66			14	36		10	27			
1.910	0.075	1'30"	45	112			33	83		22	56			
2.540	0.100	2'00"	86	212	183.5	18.4	55	137	123.3	12.3	42	105	94.0	9.4
3.810	0.125	3'00"	115	283			75	185		53	132			
5.080	0.150	4'00"	188	388	342.2	22.8	96	237	223.6	14.9	78	193	173.0	11.5
6.350	0.200	5'00"	182	398			101	249		82	202			
7.620	0.300	6'00"	175	430			119	290		91	224			
10.160	0.400	8'00"	219	515			135	332		98	242			
12.700	0.500	10'00"	215	527			142	349		105	259			





Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 109- Informes de laboratorio-CBR-Adición 1.5%-CLORURO DE CALCIO-C4




ANEXO N° 110-Informes de laboratorio-Proctor Modificado-Adición 2%-CLORURO DE CALCIO-C4



USAT
Universidad Católica
Santa Teresita de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/ft³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

Testista : BARRY REYMEJAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCIO Y ADITIVO POLYCOM PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTES ARCILLOSAS"
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022

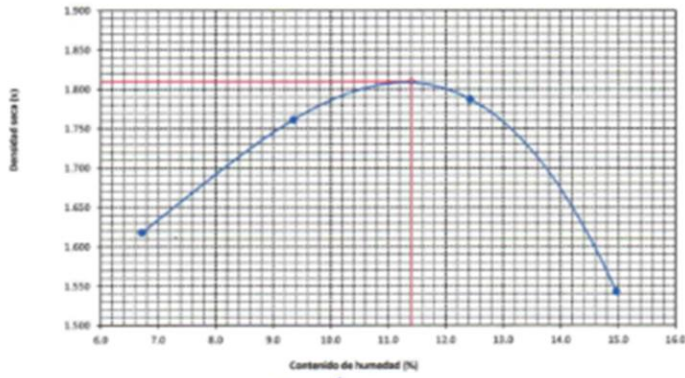
CALCETA : C-4 **PROFUNDIDAD** : 0.20 m - 1.50 m
MUESTRA : M-1: ADICION DEL 2% DE ADITIVO CLORURO DE CALCIO


Número de ensayo	1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g. 11891.8	12116	12293.4	11792.24
Peso del molde	g. 8022	8022	8022	8022
Peso del suelo húmedo compactado	g. 3869.8	4093.8	4271.4	3770.24
Volumen del molde	cm ³ 2125.5	2125.5	2125.5	2125.5
Peso del volumen húmedo	g/cm ³ 1.727	1.926	2.010	1.774


N° Recipiente	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g. 89.50	156.00	132.40	104.00
Peso del suelo seco + tara	g. 85.00	149.50	120.20	93.00
Peso de tara	g. 18.00	80.00	22.00	19.50
Peso de agua	g. 4.50	6.50	12.2	11
Peso de suelo seco	g. 67.00	69.5	98.2	73.5
Contenido de agua	% 6.7	9.4	12.4	15.0
Peso volumétrico seco	g/cm ³ 1.618	1.761	1.798	1.543

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.810	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	11.40	%

GRAFICO DEL PROCTOR








Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA


Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 111- Informes de laboratorio-CBR-Adición 2%-CLORURO DE CALCIO-C4



USAT
Universidad Católica
Santa Teresita de Magrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : BARRY REYMILIAN SANCHEZ GARCIA
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/tesis : ANALISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO CON INCORPORACION DE CLORURO DE CALCO Y ADITIVO POLYCOM
Ubicación : Dist. Bagua Grande, Prov. Utcubamba, Reg. Amazonas.
Fecha de emisión : Bagua Grande, Septiembre del 2022



CAJICATA : C-4
MUESTRA : M-1: ADICION DEL 2% DE ADITIVO CLORURO DE CALCIO **PROFUNDIDAD** : 0.20 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN											
N° Molde	A-1				A-2				A-3		
	5				5				5		
N° Capas	56				25				12		
N° Golpes por capa	56				25				12		
CONDICION DE LA MUESTRA											
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	12809.8		12990		12554.4		12790		12191		12390
Peso de molde (g)	8527		8527		8525		8525		8544		8544
Peso del suelo húmedo (g)	4282.8		4463		4029.4		4265		3647		3846
Volumen del molde (cc)	2119		2119		2120		2120		2121		2121
Densidad húmeda (g/cc)	2.021		2.106		1.901		2.012		1.719		1.813
% de humedad	11.46		15.74		11.95		17.90		12.78		18.32
Densidad seca (g/cc)	1.813		1.820		1.698		1.706		1.525		1.533

HUMEDAD												
Tamo N°	-		-		-		-		-			
Tamo + Suelo húmedo (gr.)	401.5	401.5	4463	4463	389.8	389.8	4265	4265	412.5	412.5	3846.0	3846.0
Tamo + Suelo seco (gr.)	370.5	370.5	4282.8	4282.8	341.0	341.0	4029.4	4029.4	378.0	378.0	3647.0	3647.0
Peso del Agua (gr.)	31.0	31.0	180.2	180.2	28.8	28.8	235.6	235.6	34.5	34.5	199.0	199.0
Peso del tamo (gr.)	100	100	0	0	100	100	0	0	100	100	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	270.5	270.5	4206.5	4206.5	241.0	241.0	3962.1	3962.1	270.0	270.0	3592.2	3592.2
% de humedad	11.46	11.46	15.74	15.74	11.95	11.95	17.90	17.90	12.78	12.78	18.32	18.32
Promedio de Humedad (%)	11.46		15.74		11.95		17.90		12.78		18.32	

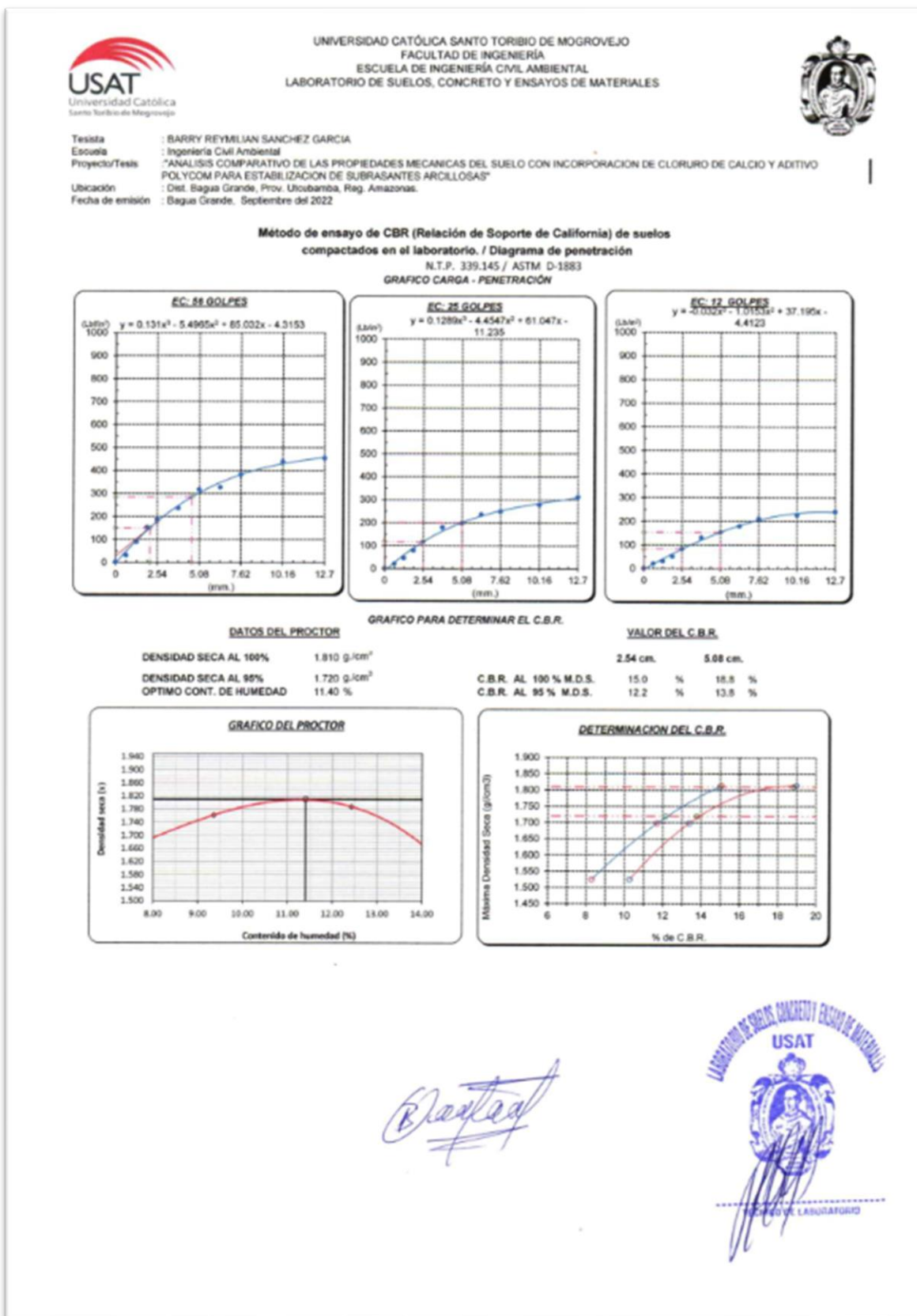
EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%
29/10/2022	13.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30/10/2022	13.5	24	25	0.625		20	0.500		15	0.375	
31/10/2022	13.5	48	25	0.625		22	0.550		18	0.450	
01/11/2022	13.5	72	26	0.650		26	0.650		23	0.575	
01/11/2022	13.5	96	28	0.700		30	0.750		32	0.800	
			4.57	total	15.33	4.57	total	16.42	4.57	total	17.52

PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Libr/ pulg ²	Libr/ pulg ²	%	Lect. Dial	Libr/ pulg ²	Libr/ pulg ²	%	Lect. Dial	Libr/ pulg ²	Libr/ pulg ²	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	12	32			8	22			8	22		
1.270	0.050	1'00"	26	90			18	46			12	32		
1.910	0.075	1'30"	62	154			32	80			20	51		
2.540	0.100	2'00"	76	188	150.6	15.1	47	117	117.2	11.7	34	85	83.0	8.3
3.810	0.125	3'00"	96	237			73	180			53	132		
5.080	0.150	4'00"	129	317	284.5	19.0	80	198	200.8	13.4	62	154	154.1	10.3
6.350	0.200	5'00"	132	327			96	237			73	180		
7.620	0.300	6'00"	156	383			101	249			85	212		
10.160	0.400	8'00"	179	439			113	278			92	227		
12.700	0.500	10'00"	185	454			127	312			98	242		

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

ANEXO N° 112- Informes de laboratorio-CBR-Adición 2%-CLORURO DE CALCIO-C4



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental – USAT

ANEXO N° 112: REPORTE DE SIMILITUD DE TURNITING.

