

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



**Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no
pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y
demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022**

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

AUTOR

Aracelly Yvette Torres Mio

ASESOR

Fidel Ortiz Zapata

<https://orcid.org/0000-0002-1239-7290>

Chiclayo, 2025

**Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no
pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y
demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022**

PRESENTADA POR
Aracelly Yvette Torres Mio

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

INGENIERO CIVIL

Angel Alberto Lorren Palomino
PRESIDENTE

Juan Merino Roncero
SECRETARIO

Fidel Ortiz Zapata
VOCAL

Dedicatoria

Dedicado a mis seres queridos que me han brindado su apoyo incondicional durante este difícil camino académico. Debido a su cariño, paciencia y ánimo, fueron esenciales para este logro. Agradezco a mis padres Segundo y Marleni por su constante motivación y sacrificio, a mi hermana Yoleisy por su comprensión y compañía y a mi enamorado Gian, a mis amigos por su apoyo incondicional. Esta tesis va dedicada a todos ustedes, porque sin su presencia y fe, este sueño no sería posible. Gracias por creer en mí y ser mi inspiración.

Agradecimientos

Primero agradezco a Dios, por guiarme en este recorrido y a todos aquellos que me ayudaron a concluir este trabajo de investigación.

Al Ing. Fidel Ortiz Zapata, mi asesor académico y al Ing. Atilio López Carranza por su orientación profesional y valiosos consejos durante todo el curso.

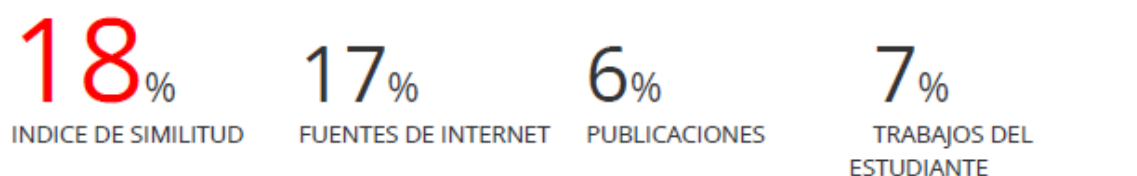
A los demás ingenieros como y laboratoristas que me han brindado sus conocimientos para poder concluir con mi investigación.

A mi familia por su comprensión y aliento a lo largo de este proceso.

A mis amigos por el apoyo moral y motivación constante, y a mi enamorado Gian quien me ayudó en este proceso de investigación.

Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1%
7	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1%
8	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1%

ÍNDICE

Resumen	12
Abstract	13
Introducción	14
Revisión de literatura	18
1. Antecedentes	18
1.1. Antecedentes Internacionales.....	18
1.2. Antecedentes nacionales	20
2. Bases teóricas	21
2.1. Normativa	21
2.2. Ensayos para los materiales	21
2.3. Pavimento	23
2.4. Subrasante	24
2.5. Caucho	25
2.6. Residuos de construcción y demolición (RCD).....	26
2.7. Impacto Ambiental.....	26
Materiales y métodos	29
1. Tipo y nivel de Investigación	29
2. Diseño de investigación	29
3. Población y muestras de estudio	29
3.1. Población.....	29
3.2. Muestra.....	30
3.3. Criterio de selección.....	32
3.4. Hipótesis	32
3.5. Operacionalización de variables	32
3.6. Técnica e instrumentos de recolección de datos	33
3.7. Tramo de prueba	44
3.8. Análisis de costos unitarios con adición	44
3.9. Consideraciones éticas	54
Resultados y discusión	56
1. Resultados de los ensayos para la muestra patrón.....	56
2. Resultados con adición.....	59
3. Tramo de prueba.....	69
4. Resumen de los costos unitarios usando diferentes adiciones	70
Conclusiones	76
Recomendaciones	78
Referencias	79
Anexos	83
Anexo 1: Informe emitido hacia la Municipalidad de la Victoria	83
Anexo 2: Respuesta de aceptación de la Municipalidad de La Victoria.....	84

Anexo 3: Panel fotográfico	85
Anexo 4: Ensayos de laboratorio	94
Anexo 5: Conteo vehicular (1 semana).....	187
Anexo 6: Plano georeferenciados de calicatas.....	194
Anexo 7: Autorización para adquirir caucho	195

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Calle donde se realizará el estudio, Mesones Muro.....	30
Ilustración 2: Mapa mental sobre la estrategia de análisis de datos.....	34
Ilustración 3: Estudio para la clasificación de tráfico vehicular.....	34
Ilustración 4: Zona de estudio. Fuente: Google maps.....	35
Ilustración 5: Toma de muestras de las tres calicatas seleccionadas.....	35
Ilustración 6: Secado de calicatas a temperatura ambiente.....	36
Ilustración 7: Ensayo de contenido de humedad.....	36
Ilustración 8: Lavado de la malla #200.....	37
Ilustración 9: Granulometría de suelos.....	37
Ilustración 10: Ensayo de Límite Líquido.....	38
Ilustración 11: Ensayo de Límite Plástico.....	39
Ilustración 12: Ensayo de gravedad específica.....	39
Ilustración 13: Ensayo de Proctor modificado.....	40
Ilustración 14: Ensayo de CBR.....	41
Ilustración 15: Proceso de trituración.....	43
Ilustración 16: Ensayo de densidad de campo.....	44
Ilustración 17: Toma de muestras de las tres calicatas analizadas.....	85
Ilustración 18: Secado del material al sol.....	85
Ilustración 19: Contenido de humedad.....	86
Ilustración 20: Lavado de la malla #200.....	86
Ilustración 21: Granulometría.....	87
Ilustración 22: Límites de Atterberg.....	87
Ilustración 23: Gravedad específica.....	88
Ilustración 24: Proctor Modificado.....	88
Ilustración 25: CBR.....	89
Ilustración 26: Triturado y tamizado de RCD.....	89

Ilustración 27: Límites de Atterberg con adición.....	90
Ilustración 28: Proctor modificado con adición	91
Ilustración 29: CBR con adición	91
Ilustración 30: Excavación y compactación para el tramo de prueba	92
Ilustración 31: Método de cono de arena	93

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Resumen de Proctor Modificado de las 03 calicatas.....	58
Gráfica 2: CBR de (1 in.) de penetración.....	59
Gráfica 3: CBR de (2 in.) de penetración.....	59
Gráfica 4: Resumen del IP de las tres calicatas con adición	61
Gráfica 5: Proctor Modificado para C01 con adición.	61
Gráfica 6: Proctor Modificado para C02 con adición.	62
Gráfica 7: Proctor Modificado para C03 con adición.	63
Gráfica 8: Resumen del Proctor Modificado de las tres calicatas con adición.	63
Gráfica 9: CBR de la calicata N°01 con adición.....	65
Gráfica 10: CBR de la calicata N°02 con adición.....	67
Gráfica 11: CBR de la calicata N°03 con adición.....	69
Gráfica 12: Resumen de presupuesto para distintas adiciones.....	71

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Característica del suelo, según su IP.....	23
Tabla 2: Límites para las sales totales.....	23
Tabla 3: Clasificación de Subrasante según CBR.....	24
Tabla 4: Clasificación de Suelos - Suelos de grano grueso.....	25
Tabla 5: Sistema de Clasificación de Suelos AASHTO	25
Tabla 6: Matriz de Leopold sobre el RCD	27
Tabla 7: Identificación de Impactos	28
Tabla 8: Puntos mínimos para diferentes tipos de Vía.....	30
Tabla 9: Ensayos de laboratorio	31
Tabla 10: Niveles de confianza.	32
Tabla 11: Ensayos de CBR.....	32
Tabla 12: Operacionalización de variables	33
Tabla 13: Instrumentos de recolección de datos	33
Tabla 14: Cálculo del área.....	35
Tabla 15: Origen de RCD.....	41
Tabla 16: Tipos de RCD.....	42
Tabla 17: Puntos críticos	42
Tabla 18: Costo unitario de transporte para traslado de RCD.....	45
Tabla 19: Triturado de RCD.....	45
Tabla 20: Presupuesto adicionando 4% de cal	46
Tabla 21: ACU adicionando 4% de cal viva	46
Tabla 22: Presupuesto adicionando 12% de cemento	47
Tabla 23: ACU adicionando 12% de cemento	48
Tabla 24: Presupuesto adicionando 3% de caucho y 20% de RCD	49
Tabla 25: ACU adicionando 3% caucho más 20% de RCD	49
Tabla 26: Presupuesto adicionando 3% de caucho y 30% de RCD	51

Tabla 27: ACU adicionando 3% caucho más 30% de RCD	51
Tabla 28: Presupuesto adicionando 3% de caucho y 40% de RCD	52
Tabla 29: ACU adicionando 3% caucho más 40% de RCD	53
Tabla 30: Resumen del contenido de humedad de las tres calicatas	56
Tabla 31: Resumen del ensayo de granulometría.....	56
Tabla 32: Resumen del Límite de Atterberg de las calicatas.	57
Tabla 33: Resumen de ensayo de Gravedad.....	57
Tabla 34: Clasificación del suelo mediante SUCS y AASHTO.	57
Tabla 35: Resumen del ensayo de Proctor Modificado.....	58
Tabla 36: Resultados sobre el ensayo de CBR.....	58
Tabla 37: Contenido de sales solubles totales	60
Tabla 38: Resumen del Límite de Atterberg con adición.....	60
Tabla 39: Resultados de ensayo de Proctor Modificado con Adición.	61
Tabla 40: CBR de la calicata 01 adicionando 3%C+20%RCD	64
Tabla 41: CBR de la calicata 01 adicionando 3%C+30%RCD	64
Tabla 42: CBR de la calicata 01 adicionando 3%C+40%RCD	65
Tabla 43: CBR de la calicata 02 adicionando 3%C+20%RCD	66
Tabla 44: CBR de la calicata 02 adicionando 3%C+30%RCD	66
Tabla 45: CBR de la calicata 02 adicionando 3%C+40%RCD	67
Tabla 46: CBR de la calicata 03 adicionando 3%C+20%RCD	68
Tabla 47: CBR de la calicata 03 adicionando 3%C+30%RCD	68
Tabla 48: CBR de la calicata 03 adicionando 3%C+40%RCD	69
Tabla 49: Resumen de resultados realizados por el método del cono de arena.	70
Tabla 50: Tabla resumen de los presupuestos	70

Resumen

La presente tesis tiene como objetivo analizar las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en el distrito de La Victoria, Chiclayo, mediante la incorporación de residuos de construcción y demolición (RCD) y caucho reciclado. Este estudio busca reutilizar estos materiales como nuevos recursos para abordar problemas ambientales como la explotación de canteras, las emisiones masivas de CO₂ y el manejo inadecuado de residuos sólidos, que generan toneladas de desechos cada año. Para ello, se caracterizaron las muestras naturales de suelo y se añadió RCD en porcentajes del 20%, 30% y 40%, junto con un 3% de caucho reciclado. Se realizaron ensayos como granulometría por tamizado, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR, de acuerdo con el Manual de Ensayo de Materiales. Los resultados mostraron un aumento significativo en la capacidad de soporte del suelo, siendo la combinación óptima un 40% de RCD y un 3% de caucho. Esta mezcla logró un incremento notable en el índice CBR, clasificando la subrasante como excelente. Estos hallazgos indican que el uso de RCD y caucho reciclado mejora las propiedades físicas y mecánicas del suelo, contribuyendo significativamente al mejoramiento de la infraestructura vial en el distrito de La Victoria. La reutilización de estos materiales no solo mejora la calidad de la subrasante, sino que también ofrece una solución sostenible a los problemas de gestión de residuos y contaminación ambiental.

Palabras clave: RCD, caucho reciclado, reciclaje, reutilización, subrasante.

Abstract

The objective of this thesis is to analyze the physical-mechanical properties of the subgrade in the district of La Victoria, Chiclayo, by incorporating construction and demolition waste (CDR) and recycled rubber. This study seeks to reuse these materials as new resources to address environmental problems such as quarrying, massive CO₂ emissions, and inadequate solid waste management, which generate tons of waste each year. To do this, natural soil samples were characterized and RCD was added in percentages of 20%, 30% and 40%, along with 3% recycled rubber. Tests such as sieving granulometry, Atterberg limits, modified Proctor and CBR were carried out, in accordance with the Materials Testing Manual. The results showed a significant increase in the support capacity of the soil, with the optimal combination being 40% RCD and 3% rubber. This mixture achieved a notable increase in the CBR index, classifying the subgrade as excellent. These findings indicate that the use of RCD and recycled rubber improves the physical and mechanical properties of the soil, contributing significantly to the improvement of road infrastructure in the La Victoria district. The reuse of these materials not only improves subgrade quality, but also offers a sustainable solution to waste management and environmental pollution problems.

Keywords: CDW, recycled rubber, recycling, reuse, subgrade.

Introducción

Cada día, el ser humano va en busca de nuevos recursos naturales, como materia prima que se encuentra en la ambiente con el fin de poder transformarla en aquellos materiales de construcción que usará para poder satisfacer sus necesidades básicas y tener un mejor futuro que ayudará al crecimiento de las nuevas generaciones, sin embargo, esto trae consigo uno de los problemas más impactantes que enfrenta el mundo, que es la contaminación, porque para obtener dichos materiales se tienen que explotar canteras lo que causa CO₂ a grandes cantidades, incluso mayores a lo que el planeta puede soportar y esto ocasionaría grandes daños catastróficos en el mundo y pérdidas de la naturaleza que nos rodea.

En algunos países como Arabia, su crecimiento poblacional ha aumentado y algunas de sus naciones dependen del combustible para la producción de electricidad, sin darse cuenta, que las emisiones de CO₂ que provoca la quema de combustible ha aumentado entre los años 1971 y 2016 a 9781,4 millones de toneladas representando casi un 50 % del total de CO₂ producido por esta quema de combustibles [1]. También, en países como Gran Bretaña y Tailandia, se han analizado y calculado las emisiones de CO₂ dando como resultado un 4.88 y un 28.68 de emisiones que se producen como producción de Clinker y polvo de horno de cemento como subproducto [2]. Estos hallazgos subrayan la importancia de abordar las emisiones de CO₂ asociadas con la producción de materiales de construcción como el clinker y el polvo de horno de cemento. El clinker, utilizado en la producción de cemento, es una de las principales fuentes de emisiones de CO₂ en la industria de la construcción. Su fabricación implica la calcinación de materiales a altas temperaturas, lo que libera grandes cantidades de CO₂ como subproducto. Además, el polvo de horno de cemento, otro subproducto común en la producción de cemento también contribuye significativamente a las emisiones de CO₂.

Por otro lado, la contaminación se da debido a la inadecuada gestión de estos residuos, pues cabe recalcar que cada año se van generando cantidades desmesuradas de toneladas de distintos tipos de residuos sólidos, y que cada persona en promedio genera 0,74 kilogramos y es por esto por lo que se prevé que para el 2050 se llegue a generar 3400 millones de toneladas de desechos [3]. Esta situación plantea una preocupación creciente en cuanto a su impacto en el medio ambiente y la salud pública. Los residuos sólidos mal gestionados pueden contaminar el suelo, el agua y el aire, afectando a los ecosistemas naturales y a la biodiversidad. Además, pueden representar un riesgo para la salud humana al propiciar la proliferación de enfermedades transmitidas por vectores, contaminar fuentes de agua potable y generar emisiones tóxicas durante su descomposición.

Y si de residuos hablamos, los RCD son los que más contaminan en muchos países, en donde China, como sabemos, es uno de los países más desarrollados en cuanto a construcción, pero esto también lo hace un país que más contaminantes de residuos tiene, contando con más de 2300 millones toneladas de residuos de construcción que genera al año, superando a Estados Unidos que genera 500 millones de toneladas de desperdicio anual [4], pero muchos de estos países como España que genera 47 millones de toneladas de escombros [5], no cuenta con un vertedero adecuados para su reciclado ni con la gestión adecuada de los residuos sólidos haciendo que esta se vuelva imperativa para mitigar estos impactos negativos.

El siguiente punto es que el contaminante que más crecimiento ha tenido en los últimos cinco años han sido los neumáticos, además, se sabe que, para poder obtener este material, se tiene que extraer de la naturaleza, uno de los componentes más importantes y que proviene de los árboles como lo es el caucho, y el cual, se utiliza un 90% de su utilización para la fabricación de estos neumáticos [6], incluso su descomposición, debido a los elevados litros de petróleo que también se usa, entre otros materiales; estos neumáticos tardan alrededor de 1000 años en descomponerse.

Incluso el Perú que es un país que va en desarrollo, se está viendo afectado por el aumento del desperdicio de neumáticos debido al elevado crecimiento del parque automotor en sus principales ciudades como Lima, Arequipa, Cajamarca; y este problema está siendo tan grande, que se han planteado diversas soluciones debido a sus variadas propiedades tanto elásticas como viscosas, a parte de su dureza puede ser empleado para rellenos de autopistas o como materia prima cuando se ha degradado el caucho [7].

Hay que recordar que todos estos problemas relacionados con caucho y con RCD en el Perú se pueden abordar desde diversas maneras, incluido lo relacionado con el medio ambiente, debido a que existe una falta de disposición adecuada de los neumáticos de caucho produciendo contaminación al aire de manera grave, también la acumulación de desechos en vertederos ilegales o la quema a cielo abierto, emite contaminantes tóxicos [8]; respecto a la economía se observa que al haber una gestión ineficiente de los RCD y los neumáticos usados genera una carga económica significativa para el gobierno y también para las comunidades locales debido a que se debe implementar más en la limpieza, en el mantenimiento y la restauración de áreas afectadas [9] y por último, también se ve un problema respecto a la salud pública debido a que pueden existir criaderos de mosquitos, lo que aumenta el riesgo de enfermedades transmitidas por vectores como el dengue y el zika [10].

Resumiendo, el presente trabajo busca solucionar los problemas mostrados anteriormente, en el cual, se revisó y analizó investigaciones que contienen problemáticas

similares a estudiar debido a los contaminantes que se mostraron, en el cual, se evaluará la reutilización del caucho y de los RCD que serán componentes importantes para el pavimento, en este caso como subrasante. Además, es importante mencionar que estos dos productos reciclables, son materiales eficientes y pueden ser de mucha importancia para la elaboración de la subrasante, dando como respuesta a la siguiente problemática ¿Cómo influye el adicionar caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en la evaluación de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante?

La justificación del presente estudio de investigación, en el aspecto económico se basa en que la adopción de estos materiales reciclables para la ejecución de obras viables conlleva una gran reducción en el costo en la ejecución de la obra, esta reducción de costos se traduce en un beneficio tanto para los entes encargados de la construcción como para la comunidad en general, al optimizar el uso de recursos financieros. Además de ser productos provechosos como se mencionan en algunas investigaciones, debido a que se pueden implementar nuevas alternativas de mejoramiento en subrasantes.

Ambientalmente, si se elige utilizar estos materiales reciclables para la estabilización de suelos, se ayudará a reducir las emisiones de CO₂ que se liberan en la atmósfera además de evitar la que la liberación de estas grandes contaminaciones asociadas con la extracción y procesamiento de materiales vírgenes, se promueve una huella ambiental más sostenible y se avanza hacia prácticas constructivas más eco-amigables en el cual podrán ser reutilizado debido a que estos materiales podrán ser utilizados como reemplazo del agregado tanto fino como grueso promoviendo un ahorro en materias primas.

En el aspecto tecnológico, lo que se busca es llenar un vacío de conocimiento al proporcionar información detallada sobre las posibilidades y beneficios del reciclaje de estos residuos, porque en la actualidad existe el desconocimiento de esta reutilización; además al compartir conocimientos sobre sus aplicaciones prácticas, se incentiva la innovación y se fomenta el desarrollo de nuevas tecnologías y prácticas constructivas más eficientes y respetuosas con el medio ambiente, sin olvidar que ambos materiales serán utilizados como estabilizadores del suelo, para así, poder mejorar la subrasante aportando las propiedades necesarias al suelo con bajo CBR.

Socialmente, se pretende fomentar el reciclado de estos dos productos no solo implica la generación de ingresos para los residentes de la ciudad de Chiclayo, sino también la creación de oportunidades de empleo y el fortalecimiento de la economía local. Además, al promover la investigación y el desarrollo en el ámbito de la construcción sostenible, se estimula la participación de la comunidad en la búsqueda de soluciones innovadoras para los

desafíos ambientales y sociales que enfrentamos. En última instancia, se pretende generar un impacto positivo a largo plazo, reduciendo la contaminación y promoviendo un desarrollo más equitativo y sostenible para las generaciones futuras.

Finalmente, se presenta un conjunto de objetivos para guiar el desarrollo del proyecto y abordar la pregunta central planteada en la formulación del problema. Así, el **objetivo general** de esta investigación es: Analizar las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en diferentes porcentajes; y para contribuir con su realización se tienen los siguientes **objetivos específicos**: Caracterizar los residuos de construcción y demolición a utilizar. Identificar las propiedades físico-mecánico de la subrasante del suelo natural del distrito de la Victoria como muestra patrón. Identificar las propiedades físico-mecánico del caucho reciclado y del residuo de construcción y demolición. Describir los porcentajes del caucho y residuos de construcción y demolición que se trabajarán para su óptima utilización en el diseño de mezcla. Realizar el diseño de mezcla adicionando 3% de caucho reciclado como porcentaje fijo y el 20%, 30% y 40% de residuos de construcción y demolición. Realizar un tramo de prueba en el distrito de la Victoria para comparar las propiedades físico-mecánico utilizando 3% de caucho reciclado y el 20%, 30% y 40% de residuos de construcción y demolición. Analizar la variación del costo de la estabilización de la subrasante mediante la adición de caucho reciclado y residuos de construcción y demolición con la subrasante del terreno natural de La Victoria. Comparar las propiedades físico-mecánico de la muestra patrón con la adición del caucho y el residuo de construcción y demolición fundamentándose con la Norma Técnica Peruana y el ASTM.

Revisión de literatura

1. Antecedentes

1.1. Antecedentes Internacionales

Kavinkumar, Elavarasan, etc [11], mencionan que, en la India, en los últimos tres años, aparecen 33 millones de vehículos de los cuales solo el 4% se recicla, por tal motivo, este artículo ha realizado pruebas con el 2% de caucho de desecho en donde se logra obtener la mayor potencia del CBR hasta un 10.26% y para un suelo estabilizado el valor es de 23.76% mientras para un suelo estabilizado estándar el resultado es de 22.74%.

Zhang, Ding, etc [12], mencionan que, en China, anualmente desechan más de 2000 millones de toneladas de RCD, en donde el 5% se recicla y que, por su disminución en la resistencia de estos residuos reciclados, solo se han reemplazado parcialmente los agregados de pavimentos en un 20% a 30%. En el ensayo realizado a compresión, los RCD no superan el 0,7% mientras que en otras subrasantes de arcilla o limo disminuye, es por tal motivo, que estos residuos tienen una excelente capacidad portante que la subrasante de arcilla o limo y también estos residuos tienen un módulo de resiliente de 60 MPa, y todas las deflexiones medidas son menores que el valor de diseño de 232 (0,01 mm), por tal motivo concluyen que la calidad de construcción es la deseada. Además, la carga ambiental al utilizar estos residuos disminuye un 79,52% respecto al utilizar una subrasante arcillosa, por lo que, la utilización de estos residuos es beneficiosa para la protección del medio.

Gonzales e Infante [13], mencionan que estos residuos de construcción y demolición actúan como superficie de apoyo del firme de la calzada y posteriormente puede ser usada como una base regenerada porque las características que presenta son similares a las mostradas en la norma, además, al adicionar estos residuos la grava y la arena tiende a aumentar de porcentaje mientras que en los finos bajó dando como resultado un cambio en las características naturales del suelo. Como conclusión, mencionan que para poder lograr un CBR óptimo del 10% se necesita utilizar el 30% de RCD dando una mejor manejabilidad y una excelente compactación.

Ochoa [14], menciona que uno de los problemas que ahora afronta Brasil, es sobre las estructuras del revestimiento que se suponen que deben garantizar la estabilidad y durabilidad del suelo y para llegar a ello es necesario cambiar la capa del suelo optimizando la condición del suelo. Además, menciona que, en el 2018 más de doscientas nueve mil toneladas de residuos se han generado y que la mayor parte de estos son RCD, que actualmente están siendo reciclados, en este caso se estudió RCD finos con partículas que no sobrepasen los

2mm, realizando ensayos de CBR, con porcentajes de 0, 20, 40 y 60% de la masa total mezcla, y en el caso del límite de Atterberg dio como resultado a un suelo plástico, mientras que cuando se adiciona RCD no lo es, reduciendo así su plasticidad hasta que cuando se añade el 60% la pierde completamente. Esto se puede observar al momento de realizar el ensayo de CBR, en el cual existe un aumento en la capacidad portante de dicho suelo, concluyendo que del 20% al 40% se cumple con lo estipulado por la norma.

Promptthangkoona y Karnchanachetanee [15], optaron por utilizar un suelo de baja resistencia como base para una mezcla con virutas de neumáticos reciclados, que luego se estabilizó mediante la adición de caucho, para que pueda ser empleado como material de construcción. El suelo se combinó con diferentes porcentajes de caucho (0%, 1.5%, 2.5%, 3.5% y 4.5%). Tanto el suelo como las virutas de neumáticos tienen valores de gravedad específica de 2,64 y 1,11 respectivamente. Los valores de CBR para muestras empleadas también tuvo un aumento del 10%, debido a que en un suelo natural dio como resultado 80% de CBR y conforme ibas adicionando caucho iba en aumento hasta un 90%, pero al llegar a adicionar 4.5% de caucho, su capacidad portante bajó a un 86%, por lo cual se concluye que si se sigue aumentando el porcentaje de caucho disminuirá la resistencia portante del suelo.

Islam y Robiul [16], mencionan que los RCD han surgido como una preocupación significativa debido a sus costos de manejo y su impacto adverso en el medio ambiente generando diversas repercusiones ambientales, entre las que se incluyen la contaminación tanto del suelo como del agua, la disminución de la fertilidad del suelo, el cambio climático, los riesgos que existen para la salud pública y la reducción de espacios públicos contribuyendo así al problema del calentamiento global, exacerbando fenómenos climáticos extremos, por tal motivo lo utilizaron para realizar diferentes ensayos en el que se usó polvo de este material con porcentajes del 10%, 20%, 30% y 40%, en el que los resultados se obtuvo disminución en el IP del 14.43% al 13.17% debido a su naturaleza no plástica lo que resulta en una menor hinchazón del suelo y un menor riesgo de fracturas de los cimientos, otro ensayo que nos demuestra eso es el Proctor, pues a medida que se incrementó la proporción RCD en la muestra de suelo, se observó una disminución en el contenido de humedad óptimo y un aumento en la densidad máxima seca en el que añadiendo 40% daban una densidad máx de 1.76 g/cm³ y una humedad de 14.2% con respecto a su suelo pues conforme aumentaba la cantidad de RCD en la muestra de suelo, su humedad disminuye, ya que las partículas no cohesivas del polvo de RCD absorbían menos agua que las partículas naturales del suelo.

1.2. Antecedentes nacionales

Cubas y Fuentes [17], mencionan que el porcentaje óptimo en dónde el caucho cumple con el Manual de Carreteras Suelos es el 10%, dando como resultado una capacidad de CBR al 100% de 12.56, también analizaron los varios tamaños de las partículas de caucho que se utilizaron, donde el mayor tamaño fue de 6.35 mm y el menor de 0.01 mm, del cual recomiendan que se utilice un tamaño menor o igual a $\frac{1}{4}$ " para su uso. También mencionan que resultó menos de 20 soles por metro cuadrado lo que reduciría el precio de la subrasante y al ser utilizadas en tramos largos, resulta más provechoso usar caucho.

Díaz y Torres [18], mencionan que la arcilla es un material que dificulta la construcción haciéndola muy inestable debido a su humedad, por eso plantean mejorar la subrasante y mantener su capacidad de servicio de la carretera donde utilizaron el caucho y lo analizaron con las adiciones del 1%, 3%, 5%, 7% y 9% de caucho en los cuales se realizaron varios ensayos donde se examinaron sus propiedades físicas y mecánicas, y que menciona que su óptimo porcentaje es de 3%, porque debido a esto, el suelo presenta un CBR de 6.67% como máximo y como mínimo de 5.15% el cual es mayor que las otras adiciones con las que se ha comparado, además mostraron que el CBR aumentó 1.75 veces de su capacidad normal. Otra conclusión que mencionaron fue que del 0% al 7% de adición sería el mayor aumento que se debería agregar al suelo en cuanto al porcentaje de caucho, debido a que si se le agrega por encima del 9% perjudicaría notablemente el soporte del suelo y no contribuiría a su mejora.

Álvarez y Gutiérrez [19], mencionan que trabajaron con porcentajes del 0.5%, 1.5%, 2.5% y del 3.5% de caucho del peso de la muestra, además el agregar caucho ha aumentado el desplazamiento horizontal a 2.5 mm, es por eso, que ellos mostraron que al agregar un 0.5% de suelo natural, encontraron una mejora en los parámetros anteriores del suelo con 2KPa de aumento. Además, según las observaciones realizadas, la cohesión aumenta con el 3.5% de caucho añadido en comparación con la cohesión natural del suelo, por lo que, este porcentaje se considera una excelente mezcla por su resistencia al corte que es de 49 kPa que va más del 30% de lo que un suelo natural brinda.

Quispe [20], menciona que los tipos de suelos de Huancayo son caracterizados por su baja capacidad de carga, por eso se necesitan otros materiales para que puedan tener estabilización, lo que suele ser un proceso costoso, además de ser un lugar con altos RCD que son escombros que no han sido tratados actualmente. Por tal motivo, se analizó cómo influye estos RCD con el 20%, 30% y 40% de adición haciéndole una serie de ensayos, donde se concluye, que, en la granulometría, y límites líquido y plástico existe un aumento del suelo

con adiciones de RCD en comparación con el suelo que no ha sido alterado, en el que el porcentaje que cumple con las especificaciones óptimas es cuando se añade el 30% de RCD.

Rigotti y Dorigato [21], menciona los diferentes usos de caucho que podrían servir para las aplicaciones en la ingeniería, debido a que esta adición ha demostrado ser muy eficiente en mezclas con el cemento, aplicaciones del suelo, sean carreteras o geotécnico, aparte de que ayuda medioambiental y económicamente. Mostraron también ejemplos en los que cuáles son usados, como en hormigón que le da trabajabilidad porque las partículas de caucho tienen una elevada capacidad de absorción de agua pudiendo sustituir en un futuro los áridos; al 5% o 25% en peso al betún dándole fluidez y estabilidad que se comprobó mediante el ensayo de Marshall y le da propiedades de absorción de ruido y con respecto al suelo tiene varias ventajas como la resistencia a la humedad, al tener baja densidad y mala conductividad térmica, tiene mejor propiedad aislante que muchos agregados, alta conductividad con el agua y es altamente compresible y absorbe vibraciones evitando el ruido.

2. Bases teóricas

2.1. Normativa

2.1.1. Norma Asociación Americana de funcionarios de Carreteras y Transporte (AASHTO)

Contiene normas y especificaciones detalladas para un mejor diseño de construcción y reconocimiento de carretera y es importante porque con ella garantiza la calidad y seguridad del tramo de prueba que se realizara.

2.1.2. Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos

Esta ley establece que los desechos sólidos deben ser gestionados de forma completa, lo que implica tomar medidas para prevenir, reducir, reutilizar y reciclar, con el fin de garantizar su correcta disposición final [22].

2.1.3. Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC 2013)

Esta ley abarca una amplia variedad de temas relacionados con las carreteras, incluyendo la evaluación y planificación de proyectos con un enfoque en el diseño geométrico, así como el mantenimiento y la construcción de carreteras para garantizar la tanto seguridad vial como la gestión del tráfico [23].

2.2. Ensayos para los materiales

CALICATAS:

a. Contenido de humedad (NTP 339.127):

Hace referencia al porcentaje de agua que tiene un suelo. Se utiliza la siguiente fórmula [24]:

$$\%W = \frac{(P. \text{ muestra húmeda} + \text{ tara}) - (P. \text{ muestra seca horno} + \text{ tara})}{(P. \text{ muestra seca horno} + \text{ tara}) - \text{ tara}} * 100$$

b. Lavado del material de la malla No. 200 (ASTM C117):

Se usa para determinar el material más fino que pase por el lavado de la malla No. 200 [25].

c. Granulometría de agregados finos (NTP 339.128):

Se estudia a la muestra que pasa por varios tamices zarandeándose y pesando cada muestra retenida por cada tamiz, y, por último, se realiza una curva granulométrica que se compara con la norma técnica. Se utiliza la siguiente fórmula [26]:

$$\%Retenido = \frac{\text{Peso Acumulado Retenido en Cada Tamiz}}{\text{Peso Total}} * 100$$

$$MF = \frac{\sum \%Acumulados Retenidos \left(\frac{3}{8}, N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100 \right)}{100}$$

d. Gravedad específica (NTP 400.022):

Determinar la gravedad específica ya sea si esta está seca, saturada con una superficie seca y el peso. Luego de 24 horas se verá su absorción, para ello se utilizará la siguiente fórmula [27]:

$$Ge = \frac{W_o}{V - V_o}$$

Donde:

W_o = Peso de muestra seco en el horno.

V = Volumen.

V_o = Volumen del agua añadido al frasco.

e. Límite líquido (NTP 339.129):

Es el porcentaje de contenido de humedad con respecto al suelo seco, al cambiar de estado plástico a líquido [28].

f. Límite plástico (NTP 339.129):

Es el nivel de contenido de humedad en el cual un suelo comienza a agrietarse cuando se moldea o manipula. En otras palabras, es la mínima cantidad de agua que permite que el suelo mantenga su plasticidad y flexibilidad, antes de volverse quebradizo o frágil [28].

g. Índice de plasticidad

Es una medida crucial en la caracterización de suelos refleja la amplitud del rango de humedades en el cual un suelo exhibe comportamiento plástico. Este indicador proporciona una evaluación fundamental de la plasticidad del suelo, es decir, su capacidad para deformarse sin fracturarse bajo la influencia de fuerzas externas [28].

Tabla 1: Característica del suelo, según su IP.

ÍNDICE DE PLASTICIDAD	PLASTICIDAD	CARACTERÍSTICAS
$IP > 20$	Alta	Suelos muy arcillosos
$IP \leq 20$ $IP > 7$	Media	Suelos arcillosos
$IP < 7$	Baja	Suelos poco arcillosos
$IP = 0$	No Plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

Fuente: Elaboración propia

h. Proctor modificado (NTP 339.141):

Te ayuda a calcular la relación que existe entre el contenido de agua y el peso unitario seco de un suelo [29].

i. California Bearing Ratio (CBR) (ASTM D 1883):

Te ayuda a calcular la capacidad que soporta un suelo, en este caso la subrasante [30].

EL RCD:

Se realizan ensayos como la granulometría y el contenido de humedad igual que para las calicatas.

a. Sales solubles (MTC Vol. N° 8 - 8.202.14)

Determina el contenido de sulfatos y cloruros solubles en agua [31]. Para esto existen unos parámetros:

Tabla 2: Límites para las sales totales.

CARACTERÍSTICAS	LÍMITES
SALES (KN/m ³)	0.5 – 0.8

Fuente: MTC

2.3. Pavimento

Es una capa que consta de varias materias colocadas sobre una superficie natural o plana aumentando así la durabilidad y permitiendo la transitabilidad de las personas o vehículos, también se utilizan mezclas de hormigón y asfalto para así pavimentar ciudades, industrias o carreteras [32].

2.4. Subrasante

La subrasante, una parte esencial de la infraestructura vial, se establece entre el terreno naturalmente nivelado y el inicio del movimiento de tierras, ya sea en forma de cortes o rellenos, donde finalmente se asentará el pavimento de la carretera. Según las directrices del Manual, se ha detallado una clasificación de las subrasantes basada en los valores del Índice de Resistencia California (CBR), donde se establecen rangos porcentuales para los distintos valores de CBR. Estos rangos proporcionan una guía valiosa que evalúa la capacidad de carga de la subrasante, lo que permite una planificación precisa y eficiente del diseño y construcción de carreteras. La adecuada clasificación de la subrasante es fundamental para garantizar la durabilidad y estabilidad que tiene una carretera en toda su vida útil, así como para minimizar los costos de mantenimiento a largo plazo CBR [32].

Tabla 3: Clasificación de Subrasante según CBR

CATEGORÍA PARA LA SUBRASANTE	CBR
Inadecuada	$CBR < 3\%$
Pobre	$3\% \leq CBR \leq 6\%$
Regular	$6\% \leq CBR \leq 10\%$
Buena	$10\% \leq CBR \leq 20\%$
Muy buena	$20\% \leq CBR \leq 30\%$
Excelente	$CBR \geq 30\%$

Fuente: MTC

2.4.1. Clasificación de los Suelos

a. Método SUCS

Está conformado por dos grupos, uno que es de grano grueso y otro que es de grano fino; en donde el primero contiene más del 50% en peso de #200 (0,075 mm); además, está simbolizado por la letra G que indica a aquellas partículas que son retenidas en el tamiz N°4 (4,75 mm), y como S si más de la mitad del peso pasa por ese tamiz.

Luego, a estas dos letras se les agrega otra letra describiendo la gradación, es W si se gradada bien con muy poco o casi no tiene fino; es P si se gradada pobremente o es discontinua con muy poco o casi no tiene fino; es M si está conformado por limo y arena o solo limo; y es C si está conformado por arcilla o arcilla y arena [33].

Tabla 4: Clasificación de Suelos - Suelos de grano grueso

TIPO DE SUELOS			SÍMBOLOS DEL GRUPO	NOMBRES TÍPICOS
Suelos de Grano Grueso	Gravas	G. Limpias	GW	G. bien graduada
			GP	G. mal graduada
		G. con finos	GM	G. Limosa
			GC	G. arcillosa
	Arenas	A. limpias	SW	A. bien graduada
			SP	A. mal graduada
		A. Con finos	SM	A. limosa
			SC	A. arcillosa

Fuente: MTC

b. Clasificación AASHTO:

Está diseñado para identificar los materiales de construcción de carreteras determinando así su calidad para subrasantes que es nuestra zona de estudio, subbases y bases. Para este método se va a dividir el suelo inorgánico en 7 grupos, que le corresponde la siguiente simbolización donde A-1 es el grupo que contiene un suelo mejorado para subrasantes, donde se encuentran los materiales bien graduados que consiste en arena y grava con un bajo contenido de arcilla. Y el grupo A-8 está clasificado como suelo orgánico [34].

Tabla 5: Sistema de Clasificación de Suelos AASHTO

Clasificación General	Suelos granulares ($\leq 35\%$ pasa 0.08mm)						Suelos finos ($>35\%$ bajo 0.08mm)				
	A-1		A-3	A-2			A-4	A-5	A-6	A-7	
Grupo	A-1a		A-1b	A-2-4	A-2-5	A-2-6*	A-2-7*				
Subgrupo	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6*	A-2-7*				
2mm	≤ 50										
0.5mm	≤ 30	≤ 50	≥ 51								
0.08mm	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35			≤ 36				
WL				≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41
IP	≤ 6			≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11
Descripción	Gravas y Arenas		Arena Fina	Gravas y arenas Limosas o arcillosas			Suelos Limosos	Suelos Arcillosos			

Fuente: MTC

2.5. Caucho

Las propiedades que va a aportar el caucho son necesarias para realizar cualquier diseño de ingeniería debido a su gran rigidez, pero deben tenerse en cuenta varios factores, y uno de ellos es la durabilidad y la resistencia al envejecimiento al elegir un material, además de ser un material que es muy alto en flexibilidad y elasticidad; por eso para poder hallar estas

propiedades será necesario medir el módulo en un rango de cargas para que el cálculo sea más confiable.

Incluso después de sólo 28 días, al adicionar caucho al 5% y al 10% se ve que se incrementa su resistencia a la compresión, sin embargo, se dieron cuenta de que el 1% a 3% de caucho dan resultados mucho más eficaces [35].

2.6. Residuos de construcción y demolición (RCD)

Realizándose varios estudios sobre el uso estos residuos, se puede observar su gran funcionalidad y que puede servir como producción de materiales nuevo, además de que genera un gran cambio en la cultura y ayuda de aporte para nuevas construcciones, incluso pueden reducir la creciente presión sobre los recursos naturales. La cantidad de ellos están conformados por madera, ladrillos e incluso materiales cerámicos, y en cuyas investigaciones muestran que la producción de estos residuos reciclados puede proporcionar beneficios medioambientales en comparación con la producción de agregados naturales, cabe recalcar que la mayoría de estos residuos no se pueden reciclar, es por tal motivo que son desechados en lugares especiales, como lo son los vertederos, pero si no son bien gestionados pueden alterar en el medio ambiente debido a sus contaminantes que presenta [36]. Sin embargo, si se tiene una gestión adecuada de estos residuos y unas intervenciones políticas apropiadas se pueden prevenir los vertidos accidentales y por consiguiente la contaminación del aire, el agua y el suelo.

2.7. Impacto Ambiental

Hace relación a los efectos que un proyecto de ingeniería tiene sobre el entorno natural, ya sea positivo o negativo, provocando cambios en el medio ambiente o en alguno de sus componentes debido a las acciones llevadas a cabo. Estos están regulados con la Ley General del Ambiente (Ley N° 28611) y el Reglamento para la Gestión Ambiental (Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM), que establecen los procedimientos y criterios para la evaluación y gestión de los impactos ambientales con el fin de promover un desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente. Además, se requiere que los proyectos presenten un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) conforme a lo estipulado en la normativa vigente, asegurando que cualquier alteración del entorno sea debidamente identificada, evaluada y mitigada. De tal manera, se ha realizado la Matriz de Leopold en las que se detallarán actuales problemas encontrados en la recolección del RCD:

Tabla 6: Matriz de Leopold sobre el RCD

MAGNITUD IMPORTANCIA		ACCIONES							SUMA			
		Limpieza del terreno natural	Traslado de RCD a lo largo de las carreteras	Arrojado de residuos de RCD a lo largo de la carretera	Acumulación de residuos de RCD a lo largo de la carretera	Arrojado de residuos sólidos	Proliferación de insectos y animales	Modificación de hábitat	MAGNITUD (+/-)	PROMEDIO NEGATIVO		
FACTORES AMBIENTALES	MEDIO ATMOSFÉRICO	AIRE										
		EMISIÓN DE GASES	-1	-3	0	-3	-3	0	0	-10	-25	
		PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN	-3	-1	-3	-5	-3	0	0	-15	-63	
	MEDIO HÍDRICO	AGUA										
		CALIDAD DEL AGUA	0	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	
		ESCORRENTÍA	0	0	0	0	-3	0	0	-3	-9	
	MEDIO TERRITORIAL	SUELO										
		CALIDAD DE SUELO	-2	0	-3	0	-3	0	0	-8	-20	
		FLORA										
		MALEZA	-4	-2	-2	-2	-2	-1	-1	-14	-22	
		ÁRBOLES Y ARBUSTOS	0	0	0	0	-4	0	0	-4	-16	
		FAUNA										
		AVES	0	0	-1	-3	-1	0	0	-5	-17	
		INSECTOS	-2	0	0	-2	-5	0	0	-9	-48	
		ANIMALES TERRESTRES	-1	0	0	-2	-4	0	0	-7	-31	
		MEDIO PERCEPTUAL	VISUAL									
	PAISAJE URBANO		-2	-1	-3	-5	-3	-1	-4	-19	-79	
	SOCIOECONÓMICO	FACTOR SOCIOECONÓMICO										
		EMPLEO	-2	-1	-1	0	-1	0	0	-5	-7	
		RECREACIÓN	0	0	0	-5	0	-2	0	-7	-29	
CALIDAD DE VIDA		0	0	-4	-5	-4	-3	-4	-20	-79		
UTILIZACIÓN DE ÁREAS DE TERRENO		0	0	-2	-4	-2	0	-4	-12	-40		
MAGNITUD (+/-)		-18	-10	-19	-39	-42	-7	-13		-504		
PROMEDIO		-34	-13	-54	-184	-162	-12	-45	-504			

Tabla 7: Identificación de Impactos

MAGNITUD IMPORTANCIA		ACCIONES							
		Limpieza del terreno natural	Traslado de RCD a lo largo de las carreteras	Arrojo de residuos de RCD a lo largo de la carretera	Acumulación de residuos de RCD a lo largo de la carretera	Arrojo de residuos sólidos	Proliferación de insectos y animales	Modificación de hábitad	
FACTORES AMBIENTALES	MEDIO ATMOSFÉRICO	AIRE							
		EMISIÓN DE GASES	SI	SI		SI	SI		
		PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN		SI	SI	SI	SI		
		NIVEL DE RUIDO		SI		SI			
	MEDIO HÍDRICO	AGUA							
		CALIDAD DEL AGUA					SI		
		ESCORRENTÍA					SI		
		AGUA SUBTERRÁNEA					SI		
	TERRESTRIAL	SUELO							
		CALIDAD DE SUELO			SI		SI		
		FLORA							
		MALEZA	SI						
		ÁRBOLES Y ARBUSTOS	SI						
		FAUNA							
		AVES	SI						
		INSECTOS	SI						
		ANIMALES TERRESTRES	SI						
	MEDIO PERCEPTUAL	CALIDAD							
		PAISAJE URBANO			SI	SI	SI		
	SOCIOECONÓMICO	FACTOR SOCIOECONÓMICO							
		EMPLEO	SI	SI	SI		SI		
		RECREACIÓN			SI				
		CALIDAD DE VIDA			SI	SI	SI	SI	
		UTILIZACIÓN DE ÁREAS DE TERRENO			SI	SI	SI		

LEYENDA	IMPACTOS POSITIVOS
	IMPACTOS NEGATIVOS
	NO HAY IMPACTO

Materiales y métodos

1. Tipo y nivel de Investigación

Es de tipo aplicada, porque con ella busco dar una solución, además de que se desea realizar un mejor estudio, donde se encuentre más detallado el diseño de una subrasante con estos dos elementos, teniendo en cuenta lo especificado en la normativa como la NTP, la ASTM-2014 y la guía del AASHTO. Según los datos que se ha analizado es una Investigación Cuantitativa: porque se llegan a desarrollar estudios que se basan en hipótesis, estas hipótesis y que serán probadas mediante datos estadísticos y explicadas utilizando valores numéricos obtenidos de pruebas de laboratorio y finalmente, es de tipo experimental, puesto que, realizaré ensayos para ver sus propiedades físico-mecánicas de esta nueva subrasante adicionado un 3% de caucho y un 20%, 30% y 40% de RCD que serán comparadas con mi muestra patrón.

2. Diseño de investigación

Según Borja [37], este estudio se clasifica como una investigación de experimentos puros porque se evaluarán dos tipos de muestras: una que no será sometida a ningún estímulo o manipulación, y otra que recibirá tratamiento. Al mantener una muestra de control y comparar su comportamiento con el de las muestras manipuladas, se podrá observar y analizar los efectos del estímulo aplicado. Esto permite obtener resultados precisos sobre el impacto de la manipulación en las variables de interés.

$$O_c \rightarrow -x_1 \rightarrow M_2: \text{Para el Grupo de Control}$$

$$O_e \rightarrow x \rightarrow M_1: \text{Para el Grupo Experimental}$$

Donde:

- O: Subrasantes Arcillosas sin adición y con adición.
- M: Propiedades del suelo sin adición y con adición.
- -X1: Muestra sin adición.
- X1: Muestra con adición (Caucho 3% y RCD al 20%, 30% y 40%).

3. Población y muestras de estudio

3.1. Población

En este caso será la subrasante de las zonas no pavimentadas del Distrito de La Victoria.

Ilustración 1: Calle donde se realizará el estudio, Mesones Muro.



Fuente: Elaboración propia

3.2. Muestra

Según la CE. 010 [38], se van a realizar calicatas mediante un número mínimo de puntos para el análisis de la subrasante según su área y el tipo de vía de estudio como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 8: Puntos mínimos para diferentes tipos de Vía

TIPO DE VÍA	PTOS. DE CALICATA MÍN. PARA LA INVESTIGACIÓN	ÁREA (m ²)
EXPRESAS	1 cada	2000
ARTERIALES	1 cada	2400
COLECTORAS	1 cada	3000
LOCALES	1 cada	3600

Fuente: MTC

En esta investigación, se tuvo como muestra de estudio la calle ubicada Manuel Mesones Muro – La Victoria, esta calle cuenta a lo largo con 30 metros y 8.8 metros de ancho y de donde se sacaron muestras representativas para hacer el estudio de la subrasante, en el cual, se analizaron 5 puntos para la investigación y se seleccionaron las 3 mejores y se realizaron calicatas de 1.20m – 1.50m de profundidad y de 1mx1m de sección, y para su extracción se hizo uso de picos, palas, sacos, y carretilla para su traslado. Una vez finalizada la extracción de estas muestras, se llevó a cabo el relleno de la excavación utilizando materiales con las mismas características que los retirados, siguiendo el procedimiento establecido por las normas., evitando un suelo agujerado.

Muestra de estudio

Tabla 9: Ensayos de laboratorio

DISEÑO	DESCRIPCIÓN
MP	Muestra Patrón (Suelo Natural)
C+3%CR+20%RCD	Suelo natural adicionando caucho 3% y RCD 20%
C+3%CR+30%RCD	Suelo natural adicionando caucho 3% y RCD 30%
C+3%CR+40%RCD	Suelo natural adicionando caucho 3% y RCD 40%

CALICATAS	
Muestra Patrón (MP)	
C1	1
C2	1
C3	1
TOTAL	3

CONTENIDO DE HUMEDAD	
ENSAYOS	# DE ENSAYOS
C1	1
C2	1
C3	1
TOTAL	3

GRANULOMETRÍA	
ENSAYOS	# DE ENSAYOS
C1	1
C2	1
C3	1
TOTAL	3

LÍMITES DE ATTERBERG	
ENSAYOS	# DE ENSAYOS
C1	2
C2	2
C3	2
C+3%CR+20%RCD	6
C+3%CR+30%RCD	6
C+3%CR+40%RCD	6
TOTAL	24

PROCTOR MODIFICADO	
ENSAYOS	# DE ENSAYOS
C1	2
C2	2
C3	2
C+3%CR+20%RCD	6
C+3%CR+30%RCD	6
C+3%CR+40%RCD	6
TOTAL	24

Fuente: Elaboración propia

Para el CBR, se utilizará el tamaño de la muestra de un estudio para darle más confiabilidad a la investigación, en este caso, se hallará utilizando la sgt. fórmula [39]:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2}$$

Donde:

p: Probabilidad (50%).

q: Probabilidad de que no ocurra (50%).

e: Margen de error.

n: Tamaño de muestra.

Z α : Niveles de confianza.

Tabla 10: Niveles de confianza.

Niveles de confianza (Z_{α})	
90%	1.645
95%	1.96
99%	2.576

Fuente: QuestionPro

En este caso, se tomarán los siguientes valores: para el $e=23\%$ y para el $Z_{\alpha}=95\%$, reemplazando datos el tamaño de muestra es:

$$n = \frac{1.96^2 * 50\% * 50\%}{23\%^2} = 18.155 \approx 18\%$$

Por tal motivo, se realizará 6 CBR para cada calicata, como la siguiente tabla:

Tabla 11: Ensayos de CBR.

CBR	
ENSAYOS	# DE ENSAYOS
MP	18
C+3%CR+20%RCD	18
C+3%CR+30%RCD	18
C+3%CR+40%RCD	18
TOTAL	72

Fuente: Elaboración propia

Dándonos un total de 111 muestras a realizar.

3.3. Criterio de selección

Para poder determinar el área de una vía local (en este caso, un camino sin pavimentar) para el área de estudio, se debe medir el área en términos de su ancho y largo. En este caso se va a dividir el área del terreno calculado con el área mínima de los puntos de investigación. Según los resultados obtenidos, el área es de 3880 m² dando como resultado 1,5 puntos de investigación, pero el número mínimo para un punto de estudio es de 3, por lo que se trabajará con dicho valor.

3.4. Hipótesis

Al adicionar caucho reciclado y residuos de construcción y demolición, mejoraría la subrasante y la capacidad de soporte (CBR) de las zonas no pavimentadas de La Victoria-Chiclayo.

3.5. Operacionalización de variables

Tabla 12: Operacionalización de variables

VARIABLE		DIMENSIÓN	INDICADOR		MEDICIÓN	INSTRUMENTOS			
			CAUCHO	RCD					
INDEPENDIENTE	Adición de caucho reciclado y residuos de construcción y demolición	Dosificación en porcentaje (%)	3% ----> En peso	20% ----> En peso	(kg)	Balanza Calibrada	NORMAS		
				30% ----> En peso	(kg)				
				40% ----> En peso	(kg)		Manual	Nacional	Internacional
DEPENDIENTE	Propiedades físico-mecánicas	PROPIEDADES MECÁNICAS	California Bearing Ratio (CBR)			Ensayo de CBR	MTC E132	NTP 339.145	ASTM D 1883
			Proctor modificado		(kg/cm ²)	Ensayo de proctos modificado	MTC E115	NTP 339.141	ASTM D-1557
		PROPIEDADES FÍSICAS	Granulometría		(mm)	Ensayo de Granulometría	MTC E202, 204	NTP 400.012	ASTM D422
			Contenido de humedad		(%)	Ensayo de contenido de humedad	MTC E108	NTP 339.127	ASTM D2216
			Límites de Atterberg		(%)	Ensayo de límites de Atterberg	MTC E110, 111	NTP 399.129	ASTM D4318
			Clasificación de suelos (AASHTO y SUCS)				-	NTP 339.135 y NTP 339.134	ASTM D3282 y ASTM D2487

Fuente: Elaboración propia

3.6. Técnica e instrumentos de recolección de datos

a. Técnicas

- **Observación:** Se estudiará y procesará el impacto que habrá al utilizar caucho y RCD en una subrasante, que serán realizados mediante ensayos en el laboratorio y así poder evaluar los resultados obtenidos, también se hará un estudio de tráfico vehicular con el objetivo de clasificar los vehículos que es fundamental para el diseño de vías.
- **Análisis de documentos:** Se ha tomado en cuenta la NTP, revistas científicas, artículos y fichas técnicas relacionado con los objetivos que se proyectan en la investigación.

b. Instrumentos

Tabla 13: Instrumentos de recolección de datos

INSTRUMENTO		FUENTES
Formato de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y materiales- USAT Lambayeque	Ensayo de CBR Proctor Modificado Ensayo de Granulometría Ensayo de contenido de Humedad Ensayo de Límites de Attenberg	Norma ASTM (Asociación Americana de Ensayo de materiales)
Formato de clasificación de suelos	-----	AASHTO y SUCS

(Revisar Anexo 05)

- **Toma de muestra de las calicatas**

Se hace un análisis en el área de estudio de las zonas no pavimentadas en La Victoria, y la normativa indica como un pto. de investigación cada 3600m², en el que se podrá hallar el área de una vía local.

Tabla 14: Cálculo del área.

Calles no pavimentadas	Ancho (m)	Longitud (m)	Área (m ²)
Eloy G. Ureta	8.12	212.025	1721.643
Manuel Mesones Muro	8.06	220.64	1778.3584
Cuadra 4, 5	8.1	115.3	933.93
Sipán	8.12	98.13	796.8156
Inca Roca	8.09	113.3	916.597
Total			6147.344

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 4: Zona de estudio. Fuente: Google maps.

Una vez realizado el estudio de la zona, se procedió a excavar con ayuda de palana y pico en 3 distintas zonas, el cual, sirvió como estudio para los ensayos de laboratorio y cada calicata está entre 1.20m – 1.50m de profundidad, tomándose 7 sacos por calicata, teniendo un total de 21 sacos de 50kg cada uno.



C1: 1.10m de largo, 1.15m de ancho y 1.35m de fondo.



C2: 1.00m de largo, 1.00m de ancho y 1.40m de fondo.



C3: 1.10m de largo, 1.13m de ancho y 1.50m de fondo.

Ilustración 5: Toma de muestras de las tres calicatas seleccionadas

- **Secado a temperatura ambiente de las calicatas**

El secado a temperatura ambiente sirvió para poder realizar los ensayos que le corresponden al suelo, se buscó un ambiente espacioso, en el que la muestra se esparció para que se pueda secar homogéneamente.



Ilustración 6: Secado de calicatas a temperatura ambiente.

- **Ensayos que se realizó**

- **Contenido de humedad (NTP 339.127)**

Para realizar este ensayo a cada calicata, primero se pesaron tres las taras, luego se pesó 1000gr de suelo húmedo de cada una (muestra suelo natural), después se colocó al horno y luego de 24 horas se sacó del horno el material dejándolo reposar por 5min, para finalmente pesarlo y calcular así su humedad.



Ilustración 7: Ensayo de contenido de humedad

- **Lavado del material de la malla No. 200 (ASTM C117):**

Para este ensayo se volvió a utilizar el material del contenido de humedad el cual se saturó por 24h para recuperar su humedad, luego para realizar el lavado del material, se utilizó la malla N°200, y se lavó con agua el material hasta que el depósito tuviera el agua clara con mucho cuidado evitando que se desperdicie material, después se coloca la tara, se pesa y se coloca en el horno por 24h para continuar con el ensayo de granulometría.



Ilustración 8: Lavado de la malla #200

- **Granulometría de suelos (NTP 339.128):**

Después que se realizó el lavado del material de la malla No. 200, se va a utilizar 500gr de la muestra del suelo, el cual pasarán por varios tamices zarandeándose y pesando cada muestra retenida por cada tamiz (3/8", N°4, N°8, N°10, N°20, N°40, N°50, N°100, N°200, y fondo) que se limpió con una brocha cada tamiz y finalmente se calculó cuánto se retiene en cada tamiz y cuánto pasa en cada uno de estos (se calcula en porcentaje) para poder analizar la curva granulométrica y comparar con la NTP 339.128.



Ilustración 9: Granulometría de suelos

- **Límites de Atterberg (NTP 339.129):**

Límite Líquido:

Se hizo uso de 50g de suelo que haya pasado por la malla #40 (0.42 mm) agregando agua destilada removiendo, mezclándola y tajándola con la espátula en cantidades mínimas hasta poder tener una mezcla semi-líquida y homogénea en términos de humedad y se dejó en un recipiente hermético por 24 horas para que se homogeneizara la humedad, luego se calibró la copa de Casagrande y en ella se puso una porción de muestra húmeda hasta poder tener una superficie.

Luego, esta muestra se va a dividir en dos partes iguales, luego se va girando la manivela de la copa Casagrande en un tiempo aproximado de dos vueltas por segundo y se

toma nota de los golpes que se realizaron para que los dos bordes de dicha muestra se junten en una longitud de 13 mm.



Ilustración 10: Ensayo de Límite Líquido

Luego se comenzará dando el número de golpes primero de 25 a 35 golpes, luego de 20 a 25 golpes y finalmente de 15 a 25 golpes.

Límite plástico

Se contó con muestras secas de suelo que han pasado por el tamiz N° 40, luego, se mezcló el suelo con la espátula en un recipiente de plástico, hasta poder tener una pasta que sea uniforme y densa, luego se tomó una cantidad determinada de suelo preparado, se amasó este óvalo entre las yemas de los dedos y se usó una placa de vidrio lisa que tenga suficiente presión para poder formar bastones de suelo con un diámetro de 3 mm de 5 a 15 veces, moviéndose de atrás hacia adelante con la mano, obteniéndose entre 15 y 30 bastones de suelo. Si los bastones de suelo se desmoronan antes de esto, se debe agregar agua nuevamente a toda esta masa de suelo, para luego, mezclar nuevamente en el recipiente de plástico, amasarlo por completo y seguir los pasos indicados anteriormente. Cuando los bastones de suelo se agrietan y comienzan a desmoronarse al alcanzar los 3 mm, se habrá alcanzado el contenido de agua correspondiente al límite plástico, el cual se medirá utilizando todos los fragmentos del bastón. Se recolectó los fragmentos desmoronados de los bastones de suelo y se los colocó en un depósito para y determinar su contenido de agua. Como recomendación los bastones se frotan en la placa de vidrio para que el suelo pierda su humedad sin perder su plasticidad.



Ilustración 11: Ensayo de Límite Plástico.

- **Gravedad Específica (NTP 400.022)**

Se pesa aprox. 200g de tierra que pasa por la malla N°10, luego pesamos el matraz y se procede a agregar agua destilada hasta 400 cm³, volvemos a pesar, si se ve burbujas, se agita bien para eliminar los huecos y luego se deja reposar durante 24 horas. Después de este tiempo se vierte los materiales en el recipiente y se esperan 10 minutos hasta cuando se haya asentado la tierra y el agua sea clara. Sacamos el agua sin perder el material y metemos las muestras al horno durante 24 horas hasta obtener una muestra que esté seca.



Ilustración 12: Ensayo de gravedad específica.

- **Proctor modificado (NTP 339.141)**

Para realizar este ensayo es importante conocer su índice de plasticidad, para ver la cantidad de agua que se va a agregar a cada muestra de suelo, como primer punto se tamizó 12kg por la malla #4 para cada calicata, de los cuales se separó cuatro bolsas de 3kg c/u, luego se sacó el porcentaje de agua que se le agregaría según su peso (para la primera bolsa) y para las tres restantes se fue disminuyendo en 3%, luego se volvió a colocar en la bolsa para mantener su humedad por 24h, después de este tiempo, se calculará nuevamente la humedad, quitando una cantidad considerable de muestra que será llevada al horno. Para conseguir los siguientes datos, se utilizará un molde de 4", regla, pisón, para después poder compactar dando 25 golpes en cada capa, en total son cinco y se consideró que cada una de estas tenga el mismo espesor para apisonar y finalmente se tiene que pesar el molde, y calcular sus medidas, para los cálculos correspondientes.



Ilustración 13: Ensayo de Proctor modificado

- **California Bearing Ratio (CBR) (ASTM D 1883)**

Para este ensayo se utilizaron tres etapas, la primera consiste en utilizar los datos hallados en el Proctor como la humedad óptima de agua; después, se prepara el molde de CBR colocando el collar y disco espaciador y encima de este se pone un papel de filtro con su mismo diámetro para poder realizar la compactación del suelo, en el que se registra el peso del molde. Para cada prueba se utiliza 5000 gramos de muestra y tiene 3 puntos con diferente energía de compactación; 56, 25 y 12 golpes por capa. Como dato importante se va repitiendo el proceso con la muestra adicionada. Luego se toma una porción de suelo húmedo antes y después de sumergir la muestra. Al terminar de compactar se sella, quitándose el collar y enrasando, desmontando el molde y dándole la vuelta para luego colocar otro trozo de papel de filtro entre el fondo y el molde y poder pesarlo.

Para la segunda etapa se arma el molde nuevamente agregando los anillos alcanzando una sobrecarga de 2.27Kg, con ayuda del dial se mide el hinchamiento y anotando el día y la hora, recordando que se debe tener en cuenta que antes de que el molde sea sumergido se debe verificar la lectura del día, y se procede a sumergir durante cuatro días anotando las lecturas cada 24 horas.

Para la tercera etapa, en la que se toma la última lectura, se saca del agua el molde y se escurre por quince minutos, luego se registra su peso para realizar el ensayo de penetración. Luego, en este ensayo se va a aplicar una carga de no menos de 4,54 kg para contrarrestar la presión que asciende en el suelo. Se instala un dial que mide la profundidad de penetración y se coloca un peso adicional de 5 kg para asegurar el pistón. Luego, se carga el cilindro de penetración con una velocidad de 1,27 mm por segundo, registrando las lecturas de carga correspondientes a la penetración. Para finalizar, se retira el molde y se quita algo de tierra de la parte superior para medir el contenido de humedad.



Ilustración 14: Ensayo de CBR.

- **Sales solubles (NTP 399.152)**

La muestra se va a colocar en un horno a una temperatura de 110 ± 5 °C. Luego con un vaso precipitado, se va a añadir suficiente agua destilada para cubrir aprox. 3 cm por encima del nivel del líquido de la muestra y llevar hasta el punto de ebullición. Después durante 1 minuto se agita y repetir hasta 4 veces en 10 minutos. Por último, se decanta durante al menos 10 minutos hasta que el líquido esté claro, luego transfiera el sobrante a otro vaso de precipitados y se vierten todos los líquidos acumulativos y se limpian con agua destilada. Las muestras rectas tomadas de las muestras medianas anteriores de la botella están entre 50 y 100 ml para colocarlo en un horno a 100 ± 5 °C para su cristalización.

Caracterización de los RCD

- **Origen:** estos residuos son tal cual su mismo nombre lo menciona y representa a los escombros de los edificios e infraestructura, algunas restauraciones, a las construcciones de obras nuevas, etc. Esto se divide según su composición [40]:

Tabla 15: Origen de RCD.

SECTOR DE LA EDIFICACIÓN	SECTOR DE INFRAESTRUCTURAS
S. vivienda: construcción, mantenimiento y renovación de viviendas.	Construcción de carreteras
S. edificación: renovación de oficinas, edificios industriales y similares.	Otras especiales (puentes, túneles, canales, etc.)

Fuente: Elaboración propia

- **Clasificación:** se agrupan en función de su composición y separándolos selectivamente y también por el peligro de ellos [40].

Tabla 16: Tipos de RCD.

CATEGORÍA	GRUPO	CLASE	COMPONENTES
RCD APROVECHABLES	RESIDUOS MEZCLADOS	Residuos pétreos	Concretos, cerámicos, ladrillos, arenas, gravas, cantos, bloques o fragmentos de roca, baldosín, mortero y materiales inertes que no sobrepasen el tamiz #200.
	RESIDUOS DE MATERIAL FINO	Residuos finos no expansivos	Arcillas, limos, residuos inertes, poco o no plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz #200.
	OTROS RESIDUOS	Residuos finos expansivos	Lodos inertes con gran cantidad de finos altamente plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz #200.
		Residuos no pétreos	Plásticos, PVC, maderas, cartones, papel, silicones, vidrios, cauchos.
		Residuos de carácter metálico	Acero, hierro, cobre, aluminio, estaño y zinc.
		Residuos orgánicos de pedones	Residuos de tierra negra.
Residuos orgánicos de cespederas	Residuos vegetales y otras especies bióticas.		
RCD NO APROVECHABLES	RESIDUOS PELIGROSOS	Residuos corrosivos, reactivos, radioactivos, explosivos, tóxicos, patógenos (biológicos)	Desechos de productos químicos, emulsiones, alquitrán, pinturas, disolventes orgánicos, aceites, resinas, plastificantes, tintas, betunes, barnices, tejas de asbesto, escorias, plomo, cenizas volantes, luminarias, desechos explosivos entre otros.

Fuente: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.

En este caso, se ha utilizado dos tipos de residuos: pétreo (por el RCD de concreto) y los no pétreos (por el caucho).

Recolección y trituración de RCD

Después de haber realizado un análisis visual detallado de los lugares de extracción, que constituye un paso esencial en la identificación de la problemática, se procederá a la recolección selectiva de los RCD, especialmente aquellos asociados al concreto y al caucho, en sitios específicos de construcción. Este enfoque estratégico garantiza una captura efectiva de los materiales relevantes para la investigación propuesta. No obstante, antes de someter los residuos a procesos de trituración, se llevará a cabo un riguroso ensayo de sales para asegurar la obtención de agregados reciclados con el menor nivel de contaminación posible. Este protocolo de análisis previo subraya el compromiso con la calidad y la integridad ambiental en cada etapa del proceso. Este enfoque multidisciplinario y colaborativo es fundamental para maximizar el impacto positivo y la relevancia de los resultados obtenidos.

- Puntos críticos y evaluación del RCD

Tabla 17: Puntos críticos

IMAGEN	UBICACIÓN	PATOLOGÍA VISUAL	COMENTARIO	VOLUMEN
	Carretera a Ferreñafe (cerca a la Urb. Vista Alegre – Galilea).	No se encontró deterioro del concreto y erosión.	No se detectaron microorganismos de origen animal o vegetal mediante la inspección visual. Además, no se evidenciaron indicadores de deterioro químico, como erosión, descascaramiento o eflorescencia, en el elemento inspeccionado	Se encontró 9m ³ de los cuales se usaron 2m ³ .
	Carretera Panamericana Norte (PE-1N).	No se encontró deterioro del concreto y erosión.	No se detectaron microorganismos de origen animal o vegetal mediante la inspección visual. Además, no se evidenciaron indicadores de deterioro químico, como erosión, descascaramiento o eflorescencia, en el elemento inspeccionado	Se encontró 9m ³ de los cuales se usó 1m ³ .
	Av. Miguel Grau Carretera a Monsefú (por el poblado Chacupe Alto).	No se encontró deterioro del concreto y erosión.	No se detectaron microorganismos de origen animal o vegetal mediante la inspección visual. Además, no se evidenciaron indicadores de deterioro químico, como erosión, descascaramiento o eflorescencia, en el elemento inspeccionado	Se encontró 13m ³ de los cuales se usaron 2m ³ .

Fuente: Elaboración propio

- Proceso de trituración



Ilustración 15: Proceso de trituración.

3.7. Tramo de prueba

Existen diversos métodos de ensayo para la determinación de la densidad in situ, utilizados principalmente en el campo de la construcción y la ingeniería civil. Entre los más utilizados se realizarán dos métodos: el primero es el método del cono de arena (que en este caso es el que se va a utilizar) y se siguen los siguientes pasos: se prepara el sitio eligiendo el área dónde se hizo el estudio; luego, se tomará los datos obtenidos antes en el laboratorio, en el que tanto el suelo sin adición y con adición, estén con su humedad óptima y se harán huecos de 1.5mx1.5mx0.3m en donde se colocará este suelo ya mezclado con ayuda de un trompo que será compactado cada 15cm con un compactador; finalmente después de un día, se realizará el ensayo de densidad de campo colocando el cono en el lugar deseado sobre el suelo a ensayar para realizar el llenado del cono con la muestra seca. Después, se hace una medición del volumen de arena registrando este valor, luego se levanta el cono verticalmente y se coloca sobre la bandeja de recolección para evitar la pérdida de la muestra. Finalmente, se hace la medición del volumen del hueco dejado por el cono en el suelo, utilizando un recipiente graduado o midiendo la profundidad y el diámetro del hueco para calcular su volumen [41].

$$\gamma_d = \frac{\gamma_h}{1 + h}$$

Donde:

γ_d : Densidad seca de campo.

γ_h : Densidad húmeda.

h: Contenido de humedad.

Ilustración 16: Ensayo de densidad de campo.



3.8. Análisis de costos unitarios con adición

Primero se analizó el costo de producción del RCD y se calculó el costo de transporte de la sgt. manera:

Tabla 18: Costo unitario de transporte para traslado de RCD

RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RCD							
Rendimiento	50.00	kg/día			TOTAL	5.94	
Jornada laboral	8	horas					
Mano de Obra			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Peón			hh	1.00	0.160	19.62	3.14
							3.14
Materiales			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
RCD			kg		45.000	0.00	0.09
							0.09
Equipos y Herramientas			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Herramientas			%MO		0.030	0.094	0.00
Motocarguera			hm	1.00	0.160	16.950	2.71
							2.71

Tabla 19: Triturado de RCD

TRITURADO DE RCD EN AGREGADO RECICLADO TAMIZ #4-200mm							
Rendimiento	15.00	m2/día			TOTAL	10.47	
Jornada laboral	8	horas					
Mano de Obra			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Peón			hh	1.00	0.533	19.62	10.46
							10.46
Materiales			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
RCD			kg		45.000	0.00	0.09
							0.09
Equipos y Herramientas			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Herramientas			%MO		0.030	0.314	0.01
Tamiz \$4			hm	1.00	0.533	0.000	0.00
							0.01

Teniendo así un costo total de S/.16.41

Costo de producción de RCD

Costo de transporte: S/.5.94

Costo de triturado: S/.10.47

COSTO TOTAL S/.16.41

Para llevar a cabo el análisis de costos sobre el uso de caucho y RCD para mejorar subrasantes en suelos arcillosos, se comparó con los costos asociados con la de otras alternativas de aditivos, como la cal, cemento o en algunos casos, la mezcla de agregados con material de cantera, conocidos por ser adecuados para mejorar suelos arcillosos del tipo CH y CL, que es nuestro caso. Para esto, se realizó un análisis de costo unitario para un m2 con una profundidad mínima de 0.30cm. En las siguientes tablas, se muestran los presupuestos que se han calculados utilizando de Cal Viva al 6%, Cemento Portland al 12% y 3% caucho con 20%, 30%, y 40% de RCD

BATIDO DE MATERIAL CON CAL VIVA 4% e=30cm							
Rendimiento	630.00	m2/día			TOTAL	12.71	
Jornada laboral	8	horas					
Mano de Obra			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Oficial			hh	1.00	0.013	21.68	0.28
Operario			hh	1.00	0.013	27.57	0.35
Peón			hh	1.00	0.013	19.62	0.25
							0.87
Materiales			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Cal viva al 4% (bolsa 20kg)			kg		0.498	17.90	8.91
							8.91
Equipos y Herramientas			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Herramientas			%MO		0.030	0.026	0.00
Motoniveladora 130 - 135 HP			hm	1.00	0.013	230.140	2.92
							2.92

PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE							
Rendimiento	750.00	m2/día			TOTAL	6.31	
Jornada laboral	8	horas					
Mano de Obra			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Oficial			hh	1.00	0.011	21.68	0.23
Operario			hh	1.00	0.011	27.57	0.29
Peón			hh	2.00	0.021	19.62	0.42
							0.94
Materiales			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Agua			m2		0.050	7.00	0.35
							0.35
Equipos y Herramientas			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Herramientas			%MO		0.030	0.028	0.00
Camión cisterna (2500 Glns)			hm	1.00	0.011	130.000	1.39
Rodillo liso vibratorio Aurop: 7-9T			hm	1.00	0.011	160.000	1.71
Motoniveladora 130 - 135 HP			hm	1.00	0.011	180.000	1.92
							5.01

Tabla 22: Presupuesto adicionando 12% de cemento

PRESUPUESTO PARA MEJORAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ADICIONANDO CEMENTO AL 12%						
PROYECTO:	Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022			FECHA:	02/02/2024	
				ESPECIALIDAD:	Ingeniería civil y ambiental	
				HECHO POR:	Torres Mío Aracelly	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	P.P	TOTAL
01.00.00	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES					S/ 2.33
01.01.00	Trazo, replanteo y controles topográficos	m2	1.00	2.33	S/ 2.33	
02.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					S/ 92.24
02.01.01	Excavación a nivel de subrasante	m3	0.60	7.84	S/ 4.70	
02.01.02	Batido de material con 9% de cemento, e = 0.60cm	m2	1.00	79.96	S/ 79.96	
02.01.03	Perfilado, nivelación y compactación de la subrasante	m2	1.00	7.57	S/ 7.57	
SUB TOTAL						S/ 94.57
IGV 18%						S/ 17.02
COSTO TOTAL						S/ 111.59

BATIDO DE MATERIAL 3% CAUCHO Y EL 30% DE RCD e=30cm						
Rendimiento	630.00	m2/día			TOTAL	33.90
Jornada laboral	8	horas				
Mano de Obra			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U
Oficial			hh	1.00	0.013	21.68
Operario			hh	1.00	0.013	27.57
Peón			hh	1.00	0.013	19.62
						0.87
Materiales			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U
Caucho al 3%			m2		0.498	2.50
RCD al 30%			m2		1.758	16.42
						30.10
Equipos y Herramientas			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U
Herramientas			%MO		0.030	0.026
Motoniveladora 130 - 135 HP			hm	1.00	0.013	230.140
						2.92

PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE						
Rendimiento	750.00	m2/día			TOTAL	6.31
Jornada laboral	8	horas				
Mano de Obra			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U
Oficial			hh	1.00	0.011	21.68
Operario			hh	1.00	0.011	27.57
Peón			hh	2.00	0.021	19.62
						0.94
Materiales			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U
Agua			m2		0.050	7.00
						0.35
Equipos y Herramientas			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U
Herramientas			%MO		0.030	0.028
Camión cisterna (2500 Glns)			hm	1.00	0.011	130.000
Rodillo liso vibratorio Aurop: 7-9T			hm	1.00	0.011	160.000
Motoniveladora 130 - 135 HP			hm	1.00	0.011	180.000
						5.01

Tabla 28: Presupuesto adicionando 3% de caucho y 40% de RCD

PRESUPUESTO PARA MEJORAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ADICIONANDO 3% CAUCHO Y 40%RCD						
PROYECTO:	Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022				FECHA:	02/02/2024
					ESPECIALIDAD:	Ingeniería civil y ambiental
					HECHO POR:	Torres Mio Aracelly
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	P.P	TOTAL
01.00.00	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES					S/ 2.33
01.01.00	Trazo, replanteo y controles topográficos	m2	1.00	2.33	S/ 2.33	
02.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					S/ 55.30
02.01.01	Excavación a nivel de subrasante	m3	0.60	7.84	S/ 4.70	
02.01.02	Batido de material con 9% de cemento, e = 0.60cm	m2	1.00	43.02	S/ 43.02	
02.01.03	Perfilado, nivelación y compactación de la subrasante	m2	1.00	7.57	S/ 7.57	
SUB TOTAL						S/ 57.63
IGV 18%						S/ 10.37
COSTO TOTAL						S/ 68.00

BATIDO DE MATERIAL 3% CAUCHO Y EL 40% DE RCD e=60cm							
Rendimiento	630.00	m2/día			TOTAL	43.02	
Jornada laboral	8	horas					
Mano de Obra			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Oficial			hh	1.00	0.013	21.68	0.28
Operario			hh	1.00	0.013	27.57	0.35
Peón			hh	1.00	0.013	19.62	0.25
							0.87
Materiales			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Caucho al 3%			m2		0.498	1.50	0.75
RCD al 40%			m2		2.344	16.42	38.47
							39.22
Equipos y Herramientas			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Herramientas			%MO		0.030	0.026	0.00
Motoniveladora 130 - 135 HP			hm	1.00	0.013	230.140	2.92
							2.92

PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE							
Rendimiento	750.00	m2/día			TOTAL	6.31	
Jornada laboral	8	horas					
Mano de Obra			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Oficial			hh	1.00	0.011	21.68	0.23
Operario			hh	1.00	0.011	27.57	0.29
Peón			hh	2.00	0.021	19.62	0.42
							0.94
Materiales			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Agua			m2		0.050	7.00	0.35
							0.35
Equipos y Herramientas			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Herramientas			%MO		0.030	0.028	0.00
Camión cisterna (2500 Glns)			hm	1.00	0.011	130.000	1.39
Rodillo liso vibratorio Aurop: 7-9T			hm	1.00	0.011	160.000	1.71
Motoniveladora 130 - 135 HP			hm	1.00	0.011	180.000	1.92
							5.01

3.9.Consideraciones éticas

El tratamiento ético en la investigación es un aspecto clave de cualquier investigación científica que debe ser tratado con rigor y cuidado. En ese contexto, mi investigación sobre la recolección y trituración de los RCD para producir materiales reciclados requirió la consideración de diversas cuestiones éticas que ayuda con la integridad y el respeto de los demás y el medio ambiente.

Una de las principales consideraciones éticas es la aprobación de todas las partes involucradas en la recolección y uso de residuos de construcción. Este principio, respaldado por **Beauchamp y Childress** [42], significa que las personas deben comprender plenamente los propósitos, riesgos y beneficios de su participación y dar su consentimiento libre y voluntario.

También, es importante garantizar que los procesos de recolección y procesamiento de estos residuos de no dañen de manera injusta o desproporcionada a las comunidades desfavorecidas o marginadas.

Según los principios de justicia propuestos por **Rawls** [43], la distribución de los beneficios y cargas de la investigación debe ser justa y respetar los derechos fundamentales de todos los involucrados.

Además, se debe garantizar que exista un acatamiento cuando de las normas ambientales se habla y de la seguridad que existe en todas las etapas del proceso. La gestión adecuada de residuos y la reducción de los impactos ambientales negativos son requisitos éticos respaldados por la credibilidad de la ética ambiental [44].

En resumen, este estudio se adhiere a buenos principios éticos, incluido el respeto por la autonomía de los participantes, la distribución equitativa de beneficios y cargas y la protección del medio ambiente. Estas consideraciones éticas no son sólo requisitos éticos, sino también la base para garantizar la validez y confiabilidad de la investigación y sus resultados.

Resultados y discusión

○ Resultados

Tras la realización de ensayos que se hicieron en el laboratorio, se ha reunido la información que se necesita para alcanzar los objetivos descritos en este estudio y validar la hipótesis de que la adición de caucho y RCD conlleva a mejoras significativas en las propiedades físico-mecánico de las subrasantes arcillosas procedentes de La Victoria. En este apartado, se exponen detalladamente los resultados obtenidos y se lleva a cabo una discusión exhaustiva, siguiendo la secuencia establecida para cumplir con el propósito de esta investigación.

1. Resultados de los ensayos para la muestra patrón

- Contenido de humedad

Para este ensayo, que se realizó de acuerdo con la norma referencia, se presentó los porcentajes de humedad del suelo de las tres calicatas que se analizaron y se obtuvieron el 10.48%, 8.67% y 10.59 % respectivamente.

Tabla 30: Resumen del contenido de humedad de las tres calicatas

CALICATA	PORCENTAJE
C-01	10.12%
C-02	8.67%
C-03	10.59%

Fuente: Elaboración propia

- Granulometría

En la tabla siguiente se analizan los porcentajes de las tres calicatas estudiadas que pasan y son retenidas por el tamiz N°200. Los resultados que se han obtenido pueden confirmar que existe presencia de material arcilloso debido a que en estas tres calicatas nos han dado como resultado un porcentaje superior al 65% que pasa por la malla N°200.

Tabla 31: Resumen del ensayo de granulometría.

CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	GRANULOMETRÍA	
		%Pasa tamiz N°200	%Retenido
C-01	1.5	71.0	29.0
C-02	1.5	65.9	34.1
C-03	1.5	65.5	34.5

Fuente: Elaboración propia

- Límites de Atterberg

En este ensayo se analizan los resultados obtenidos para las tres calicatas, donde se demuestra una plasticidad media según la clasificación del MTC. Estos resultados son útiles

porque clasifican y miden la plasticidad del suelo, destacándose la calicata 3 por presentar el mayor Índice de Plasticidad (IP).

Tabla 32: Resumen del Límite de Atterberg de las calicatas.

CALICATAS	LÍMITES DE ATTERBERG		
	LL	LP	IP
	%	%	
C1	22.05	13.10	8.96
C2	23.63	16.60	7.03
C3	30.40	17.73	12.67

Fuente: Elaboración propia

- Gravedad Específica (Gs)

En la siguiente tabla, se puede observar los resultados que se han obtenido para ensayo de Gs en el que la calicata 03 posee mayor peso específico.

Tabla 33: Resumen de ensayo de Gravedad.

CALICATAS	Peso específico relativo de sólidos (Gs)
C1	2.463
C2	2.451
C3	2.577

Fuente: Elaboración propia

- Clasificación del suelo

Se procedió a la clasificación del suelo utilizando el método SUCS y AASTHO para las tres muestras de estudio sin adición, en la que se halló que los tres suelos contienen arcilla, clasificando el suelo como CL según el sistema SUCS y como una Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad según AASTHO para C-01, mientras que para las calicatas 2 y 3 se clasificó como arcilla de baja plasticidad con arena.

Tabla 34: Clasificación del suelo mediante SUCS y AASTHO.

CLASIFICACIÓN DEL SUELO			
CALICATA	C-01	C-02	C-03
SUCS	CL	CL	CL
AASHTO	A – 6 (7)	A – 4 (7)	A – 6 (7)
DESCRIPCIÓN	Arcilla arenosa de baja plasticidad	Arcilla arenosa de baja plasticidad	Arcilla arenosa de baja plasticidad

Fuente: Elaboración propia

- Proctor Modificado

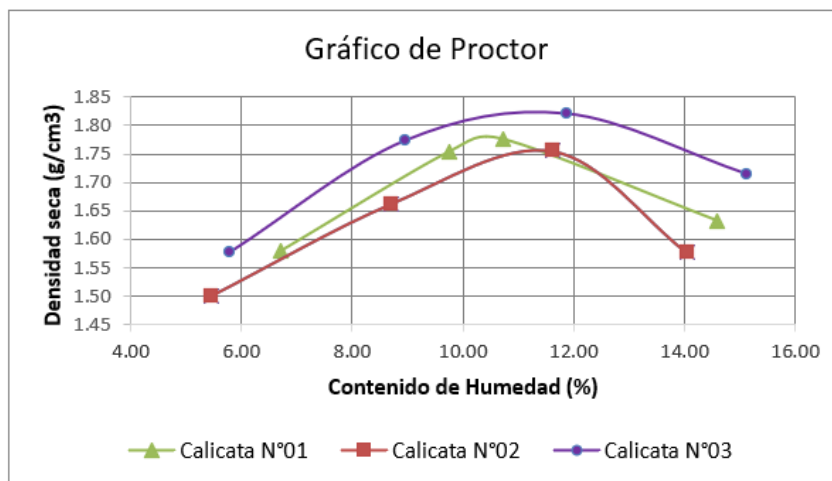
En la siguiente tabla se observan las tres calicatas de estudio. Para C-01 se obtuvo el mayor contenido de humedad con un 11.487% y para C-02 el menor con 10.500%.

Tabla 35: Resumen del ensayo de Proctor Modificado.

CALICATAS	DENSIDAD MÁXIMA SECA	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
C1	1.779	10.548
C2	1.789	11.458
C3	1.830	10.442

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 1: Resumen de Proctor Modificado de las 03 calicatas.



Fuente: Elaboración propia

- CBR

Después de realizar el ensayo de Proctor Modificado y preparar las muestras necesarias para el ensayo de CBR, se observó lo siguiente: la C-01 mostró la menor capacidad de soporte al 95% de compactación a 0.1" con un valor del 2%, lo que la clasifica como una subrasante inadecuada. En contraste, tanto la calicata 02 como la 03 presentaron una subrasante de calidad regular. Por consiguiente, se procederá a añadir un **3% de caucho y 20%, 30% y 40% de RCD** para evaluar cómo afecta esto a la capacidad de soporte de los suelos analizados.

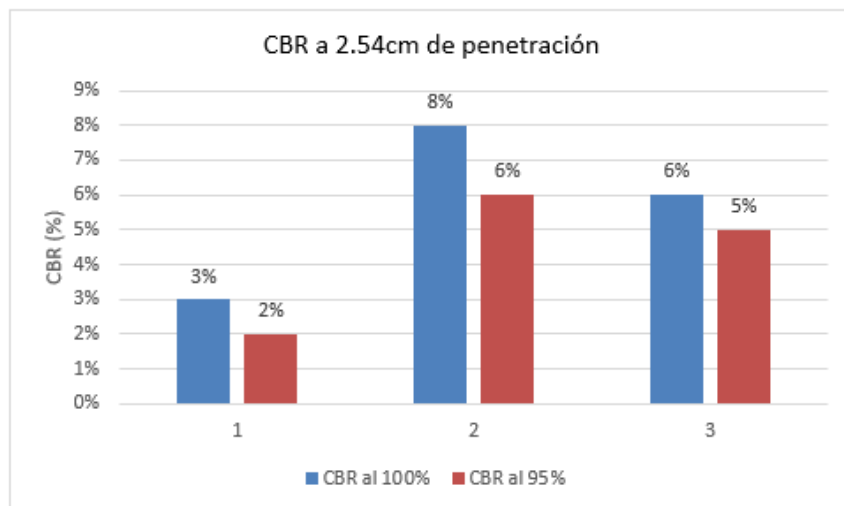
Tabla 36: Resultados sobre el ensayo de CBR

CALICATA	M.D.S 2.54cm (0.1")		M.D.S 5.08cm (0.2")		Máx. Densidad Seca		Óptimo Contenido de Humedad
	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%	100%	95%	%
C-01	3%	2%	3%	3%	1.778	1.689	9.80
C-02	8%	7%	10%	8%	1.795	1.705	11.40
C-03	6%	5%	8%	6%	1.830	1.739	10.00

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente gráfica se representa cómo varía el valor de CBR tanto al 100% como al 95% de compactación, considerando una penetración de una pulgada (2.54 cm), en las tres calicatas analizadas.

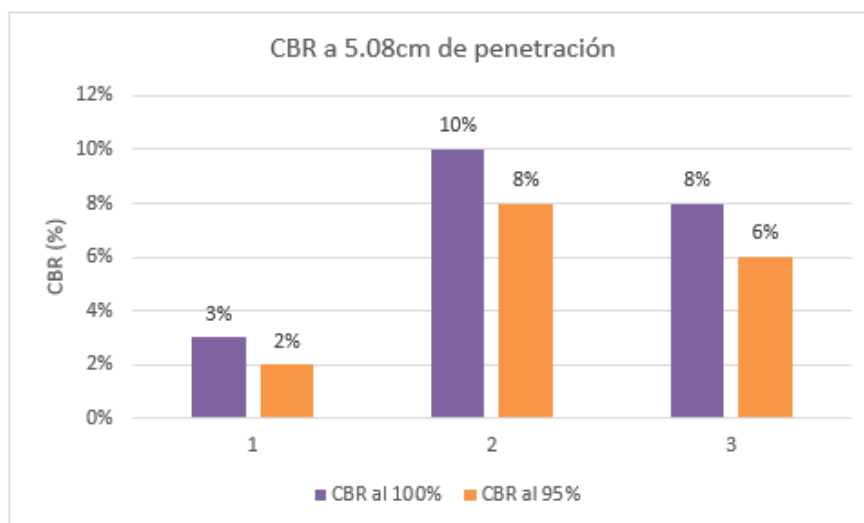
Gráfica 2: CBR de (1 in.) de penetración.



Fuente: Elaboración propia

Ahora, se está considerando una penetración de una pulgada (5.08cm), en las tres calicatas analizadas.

Gráfica 3: CBR de (2 in.) de penetración.



Fuente: Elaboración propia

2. Resultados con adición

- Sales solubles

Para este ensayo, se presentan los resultados del contenido de sales solubles totales en los puntos críticos donde se encontró RCD. En el primer punto, el contenido fue de 12500 ppm (1.25%), en el segundo punto fue de 11000 ppm (1.10%), y en el último punto se

registraron 15500 ppm (1.55%), superando ligeramente el límite permitido de 15000 ppm. A pesar de este ligero exceso, los datos pueden ser utilizados para los ensayos de tal manera que se sigan las indicaciones o control sugeridos por la normativa vigente.

Tabla 37: Contenido de sales solubles totales

PUNTOS CRÍTICOS	CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES	
	Constituyentes de sales solubles totales (ppm)	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco (%)
Carretera a Ferreñafe (cerca de la Urb. Vista Alegre - Galilea)	12500	1.25%
Carretera Panamericana Norte (PE-1N)	11000	1.10%
Av. Miguel Grau - Carretera a Monsefú (por el poblado de Chacupe Alto)	15500	1.55%

Fuente: Elaboración propia

- Límites de Atterberg

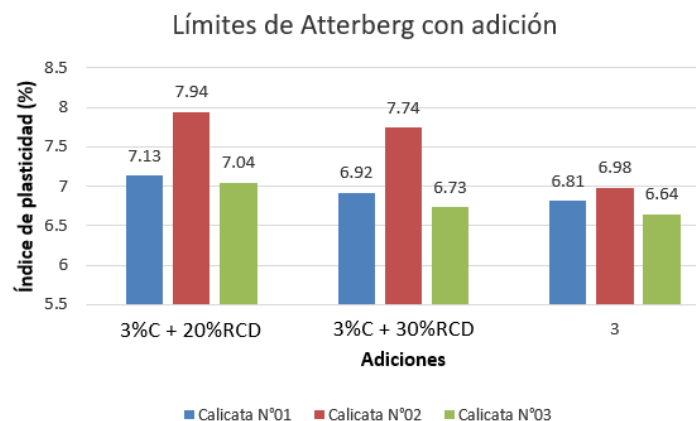
Los resultados que se obtuvieron indican una plasticidad media según el MTC, siendo la muestra de la adición de **3%C + 40% de RCD** la que tiene menor IP para las 3 calicatas y la adición de **3%C + 20% de RCD** la que posee un mayor IP.

Tabla 38: Resumen del Límite de Atterberg con adición.

ADICIÓN	CALICATAS								
	CALICATA 01			CALICATA 02			CALICATA 03		
	LL (%)	LP (%)	IP (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
20%	24.1	16.97	7.13	30.48	22.54	7.94	24.81	17.77	7.04
30%	23.2	16.28	6.92	28.65	20.9	7.74	25.28	18.55	6.73
40%	23.43	16.62	6.81	33.81	27.12	6.69	24.1	17.46	6.64

Fuente: Elaboración propia

Considerando que un mayor índice de plasticidad se asocia con una mayor cantidad de arcilla y, por lo tanto, una tiende a tener la menor capacidad de soporte, se observa que la adición de **3% de caucho y un 20% de RCD** como adiciones, el índice de plasticidad comienza a disminuir. Estos resultados son útiles para la clasificación del suelo y la evaluación de su plasticidad, destacándose que la muestra con la adición del **3% de caucho y un 40% de RCD** exhibe el índice de plasticidad más bajo como se observa en la siguiente gráfica:



Gráfica 4: Resumen del IP de las tres calicatas con adición

Fuente: Elaboración propia

- Proctor Modificado

Los ensayos analizados en laboratorio se pueden verificar en la siguiente tabla que se ha descrito adicionando 3% de caucho y 20%, 30% y 40% de RCD para las tres calicatas estudiada.

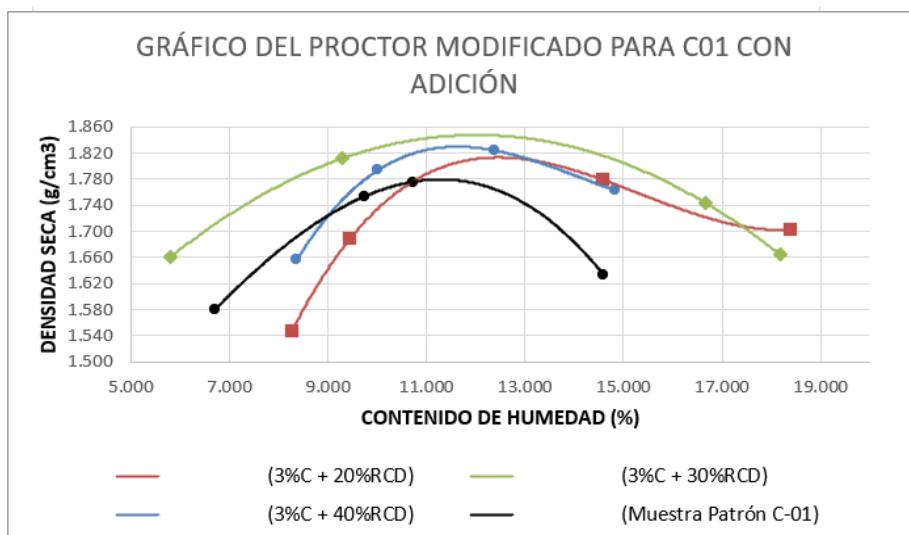
Tabla 39: Resultados de ensayo de Proctor Modificado con Adición.

ADICIÓN	REPETICIONES	CALICATA 01		CALICATA 02		CALICATA 03	
		MÁX DENSIDAD SECA	ÓPT. CONTENIDO DE HUMEDAD	MÁX DENSIDAD SECA	ÓPT. CONTENIDO DE HUMEDAD	MÁX DENSIDAD SECA	ÓPT. CONTENIDO DE HUMEDAD
3%C + 20%RCD	R1	1.814	12.328	1.844	11.896	1.863	11.500
	R2	1.810	12.189	1.834	11.803	1.799	11.453
	R3	1.823	12.294	1.851	11.872	1.846	11.488
3%C + 30%RCD	R1	1.848	12.000	1.855	11.600	1.893	11.000
	R2	1.829	11.955	1.832	11.547	1.832	10.972
	R3	1.857	12.251	1.859	11.621	1.915	11.123
3%C + 40%RCD	R1	1.830	11.608	1.852	11.000	1.854	10.780
	R2	1.844	11.598	1.849	11.123	1.839	10.816
	R3	1.827	11.627	1.861	10.987	1.861	10.800

El mayor óptimo contenido de humedad para las tres muestras es con la adición de **3% de caucho y 20% RCD** con un 12.27%, 11.86% y 11.48% respectivamente y menor contenido se halló en la adición de **3% de caucho y 40% RCD** del 11.61%, 11.04% y 10.80% respectivamente.

En el siguiente gráfico, se presentan las curvas correspondientes al Proctor Modificado para la calicata C01, donde se ha incorporado un 3% de caucho y diferentes porcentajes de RCD, específicamente el 20%, 30% y 40%. Estas curvas representan la relación que existe entre la densidad seca del suelo y el contenido óptimo de humedad.

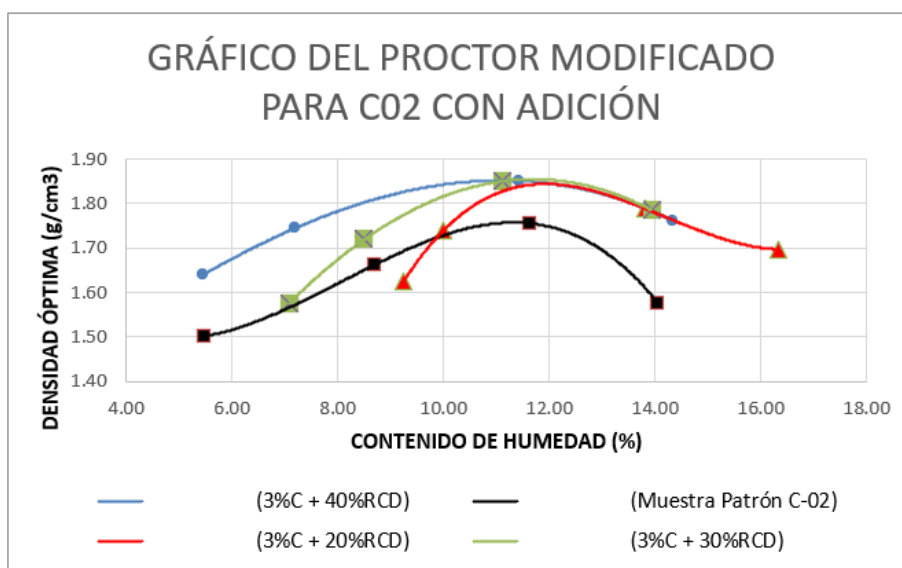
Gráfica 5: Proctor Modificado para C01 con adición.



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente gráfica, se presentan las curvas correspondientes al Proctor Modificado para la calicata C02, donde se ha incorporado un 3% de caucho y diferentes porcentajes de RCD, específicamente el 20%, 30% y 40%. Estas curvas representan la relación entre la densidad seca del suelo y el contenido óptimo de humedad.

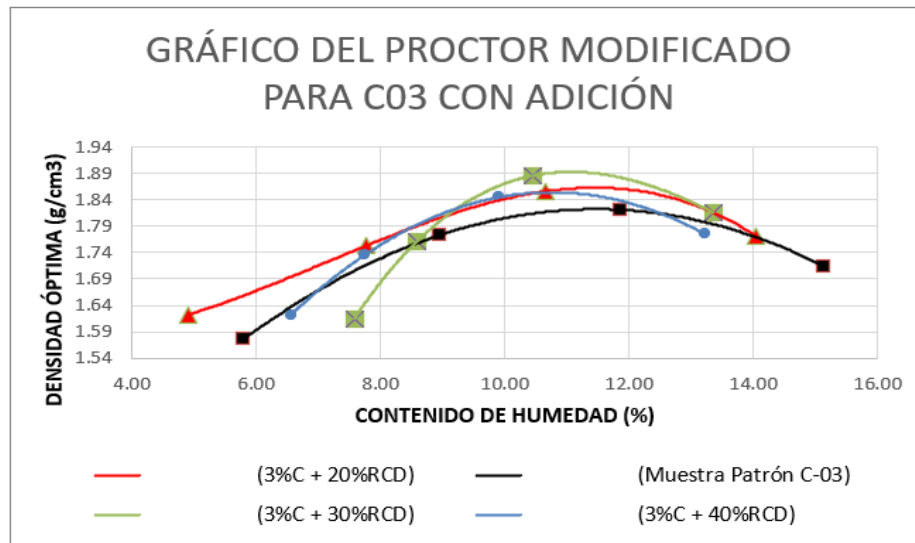
Gráfica 6: Proctor Modificado para C02 con adición.



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente gráfico, se presentan las curvas correspondientes al Proctor Modificado para la calicata C03, donde se ha incorporado un 3% de caucho y diferentes porcentajes de RCD, específicamente el 20%, 30% y 40%. Estas curvas representan la relación entre la densidad seca del suelo y el contenido óptimo de humedad.

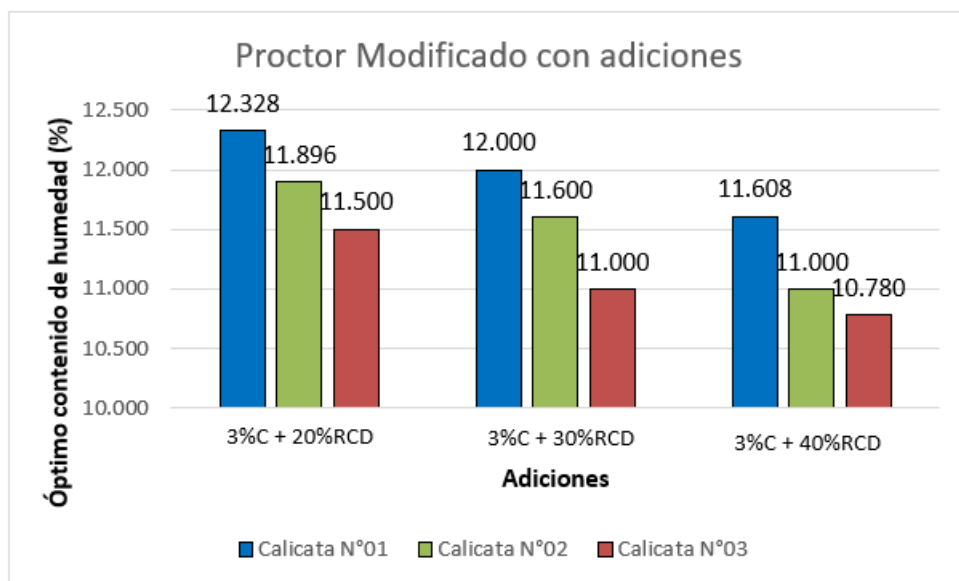
Gráfica 7: Proctor Modificado para C03 con adición.



Fuente: Elaboración propia

Considerando que un mayor contenido de humedad se correlaciona con una mayor energía de compactación y, por ende, una menor capacidad de soporte resulta evidente que la incorporación tanto de caucho como de RCD produce una reducción en el contenido de humedad. Por ejemplo, se observa una disminución del contenido de humedad desde un 12.328% inicial hasta un 10.780% al añadir un 3% de caucho y un 40% de RCD, como se observa en la siguiente gráfica. Este fenómeno es crucial en el diseño y la ingeniería de suelos, ya que un menor contenido de humedad mejora significativamente la resistencia y estabilidad del suelo compactado.

Gráfica 8: Resumen del Proctor Modificado de las tres calicatas con adición.



Fuente: Elaboración propia

- CBR

Los resultados obtenidos revelan que la incorporación de caucho en combinación con RCD genera una mejora notable en la capacidad de soporte de suelos arcillosos. Se observa un aumento significativo de hasta un 25.5% en la capacidad de carga, lo que indica un incremento sustancial en la resistencia y estabilidad del suelo. Esta mejora representa un avance significativo en el campo de la ingeniería geotécnica, debido a que ofrece nuevas posibilidades para la optimización de la infraestructura y la mitigación de riesgos asociados a la cimentación en terrenos de este tipo.

Mediante el ensayo realizado en la calicata N°01, utilizando una mezcla de 3% de caucho y 20% de RCD, se han obtenido resultados significativos. Para una penetración de 2.54 cm (1 in.), se registró un CBR del 100% de 14%, mientras que para un nivel de confiabilidad del 95%, el CBR se redujo ligeramente a 12%. Estos resultados indican que el suelo puede ser clasificado como bueno, según los estándares geotécnicos establecidos.

Tabla 40: CBR de la calicata 01 adicionando 3%C+20%RCD

Calicata N°01 adicionando 3% de caucho y 20% de RCD							
REPETICIONES	M.D.S 2.54cm (0.1")		M.D.S 5.08cm (0.2")		Máx. Densidad Seca		Óptimo Contenido de Humedad
	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%
R1	15%	12%	20%	13%	1.816	1.725	12.52
R2	14%	12%	18%	14%			
R3	12%	9%	16%	10%			
R4	14%	12%	18%	14%			
R5	14%	12%	18%	14%			
TOTAL	14%	12%	18%	14%			

Fuente: Elaboración propia

Para este mismo suelo, utilizando una mezcla de 3% de caucho y 30% de RCD, se han obtenido los siguientes resultados. Para una penetración de 2.54 cm (1 in.), se registró un CBR del 100% de 16%, mientras que para un nivel de confiabilidad del 95%, el CBR se redujo ligeramente a 14%. Estos resultados indican que el suelo puede ser clasificado como bueno, según los estándares geotécnicos establecidos.

Tabla 41: CBR de la calicata 01 adicionando 3%C+30%RCD

Calicata N°01 adicionando 3% de caucho y 30% de RCD							
REPETICIONES	M.D.S 2.54cm (0.1")		M.D.S 5.08cm (0.2")		Máx. Densidad Seca		Óptimo Contenido de Humedad
	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%
R1	16%	14%	21%	16%	1.848	1.756	12.000
R2	14%	12%	18%	14%			
R3	15%	13%	19%	15%			
R4	16%	14%	21%	16%			
R5	18%	15%	23%	18%			
TOTAL	16%	14%	20%	16%			

Para este mismo suelo, utilizando una mezcla de 3% de caucho y 40% de RCD, se han obtenido los siguientes resultados. Para una penetración de 2.54 cm (1 in.), se registró un CBR del 100% de 24%, mientras que para un nivel de confiabilidad del 95%, el CBR se redujo ligeramente a 21%. Estos resultados indican que el suelo puede ser clasificado como muy bueno, según los estándares geotécnicos establecidos.

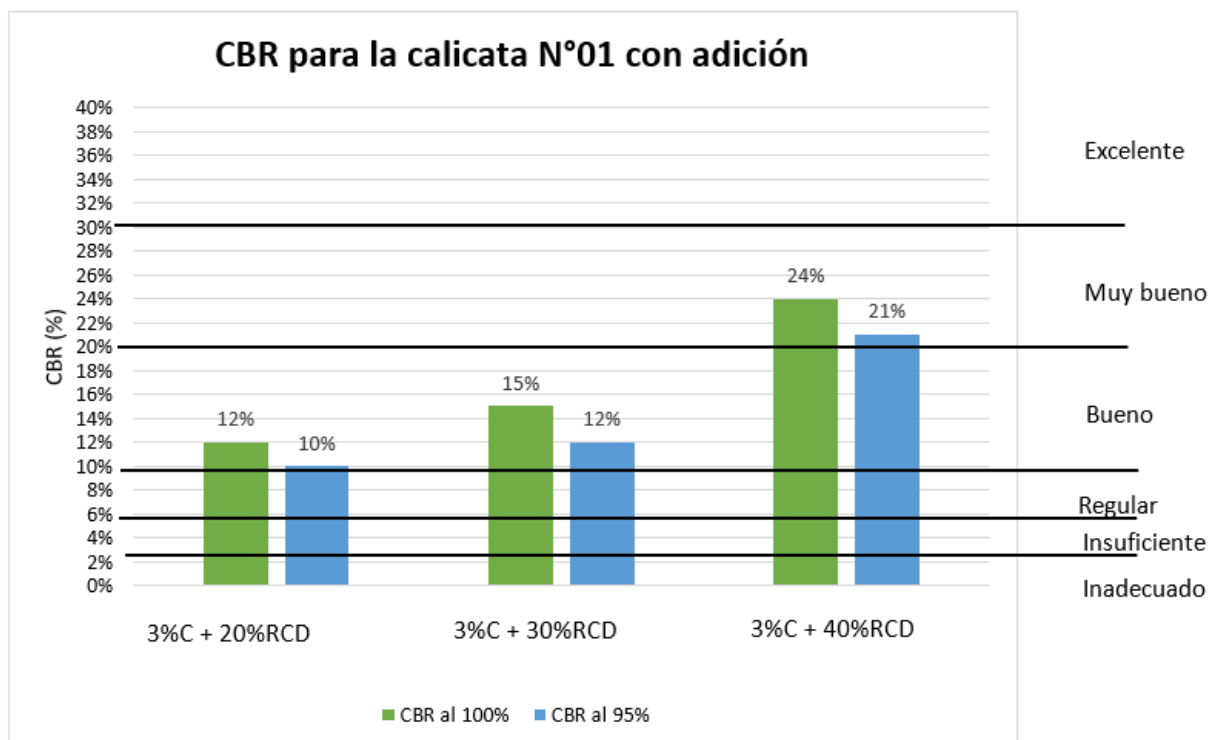
Tabla 42: CBR de la calicata 01 adicionando 3%C+40%RCD

Calicata N°01 adicionando 3% de caucho y 40% de RCD							
REPETICIONES	M.D.S 2.54cm (0.1")		M.D.S 5.08cm (0.2")		Máx. Densidad Seca		Óptimo Contenido de Humedad
	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%
R1	26%	23%	33%	26%	1.830	1.739	11.608
R2	22%	19%	28%	22%			
R3	23%	20%	30%	24%			
R4	22%	20%	29%	22%			
R5	27%	24%	30%	25%			
TOTAL	24%	21%	30%	25%			

Fuente: Elaboración propia

El $CBR \geq 20\%$ de la C-01 se clasifica como una subrasante muy buena cosa que se cumple para una adición de 3%C + 40%RCD como se ve en la siguiente gráfica, siendo esta la combinación de adición que tuvo mejor capacidad de soporte al 95% a 0.1" con un 21%.

Gráfica 9: CBR de la calicata N°01 con adición.



Fuente: Elaboración propia

Ahora para la calicata N°02, utilizando una mezcla de 3% de caucho y 20% de RCD, se han obtenido los siguientes resultados. Para una penetración de 2.54 cm (1 in.), se registró un CBR del 100% de 12%, mientras que para un nivel de confiabilidad del 95%, el CBR se redujo ligeramente a 11%. Estos resultados indican que el suelo puede ser clasificado como bueno, según los estándares geotécnicos establecidos.

Tabla 43: CBR de la calicata 02 adicionando 3%C+20%RCD

Calicata N°02 adicionando 3% de caucho y 20% de RCD							
REPETICIONES	M.D.S 2.54cm (0.1")		M.D.S 5.08cm (0.2")		Máx. Densidad Seca		Óptimo Contenido de Humedad
	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%
R1	11%	9%	14%	11%	1.855	1.762	11.600
R2	13%	12%	17%	14%			
R3	13%	12%	17%	14%			
R4	12%	10%	15%	11%			
R5	10%	10%	13%	10%			
TOTAL	12%	11%	15%	12%			

Fuente: Elaboración propia

Para este mismo suelo, utilizando una mezcla de 3% de caucho y 30% de RCD, se han obtenido los siguientes resultados. Para una penetración de 2.54 cm (1 in.), se registró un CBR del 100% de 13%, mientras que para un nivel de confiabilidad del 95%, el CBR se redujo ligeramente a 11%. Estos resultados indican que el suelo puede ser clasificado como bueno, según los estándares geotécnicos establecidos.

Tabla 44: CBR de la calicata 02 adicionando 3%C+30%RCD

Calicata N°02 adicionando 3% de caucho y 30% de RCD							
REPETICIONES	M.D.S 2.54cm (0.1")		M.D.S 5.08cm (0.2")		Máx. Densidad Seca		Óptimo Contenido de Humedad
	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%
R1	12%	9%	16%	11%	1.844	1.752	11.896
R2	15%	12%	19%	14%			
R3	14%	12%	18%	14%			
R4	11%	10%	15%	12%			
R5	15%	12%	19%	13%			
TOTAL	13%	11%	17%	13%			

Fuente: Elaboración propia

Para este mismo suelo, utilizando una mezcla de 3% de caucho y 40% de RCD, se han obtenido los siguientes resultados. Para una penetración de 2.54 cm (1 in.), se registró un CBR del 100% de 24%, mientras que para un nivel de confiabilidad del 95%, el CBR se redujo ligeramente a 21%. Estos resultados indican que el suelo puede ser clasificado como muy bueno, según los estándares geotécnicos establecidos.

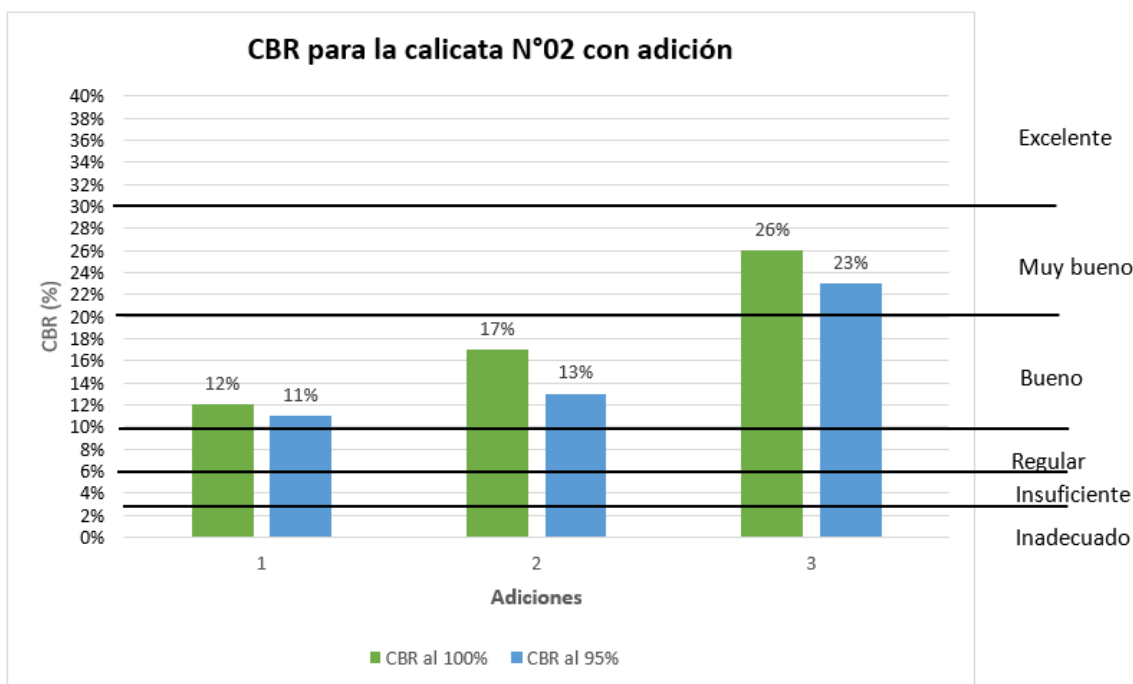
Tabla 45: CBR de la calicata 02 adicionando 3%C+40%RCD

Calicata N°02 adicionando 3% de caucho y 40% de RCD							
REPETICIONES	M.D.S 2.54cm (0.1")		M.D.S 5.08cm (0.2")		Máx. Densidad Seca		Óptimo Contenido de Humedad
	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%
R1	30%	26%	38%	31%	1.852	1.759	11.000
R2	22%	19%	29%	22%			
R3	22%	18%	29%	20%			
R4	26%	23%	34%	26%			
R5	30%	27%	38%	30%			
TOTAL	26%	23%	34%	26%			

Fuente: Elaboración propia

El CBR $\geq 20\%$ de la C-02 se clasifica como una subrasante muy buena cosa que se cumple para una adición de 3%C + 40%RCD como se ve en la siguiente gráfica, siendo esta la combinación de adición que tuvo mejor capacidad de soporte al 95% a 0.1" con un 26%.

Gráfica 10: CBR de la calicata N°02 con adición.



Fuente: Elaboración propia

Ahora para la calicata N°03, utilizando una mezcla de 3% de caucho y 20% de RCD, se han obtenido los siguientes resultados. Para una penetración de 2.54 cm (1 in.), se registró un CBR del 100% de 12%, mientras que para un nivel de confiabilidad del 95%, el CBR se redujo ligeramente a 10%. Estos resultados indican que el suelo puede ser clasificado como bueno, según los estándares geotécnicos establecidos.

Tabla 46: CBR de la calicata 03 adicionando 3%C+20%RCD

Calicata N°03 adicionando 3% de caucho y 20% de RCD							
REPETICIONES	M.D.S 2.54cm (0.1")		M.D.S 5.08cm (0.2")		Máx. Densidad Seca		Óptimo Contenido de Humedad
	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%
R1	11%	9%	14%	10%	1.863	1.770	11.500
R2	10%	10%	14%	11%			
R3	12%	11%	16%	12%			
R4	12%	10%	15%	11%			
R5	13%	12%	17%	14%			
TOTAL	12%	10%	15%	10%			

Fuente: Elaboración propia

Para este mismo suelo, utilizando una mezcla de 3% de caucho y 30% de RCD, se han obtenido los siguientes resultados. Para una penetración de 2.54 cm (1 in.), se registró un CBR del 100% de 15%, mientras que para un nivel de confiabilidad del 95%, el CBR se redujo ligeramente a 12%. Estos resultados indican que el suelo puede ser clasificado como bueno, según los estándares geotécnicos establecidos.

Tabla 47: CBR de la calicata 03 adicionando 3%C+30%RCD

Calicata N°03 adicionando 3% de caucho y 30% de RCD							
REPETICIONES	M.D.S 2.54cm (0.1")		M.D.S 5.08cm (0.2")		Máx. Densidad Seca		Óptimo Contenido de Humedad
	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%
R1	16%	13%	20%	15%	1.893	1.798	11.000
R2	15%	12%	20%	15%			
R3	15%	12%	19%	16%			
R4	15%	12%	19%	15%			
R5	15%	13%	20%	15%			
TOTAL	15%	12%	20%	15%			

Fuente: Elaboración propia

Para este mismo suelo, utilizando una mezcla de 3% de caucho y 40% de RCD, se han obtenido los siguientes resultados. Para una penetración de 2.54 cm (1 in.), se registró un CBR del 100% de 24%, mientras que para un nivel de confiabilidad del 95%, el CBR se redujo ligeramente a 21%. Estos resultados indican que el suelo puede ser clasificado como muy bueno, según los estándares geotécnicos establecidos.

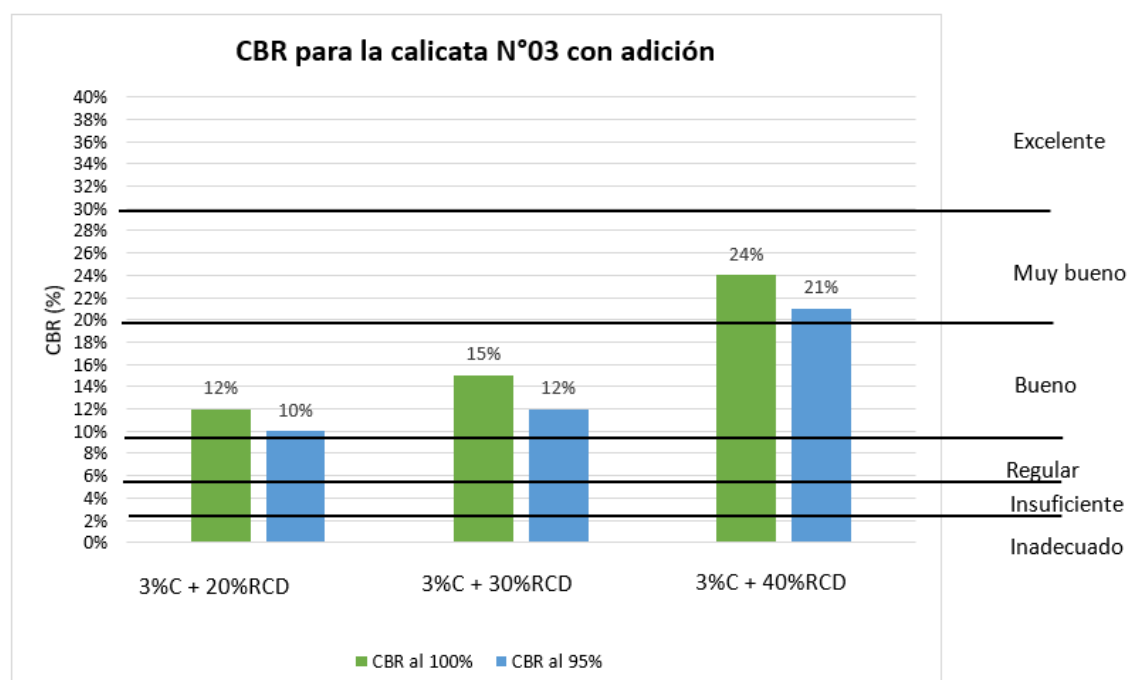
Tabla 48: CBR de la calicata 03 adicionando 3%C+40%RCD

Calicata N°03 adicionando 3% de caucho y 40% de RCD							
REPETICIONES	M.D.S 2.54cm (0.1")		M.D.S 5.08cm (0.2")		Máx. Densidad Seca		Óptimo Contenido de Humedad
	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%
R1	24%	22%	31%	25%	1.844	1.752	10.780
R2	23%	20%	29%	23%			
R3	23%	20%	29%	23%			
R4	25%	22%	32%	27%			
R5	23%	20%	30%	23%			
TOTAL	24%	21%	30%	24%			

Fuente: Elaboración propia

El CBR $\geq 20\%$ de la C-03 se clasifica como una subrasante muy buena cosa que se cumple para una adición de 3%C + 40%RCD como se ve en la siguiente gráfica, siendo esta la combinación de adición que tuvo mejor capacidad de soporte al 95% a 0.1" con un 23%.

Gráfica 11: CBR de la calicata N°03 con adición



Fuente: Elaboración propia

3. Tramo de prueba

Este ensayo se llevó a cabo mediante una comparación entre los resultados obtenidos en el laboratorio, utilizando el ensayo de Proctor Modificado, y los datos recopilados en el campo mediante el método del cono de arena. En el campo, la muestra patrón reveló un porcentaje de compactación del 85%, mientras que, según las especificaciones de la MTC (Manual de Carreteras), el límite mínimo aceptable es del 90%. Para alcanzar este estándar, se

evaluaron diferentes combinaciones de aditivos, incluyendo un 3% de caucho y diferentes porcentajes de RCD en el rango del 20%, 30% y 40%.

Los resultados muestran que la adición del mayor porcentaje de RCD, en conjunto con el 3% de caucho, logra el mejor resultado en términos de compactación, alcanzando un nivel del 96%. Este hallazgo indica que la combinación de materiales seleccionada mejora significativamente la capacidad de compactación del suelo, superando incluso el estándar mínimo establecido por la MTC.

Tabla 49: Resumen de resultados realizados por el método del cono de arena.

CAPA	Muestra Patrón	MP + 3%C + 20%RCD	MP + 3%C + 30%RCD	MP + 3%C + 40%RCD
Porcentaje de Compactación (%)	85%	91%	94%	96%

Fuente: Elaboración propia

4. Resumen de los costos unitarios usando diferentes adiciones

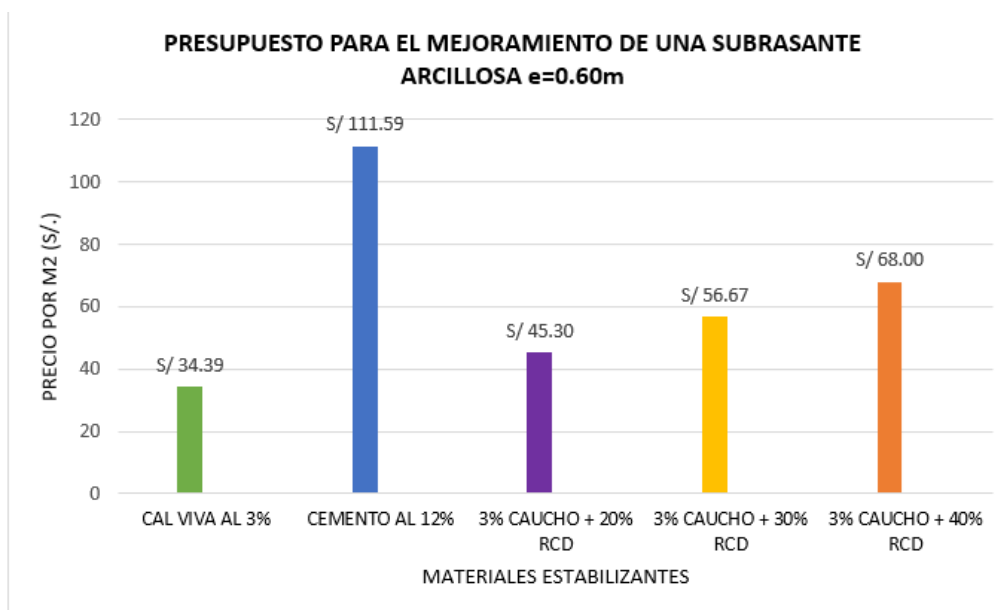
A continuación, se presenta un resumen comparativo del presupuesto, obtenido mediante el análisis de costos unitarios, para cada uno de los materiales seleccionados en el estudio económico actual. La tabla siguiente proporciona una visión general de los costos asociados con los materiales considerados en la investigación, permitiendo una evaluación detallada de su impacto financiero en el proyecto.

Tabla 50: Tabla resumen de los presupuestos

TABLA RESUMEN DE LOS PRESUPUESTO PARA EL MEJORAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSA e=0.60m POR m2	
ADICIONES	TOTAL
CAL VIVA AL 3%	S/ 34.39
CEMENTO AL 12%	S/ 111.59
3% CAUCHO + 20% RCD	S/ 45.30
3% CAUCHO + 30% RCD	S/ 56.67
3% CAUCHO + 40% RCD	S/ 68.00

Se ha observado en la siguiente gráfica una reducción en los costos con adición del 3% de caucho y 20%, 30% y 40% de RCD en comparación con el cemento; no obstante, al agregar cal, se destaca que este último es el más económico. Es importante recordar que la economía no siempre garantiza la mejor calidad o desempeño. Por lo tanto, aunque la opción más económica pueda parecer atractiva inicialmente, es fundamental considerar otros factores relevantes, como la durabilidad, la resistencia y la eficacia a largo plazo, antes de tomar una decisión final.

Gráfica 12: Resumen de presupuesto para distintas adiciones



○ **Discusión**

Para dar respuesta a nuestro **objetivo general** que es el analizar las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en diferentes porcentajes, vemos que los resultados de este estudio sugieren que la incorporación de RCD y caucho reciclado en la subrasante tiene efectos positivos en las propiedades geotécnicas del suelo.

En los resultados para la muestra patrón C-01, C-02 y C-03; se obtuvo que el contenido de humedad es 10.12%, 8.67% y 10.59% respectivamente y cuyos IP son 8.96, 7.03 y 12.67 y de acuerdo con lo establecido en la Sección de Suelos y Pavimento (**MTC 2016**), se considera que los suelos con un Índice de Plasticidad (IP) superior a 7 y menor e igual a 20 poseen una alta plasticidad. Esta característica es típica de suelos con un contenido elevado de arcilla, lo que los hace buenas adiciones para la investigación. Por lo tanto, resulta fundamental llevar a cabo un mejoramiento para este tipo de suelos.

Siguiendo la normativa del MTC 2016, se observa una mejora progresiva en los resultados de las calicatas a medida que se incrementa el porcentaje de RCD. Como es el caso que al añadir un 3% de caucho y un 40% de RCD, se logran índices de plasticidad de 6.81, 6.98 y 6.64 en las tres calicatas respectivamente. Estos resultados indican una mejora en las propiedades físicas de la arcilla, debido a que el índice de plasticidad disminuye. Se atribuye esta transformación a las propiedades de estas dos adiciones, las cuales promueven la transición de la muestra de un estado plástico a uno semi sólido en un período de tiempo reducido. En el estudio llevado a cabo **en Australia, Soltani, Taheri, etc (2022)** incorpora un

40% de RCD a su muestra de suelo arcilloso, lo que resulta en una disminución significativa de su índice de plasticidad, reduciendo este parámetro del 30.50% al 18.67%. Por el contrario, en una investigación realizada por **Infante y Gonzales (2021) en Bogotá**, menciona que el adicionar el RCD no mejoran las propiedades físicas del suelo arcilloso. No obstante, se sugiere la inclusión de un bajo porcentaje de un conglomerante, como el caucho, para mejorar estas propiedades. De hecho, sus hallazgos confirman que incluso una pequeña adición de caucho puede resultar en mejoras en las propiedades físicas del suelo, aunque estas mejoras pueden no ser tan significativas. Además, **Islam y Robiul (2022) en Bangladesh** usaron polvo de RCD con porcentajes del 10%, 20%, 30% y 40% en el que los resultados se obtuvo disminución en el IP del 14.43% al 13.17% debido a su naturaleza no plástica lo que resulta en una menor hinchazón del suelo y un menor riesgo de fracturas de los cimientos.

Se ha realizado el ensayo de Proctor para determinar la capacidad portante del suelo. Para nuestras tres calicatas, se ha observado que el contenido de humedad disminuye a medida que aumentan los porcentajes de adiciones. Por ejemplo, en la muestra sin adición, el contenido de humedad es del 12.27%, mientras que en la muestra con una adición del 3% de caucho y un 40% de RCD, este valor disminuye al 11.61%, según se detalla en la **Tabla 24**.

Es importante destacar que un mayor contenido de humedad implica una mayor energía de compactación y, por ende, una menor capacidad de soporte. Por lo tanto, resulta evidente que las adiciones han mejorado las propiedades mecánicas del suelo. Este hecho ha sido corroborado por **Shang y Ling (2020) en China**, quienes observaron una mejora significativa en la capacidad portante y la estabilidad del suelo tratado, así como una reducción en su expansión y contracción al utilizar un 35% de RCD, lo que disminuyó su contenido de humedad del 19% al 13.4%. Estos hallazgos respaldan la viabilidad técnica de emplear materiales reciclados para mejorar la calidad del suelo en proyectos de ingeniería civil. También **Islam y Robiul (2022) en Bangladesh**, puedo afirmar que el mejor porcentaje para adicionar es cuando se utiliza un 40% de RCD pues los resultados que obtuvo con este adición para este ensayo fue que se obtuvo una densidad máx de 1.76 g/cm³ y una humedad de 14.2% con respecto a su suelo pues conforme aumentaba la cantidad de RCD en la muestra de suelo, su humedad disminuye, debido a que las partículas no cohesivas del polvo de RCD absorbían menos agua que las partículas naturales del suelo.

Finalmente, para poder determinar la capacidad de soporte de la subrasante que es el CBR, ha tenido una comparación con los parámetros del MTC E 132; añadiendo el 3% de caucho en 20%, 30% y 40% de RCD ayuda a mejorar la capacidad de soporte al 95%M.D.S(0.1”) del suelo, de un 7% hasta un 26% con la adición de 3% de caucho y 40%

RCD; considerándose como el mejor porcentaje y según el MTC siendo una subrasante muy buena. De igual forma, **Kavinkumar, Elavarasan, etc, (2021) en India**, en su investigación utilizaron como estudio el caucho granulado el cual ha aumentado en sus propiedades físico-mecánicas de un 4% a 9.7% al 95% M.D.S. cuando se adicionó un 4%, y esto solo se pudo lograr al adicionar solo un 2% de caucho.

Así mismo, **Gonzales e Infante (2020) en Lima**, compara el comportamiento de un suelo arcillo cuando se añade RCD del 20%, 30%, 40% y 50%; en el que obtuvo varias mejoras para el suelo desde el primer porcentaje, en el que el CBR ha aumentado de 2.3% a un 25.02% con tan solo 20% de RCD, hasta un 33.36% con un 50% de adición; clasificando la subrasante como extraordinaria según el MTC, si bien la inclusión de un 40% o un 50% de RCD en la subrasante conlleva un aumento considerable en esta propiedad debido al porcentaje óptimo que alcanza el CBR, por esto para una mejora más eficiente del suelo, adopta la proporción del 40% de RCD, ya que proporciona la resistencia requerida según los estándares establecidos, permitiendo optimizar los recursos y evitar el exceso de material, lo que a su vez reduce los costos y minimiza cualquier impacto ambiental asociado con la disposición de los RCD.

También, **Ochoa (2020) en Brasil**, recalca que la inclusión de RCD cumple con los requisitos necesarios, lo que facilita su utilización como material para la subrasante, actuando como un aditivo estabilizador en los porcentajes del 20%, 40% y 60%, esta función es análoga a la del cemento o la cal, que también se han estudiado en otros artículos Sin embargo, se encontraron resultados contradictorios en un estudio que utilizó un 50% y 60% de RCD, donde se observó una disminución en el CBR para ambos valores, haciendo que el mejor porcentaje sea el de usar un 40% dando un valor de 21.3% de CBR haciendo que este suelo sea excelente según la MTC y también su expansión del suelo cumple con el valor mínimo exigido por las normas, que es de 2% como mínimo.

Basándome en estos resultados se puede observar que la combinación que muestra mejoras en todos los aspectos y ensayos es la que consiste en un 3% de caucho y un 40% de RCD. Esto se respalda aún más al realizar ensayos en la zona de estudio, donde la densidad de campo del suelo natural alcanzó un porcentaje de compactación del 85%, indicando su naturaleza deficiente e inapropiada. Al incorporar tanto el caucho como el RCD, se observaron mejoras significativas, siendo la combinación del 3% de caucho y 40% de RCD que obtuvo el mayor porcentaje de compactación del 96% en comparación con el suelo natural. Este hallazgo resalta la efectividad de la adición de caucho y RCD en la mejora de las propiedades del suelo, especialmente en términos de compactación. Sin embargo, es

importante considerar que estas conclusiones pueden variar según las condiciones específicas del sitio y las normativas locales. En comparación con las normas peruanas relacionadas con la compactación del suelo, como por ejemplo la **NTP 339.118 (Suelos - Proctor Modificado - Método de Ensayo)**, que establece los procedimientos para la compactación de suelos en obras viales, estos resultados podrían ser interpretados como un indicador positivo de conformidad con dichas normativas, en la que se establece los valores mínimos de densidad seca y humedad óptima que deben alcanzarse durante el proceso de compactación, y los resultados obtenidos mediante la adición de caucho y RCD cumplen e incluso superan estos estándares, lo que refuerza la viabilidad de esta técnica para mejorar la calidad del suelo.

Por último, al realizar un análisis comparativo sobre los distintos tipos de presupuesto en la construcción por m², considerando tanto la inclusión de nuevos aglomerantes como adiciones, se observa una variación significativa en los costos, en el que se revela que el presupuesto más elevado corresponde al adicionar cemento en 12% dando S/.111.59 y con respecto a la adición el más elevado es un 3% de caucho y un 40% de RCD, con un valor de S/.68.00. Por otro lado, la opción más económica implica el uso de cal, con un costo de S/.34.39. Sin embargo, es importante señalar que, a pesar de su menor costo, la inclusión de cal en suelos no siempre produce resultados óptimos. Este hallazgo está en línea con investigaciones previas que han explorado la eficacia y el costo de diferentes adiciones y aglomerantes en la construcción civil. Por ejemplo, un estudio de **Promptthangkoona (2020) en India** examinó el efecto de la adición de caucho reciclado en la resistencia y durabilidad del concreto. Se encontró que, si bien la inclusión de caucho puede aumentar los costos iniciales, puede resultar en una mejora significativa en la resistencia a la compresión y la flexión del concreto, lo que podría reducir los costos de mantenimiento a largo plazo. Por otro lado, investigaciones sobre el uso de cal en suelos han demostrado resultados mixtos. Si bien la cal es un agente estabilizador comúnmente utilizado debido a su disponibilidad y costo relativamente bajo, su eficacia puede variar dependiendo de las características del suelo y las condiciones ambientales. Un estudio realizado por la **Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTEC)** evaluó la estabilización de suelos con cal en la construcción de carreteras y encontró que, aunque la cal puede mejorar la resistencia del suelo, su efectividad puede ser limitada en suelos con alto contenido de arcilla o en condiciones de alta humedad.

Si bien el costo inicial es un factor importante a considerar en la selección de aglomerantes y adiciones en la construcción, también es crucial evaluar su efectividad a largo plazo y su impacto en la calidad y durabilidad de las estructuras. Los estudios científicos proporcionan una base sólida para tomar decisiones informadas sobre los materiales a utilizar

en proyectos de construcción, considerando tanto los aspectos económicos como técnicos. Los resultados de este estudio tienen importantes implicaciones prácticas para el diseño y la construcción de carreteras y otras infraestructuras. La utilización de RCD y caucho reciclado en la mejora de la subrasante no solo puede mejorar el rendimiento del suelo, sino que también puede contribuir a la gestión sostenible de los residuos de construcción y demolición. Esto podría llevar a una reducción en los costos de eliminación de residuos y una menor huella ambiental de los proyectos de construcción.

Conclusiones

- Se investigó el impacto de la adición de un 3% de caucho y del 20%, 30% y 40% de RCD en la mejora de las propiedades físico-mecánico de la subrasante arcillosa en La Victoria mediante pruebas realizadas según el MTC, dándonos como la proporción más recomendable el añadir 3% de caucho y 40% de RCD para lograr una mejora significativa en las propiedades físicas y mecánicas del suelo.
- Se determinó que las muestras del suelo de La Victoria es arcilla de baja plasticidad con arena (CL) según el SUCS y según el AASTHO, es un suelo de tipo A – 6 denominado suelos finos. Para la granulometría, al pasar más del 65% de la malla N°200 se afirmó que existe presencia de arcilla. Además, la Máxima Densidad Seca (MDS) de C-01, C-02 y C-03 dio 1.779%, 1.789% y 1.830%, respectivamente, y finalmente, para los Límites de Atterberg se obtuvieron un IP de 8.96, 7.03 y 12.67 para C-01, C-02 y C-03 y para el CBR la C-01 es una subrasante inadecuada y para la C-02 y la C-03 es una subrasante regular.
- Basándonos en los ensayos efectuados para evaluar la concentración de sales solubles totales en el RCD que se encontraron en 3 puntos críticos, dándonos como resultado 11000ppm para la Carretera Panamericana, 12500ppm para la Carretera a Ferreñafe y 15000ppm para la Carretera a Monsefú, se ha determinado que están dentro de los límites aceptables establecidos por el MTC.
- Se adicionó 3% de caucho y 20%, 30% y 40% de RCD en el que se obtuvo un IP que va disminuyendo a medida que aumenta el porcentaje de RCD cuyo menor valor fue con el 3% de caucho y 40% de RCD de 6.81% para C-01, 6.69% para C-02 y 6.64% para C-03 y el mayor fue con 20% de RCD el que el IP es 7.13%, 7.94% y 7.04% para C-01, C-02 y C-03 respectivamente, también con el Proctor se observó este aumento para el 40% de RCD dando como óptimo contenido de humedad 11.50%, 11.00% y 10.79% para C-01, C-02 y C-03 respectivamente y con el CBR las tres muestras nos dieron una subrasante de buena y muy buena al aumentar el RCD, siendo el mejor la adición de 3% de caucho y 40% de RCD en la que la MDS a 2.54cm con el CBR al 100% y al 95% dió como resultado 24% y 21% para C-01 y C-03 y 26% y 23% para C-02.
- Se realizó un tramo de prueba en el que se evaluó la densidad de campo de la muestra patrón con las adiciones del 3% de caucho y 20%, 30% y 40% de RCD, en el que el suelo natural dio como resultado 85% del porcentaje de compactación siendo un suelo

malo, mientras que conforme se ha ido aumentando el RCD este porcentaje ha aumentado, 91% con 20% de RCD, 94% con 30% de RCD y 96% con 40% de RCD y 3% de caucho, demostrando una vez más que esta adición es la mejor.

- Se concluye que, aunque la cal representa la opción más económica de S/34.39 por m², su capacidad de mejorar las características del suelo puede ser limitada en comparación con otros aglomerantes como el adicionar 3% de caucho y 40% de RCD que no solo ofrecen un costo intermedio de S/.68.00 por m², sino que también pueden aportar beneficios medioambientales al reciclar materiales desechados.

Recomendaciones

- Se recomienda avanzar en la investigación mediante estudios que empleen Residuos de Construcción y Demolición (RCD) con una granulometría más gruesa que la utilizada en este estudio, además de considerar la viabilidad del uso de RCD en forma de polvo. En ambos escenarios, es necesario evaluar su desempeño en términos del Índice de Soporte California (CBR) y realizar un análisis de su viabilidad económica.
- Se recomienda realizar estudios utilizando ahora como porcentaje fijo 40% de RCD e incluir un nuevo material de estudio. La realización de investigaciones con una gama más amplia de porcentajes de adición permitiría obtener una comprensión más completa de los RCD y otros elementos en la subrasante arcillosa. Estos estudios proporcionarían gran información para futuras investigaciones y facilitarían la adaptación de los porcentajes de adición según los requisitos y las características específicas de cada proyecto de construcción.
- Para profundizar en el conocimiento de las propiedades a largo plazo tanto del caucho como del RCD, se recomienda continuar la investigación para examinar cualquier variación que puedan experimentar con el tiempo, con el objetivo de determinar su durabilidad y realizar un análisis exhaustivo de su viabilidad como material para mejorar el suelo.
- Se recomienda que, si se puedan realizar más ensayo en campo, validando así los resultados obtenidos en laboratorio sobre la capacidad de carga del suelo mejorado. Aunque se haya visto una mejora en su capacidad portante mediante la incorporación de caucho y RCD, es esencial garantizar la idoneidad de la estructura del pavimento construido sobre esta subrasante y prevenir posibles inconvenientes en el futuro.

Referencias

- [1] E. Abbas Abdullah Abbas Amer, E. Mohammed Ali Meyad, Y. Gao, X. Niu, N. Chen, H. Xu y D. Zhang, «Exploring the link between natural resources, urbanization, human capital, and ecological footprint: A case of GCC countries,» *Ecological Indicators*, vol. 144, n° 109556, p. 10, 2022.
- [2] D. A.C. Manning, N. Tanginthai y O. Heidrich, «Evaluation of raw material extraction, processing, construction and disposal of cement and concrete products: datasets and calculations,» *Data in Brief*, vol. 24, n° 103929, p. 6, 2019.
- [3] S. Kaza, L. Yao, P. Bhada-Tata y F. Van Woerden, *What a Waste: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*, Washington, DC: The World Bank, 2018.
- [4] A. Boskabadid, M. Mirmozaffaric, M. Yazdani, K. Kabirifar, B. E. Frimpong y M. Shariati, «Improving construction and demolition waste collection service in an urban area using a simheuristic approach: A case study in Sydney, Australia,» *Revista de producción más limpia*, vol. 280, n° 124138, p. 4, 2021.
- [5] E. Garzón, S. Martínez-Martínez, L. Pérez-Villarrejo y P. J. Sánchez-Soto, «Assessment of construction and demolition wastes (CDWs) as raw materials for the manufacture of low-strength concrete and bases and sub-bases of roads,» *Ingeniería y tecnología más limpias*, vol. 320, n° 132343, p. 4, 2022.
- [6] «ECOGREEN,» 5 Enero 2021. [En línea]. Available: <https://ecogreenequipment.com/es/environmental-impacts-of-waste-tire-disposal/>.
- [7] E. J. Lopez Tinoco, «Estudio de los procesos de reciclaje de los residuos de caucho,» Lima, 2020.
- [8] «Diagnóstico Nacional de los Residuos Sólidos Municipales,» Ministerio del Ambiente del Perú, Lima, 2017.
- [9] «Impacto económico de la gestión inadecuada de los residuos sólidos municipales en el Perú,» Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Lima, 2020.
- [10] «Impacto de la gestión inadecuada de los residuos sólidos en la salud pública en el Perú,» Ministerio de Salud del Perú, Lima, 2019.
- [11] V. Kavinkumar, S. Elavarasan, S. Anandaraj y R. Dharmaraj, «Development of subgrade layer using scrap tire and stabilised expansive soil,» *Materials Today: Proceedings*, vol. 37, n° Parte 2, pp. 986-991, 2021.

- [12] J. Zhang, L. Ding, F. Li y J. Peng, «Recycled aggregates from construction and demolition wastes as alternative filling materials for highway subgrades in China,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 255, n° 120223, p. 11, 2020.
- [13] H. S. Gonzales Castellanos y C. A. Infante Molina, «Análisis del comportamiento mecánico de los suelos encontrados en la localidad de Rafael Uribe Uribe al ser mejorados con residuos de construcción y demolición (RCD),» Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, BOGOTA D.C, 2021.
- [14] S. d. R. Ochoa Averos, Estudio experimental sobre la estabilización de una subrasante limo arcilloso con RCD-Concreto Fino (partículas < 2mm) para aplicación en pavimentos, Brasil: UNILA, 2019.
- [15] P. Promputthangkoona y B. Karnchanachetanee, «Geomaterial prepared from waste tyres, soil and cement,» vol. 91, n° 421 – 428 , p. 8, 2020.
- [16] I. Shriful , I. Junaidul y N. M. Robiul Hoque, «Improvement of consolidation properties of clay soil using fine-grained construction and demolition waste,» *Heliyon*, vol. 8, n° 10, p. 16, 2022.
- [17] R. I. Cubas Gonzáles y W. Fuentes Cotrina, Diseño de un suelo mejorado adicionando caucho de neumático reciclado, para estabilizar la subrasante en la carretera SM 711 - Sector Andiviela - Morales, 2019, Tarapoto: Universidad César Vallejo, 2019.
- [18] K. J. Díaz Suárez y R. M. Torres Frias, Incorporación de partículas de caucho de neumáticos para mejorar las propiedades mecánicas en suelos arcillosos, Jaén : Universidad Nacional de Jaén, 2019.
- [19] N. C. Alvarez Benites y J. A. Gutierrez Gallegos, Estudio experimental del efecto en el comportamiento mecánico al adicionar caucho triturado en un suelo arcilloso proveniente del caserío de Callampampa-Cajamarca, Cajamarca: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2022.
- [20] J. d. P. Quispe Ruiz , Estabilización de subrasante mediante uso de residuos de construcción y demolición – Jirón Amazonas Distrito de Chilca, Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2020.
- [21] D. Rigotti y A. Dorigato, «Novel uses of recycled rubber in civil applications,» *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*, vol. 5, n° 4, pp. 214-233, 2022.
- [22] «Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos,» Decreto Legislativo N° 1278, 23 Diciembre 2016. [En línea].

- [23] Manual de Carreteras, Suelos Geología, Geotecnia y Cimientos, Sección Suelos Y Pavimentos, Lima: Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014.
- [24] N. T. PERUANA, NTP 339.127: SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido, Lima , 2019.
- [25] «NTP 400.018: Lavado por la malla No. 200,» de *Norma Técnica Peruana*, 2002.
- [26] N. T. Peruana, NTP 339.128: SUELOS: Método de ensayo para análisis granulométrico, 2019, p. 28.
- [27] N. 400.022, Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción., Lima, 2013.
- [28] Norma Técnica Peruana, NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice, Lima , 2019.
- [29] N. T. Peruana, NTP 339.141: Suelos. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando, Lima, 2006.
- [30] ASTM D 1883, Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted, Lima, 2000.
- [31] «MTC Vol. N° 8 - 8.202.14: Método para determinar sales solubles,» de *Manual de Transporte y Carreteras*, Chile.
- [32] Manual de Ensayos, Lima : Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2016.
- [33] Norma Técnica Peruana, SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería SUCS, Lima, 1999.
- [34] Guía AASTHO para Diseño de Estructuras de Pavimento, Lima, 1993.
- [35] M. Farfán y E. Leonardo, Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante, Trujillo: Revista Ingeniería de Construcción, 2018.
- [36] B. Monercillo Delgado y A. García Martínez, «Gestión de residuos en las obras de construcción y demolición,» España, 2021, p. 120.
- [37] M. Borja Suarez, Metodología de la investigación científica para ingenieros, Chiclayo, 2016.
- [38] N.T.E. CE 010. Pavimentos Urbanos, Lima, 2010.
- [39] «QuestionPro,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.questionpro.com/es/tama%C3%B1o-de-la-muestra.html>. [Último acceso:

Marzo 2023].

- [40] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Lima, 2019.
- [41] A. D1556-07, Método de prueba estándar para densidad y peso unitario del suelo in situ por el método de cono de arena, 2000.
- [42] B. T. L y C. J. F, Principles of Clinical Ethics and Their Application to Practice, Oxford: Browse by journal specialty, 2022.
- [43] J. Rawls, Cover of Justice as Fairness: A Restatement, New York, 2001.
- [44] P. M, Environmental ethics, New York: E.N.Zalta, 2018.
- [45] «NTP 400.019: Abrasión e impacto en la Máquina de Los Ángeles.,» de *Norma Técnica Peruana*, 2002, p. 13.
- [46] E. E. C. P. y J. S. Q. Gaibor, «Aplicación de la deontología como práctica profesional,» *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 2019.
- [47] Norma Técnica Peruana, NTP 400.012: Granulometría. Análisis granulométrico, Lima, 2018.

Anexos

Anexo 1: Informe emitido hacia la Municipalidad de la Victoria

Para solicitar la realización de toma de muestras y calicatas en Mesones Muro



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



Yo **TORRES MIO ARACELLY YVETTE**, con DNI **72327676**, estudiante de la Universidad **UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**, solicito a la Municipalidad de La Victoria, el permiso para poder realizar un tramo de prueba en Manuel Mesones Muro y la Inca Roca, en el cual, se harán estudios de suelos, como Calicatas, Proctor, CBR con fines académicos para validar la tesis titulada **ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICO DE LA SUBRASANTE EN ZONAS NO PAVIMENTADAS ADICIONANDO CAUCHO RECICLADO Y RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA VICTORIA-CHICLAYO, 2022**, en la que se utilizará RCD y Caucho, poder brindar y ofrecer información sobre el uso que puede tener el reciclaje de estos residuos, porque en la actualidad existe el desconocimiento de esta reutilización, además de fomentar el reciclado de estos dos productos creando ingresos y beneficiando a los residentes de reciclaje de la ciudad de Chiclayo. Los ensayos a realizar se muestran en las siguientes tablas:

DISEÑO	DESCRIPCIÓN
MP	Muestra Patrón (Suelo Natural)
C+3%CR+20%RCD	Suelo natural adicionando caucho 3% y RCD 20%
C+3%CR+30%RCD	Suelo natural adicionando caucho 3% y RCD 30%
C+3%CR+40%RCD	Suelo natural adicionando caucho 3% y RCD 40%

CALICATAS	
Muestra Patrón (MP)	
C1	1
C2	1
C3	1
TOTAL	3

CONTENIDO DE HUMEDAD	
ENSAYOS	# DE ENSAYOS
C1	1
C2	1
C3	1
TOTAL	3

GRANULOMETRÍA	
ENSAYOS	# DE ENSAYOS
C1	1
C2	1
C3	1
TOTAL	3

Anexo 2: Respuesta de aceptación de la Municipalidad de La Victoria

Para la realización de toma de muestras y calicatas en Mesones Muro.



Año de la Unidad, La Paz y el Desarrollo

La Victoria, 11 de agosto del 2023

OFICIO N° 056-2023-MDLV/GGIL

ARACELLY TORRES MIO
Calle Inca Roca N°1364
Presente.-

ASUNTO : Inspección efectuada para realizar calicatas con fines académicos
REF. : Informe N°446-2023-MDLV/GGIL-DCCU-LEFM
Expediente N°7235-2023.
Informe N°85-2023-MDLV/GGIL-DCCU-JARG.-.....

De mi especial consideración:

Por el presente me dirijo a su despacho para expresarle mi cordial saludo, asimismo en atención al documento de la referencia, y de acuerdo a lo informado por el Técnico en Catastro Sr. José Antonio Rodríguez García según Informe N°85-2023-MDLV/GGIL-DCCU-JARG, respecto al expediente presentado para realizar calicatas con fines académicos, hago de su conocimiento lo siguiente:

Que realizada la inspección en campo se comprobó que el lugar si es el indicado, para lo cual se le autoriza a realizar las calicatas entre las calle Manuel Mesones Muro y la Calle Inca Roca, de 1.00 m. x 1.00m, por lo que después de la toma de muestras deberá cerrarlo correctamente.

Lo que informo a ud. para los fines pertinentes

Atentamente,


MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA VICTORIA
Ing. Roger Luis Naval Nicudemos
GERENTE DE GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA LOCAL

Anexo 3: Panel fotográfico

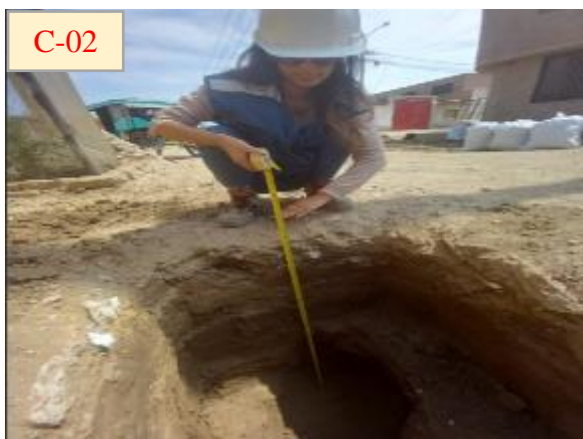


Ilustración 17: Toma de muestras de las tres calicatas analizadas



Ilustración 18: Secado del material al sol

- Ensayos realizados a las muestras del suelo

Contenido de humedad

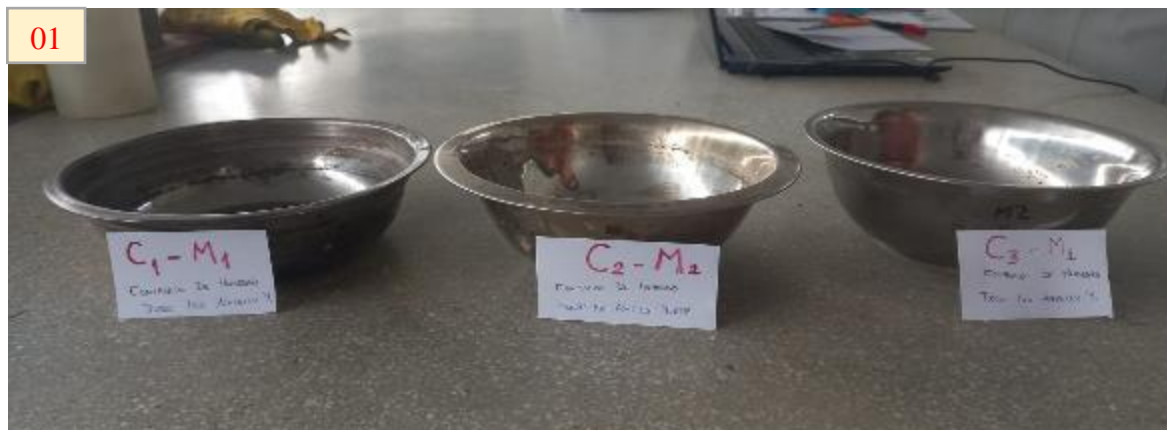


Ilustración 19: Contenido de humedad

Lavado de la malla #200



Ilustración 20: Lavado de la malla #200

Granulometría



Ilustración 21: Granulometría

Límites de Atterberg



Ilustración 22: Límites de Atterberg

Gravedad específica



Ilustración 23: Gravedad específica

Proctor Modificado



Ilustración 24: Proctor Modificado

CBR



Ilustración 25: CBR

- Ensayos realizados al suelo con adición



Ilustración 26: Triturado y tamizado de RCD

Límites de Atterberg:

Para \rightarrow 3%caucho + 20%RCD: 115.5gr de suelo natural + 4.5gr de caucho + 30gr de RCD.

Para \rightarrow 3%caucho + 30%RCD: 100.5gr de suelo natural + 4.5gr de caucho + 45gr de RCD.

Para \rightarrow 3%caucho + 40%RCD: 85.5gr de suelo natural + 4.5gr de caucho + 60gr de RCD.



Ilustración 27: Límites de Atterberg con adición

Proctor Modificado

Para \rightarrow 3%caucho + 20%RCD: 2310gr de suelo natural + 90gr de caucho + 600gr de RCD.

Para \rightarrow 3%caucho + 30%RCD: 2010gr de suelo natural + 90gr de caucho + 900gr de RCD.

Para \rightarrow 3%caucho + 40%RCD: 1710gr de suelo natural + 90gr de caucho + 1200gr de RCD.





Ilustración 28: Proctor modificado con adición

CBR

Para → 3%caucho + 20%RCD: 3850gr de suelo natural + 150gr de caucho + 1000gr de RCD.

Para → 3%caucho + 30%RCD: 3350gr de suelo natural + 150gr de caucho + 1500gr de RCD.

Para → 3%caucho + 40%RCD: 2850gr de suelo natural + 150gr de caucho + 2000gr de RCD.



Ilustración 29: CBR con adición

○ Tramo de prueba



Ilustración 30: Excavación y compactación para el tramo de prueba

Ensayo de densidad de campo por el método de cono de arena





Ilustración 31: Método de cono de arena

Anexo 4: Ensayos de laboratorio



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



Tesista Torres Mio Aracelly Yvette

Faculta : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

Tesis. : "Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Ch 2022"

Lugar Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

Fecha de emisión 20 de Abril del 2023

Ensayo : Contenido de humedad

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.127

I.- Datos		C-01
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	908.14
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	10.12

I.- Datos		C-02
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	920.24
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0
D.- Contenido de humedad	(%)	8.67

I.- Datos		C-03
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	904.26
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	10.59



Henry Rivadeneyra Obillos
Henry Rivadeneyra Obillos
Tec. Laboratorio
USAT



Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME DE ENSAYO

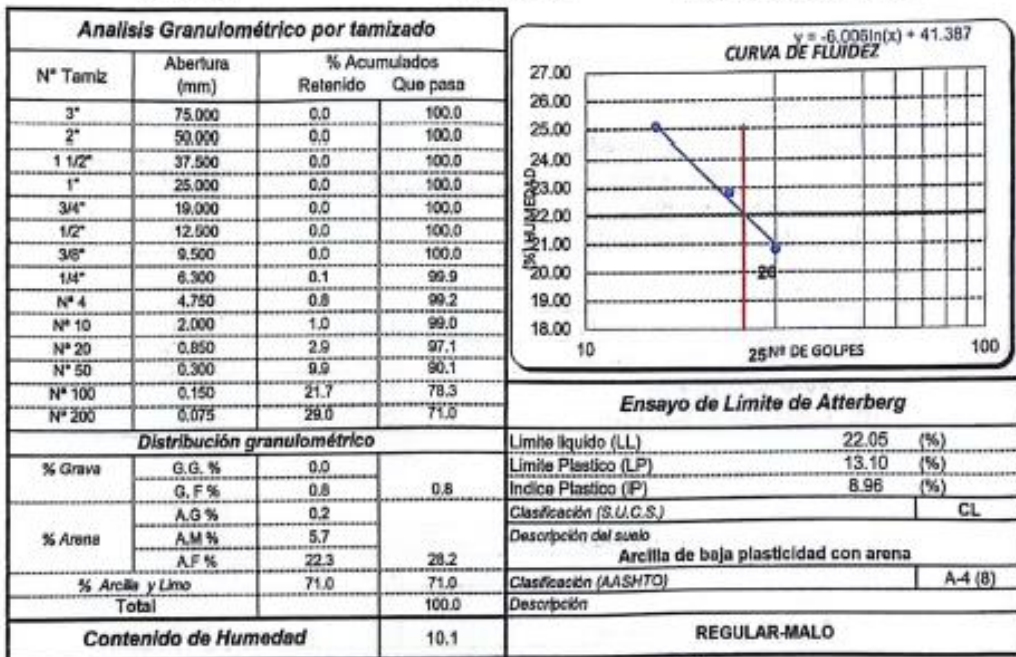
Facultad : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
Tesista : Torres Mio Aracelly Yvette
TESIS : * Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022*
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

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 - C1

Muestra: M1

Profundidad: 0.00m. - 1.5 m.



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME DE ENSAYO

Facultad: INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
Tesista: Torres Mo Aracelly Yvette
TESIS: * Análisis de las propiedades físico-mecánica de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022*
Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

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 1990

Calicata - C2

Muestra: M1

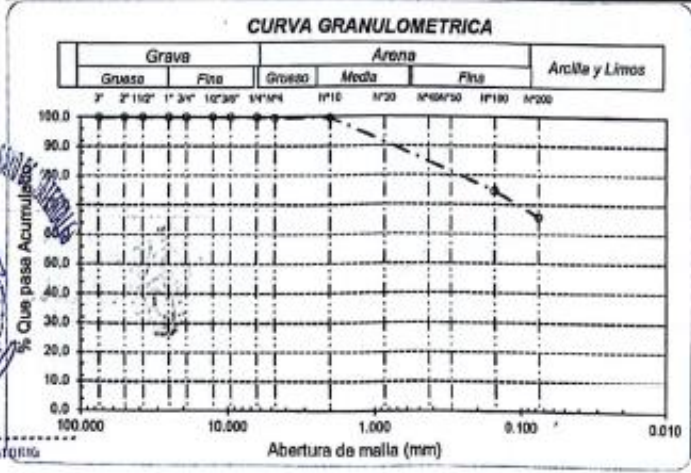
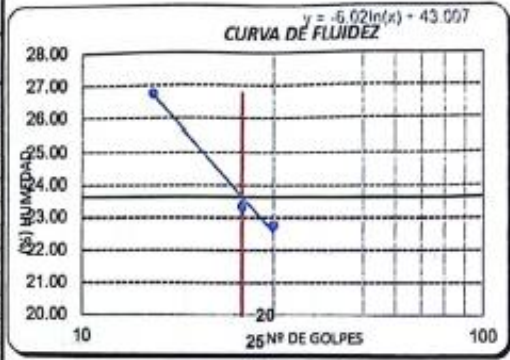
Profundidad: 0.00m. - 1.5 m.

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	0.4	99.6
N° 20	0.850	1.5	98.5
N° 50	0.300	9.7	90.3
N° 100	0.150	25.3	74.7
N° 200	0.075	34.1	65.9

Distribución granulométrica			
% Grava	G.G. %	G.F. %	
	0.0	0.3	0.3
% Arena	A.G. %	0.1	
	A.M. %	5.3	
	A.F. %	28.4	33.8
% Arcilla y Limo		65.9	65.9
Total		100.0	100.0

Ensayo de Límite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	23.63 (%)
Límite Plástico (LP)	16.60 (%)
Índice Plástico (IP)	7.03 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	CL
Descripción del suelo	Arcilla arenosa de baja plasticidad
Clasificación (AASHTO)	A-4 (7)
Descripción	REGULAR-MALO

Contenido de Humedad	
	8.7



USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneyra Obilias
 Tec. Laboratorio USAT



Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME DE ENSAYO.

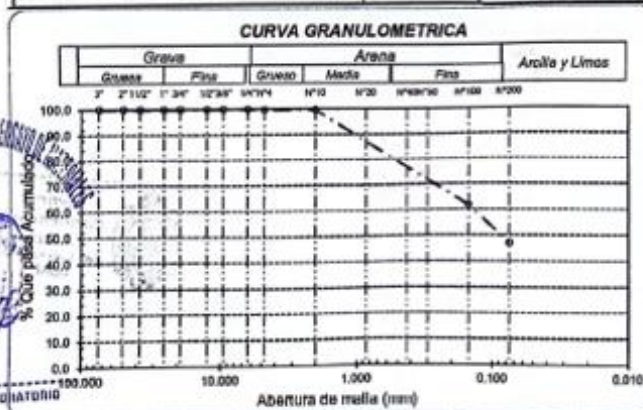
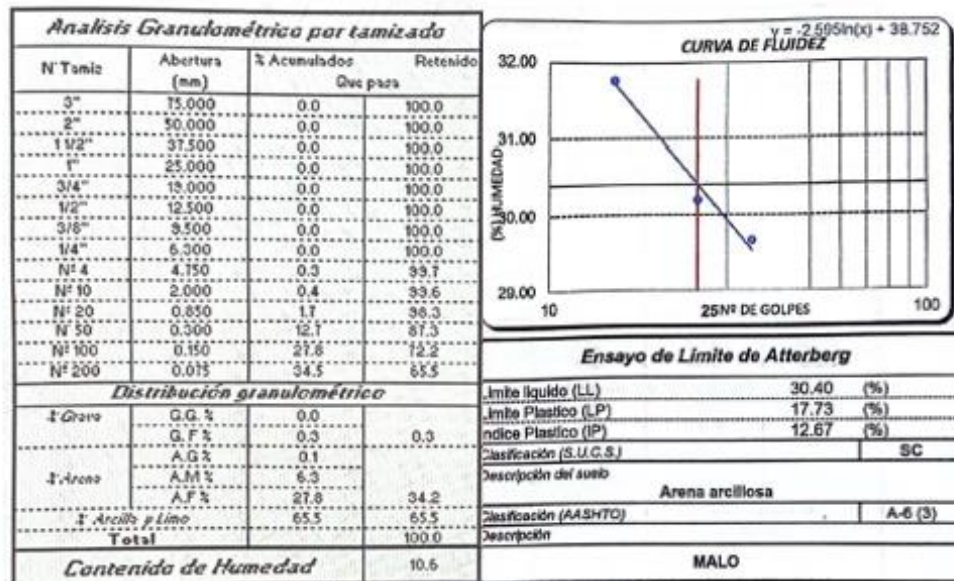
Facultad : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
Tesista : Torres Mío Aracely Yvette
TESIS : * Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022*
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

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. 399.127 : 1998

Calicata - C3

Muestra: M1

Profundidad: 0.00m. - 1.5 m.



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

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

Tesista : Torres Mio Aracelly Yvette
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022"
Lugar : Dist. Illimo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 01 de Abril del 2023

ENSAYO : Peso específico relativo de sólidos (G_s)-Material que pasa la malla N° 4
REFERENCIA : NTP 339.131 ASTM D - 854

	C-01	C-02	C-03
1. N° de fiola	F-2	F-3	F-2
2. Peso de la fiola g.	89.72	89.71	89.71
3. Peso de la muestra de suelo - seco g.	50.0	50.0	50.0
4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la fiola (2+3) g.	139.7	139.7	139.7
5. Peso de la muestra + Fiola + agua g.	368.6	368.5	369.4
6. Peso de la fiola + peso de agua g.	338.9	338.9	338.8
7. Peso específico relativo de sólidos (G_s) $(3)/((3+6)-5) \text{ g/cm}^3$	2.463	2.451	2.577

OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.



[Handwritten Signature]
Henry Rivadenebra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT





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



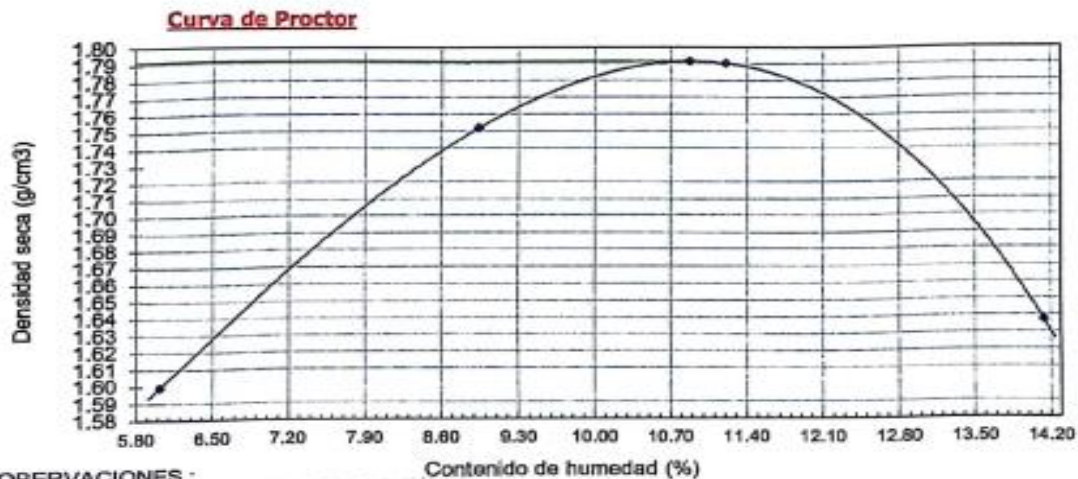
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Solicitante: Torres Mio Aracely
Atención: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022
Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: Chiclayo, 23 de setiembre del 2023
ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kJ/m³) (50000 pie-lb/ft³)
REFERENCIA: N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Volumen de molde: 947.9 cm³
Peso de molde: 4029 gr

		CALICATA 1			
		2%	5%	8%	11%
1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	5636	5838	5916	5800
2.- Peso del molde	(g)	4029.0	4029	4029	4029
3.- Volumen del molde	(cm ³)	947.87	947.87	947.87	947.87
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.70	1.91	1.99	1.87
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	74.05	81.30	68.21	195.92
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	70.87	76.16	63.13	177.83
8.- Peso del agua	(g)	3.18	5.14	5.08	18.09
9.- Peso de la tara	(g)	18.00	18.69	17.77	49.88
10.- Peso de suelo seco	(g)	52.87	57.47	45.36	127.95
11.- Contenido de humedad	(%)	6.01	8.94	11.20	14.14
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.599	1.752	1.790	1.637

Máxima Densidad Seca: 1.792 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad: 10.873 %



OBSERVACIONES:
Método de compactación utilizado ASTM D-1557 - "A"

TAZU



Henry Rivadeneira Oblitas
Téc. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Solicitante : Torres Mio Aracely
 Atención : Universidad Católica Santo Toriblo de Mogrovejo
 Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022
 Obra :
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 23 de setiembre del 2023

ENSAYO : SUELOS, Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/pe³))

REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Volumen de molde **947.9 cm³**

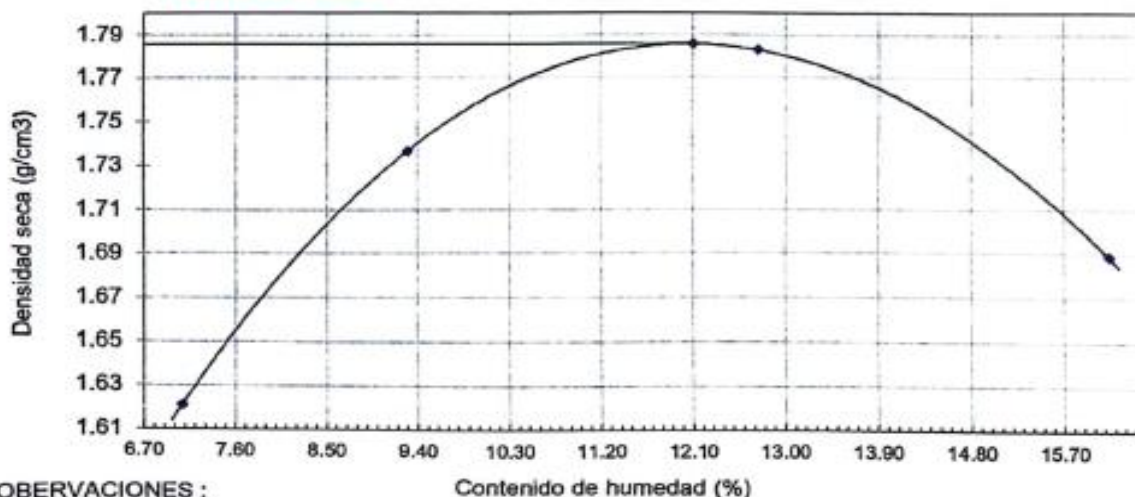
Peso de molde **4029 gr**

		CALICATA 1			
		2%	5%	8%	11%
1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	5674	5828	5934	5888
2.- Peso del molde	(g)	4029.0	4029	4029	4029
3.- Volumen del molde	(cm ³)	947.87	947.87	947.87	947.87
4.- Densidad humeda	(g/cm ³)	1.74	1.90	2.01	1.96
5.- Nº de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo humedo	(g)	49.52	52.65	45.24	33.44
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	47.94	50.37	43.15	31.31
8.- Peso del agua	(g)	1.58	2.28	2.09	2.13
9.- Peso de la tara	(g)	25.59	25.84	26.73	18.11
10.- Peso de suelo seco	(g)	22.35	24.53	16.42	13.20
11.- Contenido de humedad	(%)	7.07	9.29	12.73	16.14
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.621	1.737	1.783	1.689

Máxima Densidad Seca 1.786 g/cm³
 Óptimo Contenido de Humedad 12.100 %

9%

Curva de Proctor



OBERVACIONES :

Método de compactación utilizado ASTM D-1557 - "A"

Realizado por: Tec. Oscar Gastelo Ch.



Henry Rivadeneira Oblitas
 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica Santo Toriblo de Mogrovejo



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



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Tesista Torres Mio Aracely
Atención :Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Tesis Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 23 de setiembre del 2023

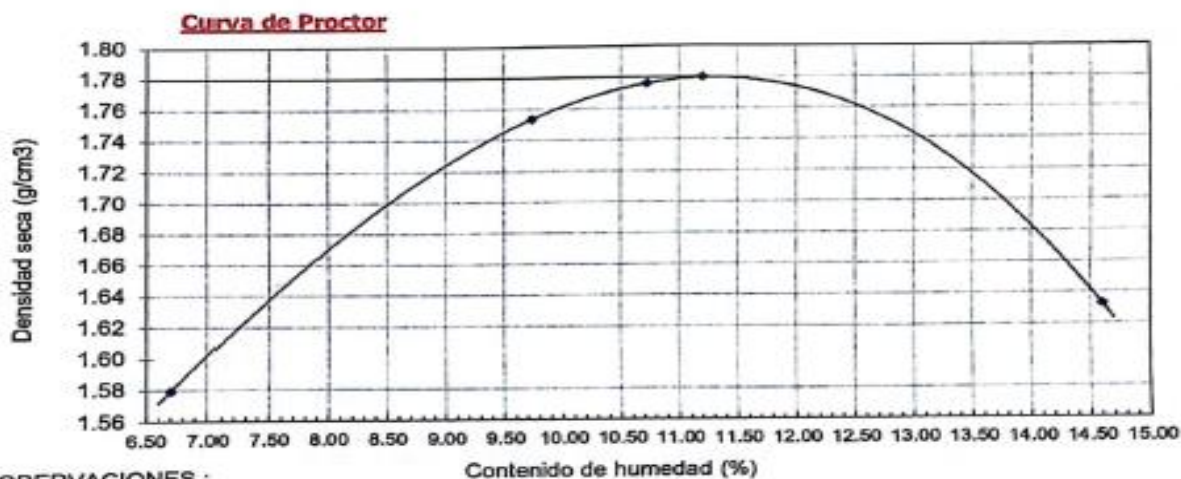
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/ft³))

REFERENCIA : N.T.P. 308.141 ASTM D - 1557

Volumen de molde 903,2 cm³
Peso de molde 4176 gr

		CALICATA 2			
		3%	6%	9%	12%
1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	5698	5914	5952	5866
2.- Peso del molde	(g)	4176.0	4176	4176	4176
3.- Volumen del molde	(cm ³)	903.21	903.21	903.21	903.21
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.69	1.92	1.97	1.87
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	90.06	107.81	138.00	88.70
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	87.79	103.01	131.08	82.56
8.- Peso del agua	(g)	2.27	4.80	6.92	6.14
9.- Peso de la tara	(g)	53.90	53.74	66.53	40.51
10.- Peso de suelo seco	(g)	33.89	49.27	64.55	42.05
11.- Contenido de humedad	(%)	6.70	9.74	10.72	14.60
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.579	1.753	1.776	1.633

Máxima Densidad Seca 1.780 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad 11.200 %



OBSERVACIONES:
Método de compactación utilizado ASTM D-1557 - "A"



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



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



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

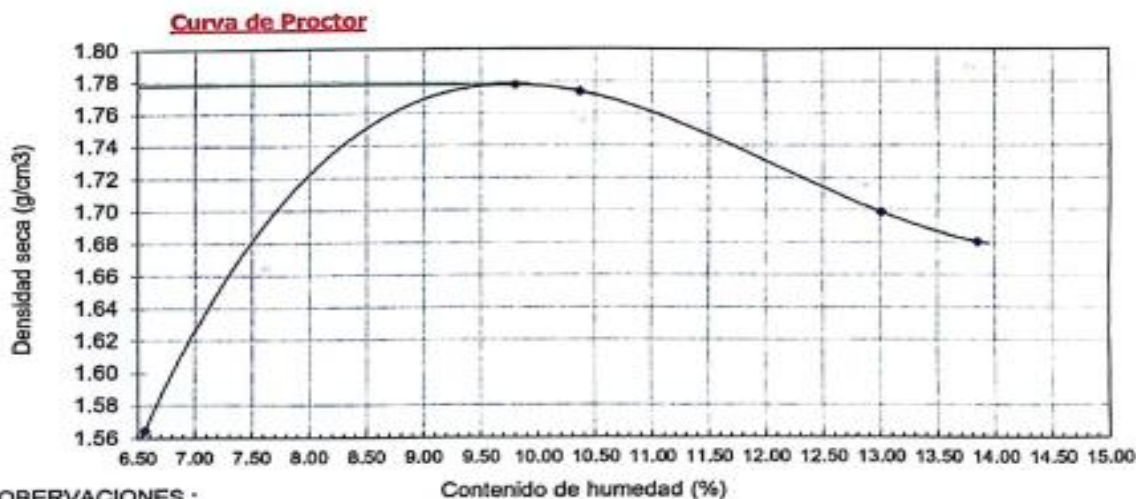
Tecnicista: Torres Mío Aracelly
Atención: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022
Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: Chiclayo, 23 de setiembre del 2023
ENSAYO: SUELOS, Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/ft³))

REFERENCIA: N.T.P. 330.141 ASTM D-1557

Volumen de molde: 903.2 cm³
Peso de molde: 4176 gr

		CALICATA 2			
		3%	6%	9%	12%
1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	5882	5904	5944	5910
2.- Peso del molde	(g)	4176.0	4176	4176	4176
3.- Volumen del molde	(cm ³)	903.21	903.21	903.21	903.21
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.67	1.91	1.96	1.92
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	76.03	61.66	61.04	75.06
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	72.50	59.21	57.00	68.50
8.- Peso del agua	(g)	3.53	2.45	4.04	6.56
9.- Peso de la tara	(g)	18.68	41.52	18.00	18.08
10.- Peso de suelo seco	(g)	53.82	17.69	39.00	50.42
11.- Contenido de humedad	(%)	6.56	13.85	10.36	13.01
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.565	1.680	1.774	1.699

Máxima Densidad Seca: 1.778 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad: 9.800 %



OBSERVACIONES: Método de compactación utilizado ASTM D-1557 - "A"



Henry Rivadeneyra Obilitas
Tec. Laboratorio USAT



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



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Solicitante: Torres Mio Aracely
Atención: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022
Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: Chiclayo, 24 de setiembre del 2023

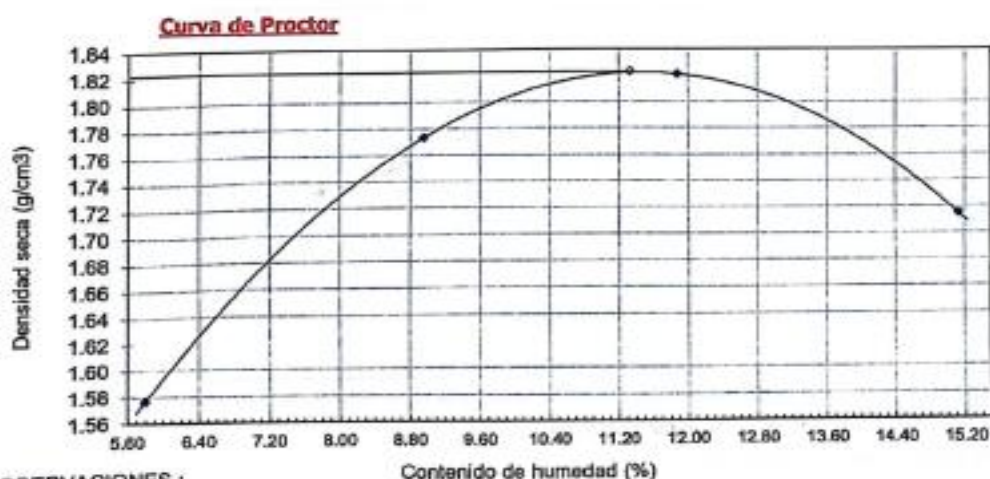
ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (60000 pie-lb/ft³))

REFERENCIA: N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Volumen de molde 947.9 cm³
Peso de molde 4029 gr

		CALICATA 3			
		3%	6%	9%	12%
1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	5610	5860	5960	5900
2.- Peso del molde	(g)	4029.0	4029	4029	4029
3.- Volumen del molde	(cm ³)	947.87	947.87	947.87	947.87
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.67	1.93	2.04	1.97
5.- Nº de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	45.01	48.95	59.92	95.50
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	43.79	47.02	56.33	86.50
8.- Peso del agua	(g)	1.22	1.93	3.59	9.00
9.- Peso de la tara	(g)	22.75	25.46	26.09	27.02
10.- Peso de suelo seco	(g)	21.04	21.56	30.24	59.48
11.- Contenido de humedad	(%)	5.80	8.95	11.87	15.13
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.577	1.773	1.821	1.714

Máxima Densidad Seca 1.823 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad 11.325 %



OBSERVACIONES:
Método de compactación utilizado ASTM D-1557 - "A"



Henry Rivadeneira Obilias
Henry Rivadeneira Obilias
Tec. Laboratorio USAT



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



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Solicitante: Torres Mio Aracely
Atención: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022
Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: Chiclayo, 24 de setiembre del 2023

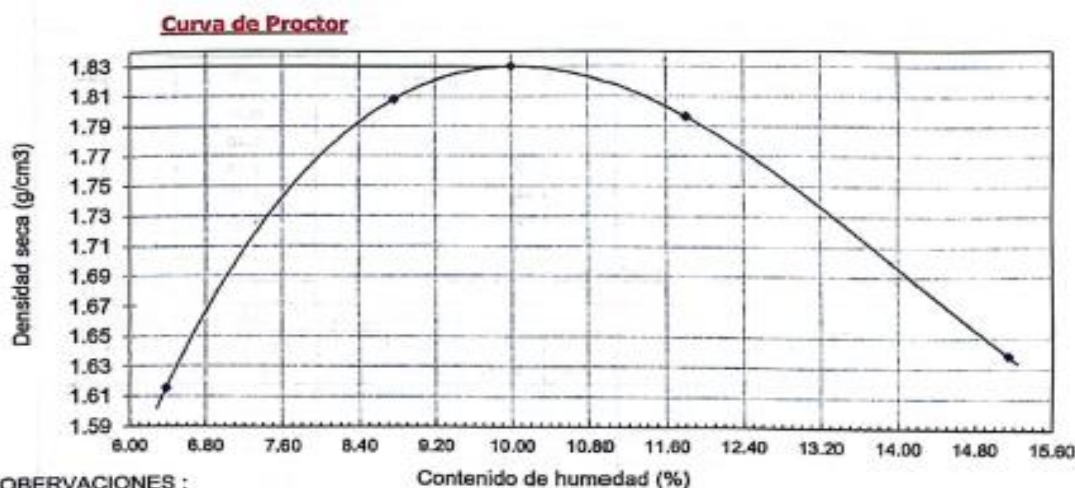
ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (66000 pie-lb/pe³))

REFERENCIA: N.T.P. 399.141 ASTM D - 1557

Volumen de molde: 903.2 cm³
Peso de molde: 4176 gr

		CALICATA 3			
		3%	6%	9%	12%
1.-	Peso de la muestra compactada + molde (g)	5728	5952	5990	5880
2.-	Peso del molde (g)	4176.0	4176	4176	4176
3.-	Volumen del molde (cm ³)	903.21	903.21	903.21	903.21
4.-	Densidad húmeda (g/cm ³)	1.72	1.97	2.01	1.89
5.-	Nº de la tara	1	2	3	4
6.-	Peso de la tara + suelo húmedo (g)	432.91	304.63	363.66	321.63
7.-	Peso de la tara + suelo seco (g)	409.44	283.16	329.58	285.36
8.-	Peso del agua (g)	23.47	21.47	34.08	36.27
9.-	Peso de la tara (g)	41.55	38.17	40.98	45.72
10.-	Peso de suelo seco (g)	367.89	244.99	288.60	239.64
11.-	Contenido de humedad (%)	6.38	8.76	11.81	15.14
12.-	Densidad seca (g/cm ³)	1.615	1.808	1.796	1.639

Máxima Densidad Seca: 1.830 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad: 10.000 %



OBSERVACIONES: Método de compactación utilizado ASTM D-1557 - "A"



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

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 : Torres Mto Aracelly Yvette
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tests : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde		A1				A4				A2					
Nº Copa		5				5				5					
Nº Golpes por copa		56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA															
		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		12159		12385		12132		12355		11805		12041			
Peso de molde (g)		8140		8160		8305		8305		8187		8187			
Peso del suelo húmedo (g)		4019		4245		3827		4050		3618		3854			
Volumen del molde (cc)		2112		2112		2108		2108		2105		2105			
Densidad húmeda (g/cc)		1.903		2.009		1.816		1.921		1.719		1.831			
% de humedad		6.91		12.63		7.18		13.10		7.40		14.02			
Densidad seca (g/cc)		1.780		1.784		1.694		1.699		1.601		1.606			
HUMEDAD															
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		342.1	342.1	4245	4245	224.6	224.6	4050	4050	760.4	760.4	3854.0	3854.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		322.5	322.5	4019	4019	210.9	210.9	3827	3827	713.5	713.5	3618.0	3618.0		
Peso del Agua (gr.)		19.6	19.6	226.0	226.0	13.7	13.7	223.0	223.0	46.9	46.9	236.0	236.0		
Peso del tarro (gr.)		38.8	38.8	0	0	20	20	0	0	79.3	79.3	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		283.7	283.7	3948.7	3948.7	190.9	190.9	3763.2	3763.2	634.2	634.2	3561.0	3561.0		
% de humedad		6.91	6.91	12.63	12.63	7.18	7.18	13.10	13.10	7.40	7.40	14.02	14.02		
Promedio de Humedad (%)		6.91		12.63		7.18		13.10		7.40		14.02			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	14.3	0	0.50	0	0	0.63	0	0	0.76	0	0				
10/05/2023	14.3	24	1.20	0.030		1.24	0.031		1.40	0.035					
11/05/2023	14.3	48	2.20	0.055		2.39	0.060		2.54	0.064					
12/05/2023	14.3	72	3.10	0.078		3.54	0.089		3.78	0.095					
13/05/2023	14.3	96	3.42	0.086		3.85	0.096		4.10	0.103					
			4.57	total	1.87	4.57	total	2.11	4.57	total	2.24				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A1				MOLDE Nº A4				MOLDE Nº A2				
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	
															CARGA
mm.	pulg.	Lbf/in2													
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2				0	2		
0.640	0.025	0'30"	20	10			15	8				8	5		
1.270	0.050	1'00"	46	20			29	13				15	8		
1.910	0.075	1'30"	70	29			38	17				22	11		
2.540	0.100	2'00"	1000	85	34	24.6	2.5	49	21	20.1	2.0	29	13	12.7	1.3
3.810	0.150	3'00"		110	44			65	27			38	17		
5.080	0.200	4'00"	1500	133	52	48.1	3.2	81	33	33.6	2.2	47	20	20.3	1.4
6.350	0.250	5'00"		157	62			97	39			56	23		
7.620	0.300	6'00"		179	70			113	45			64	26		
10.160	0.400	8'00"		257	85			152	52			77	31		
12.700	0.500	10'00"		257	100			146	57			90	36		



TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneira Obilias
 Tec. Laboratorio USAT



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

Título: Torres Mio Aracelly Yvette
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión: Chiclayo, 10 de febrero del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporta de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

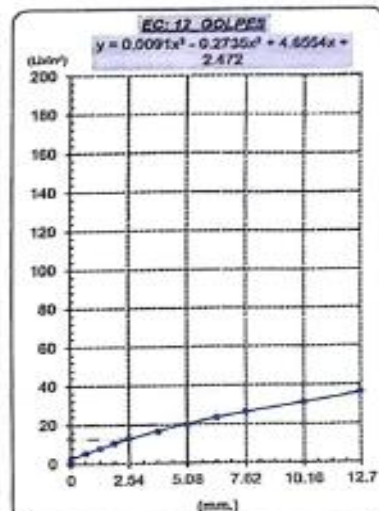
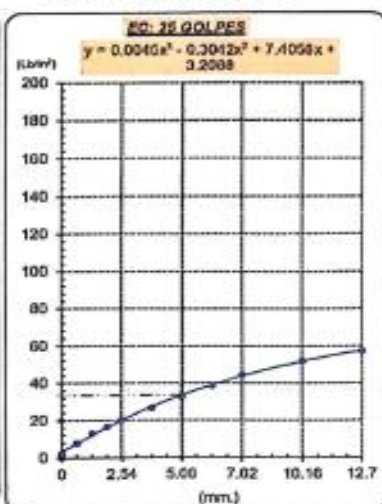
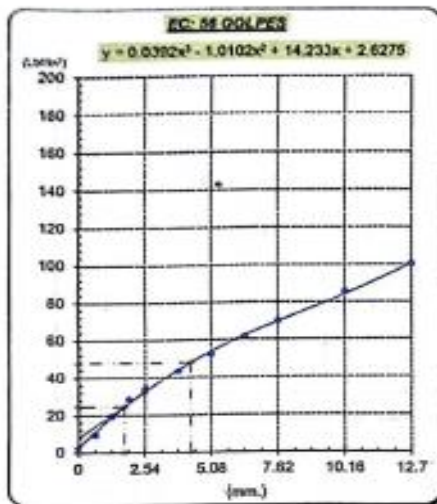


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

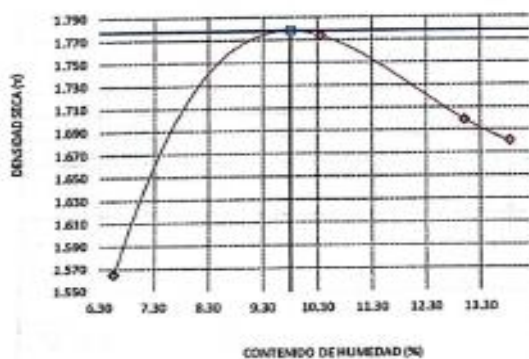
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.778 g/cm ³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.689 g/cm ³	1.6002
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	9.80 %	6.86

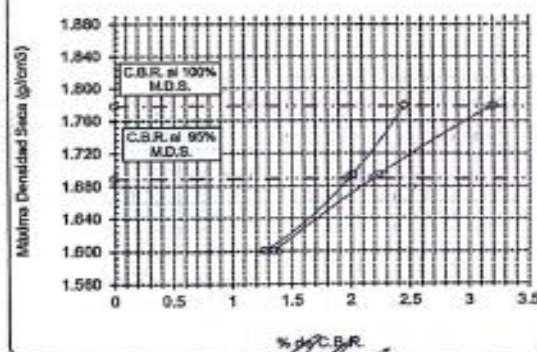
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	2 %	3 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	2 %	2 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



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

Técnica : Torres Mio Aracelly Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de febrero del 2024

CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-02

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde		A2				A4				A3					
Nº Capa		5				5				5					
Nº Golpes por capa		56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		12182	8187	12296	8187	12123	8305	12311	8305	11291	7654	11474	7654		
Peso de molde (g)															
Peso del suelo húmedo (g)		3995	2105	4109	2105	3818	2108	4006	2108	3637	2114	3820	2114		
Volumen del molde (cc)		2105	2105	2105	2105	2108	2108	2108	2108	2114	2114	2114	2114		
Densidad húmeda (g/cc)		1.898	1.898	1.952	1.952	1.811	1.811	1.901	1.901	1.720	1.720	1.807	1.807		
% de humedad		6.65	6.65	9.56	9.56	6.97	6.97	11.98	11.98	7.17	7.17	12.28	12.28		
Densidad seca (g/cc)		1.780	1.780	1.782	1.782	1.693	1.693	1.697	1.697	1.605	1.605	1.609	1.609		
HUMEDAD															
Tarro Nº		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		396.7	396.7	4109	4109	460.2	460.2	4006	4006	488.6	488.6	3820.0	3820.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		374.1	374.1	3995	3995	431.7	431.7	3818	3818	458.2	458.2	3637.0	3637.0		
Peso del Agua (gr.)		22.6	22.6	114.0	114.0	28.5	28.5	188.0	188.0	30.4	30.4	183.0	183.0		
Peso del tarro (gr.)		34.3	34.3	0	0	22.8	22.8	0	0	34.3	34.3	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		339.8	339.8	3925.1	3925.1	408.9	408.9	3754.4	3754.4	423.9	423.9	3579.5	3579.5		
% de humedad		6.65	6.65	9.56	9.56	6.97	6.97	11.98	11.98	7.17	7.17	12.28	12.28		
Promedio de Humedad (%)		6.65	6.65	9.56	9.56	6.97	6.97	11.98	11.98	7.17	7.17	12.28	12.28		
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	14.3	0	0.60	0	0	0.82	0	0	1.00	0	0				
10/05/2023	14.3	24	1.35	0.034		2.08	0.051		2.60	0.070					
11/05/2023	14.3	48	2.38	0.060		2.88	0.072		3.00	0.075					
12/05/2023	14.3	72	3.15	0.079		3.57	0.089		3.69	0.092					
13/05/2023	14.3	96	3.36	0.084		3.81	0.095		4.04	0.101					
			4.57	total	1.84	4.57	total	2.09	4.57	total	2.21				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A2				MOLDE Nº A4				MOLDE Nº A3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.	Lbf/in2	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"	18	9			17	9			15	8			
1.270	0.050	1'00"	35	15			30	14			27	12			
1.910	0.075	1'30"	53	22			44	19			36	16			
2.540	0.100	2'00"	1000	68	28	24.9	2.5	56	23	23.0	2.3	44	19	18.6	1.9
3.810	0.150	3'00"		97	39			78	32			58	24		
5.080	0.200	4'00"	1500	122	48	49.8	3.3	100	40	40.5	2.7	69	28	28.6	1.9
6.350	0.250	5'00"		174	68			122	48			78	32		
7.620	0.300	6'00"		204	78			145	57			88	35		
10.160	0.400	8'00"		248	97			183	72			105	42		
12.700	0.500	10'00"		301	117			221	86			130	47		



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

Tesis : Torres Mio Aracelly Yvett
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánica de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de febrero del 2024

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

GRAFICO CARGA - PENETRACION

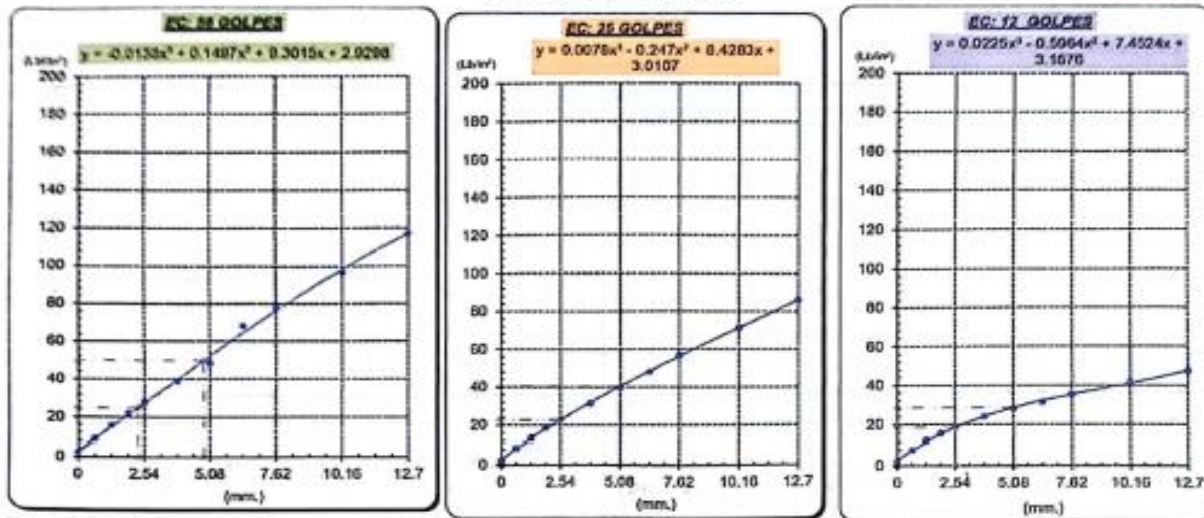


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

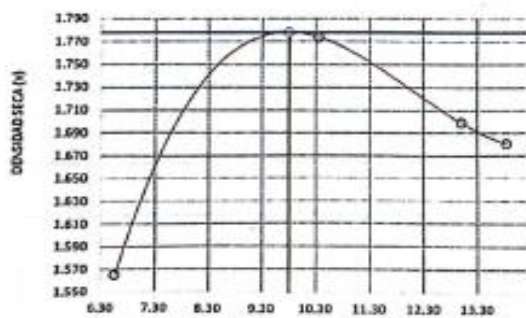
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.778 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.689 g/cm ³ 1.6002
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	9.80 %

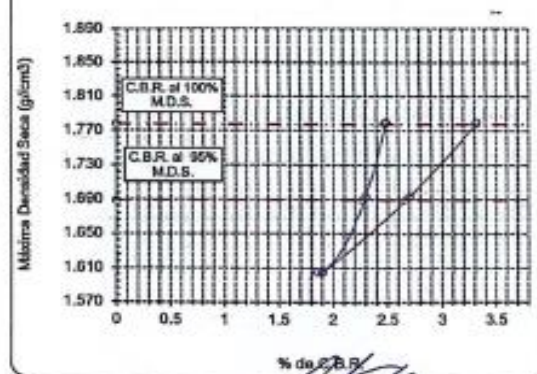
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	2 %	3 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	2 %	3 %

GRÁFICO DEL PROCTOR





DETERMINACION DEL C.B.R.




USAT
 LABORATORIO DE SULLOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

 TÉCNICO DE LABORATORIO


Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT


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 : Torres Milo Aracelly Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-03

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde		A3				A1				A4					
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		12159		12378		12119		12424		11805		12216			
Peso de molde (g)		8140		8140		8305		8305		8187		8187			
Peso del suelo húmedo (g)		4019		4238		3814		4119		3616		4029			
Volumen del molde (cc)		2112		2112		2108		2108		2105		2105			
Densidad húmeda (g/cc)		1.903		2.006		1.809		1.954		1.718		1.914			
% de humedad		6.77		12.32		7.04		15.18		7.24		18.84			
Densidad seca (g/cc)		1.782		1.786		1.690		1.697		1.602		1.611			
HUMEDAD															
Tarro Nº		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		316.6	316.6	4238	4238	190.0	190.0	4119	4119	487.1	487.1	4029.0	4029.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		298.7	298.7	4019	4019	179.8	179.8	3814	3814	457.3	457.3	3616.0	3616.0		
Peso del Agua (gr.)		17.9	17.9	219.0	219.0	10.2	10.2	305.0	305.0	29.8	29.8	413.0	413.0		
Peso del tarro (gr.)		34.3	34.3	0	0	35	35	0	0	45.7	45.7	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		264.4	264.4	3948.6	3948.6	144.8	144.8	3750.6	3750.6	411.6	411.6	3559.0	3559.0		
% de humedad		6.77	6.77	12.32	12.32	7.04	7.04	15.18	15.18	7.24	7.24	18.84	18.84		
Promedio de Humedad (%)		6.77		12.32		7.04		15.18		7.24		18.84			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	14.3	0	0.65	0	0	1.02	0	0	1.40	0	0				
10/05/2023	14.3	24	1.40	0.035		2.23	0.056		2.95	0.074					
11/05/2023	14.3	48	2.43	0.061		2.84	0.071		3.25	0.081					
12/05/2023	14.3	72	3.20	0.080		3.43	0.086		3.69	0.092					
13/05/2023	14.3	96	3.44	0.086		3.74	0.094		3.99	0.100					
			4.57	total	1.88	4.57	total	2.05	4.57	total	2.18				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A3				MOLDE Nº A1				MOLDE Nº A4			
				CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
mm.	pulg.	Lbf/In2	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"	25	12			17	9			13	7			
1.270	0.050	1'00"	44	19			30	14			24	11			
1.910	0.075	1'30"	62	26			48	20			43	18			
2.540	0.100	2'00"	1000	81	33	25.9	2.6	56	23	23.2	2.3	50	21	20.0	2.0
3.810	0.150	3'00"		110	44			79	32			62	26		
5.080	0.200	4'00"	1500	139	55	50.6	3.4	99	39	40.7	2.7	73	30	30.6	2.0
6.350	0.250	5'00"		167	66			122	48			83	33		
7.620	0.300	6'00"		185	73			144	57			94	38		
10.160	0.400	8'00"		267	104			210	82			132	54		
12.700	0.500	10'00"		369	144							180	71		


 TÉCNICO DE LABORATORIO


 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

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

Tesis : Torres Mo Aracelly Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de febrero del 2024

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

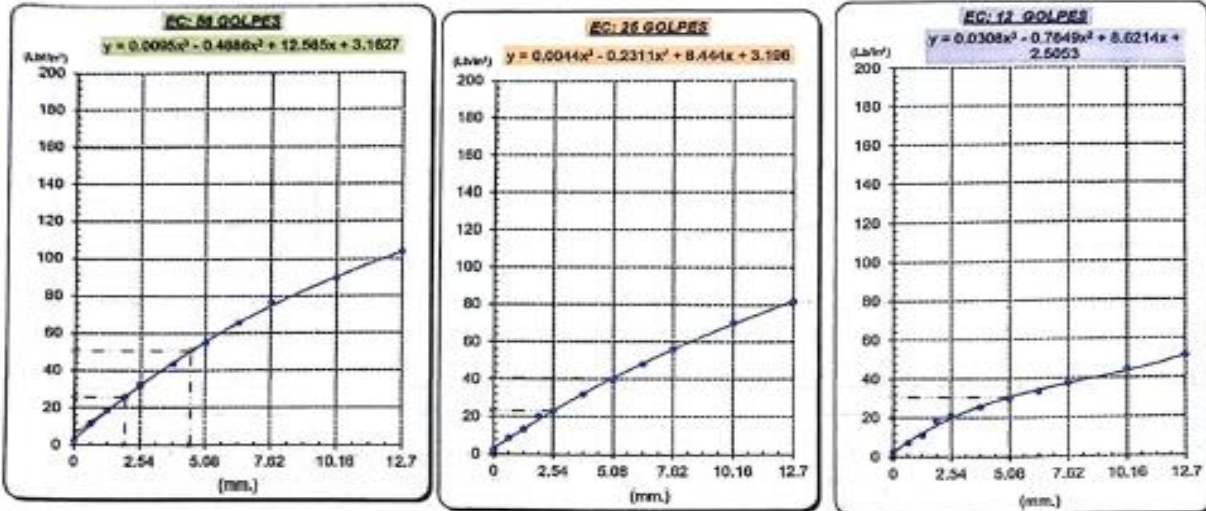


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.778 g/cm ³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.689 g/cm ³	1.6002
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	9.80 %	

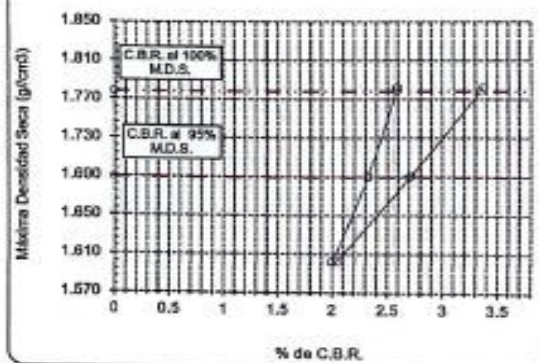
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	3 %	3 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	2 %	3 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MUGRUYEA
 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 : Torres Mío Aracelly Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A1				A4				A2				
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		12199		12381		12185		12385		11046		12046		
Peso de molde (g)		8140		8140		8305		8305		8187		8187		
Peso del suelo húmedo (g)		4059		4241		3880		4080		3659		3859		
Volumen del molde (cc)		2112		2112		2108		2108		2105		2105		
Densidad húmeda (g/cc)		1.921		2.008		1.841		1.936		1.738		1.833		
% de humedad		6.26		10.82		6.82		12.07		7.26		12.82		
Densidad seca (g/cc)		1.808		1.812		1.723		1.727		1.621		1.625		
HUMEDAD														
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		358.1	353.1	4241	4241	210.0	210.0	4080	4080	505.7	505.7	3859.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		335.0	335.0	4059	4059	198.5	198.5	3880	3880	476.8	476.8	3659.0		
Peso del Agua (gr.)		18.1	18.1	182.0	182.0	11.5	11.5	200.0	200.0	28.9	28.9	200.0		
Peso del tarro (gr.)		45.7	45.7	0	0	30	30	0	0	78.9	78.9	0		
Peso del suelo seco (gr.)		289.3	289.3	3986.9	3986.9	168.5	168.5	3814.3	3814.3	397.9	397.9	3600.6		
% de humedad		6.26	6.26	10.82	10.82	6.82	6.82	12.07	12.07	7.26	7.26	12.82		
Promedio de Humedad (%)		6.26		10.82		6.82		12.07		7.26		12.82		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	14.3	0	0.30	0	0	0.42	0	0	0.6	0	0			
10/05/2023	14.3	24	1.00	0.025		1.33	0.033		1.43	0.036				
11/05/2023	14.3	48	1.90	0.048		2.1	0.053		2.34	0.059				
12/05/2023	14.3	72	2.16	0.054		2.34	0.059		2.69	0.067				
13/05/2023	14.3	96	3.04	0.076		3.15	0.079		3.33	0.083				
			4.57	total	1.66	4.57	total	1.72	4.57	total	1.82			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A1				MOLDE Nº A4				MOLDE Nº A2			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
mm.	pulg.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2					0	2				
0.640	0.025	0'30"	46	20					40	17			34	15
1.270	0.050	1'00"	92	37					79	32			68	28
1.910	0.075	1'30"	138	54					117	46			102	41
2.540	0.100	2'00"	150	74	77.8	5.2			156	61	60.6	4.0	133	52
3.810	0.150	3'00"	298	116					225	88			184	72
5.080	0.200	4'00"	402	157	159.2	8.8			293	114	115.5	6.4	217	85
6.350	0.250	5'00"	506	199					362	141			246	96
7.620	0.300	6'00"	610	242					431	169			271	106
10.160	0.400	8'00"	821	330					524	206			314	124
12.700	0.500	10'00"	1024	418					618	245			362	143



TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

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

Tesista : Torres Mio Aracelly Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

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 - PENETRACIÓN

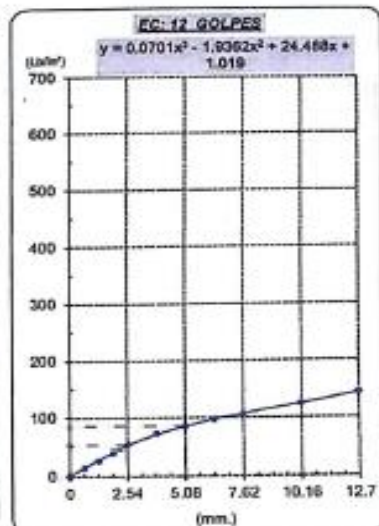
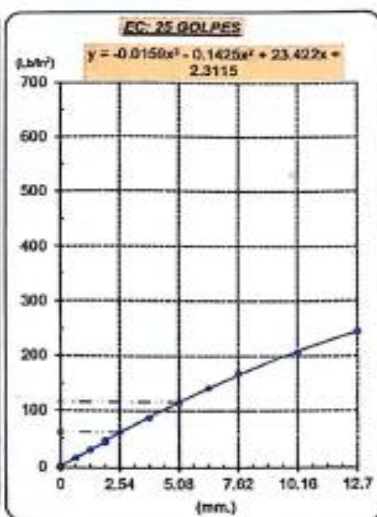
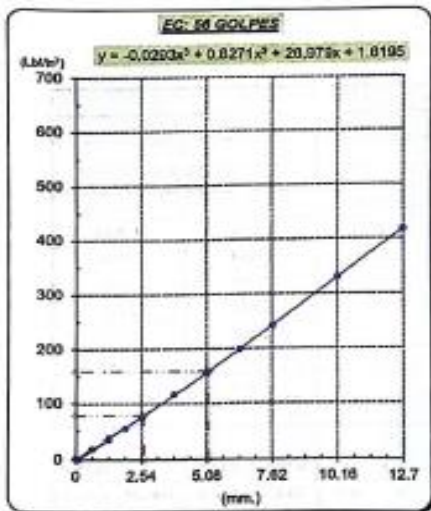


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.795 g/cm ³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.705 g/cm ³	1.6155
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	11.40 %	7.98

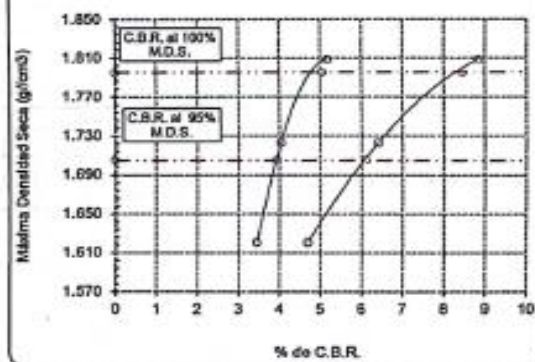
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5 %	8 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4 %	6 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



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 : Torres Mía Aracelly Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-02

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A4				A8				A3				
Nº Capa		5				5				5				
Nº Golpes por capa		56				25				12				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		12381		12670		12010		12293		11339		11599		
Peso de molde (g)		8305		8305		8140		8140		7654		7654		
Peso del suelo húmedo (g)		4076		4365		3870		4153		3685		3945		
Volumen del molde (cc)		2108		2108		2112		2112		2114		2114		
Densidad húmeda (g/cc)		1.934		2.071		1.832		1.966		1.743		1.866		
% de humedad		7.06		14.28		7.35		14.79		7.67		14.84		
Densidad seca (g/cc)		1.806		1.812		1.707		1.713		1.619		1.625		
HUMEDAD														
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		375.4	375.4	4365	4365	152.3	152.3	4153	4153	439.0	439.0	3945.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		355.0	355.0	4076	4076	142.9	142.9	3870	3870	414.5	414.5	3685.0		
Peso del Agua (gr.)		20.4	20.4	289.0	289.0	9.4	9.4	283.0	283.0	25.3	25.3	260.0		
Peso del tarro (gr.)		66.2	66.2	0	0	15	15	0	0	84.5	84.5	0		
Peso del suelo seco (gr.)		288.8	288.8	4003.7	4003.7	127.9	127.9	3805.1	3805.1	330.0	330.0	3626.3		
% de humedad		7.06	7.06	14.28	14.28	7.35	7.35	14.79	14.79	7.67	7.67	14.84		
Promedio de Humedad (%)		7.06		14.28		7.35		14.79		7.67		14.84		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	14.3	0	0.40	0	0	0.71	0	0	0.80	0	0			
10/05/2023	14.3	24	1.10	0.028		1.43	0.036		1.90	0.048				
11/05/2023	14.3	48	2.42	0.061		2.63	0.066		2.95	0.074				
12/05/2023	14.3	72	2.71	0.068		3.54	0.089		3.70	0.093				
13/05/2023	14.3	96	3.00	0.075		3.21	0.080		3.40	0.085				
			4.57	total	1.64	4.57	total	1.76	4.57	total	1.86			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE Nº A4				MOLDE Nº A8				MOLDE Nº A3			
			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				
0.640	0.025	0'30"	60	25					53	22				
1.270	0.050	1'00"	110	44					95	38				
1.910	0.075	1'30"	177	69					142	56				
2.540	0.100	2'00"	1000	240	94	81.4	8.1	192	75	71.6	7.2	153		
3.810	0.150	3'00"		340	133			250	97			197		
5.080	0.200	4'00"	1500	423	166	155.9	10.4	310	121	120.7	8.0	237		
6.350	0.250	5'00"		492	193			358	140			263		
7.620	0.300	6'00"		558	220			400	156			292		
10.160	0.400	8'00"		671	267			490	193			347		
12.700	0.500	10'00"		770	308			578	228			403		



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

Tesis : Torres Mío Aracely Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánica de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

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 - PENETRACIÓN

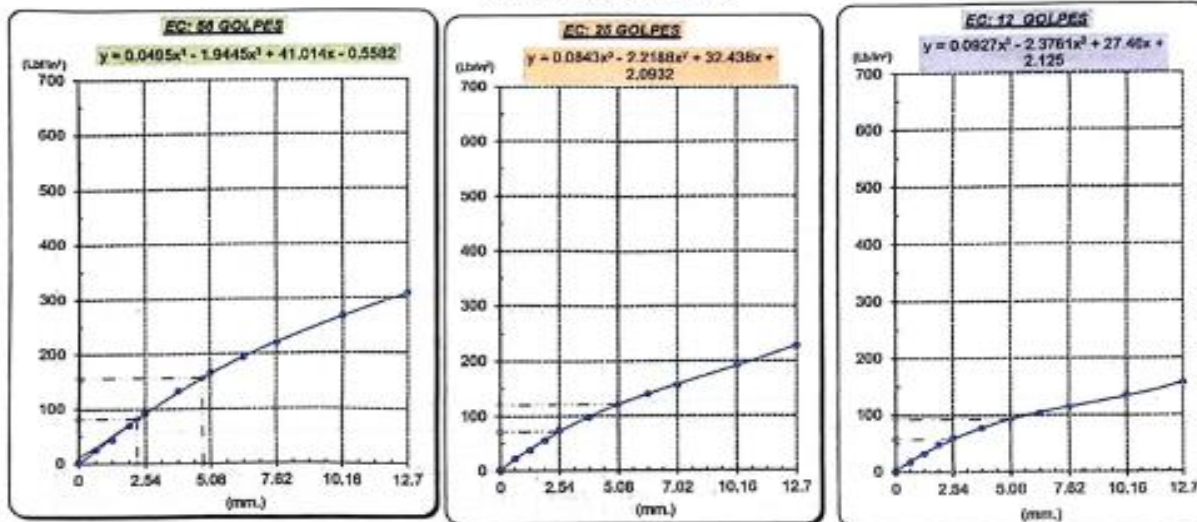
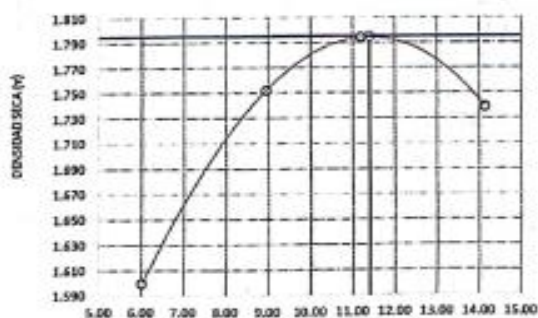


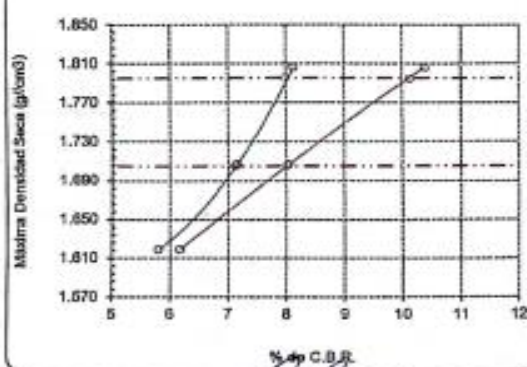
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR		VALOR DEL C.B.R.	
DENSIDAD SECA AL 100%	1.795 g/cm ³	2.54 cm.	5.08 cm.
DENSIDAD SECA AL 95%	1.705 g/cm ³ 1.6155	C.B.R. AL 100 % M.D.S.	8 % 10 %
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	11.40 %	C.B.R. AL 95 % M.D.S.	7 % 8 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

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 : Torres Mío Aracely Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción.
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024.

CALECATA : C-02
 MUESTRA : M-03

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde		G1				G3				G2					
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		12346		12505		12016		12246		11006		12039			
Peso de molde (g)		8305		8305		8187		8187		8140		8140			
Peso del suelo húmedo (g)		4041		4200		3829		4059		3666		3899			
Volumen del molde (cc)		2108		2108		2105		2105		2112		2112			
Densidad húmeda (g/cc)		1.917		1.993		1.819		1.928		1.735		1.846			
% de humedad		6.33		10.34		6.73		12.83		7.10		13.56			
Densidad seca (g/cc)		1.803		1.806		1.705		1.709		1.620		1.625			
HUMEDAD															
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		325.9		325.9		4200		4200		228.6		228.6			
Tarro + Suelo seco (gr.)		309.2		309.2		4041		4041		216.4		216.4			
Peso del Agua (gr.)		16.7		16.7		159.0		159.0		12.2		12.2			
Peso del tarro (gr.)		45.5		45.5		0		0		35		35			
Peso del suelo seco (gr.)		263.7		263.7		3969.4		3969.4		181.4		181.4			
% de humedad		6.33		6.33		10.34		10.34		6.73		6.73			
Promedio de Humedad (%)		6.33		6.33		10.34		10.34		6.73		6.73			
Promedio de Humedad (%)		6.33		6.33		10.34		10.34		6.73		6.73			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	14.3	0	6.90	0	0	0.57	0	0	0.79	0	0				
10/05/2023	14.3	24	1.10	0.028		1.48	0.037		1.62	0.041					
11/05/2023	14.3	48	2.00	0.050		2.25	0.056		2.53	0.063					
12/05/2023	14.3	72	2.26	0.057		2.49	0.062		2.88	0.072					
13/05/2023	14.3	96	2.94	0.074		3.10	0.078		3.35	0.084					
			4.57	total	1.61	4.57	total	1.70	4.57	total	1.83				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº G1				MOLDE Nº G3				MOLDE Nº G2				
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	
															CARGA
mm.	pulg.	Lbf/in2													
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2				0	2		
0.640	0.025	0'30"	50	21			38	17				28	13		
1.270	0.050	1'00"	102	41			75	30				55	23		
1.910	0.075	1'30"	153	60			113	45				82	33		
2.540	0.100	2'00"	205	80	75.7	5.0	150	59	54.8	3.7		109	43	41.3	2.8
3.810	0.150	3'00"	295	115			194	76				143	56		
5.080	0.200	4'00"	369	150	149.0	8.3	238	93	87.1	4.8		178	70	71.3	4.0
6.350	0.250	5'00"	478	186			282	110				213	83		
7.620	0.300	6'00"	565	223			325	127				248	97		
10.160	0.400	8'00"	681	271			367	143				282	110		
12.700	0.500	10'00"	796	319			409	160				327	128		


 TÉCNICO DE LABORATORIO


 Henry Rivas Obilias
 Tec. Laboratorio
 USAT



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

Tesista : Torres Mío Arcelly Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

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 - PENETRACIÓN

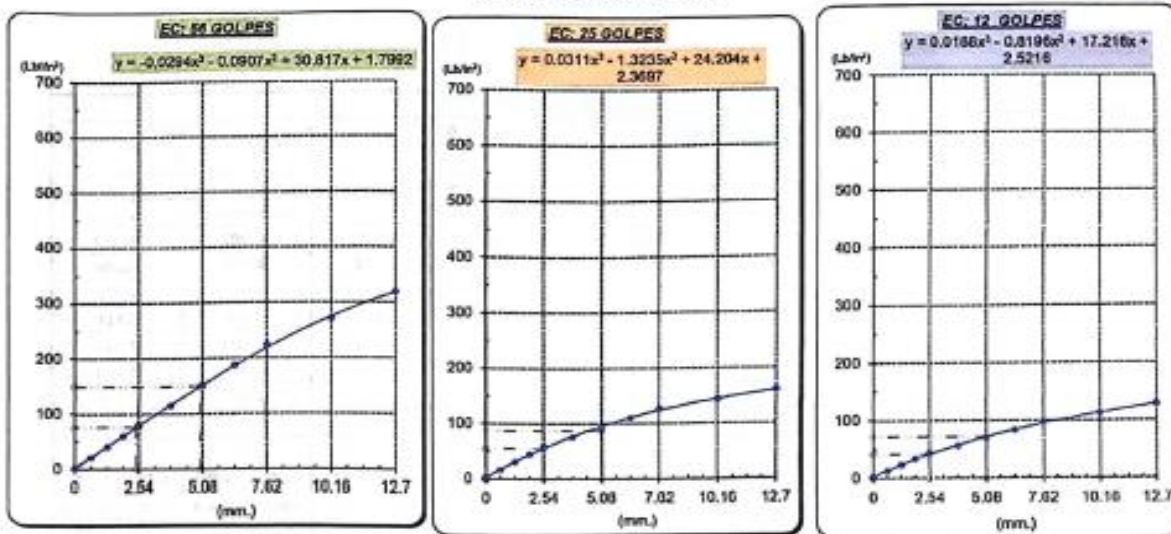


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

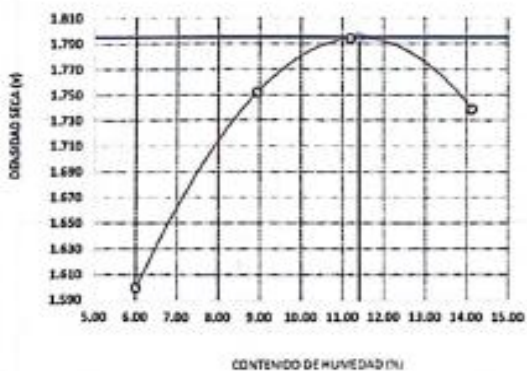
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.795 g/cm ³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.705 g/cm ³	1.6155
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	11.40 %	7.98

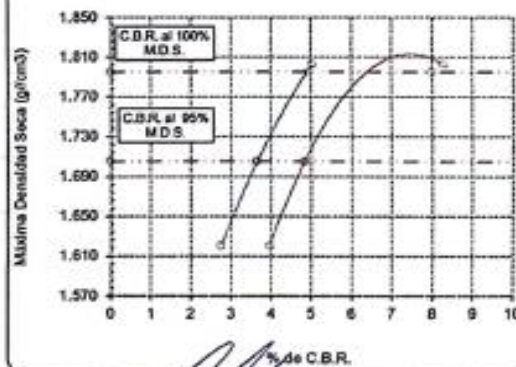
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5 %	8 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4 %	5 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Obiñas
 Henry Rivadeneyra Obiñas
 Tec. Laboratorio USAT



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

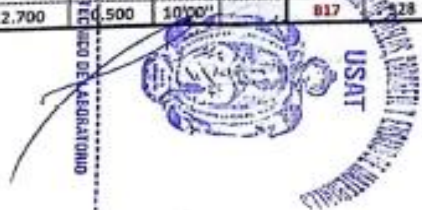
Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Tesista : Torres Mío Aracelly Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción.
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A4				A3				A1					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12442		12658		11606		11885		11901		12179			
Peso de molde (g)	8305		8305		7654		7654		8140		8140			
Peso del suelo húmedo (g)	4137		4353		3952		4231		3761		4039			
Volumen del molde (cc)	2108		2108		2114		2114		2112		2112			
Densidad húmeda (g/cc)	1.963		2.065		1.869		2.001		1.780		1.912			
% de humedad	6.90		12.21		7.29		14.47		7.73		15.24			
Densidad seca (g/cc)	1.836		1.840		1.742		1.748		1.653		1.699			
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	363.3	363.3	4353	4353	260.0	260.0	4291	4231	390.1	390.1	4039.0	4039.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	343.3	343.3	4137	4137	188.6	188.6	3952	3952	366.0	366.0	3761.0	3761.0		
Peso del Agua (gr.)	20.0	20.0	216.0	216.0	11.4	11.4	279.0	279.0	24.1	24.1	278.0	278.0		
Peso del tarro (gr.)	53.3	53.3	0	0	32.2	32.2	0	0	54.1	54.1	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	290.0	290.0	4062.4	4062.4	156.4	156.4	3884.3	3884.3	311.9	311.9	3699.9	3699.9		
% de humedad	6.90	6.90	12.21	12.21	7.29	7.29	14.47	14.47	7.73	7.73	15.24	15.24		
Promedio de Humedad (%)	6.90		12.21		7.29		14.47		7.73		15.24			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	14.3	0	0.74	0	0	0.77	0	0	0.80	0	0			
10/05/2023	14.3	24	1.39	0.035		1.55	0.039		1.97	0.049				
11/05/2023	14.3	48	1.75	0.044		2.02	0.051		2.28	0.057				
12/05/2023	14.3	72	2.00	0.050		2.45	0.061		2.99	0.065				
13/05/2023	14.3	96	2.49	0.062		2.70	0.068		2.92	0.073				
			4.57	total	1.36	4.57	total	1.48	4.57	total	1.60			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A4				MOLDE Nº A3				MOLDE Nº A1			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
mm.	pulg.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	63	26			53	22			34	15		
1.270	0.050	1'00"	123	49			95	38			68	28		
1.910	0.075	1'30"	182	71			142	56			98	39		
2.540	0.100	2'00"	254	99	88.2	8.8	192	75	71.6	7.2	124	49	48.0	4.8
3.810	0.150	3'00"	365	143			290	97			165	65		
5.080	0.200	4'00"	457	179	168.9	11.3	310	121	120.7	8.0	202	79	79.4	5.3
6.350	0.250	5'00"	534	210			358	140			233	91		
7.620	0.300	6'00"	601	238			400	156			262	102		
10.160	0.400	8'00"	734	285			490	193			314	122		
12.700	0.500	10'00"	817	328			578	228			364	142		



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

Tesis: Torres Mía Aracely Yvette
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión: Chiclayo, 10 de febrero del 2024

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

GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

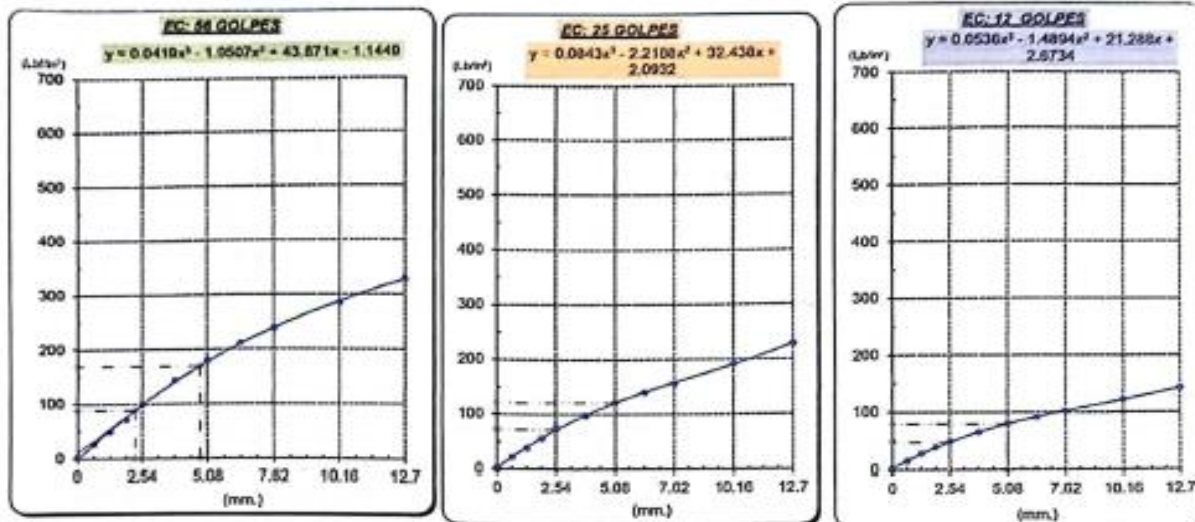
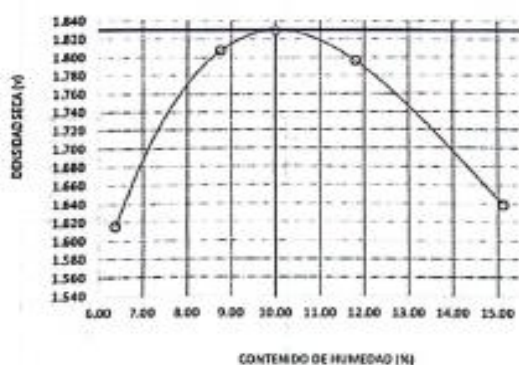


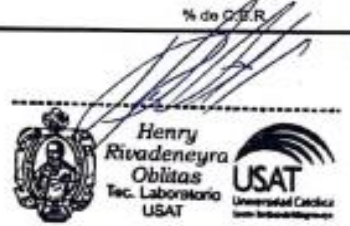
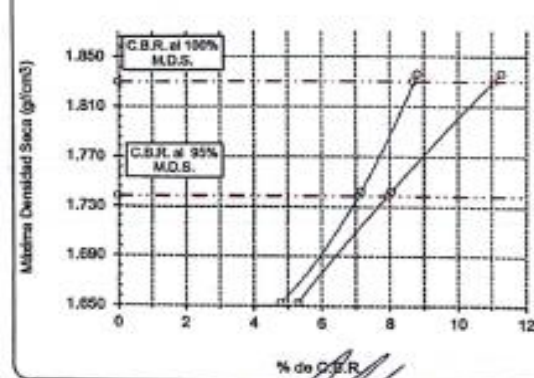
GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR		VALOR DEL C.B.R.	
DENSIDAD SECA AL 100%	1.830 g/cm ³	2.54 cm.	5.08 cm.
DENSIDAD SECA AL 95%	1.735 g/cm ³ 1.647	C.B.R. AL 100% M.D.S.	9 % 11 %
ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD	10.00 %	C.B.R. AL 95% M.D.S.	7 % 8 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



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 : Torres Mío Aracely Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Teoría : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

CALCATA : C-03
 MUESTRA : M-02

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde		A6				A7				A8					
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		11568		11757		12000		12208		11886		12111			
Peso de molde (g)		8328		8328		8593		8593		8498		8498			
Peso del suelo húmedo (g)		3240		3429		3407		3615		3388		3613			
Volumen del molde (cc)		1651		1651		1825		1825		1910		1910			
Densidad húmeda (g/cc)		1.962		2.077		1.867		1.981		1.774		1.892			
% de humedad		6.62		12.56		7.08		13.29		7.47		14.23			
Densidad seca (g/cc)		1.840		1.845		1.744		1.749		1.651		1.656			
HUMEDAD															
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		327.4	327.4	3429	3429	315.3	315.3	3615	3615	291.0	291.0	3613.0	3613.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		310.3	310.3	3240	3240	296.1	296.1	3407	3407	274.6	274.6	3388.0	3388.0		
Peso del Agua (gr.)		17.1	17.1	189.0	189.0	19.2	19.2	208.0	208.0	16.4	16.4	225.0	225.0		
Peso del tarro (gr.)		52.1	52.1	0	0	25	25	0	0	55.2	55.2	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		258.2	258.2	3181.5	3181.5	271.1	271.1	3348.6	3348.6	219.4	219.4	3333.0	3333.0		
% de humedad		6.62	6.62	12.56	12.56	7.08	7.08	13.29	13.29	7.47	7.47	14.23	14.23		
Promedio de Humedad (%)		6.62		12.56		7.08		13.29		7.47		14.23			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	14.3	0	0.44	0	0	0.62	0	0	0.70	0	0				
10/05/2023	14.3	24	1.00	0.025		1.42	0.036		1.80	0.045					
11/05/2023	14.3	48	1.84	0.046		2.27	0.057		2.35	0.059					
12/05/2023	14.3	72	2.39	0.050		2.61	0.065		2.73	0.068					
13/05/2023	14.3	96	2.53	0.054		2.73	0.068		2.95	0.074					
			4.57	total	1.40	4.57	total	1.49	4.57	total	1.61				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A6				MOLDE Nº A7				MOLDE Nº A8			
				CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
mm.	pulg.		Lbf/in2	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"		45	19			36	16			28	13		
1.270	0.050	1'00"		90	36			72	29			55	23		
1.910	0.075	1'30"		130	51			108	43			82	33		
2.540	0.100	2'00"	1000	179	70	77.6	7.8	140	55	56.0	5.6	167	43	42.4	4.2
3.810	0.150	3'00"	1500	283	110			211	82			154	60		
5.080	0.200	4'00"	1500	401	157	157.0	10.5	282	110	110.6	7.4	201	78	79.5	5.3
6.350	0.250	5'00"		501	197			353	138			248	97		
7.620	0.300	6'00"		595	231			424	166			295	115		
10.160	0.400	10'00"		724	288			521	205			351	137		
12.700	0.500	12'00"		851	343			618	245			407	158		



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

Título: Tareas Más Aracelly Yvette
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de emisión: Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

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

GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

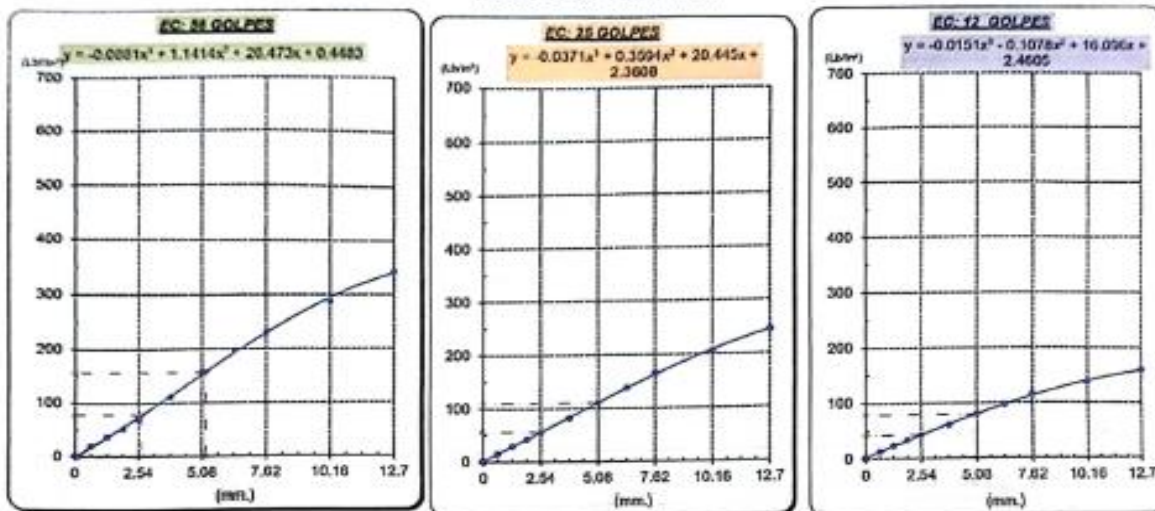


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

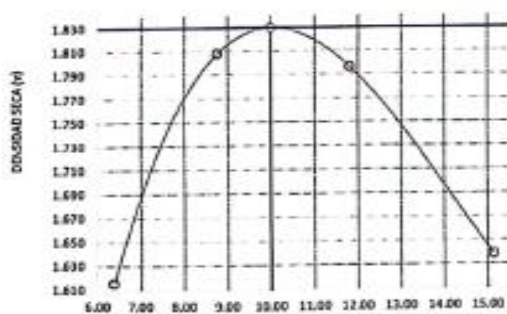
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.830 g/cm ³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.739 g/cm ³	1.647
ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD	10.00 %	

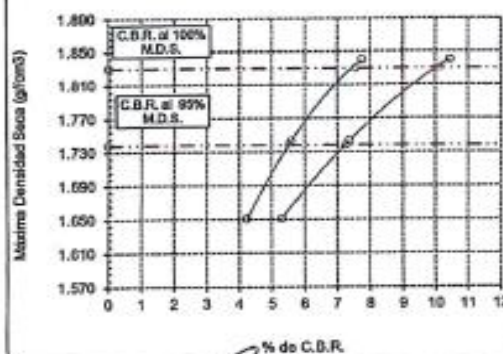
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	8 %	10 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	6 %	7 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



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

(Pag. 01 de 01)

Tesista Torres Mio Aracelly Yvette
Escuela : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
Tesis : "Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas
adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo,
2022"
Lugar Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión Chiclayo, 15 de abril del 2023

Ensayo : SUELOS. Metodo de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterráneas.

Referencia : NTP 339,152

Muestra :Residuos de construcción y demolición
Lugar :Carretera a Ferreñafe (cerca de la Urb. Vista Alegre - Gallilea)

Muestra usada: 50 g
Agua destilada: 250 ml

I.- DATOS

1	Número de beaker	-	1	2
2	Peso de beaker	gr	27.89	27.44
3	Peso de beaker + residuo de sales	gr	28.03	27.55
4	Volumen de solución evaluado	ml	50	50
5	Relación mezcla suelo - agua destilada	-	5	5
6	Residuo de sales (3)-(2)	gr	0.14	0.11
7	Constituyentes de sales solubles totales $((6) \cdot (1000000)) / (4) \cdot (5)$	ppm	14000	11000
8	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco $(7) / 10000$	%	1.40%	1.10%
			PROMEDIO ppm	12500
			PROMEDIO (%)	1.25%



TECNICO DE LABORATORIO

Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



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

(Pag. 01 de 01)

Tesista Torres Mio Aracelly Yvette
 Escuela : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 Tesis : "Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022"
 Lugar Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión Chiclayo, 15 de abril del 2023

Ensayo : SUELOS. Metodo de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterráneas.

Referencia : NTP 339,152

Muestra :Residuos de construcción y demolición
 Lugar :Carretera Panamericana Norte (PE-1N)

Muestra usada: 50 g
 Agua destilada: 250 ml

I.- DATOS

1	Número de beaker	-	1	2
2	Peso de beaker	gr	27.89	27.44
3	Peso de beaker + residuo de sales	gr	28	27.55
4	Volumen de solución evaluado	ml	50	50
5	Relación mezcla suelo - agua destilada	-	5	5
6	Residuo de sales (3)-(2)	gr	0.11	0.11
7	Constituyentes de sales solubles totales ((6)*(1000000)/(4))*(5)	ppm	11000	11000
8	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco (7)/10000	%	1.10%	1.10%
			PROMEDIO ppm	11000
			PROMEDIO (%)	0.011




 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



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

(Pag 01 de 01)

Tesista : Torres Mio Aracelly Yvette
Escuela : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
Tesis : "Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022"
Lugar : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de abril del 2023

Ensayo : SUELOS. Metodo de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterráneas.
Referencia : NTP 339,152

Muestra : Residuos de construcción y demolición
Lugar : Av. Miguel Grau - Carretera a Monsefú (por el poblado de Chacupe Alto)

Muestra usada: 50 g
Agua destilada: 250 ml

I.- DATOS

1	Número de beaker	-	1	2
2	Peso de beaker	gr	27.89	27.44
3	Peso de beaker + residuo de sales	gr	28.05	27.59
4	Volumen de solución evaluado	ml	50	50
5	Relación mezcla suelo - agua destilada	-	5	5
6	Residuo de sales (3)-(2)	gr	0.16	0.15
7	Constituyentes de sales solubles totales $((6) \cdot (1000000) / (4)) \cdot (5)$	ppm	16000	15000
8	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco $(7) / 10000$	%	1.60%	1.50%
			PROMEDIO ppm	15500
			PROMEDIO (%)	0.0155




 Henry Rivadenebra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT





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



Facultad : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
Tesisista : Torres Mio Aracelly Yvette
TESIS : * Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022*
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

C1: 3%C+20%RCD

Profundidad: 0.00m. - 1.5 m.

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico		
	20	5	1			
N° de tarro	20	5	1	2		
N° de golpes	32	22	15			
Tarro + suelo húmedo	39.25	60.27	39.4	12.47		
Tarro + suelo seco	37.27	58.18	37.00	11.73		
Agua	1.98	2.09	2.4	0.74		
Peso del tarro	28.32	49.86	28.49	7.37		
Peso del suelo seco	8.95	8.32	8.51	4.36		
Porcentaje de humedad	22.12	25.12	28.20	16.97		

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA

Límite Líquido	24.10
Límite Plástico	16.97
Índice de Plasticidad	7.13

CURVA DE FLUIDEZ

$$y = -8.026 \ln(x) + 49.934$$



Observador



TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry
Rivadenebra
Obitias
Tec. Laboratorio
USAT





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

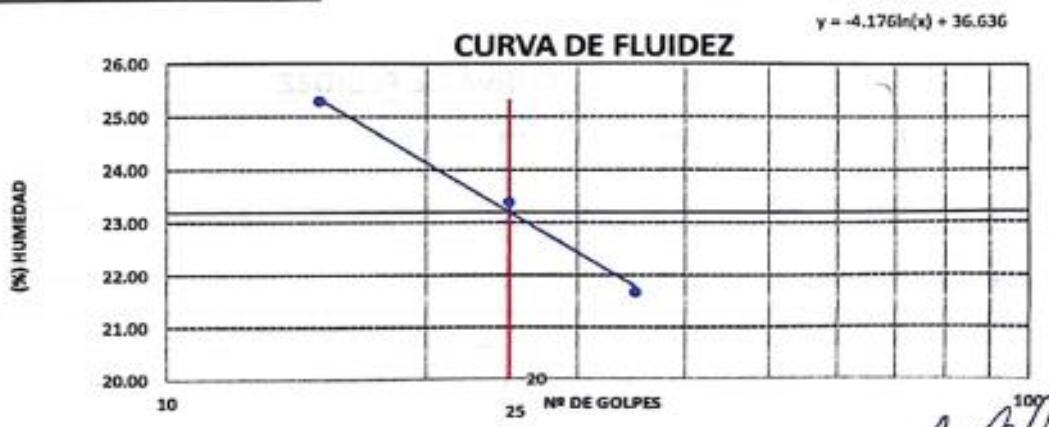


Facultad : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 Tesista : Torres Mio Aracelly Yvette
 TESIS : " Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022"
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

C1: 3%C+30%RCD 23.45 Profundidad: 0.00m. - 1.5 m.

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico		
	20	5	1			
N° de tarro	20	5	1	2		
N° de golpes	35	25	15			
Tarro + suelo húmedo	29.13	34.09	28.5	16.12		
Tarro + suelo seco	27.27	31.96	26.33	14.86		
Agua	1.86	2.13	2.17	1.26		
Peso del tarro	18.69	22.85	17.75	7.12		
Peso del suelo seco	8.58	9.11	8.58	7.74		
Porcentaje de humedad	21.88	23.38	25.29	16.28		

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	23.20
Límite Plástico	16.28
Índice de Plasticidad	6.92



Observaciones:





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



Facultad : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
Tosista : Torros Mio Aracelly Yvette
TESIS : * Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022*
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

C1: 3%C+5.0%RCD

Profundidad: 0.00m. - 1.5 m.

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico		
N° de tarro	20	5	1	2		
N° de golpes	33	23	15			
Tarro + suelo húmedo	30.24	37.27	45.17	15.12		
Tarro + suelo seco	28.65	35.07	43.17	13.98		
Agua	1.59	2.2	2	1.14		
Peso del tarro	21.33	25.92	35.6	7.12		
Peso del suelo seco	7.32	9.15	7.57	6.86		
Porcentaje de humedad	21.72	24.04	28.42	16.82		

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA

Límite Líquido	23.43
Límite Plástico	16.62
Índice de Plasticidad	6.81

CURVA DE FLUIDEZ

$$y = -5.911 \ln(x) + 42.455$$



Observaciones:





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



Facultad : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 Tealista : Torres Mio Aracelly Yvette
 TESIS : "Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022"
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

C2: 3%C+ 20%RCD

Profundidad: 0.00m. - 1.5 m.

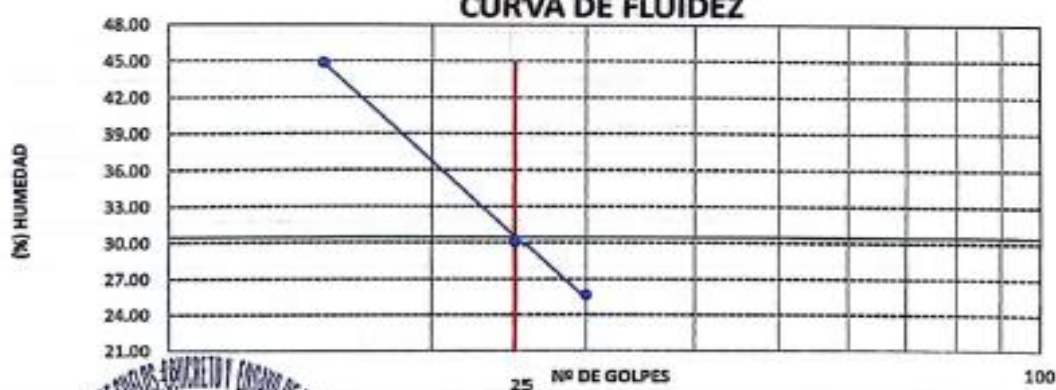
Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico		
	20	5	1			
N° de tarro	20	5	1	2		
N° de golpes	30	25	15			
Tarro + suelo húmedo	31.38	18.63	20.68	13.31		
Tarro + suelo seco	29.33	16.01	17.63	12.21		
Agua	2.05	2.62	3.05	1.1		
Peso del tarro	21.34	7.3	10.83	7.33		
Peso del suelo seco	7.99	8.71	6.8	4.88		
Porcentaje de humedad	25.66	30.06	44.85	22.54		

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA

Límite Líquido	30.48
Límite Plástico	22.54
Índice de Plasticidad	7.94

CURVA DE FLUIDEZ

$$y = -28.04 \ln(x) + 120.74$$



Observaciones:



TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT





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



Facultad : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 Tesista : Torres Mo Aracelly Yvette
 TESIS : "Análisis de las propiedades físico-mecánica de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022"
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

C2: 3%C+30%RCD

28.66

Profundidad: 0.00m. - 1.5 m.

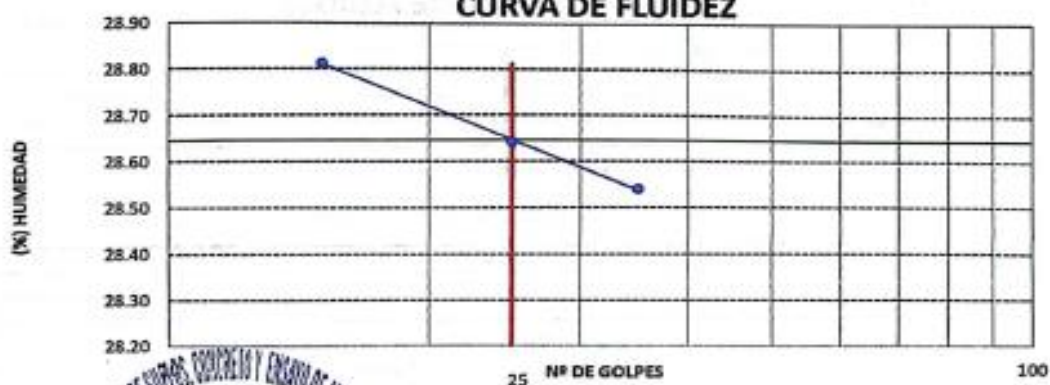
Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico		
	20	5	1			
N° de tarro	20	5	1	2		
N° de golpes	35	25	15			
Tarro + suelo húmedo	38.18	38.77	21.8	13.79		
Tarro + suelo seco	35.6	35.84	18.55	12.68		
Agua	2.58	2.93	3.25	1.11		
Peso del tarro	26.56	25.61	7.27	7.37		
Peso del suelo seco	9.04	10.23	11.28	5.31		
Porcentaje de humedad	28.54	28.64	28.81	20.90		

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA

Límite Líquido	28.65
Límite Plástico	20.90
Índice de Plasticidad	7.74

CURVA DE FLUIDEZ

$$y = -0.324 \ln(x) + 29.687$$



Observaciones:



TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



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



Facultad : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 Tesista : Torres Mío Aracelly Yvette
 TESIS : " Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022"
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

C2: 3%C+40%RCO

Profundidad: 0.00m. - 1.5 m.

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico		
	20	5	1			
N° de tarro	20	5	1	2		
N° de golpes	30	25	15			
Tarro + suelo húmedo	59.54	50.91	27.84	13.56		
Tarro + suelo seco	57.13	47.76	25.01	12.28		
Agua	2.41	3.15	2.83	1.28		
Peso del tarro	49.87	38.46	17.01	7.38		
Peso del suelo seco	7.26	9.3	8	4.9		
Porcentaje de humedad	33.20	33.87	35.38	26.12		

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	33.81
Límite Plástico	26.12
Índice de Plasticidad	7.68

CURVA DE FLUIDEZ

$y = -3.088 \ln(x) + 43.745$



Observaciones:



TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



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



Facultad : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
Tesis : Torres Mio Arcelly Yvette
TESIS : "Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022"
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399,131

C3: 3%C+20%RCD

Profundidad: 0.00m. - 1.5 m.

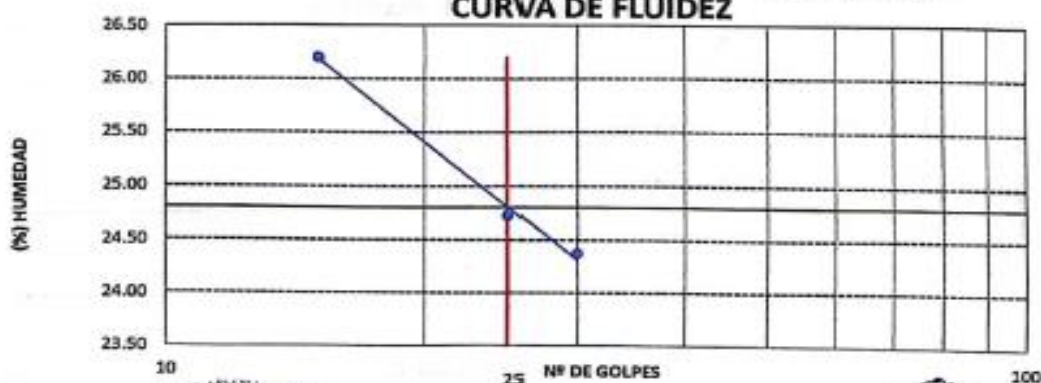
Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico		
	20	5	1			
N° de tarro	20	5	1	2		
N° de golpes	30	25	15			
Tarro + suelo húmedo	20.39	20.93	21.62	13.42		
Tarro + suelo seco	17.86	18.25	18.66	12.48		
Agua	2.53	2.68	2.96	0.94		
Peso del tarro	7.48	7.41	7.36	7.19		
Peso del suelo seco	10.38	10.84	11.3	5.29		
Porcentaje de humedad	24.37	24.72	26.19	17.77		

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA

Límite Líquido	24.81
Límite Plástico	17.77
Índice de Plasticidad	7.04

CURVA DE FLUIDEZ

$$y = -2.695 \ln(x) + 33.492$$



Observaciones:



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica
Lambayeque



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



Facultad : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
Tesis : Torres Mio Aracelly Yvette
TESIS : " Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022"
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

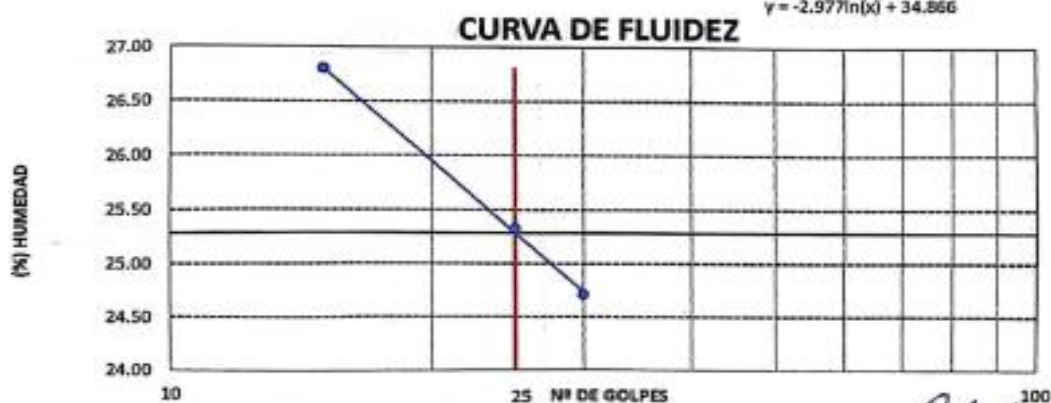
C3: 3%C+30%RCD

Profundidad: 0.00m. - 1.5 m.

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico		
N° de tarro	20	5	1	2		
N° de golpes	30	25	15			
Tarro + suelo húmedo	19.12	64.9	61.34	13.4		
Tarro + suelo seco	16.77	61.99	58.92	12.45		
Agua	2.35	2.91	2.42	0.95		
Peso del tarro	7.26	50.5	49.89	7.33		
Peso del suelo seco	9.51	11.49	9.03	5.12		
Porcentaje de humedad	24.71	25.33	28.80	18.55		

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA

Límite Líquido	25.28
Límite Plástico	18.55
Índice de Plasticidad	6.73



Observaciones:



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Henry Rivadeneira Oblitas
Téc. Laboratorio USAT





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



Facultad : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
Tesisista : Torres Mío Aracelly Yvette

TESIS : " Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022"

Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

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

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

C3: 3%C+40%RCD

Profundidad: 0.00m. - 1.5 m.

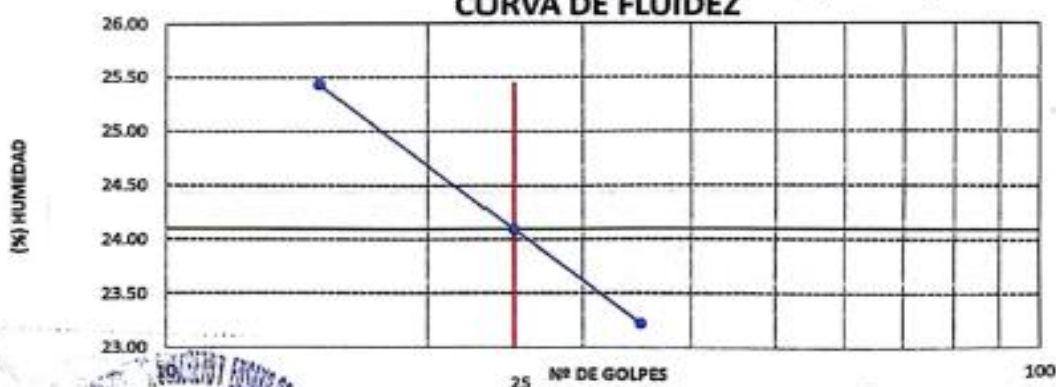
Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico
	20	5	1	
N° de tarro	20	5	1	2
N° de golpes	35	25	15	
Tarro + suelo húmedo	32.62	37.74	40.71	19.99
Tarro + suelo seco	30.76	35.49	38.21	19.4
Agua	1.86	2.25	2.5	0.59
Peso del tarro	22.75	26.15	28.38	16.02
Peso del suelo seco	8.01	9.34	9.83	3.38
Porcentaje de humedad	23.22	24.09	25.43	17.46

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA

Límite Líquido	24.10
Límite Plástico	17.46
Índice de Plasticidad	6.64

CURVA DE FLUIDEZ

$$y = -2.613 \ln(x) + 32.507$$



Observaciones:



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



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



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Solicitante: Torres Mio Arceoly
Atención: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022
Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: Chiclayo, 23 de setiembre del 2023

ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN m/m³ (90000 pie lb/pe³))

REFERENCIA: N.T.P. 339.141 ASTM D-1557

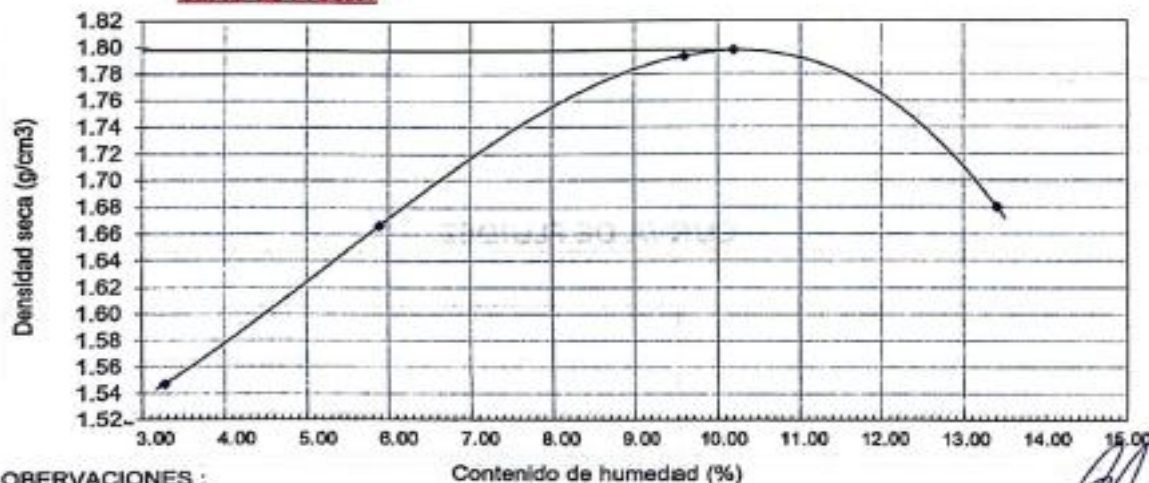
Volumen de molde: 903.2 cm³
Peso de molde: 4029 gr

CALICATA 1: 3%C + 20%RCD

		3%	6%	9%	12%
1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	5542	5698	5885	5826
2.- Peso del molde	(g)	4029.0	4029	4029	4029
3.- Volumen del molde	(cm ³)	903.21	903.21	903.21	903.21
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.68	1.85	2.05	1.99
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	185.24	160.42	146.01	157.98
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	173.00	148.20	131.00	137.00
8.- Peso del agua	(g)	12.24	12.22	15.01	20.98
9.- Peso de la tara	(g)	25.00	35.99	28.08	23.00
10.- Peso de suelo seco	(g)	148.00	112.21	102.92	114.00
11.- Contenido de humedad	(%)	8.27	10.89	14.58	18.40
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.547	1.666	1.793	1.680

Máxima Densidad Seca: 1.798 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad: 10.206 %

Curva de Proctor



OBSERVACIONES:


Método de compactación utilizado ASTM D-1557 - "A"




Henry Rivadeneyra Oblitas
Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA		ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES	
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		Solicitante		Torres Mio Aracely			
Atención		Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo					
Tesis		Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022					
Ubicación		Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.					
Fecha de emisión		Chiclayo, 23 de setiembre del 2023					
ENSAYO		SUELOS: Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m ³) (5607)					
REFERENCIA		N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557					
Volumen de molde	903.2	cm ³					
Peso de molde	4029	gr					
CALICATA 1: 3%C + 30%RCD							
		3%	6%	9%	12%		
1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	5616	5818	5866	5806		
2.- Peso del molde	(g)	4029.0	4029	4029	4029		
3.- Volumen del molde	(cm ³)	903.21	903.21	903.21	903.21		
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.76	1.98	2.03	1.97		
5.- N° de la tara		1	2	3	4		
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	261.44	178.10	106.25	128.88		
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	249.87	165.33	97.07	113.18		
8.- Peso del agua	(g)	11.57	12.77	9.18	15.70		
9.- Peso de la tara	(g)	50.60	28.06	42.00	26.79		
10.- Peso de suelo seco	(g)	199.27	137.27	55.07	86.39		
11.- Contenido de humedad	(%)	5.81	9.30	16.67	18.17		
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.661	1.812	1.743	1.665		
Máxima Densidad Seca	1.848	g/cm ³					
Óptimo Contenido de Humedad	12.000	%					
8							
Curva de Proctor							
OBSERVACIONES:							
Método de compactación utilizado ASTM D-1557 - "A"							





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



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Expediente N° : 1781 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Solicitante : Torres Mio Aracely
 Atención : Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
 Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 23 de setiembre del 2023

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

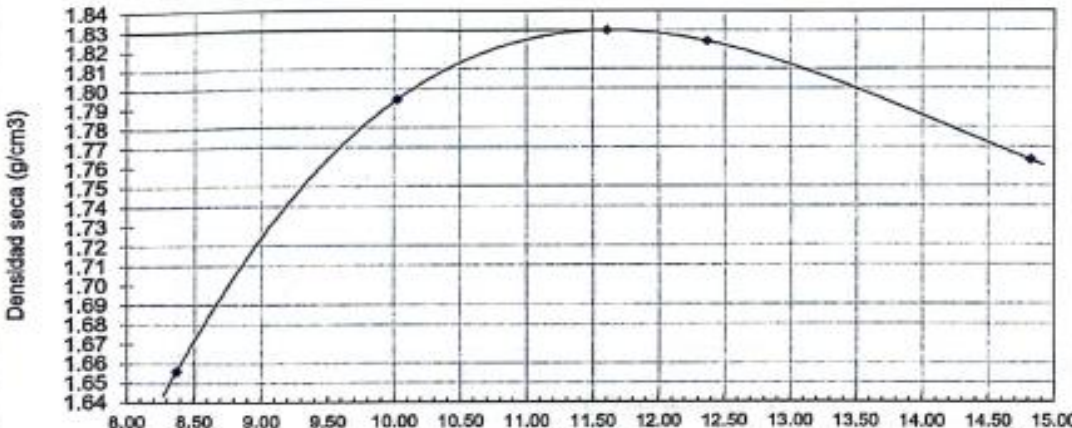
Volumen de molde : 947.9 cm³
 Peso de molde : 3875 gr

CALICATA 1: 3%C + 40%RCD					
		3%	6%	9%	12%
1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	5576	5746	5818	5794
2.- Peso del molde	(g)	3875.0	3875	3875	3875
3.- Volumen del molde	(cm ³)	947.87	947.87	947.87	947.87
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.79	1.97	2.05	2.02
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	286.40	168.20	170.70	181.43
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	268.19	154.70	155.00	163.00
8.- Peso del agua	(g)	18.21	13.50	15.70	18.43
9.- Peso de la tara	(g)	50.59	20.00	28.05	38.62
10.- Peso de suelo seco	(g)	217.60	134.70	126.95	124.38
11.- Contenido de humedad	(%)	8.37	10.02	12.37	14.82
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.656	1.794	1.824	1.763

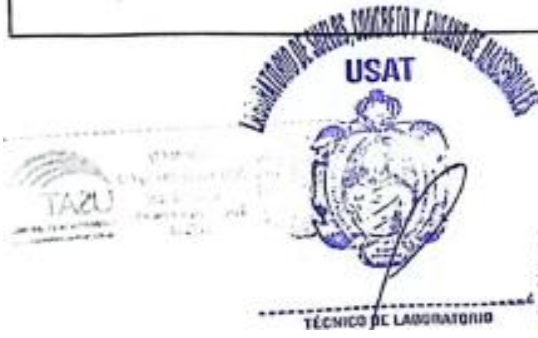
Máxima Densidad Seca : 1.830 g/cm³
 Óptimo Contenido de Humedad : 11.608 %

8

Curva de Proctor



OBSERVACIONES :
 Método de compactación utilizado ASTM D-1557 - "A"




 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT





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



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Solicitante: Torres Mío Aracelly
Atención: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Obra: Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subbase en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022
Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: Chiclayo, 23 de setiembre del 2023

ENSAYO: SUELOS: Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³) (56000 pie-lb/pc³)

REFERENCIA: N.T.P. 339.141 ASTM D-1557

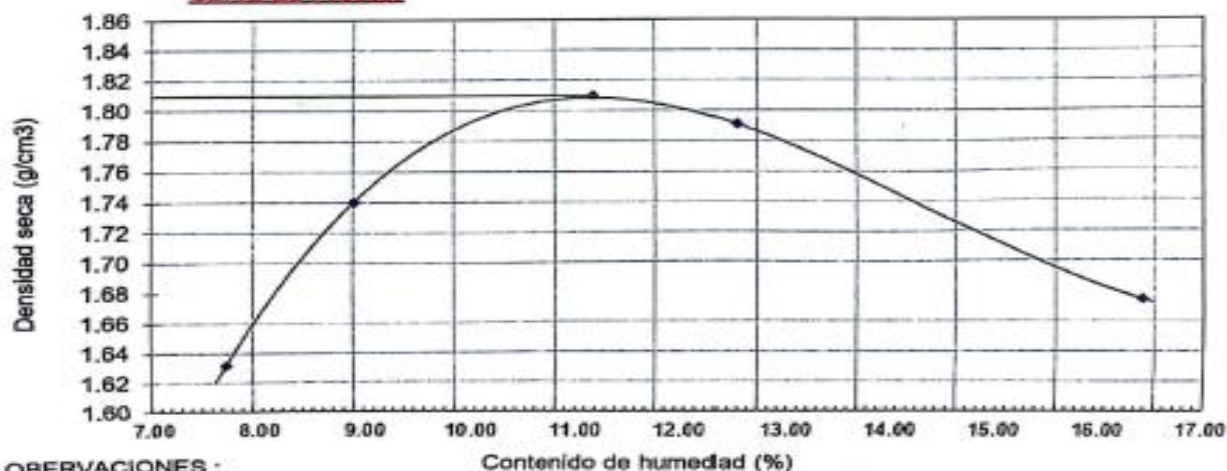
Volumen de molde: 903.2 cm³
Peso de molde: 4029 gr

CALICATA 2: 3%C + 20%RCD

		3%	6%	9%	12%
1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	5632	5758	5870	5812
2.- Peso del molde	(g)	4029.0	4029	4029	4029
3.- Volumen del molde	(cm ³)	903.21	903.21	903.21	903.21
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.77	1.91	2.04	1.97
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	111.23	106.09	91.68	109.47
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	104.00	98.77	82.86	95.55
8.- Peso del agua	(g)	7.23	7.32	8.82	13.92
9.- Peso de la tara	(g)	21.31	26.61	18.96	17.68
10.- Peso de suelo seco	(g)	82.69	73.16	63.90	77.87
11.- Contenido de humedad	(%)	8.74	10.01	13.80	17.88
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.632	1.740	1.791	1.675

Máxima Densidad Seca: 1.810 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad: 11.388 %

Curva de Proctor



OBSERVACIONES:

Método de compactación utilizado ASTM D-1557 - "A"

Realizado por: Tec. Oscar Gastald Ch



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



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



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Solicitante: Torres Mto Arceffly
Atención: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subbase en zonas no pavimentadas utilizando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria Chiclayo, 2022
Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: Chiclayo, 23 de setiembre del 2023

ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio (utilizando una empuja modificada (2700 kN/m² (50000 pie ib/pe²))

REFERENCIA: N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

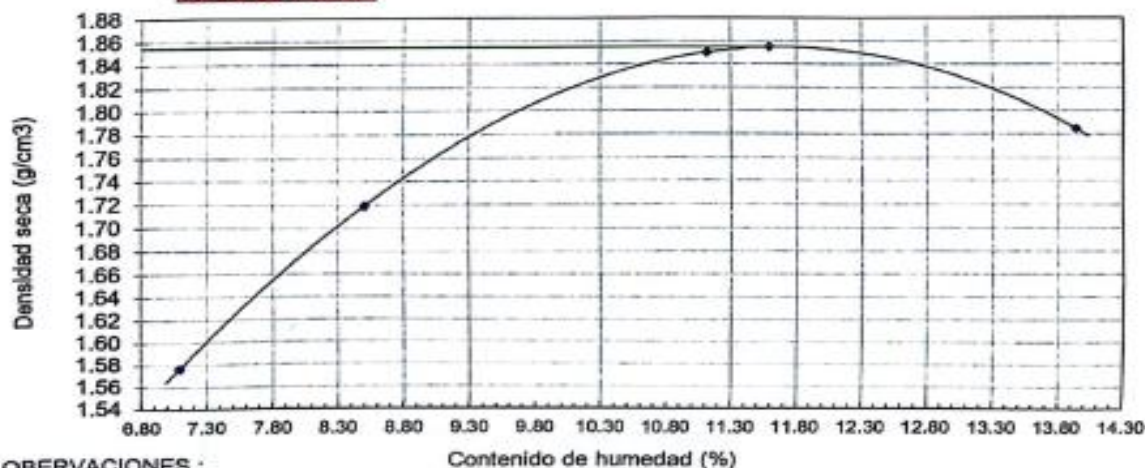
Volumen de molde: 903.2 cm³
Peso de molde: 4029 gr

CALICATA 2: 3%C + 30%RCD

		2%	5%	8%	11%
1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	5554	5714	5886	5866
2.- Peso del molde	(g)	4029.0	4029	4029	4029
3.- Volumen del molde	(cm ³)	903.21	903.21	903.21	903.21
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.69	1.87	2.06	2.03
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	204.46	206.95	181.59	209.01
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	192.80	192.93	167.28	186.90
8.- Peso del agua	(g)	11.66	14.02	14.31	22.11
9.- Peso de la tara	(g)	28.37	28.03	38.61	28.24
10.- Peso de suelo seco	(g)	164.43	164.90	128.67	158.66
11.- Contenido de humedad	(%)	7.09	8.50	11.12	13.94
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.577	1.719	1.850	1.785

Máxima Densidad Seca: 1.855 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad: 11.600 %

Curva de Proctor



OBSERVACIONES:
Método de compactación utilizado ASTM D-1557 - "A"



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



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



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Solicitante: Torres Mio Aracely
Atención: :Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022
Ubicación: : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: : Chiclayo, 23 de setiembre del 2023

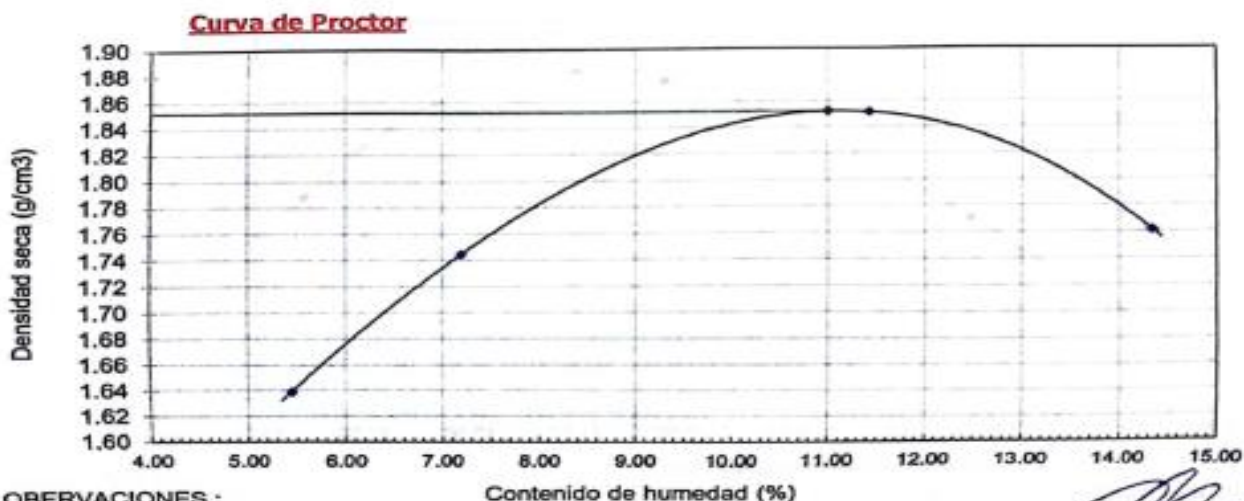
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-núm3 (56000 pie-ib/pie3))

REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Volumen de molde **903.2 cm³**
Peso de molde **4029 gr**

		CALICATA 2: 3%C + 40%RCD			
		2%	5%	8%	11%
1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	5590	5718	5892	5848
2.- Peso del molde	(g)	4029.0	4029	4029	4029
3.- Volumen del molde	(cm ³)	903.21	903.21	903.21	903.21
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.73	1.87	2.06	2.01
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	201.56	185.17	269.23	186.92
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	192.62	174.65	246.81	167.04
8.- Peso del agua	(g)	8.94	10.52	22.42	19.88
9.- Peso de la tara	(g)	28.37	28.43	50.58	28.37
10.- Peso de suelo seco	(g)	164.25	146.22	196.23	138.67
11.- Contenido de humedad	(%)	5.44	7.19	11.43	14.34
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.639	1.744	1.851	1.761

Máxima Densidad Seca **1.852 g/cm³**
Óptimo Contenido de Humedad **11.000 %**



OBSERVACIONES :
Método de compactación utilizado ASTM D-1557 - "A"

Realizado por: Tec. Oscar Castillo Ch.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT





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



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Solicitante: Torres Mío Aracely
Atención: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022
Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: Chiclayo, 23 de setiembre del 2023
ENSAYO: SUELOS, Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/ft³))

REFERENCIA: N.T.P. 339.141 ASTM D-1557

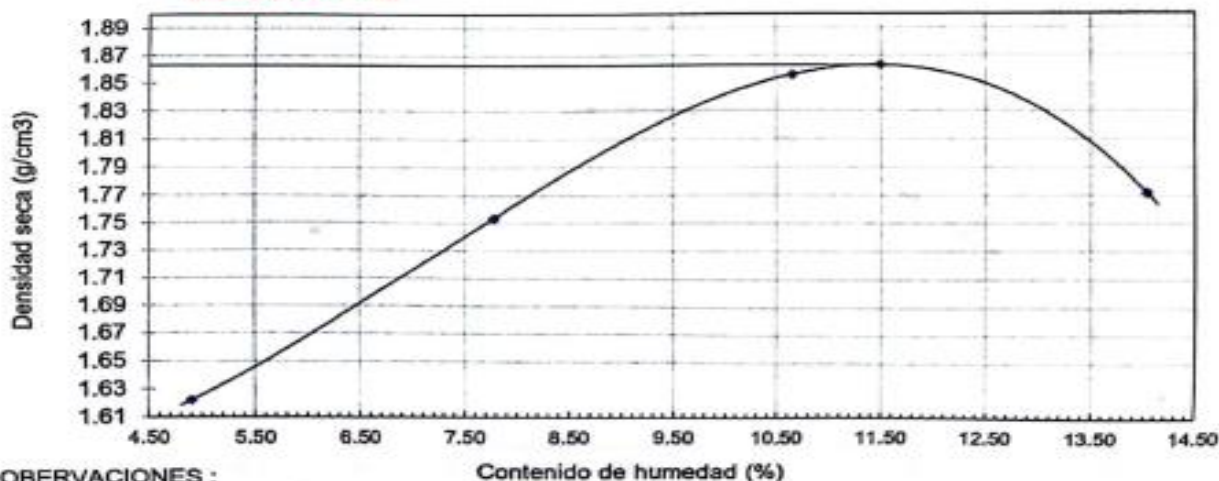
Volumen de molde: 903.2 cm³
Peso de molde: 4029 gr

CALICATA 3: 3%C + 20%RCD

		2%	5%	8%	11%
1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	5566	5736	5884	5854
2.- Peso del molde	(g)	4029.0	4029	4029	4029
3.- Volumen del molde	(cm ³)	903.21	903.21	903.21	903.21
4.- Densidad humeda	(g/cm ³)	1.70	1.89	2.05	2.02
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo humedo	(g)	184.90	171.66	67.72	73.29
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	177.10	161.31	62.90	66.60
8.- Peso del agua	(g)	7.80	10.35	4.82	6.69
9.- Peso de la tara	(g)	18.00	28.29	17.66	18.96
10.- Peso de suelo seco	(g)	159.10	133.02	45.24	47.64
11.- Contenido de humedad	(%)	4.90	7.78	10.65	14.04
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.622	1.753	1.856	1.772

Máxima Densidad Seca: 1.863 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad: 11.500 %

Curva de Proctor



OBSERVACIONES: Método de compactación utilizado ASTM D-1557 - "A"



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



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



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Solicitante: Torres Mio Aracelly
Atención: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánica de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022
Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: Chiclayo, 23 de setiembre del 2023
ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN cm³ (86000 pie-lb/ft³))
REFERENCIA: N.T.P. 338 141 ASTM D - 1557

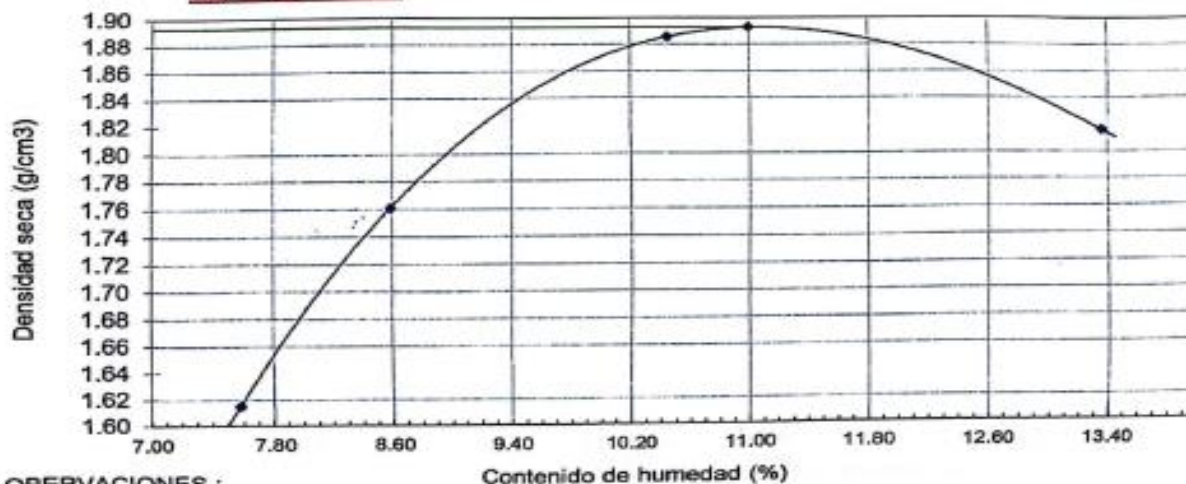
Volumen de molde: 903.2 cm³
Peso de molde: 4029 gr

CALICATA 3: 3%C + 30%RCD

	2%	5%	8%	11%
1.- Peso de la muestra compactada + molde (g)	5598	5756	5910	5888
2.- Peso del molde (g)	4029.0	4029	4029	4029
3.- Volumen del molde (cm ³)	903.21	903.21	903.21	903.21
4.- Densidad húmeda (g/cm ³)	1.74	1.91	2.08	2.06
5.- N° de la tara	1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo (g)	139.92	125.29	107.50	96.47
7.- Peso de la tara + suelo seco (g)	132.60	117.50	100.00	88.30
8.- Peso del agua (g)	7.32	7.79	7.50	8.17
9.- Peso de la tara (g)	35.99	26.76	28.21	27.14
10.- Peso de suelo seco (g)	96.61	90.74	71.79	61.16
11.- Contenido de humedad (%)	7.58	8.58	10.45	13.36
12.- Densidad seca (g/cm ³)	1.615	1.761	1.886	1.816

Máxima Densidad Seca: 1.893 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad: 11.000 %

Curva de Proctor



OBSERVACIONES:

Método de compactación utilizado ASTM D-1557 - "A"



Henry Rivadeneyra Oblitas
Téc. Laboratorio USAT



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



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Solicitante: Torres Mio Aracely
Atención: :Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánica de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria-Chiclayo, 2022
Ubicación: : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: : Chiclayo, 23 de setiembre del 2023
ENSAYO: SUELOS, Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-mm³ (50000 pie-lb/ft³))
REFERENCIA: N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

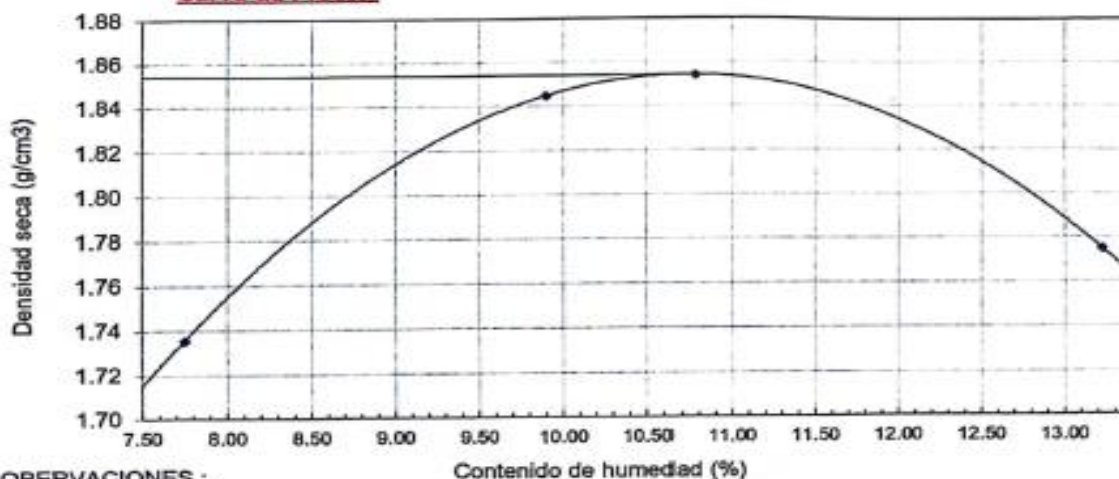
Volumen de molde 903.2 cm³
Peso de molde 4029 gr

CALICATA 3: 3%C + 40%RCD

		2%	5%	8%	11%
1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	5590	5718	5860	5844
2.- Peso del molde	(g)	4029.0	4029	4029	4029
3.- Volumen del molde	(cm ³)	903.21	903.21	903.21	903.21
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.73	1.87	2.03	2.01
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	199.88	185.17	170.74	214.46
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	189.80	173.90	157.89	192.74
8.- Peso del agua	(g)	10.08	11.27	12.85	21.72
9.- Peso de la tara	(g)	35.99	28.43	28.06	28.49
10.- Peso de suelo seco	(g)	153.81	145.47	129.83	164.25
11.- Contenido de humedad	(%)	6.55	7.75	9.90	13.22
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.622	1.736	1.845	1.775

Máxima Densidad Seca 1.854 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad 10.780 %

Curva de Proctor



OBSERVACIONES:

Método de compactación utilizado ASTM D-1557 - "A"

Realizado por: Tec. Oscar Gastelo C.



Henry Rivadeneira Oblitas
ING. Laboratorio USAT

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: Torres Mito Aracelly Yvette
Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de
Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
Fecha de emisión: Chiclayo, 10 de febrero del 2024

CALICATA: Calicata N°01 + 3%caucho + 20%RCD
MUESTRA: M-01

PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN																
N° Molde		G1				A5				G2						
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		11879	11879	12028	12028	11786	11786	12043	12043	11951	11951	12100	12100			
Peso de molde (g)		7671	7671	7671	7671	7840	7840	7840	7840	8140	8140	8140	8140			
Peso del suelo húmedo (g)		4208	4208	4357	4357	3946	3946	4203	4203	3811	3811	3960	3960			
Volumen del molde (cc)		2125	2125	2125	2125	2132	2132	2132	2132	2112	2112	2112	2112			
Densidad húmeda (g/cc)		1.980	1.980	2.050	2.050	1.851	1.851	1.971	1.971	1.804	1.804	1.873	1.873			
% de humedad		8.79	8.79	12.39	12.39	9.12	9.12	15.74	15.74	9.55	9.55	15.74	15.74			
Densidad seca (g/cc)		1.820	1.820	1.824	1.824	1.696	1.696	1.703	1.703	1.647	1.647	1.651	1.651			
HUMEDAD																
Tarro N°		-		-		-		-		-		-				
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		564.0	564.0	435.7	435.7	350.0	350.0	420.3	420.3	576.2	576.2	3960.0	3960.0			
Tarro + Suelo seco (gr.)		523.0	523.0	420.8	420.8	324.1	324.1	394.6	394.6	530.0	530.0	3811.0	3811.0			
Peso del Agua (gr.)		41.0	41.0	149.0	149.0	25.9	25.9	257.0	257.0	46.2	46.2	0.0	0.0			
Peso del tarro (gr.)		56.5	56.5	0	0	40	40	0	0	46.1	46.1	0	0			
Peso del suelo seco (gr.)		466.5	466.5	4132.8	4132.8	284.1	284.1	3880.2	3880.2	483.9	483.9	3811.0	3811.0			
% de humedad		8.79	8.79	12.39	12.39	9.12	9.12	15.74	15.74	9.55	9.55	15.74	15.74			
Promedio de Humedad (%)		8.79		12.39		9.12		15.74		9.55		15.74				
EXPANSIÓN																
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN			
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%					
9/05/2023	14.3	0	1.05	0	0	1.24	0	0	1.68	0	0	1.68	0	0		
10/05/2023	14.3	24	1.97	0.034		1.59	0.040		1.77	0.044		1.77	0.044			
11/05/2023	14.3	48	2.13	0.053		2.36	0.059		2.83	0.071		2.83	0.071			
12/05/2023	14.3	72	2.67	0.067		2.92	0.073		3.20	0.080		3.20	0.080			
13/05/2023	14.3	96	3.20	0.080		3.41	0.085		3.62	0.091		3.62	0.091			
			4.57	total	1.75	4.57	total	1.87	4.57	total	1.98	4.57	total	1.98		
PENETRACIÓN																
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° G1				MOLDE N° A5				MOLDE N° G2					
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN			
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%		
mm.	pulg.	Lbf/in2														
0.000	0.000	0'00"	0	2					0	2						
0.640	0.025	0'30"	20	51					17	44			7	19		
1.270	0.050	1'00"	39	97					25	63			15	39		
1.910	0.075	1'30"	57	141					33	83			22	56		
2.540	0.100	2'00"	76	188	155.2	15.5			41	102	100.8	10.1	28	71	70.5	7.1
3.810	0.150	3'00"	101	249					54	134			39	97		
5.080	0.200	4'00"	126	310	298.5	19.9			67	166	169.7	11.3	49	122	121.8	8.1
6.350	0.250	5'00"	152	373					80	198			58	144		
7.620	0.300	6'00"	177	434					93	229			65	161		
10.160	0.400	8'00"	220	505					119	293			80	198		
12.700	0.500	10'00"	257	575					145	356			95	234		




Henry Rivadeneyra Obilias
 Tec. Laboratorio USAT



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

Tesis: Torres Mío Aracelly Yvette
Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánica de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
Fecha de emisión: Chiclayo, 10 de febrero del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 119.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

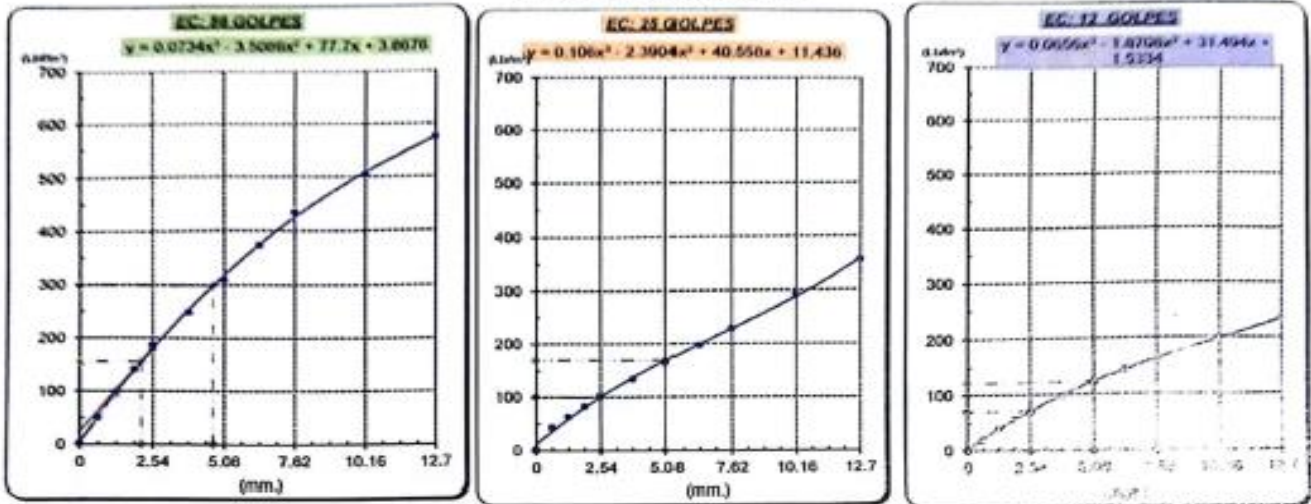


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

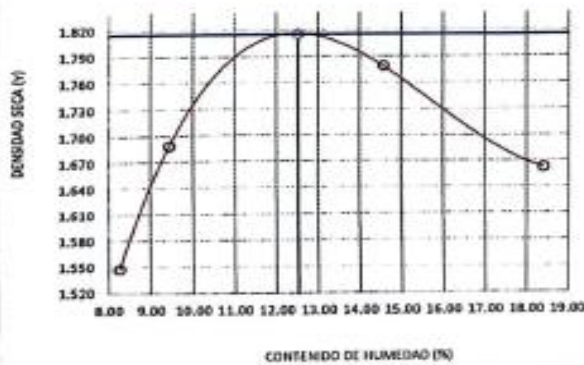
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.816 g/cm ³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.725 g/cm ³	1.6344
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	12.52 %	

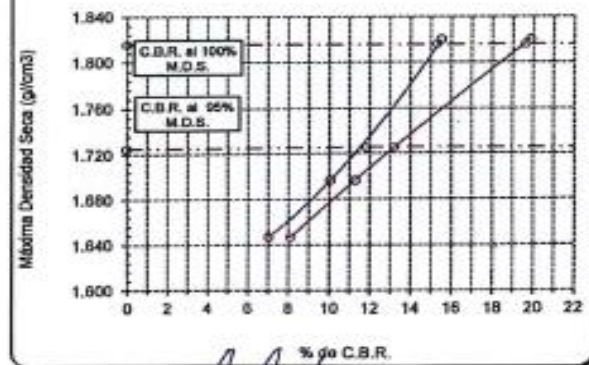
VALOR DEL C.B.R.

2.54 cm.	5.08 cm.		
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	15 %	20 %	
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	12 %	13 %	

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



[Handwritten Signature]

USAT

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 : Torres Mto Aracelly Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de febrero del 2024

CALICATA : Calicata N°01 + 3%caucho + 20%RCO
 MUESTRA : M-02

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		G3				A10				H1					
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		12048	12214	12281	12456	11480	11682								
Peso de molde (g)		7843	7843	8305	8305	7671	7671								
Peso del suelo húmedo (g)		4205	4371	3976	4151	3809	4011								
Volumen del molde (cc)		2122	2122	2108	2108	2125	2125								
Densidad húmeda (g/cc)		1.982	2.060	1.886	1.969	1.792	1.883								
% de humedad		8.87	12.89	9.13	13.60	9.40	14.79								
Densidad seca (g/cc)		1.820	1.825	1.729	1.733	1.657	1.644								
HUMEDAD															
Tarro N°															
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		576.2	576.2	4371	4371	190.0	190.0	4151	4151	450.4	450.4	4011.0			
Tarro + Suelo seco (gr.)		533.0	533.0	4205	4205	176.2	176.2	3976	3976	418.4	418.4	3809.0			
Peso del Agua (gr.)		43.2	43.2	166.0	166.0	13.8	13.8	175.0	175.0	32.0	32.0	202.0			
Peso del tarro (gr.)		46.1	46.1	0	0	25	25	0	0	78	78	0			
Peso del suelo seco (gr.)		486.9	486.9	4129.8	4129.8	151.2	151.2	3908.4	3908.4	386.4	386.4	3107.0			
% de humedad		8.87	8.87	12.89	12.89	9.13	9.13	13.60	13.60	8.40	8.40	14.79			
Promedio de Humedad (%)		8.87		12.89		9.13		13.60		8.40		14.79			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%				
9/05/2023	14.3	0	0.91	0	0	1.16	0	0	1.27	0	0				
10/05/2023	14.3	24	1.65	0.041		1.80	0.045		2.10	0.053					
11/05/2023	14.3	48	1.93	0.048		2.15	0.054		2.33	0.058					
12/05/2023	14.3	72	2.71	0.068		2.83	0.071		2.97	0.074					
13/05/2023	14.3	96	3.25	0.081		3.38	0.085		3.59	0.090					
			4.57	total	1.78	4.57	total	1.85	4.57	total	1.97				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE N° G3				MOLDE N° A10				MOLDE N° H1				
			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					
0.640	0.025	0'30"	18	46					8	22					
1.270	0.050	1'00"	36	90					17	44					
1.910	0.075	1'30"	53	132					29	73					
2.540	0.100	2'00"	1000	71	176	138.9	13.9	51	127	119.8	12.0	35	88	81.6	8.2
3.810	0.150	3'00"		92	227			66	163			42	105		
5.080	0.200	4'00"	1500	113	278	266.3	17.8	82	202	206.3	13.8	48	119	123.4	8.2
6.350	0.250	5'00"		135	332			97	239			53	132		
7.620	0.300	6'00"		156	383			112	276			58	144		
10.160	0.400	8'00"		180	441			134	328			68	163		
12.700	0.500			205	502			155	380			74	183		



Henry Rivadeneira Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

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

Tesis: Torres Mto Aracelly Yvette
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánica de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de emisión: Chiclayo, 10 de febrero del 2024

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 - PENETRACIÓN

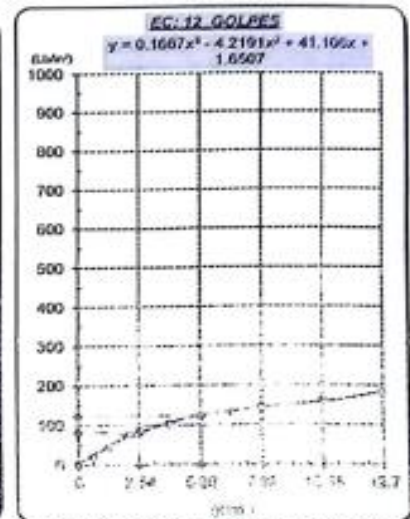
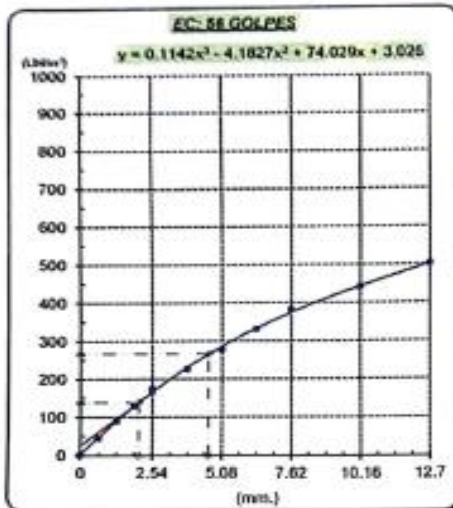


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

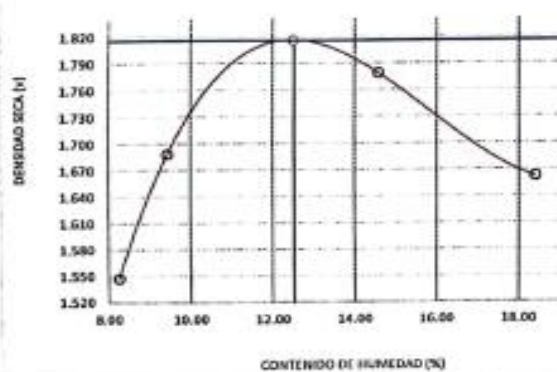
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.816 g/cm ³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.725 g/cm ³	1.6344
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	12.52 %	

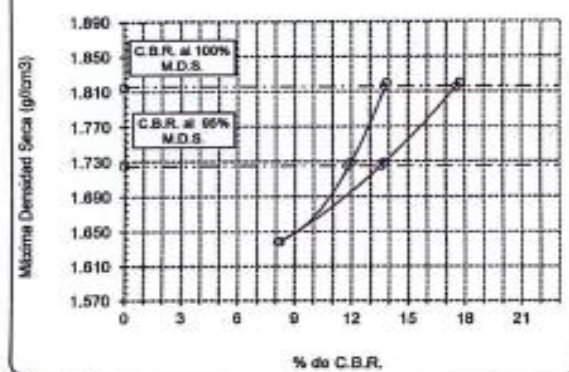
VALORES DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	14 %		18 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	12 %		14 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. LABORATORIO USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MURCIELLO
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 : Torres Mío Aracelly Yvette
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

CALICATA : Calicata N°01 + 3%caucho + 20%RCD
MUESTRA : M-03

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A1				A5				A4					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12311		12496		12156		12319		12087		12251			
Peso de molde (g)	8140		8140		8187		8187		8305		8305			
Peso del suelo húmedo (g)	4171		4356		3969		4132		3782		3946			
Volumen del molde (cc)	2112		2112		2105		2105		2108		2108			
Densidad húmeda (g/cc)	1.974		2.062		1.886		1.963		1.794		1.872			
% de humedad	8.61		13.12		9.08		13.25		9.46		13.56			
Densidad seca (g/cc)	1.818		1.823		1.729		1.733		1.639		1.641			
HUMEDAD														
Tarro Nº	-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	398.0	398.0	4356	4356	279.0	279.0	4132	4132	620.2	620.2	3946.0	3946.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	373.5	373.5	4171	4171	258.0	258.0	3969	3969	571.4	571.4	3782.0	3782.0		
Peso del Agua (gr.)	24.5	24.5	185.0	185.0	21.0	21.0	163.0	163.0	48.8	48.8	164.0	164.0		
Peso del tarro (gr.)	88.9	88.9	0	0	26.6	26.6	0	0	55.3	55.3	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	284.6	284.6	4096.5	4096.5	231.4	231.4	3901.5	3901.5	516.1	516.1	3721.0	3721.0		
% de humedad	8.61	8.61	13.12	13.12	9.08	9.08	13.25	13.25	9.46	9.46	13.86	13.86		
Promedio de Humedad (%)	8.61		13.12		9.08		13.25		9.46		13.86			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%			
9/05/2023	14.3	0	0.61	0	0	0.83	0	0	1.18	0	0			
10/05/2023	14.3	24	1.35	0.034		1.46	0.037		1.72	0.043				
11/05/2023	14.3	48	2.17	0.054		2.31	0.058		2.46	0.062				
12/05/2023	14.3	72	2.86	0.072		2.92	0.073		2.98	0.075				
13/05/2023	14.3	96	3.23	0.081		3.35	0.084		3.56	0.089				
			4.57	total	1.77	4.57	total	1.83	4.57	total	1.95			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in ²	MOLDE Nº A1				MOLDE Nº A5				MOLDE Nº A4			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			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"	15	39			10	27			5	15		
1.270	0.050	1'00"	30	76			22	56			10	27		
1.910	0.075	1'30"	44	110			30	76			13	34		
2.540	0.100	2'00"	59	146	125.3	12.5	38	95	91.4	9.1	17	44	41.7	4.2
3.810	0.150	3'00"	80	198			49	122			23	58		
5.080	0.200	4'00"	102	251	242.0	16.1	60	149	153.2	10.2	29	73	70.1	4.7
6.350	0.250	5'00"	123	302			71	176			26	66		
7.620	0.300	6'00"	144	354			82	202			42	105		
10.160	0.400	8'00"	171	419			98	241			51	127		
12.700	0.500		197	483			114	280			65	161		



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

Tesis: Torres Miso Aracelly Yvette
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánica de la subbase en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de emisión: Chiclayo, 10 de febrero del 2024

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 - PENETRACIÓN

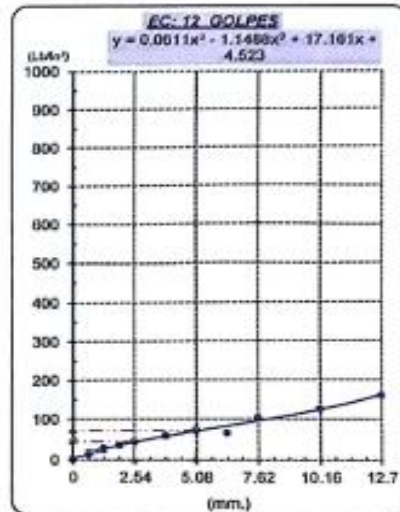
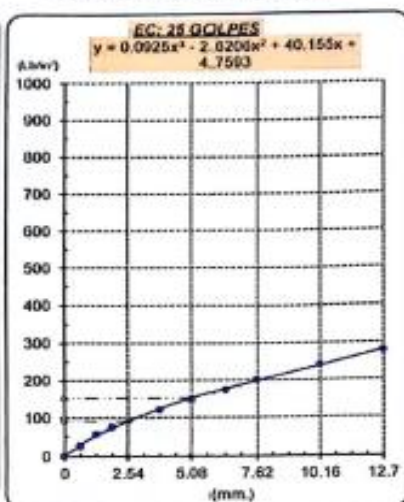
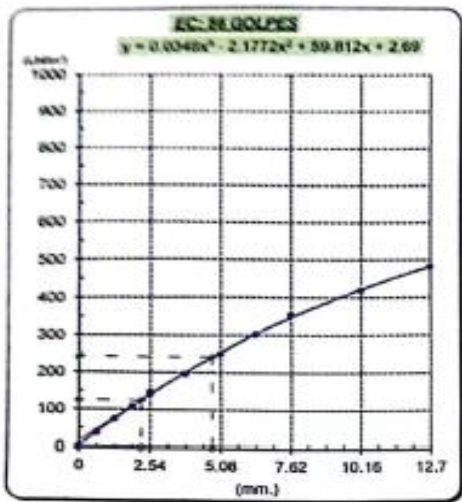


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

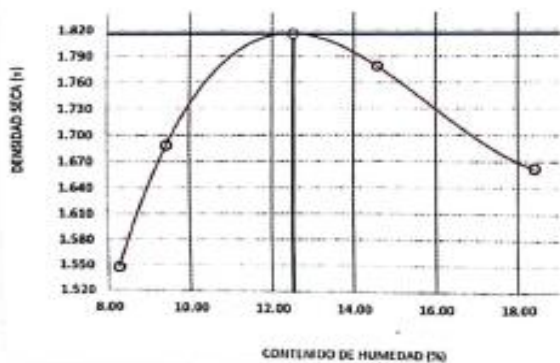
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.816 g/cm ³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.725 g/cm ³	1.6344
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	12.52 %	

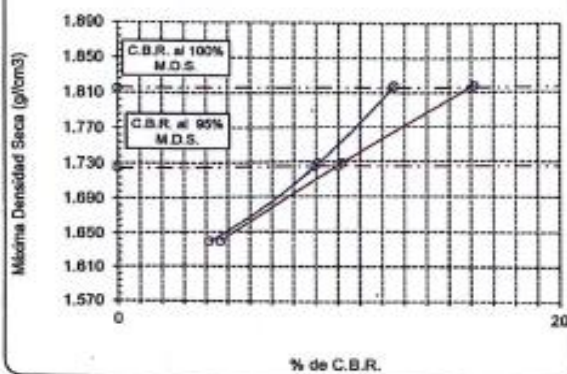
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100% M.D.S.	12 %	16 %
C.B.R. AL 95% M.D.S.	9 %	10 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATOLICA 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 : Torres Mto Aracelly Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

CALICATA : Calicata N°01 + 3%caucho + 30%RCD
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde		AB				A10				A3					
Nº Capa		5				5				5					
Nº Golpes por capa		56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		11921		12124		11995		12542		11537		11856			
Peso de molde (g)		7649		7649		7899		7899		7654		7654			
Peso del suelo húmedo (g)		4272		4475		4096		4643		3883		4202			
Volumen del molde (cc)		2115		2115		2129		2129		2114		2114			
Densidad húmeda (g/cc)		2.020		2.116		1.924		2.181		1.837		1.987			
% de humedad		9.00		13.84		9.41		22.99		9.94		18.29			
Densidad seca (g/cc)		1.853		1.859		1.759		1.773		1.671		1.680			
HUMEDAD															
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		632.8	632.8	4475	4475	200.0	200.0	4643	4643	511.9	511.9	4202.0			
Tarro + Suelo seco (gr.)		585.0	585.0	4272	4272	185.6	185.6	4096	4096	471.4	471.4	3883.0			
Peso del Agua (gr.)		47.8	47.8	203.0	203.0	14.4	14.4	547.0	547.0	40.5	40.5	319.0			
Peso del terrero (gr.)		53.6	53.6	0	0	32.5	32.5	0	0	63.8	63.8	0			
Peso del suelo seco (gr.)		531.4	531.4	4194.3	4194.3	153.1	153.1	4025.2	4025.2	407.6	407.6	3819.2			
% de humedad		9.00	9.00	13.84	13.84	9.41	9.41	22.99	22.99	9.94	9.94	18.29			
Promedio de Humedad (%)		9.00		13.84		9.41		22.99		9.94		18.29			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	14.3	0	0.72	0	0	0.80	0	0	0.88	0	0				
10/05/2023	14.3	24	1.20	0.030		1.35	0.034		1.45	0.036					
11/05/2023	14.3	48	1.63	0.041		1.73	0.043		1.90	0.048					
12/05/2023	14.3	72	2.35	0.059		2.49	0.062		2.61	0.065					
13/05/2023	14.3	96	3.01	0.075		3.48	0.087		3.70	0.093					
			4.57	total	1.65	4.57	total	1.91	4.57	total	2.03				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº AB				MOLDE Nº A10				MOLDE Nº A3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/ln2	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"		24	61			16	41			8	22		
1.270	0.050	1'00"		43	107			31	78			18	46		
1.910	0.075	1'30"		61	151			45	112			27	68		
2.540	0.100	2'00"	1000	80	198	164.2	16.4	60	149	142.0	14.2	37	93	88.8	8.9
3.810	0.150	3'00"		108	266			79	195			52	129		
5.080	0.200	4'00"	1500	135	332	317.1	21.1	98	241	246.2	16.4	66	163	161.9	10.8
6.350	0.250	5'00"		163	400			116	285			81	200		
7.620	0.300	6'00"		190	466			135	332			96	237		
10.160	0.400	8'00"		225	551			159	390			125	296		
12.700	0.500	10'00"		260	636			183	449			149	344		


 TÉCNICO DE LABORATORIO


 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT


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

Tesis : Torres Mio Aracelly Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánica de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

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

GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

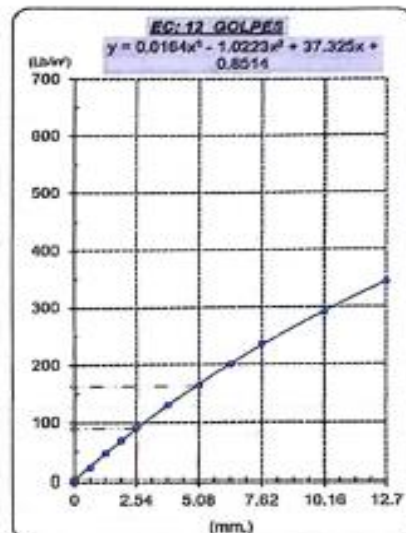
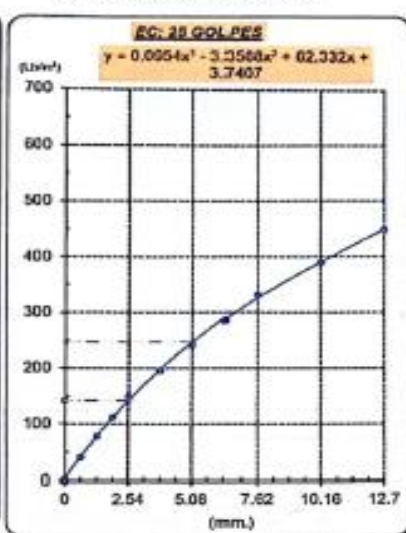
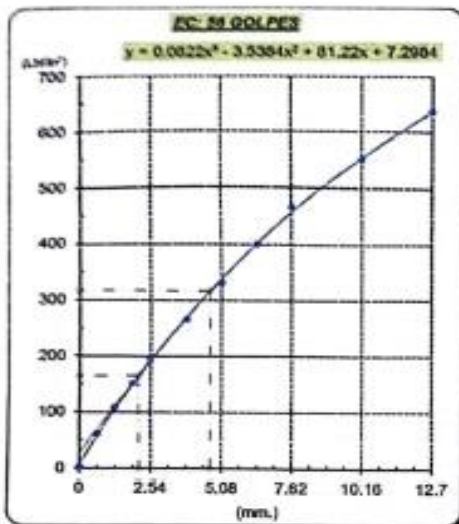


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

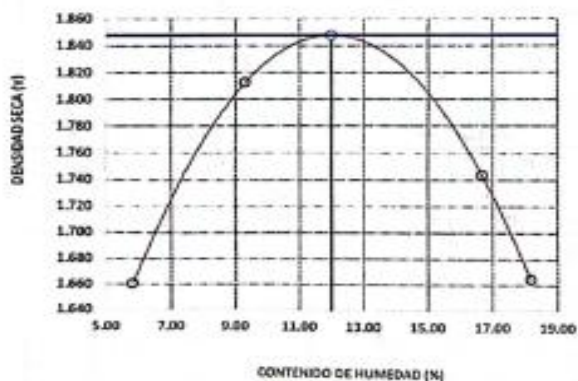
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.848 g/cm ³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.756 g/cm ³	1.6632
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	12.00 %	

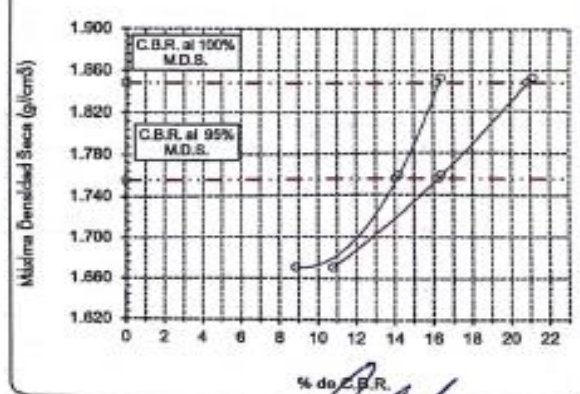
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	16 %	21 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	14 %	16 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.




 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



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

Tecnicista: Torres Mio Aracelly Yvette
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión: Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

CALICATA: Calicata N°01 + 3%caucho + 30%RCD
 MUESTRA: M-02

PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A4				A7				A6					
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		12556		12706		11846		12005		11508		11853			
Peso de molde (g)		8305		8305		7756		7756		7649		7649			
Peso del suelo húmedo (g)		4251		4401		4090		4249		3859		4204			
Volumen del molde (cc)		2108		2108		2134		2134		2115		2115			
Densidad húmeda (g/cc)		2.017		2.088		1.917		1.991		1.825		1.988			
% de humedad		8.84		12.44		9.12		13.08		9.46		18.54			
Densidad seca (g/cc)		1.853		1.857		1.756		1.761		1.667		1.677			
HUMEDAD															
Tarro N°		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		583.0	583.0	4401	4401	228.2	228.2	4249	4249	454.3	454.3	4204.0	4204.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		542.0	542.0	4251	4251	213.3	213.3	4090	4090	422.7	422.7	3859.0	3859.0		
Peso del Agua (gr.)		41.0	41.0	150.0	150.0	14.9	14.9	159.0	159.0	31.6	31.6	345.0	345.0		
Peso del tarro (gr.)		78.4	78.4	0	0	50	50	0	0	88.5	88.5	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		463.6	463.6	4173.7	4173.7	163.3	163.3	4019.4	4019.4	334.2	334.2	3795.7	3795.7		
% de humedad		8.84	8.84	12.44	12.44	9.12	9.12	13.08	13.08	9.46	9.46	18.54	18.54		
Promedio de Humedad (%)		8.84		12.44		9.12		13.08		9.46		18.54			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	14.3	0	1.54	0	0	1.67	0	0	1.89	0	0				
10/05/2023	14.3	24	1.83	0.046		2.35	0.059		2.50	0.063					
11/05/2023	14.3	48	2.27	0.057		3.15	0.079		3.45	0.086					
12/05/2023	14.3	72	2.71	0.068		2.93	0.073		3.62	0.091					
13/05/2023	14.3	96	2.96	0.074		3.43	0.086		3.62	0.091					
			4.57	total	1.62	4.57	total	1.88	4.57	total	1.98				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A4				MOLDE N° A7				MOLDE N° A6			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	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"		12	32			9	24			6	17		
1.270	0.050	1'00"		31	78			23	58			13	34		
1.910	0.075	1'30"		50	124			37	93			20	51		
2.540	0.100	2'00"	1000	69	171	147.5	14.7	51	127	124.8	12.5	27	68	67.1	6.7
3.810	0.150	3'00"		93	229			69	171			39	97		
5.080	0.200	4'00"	1500	117	288	282.3	18.8	67	215	223.4	14.9	51	127	127.9	8.5
6.350	0.250	5'00"		141	346			105	258			63	156		
7.620	0.300	6'00"		165	405			123	302			75	183		
10.160	0.400	8'00"		195	478			145	356			92	227		
12.700	0.500	10'00"		225	551			167	410			209	258		



TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



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

Testista : Torres Mía Aracely Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

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

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

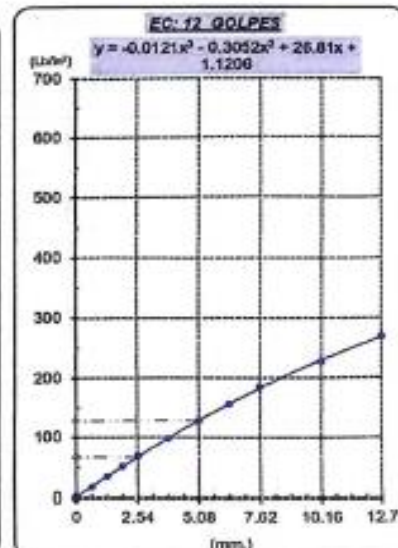
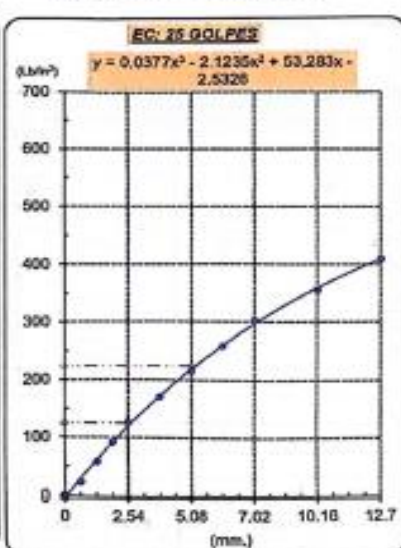
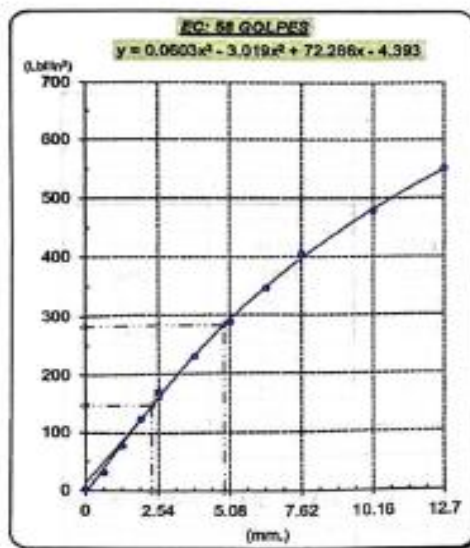


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

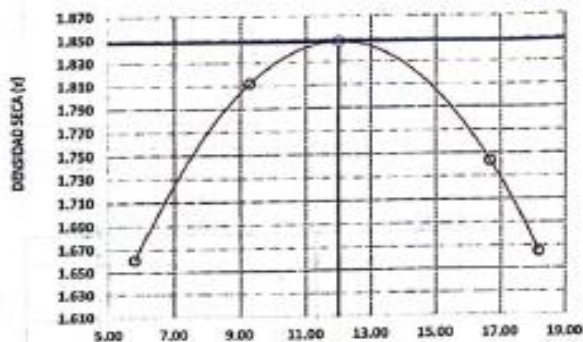
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.848 g/cm ³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.756 g/cm ³	1.6632
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	12.00 %	

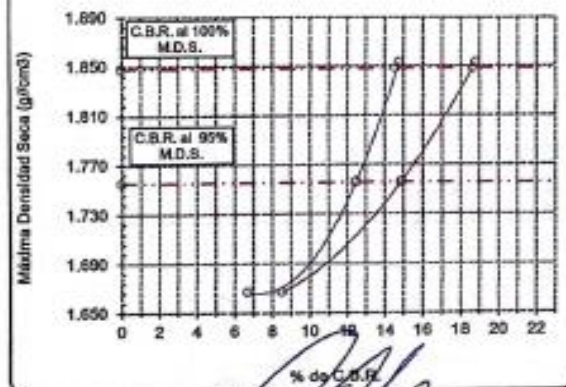
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	15 %		19 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	12 %		15 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry
 Rivadeneyra
 Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT



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 : Torres Mío Aracely Yvette
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Testis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

CALICATA : Calicata N°01 + 3%caucho + 30%RCD
MUESTRA : M-03

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
NR Molde		G1				G3				G2				
NR Capa		5				5				5				
NR Golpes por capa		56				25				12				
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		12204		12400		11793		11986		12541		12759		
Peso de molde (g)		7899		7899		7728		7728		8796		8796		
Peso del suelo húmedo (g)		4305		4501		4065		4258		3745		3963		
Volumen del molde (cc)		2129		2129		2114		2114		2065		2065		
Densidad húmeda (g/cc)		2.022		2.114		1.923		2.014		1.814		1.919		
% de humedad		9.20		13.84		9.55		14.38		10.03		15.95		
Densidad seca (g/cc)		1.852		1.857		1.755		1.761		1.648		1.655		
HUMEDAD														
Tarro NR		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		461.0		4501		261.0		4258		654.1		3963.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		426.8		4305		242.6		4065		601.0		3745.0		
Peso del Agua (gr.)		34.2		196.0		18.4		193.0		53.1		218.0		
Peso del tarro (gr.)		55		0		50		0		71.5		0		
Peso del suelo seco (gr.)		371.8		4226.7		192.6		3994.9		529.5		3684.3		
% de humedad		9.20		13.84		9.55		14.38		10.03		15.95		
Promedio de Humedad (%)		9.20		13.84		9.55		14.38		10.03		15.95		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	14.3	0	0.89	0	0	0.82	0	0	0.90	0	0			
10/05/2023	14.3	24	1.43	0.036		1.55	0.039		1.99	0.050				
11/05/2023	14.3	48	2.01	0.050		2.31	0.058		2.35	0.059				
12/05/2023	14.3	72	2.42	0.061		2.90	0.073		3.18	0.080				
13/05/2023	14.3	96	2.97	0.074		3.50	0.088		3.83	0.096				
			4.57	total	1.63	4.57	total	1.92	4.57	total	2.10			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº G1				MOLDE Nº G3				MOLDE Nº G2			
			Lect. Dial	CORRECCIÓN			Lect. Dial	CORRECCIÓN			Lect. Dial	CORRECCIÓN		
				Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%		Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%		Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
mm.	pulg.	Lbf/ln2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	20	51			15	39			8	22		
1.270	0.050	1'00"	40	100			30	76			16	41		
1.910	0.075	1'30"	59	146			44	110			23	58		
2.540	0.100	2'00"	79	195	163.4	16.3	59	146	140.4	14.0	31	78	76.4	7.6
3.810	0.150	3'00"	119	261			79	195			44	110		
5.080	0.200	4'00"	155	377	314.4	21.0	99	244	248.4	16.6	56	139	141.7	9.4
6.350	0.250	5'00"	190	455			119	293			69	171		
7.620	0.300	6'00"	225	541			138	339			82	202		
10.160	0.400	8'00"	321	762			164	402			99	248		
12.700	0.500	10'00"	425	1024			190	466			115	285		


 TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry
 Rivasdeneyra
 Obilias
 Tec. Laboratorio
 USAT



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

Técnica: Torres Mico Aracelly Yvette
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción.
 Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de emisión: Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 319.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

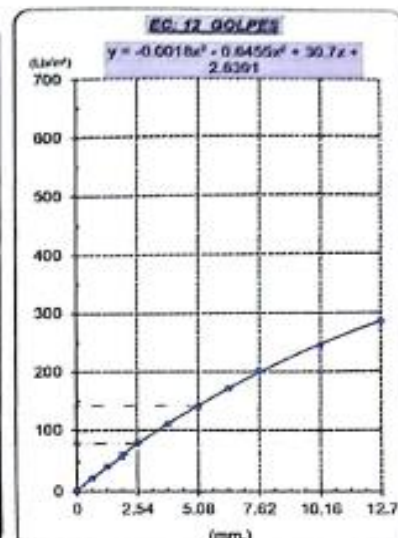
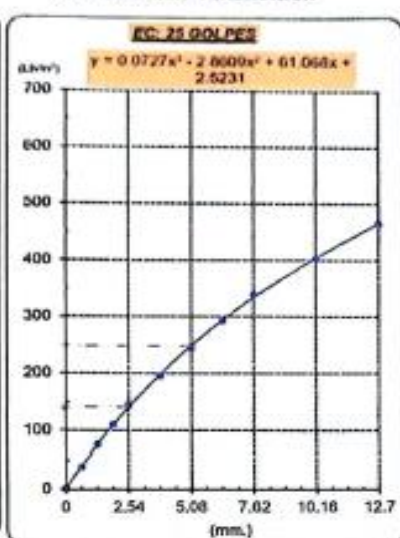
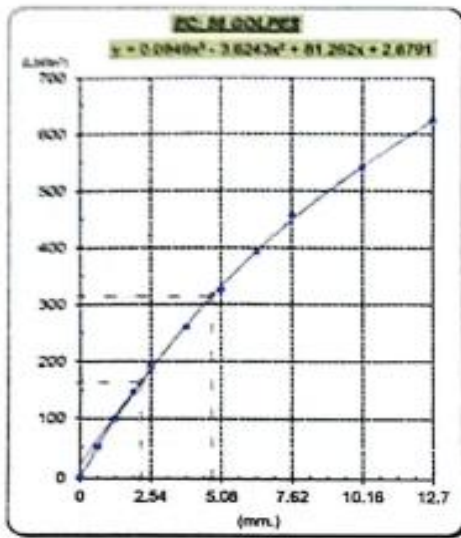


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

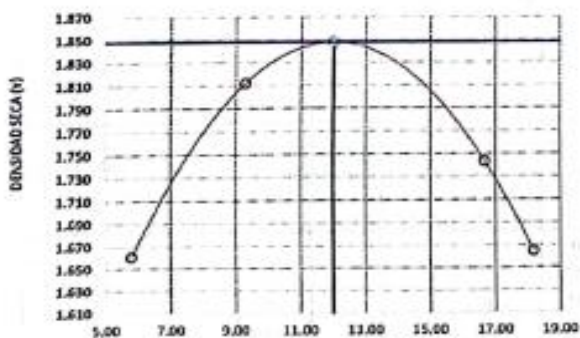
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.848 g/cm ³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.756 g/cm ³	1.6632
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	12.00 %	

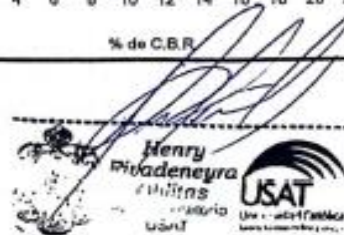
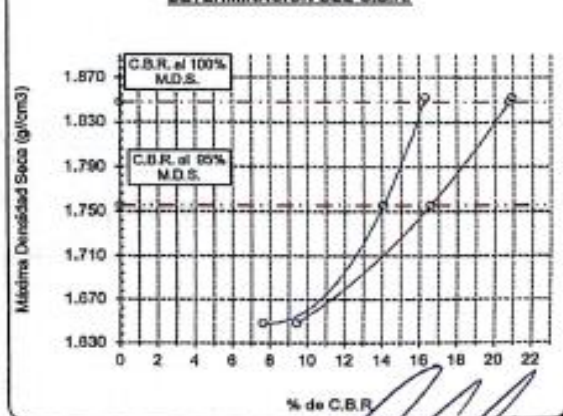
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	16 %	21 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	14 %	17 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



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

Tecnia: Torres Mío Aracely Yvett
Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

CALICATA: Calicata N°01 + 3%caucho + 40%RCD
MUESTRA: M-01 PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A3				A5				A4					
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		12526		12715		11684		11863		11614		11659			
Peso de molde (g)		8305		8305		7649		7649		7756		7756			
Peso del suelo húmedo (g)		4221		4410		4035		4214		3858		4103			
Volumen del molde (cc)		2100		2100		2115		2115		2134		2134			
Densidad húmeda (g/cc)		2.003		2.092		1.908		1.992		1.808		1.923			
% de humedad		9.28		13.84		9.57		14.09		9.97		16.42			
Densidad seca (g/cc)		1.833		1.838		1.741		1.746		1.644		1.652			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		649.0	449.0	441.0	441.0	222.0	222.0	421.4	421.4	536.0	536.0	4103.0	4103.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		409.9	409.9	422.1	422.1	205.4	205.4	403.5	403.5	493.0	493.0	3658.0	3658.0		
Peso del Agua (gr.)		33.1	33.1	189.0	189.0	16.6	16.6	179.0	179.0	43.0	43.0	245.0	245.0		
Peso del tarro (gr.)		53.1	53.1	0	0	32	32	0	0	61.5	61.5	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		356.8	356.8	4145.0	4145.0	173.4	173.4	3965.9	3965.9	431.5	431.5	3795.6	3795.6		
% de humedad		9.28	9.28	13.84	13.84	9.57	9.57	14.09	14.09	9.97	9.97	16.42	16.42		
Promedio de Humedad (%)		9.28		13.84		9.57		14.09		9.97		16.42			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	14.3	0	0.93	0	0	1.10	0	0	1.20	0	0				
10/05/2023	14.3	24	1.30	0.033		1.56	0.039		1.81	0.045					
11/05/2023	14.3	48	1.82	0.046		2.03	0.051		2.49	0.062					
12/05/2023	14.3	72	2.60	0.065		3.00	0.075		3.15	0.079					
13/05/2023	14.3	96	3.00	0.075		3.24	0.081		3.42	0.086					
			4.57	total	1.64	4.57	total	1.77	4.57	total	1.87				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A3				MOLDE N° A5				MOLDE N° A4				
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		
			Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	
mm.	pulg.	Lbf/in2													
0.000	0.000	0'00"	0	2					0	2					
0.640	0.025	0'30"	27	68					13	34					
1.270	0.050	1'00"	57	141					26	66					
1.910	0.075	1'30"	87	215					39	97					
2.540	0.100	2'00"	1000	116	285	225.6	22.6	84	207	197.8	19.8	52	129	123.8	12.4
3.810	0.150	3'00"		150	368			109	268			70	173		
5.080	0.200	4'00"	1500	183	459	430.2	28.7	135	332	340.4	22.7	89	217	221.1	14.7
6.350	0.250	5'00"		216	521			161	395			105	251		
7.620	0.300	6'00"		230	612			186	456			124	308		
10.160	0.400	8'00"		288	705			216	529			150	368		
12.700	0.500	10'00"		326	797			246	602			170	432		


 TÉCNICO DE LABORATORIO


 Henry Rivas Neyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT


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

Tesis: Torres Mio Aracelly Yvette
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánica de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión: Chiclayo, 10 de febrero del 2024

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 - PENETRACIÓN

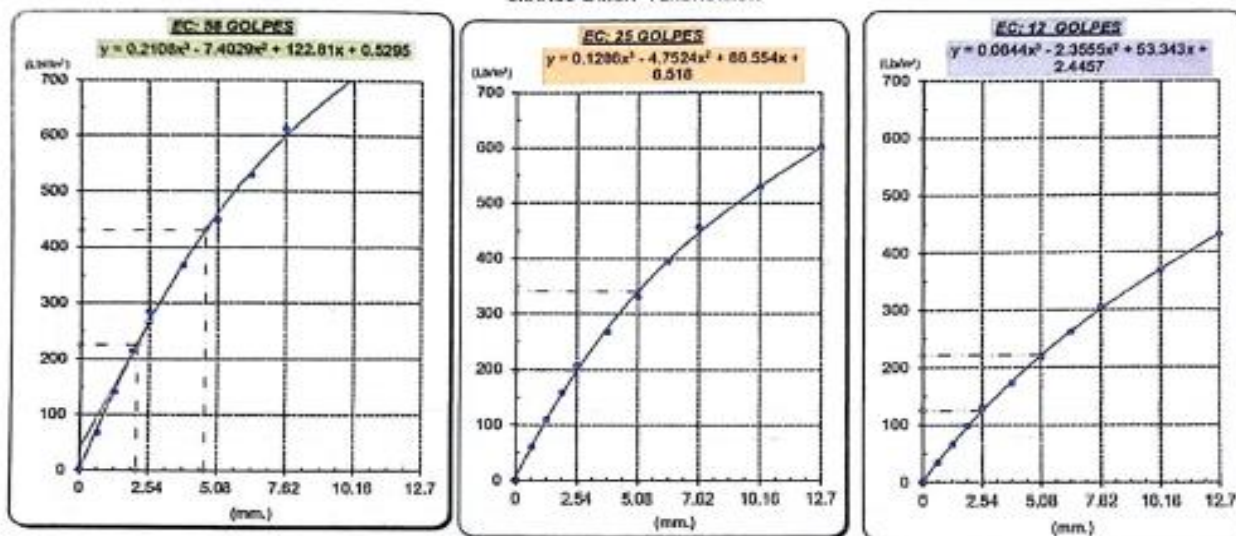


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

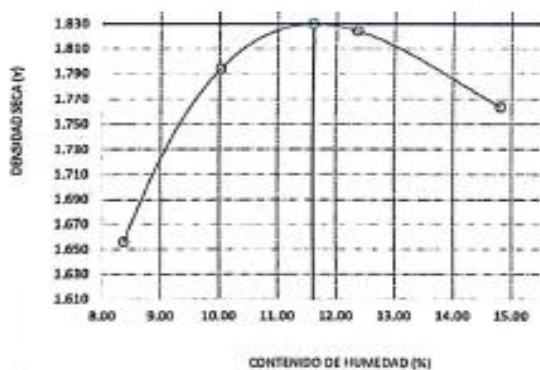
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.830 g/cm ³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.739 g/cm ³	1.647
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	11.61 %	

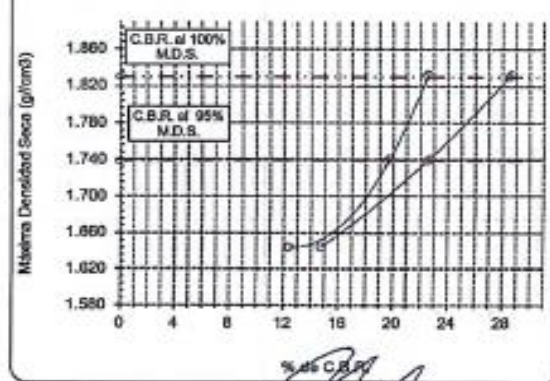
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	22 %		29 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	20 %		22 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivasdeneyra Obillas
 Henry Rivasdeneyra Obillas
 Tec. Laboratorio USAT



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 : Torres Mío Aracelly Yvette
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

CALICATA : Calicata N°01 + 3%caucho + 40%RCDC
MUESTRA : M-02

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A9				A7				A10					
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		12364		12491		12199		12353		12146		12291			
Peso de molde (g)		8140		8140		8187		8187		8305		8305			
Peso del suelo húmedo (g)		4224		4351		4012		4166		3841		3986			
Volumen del molde (cc)		2112		2112		2105		2105		2108		2108			
Densidad húmeda (g/cc)		2.000		2.060		1.906		1.979		1.822		1.891			
% de humedad		9.04		12.10		9.43		13.34		9.86		13.70			
Densidad seca (g/cc)		1.834		1.837		1.742		1.746		1.659		1.663			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		572.1		4351		330.0		4166		485.0		3986.0			
Tarro + Suelo seco (gr.)		529.3		4224		305.0		4012		449.1		3841.0			
Peso del Agua (gr.)		42.8		127.0		25.0		154.0		35.9		145.0			
Peso del tarro (gr.)		55.92		0		40		0		85.15		0			
Peso del suelo seco (gr.)		474.0		4147.9		265.0		3943.3		364.0		3778.3			
% de humedad		9.04		12.10		9.43		13.34		9.86		13.70			
Promedio de Humedad (%)		9.04		12.10		9.43		13.34		9.86		13.70			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	14.3	0	0.75	0	0	0.90	0	0	0.93	0	0				
10/05/2023	14.3	24	1.42	0.036		1.61	0.040		1.70	0.043					
11/05/2023	14.3	48	1.94	0.049		2.15	0.054		2.26	0.057					
12/05/2023	14.3	72	2.62	0.066		2.80	0.070		2.99	0.075					
13/05/2023	14.3	96	3.01	0.075		3.26	0.082		3.48	0.087					
			4.57	total	1.65	4.57	total	1.78	4.57	total	1.91				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A9				MOLDE N° A7				MOLDE N° A10			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	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"		26	66			20	51			16	41		
1.270	0.050	1'00"		55	137			41	102			30	76		
1.910	0.075	1'30"		86	212			62	154			44	110		
2.540	0.100	2'00"	1000	109	268	218.5	21.9	83	205	193.7	19.4	57	141	135.0	13.5
3.810	0.150	3'00"		149	366			109	268			74	183		
5.080	0.200	4'00"		182	446	416.7	27.8	135	332	339.1	22.6	91	224	229.5	15.3
6.350	0.250	5'00"		218	517			161	395			107	263		
7.620	0.300	6'00"		238	583			187	458			124	305		
10.160	0.400	8'00"		289	707			223	546			147	361		
12.700	0.500	10'00"		343	839			259	634			179	417		


TÉCNICO DE LABORATORIO


Henry Rivadeneyra Oblitas
Téc. Laboratorio USAT


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

Tesis : Torres Mío Aracelly Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de febrero del 2024

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 - PENETRACIÓN

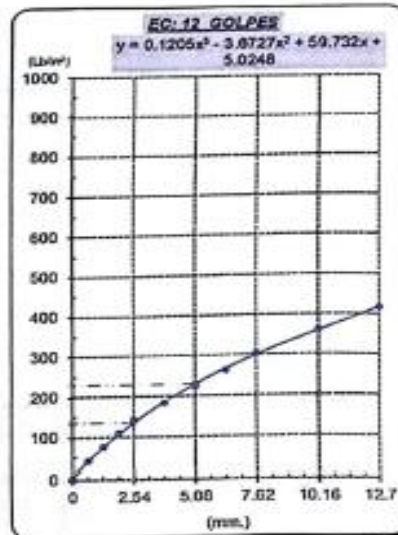
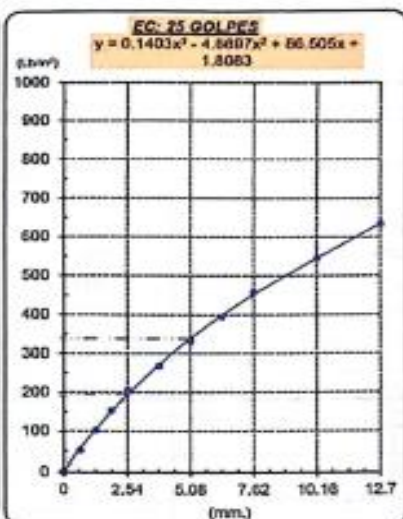
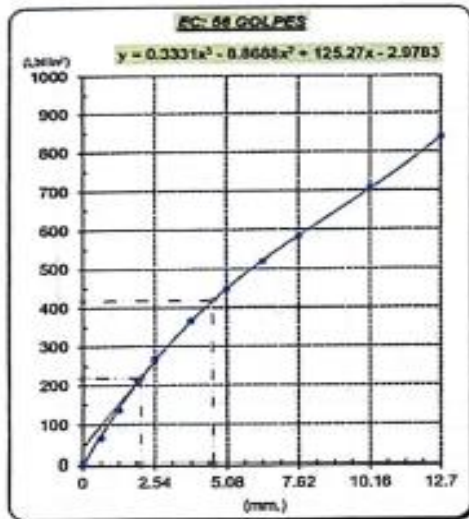


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

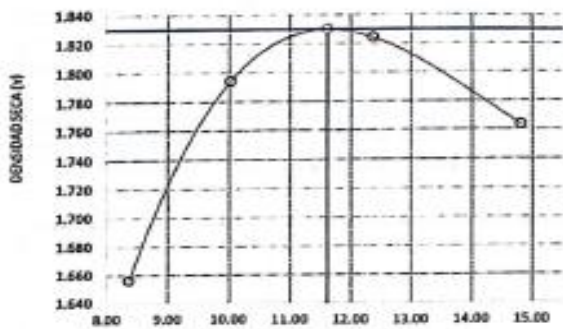
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.830 g/cm ³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.739 g/cm ³	1.647
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	11.61 %	

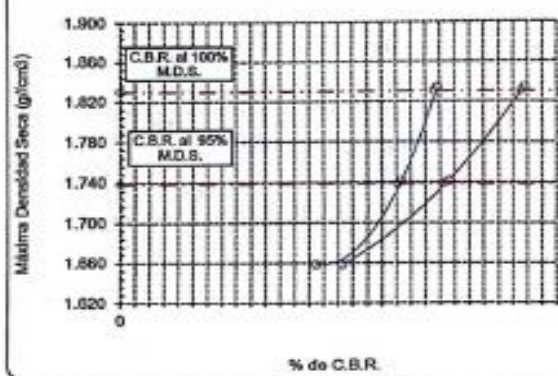
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	22 %	28 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	19 %	22 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



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

Henry Rivadenebra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

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

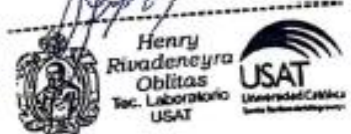

Tesista : Torres Mío Aracely Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánica de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

CALICATA : Calicata N°01 + 3%caucho + 40%RCD
 MUESTRA : M-03

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A3				A5				A4					
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	12524		12659		11994		12150		12013		12157			
Peso de molde (g)	8305		8305		7957		7957		8187		8187			
Peso del suelo húmedo (g)	4219		4354		4037		4193		3826		3970			
Volumen del molde (cc)	2100		2108		2118		2118		2105		2105			
Densidad húmeda (g/cc)	2.002		2.056		1.906		1.980		1.818		1.886			
% de humedad	9.15		12.41		9.47		13.40		9.77		13.60			
Densidad seca (g/cc)	1.834		1.838		1.741		1.746		1.656		1.660			
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	661.0	661.0	4354	4354	306.0	306.0	4193	4193	701.0	701.0	3970.0	3970.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	608.0	608.0	4219	4219	283.0	283.0	4037	4037	641.5	641.5	3826.0	3826.0		
Peso del Agua (gr.)	53.0	53.0	135.0	135.0	23.0	23.0	156.0	156.0	59.5	59.5	144.0	144.0		
Peso del tarro (gr.)	28.8	28.8	0	0	40	40	0	0	32.5	32.5	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	579.2	579.2	4143.0	4143.0	243.0	243.0	3967.9	3967.9	609.0	609.0	3763.7	3763.7		
% de humedad	9.15	9.15	12.41	12.41	9.47	9.47	13.40	13.40	9.77	9.77	13.60	13.60		
Promedio de Humedad (%)	9.15		12.41		9.47		13.40		9.77		13.60			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	14.3	0	1.04	0	0	1.22	0	0	1.36	0	0			
10/05/2023	14.3	24	1.36	0.034		1.71	0.043		1.88	0.047				
11/05/2023	14.3	48	2.03	0.051		2.17	0.054		2.28	0.057				
12/05/2023	14.3	72	2.70	0.068		2.81	0.070		2.97	0.074				
13/05/2023	14.3	96	2.94	0.074		3.19	0.080		3.45	0.086				
			4.57	total	1.61	4.57	total	1.75	4.57	total	1.89			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A3				MOLDE Nº A5				MOLDE Nº A4			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
mm.	pulg.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	30	76			22	56			15	39		
1.270	0.050	1'00"	59	146			44	110			27	68		
1.910	0.075	1'30"	88	217			66	163			39	97		
2.540	0.100	2'00"	117	288	237.1	23.7	87	215	205.8	20.6	51	127	124.0	
3.810	0.150	3'00"	155	380			116	285			70	173		
5.080	0.200	4'00"	193	473	455.0	30.3	144	354	361.5	24.1	89	219	223.5	
6.350	0.250	5'00"	231	566			172	422			108	266		
7.620	0.300	6'00"	269	665			200	490			127	312		
10.160	0.400	8'00"	351	865			234	573			157	392		
12.700	0.500	10'00"	433	1065			268	656			187	464		


 TÉCNICO DE LABORATORIO


 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT


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

Testa: Torres Mía Aracelly Yvette
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción.
 Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión: Chiclayo, 10 de febrero del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 319.145 / ASTM D-1883

GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

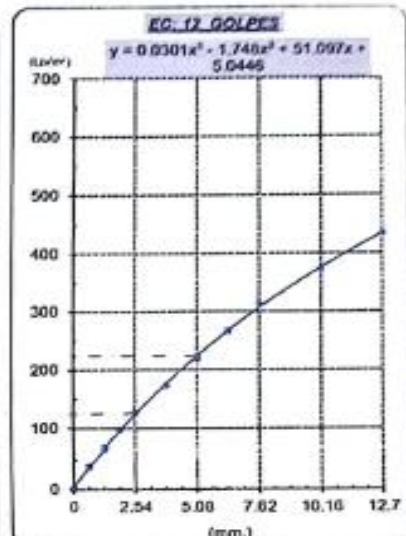
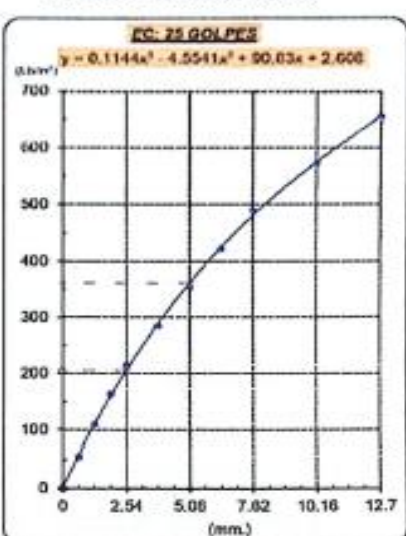
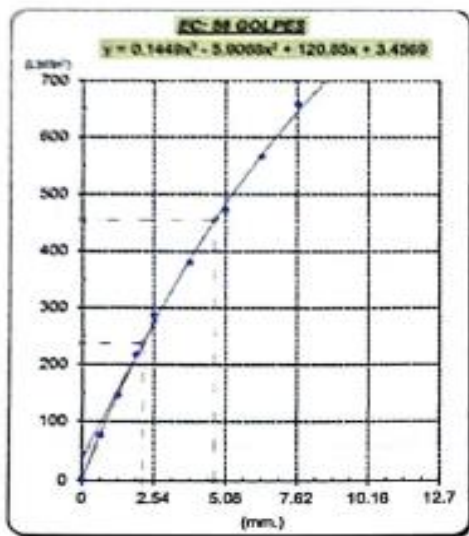


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

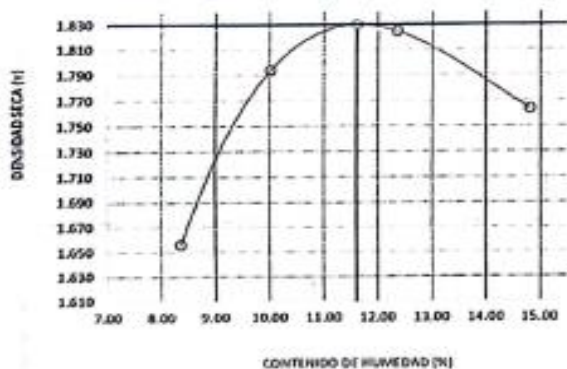
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.830 g/cm ³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.739 g/cm ³	1.647
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	11.61 %	

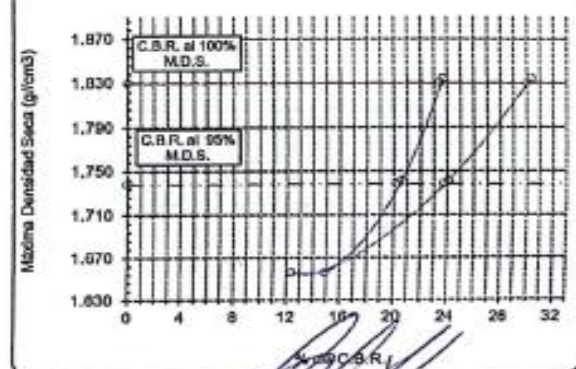
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	23 %	30 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	20 %	24 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



[Firma]
 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO
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 : Torres Mico Aracelly Yvette
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
Ubicación : Dst. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

CALICATA : Calicata N°02 + 3%caucho + 20%RCD
MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A6				A1				A5				
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		11869		12003		11753		11904		11968		12119		
Peso de molde (g)		7649		7649		7728		7728		8140		8140		
Peso del suelo húmedo (g)		4220		4354		4025		4176		3828		3979		
Volumen del molde (cc)		2115		2115		2114		2114		2112		2112		
Densidad húmeda (g/cc)		1.995		2.059		1.904		1.975		1.812		1.884		
% de humedad		7.37		10.61		7.83		11.64		8.16		12.17		
Densidad seca (g/cc)		1.858		1.861		1.766		1.769		1.675		1.679		
HUMEDAD														
Tarro N°		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		510.8	510.8	4354	4354	350.0	350.0	4176	4176	599.3	599.3	3979.0	3979.0	
Tarro + Suelo seco (gr.)		481.0	481.0	4220	4220	327.5	327.5	4025	4025	560.0	560.0	3828.0	3828.0	
Peso del Agua (gr.)		29.8	29.8	134.0	134.0	22.5	22.5	151.0	151.0	39.3	39.3	151.0	151.0	
Peso del tarro (gr.)		76.7	76.7	0	0	40	40	0	0	78.23	78.23	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		404.3	404.3	4143.0	4143.0	287.5	287.5	3955.2	3955.2	481.8	481.8	3764.9	3764.9	
% de humedad		7.37	7.37	10.61	10.61	7.83	7.83	11.64	11.64	8.16	8.16	12.17	12.17	
Promedio de Humedad [%]		7.37		10.61		7.83		11.64		8.16		12.17		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	14.3	0	0.85	0	0	1.00	0	0	1.18	0	0			
10/05/2023	14.3	24	1.55	0.039		1.85	0.046		2.40	0.060				
11/05/2023	14.3	48	2.53	0.063		2.66	0.067		2.85	0.071				
12/05/2023	14.3	72	2.72	0.068		2.91	0.073		3.02	0.076				
13/05/2023	14.3	96	3.00	0.075		3.22	0.081		3.33	0.083				
			4.57	total	1.64	4.57	total	1.76	4.57	total	1.82			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A6				MOLDE N° A1				MOLDE N° A5			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
mm.	pulg.	Lbf/In2												
0.000	0.000	0'00"	0	2										
0.640	0.025	0'30"	20	51										
1.270	0.050	1'00"	28	71										
1.910	0.075	1'30"	39	97										
2.540	0.100	2'00"	56	139	114.0	11.4	35	88	90.3	9.0	26	66	64.7	6.5
3.810	0.150	3'00"	83	205			51	127			33	83		
5.080	0.200	4'00"	97	239	218.1	14.5	67	166	167.7	11.2	39	97	100.2	6.7
6.350	0.250	5'00"	110	271			83	205			44	110		
7.620	0.300	6'00"	127	298			99	244			48	127		
10.160	0.390	8'00"	162	349			123	302			58	162		
12.700	0.500	10'00"	160	393			147	361			64	158		


TÉCNICO DE LABORATORIO


Henry Rivadeneira Obilinas
Tec. Laboratorio USAT


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

Tesista : Torres Mio Aracelly Yvette
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

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 - PENETRACIÓN

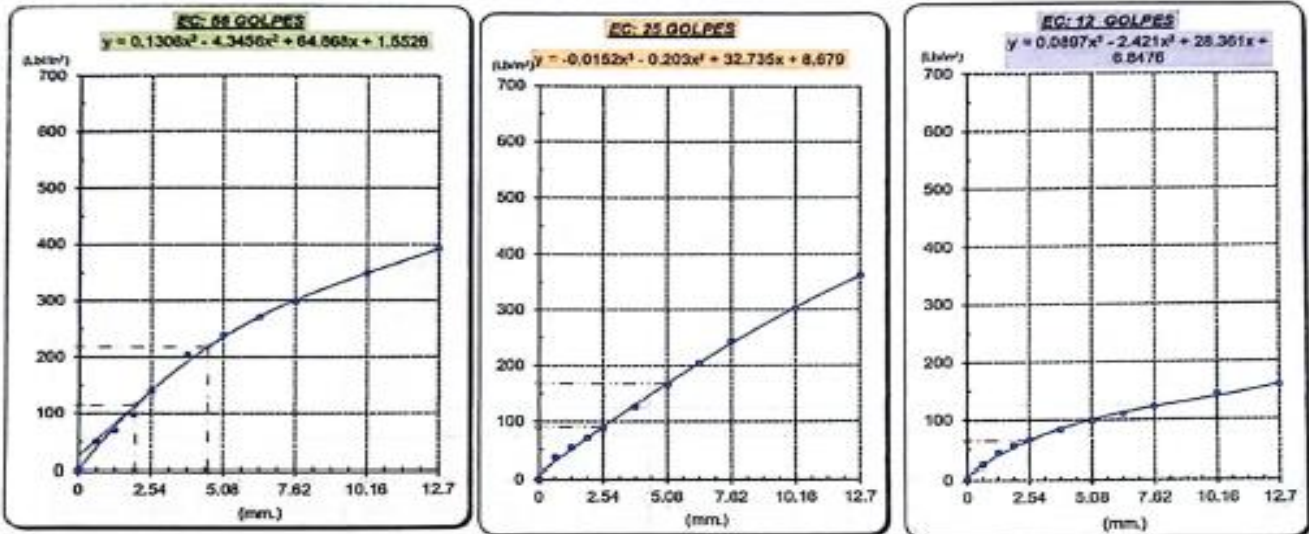


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

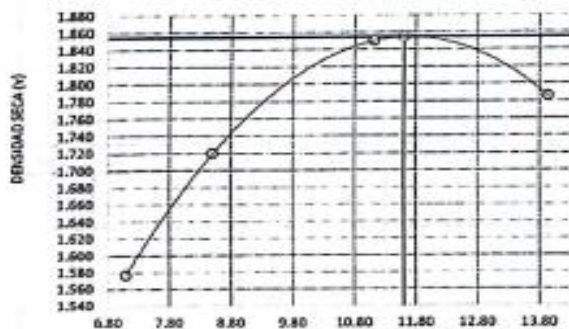
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.855 g/cm ³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.762 g/cm ³	1.6695
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	11.60 %	

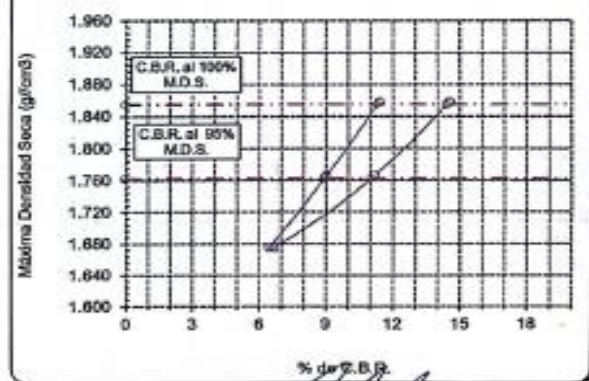
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	11 %	14 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	9 %	11 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



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 : Torres Mto Aracelly Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Teis : Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

CALICATA : Calicata N°02 + 3%caucho + 20%RCD
 MUESTRA : M-02

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A3				A2				A1				
		5				5				5				
Nº Capa		56				25				12				
Nº Golpes por capa		56				25				12				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		12530		12690		11648		11869		11764		11961		
Peso de molde (g)		8305		8305		7649		7649		7899		7899		
Peso del suelo húmedo (g)		4225		4385		3999		4220		3865		4062		
Volumen del molde (cc)		2108		2108		2115		2115		2129		2129		
Densidad húmeda (g/cc)		2.004		2.080		1.891		1.995		1.815		1.908		
% de humedad		7.82		11.68		8.24		13.86		8.73		13.91		
Densidad seca (g/cc)		1.859		1.863		1.747		1.752		1.670		1.675		
HUMEDAD														
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		358.5	358.5	4385	4385	290.5	290.5	4220	4220	490.5	490.5	4062.0	4062.0	
Tarro + Suelo seco (gr.)		336.5	336.5	4225	4225	270.6	270.6	3999	3999	457.0	457.0	3865.0	3865.0	
Peso del Agua (gr.)		22.0	22.0	160.0	160.0	19.9	19.9	221.0	221.0	33.5	33.5	197.0	197.0	
Peso del tarro (gr.)		55.3	55.3	0	0	29	29	0	0	73.13	73.13	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		281.2	281.2	4147.9	4147.9	241.6	241.6	3930.3	3930.3	383.9	383.9	3801.5	3801.5	
% de humedad		7.82	7.82	11.68	11.68	8.24	8.24	13.86	13.86	8.73	8.73	13.91	13.91	
Promedio de Humedad (%)		7.82		11.68		8.24		13.86		8.73		13.91		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	14.3	0	0.88	0	0	1.08	0	0	1.24	0	0			
10/05/2023	14.3	24	1.23	0.031		1.34	0.034		1.59	0.040				
11/05/2023	14.3	48	1.65	0.041		1.81	0.045		2.00	0.050				
12/05/2023	14.3	72	2.54	0.064		2.73	0.068		2.82	0.071				
13/05/2023	14.3	96	3.09	0.077		3.41	0.085		3.37	0.084				
			4.57	total	1.69	4.57	total	1.87	4.57	total	1.84			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A3				MOLDE Nº A2				MOLDE Nº A1			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
mm.	pulg.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2		0	2			
0.640	0.025	0'30"	19	49			14	36		9	24			
1.270	0.050	1'00"	33	83			22	56		16	41			
1.910	0.075	1'30"	47	117			30	76		23	58			
2.540	0.100	2'00"	61	151	119.1	11.9	38	95	93.0	9.3	30	76	72.3	7.2
3.810	0.150	3'00"	80	198			50	124		39	97			
5.080	0.200	3'50"	99	244	230.2	15.3	62	154	157.7	10.5	48	119	122.6	8.2
6.350	0.250	5'00"	118	290			74	183		57	141			
7.620	0.300	6'00"	137	337			86	212		66	163			
10.160	0.400	8'00"	165	395			102	251		78	193			
12.700	0.500	10'00"	185	454			118	290		90	222			


 TÉCNICO DE LABORATORIO


 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. 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

Testista : Torres Mío Aracelly Yvette
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción.
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

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 - PENETRACIÓN

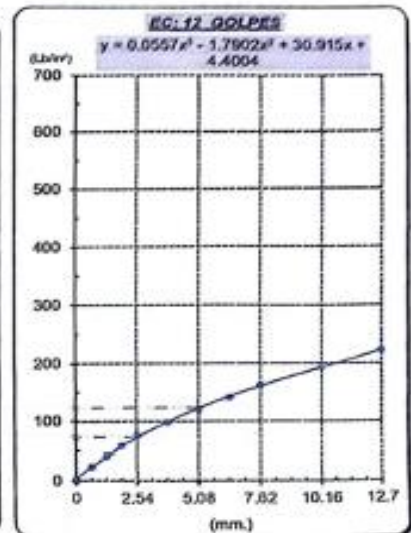
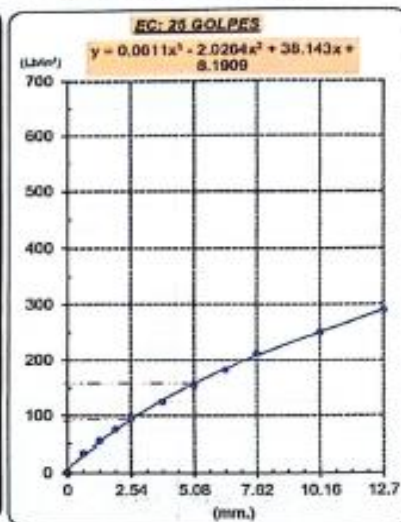
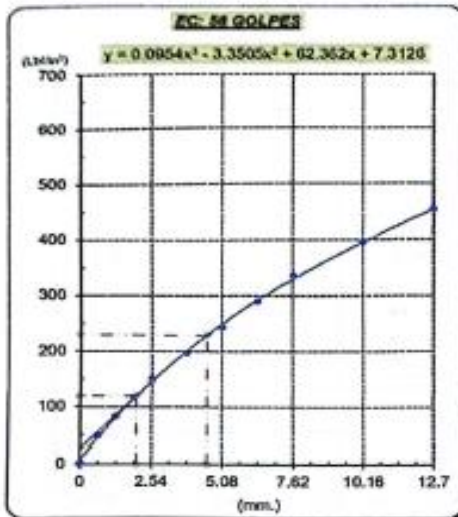


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

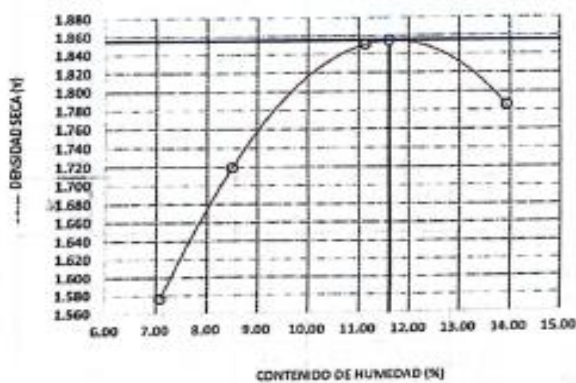
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.855 g/cm ³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.762 g/cm ³	1.6695
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	11.60 %	

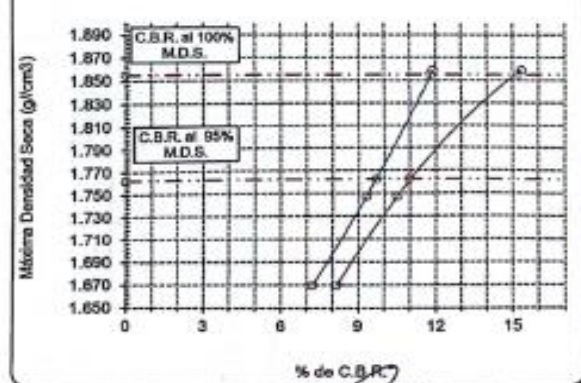
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	12 %		15 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	10 %		11 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MORGADO 37
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

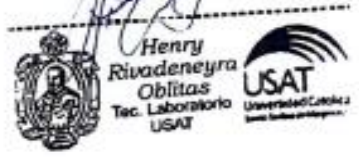
Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Torres Mía Aracely Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

CALICATA : Calicata N°02 + 3%caucho + 30%RCDC
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A6				A3				A8					
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		12354		12579		11668		11899		11977		12209		
Peso de molde (g)		8140		8140		7654		7654		8187		8187		
Peso del suelo húmedo (g)		4214		4439		4014		4245		3790		4022		
Volumen del molde (cc)		2112		2112		2114		2114		2105		2105		
Densidad húmeda (g/cc)		1.995		2.101		1.898		2.008		1.801		1.911		
% de humedad		7.79		13.22		8.09		13.95		8.44		14.66		
Densidad seca (g/cc)		1.851		1.856		1.756		1.762		1.661		1.667		
HUMEDAD														
Tarro N°	-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	434.0	434.0	4439	4439	460.2	460.2	4245	4245	321.2	321.2	4022.0	4022.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	406.5	406.5	4214	4214	429.5	429.5	4014	4014	300.1	300.1	3790.0	3790.0		
Peso del Agua (gr.)	27.5	27.5	225.0	225.0	30.7	30.7	231.0	231.0	21.1	21.1	232.0	232.0		
Peso del tarro (gr.)	53.66	53.66	0	0	50	50	0	0	50.63	50.63	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	352.8	352.8	4137.4	4137.4	379.5	379.5	3944.7	3944.7	249.5	249.5	3728.1	3728.1		
% de humedad	7.79	7.79	13.22	13.22	8.09	8.09	13.95	13.95	8.44	8.44	14.66	14.66		
Promedio de Humedad (%)	7.79		13.22		8.09		13.95		8.44		14.66			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	14.3	0	0.56	0	0	0.63	0	0	0.79	0	0			
10/05/2023	14.3	24	1.73	0.043		2.03	0.051		2.54	0.064				
11/05/2023	14.3	48	2.16	0.054		2.55	0.064		2.81	0.070				
12/05/2023	14.3	72	2.75	0.069		3.00	0.075		3.50	0.088				
13/05/2023	14.3	96	3.02	0.076		3.54	0.089		3.84	0.096				
			4.57	total	1.65	4.57	total	1.94	4.57	total	2.10			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A6				MOLDE Nº A3				MOLDE Nº A8			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
mm.	pulg.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	27	68			13	34			8	22		
1.270	0.050	1'00"	41	102			20	51			12	32		
1.910	0.075	1'30"	55	137			27	68			17	44		
2.540	0.100	2'00"	69	171	123.3	12.3	34	85	87.7	8.8	21	54	53.5	
3.810	0.150	3'00"	88	217			50	124			29	73		
5.080	0.200	3'30"	107	263	241.8	16.1	66	163	165.0	11.0	37	93	94.2	
6.350	0.250	4'00"	126	310			82	202			45	112		
7.620	0.300	4'30"	145	356			98	241			54	132		
8.890	0.400	5'00"	171	419			122	300			67	166		
12.700	0.500	6'00"	197	483			146	358			81	200		



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

Tesista : Torres Mío Aracelly Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

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 - PENETRACIÓN

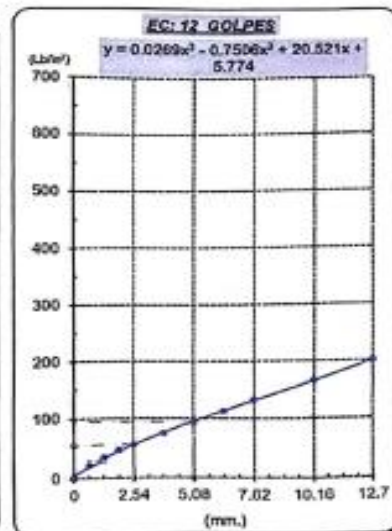
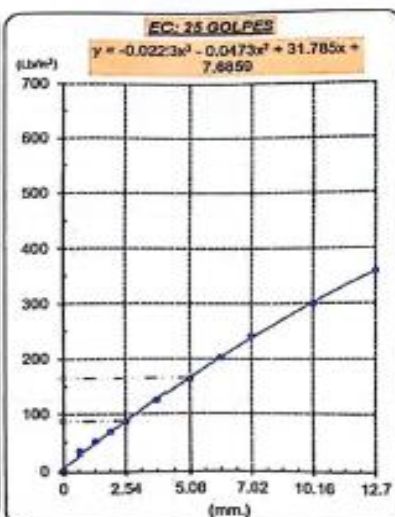
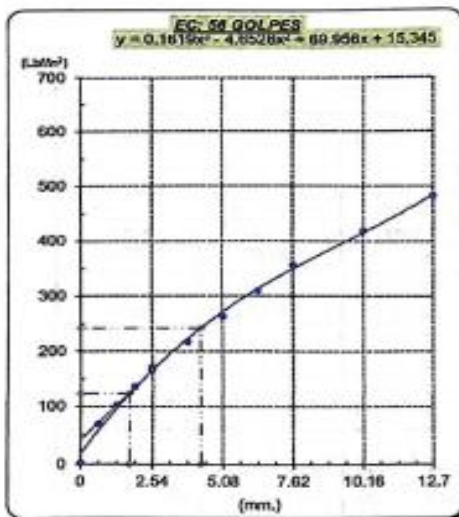


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

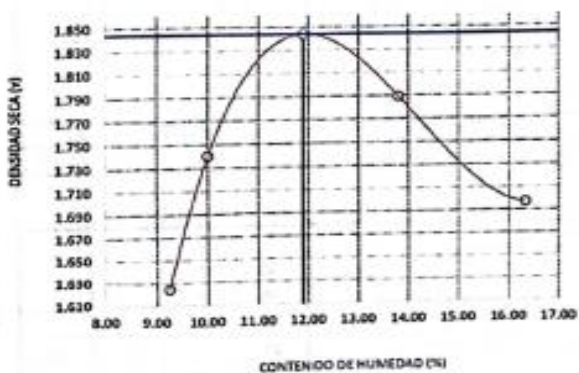
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.844 g/cm ³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.752 g/cm ³	1.6596
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	11.90 %	

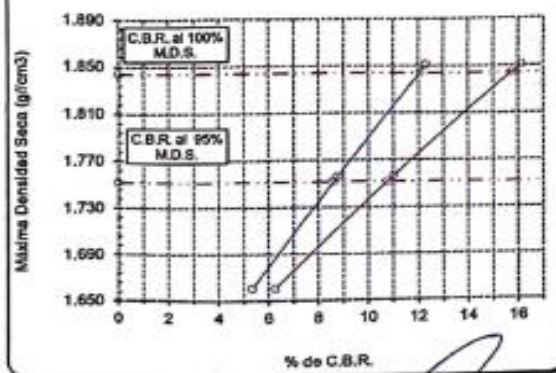
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	12 %	16 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	9 %	11 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tac. Laboratorio USAT

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 : Torres Mío Aracely Yvett
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

CAUCATA : Calicata N°02 + 3%caucho + 30%RCD
 MUESTRA : M-02

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A6				A7				A1				
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		12495	12611	12170	12309	11935	12147							
Peso de molde (g)		8305	8305	8187	8187	8140	8140							
Peso del suelo húmedo (g)		4190	4306	3983	4122	3795	4007							
Volumen del molde (cc)		2108	2108	2105	2105	2112	2112							
Densidad húmeda (g/cc)		1.988	2.043	1.892	1.958	1.796	1.897							
% de humedad		7.57	10.39	7.84	11.39	8.29	13.97							
Densidad seca (g/cc)		1.848	1.851	1.755	1.758	1.659	1.664							
HUMEDAD														
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		516.4	516.4	4306	4306	400.0	400.0	4122	4122	527.5	527.5	4007.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		484.2	484.2	4190	4190	374.2	374.2	3983	3983	493.1	493.1	3795.0		
Peso del Agua (gr.)		32.2	32.2	116.0	116.0	25.8	25.8	139.0	139.0	34.4	34.4	212.0		
Peso del tarro (gr.)		58.7	58.7	0	0	45	45	0	0	78.2	78.2	0		
Peso del suelo seco (gr.)		425.5	425.5	4114.0	4114.0	329.2	329.2	3914.3	3914.3	414.9	414.9	3733.1		
% de humedad		7.57	7.57	10.39	10.39	7.84	7.84	11.39	11.39	8.29	8.29	13.97		
Promedio de Humedad (%)		7.57		10.39		7.84		11.39		8.29		13.97		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	14.3	0	1.22	0	0	1.51	0	0	1.90	0	0			
10/05/2023	14.3	24	2.43	0.061		2.45	0.061		2.48	0.062				
11/05/2023	14.3	48	2.50	0.063		2.52	0.063		2.55	0.064				
12/05/2023	14.3	72	2.63	0.066		3.65	0.091		2.68	0.067				
13/05/2023	14.3	96	3.00	0.075		3.50	0.088		3.79	0.095				
			4.57	total	1.64	4.57	total	1.92	4.57	total	2.07			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A6				MOLDE Nº A7				MOLDE Nº A1			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
mm.	pulg.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	22	56			12	32			8	22		
1.270	0.050	1'00"	41	102			25	63			14	36		
1.910	0.075	1'30"	60	149			38	95			20	51		
2.540	0.100	2'00"	79	195	151.5	15.2	51	127	119.8	12.0	26	66	63.9	6.4
3.810	0.150	3'00"	102	251			67	166			35	88		
5.080	0.200	4'00"	125	307	291.3	19.4	83	205	209.5	14.0	44	110	111.8	7.5
6.350	0.250	5'00"	148	363			99	244			53	132		
7.620	0.300	6'00"	171	419			115	283			62	154		
10.160	0.400	8'00"	199	498			136	334			76	188		
12.700	0.500	10'00"	227	556			157	385			90	222		


 TÉCNICO DE LABORATORIO


 Henry Rivasdejeira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 USAT Universidad Católica del Perú

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

Tesis: Torres Miso Aracelly Yvette
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión: Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

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 - PENETRACIÓN

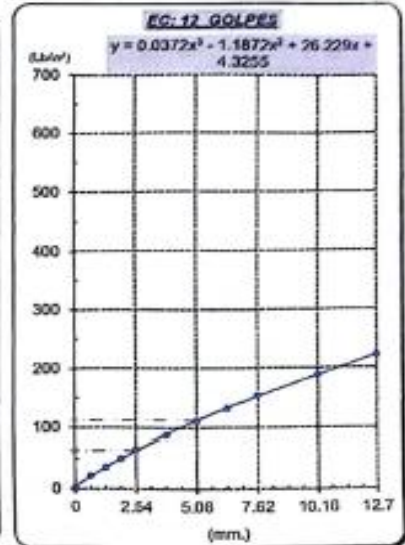
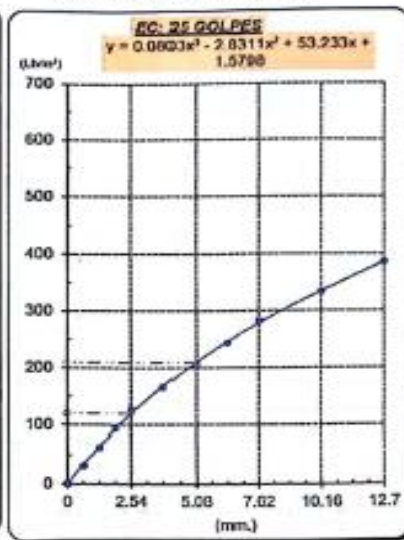
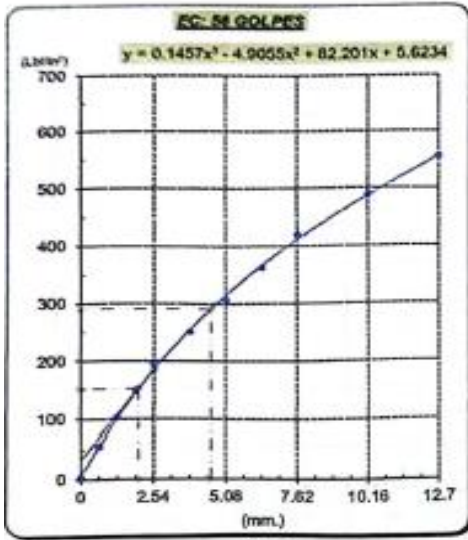


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

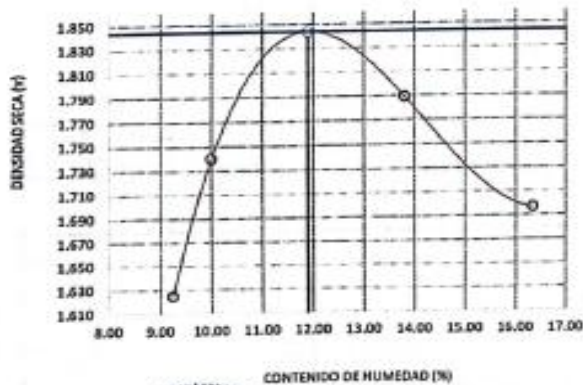
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.844 g/cm ³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.752 g/cm ³	1.6596
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	11.90 %	

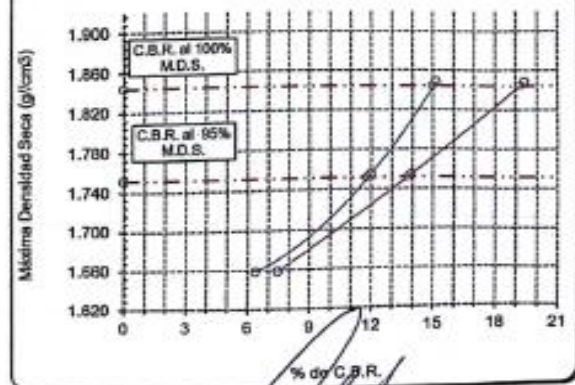
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	15 %	19 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	12 %	14 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

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



Tesiata: Torres Mito Aracelly Yvette
Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

CALICATA: Calicata N°02 + 3%caucho + 40%RCD
MUESTRA: M-01

PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A6				A10				A5				
Nº Capa		5				5				5				
Nº Golpes por capa		56				25				12				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		12574		12771		12250		12481		12000		12309		
Peso de molde (g)		8305		8305		8187		8187		8140		8140		
Peso del suelo húmedo (g)		4269		4466		4071		4294		3860		4169		
Volumen del molde (cc)		2100		2100		2105		2105		2112		2112		
Densidad húmeda (g/cc)		2.025		2.119		1.934		2.040		1.827		1.974		
% de humedad		9.20		13.90		9.66		15.24		10.02		18.16		
Densidad seca (g/cc)		1.855		1.860		1.764		1.770		1.661		1.670		
HUMEDAD														
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		632.3	632.3	4466	4466	399.5	399.5	4294	4294	840.7	840.7	4169.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		583.6	583.6	4269	4269	368.7	368.7	4071	4071	771.9	771.9	3860.0		
Peso del Agua (gr.)		48.7	48.7	197.0	197.0	30.8	30.8	223.0	223.0	68.8	68.8	309.0		
Peso del tarro (gr.)		54.1	54.1	0	0	50	50	0	0	85.3	85.3	0		
Peso del suelo seco (gr.)		529.5	529.5	4191.3	4191.3	318.7	318.7	4000.4	4000.4	686.6	686.6	3796.9		
% de humedad		9.20	9.20	13.90	13.90	9.66	9.66	15.24	15.24	10.02	10.02	18.16		
Promedio de Humedad (%)		9.20		13.90		9.66		15.24		10.02		18.16		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	14.3	0	1.36	0	0	1.46	0	0	1.52	0	0			
10/05/2023	14.3	24	1.48	0.037		1.65	0.041		1.77	0.044				
11/05/2023	14.3	48	1.90	0.048		1.94	0.049		1.99	0.050				
12/05/2023	14.3	72	2.22	0.056		2.28	0.057		2.33	0.058				
13/05/2023	14.3	96	2.53	0.063		2.64	0.066		3.09	0.077				
			4.57	total	1.38	4.57	total	1.45	4.57	total	1.69			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A6				MOLDE Nº A10				MOLDE Nº A5			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.	Lbf/in2	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"	42	105			20	51			12	32		
1.270	0.050	1'00"	69	171			41	102			25	63		
1.910	0.075	1'30"	96	237			62	154			38	95		
2.540	0.100	2'00"	1000	123	302	226.3	22.6	83	205	194.0	19.4	51	127	119.1
3.810	0.150	3'00"	1500	157	385			109	268			66	163	
5.080	0.200	4'00"	2000	191	468	438.4	29.2	135	332	339.6	22.6	81	200	205.0
6.350	0.250	5'00"	2500	225	551			161	395			96	237	
7.620	0.300	6'00"	3000	259	634			187	458			113	273	
10.140	0.400	8'00"	4000	295	722			218	534			130	325	
12.700	0.500	10'00"	5000	331	809			249	610			147	365	


 TÉCNICO DE LABORATORIO


 Henry Rivadeneira Obilias
 Tec. Laboratorio USAT


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

Tesis : Torres Mio Aracelly Yvette
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

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 - PENETRACIÓN

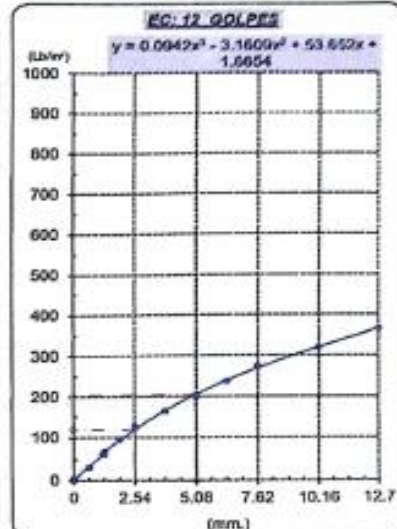
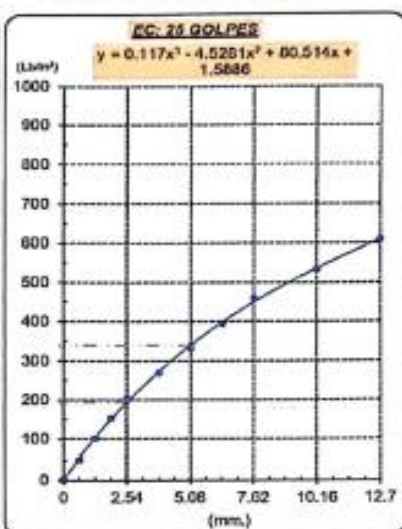
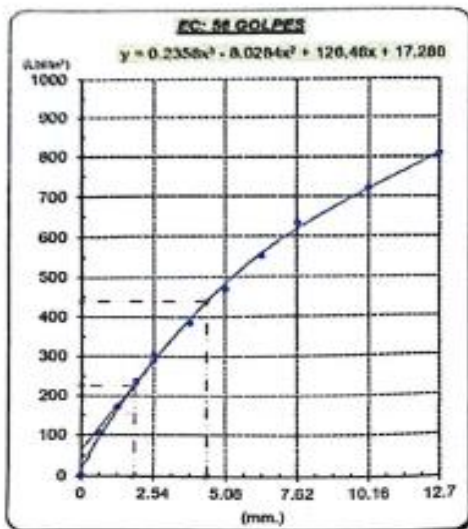


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

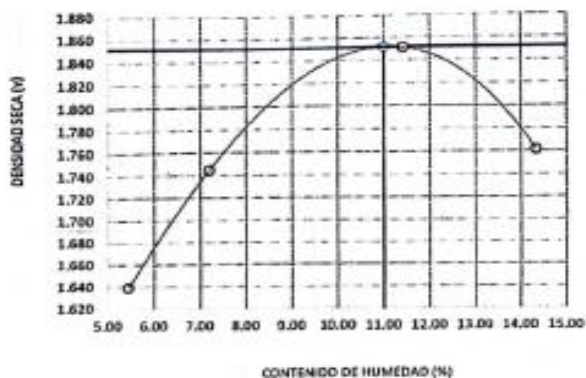
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.852 g/cm ³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.759 g/cm ³	1.6668
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	11.00 %	

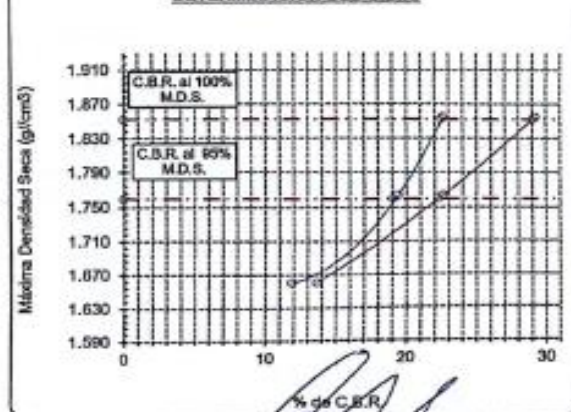
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	22 %	29 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	19 %	22 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Obitas
Tec. 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

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

Tesis: Torres Mía Aracely Yvette
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión: Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

CAUCATA: Calicata N°02 + 3%caucho + 40%RCD
 MUESTRA: M-02

PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde		A7				A10				A9					
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		12462		12577		11850		12011		11570		11700			
Peso de molde (g)		8187		8187		7756		7756		7649		7649			
Peso del suelo húmedo (g)		4275		4390		4094		4255		3921		4131			
Volumen del molde (cc)		2105		2105		2134		2134		2115		2115			
Densidad húmeda (g/cc)		2.031		2.086		1.918		1.994		1.854		1.953			
% de humedad		9.38		12.12		9.69		13.69		10.17		15.61			
Densidad seca (g/cc)		1.857		1.860		1.749		1.754		1.683		1.689			
HUMEDAD															
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		454.4	454.4	4390	4390	390.5	390.5	4255	4255	495.4	495.4	4131.0			
Tarro + Suelo seco (gr.)		420.0	420.0	4275	4275	360.0	360.0	4094	4094	454.9	454.9	3921.0			
Peso del Agua (gr.)		34.4	34.4	115.0	115.0	30.5	30.5	161.0	161.0	40.5	40.5	210.0			
Peso del tarro (gr.)		53.4	53.4	0	0	45.3	45.3	0	0	56.54	56.54	0			
Peso del suelo seco (gr.)		366.6	366.6	4197.1	4197.1	314.7	314.7	4023.6	4023.6	398.4	398.4	3856.1			
% de humedad		9.38	9.38	12.12	12.12	9.69	9.69	13.69	13.69	10.17	10.17	15.61			
Promedio de Humedad (%)		9.38		12.12		9.69		13.69		10.17		15.61			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	14.3	0	0.99	0	0	1.44	0	0	1.76	0	0				
10/05/2023	14.3	24	1.27	0.032		1.73	0.043		2.34	0.059					
11/05/2023	14.3	48	1.79	0.045		2.42	0.061		2.91	0.073					
12/05/2023	14.3	72	2.48	0.062		2.81	0.070		3.13	0.078					
13/05/2023	14.3	96	3.09	0.077		3.25	0.081		3.47	0.087					
			4.57	total	1.69	4.57	total	1.78	4.57	total	1.90				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A7				MOLDE Nº A10				MOLDE Nº A9			
				Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
mm.	pulg.	0'00"	0	2			0	2			0	2			
0.640	0.025	0'30"	41	102			25	63			13	34			
1.270	0.050	1'00"	67	166			41	102			24	61			
1.910	0.075	1'30"	93	229			57	141			33	83			
2.540	0.100	2'00"	119	293	215.2	21.5	73	180	178.1	17.8	49	107	107.5	10.7	
3.810	0.150	3'00"	151	371			99	244			62	154			
5.080	0.200	4'00"	183	449	418.1	27.9	125	307	313.3	20.9	80	198	201.1	13.4	
6.350	0.250	5'00"	215	527			151	371			99	244			
7.620	0.300	6'00"	247	605			177	434			118	290			
10.160	0.400	8'00"	286	700			214	524			144	351			
12.700	0.500	10'00"	325	795			255	624			167	410			

TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



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

Tesis: Torres Mio Aracelly Yvette
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión: Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

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 - PENETRACIÓN

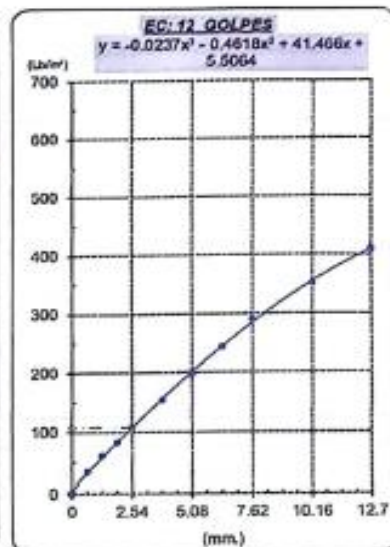
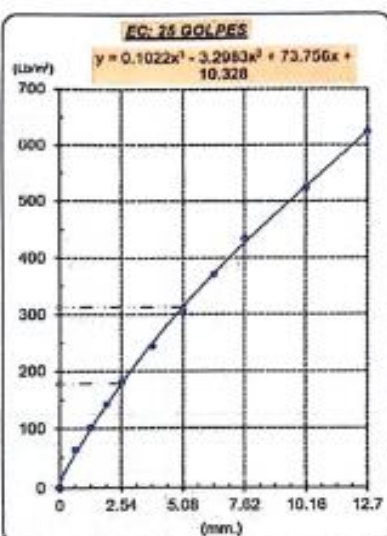
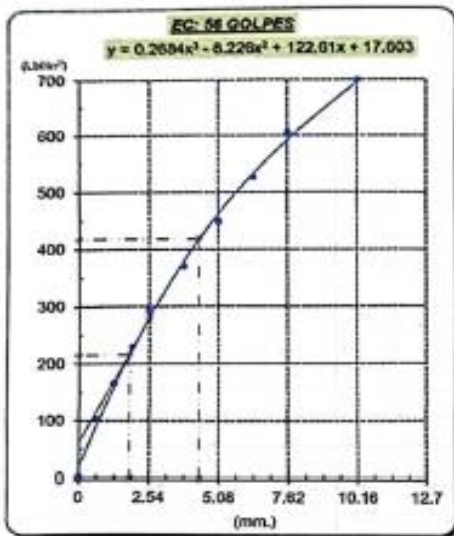


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

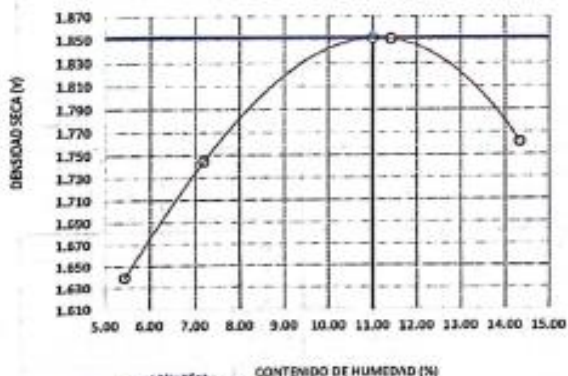
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.852 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.759 g/cm ³ 1.6568
ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD	11.00 %

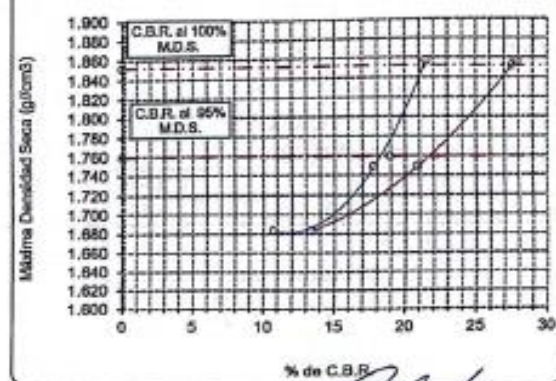
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	21 %	28 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	19 %	22 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneira Oblitas
 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

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 : Torres Mto Aracelly Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Teals : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adición de caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

CALICATA : Calicata N°03 + 3%caucho + 20%RCD
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde		A1				A6				A2					
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		12390		12553		12359		12501		11972		12189			
Peso de molde (g)		8140		8140		8305		8305		8187		8187			
Peso del suelo húmedo (g)		4258		4413		4054		4196		3785		4002			
Volumen del molde (cc)		2112		2112		2108		2108		2105		2105			
Densidad húmeda (g/cc)		2.016		2.089		1.923		1.991		1.798		1.901			
% de humedad		8.04		11.75		8.54		12.10		9.07		14.90			
Densidad seca (g/cc)		1.866		1.869		1.772		1.776		1.649		1.655			
HUMEDAD															
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		516.5	516.5	4413	4413	314.5	314.5	4196	4196	556.7	556.7	4002.0	4002.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		482.1	482.1	4258	4258	293.4	293.4	4054	4054	516.4	516.4	3785.0	3785.0		
Peso del Agua (gr.)		34.4	34.4	155.0	155.0	21.1	21.1	142.0	142.0	40.3	40.3	217.0	217.0		
Peso del tarro (gr.)		54.1	54.1	0	0	46.3	46.3	0	0	72.1	72.1	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		428.0	428.0	4180.0	4180.0	247.1	247.1	3983.4	3983.4	444.3	444.3	3723.6	3723.6		
% de humedad		8.04	8.04	11.75	11.75	8.54	8.54	12.10	12.10	9.07	9.07	14.90	14.90		
Promedio de Humedad (%)		8.04		11.75		8.54		12.10		9.07		14.90			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	14.3	0	1.25	0	0	1.62	0	0	1.83	0	0				
10/05/2023	14.3	24	2.31	0.058		2.38	0.060		2.49	0.062					
11/05/2023	14.3	48	2.75	0.069		2.79	0.070		2.88	0.072					
12/05/2023	14.3	72	3.10	0.078		3.24	0.081		3.42	0.086					
13/05/2023	14.3	96	3.42	0.086		3.55	0.089		3.66	0.092					
			4.57	total	1.87	4.57	total	1.94	4.57	total	2.00				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A1				MOLDE Nº A6				MOLDE Nº A2			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	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"		24	61			15	39			5	15		
1.270	0.050	1'00"		36	90			22	56			9	24		
1.910	0.075	1'30"		48	119			29	73			13	34		
2.540	0.100	2'00"	1000	60	149	111.4	11.1	36	90	89.8	9.0	16	41	41.2	4.1
3.810	0.150	2'30"	1500	78	193			48	119			22	56		
5.080	0.200	3'00"	1500	96	237	217.8	14.5	60	149	152.6	10.2	27	68	69.3	4.6
6.350	0.250	3'30"		114	280			72	178			32	80		
7.620	0.300	4'00"		132	324			84	207			36	90		
8.890	0.400	4'30"		156	383			100	246			44	110		
10.160	0.500	5'00"		180	441			116	285			50	124		

TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT


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

Tesista : Torres Mio Aracelly Yvette
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

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-1083
GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

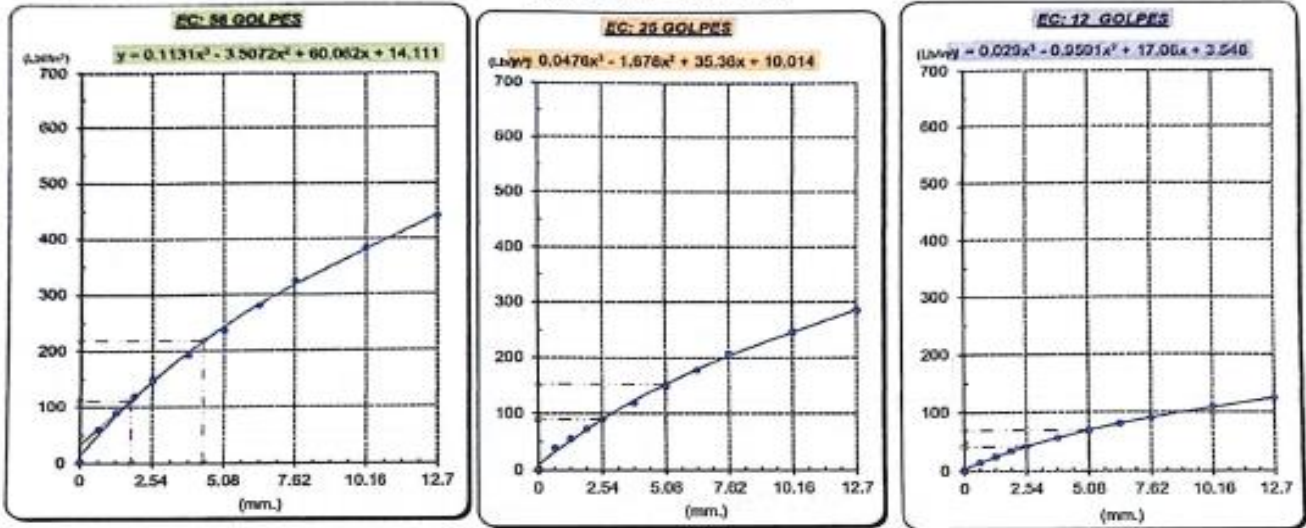


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

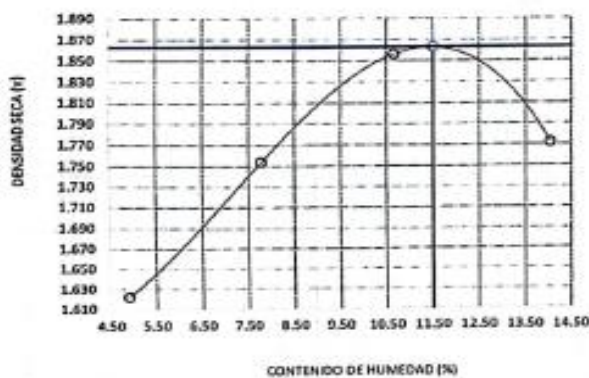
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.863 g/cm ³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.770 g/cm ³	1.6767
ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD	11.50 %	

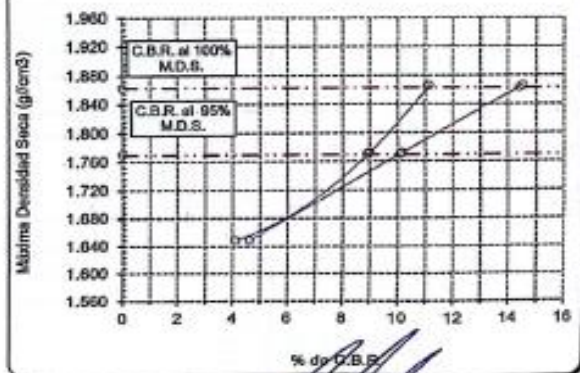
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	11 %	14 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	9 %	10 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOOROVEJO
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 : Torres Min Aracelly Yvette
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

CAUCATA : Calicata N°03 + 3%caucho + 20%RCD
MUESTRA : M-02

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde		A6				A4				A8					
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		11986		12158		12355		12531		11513		11679			
Peso de molde (g)		7728		7728		8305		8305		7649		7649			
Peso del suelo húmedo (g)		4258		4430		4050		4226		3864		4030			
Volumen del molde (cc)		2114		2114		2108		2108		2115		2115			
Densidad húmeda (g/cc)		2.014		2.096		1.921		2.005		1.827		1.905			
% de humedad		7.96		12.08		8.36		12.78		8.85		13.22			
Densidad seca (g/cc)		1.866		1.870		1.773		1.778		1.678		1.683			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		444.2	444.2	4430	4430	448.6	448.6	4226	4226	676.3	676.3	4030.0			
Tarro + Suelo seco (gr.)		415.9	415.9	4258	4258	414.0	414.0	4050	4050	628.0	628.0	3864.0			
Peso del Agua (gr.)		28.3	28.3	172.0	172.0	34.6	34.6	176.0	176.0	48.3	48.3	166.0			
Peso del tarro (gr.)		60.5	60.5	0	0	0	0	0	0	82.1	82.1	0			
Peso del suelo seco (gr.)		355.4	355.4	4180.0	4180.0	414.0	414.0	3979.4	3979.4	545.9	545.9	3800.2			
% de humedad		7.96	7.96	12.08	12.08	8.36	8.36	12.78	12.78	8.85	8.85	13.22			
Promedio de Humedad (%)		7.96		12.08		8.36		12.78		8.85		13.22			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	14.3	0	0.70	0	0	0.81	0	0	0.93	0	0				
10/05/2023	14.3	24	2.75	0.069		2.80	0.070		2.89	0.072					
11/05/2023	14.3	48	2.98	0.075		3.14	0.079		3.25	0.081					
12/05/2023	14.3	72	3.15	0.079		3.38	0.085		3.50	0.088					
13/05/2023	14.3	96	3.33	0.083		3.52	0.088		3.72	0.093					
			4.57	total	1.82	4.57	total	1.93	4.57	total	2.04				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A6				MOLDE N° A4				MOLDE N° A8			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	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"		25	63			17	44			8	22		
1.270	0.050	1'00"		38	95			26	66			15	39		
1.910	0.075	1'30"		51	127			35	88			22	56		
2.540	0.100	2'00"	1000	64	158	124.7	12.5	44	110	107.0	10.7	30	76	78.0	7.8
3.810	0.150	3'00"		85	210			57	141			43	107		
5.080	0.200	4'00"	1500	106	261	243.0	16.2	70	173	178.1	11.9	54	134	131.4	8.8
6.350	0.250	5'00"		127	312			83	205			61	151		
7.620	0.300	6'00"		148	363			96	237			69	168		
10.160	0.400	8'00"		174	427			115	283			81	200		
12.700	0.500	10'00"		200	490			134	329			98	241		



TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivasdeheya Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



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

Tesista : Torres Mio Aracelly Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 389.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

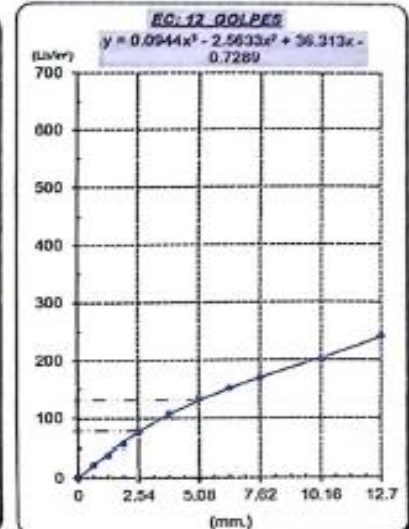
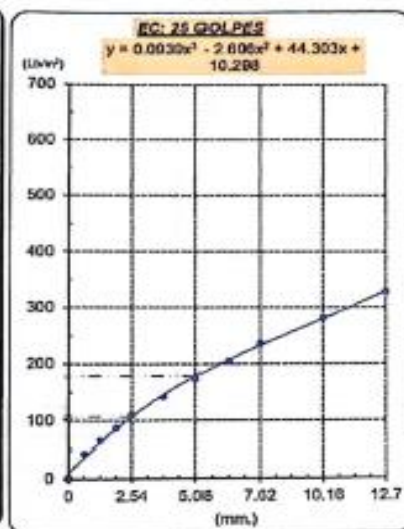
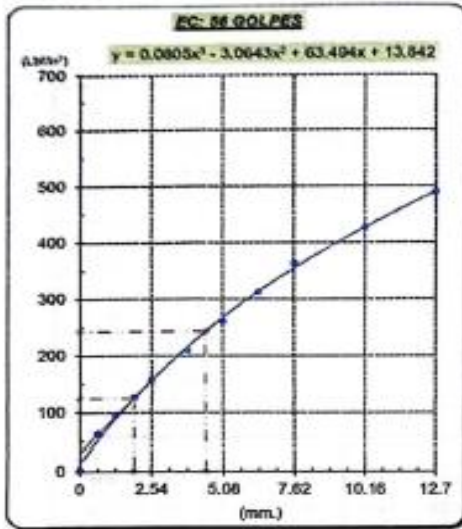


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

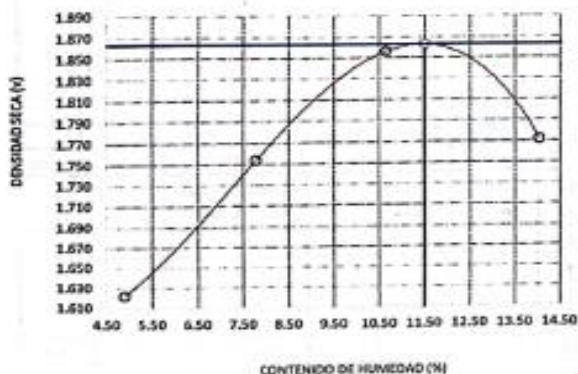
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.863 g/cm ³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.770 g/cm ³	1.6767
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	11.50 %	

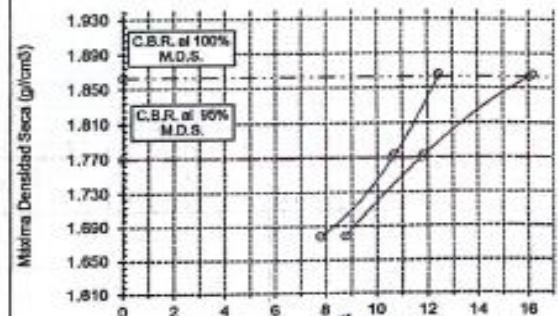
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	12 %	16 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	11 %	12 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry
 Ruedeneyra
 Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOCROVEJUNO
 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 : Torres Mío Aracelly Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

CALICATA : Calicata N°03 + 3%caucho + 20%RCD
 MUESTRA : M-02

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde		H1				A2				A3				
N° Capa		5				5				5				
N° Golpes por capa		56				25				12				
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo		12435		12639		12100		12328		11754	11982			
Peso de molde (g)		8187		8187		7992		7992		7899	7899			
Peso del suelo húmedo (g)		4248		4452		4108		4336		3855	4083			
Volumen del molde (cc)		2105		2105		2116		2116		2129	2129			
Densidad húmeda (g/cc)		2.018		2.115		1.941		2.049		1.811	1.918			
% de humedad		8.16		13.05		8.64		14.29		9.14	15.15			
Densidad seca (g/cc)		1.866		1.871		1.787		1.793		1.659	1.665			
HUMEDAD														
Tarro N°		-		-		-		-		-	-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		432.0	432.0	4452	4452	293.0	293.0	4336	4336	602.0	602.0			
Tarro + Suelo seco (gr.)		402.2	402.2	4248	4248	273.2	273.2	4108	4108	557.0	557.0			
Peso del Agua (gr.)		29.8	29.8	204.0	204.0	19.8	19.8	228.0	228.0	45.0	45.0			
Peso del tarro (gr.)		36.9	36.9	0	0	44	44	0	0	64.7	64.7			
Peso del suelo seco (gr.)		365.3	365.3	4170.2	4170.2	229.2	229.2	4035.9	4035.9	492.3	492.3			
% de humedad		8.16	8.16	13.05	13.05	8.64	8.64	14.29	14.29	9.14	9.14			
Promedio de Humedad (%)		8.16		13.05		8.64		14.29		9.14				
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	14.3	0	0.98	0	0	1.12	0	0	1.19	0	0			
10/05/2023	14.3	24	3.03	0.075		3.11	0.078		3.15	0.079				
11/05/2023	14.3	48	3.26	0.082		3.45	0.086		3.51	0.088				
12/05/2023	14.3	72	3.43	0.086		3.69	0.092		3.76	0.094				
13/05/2023	14.3	96	3.61	0.090		3.83	0.096		3.98	0.100				
			4.57	total	1.98	4.57	total	2.10	4.57	total	2.18			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° H1				MOLDE N° A2				MOLDE N° A3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.	Lbf/in2	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"	28	71			16	41			7	19		
1.270	0.050	1'00"	45	112			29	73			14	36		
1.910	0.075	1'30"	63	156			42	105			22	56		
2.540	0.100	2'00"	80	198	147.0	14.7	56	139	133.6	13.4	29	73	73.0	7.3
3.810	0.150	3'00"	103	254			75	185			43	107		
5.080	0.200	4'00"	125	307	285.8	19.1	93	229	235.1	15.7	56	139	141.1	9.4
6.350	0.250	5'00"	147	361			112	276			70	173		
7.620	0.300	6'00"	169	415			131	322			84	207		
10.160	0.400	8'00"	197	483			154	378			101	249		
12.700	0.500	10'00"	24	549			177	434			126	299		



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

Tesista : Torres Mío Aracelly Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

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 - PENETRACIÓN

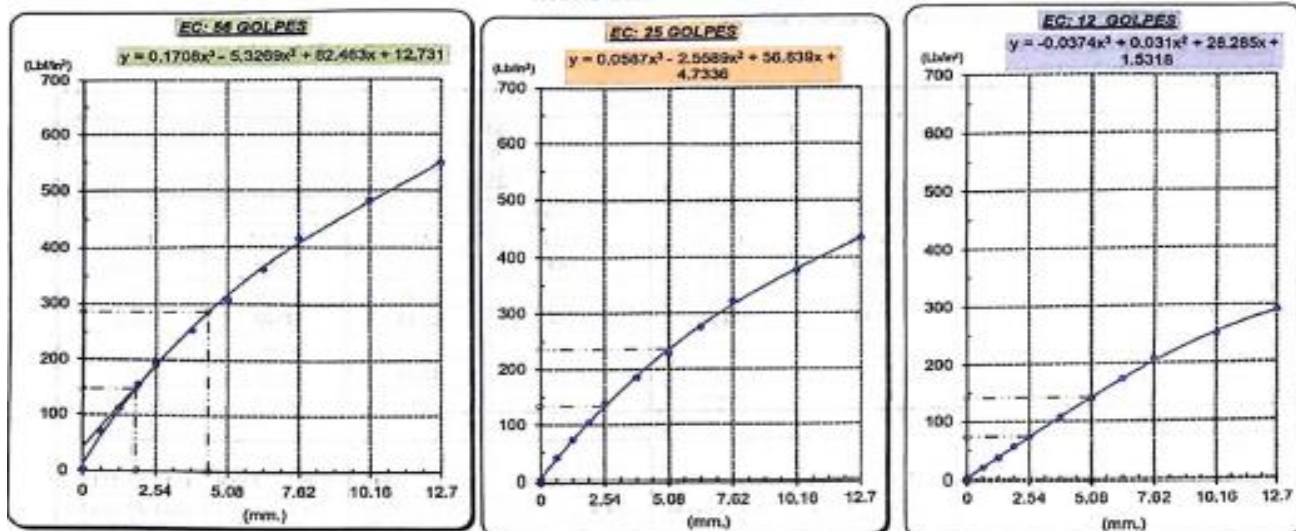


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

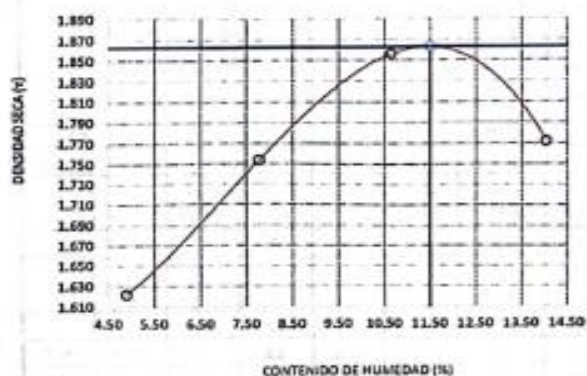
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.863 g/cm ³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.770 g/cm ³	1.6767
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	11.50 %	

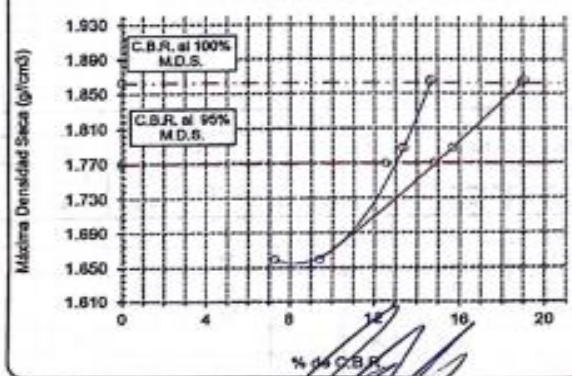
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	15 %		19 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	13 %		15 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



TECNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



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 : Torres Mío Aracelly Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

CALICATA : Calicata N°03 + 3%caucho + 30%RCD
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A3				A1				A4				
Nº Capa		5				5				5				
Nº Golpes por capa		56				25				12				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		11996		12286		12245		12473		12192		12420		
Peso de molde (g)		7654		7654		8140		8140		8305		8305		
Peso del suelo húmedo (g)		4342		4582		4105		4333		3887		4115		
Volumen del molde (cc)		2114		2114		2112		2112		2108		2108		
Densidad húmeda (g/cc)		2.054		2.167		1.943		2.051		1.844		1.952		
% de humedad		7.96		13.59		8.31		13.96		8.85		14.81		
Densidad seca (g/cc)		1.902		1.908		1.794		1.800		1.694		1.700		
HUMEDAD														
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		471.9	471.9	4582	4582	445.1	445.1	4333	4333	747.9	747.9	4115.0	4115.0	
Tarro + Suelo seco (gr.)		441.2	441.2	4342	4342	414.5	414.5	4105	4105	694.3	694.3	3887.0	3887.0	
Peso del Agua (gr.)		30.7	30.7	240.0	240.0	30.6	30.6	228.0	228.0	53.6	53.6	228.0	228.0	
Peso del tarro (gr.)		55.4	55.4	0	0	46.3	46.3	0	0	88.4	88.4	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		385.8	385.8	4260.9	4260.9	368.2	368.2	4032.6	4032.6	605.9	605.9	3822.2	3822.2	
% de humedad		7.96	7.96	13.59	13.59	8.31	8.31	13.96	13.96	8.85	8.85	14.81	14.81	
Promedio de Humedad (%)		7.96		13.59		8.31		13.96		8.85		14.81		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	14.3	0	1.35	0	0	1.50	0	0	1.67	0	0			
10/05/2023	14.3	24	1.82	0.046		1.91	0.048		2.03	0.051				
11/05/2023	14.3	48	2.55	0.064		2.67	0.067		2.82	0.071				
12/05/2023	14.3	72	3.92	0.098		3.99	0.100		4.04	0.101				
13/05/2023	14.3	96	4.25	0.106		4.32	0.108		4.49	0.112				
			4.57	total	2.33	4.57	total	2.36	4.57	total	2.46			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE Nº A3				MOLDE Nº A1				MOLDE Nº A4			
			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"	22	56			14	36			2	7		
1.270	0.050	1'00"	40	100			26	66			7	19		
1.910	0.075	1'30"	58	144			38	95			12	32		
2.540	0.100	2'00"	76	188	153.2	15.3	50	124	121.7	12.2	19	49	56.9	5.7
3.810	0.150	3'00"	101	249			69	171			38	95		
5.080	0.200	4'00"	126	310	295.3	19.7	88	217	220.6	14.7	60	149	139.8	9.3
6.350	0.280	5'00"	151	371			107	263			74	193		
7.620	0.380	6'00"	176	432			126	310			90	222		
10.160	0.400	8'00"	207	507			151	371			106	261		
12.700	0.500	10'00"	238	583			177	434			122	288		



TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadentura Orellana
 Tec. Laboratorio USAT



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

Tesista : Torres Mío Aracelly Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

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 - PENETRACIÓN

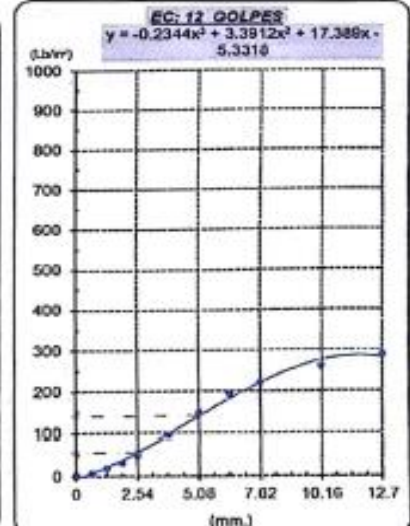
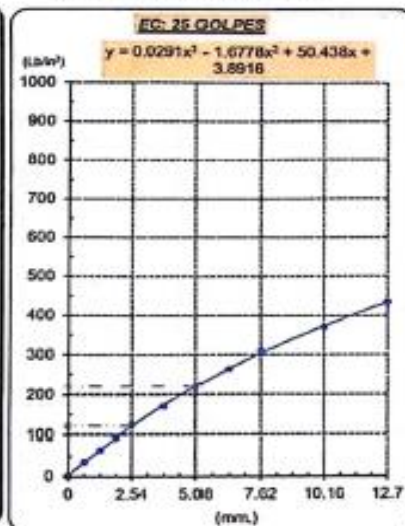
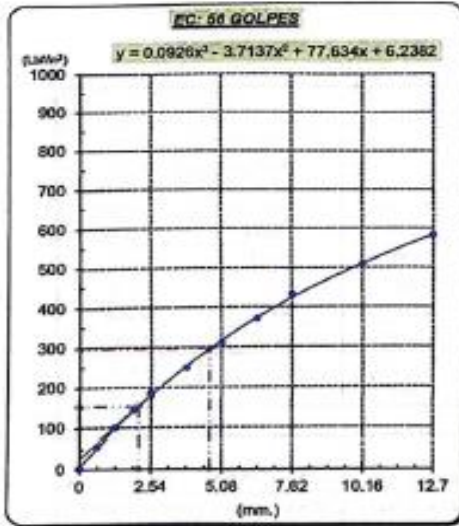


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.893 g/cm ³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.798 g/cm ³	1.7037
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	11.00 %	

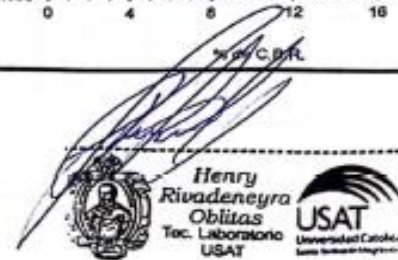
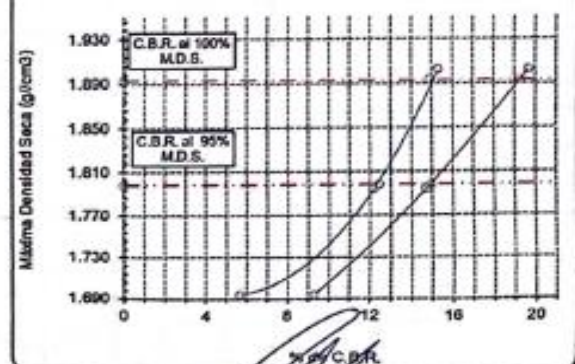
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	15 %	19 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	12 %	15 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



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 : Torres Mío Aracelly Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de caucho
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

CALICATA : Calicata N°03 + 3%caucho + 30%RCD
 MUESTRA : M-02

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A6				A7				A9				
Nº Capa		5				5				5				
Nº Golpes por capa		56				25				12				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		11972		12126		12103		12308		12053		12239		
Peso de molde (g)		7649		7649		7992		7992		8187		8187		
Peso del suelo húmedo (g)		4323		4477		4111		4396		3866		4052		
Volumen del molde (cc)		2115		2115		2116		2116		2105		2105		
Densidad húmeda (g/cc)		2.044		2.117		1.943		2.078		1.837		1.925		
% de humedad		7.74		11.37		8.15		15.21		8.50		13.39		
Densidad seca (g/cc)		1.897		1.901		1.796		1.803		1.693		1.698		
HUMEDAD														
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		688.9		688.9		4477		4477		401.1		401.1		
Tarro + Suelo seco (gr.)		643.9		643.9		4923		4323		372.8		372.8		
Peso del Agua (gr.)		45.0		45.0		154.0		154.0		28.3		28.3		
Peso del tarro (gr.)		62.4		62.4		0		0		25.5		25.5		
Peso del suelo seco (gr.)		581.5		581.5		4242.5		4242.5		347.3		347.3		
% de humedad		7.74		7.74		11.37		11.37		8.15		8.15		
Promedio de Humedad (%)		7.74		7.74		11.37		11.37		8.15		8.15		
Promedio de Humedad (%)		7.74		7.74		11.37		11.37		8.15		8.15		
Promedio de Humedad (%)		7.74		7.74		11.37		11.37		8.15		8.15		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	14.3	0	1.85	0	0	2.02	0	0	2.20	0	0			
10/05/2023	14.3	24	2.45	0.061		2.64	0.066		2.95	0.074				
11/05/2023	14.3	48	3.00	0.075		3.44	0.086		3.51	0.088				
12/05/2023	14.3	72	3.39	0.085		3.79	0.095		3.83	0.096				
13/05/2023	14.3	96	4.20	0.105		4.39	0.110		4.52	0.113				
			4.57	total	2.30	4.57	total	2.40	4.57	total	2.47			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A6				MOLDE Nº A7				MOLDE Nº A9			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
mm.	pulg.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2		0	2			
0.640	0.025	0'30"	18	46			11	29		5	15			
1.270	0.050	1'00"	37	93			25	63		10	27			
1.910	0.075	1'30"	56	139			39	97		15	39			
2.540	0.100	2'00"	75	185	152.1	15.2	53	132	123.0	12.3	20	51	49.8	5.0
3.810	0.150	3'00"	99	244			71	176		28	71			
5.080	0.200	4'00"	123	302	291.3	19.4	89	219	229.9	15.3	36	90	91.2	6.1
6.350	0.250	5'00"	147	361			112	276		44	110			
7.620	0.300	6'00"	171	419			135	332		52	129			
10.160	0.400	8'00"	198	485			150	388		60	153			
12.700	0.500	10'00"	225	551			181	444		78	198			



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

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

Testista : Torres Mío Aracelly Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

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 - PENETRACIÓN

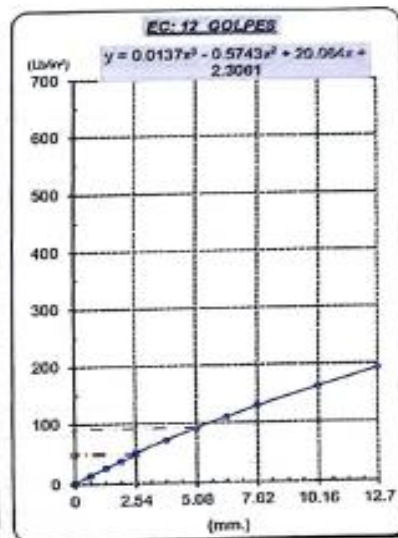
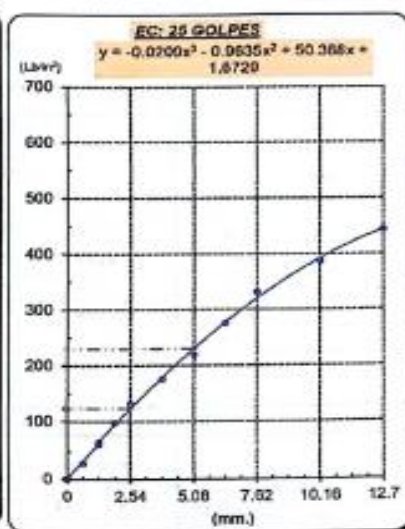
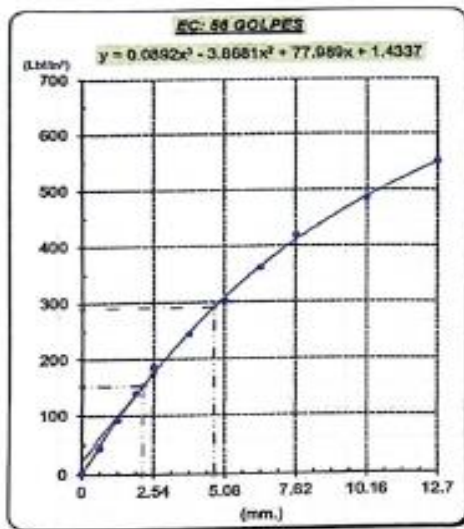


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

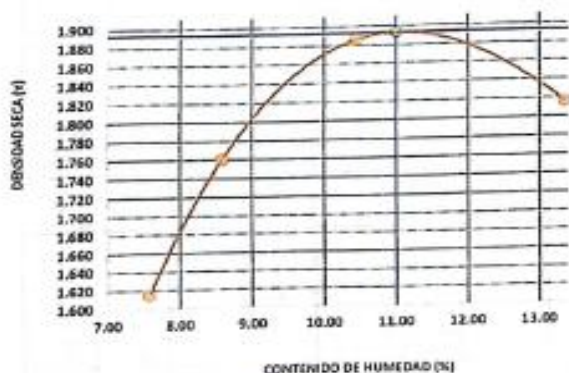
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.893 g/cm ³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.798 g/cm ³	1.7037
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	11.00 %	

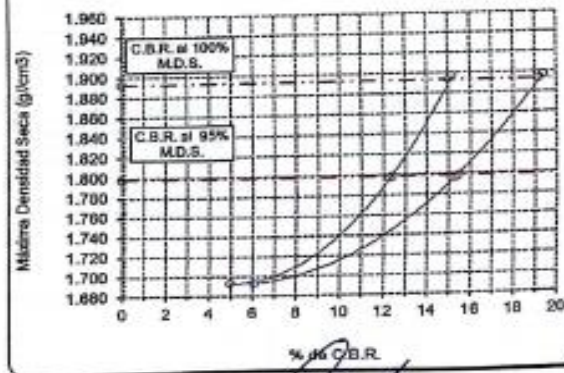
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	15 %	19 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	12 %	16 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATELICA 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 : Torres Mto Aracely Yvette
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

CALICATA : Calicata N°03 + 3%caucho + 40%RCD
MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A4				A2				A1				
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		12523		12758		12145		12421		12000		12195		
Peso de molde (g)		8305		8305		8187		8187		8140		8140		
Peso del suelo húmedo (g)		4218		4453		3958		4234		3860		4055		
Volumen del molde (cc)		2108		2108		2105		2105		2112		2112		
Densidad húmeda (g/cc)		2.001		2.113		1.880		2.012		1.827		1.920		
% de humedad		8.20		13.88		8.62		15.72		9.14		14.27		
Densidad seca (g/cc)		1.849		1.855		1.731		1.738		1.674		1.680		
HUMEDAD														
Tarro N°		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		449.5	449.5	4453	4453	360.0	360.0	4234	4234	433.0	433.0	4055.0	4055.0	
Tarro + Suelo seco (gr.)		418.2	418.2	4218	4218	334.6	334.6	3958	3958	399.6	399.6	3860.0	3860.0	
Peso del Agua (gr.)		31.3	31.3	235.0	235.0	25.4	25.4	276.0	276.0	33.4	33.4	195.0	195.0	
Peso del tarro (gr.)		36.7	36.7	0	0	40	40	0	0	34.1	34.1	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		381.5	381.5	4141.4	4141.4	294.6	294.6	3890.6	3890.6	365.5	365.5	3796.4	3796.4	
% de humedad		8.20	8.20	13.88	13.88	8.62	8.62	15.72	15.72	9.14	9.14	14.27	14.27	
Promedio de Humedad (%)		8.20		13.88		8.62		15.72		9.14		14.27		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	14.3	0	1.11	0	0	1.22	0	0	1.33	0	0			
10/05/2023	14.3	24	1.53	0.038		1.60	0.040		1.71	0.043				
11/05/2023	14.3	48	1.80	0.045		1.85	0.045		1.90	0.048				
12/05/2023	14.3	72	2.20	0.055		2.53	0.063		3.05	0.076				
13/05/2023	14.3	96	2.35	0.059		2.81	0.070		3.44	0.086				
			4.57	total	1.29	4.57	total	1.54	4.57	total	1.88			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A4				MOLDE N° A2				MOLDE N° A1			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
mm.	pulg.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2		0	2			
0.640	0.025	0'30"	32	80			19	49		9	24			
1.270	0.050	1'00"	63	156			38	95		18	46			
1.910	0.075	1'30"	95	234			58	144		26	66			
2.540	0.100	2'00"	126	310	248.9	24.9	77	190	181.9	18.2	35	88	85.6	8.6
3.810	0.150	3'00"	165	405			103	254		49	122			
5.080	0.200	4'00"	203	497	476.5	31.8	128	315	321.5	21.4	64	158	190.0	10.7
6.350	0.250	5'00"	241	590			153	376		78	193			
7.620	0.300	6'00"	279	683			179	439		93	229			
10.160	0.400	8'00"	346	792			209	512		120	278			
12.700	0.500	10'00"	366	902			240	588		152	324			


 TÉCNICO DE LABORATORIO


 Henry Ruedeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT


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

Testista : Torres Misa Aracelly Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Teoría : Análisis de las propiedades físico-mecánico de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción.
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

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
 GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

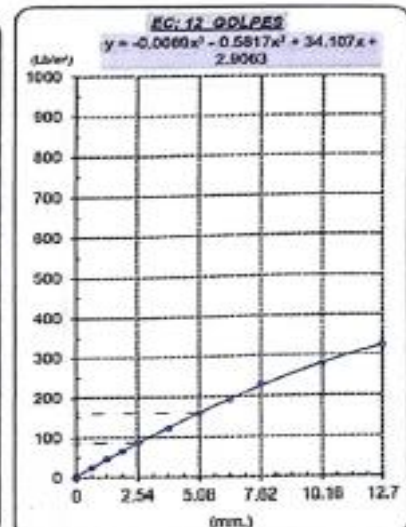
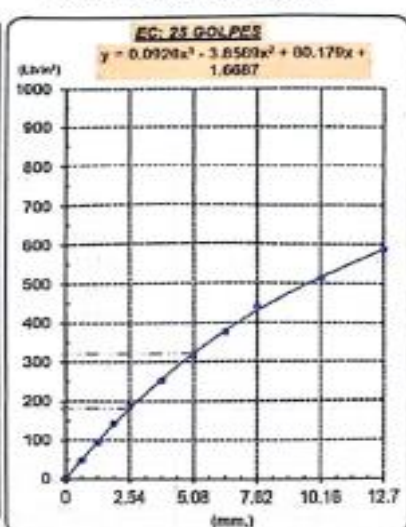
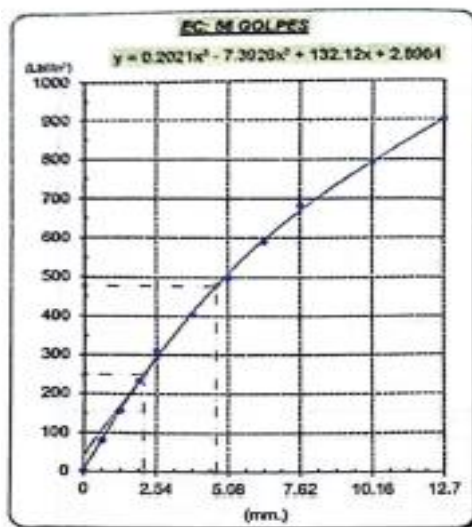


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

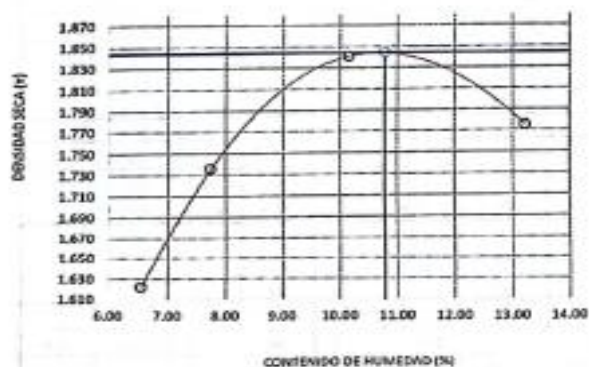
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.844 g/cm ³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.752 g/cm ³	1.6596
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	10.78 %	

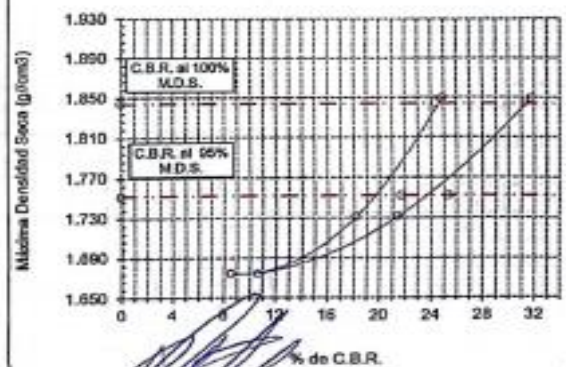
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	24 %	31 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	22 %	25 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MÓRRIS
 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

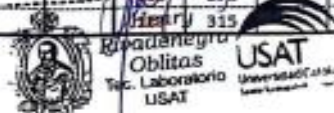
Tesista: Torres Mío Aracelly Yvette
Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis: Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subbase en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
Ubicación: Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: Chiclayo, 10 de febrero del 2024

CAUCATA: Calicata N°08 + 3%caucho + 40%RCD
MUESTRA: M-02

PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A1				13				A3					
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	12371		12529		12160		12324		12000		12247			
Peso de molde (g)	8140		8160		8187		8187		8187		8187			
Peso del suelo húmedo (g)	4231		4389		3973		4137		3813		4060			
Volumen del molde (cc)	2112		2112		2105		2105		2105		2105			
Densidad húmeda (g/cc)	2.003		2.078		1.888		1.966		1.812		1.929			
% de humedad	8.33		12.14		8.72		12.92		9.06		15.65			
Densidad seca (g/cc)	1.849		1.853		1.736		1.741		1.661		1.668			
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	510.5	510.5	4389	4389	214.5	214.5	4137	4137	360.0	360.0	4060.0	4060.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	475.7	475.7	4231	4231	200.9	200.9	3973	3973	333.0	333.0	3813.0	3813.0		
Peso del Agua (gr.)	34.8	34.8	158.0	158.0	13.6	13.6	164.0	164.0	27.0	27.0	247.0	247.0		
Peso del tarro (gr.)	58.1	58.1	0	0	45	45	0	0	35	35	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	417.6	417.6	4154.2	4154.2	155.9	155.9	3905.2	3905.2	298.0	298.0	3750.7	3750.7		
% de humedad	8.33	8.33	12.14	12.14	8.72	8.72	12.92	12.92	9.06	9.06	15.65	15.65		
Promedio de Humedad (%)	8.33		12.14		8.72		12.92		9.06		15.65			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	14.3	0	0.71	0	0	0.97	0	0	1.41	0	0			
10/05/2023	14.3	24	1.32	0.033		1.29	0.032		1.83	0.046				
11/05/2023	14.3	48	1.93	0.048		1.64	0.041		2.37	0.059				
12/05/2023	14.3	72	2.09	0.052		2.55	0.064		2.65	0.066				
13/05/2023	14.3	96	2.3	0.058		2.86	0.072		3.39	0.085				
			4.57	total	1.26	4.57	total	1.57	4.57	total	1.86			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A1				MOLDE Nº 13				MOLDE Nº A3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
mm.	pulg.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	30	76			21	54			11	29		
1.270	0.050	1'00"	59	146			39	97			21	54		
1.910	0.075	1'30"	87	215			58	144			30	76		
2.540	0.100	2'00"	116	285	236.0	23.6	76	188	180.7	18.1	40	100	96.2	9.6
3.810	0.150	3'00"	154	378			101	249			54	134		
5.080	0.200	4'00"	192	471	452.9	30.2	126	310	316.0	21.1	67	166	170.3	11.4
6.350	0.250	5'00"	230	563			150	368			81	200		
7.620	0.300	6'00"	268	656			175	429			95	234		
10.160	0.400	8'00"	357	763			205	502			119	295		
12.700	0.500	10'00"		873			236	578			143	355		


 TÉCNICO DE LABORATORIO


 Oblitos
 Sec. Laboratorio
 USAT

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

Testista : Torres Miso Azacelly Yvette
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción
 Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Febrero del 2024

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 - PENETRACIÓN

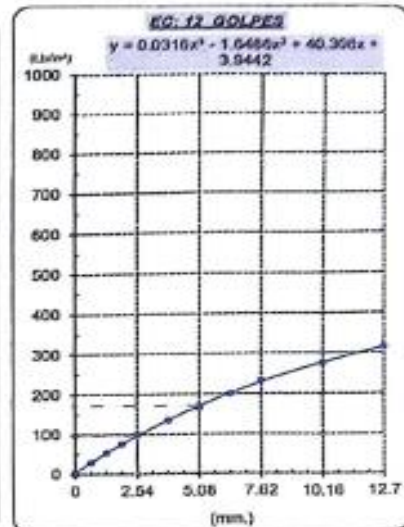
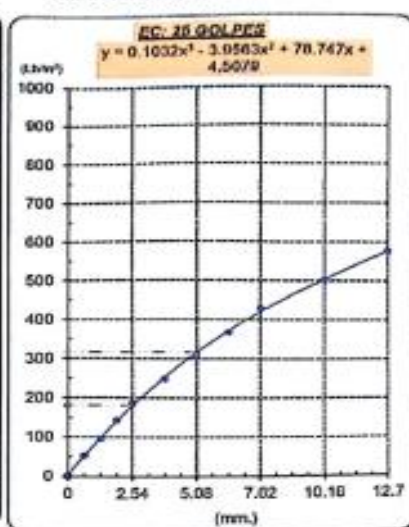
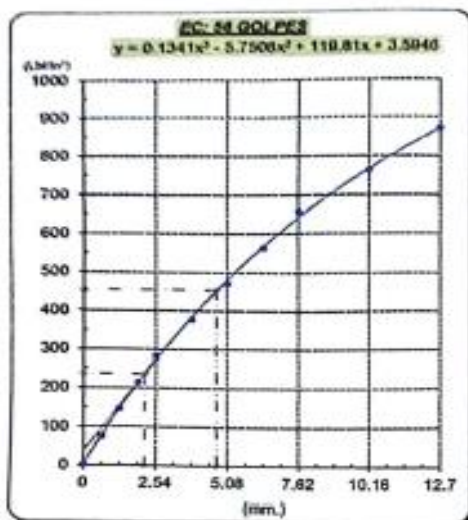


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.844 g/cm ³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.752 g/cm ³	1.6596
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	10.78 %	

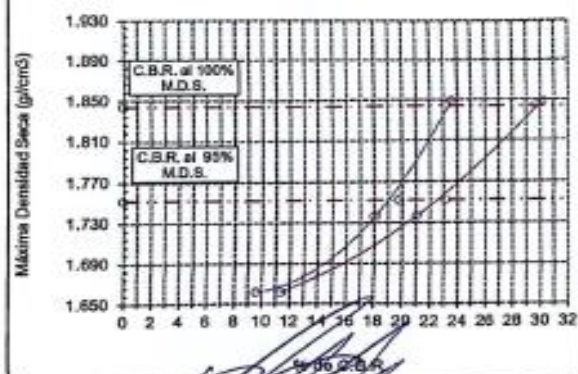
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	23 %	30 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	20 %	23 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneiro Oblitas
 Henry Rivadeneiro Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 USAT Universidad Católica del Perú



Urbanización El Ingeniero II - Mz. H 11, 15
Joné Leonardo Oríz - Chiclayo
proyectos@geinar.com / ventas@geinar.com
923773336 - 908384538

Orden de trabajo:	LMS - G - 027 - 2024	Aprobado	:	GG	Versión	:	01	Página	:	01 de 01
Tesista	: Aracelly Yvette Torres Mio									
Proyecto	: Análisis de las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en zonas no pavimentadas adicionando caucho reciclado y residuos de construcción y demolición en La Victoria - Chiclayo, 2022									
Ubicación	: Distrito de La Victoria - provincia de Chiclayo - departamento de Lambayeque									
Fecha	: 8/05/2024									

Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena					
NTP 339.143					
CAPA	Muestra Patrón	Muestra Patrón + 3% C + 20	Muestra Patrón + 3% C + 30	Muestra Patrón + 3% C + 40	
PRUEBA	01	02	03	04	
1. Peso del Material + Bolsa (gr)	2,443.00	3,080.00	3,214.00	2,725.00	
2. Peso de la Bolsa (gr)	10.00	10.00	10.00	10.00	
3. Peso de Material Neto (gr)	2,433.00	3,070.00	3,204.00	2,715.00	
4. Peso de la Arena + Frasco (gr)	5,753.00	5,705.00	5,526.00	5,884.00	
5. Peso de la Arena que queda + Frasco (gr)	1,974.00	1,520.00	1,375.00	2,128.00	
6. Peso de la Arena en el embudo (gr)	1,717.00	1,717.00	1,717.00	1,717.00	
7. Peso de la Arena en el hueco (gr)	2,062.00	2,468.00	2,434.00	2,039.00	
8. Densidad de la Arena (gr/cm ³)	1.44	1.44	1.44	1.44	
9. Volumen del Hueco (cm ³)	1,432.00	1,714.00	1,690.00	1,416.00	
10. Peso de la Grava seca al aire (gr)	21.00	---	---	---	
11. Volumen de la Grava desplazada (cm ³)	8.00	---	---	---	
12. Peso Neto del Suelo (gr)	2,412.00	3,070.00	3,204.00	2,715.00	
13. Volumen del Suelo (cm ³)	1,424.00	1,714.00	1,690.00	1,416.00	
14. Densidad Húmeda (gr/3)	1.69	1.79	1.90	1.92	
15. % de Contenido de Humedad (*)	8.60	8.80	9.40	9.00	
16. Densidad Seca (gr/cm ³)	1.56	1.65	1.73	1.76	
17. Máxima Densidad determinada (gr/cm ³)	1.84	1.81	1.85	1.83	
18. Porcentaje de Compactación (%)	85.00%	91.00%	94.00%	96.00%	

Observaciones :

- * El ensayo de porcentaje de agua fue realizado mediante el uso de Humedómetro (Speedy).



Henry Rivadeneira Oblitas
Responsable de Lab Ing. Civil Ambiental

Henry Ricardo Paredes Cueva
INGENIERO CIVIL
Reg. CP Nº 126233
GEOTECNIA, INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.R.L.

Anexo 6: Plano georeferenciados de calicatas.



ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN

CUADRO DE COORDENADAS

CALICATA	SUR	OESTE
C-01	6.806482	79.840340
C-02	6.806520	79.840269
C-03	6.806553	79.840167
C-04	6.806565	79.840052
C-05	6.806563	79.839960

LEYENDA

CALICATAS



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

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

Solicitante:
Torres Mio Aracelly Yvette

Proyecto:
Uso de caucho reciclado y residuos de construcción y demolición para la realización de un tramo de prueba en la Victoria - Chiclayo

Departamento: Lambayeque	Provincia: Chiclayo	N°Lamina: U-01
Distrito: La Victoria	Nombre del plano: Localización	

Escala:
1:2000

Fecha:
Mayo - 2023

Anexo 7: Autorización para adquirir caucho



“RUEDAMAX E.I.R.L.”

AUTORIZACIÓN PARA LA ADQUISICIÓN DE LOS RESIDUOS DE CAUCHO

Chiclayo 28 de octubre del 2022.

Quien suscribe:

JULIO CESAR LUZÓN RIVERA!

JEFE DE LA PLANTA

RUEDAMAX E.I.R.L

AUTORIZA: Permiso para el recojo de los residuos de caucho que brindara la reencauchadora RUEDAMAX E.I.R.L, para el proyecto de investigación, denominado **“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICO DE LA SUBRASANTE EN ZONAS NO PAVIMENTADAS ADICIONANDO CAUCHO RECICLADO Y RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA VICTORIA-CHICLAYO, 2022”**.

Por el presente, el que suscribe **Julio Cesar Luzón Rivera, jefe de la planta reencauchadora Ruedamax E.I.R.L**, autorizando a la alumna Torres Mio, Aracelly Yvette, identificada con DNI: 72327676, código: 171CV70496, de la Escuela profesional de INGENERIA CIVIL AMBIENTAL de la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo y autora del proyecto **“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICO DE LA SUBRASANTE EN ZONAS NO PAVIMENTADAS ADICIONANDO CAUCHO RECICLADO Y RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA VICTORIA-CHICLAYO, 2022”**, para que pueda recoger los residuos del caucho que se encuentran en la planta procesadora de los neumáticos y serán unos 30kg aproximadamente.

JULIO CESAR LUZÓN RIVERA.
DNI: 72327676
JEFE DE LA PLANTA
RUEDAMAX E.I.R.L