

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



**Estabilización de suelos arcillosos utilizando emulsión asfáltica y viruta de
acero para subrasantes–La Victoria, Lambayeque-2021**

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

AUTOR

Amanda Gabriela Galvez Cooper

ASESOR

Lucas Ludeña Gutierrez

<https://orcid.org/0000-0001-7903-3646>

Chiclayo, 2024

**Estabilización de suelos arcillosos utilizando emulsión asfáltica y
viruta de acero para subrasantes–La Victoria, Lambayeque-2021**

PRESENTADA POR

Amanda Gabriela Galvez Cooper

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

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Roberto Bruno Reyes Aspiros
PRESIDENTE

Joaquin Hernan Rojas Oblitas
SECRETARIO

Lucas Ludeña Gutierrez
VOCAL

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	7%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%

qdoc.tips

ÍNDICE

RESUMEN.....	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
REVISIÓN DE LITERATURA.....	20
ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	20
Internacionales	20
Nacionales.....	23
Locales	26
BASES TEÓRICO-CIENTÍFICAS.....	28
Manual de carreteras: “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos” -Sección suelos y pavimentos - Perú 2014	28
Manual de ensayos de materiales – Perú, 2016	28
Método de ensayo de análisis granulométrico de suelos por tamizado.....	28
Método de ensayo para determinar limite líquido del suelo	29
Método de ensayo para la determinación del límite plástico e índice de plasticidad de suelo	29
Método de ensayo para la determinación del contenido de humedad.....	29
Ensayo de compactación de Proctor modificado	29
CBR de suelos (California Bearing Ratio).....	30
Sistema de clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (AASHTO)	30
Suelos.....	30

Origen y formación de los suelos	30
Clasificación de los suelos	31
Propiedades de los suelos	32
Evaluación e investigación de suelos para el diseño de pavimentos	33
Subrasante	34
Arcillas	35
Estabilización de suelos	35
Estabilización mecánica de suelos	36
Estabilización por combinación de suelos	36
Estabilización de suelos con cal	36
Estabilización de suelos con cemento	36
Estabilización de suelos con asfalto	37
Emulsión asfáltica	37
Tipos de emulsión asfáltica	37
Emulsiones catiónicas	38
Emulsiones aniónicas	38
Viruta de acero	38
DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	39
Pavimento	39
Capa subbase	39
Capa base	39

Superficie de rodadura	39
SUCS.....	39
Cohesión de suelo	39
Asfalto.....	39
Emulsificante	40
MATERIALES Y METODOS	40
VARIABLES - OPERACIONALIZACION.....	40
DISEÑO METODOLÓGICO	41
Tipo de estudio y diseño de contrastación de hipótesis	41
Población, muestra de estudio y muestreo	41
Unidad de estudio.....	41
Población.....	41
Muestra.....	41
Métodos y técnicas de recolección de datos	43
Estrategia metodológica para demostración de la hipótesis	43
PROCEDIMIENTO.....	44
Trabajos de campo	44
Ensayos de laboratorio a muestra natural	46
Determinación del contenido de humedad del suelo.....	46
Análisis granulométrico de suelos por tamizado.....	48
Determinación del límite líquido del suelo	49

Determinación del límite plástico e índice de plasticidad de los suelos	50
Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada o Proctor modificado.....	51
CBR de suelo.....	51
Preparación de aditivos	52
Preparación de virutas de acero.....	52
Preparación de emulsión asfáltica	53
Ensayos de laboratorio a mezcla suelo – virutas de acero	53
Proctor modificado a mezcla suelo – virutas de acero	53
CBR a mezcla suelo – virutas de acero	54
Ensayos de laboratorio a mezcla suelo – emulsión asfáltica	57
Límites de Atterberg a mezcla suelo – emulsión asfáltica	57
CBR a mezcla suelo – emulsión asfáltica	59
Análisis económico.....	61
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	62
Resultados de ensayos a muestra natural.....	62
Ensayos físicos del suelo	62
Ensayos mecánicos del suelo	63
Proctor modificado.....	63
CBR a suelo natural.....	63
Resultados de ensayos a mezcla suelo – virutas de acero	65
Proctor modificado a mezcla suelo – virutas de acero.....	65

CBR a mezcla suelo – virutas de acero.....	66
Resultados de ensayos a mezcla suelo – emulsión asfáltica.....	67
Límites de Atterberg a mezcla suelo – emulsión asfáltica.....	67
CBR a mezcla suelo – emulsión asfáltica	69
Análisis económico.....	71
CONCLUSIONES	75
RECOMENDACIONES	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
ANEXOS.....	81
Anexo 01 - Ensayos de campo.....	82
Anexo 02 - Ensayos de laboratorio	90
Anexo 03 - Plano de ubicación de calicatas.....	159
Anexo 04 - Plano fotográfico.....	161

Lista de tablas

Tabla 1: Categorías de sub rasantes	35
Tabla 2: Operacionalización de variables	40
Tabla 3: Número de puntos de investigación según el tipo de vía.....	42
Tabla 4: Cálculo del área de las vías urbanas no pavimentadas del P.J. “Antonio Raymondi del Acqua”.....	42
Tabla 5: Métodos y técnicas de recolección de datos	43
Tabla 6: Métodos y técnicas de recolección de datos	43
Tabla 7: Dosificación de virutas de acero en peso para Proctor Modificado.....	54
Tabla 8: Dosificación de virutas de acero en peso para el ensayo de CBR.	54
Tabla 9: Dosificación de emulsión asfáltica en peso para el ensayo de CBR.....	59
Tabla 10: Coeficientes utilizados en el diseño de pavimento flexible mediante el método guía AASHTO 93.....	61
Tabla 11: Cuadro de los resultados de la clasificación de suelos a las muestras alteradas de las 7 calicatas.	62
Tabla 12: Cuadro de resultados de los ensayos de Proctor Modificado a las muestras de suelo natural de las 7 calicatas.....	63
Tabla 13: Resultados del ensayo de CBR de las muestras de suelo natural.	64
Tabla 14: Resultados del ensayo de Proctor modificado a las muestras de suelo con adiciones de virutas de acero.....	65
Tabla 15: Resultados del ensayo de CBR con penetración al 95% del MDS.	66
Tabla 16: Límites de Atterberg para la mezcla de suelo con emulsión asfáltica en diferentes porcentajes.....	68

Tabla 17: Ensayo de CBR con penetración al 95% del MDS para la mezcla de suelo con emulsión asfáltica.	70
Tabla 18: Costo de obtención y producción de virutas de acero por m2.	71
Tabla 19: Costo de obtención de emulsión asfáltica por m2.	71
Tabla 20: Espesores de base y subbase y costos de ejecución para pavimento con subrasante adicionada con virutas de acero.	73
Tabla 21: Espesores de base y subbase y costos de ejecución para pavimento con subrasante adicionada con emulsión asfáltica.	74

Lista de ilustraciones

Figura 1: Excavación de calicatas	45
Figura 2: Medición de profundidad de calicatas	46
<i>Figura 3: Muestras seleccionadas y pesadas para la determinación del contenido de humedad.</i>	47
Figura 4: Colocación de muestras en el horno	47
Figura 5: Muestras de suelo seco recién sacadas del horno	48
Figura 6: Muestras lavadas de las 7 calicatas	48
<i>Figura 7: Tamizado y pesaje de muestras</i>	49
Figura 10: Determinación de limite liquido de suelo natural.	50
Figura 11: Determinación del límite plástico del suelo natural.	50
Figura 12: Preparación de mezcla y compactación de suelo para el ensayo de CBR.....	51
Figura 13: Penetración de los moldes de CBR.	52
Figura 14: Estado inicial de las virutas de acero antes de su procesamiento.....	52
<i>Figura 15: Virutas de acero procesadas</i>	53
<i>Figura 16: Preparación de mezcla de suelo – virutas de acero.</i>	55
<i>Figura 17: Preparación de mezcla suelo – virutas de acero</i>	55
<i>Figura 19: Compactación de la muestra se suelo en los moldes de CBR.</i>	56
Figura 18: Penetración de las probetas compactadas saturadas.....	56
Figura 20: Mezcla realizada para la ejecución del ensayo de Limites de Atterberg de suelo con adición de emulsión asfáltica.....	57
Figura 21: Elaboración de barritas de suelo con emulsión asfáltica para el ensayo de Limite plástico.	58

Figura 22: <i>Ejecución de ensayo de limite líquido a suelo con adición de emulsión asfáltica.</i>	58
Figura 23: Preparación de mezcla de suelo con emulsión asfáltica para el ensayo de CBR. .	59
Figura 24: Penetración de probetas de suelo con adición de emulsión asfáltica.	60
Figura 25: Probetas de CBR sumergidas en agua.	60
Figura 26: <i>Diseño de pavimentos para las distintas subrasantes mejoradas con virutas de acero.</i>	72
Figura 27: <i>Diseño de pavimentos para las distintas subrasantes mejoradas con virutas de acero.</i>	73

Lista de gráficas

Gráfica 1: CBR de suelo natural a las 7 calicatas realizadas.	64
Gráfica 2: Optimo contenido de humedad vs Dosificación de virutas de acero.	65
Gráfica 3: Máxima densidad seca vs Dosificación de virutas de acero.	66
Gráfica 4: CBR al 95% de MDS de suelo adicionado vs Dosificación de virutas de acero. ...	67
Gráfica 7: Limite liquido del suelo adicionado vs Dosificación de emulsión asfáltica.	68
Gráfica 6: Limite plástico del suelo adicionado vs Dosificación de emulsión asfáltica.	69
Gráfica 8: Índice plástico del suelo adicionado vs Dosificación de emulsión asfáltica.	69
Gráfica 9: CBR al 95% del MDS de suelo adicionado vs dosificación de emulsión asfáltica.	70

RESUMEN

Alrededor del mundo los suelos arcillosos y sus cambios de volumen han sido un gran problema para las obras de infraestructura, puesto que además de generar graves daños de carácter estructural en edificaciones, obras viales, sistemas de agua y alcantarillado, entre otros; han generado grandes pérdidas económicas a los entes ejecutores.

Por ello, para la ejecución de obras viales, resulta imprescindible conocer las características de la subrasante sobre la que se apoya la estructura del pavimento, de modo que si estas no cuentan con los requerimientos mínimos exigidos por el Manual de Carreteras – Sección suelos y Pavimentos, se tendría que realizar una mejora a las propiedades del suelo denominado estabilización.

Por este motivo se realizó el estudio de las características de la subrasante en las vías urbanas del P.J Antonio Raymondi del Acqua y la influencia que tuvieron sobre ellas la emulsión asfáltica y las virutas de acero.

Las muestras de suelo natural extraídas según la clasificación SUCS son del tipo CL, en general las muestras presentaban CBR al 95% del M.D.S bajos, cuyo mínimo valor obtenido fue de 1.9% perteneciente a la calicata 02, muestra con la cual fueron realizados los ensayos con los aditivos.

En cuanto a los resultados de los ensayos a las muestras con adición de virutas de acero, solo se logró la estabilización del suelo con el 15% de adición, logrando un CBR de 5.5%; por otro lado, con la emulsión asfáltica se logró la estabilización del suelo arcilloso con las dosificaciones de 3%, 6%, 9% y 13%, con esta última obteniéndose un pico de 6.4% de CBR, para luego descender con la dosificación de 18% de adición de emulsión asfáltica por debajo del 3%.

En cuanto el análisis económico, se realizó el diseño del pavimento flexible con la adición de virutas de acero y de emulsión asfáltica, en ambos casos se vio reducido el costo en base y subbase a un 79.2% y 58.5% respectivamente en comparación con el diseño sin aditivos.

Palabras clave: Suelos arcillosos, estabilización de suelos, subrasante, emulsión asfáltica, viruta de acero.

ABSTRACT

Around the world, clay soils and their changes in volume have been a major problem for infrastructure works, since in addition to causing serious structural damage to buildings, road works, water and sewage systems, among others, they have generated large economic losses for the executing entities.

Therefore, for the execution of road works, it is essential to know the characteristics of the subgrade on which the pavement structure rests, so that if these do not meet the minimum requirements demanded by the Highway Manual - Soils and Pavements Section, an improvement to the soil properties called stabilization would have to be made.

For this reason, a study was made of the characteristics of the subgrade in the urban roads of P.J. Antonio Raymondi del Acqua and the influence that the asphalt emulsion and the steel chips had on them.

The natural soil samples extracted according to the SUCS classification are of the CL type, in general the samples presented CBR at 95% of the low M.D.S., whose minimum value obtained was 1.9% belonging to test pit 02, the sample with which the tests with the additives were carried out.

Regarding the results of the tests on the samples with the addition of steel chips, soil stabilization was only achieved with 15% of addition, achieving a CBR of 5.5%; on the other hand, with the asphalt emulsion, stabilization of the clayey soil was achieved with the dosages of 3%, 6%, 9% and 13%, with the latter obtaining a peak of 6.4% of CBR, and then descending with the dosage of 18% of addition of asphalt emulsion below 3%.

As for the economic analysis, the design of the flexible pavement with the addition of steel chips and asphalt emulsion was carried out; in both cases, the cost of base and subbase was reduced by 79.2% and 58.5%, respectively, compared to the design without additives.

Keywords: Clay soils, soil stabilization, subgrade, asphalt emulsion, steel filings.

INTRODUCCIÓN

El nivel de desarrollo de un país puede medirse en función a diferentes factores, pero se puede estar de acuerdo que uno de los elementos más relevantes para ser usado como referencia, es el ámbito de la construcción, principalmente el de la correspondiente a estructuras viales, pues a mayor kilometraje de vías correctamente implementadas, mayores serán los accesos a todas las regiones de un país y por ende el comercio relacionado con lo que estas tengan que ofrecer, es decir, transporte de productos, materia prima, entre otros. Sin contar, además, la mejora de la calidad de vida de la población que tiene mayor acceso a servicios de salud, educación, y trabajo. Es por ello que no solo basta con implementar las obras de infraestructura vial necesarias sino, además, es imperativo garantizar que estas sean de calidad y perduren en el tiempo, por el lapso para el que fueran diseñadas.

Y es que uno de los principales problemas en obras viales suele presentarse en trabajos sobre suelos expansivos, ya que estos pueden presentar diversos cambios de volumen producidos por la humedad generando daños considerables de carácter estructural, siendo la problemática indistinta del país en el que se ejecute, teniendo registro de esto en Egipto, Turquía, Australia, Arabia Saudita, España, Inglaterra, Estados Unidos de América, México y Chile [1].

Un caso particular, por ejemplo, es el que se presenta en Sudan, un país localizado en el norte de África, puesto que cuenta en gran parte de su territorio con suelos expansivos los cuales han ocasionado importantes perjuicios en sistemas de agua potable y alcantarillado, sistemas de riego, edificaciones y especialmente en obras viales. Según un estudio, es de conocimiento que las pérdidas ocasionadas por estos daños ascendían a los 6 millones de dólares anualmente [2]; es por este motivo que es necesario tener conocimiento previo el tipo del suelo sobre el cual se pretende ejecutar un proyecto y de ser imprescindible, realizar el mejoramiento necesario para poder lograr una subrasante con las características ideales para evitar daños futuros.

Del mismo modo, es de conocimiento público que diversas obras de carácter vial situadas en la costa del Perú se sitúan sobre suelos problemáticos, como suelos arenosos o arcillosos, y por ende inestables, por lo que es de suma importancia realizar la estabilización del mismo con el objetivo que este material cumpla con los requerimientos expuestos por el Manual de carreteras: Sección de suelos y pavimentos [3].

Por su parte, según [4], Chiclayo, se encuentra dividido en 4 sectores según el tipo de suelo que tiene mayor incidencia en cada zona. En el sector I, el tipo de suelo preponderante son las

arcillas (CH y CL), arenas (SM, SC y SP) y gravas (GC y CP) con una capacidad portante de 1 a 2 kg/cm², muy similar al sector II. El sector III cuenta con una capacidad portante de 0.5 a 1 kg/cm² y los suelos predominante son las arcillas de media y alta plasticidad (CH, CL, CL-ML) y en pequeñas proporciones arenas del tipo (SC, SM y SP), este sector se caracteriza por tener suelos con expansión de media a alta y cambios de volumen moderado; por otro lado, el sector IV tiene una capacidad portante de 0 a 0.5 kg/cm² y predominan las arcillas de media y alta plasticidad del tipo (CH, CL, CL-ML) y en pequeñas proporciones arenas del tipo (SC, SM y SP), esta zona posee una expansibilidad de alta a extremadamente alta con un cambio de volumen moderado a severo.

La zona a estudiar “Antonio Raymondi del Acqua”, localizada en el distrito de La Victoria, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, está compuesta por 25 manzanas y cuenta con un área total de 107 188.43 m²; la cual según la zonificación de suelos realizada por INDECI pertenece al sector III. Cabe recalcar que esta zona cuenta con una infraestructura vial deficiente, lo cual impide la circulación de vehículos debido a las irregularidades que existen en la superficie dificultándose aún más en épocas de lluvias, además es considerada también una zona vulnerable ante el fenómeno del niño. En la actualidad, esta zona presenta asentamientos, los cuales fueron bastante evidentes en veredas y muros, en las cuales se podían observar grietas significativas y desniveles. Por tanto, debido al tipo de suelo que se encuentra en la zona y a los problemas existentes en el sitio de estudio y zonas aledañas, que resulta imprescindible la estabilización del suelo que esta presenta ante una futura pavimentación.

Es importante saber que el mejoramiento de una subrasante se puede realizar mediante la sustitución del material existente en la zona, lo cual no es solo costoso sino también genera un gran impacto ambiental negativo debido a la explotación de canteras, o mediante la adición de algún estabilizante que ayude a mejorar las propiedades del suelo.

En la actualidad existen diversas técnicas para llevar a cabo la estabilización de un suelo como, por ejemplo, con escoria, cloruro de sodio, cloruro de calcio, cloruro de magnesio y geo sintéticos, los cuales son utilizados según el tipo de suelo [3]. Los estabilizantes de uso más común y frecuente hoy en día, son la cal y el cemento, sin embargo, estos al ser materiales que se utilizan en diversos procesos constructivos y al provenir de fuentes no renovables podrían encontrarse en escasez en un futuro [5]. Además de ello, la cal, cuenta con diversas desventajas en su uso, puesto que es de difícil almacenamiento, su aplicación implica la emisión de

partículas de podrían ser perjudiciales para la salud y por tanto no es recomendable su uso en centros poblados como la zona de estudio, entre otras [6].

Frente a lo descrito con anterioridad y en busca de solucionar la problemática se propuso la mejora del suelo del P.J. “Antonio Raymondi del Acqua” mediante la adición de virutas de acero y de emulsión asfáltica por separado, por consiguiente, se formula la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo influye la adición de la emulsión asfáltica y de las virutas de acero en las propiedades físico – mecánicas del suelo para su uso como subrasantes en las vías urbanas del Pueblo Joven “Antonio Raymondi del Acqua” en el distrito de La Victoria?

Y como respuesta a ello, se plantea la siguiente hipótesis:

Los suelos arcillosos presentes en las vías no pavimentadas del P.J. “Antonio Raymondi del Acqua” en el distrito de La Victoria, mejorará sus propiedades físico – mecánicas, tanto con la adición de emulsión asfáltica como con la adición de las virutas de acero, con lo cual se logrará el cumplimiento de las características requeridas para subrasantes por la norma.

La justificación de la ejecución de la investigación que se efectuará viene enmarcada en los puntos que se mencionan a continuación:

En el ámbito científico, es de gran importancia innovar en la indagación de nuevas tecnologías que permitan solucionar problemas existentes que, aunque actualmente ya cuenten con una solución, se pueden resolver de una manera no convencional tanto por temas medio ambientales como por disposición de materiales o por un tema económico. Además, es preciso ampliar el conocimiento científico de nuestra sociedad, puesto que en la actualidad no existen estudios en la región Lambayeque acerca de la utilización tanto de la emulsión asfáltica como de las virutas de acero para la estabilización de suelos para subrasantes arcillosas. Asimismo, esta investigación será de interés para los municipios, si es que se demuestra que los resultados resultan favorables, y para futuros estudios.

Llevar a cabo esta investigación es sustancial en el ámbito económico, puesto que la estabilización de suelos para subrasantes previene daños a futuro en los pavimentos ocasionados por posibles expansiones o contracciones volumétricas de los suelos, lo que significaría un ahorro de grandes cifras de dinero para los gobiernos locales. Además de ello,

se pretende brindar alternativas económicas, si es que según los estudios que se realizarán se demuestra que es de esa manera.

Desde un enfoque social, este estudio brindara alternativas de solución que, a diferencia de las más utilizadas hoy en día, que son la cal y el cemento, no perjudicaran la salud de los habitantes que moran en la zona puesto que tanto la emulsión asfáltica como las virutas de acero no presentan material particulado en su composición que se suspenda y ocasione una contaminación del aire que pueda producir problemas de salud en los habitantes del lugar estudiado.

Desde una perspectiva ambiental, es importante conocer nuevos métodos y técnicas de estabilización de suelos, puesto que los comúnmente utilizados como la sustitución del suelo y la adición de cal o cemento implican un gran impacto ambiental negativo debido a la explotación de canteras que se debe realizar para la extracción de materias primas. Además, se debe tener en cuenta que los materiales de construcción como la cal y el cemento, los cuales son utilizados en diversos procesos constructivos, provienen de materias primas de carácter no renovable, esto quiere decir que, al ser de uso masivo, los componentes básicos con las que estas se fabrican podrían llegar a escasear en algún momento. Por lo que es esencial, buscar alternativas que puedan solucionar el mismo problema generando un menor impacto ambiental y dando un valor agregado a lo que actualmente es considerado un residuo, como es el caso de las virutas de acero, que es un desecho del uso del torno en las manufacturas de la ciudad de Chiclayo; además es importante mencionar que la emulsión asfáltica, una de las alternativas que este trabajo de investigación pretende estudiar, es considerado por [16], como un material más sustentable en relación con el medio ambiente, debido a las pequeñas emisiones carbono, vapores y consumo de energía en su fabricación, que otros materiales de construcción.

Por lo tanto, para el desempeño de la presente investigación se planteó como **objetivo general:** Determinar la influencia de la adición de emulsión asfáltica y viruta de acero en las propiedades físico – mecánicas de las subrasantes arcillosas presentes en las vías no pavimentadas del P.J. “Antonio Raymondi del Acqua” del distrito de la Victoria, provincia de Chiclayo.

Con la finalidad de lograr el objetivo general se trazaron los siguientes **objetivos específicos:**

- Realizar la caracterización del suelo natural.
- Seleccionar la muestra que tenga las características más desfavorables para la realización de ensayos con estabilizantes.

- Determinar los cambios generados en las propiedades físico – mecánicas de la subrasante arcillosa con la adición de emulsión asfáltica en dosificaciones 3%, 6%, 9%, 13% y 18%.
- Determinar los cambios generados en las propiedades físico – mecánicas de la subrasante arcillosa con la adición de virutas de acero en dosificaciones de 1%, 2%, 4%, 8% y 15%.
- Establecer la dosificación óptima de emulsión asfáltica y de virutas de acero.
- Realizar el análisis de costos y determinar la factibilidad de empleo de la estabilización con emulsión asfáltica y la estabilización con virutas de acero.

REVISIÓN DE LITERATURA

ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Internacionales

Cardona y Sánchez [7], debido al uso cada vez mayor de los metales como el acero, los cuales son recursos no renovables cuya transformación y desperdicios implican un impacto ambiental negativo, pretenden incluir la viruta de acero como material reciclado en la estabilización de suelo – cemento, con el objeto de minimizar costos y reducir el impacto ambiental mejorando las características de este último. Para llevar a cabo esta investigación, al suelo – cemento se le añadieron dosis porcentuales de viruta de acero de 0%, 2.5% 5%, 7.5% y 10% con respecto al peso de este, mezcla con la se realizaron los ensayos requeridos por el artículo 350 – 13 de Invias, como el contenido de materia orgánica, granulometría, límites de Atterberg y contenido de humedad; cabe recalcar que para esta investigación no se tomaron en cuenta los ensayos de características químicas. Luego de realizados los ensayos mencionados con anterioridad, se llegó a la conclusión que según las resistencias presentadas por la mezcla de suelo – cemento con virutas de acero, se pudo notar que las únicas que llegaron al umbral de 2.1 MPa para el cumplimiento con la norma, fueron las mezclas que contenían dosificación de 7.5% y 10% de viruta de acero. Por lo tanto, según esta investigación, se recomienda el uso de la viruta de acero en dosificaciones de 7.5% y 10% como una alternativa para la estabilización de bases con suelo – cemento ya que cumple con las exigencias dadas por el artículo 350 – 13 de Invias en términos de resistencia y durabilidad.

Anchundia [8], afirma que, en la provincia de Loja, no se conocen investigaciones que brinden alternativas para la estabilización de suelos de subrasante, este problema se presenta en el sector de Chucos, en el cual según estudios se conoce la existencia de suelos arenosos difíciles de manejar por su cohesión, baja resistencia y permeabilidad, lo que ha ocasionado problemas en procesos constructivos como en las estructuras viales. Es por esto que se realizó el análisis de forma en la que actúa la mezcla de emulsión asfáltica y arena para la estabilización de subrasantes a través de la realización de ensayos como la resistencia a la compresión simple no confinada, ensayo triaxial, tracción directa, valor de soporte del suelo (CBR), además de la determinación del mejor porcentaje de emulsión asfáltica mediante pruebas de absorción. Luego de realizados los estudios convenientes se pudo llegar a la conclusión que, según el ensayo de tracción indirecta, se pudo corroborar la calidad de la mezcla arena – emulsión asfáltica, sin embargo, se pudo observar también que aquellas muestras que fueron curadas por 7 días sumergidas en agua, tuvieron una disminución de resistencia, caso contrario a las probetas curadas en seco, por lo tanto, se aconseja su colocación en vías en épocas de verano para evitar pérdidas de resistencia. También se corroboró mediante el ensayo triaxial que, con la adición de emulsión asfáltica en el suelo arenoso, se aumentaron los valores de cohesión de este último comparado con su estado natural.

Becerra y Gómez [9], aseguran que las carpetas asfálticas en algunas zonas de Bogotá se encuentran en condiciones deficientes, puesto que muestran poca estabilidad frente al alto flujo vehicular de la zona además de presentar suelos arcillosos con una alta expansividad y un nivel freático no constante debido a la abundante vegetación de la zona. Es por este motivo y porque en la actualidad existen deficiencias en la reutilización de materiales, que se busca mejorar las propiedades tanto mecánicas como físicas mediante un método experimental con la adición de residuos de la construcción y demolición (RCD), esto con el propósito de obtener una subrasante buena para formar parte de una estructura de pavimento. Para el estudio del comportamiento del suelo arcilloso estabilizado con residuos de la demolición y construcción, se utilizaron dosificaciones del 5%, 10% y 20% de este último mencionado, para luego determinar cuál es la resistencia del esfuerzo mediante un ensayo de CBR, también se realizaron ensayos como granulometría, gravedad específica, límite de Atterberg y Proctor modificado. Finalmente se pudo

conocer que para alcanzar un CBR mayor a 10% se deberán realizar más ensayos con un porcentaje de RCD superior a 30%, puesto que las dosificaciones estudiadas solo llegaron al 6%, además se concluyó que los residuos provenientes de la construcción y demolición se comportan como una arena bien grada y por ello este tipo de material debería de estar incluido en los catálogos de plantas de reciclaje para su. Por otro lado, cabe recalcar que este material no puede ser utilizado como capa de rodadura debido a su baja gravedad específica por lo que se sabe se desintegraría ante las cargas de tránsito.

M. Morissa y S. Syahrill [21], investigan la posibilidad de estabilizar suelos arcillosos con emulsión asfáltica y cenizas de palma, se sabe que la estabilización del suelo es una forma de realizar mejoras en las propiedades del suelo, ya sea por medios mecánicos o añadiendo material adicional al suelo, esto con el objetivo de incrementar la resistencia o la capacidad de carga, en esta investigación, se realizó el estudio a nivel de la subrasante para la construcción de una edificación, la subrasante con poca capacidad de carga puede tener un impacto en la construcción, causando daños o colapso. En este estudio, el tipo de suelo estabilizado fue del tipo arcilla, y se usó emulsión asfáltica para reducir la dependencia del cemento como material estabilizador, que es comúnmente usado para ahorrar costos cuando se ve desde el lado económico del desarrollo de infraestructura, es por esto que, la finalidad de este estudio fue el de determinar y obtener parámetros físicos y mecánicos en la estabilización del suelo con cenizas de palma y emulsión asfáltica. En las pruebas de compactación, la adición de ceniza de cáscara de palma y emulsión asfáltica como material estabilizador redujo el contenido de agua en un 13.23%, desde el valor óptimo del suelo blando en un 31% hasta un 26.9% cuando se estabiliza. La capacidad de carga en las pruebas de CBR aumentó en un 114.15% con una capacidad de carga del 4.1% al 8.78% a los 14 días. El porcentaje óptimo de hinchamiento, se consiguió con una adición de emulsión asfáltica del 9% y un tiempo de curado de 14 días.

Sarsam [22], investigo el comportamiento de deformación del modelo de terraplén estabilizado de arcilla con asfalto emulsionado bajo cargas monótonas y cíclicas. Se concluyó que la presión sostenida final fue de 0.8MPa con asentamiento vertical de 0.03 mm para suelo puro en condición seca, y se redujo a 0.3MPa con

asentamiento vertical de 12 mm en condición de absorción. La adición de emulsión asfáltica tiene un impacto positivo en el comportamiento del suelo; el modelo de terraplén fue capaz de sostener una tensión aplicada de 4 - 4.5 MPa antes de la falla y se obtiene 0.12 mm de deformación vertical en condiciones de pruebas secas y absorbidas bajo carga monótona. En condiciones de carga cíclica, el suelo estabilizado fue capaz de soportar 911 y 897 repeticiones de carga en caso de falla para condiciones de pruebas secas y absorbidas, respectivamente.

Ospina, Chaves, Jiménez [27], los autores proponen la incorporación de escoria para corroborar o descartar la hipótesis que plantean sobre la posible mejora de las subrasantes viales. Para ello, establecieron el uso de la escoria de acero en razón de 25%, 50% y 75% para un suelo arcilloso tipo caolín. Resultado de la investigación, es que la implementación de esta adición se comporta mejor en suelos cohesivos debido a que reducen la plasticidad de la muestra hasta prácticamente 0, pero aumentado su valor de CBR hasta casi 3 veces más de los resultados de la muestra inalterada. Los autores también determinaron que la menor relación muestra-escoria, presenta un mejor comportamiento, esto debido a que, con la dosificación más baja planteada, se minimizó la pérdida de la resistencia frente a la compresión e índice de plasticidad que la muestra podía presentar, sin perder la garantía de aumentar los valores de CBR y densidad de la misma. Si bien el CBR aumentó de 7.97% a 30.20% para la mayor dosificación de escoria, la humedad óptima se vio reducida considerablemente, pasando de 20.20% a 10.80%, al igual que su índice de plasticidad, pasando de 15.50% a 0%. Por otro lado, la resistencia al corte también se vio disminuida a la mitad, pasando de 0.20 MPa a 0.10 MPa, para la mayor dosificación, por lo que se demuestra que la menor proporción es la que mejor comportamiento presenta en la muestra estudiada.

Nacionales

Galarreta y Llenque [3], en su trabajo de investigación exponen la problemática de muchas de las obras viales que se ubican en la costa del Perú, las cuales se encuentran en su mayoría sobre suelos que contienen grandes porcentajes de arena, los cuales no son estables y de baja capacidad de soporte, por lo que necesita algún tratamiento para su mejoramiento o ser sustituido por un material de mejores características para su cumplimiento con la norma. Así sucede con la carretera no

pavimentada ubicada en el Villa Hermosa en el distrito de La Esperanza, la cual cuenta con la presencia de suelos limo arcillosos, por lo cual se pretende realizar un mejoramiento a nivel de subrasante con emulsión asfáltica con el objeto de modificar sus propiedades físico – mecánicas de manera positiva. Para ello, se realizaron probetas con dosificaciones de emulsión asfáltica de 0%, 3%, 6%, 9% y 12%, las cuales fueron curadas 4 días en agua para el ensayo de CBR y 7 y 14 días de curado a ambiente de laboratorio para el ensayo de resistencia a la compresión no confinada. Luego de realizados los respectivos ensayos para la obtención de resultados, se pudo concluir que la dosificación de 6% de emulsión asfáltica obtuvo un CBR de 29.30% y según el ensayo de resistencia a la compresión simple se obtuvo que la mezcla tiene una resistencia de 1.61 kg/cm^2 , por lo cual se puede corroborar que el suelo con adición de emulsión asfáltica es apto para el uso como subrasante. Se observó también que las dosificaciones de 9% y 12% mostraron una disminución tanto en CBR como en la resistencia a la compresión simple.

Rojas [10], asegura que la carretera Emp. PE 18 Chilca – Cochamarca, no cuenta con pavimentación y presenta problemas como ahuellamientos, erosión y baches, a ello sumado que la carga vehicular que circula por esta carretera altera de manera perjudicial la capacidad portante de la sub rasante; es por este motivo y que por la búsqueda alrededor del mundo de nuevas alternativas para el mejoramiento de carreteras que poseen un bajo volumen de tránsito que se realizó a cabo esta investigación. El objeto principal de esta investigación fue el estudio de una nueva alternativa para el mejoramiento del suelo, es decir la emulsión asfáltica, la cual se estudió en las dosificaciones de 2%, 4% y 6% en relación al peso seco de la muestra elegida. Para su ejecución, se realizaron diversos estudios como el ensayo Proctor modificado, contenido de humedad, contenido de sales solubles, ensayo de resistencia de abrasión del agregado, se determinó el índice plástico y límite de Atterberg, etc. Finalmente, se pudo obtener que el uso de la emulsión asfáltica en la sub rasante aumentó el CBR del mismo; la muestra de suelo arcilloso en su estado natural contaba con un CBR de 4.10% y al agregar la emulsión asfáltica en una dosificación del 2% se obtuvo un CBR de 5.20%, de igual forma al aumentar la dosificación de emulsión al 4% el CBR incrementó a 5.90% y con la dosificación de 6% se obtuvo un CBR 7.20%. De los resultados, se pudo concluir que el agente

estabilizador casi duplico el CBR del suelo natural, por lo cual se podría afirmar que existe una tendencia ascendente. Además de las mejoras en el CBR, se pudo observar también que la emulsión asfáltica afecta de manera favorable el diseño del espesor de la vía puesto que a medida que aumenta el CBR, los espesores de la misma van disminuyendo. Entre otras propiedades que se mejoraron gracias al uso de la emulsión asfáltica se encuentra el aumento de la densidad seca, lo que generará una mayor eficiencia en su compactación y transmisión de cargas.

Aguilar y Bravo [11], en su trabajo de investigación muestran la realidad problemática de la zona ladrillera del distrito de San Gerónimo, la cual presenta fisuras y deslizamientos, asimismo las vías de acceso se encuentran muy deterioradas debido al escaso mantenimiento y las fuertes lluvias. Es por esto y por la existencia de las cenizas de fondo de la ladrillera que se encuentra en la zona estudiada que se pretende realizar el análisis de la influencia que tienen las cenizas de fondo en los suelos arcillosos a nivel de subrasante. Para llevar a cabo el análisis ejecutado en esta investigación, se realizaron adiciones de ceniza de fondo en dosificaciones de 30%, 40% y 50% en el suelo arcilloso de la zona con la finalidad de evaluar el índice de plasticidad, el contenido de humedad óptimo, densidad máxima y la capacidad de soporte del mismo. Por último, se logró deducir que la adición de las cenizas de fondo en el suelo arcilloso, influyo de manera positiva en sus propiedades, lográndose la disminución de la plasticidad, la capacidad de soporte aumenta notoriamente con la adición de 30% de estabilizante y va mejorando a medida que la dosificación se incrementa. Además, también se pudo notar que la densidad máxima disminuye notablemente y el contenido de humedad óptimo, por el contrario, aumenta.

Guizado, Hurtado [28], los autores plantean la estabilización de la subrasante de las vías de tránsito de Azapampa, Huancayo, con la intención de elevar la calidad de vida de los pueblerinos. Para ello suponen el uso de fragmentos de metal reciclado en relación al 4%, 6% y 8% del peso del suelo de estudio, argumentando la posible mejora en las propiedades mecánicas y físicas del mismo. Como resultado de la experimentación se pudo obtener que: en primera instancia, el valor del óptimo contenido de humedad se ve incrementado por la presencia de dicha adición, pasando a ser de un 12% a un casi 14.5% con la máxima dosificación en

comparación con la muestra inalterada. Mientras que, por otro lado, fue su máxima densidad seca la que se redujo ligeramente para la misma comparación, pasando de 1.93 gr/cm^3 a 1.89 gr/cm^3 . Finalmente, la comparación más relevante viene a darse a notar cuando del CBR se trata, y es que, al 95% de su máxima densidad seca pasa de 3.1% para la muestra inalterada, a 5.0% para la máxima dosificación de la adición de fragmentos de metal reciclado; mientras que al 100% de su máxima densidad seca, se obtiene un incremento de más del doble de su CBR, pasando de 4.3% a 9.7% para la dosificación al 8% del peso, mostrando evidentes resultados del buen comportamiento en lo que al uso de esta adición concierne para la estabilización de un suelo con las características como las del estudio (limo de baja plasticidad con arena).

Locales

Flores [5], asegura que actualmente el medio ambiente está siendo perjudicado a causa de los residuos sólidos urbanos producidos por la población, siendo un especial problema los residuos plásticos. Esta problemática impulsa a buscar maneras de convertir estos residuos en una solución, en este caso para un problema ingenieril como lo es el mejoramiento de los suelos arcillosos, los cuales son suelos bastante problemáticos para la ejecución de obras. Es por esto que se plantea analizar el comportamiento de los plásticos PET provenientes de botellas en las propiedades físico – mecánicas en los suelos arcillosos presentes en el estacionamiento de la clínica USAT para uso de subrasante. Para ello, se estudiaron las propiedades del suelo de la zona mencionada con anterioridad, se observaron las variaciones en las propiedades del suelo con la adición de tiras de plásticos PET en dosificaciones de 1%, 1.15%, 1.25%, 1.5% y 2.5%, mediante el ensayo Proctor Modificado y el ensayo de CBR, además de los ensayos de granulometría, límites de Atterberg y contenido de humedad. Las dosificaciones que dieron mejores resultados en cuanto al ensayo de Proctor modificado son de 1.25% y 1.15% de fibras PET con una longitud de 1", las cuales presentaron una mejoría de la densidad máxima seca promedio con respecto al suelo natural de 9.36% y 8.32% respectivamente. También se concluyó que las mezclas con fibras PET de 1" con una dosificación de 1.15% es la más favorable, puesto que esta provoca una disminución en el volumen de la mezcla con respecto al terreno natural, caso

contrario sucedió con la dosificación de 1.25% la cual provocó un aumento de volumen. Por lo tanto, se puede deducir que la primera mezcla, es decir, la mezcla con una dosificación de 1.15% de fibras PET de 1" de longitud, es menos susceptible a incrementar su volumen en presencia de nivel freático.

Sinarahua [12], afirma que los suelos expansivos alrededor del mundo son un gran problema para las obras viales y para otras estructuras, este tipo de suelos pueden ser encontrados alrededor de todo el mundo y la zona de estudio, localizada en el distrito de José Leonardo Ortiz, no es ajena a esta problemática. Además de ello presenta una infraestructura vial deficiente y es una zona vulnerable frente al fenómeno del niño, por lo tanto, se pretende analizar el comportamiento de los aditivos Perma Zyme 30x y ConAid con la finalidad de lograr la estabilización de la subrasante de las vías urbanas no pavimentadas de la Urbanización Urrunaga Sector 1. Para la ejecución de esta investigación, se realizaron diversos ensayos como la granulometría, el contenido de humedad, la gravedad específica y la clasificación del suelo natural. Además, se calculó el índice de plasticidad, el grado de compactación, el porcentaje de expansión y la capacidad de soporte CBR para el suelo natural y para el suelo con la adición de estabilizantes, también se determinó la dosificación óptima de aditivos para la estabilización del suelo estudiado. Luego de los ensayos, se pudo concluir que el CBR del suelo natural fue de 2.02%, un valor muy por debajo de lo aceptable según la norma, con la adición de 0.9 L del aditivo PermaZyme 30x el CBR incremento a 5.40% y con la adición de 2.5 cm³ de ConAid el CBR fue de 5.70%. Por otro lado, si se añade 1.2 L de PermaZyme 30x el CBR aumenta a 7.70% y con el ConAid en una dosificación de 4 cm³ a 8%, por tanto, se puede llegar a la conclusión que el uso de estos aditivos se aumenta el valor de soporte. Además, se determinó que la mejor dosificación es de 1.2 L de Perma Zyme 30x y de 4 cm³ de ConAid. Además, se pudo observar que el suelo incrementa su resistencia al esfuerzo normal y cortante en un 80% con aditivo Perma Zyme 30x (1.1 L) y en un 90% con el aditivo ConAid (3.5 cm³). También se llegó a la conclusión que el aditivo que es económicamente más rentable para su aplicación en 1m³ de suelo compactado es el ConAid con una dosificación de 3.5 cm³.

Guzmán [13], en su trabajo de investigación afirma que existen carreteras con bajo volumen de tránsito que poseen un suelo limo – arcilloso, los cuales por lo general cuentan con ciertas características desfavorables como una capacidad portante baja y un CBR menor al 6%, que requiere ser mejorado o sustituido por un material con mejores características. Es por ello que se plantea el uso de polímeros reciclados, con el propósito de buscar una alternativa para el mejoramiento de la capacidad portante de dichos suelos. Para la ejecución de este estudio, se analizaron los parámetros del suelo como la capacidad portante, propiedades físicas, propiedades mecánicas, la expansión del suelo y la capacidad de filtración del mismo, tanto en su estado natural como en adición de los polímeros reciclados con dimensiones entre 5 y 10 mm en forma rectangular al 1.50 % del peso seco. Luego de realizados los ensayos correspondientes, se pudo concluir que la sub rasante estudiada cuenta con una gran presencia de arcillas, lo cual conlleva a tener una baja capacidad portante y poca estabilidad volumétrica, además es un suelo plástico y de mala granulometría. Con el uso de los polímeros reciclados, que fueron conseguidos de botellas desechables, solo se consiguió mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la sub rasante, puesto que se pudo apreciar que con la dosificación de polímeros reciclados al 1.50% del peso seco del suelo se dio un aumento del CBR en 26%, puesto que el material añadido es resistente y genera una gran fricción, por ello presenta una mayor resistencia al corte.

BASES TEÓRICO-CIENTÍFICAS

Manual de carreteras: “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos” -Sección suelos y pavimentos - Perú 2014

Este es un documento normativo de carácter obligatorio a nivel nacional, el cual tiene como objetivo dictar los criterios técnicos para suelos y pavimentos, con el objeto de facilitar el diseño de los componentes que forman parte de las carreteras pavimentadas y no pavimentadas como las capas superiores y la capa de rodadura, brindando una estabilidad estructural que sea eficiente tanto técnica como económicamente [14].

Manual de ensayos de materiales – Perú, 2016

Método de ensayo de análisis granulométrico de suelos por tamizado

Tiene como finalidad definir de manera cuantitativa la distribución de los tamaños de las partículas del suelo, precisando los porcentajes de suelo que pasa por las diferentes mallas o tamices utilizados hasta el N°200 [19].

Método de ensayo para determinar límite líquido del suelo

Este es el contenido de humedad (en %), para el que el suelo se encuentra entre el estado líquido y el estado plástico. Este es definido como el contenido de humedad para el cual el surco que separa dos partes de pasta de suelo en porciones iguales, se junta a lo largo del fondo en una distancia de 13 mm cuando la copa de Casagrande se golpea 25 veces desde 10 mm de altura y con una velocidad de 2 caídas por segundo. Cabe recalcar que el valor obtenido deberá aproximarse al centésimo [19].

Método de ensayo para la determinación del límite plástico e índice de plasticidad de suelo

Se define límite plástico como la menor humedad con la cual es posible formar barras de suelo con un diámetro de 3.2 mm, las cuales se forman rodando el mismo entre la palma de la mano y una superficie lisa, evitando que estas se deshagan [19].

Método de ensayo para la determinación del contenido de humedad

El contenido de humedad, definida la relación que existe entre el peso del agua que se encuentra en el suelo y el peso de las partículas sólidas del mismo. Para determinarlo, se pesa el suelo húmedo y luego este mismo se seca el suelo húmedo en un horno a $110 \pm 5^\circ\text{C}$, la disminución del peso será considerado como el peso del agua que contenía el suelo [19].

Ensayo de compactación de Proctor modificado

Este ensayo permite definir la relación existente entre el contenido de agua y el peso unitario seco de los suelos compactados en un molde con diámetro de 10.16 o 15.24 cm y un pisón de 44.5 N que cae desde una altura de 45.7 cm que produce una energía de compactación de $2700 \text{ kN}\cdot\text{m}/\text{m}^3$ [19].

CBR de suelos (California Bearing Ratio)

Este es un método usado para la evaluación de la resistencia potencial o capacidad de soporte de los suelos de subrasantes, subbases y materiales de base, así como materiales reciclados para su uso en pavimentos de vías y campos de aterrizaje [19].

Sistema de clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (AASHTO)

Este método describe el procedimiento a realizar para la clasificación de los suelos en diferentes grupos, este está dado por la granulometría y los límites de Atterberg.

Esta evaluación se hace mediante un denominado “índice de grupo”. El cual es un número entero y de ser negativo, toma el valor de “0”. El grupo de clasificación, y el índice de grupo, son usados para definir la calidad relativa de suelos de material de subrasantes, subbases y bases.

Cabe recalcar, que el índice de grupo debe ir siempre entre paréntesis después del símbolo del grupo y cuando el suelo es NP el índice de grupo que le corresponde es (0) [19]. [Ver Anexo 3]

Suelos

El suelo es considerado un agregado natural conformado por granos minerales que puede o no poseer componentes orgánicos, el cual puede ser dividido por medio mecánicos comunes [20].

Origen y formación de los suelos

Los suelos, se originan a través del proceso de meteorización de las rocas, el cual es un proceso de alteración causada por fenómenos atmosféricos dados en un tiempo considerable. Existen dos tipos de procesos de transformación de las rocas, la desintegración y la descomposición. El primero de ellos, es un proceso mecánico por el cual la roca se divide en partículas las cuales tendrán las mismas propiedades tanto físicas como químicas de la roca de las que

proviene; y el segundo es un proceso mediante el cual la roca se convierte en un producto con distintas propiedades físicas y químicas [20].

Clasificación de los suelos

En la naturaleza, se pueden encontrar diversos tipos de suelos, es por ello que se han desarrollado métodos para la clasificación de los mismos. Actualmente, los sistemas más utilizados son:

Clasificación de suelos AASHTO

Según este método, los suelos se encuentran clasificados en 8 grupos identificados con los símbolos del A – 1 al A – B. Los suelos inorgánicos, están clasificados en 7 grupos del A – 1 al A – 7 y estos son divididos en 12 subgrupos. Cabe recalcar que aquellos suelos que presenten una gran cantidad de materia orgánica estarán clasificados como A – B. Además, es importante señalar que los suelos granulares, es decir, aquellos que poseen menos del 35% de material fino que pasa por el tamiz N°200 conforman los grupos A -1, A – 2 y A – 3; por otro lado, los suelos finos limo arcillosos constituyen los grupos A – 4, A – 5, A – 6 y A – 7 [20].

Clasificación unificada de suelos (SUCS)

Este método, clasifica a los suelos en suelos de grano fino, de grano grueso y suelos orgánicos; los dos primeros mencionados, se distinguen a través del tamizado del material por la malla N°200.

Los suelos considerados gruesos son aquellos cuyas partículas son retenidas en más de un 50% por el tamiz N°200 y finos si es que más del 50% del material pasa por dicha malla.

Los suelos se denominan con símbolos de grupo, estos símbolos están conformados por un prefijo y por un sufijo. Los prefijos están dados por las iniciales de los nombres en inglés de los tipos de suelo fundamentales (grava, arena, limo, arcilla, suelo orgánico de grano fino

y turba) y los sufijos están dados por subdivisiones de los grupos anteriormente mencionados [20].

Propiedades de los suelos

Granulometría

El análisis granulométrico hace alusión a la porción en porcentaje de las diferentes dimensiones de partículas que forman parte de un suelo, para determinar la composición granulométrica existen diferentes procesos, sin embargo, el más utilizado es el tamizado. Una vez conocida la composición granulométrica del material estudiado, se realiza la llamada curva granulométrica [15].

Plasticidad

La plasticidad es la propiedad de un material, en este caso del suelo, para deformarse hasta cierto punto sin romperse, las arcillas, poseen esta propiedad y puede ser variable según el suelo en el que se encuentren. Para poder tener conocimiento de la plasticidad de un suelo, se hace uso de los límites de Atterberg, quien a través de estos separo 4 estados de consistencia de suelos coherentes. Entre ellos se encuentra el límite líquido, el límite plástico y el límite de contracción, los cuales pueden brindar una idea del suelo que se está estudiando [15].

- **Límite líquido:** definido como el contenido de humedad en porcentaje en relación con el peso seco de la muestra, con el cual el suelo va del estado líquido al plástico. Cabe recalcar que la cohesión de un suelo en el límite líquido es casi nula [15].
- **Límite plástico:** Definido según [15], como el contenido de humedad en porcentaje en relación con el peso seco de la muestra puesta al horno, para el cual los suelos cohesivos pasan del estado semisólido al plástico.

Densidad

La densidad absoluta está definida por la masa del suelo estudiado en una unidad de volumen sin contar los vacíos. La densidad aparente será la masa en una unidad de volumen incluyendo los vacíos [15].

Peso volumétrico

Se define peso volumétrico como el peso de un suelo en una unidad de volumen. El peso volumétrico aparente hace referencia al considerar el volumen de los vacíos que forman parte del suelo. Para calcular el peso volumétrico seco y suelto del suelo, este es colocado en un recipiente con volumen calculable, llenándolo y enrasándolo sin compactarlo. Luego de esto se pesa y se resta el peso del recipiente, obteniendo el peso de la muestra el cual será dividido entre el volumen del molde [15].

Evaluación e investigación de suelos para el diseño de pavimentos

Para la recolección de información base concerniente a los diferentes tipos de suelo, se deben efectuar investigación tanto de campo como de laboratorio con las cuales se puedan determinar distribución y propiedades físicas del material estudiado [20]. Esta investigación debe comprender los siguientes puntos:

- a. **Selección de unidades típicas de diseño:** Es la determinación del número de unidades de diseño homogéneas en relación con las características: geológicas, climáticas, topográficas, etc. [20]
- b. **Determinación del perfil de suelo:** El primer paso a ejecutar en el estudio de suelos es perforación del terreno con el propósito de definir la disposición de las capas de los suelos y la detección del nivel freático [20].
- c. **Muestreo de los diferentes estratos del suelo:** En cada calicata o perforación realizada, se deberá de tomar muestras representativas de cada estrato encontrado, estas pueden ser alteradas o inalteradas [20].
- d. **Ensayos de laboratorio de las muestras para la determinación de sus propiedades físicas con relación a la estabilidad y capacidad de soporte de la subrasante:** Con la finalidad de definir las propiedades físicas de las

muestras de suelo y evaluar su comportamiento resulta imprescindible realizar ciertos ensayos normalizados, dentro de los cuales se encuentran [20]:

- Determinación del contenido de humedad.
- Análisis granulométrico.
- Determinación del límite plástico de los suelos.
- Determinación del límite líquido de los suelos.
- Peso específico.
- Ensayos de compactación del suelo.
- Determinación de la densidad del suelo en el terreno.
- Determinación de la resistencia del terreno.
- Ensayos adicionales.

e. Determinación del suelo típico de subrasante para una unidad de diseño:

Con los ensayos de granulometría y límites líquido y plástico realizados en los suelos encontrados, es posible realizar la clasificación y el dibujo del perfil stratigráfico del suelo [20].

f. Medida y selección del valor de resistencia de un suelo típico de subrasante:

Se realizarán ensayos previos de campo o en laboratorio sobre los suelos de la subrasante que prevalecen en cada unidad, el número de ensayos a realizar debe ser tal que ofrezca resultados con un grado apropiado de confiabilidad en cuanto a sus características de resistencia [20].

Subrasante

Esta, es definida como la superficie terminada de la carretera con respecto al movimiento de tierras, es decir al corte y al relleno, sobre la cual ira asentada la estructura del pavimento. Esta es la capa superior del terraplén o también puede ser el fondo del corte del terreno natural y servirá de asiento a la estructura del pavimento. La subrasante está formada por suelos de características permisible y

compactado en capas con la finalidad de brindar un soporte estable y de buen estado. Es importante mencionar que los 30 cm de suelo que se encuentra por debajo del nivel superior de la subrasante deberán estar compactado al 95% de la máxima densidad seca que se obtuvo con el ensayo de Proctor modificado [14]; además, este deberá de poseer un CBR mayor o igual 3% caso contrario se deberá efectuar una estabilización de suelos para la optimización de sus propiedades [29].

Es importante también tener en cuenta la categorización que tienen las sub rasantes según el CBR que posean para pavimentos urbanos.

Categorías de sub rasante	CBR
S ₀ : Sub rasante pobre	CBR ≤ 3%
S ₁ : Sub rasante regular	3% < CBR < 8%
S ₂ : Sub rasante buena	8% < CBR < 17%
S ₅ : Sub rasante excelente	CBR ≥ 17%

Tabla 1: Categorías de sub rasantes
Fuente: Norma CE.010 Pavimento Urbanos

Arcillas

La característica principal y diferenciante de las arcillas, es la cohesión, la cual tiene a aumentar cuando la humedad disminuye; cabe recalcar que la permeabilidad de las arcillas es muy baja y es dificultosa su compactación en estado humedecido e imposible su drenaje con métodos ordinarios. Asimismo, es importante mencionar que, ante variaciones de humedad, las arcillas son sometidas a cambios de volumen como expansiones y retracciones; además sus propiedades dependen no solo del tamaño y forma de sus partículas sino también de su composición mineralógica, el mineral arcilloso que más efecto tiene sobre ellas es la montmorillonita [25].

Estabilización de suelos

Definida por ser el proceso a través del cual se modifican las propiedades físicas del suelo, este se da a través de procedimientos mecánicos o por la adición de agentes químicos, sintéticos o naturales. Este proceso tiene como objetivo brindar a los suelos resistencia mecánica y la permanencia de esta en el tiempo [14]. Para ello, se deberán tomar en cuenta ciertas propiedades de los suelos como las mencionadas a continuación [20]:

- Estabilidad volumétrica
- Resistencia
- Permeabilidad
- Compresibilidad
- Durabilidad

Estabilización mecánica de suelos

Con esta se tiene como objeto modificar las características del suelo, sin alterar ni su estructura ni su composición base; esto se logra mediante la compactación, reduciendo el volumen de vacíos [14].

Estabilización por combinación de suelos

Este método consiste en la combinación del suelo natural presente en la zona con material de préstamo. Para ello, se disgregan 15 cm del suelo existente y se coloca el material de aporte, luego de ello se eliminan las partículas con un tamaño mayor a 75 mm, se mezclan ambos suelos y se compactan teniendo en cuenta los requerimientos de densidad y espesores hasta el nivel de subrasante [14].

Estabilización de suelos con cal

Esta tiene como objetivo modificar las características del suelo, de forma que incremente su resistencia al corte (efectos inducidos por el tránsito) y se mejore su estabilidad volumétrica en diferentes condiciones climáticas. La cal, da resultados positivos y posee diversas ventajas. La adición de cal modifica de forma positiva, en muchos casos, la plasticidad de los suelos y aumenta considerablemente el valor soporte del mismo. Además, esta elimina la susceptibilidad que tienen los suelos cohesivos al agua, minimizando la expansión de los mismos. Asimismo, esta puede ser utilizada en conjunto con otros estabilizantes [20].

Estabilización de suelos con cemento

Esta se da por la mezcla del suelo disgregado con cemento, agua y otras adiciones, la cual luego es compactada y curada. De esta manera, el suelo se convierte en un material endurecido y mucho más resistente que en su estado inicial [14].

La mezcla de cemento y agua reacciona con las partículas del suelo produciéndose una floculación por acción de la gravedad, si esta mezcla es compactada se aumenta de manera lenta la resistencia de la mezcla con el tiempo. Cabe recalcar que la reacción favorable de la mezcla de suelo y cemento se anula cuando el suelo presenta materia orgánica, debido a esto en diversos países se exige que el contenido de esta no sea mayor de 1 a 2% en peso para la estabilización con cemento; resulta también desfavorable la presencia de sulfatos u otras materias que impiden que el cemento cumpla sus funciones [20].

Estabilización de suelos con asfalto

La utilización de asfaltos líquidos, emulsiones asfálticas y alquitrán persigue los siguientes objetivos:

- En suelos arenosos o no plásticos, se intenta ejercer una acción ligante que evite deformaciones bajo la acción del tránsito.
- En suelos cohesivos se busca la aglomeración de partículas de arcilla y la obturación de los vacíos existentes, logrando la impermeabilización del suelo y protegiéndolo de los efectos que pueda causar el agua.

Emulsión asfáltica

Estas se definen como la unión de 3 componentes esenciales: Agua, asfalto y emulsificante, este último es el que permite la mezcla de las dos primeras sustancias que debido a su naturaleza son inmiscibles. En algunos casos, las emulsiones asfálticas pueden contar con la adición de aditivos estabilizadores, agentes de control de rompimiento, entre otros [16].

Tipos de emulsión asfáltica

Según su carga eléctrica, las emulsiones se pueden clasificar en catiónicas, aniónicas y neutras, cabe recalcar que las emulsiones aniónicas y catiónicas, son las comúnmente más usadas en la construcción, por otro lado, las emulsiones neutras son hasta el momento poco conocidas y requieren mayores estudios para su utilización [16].

Emulsiones catiónicas

En estas emulsiones, el agente emulsificante les da una polaridad positiva (carga positiva) a los glóbulos [17].

Emulsiones aniónicas

En estas emulsiones, el agente emulsificante les da una polaridad negativa (carga negativa) a los glóbulos [17].

Existe también otra clasificación de las emulsiones asfálticas según la velocidad de rotura o pérdida de estabilidad, entre las cuales encontramos las emulsiones de rompimiento rápido, de rompimiento medio, de rompimiento lento y de rompimiento controlado [16].

Viruta de acero

Las virutas de acero son el residuo generado por el mecanizado que se realiza con el torno a piezas metálicas, los cuales son pequeños fragmentos curvados de tamaño y espesor variables [17].

Los tipos de viruta según [18] son los siguientes:

- Viruta discontinua: o también conocida como viruta arrancada, es aquella proveniente de materiales frágiles, duros y quebradizos; debido a esto a medida que se va produciendo se va desprendiendo.
- Viruta continua: o también conocida como viruta plástica, es aquella proveniente de materiales dúctiles, debido a esto a medida que se va produciendo esta se va formando a manera de espirales, complicando el proceso de mecanizado.

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Pavimento

Es una estructura asentada sobre una fundación propia, la cual tiene como principal objetivo brindar una superficie de rodadura que posibilita el paso seguro y cómodo de vehículos a velocidades permitidas y ante cualquier situación climática [23].

Capa subbase

Esta está conformada por un material con una capacidad de soporte superior a la subrasante y permite disminuir el espesor de la capa base [23].

Capa base

La capa base es aquella que se encarga de reducir las tensiones verticales ejercidas sobre la subbase y el suelo natural, además reduce las deformaciones de tracción en la capa de rodadura y permite el drenaje del agua infiltrada por medio de drenajes laterales [23].

Superficie de rodadura

La superficie de rodadura tiene como principales funciones la impermeabilización del pavimento para que las capas que se encuentran debajo de esta puedan mantener su capacidad de soporte, proveer de resistencia al deslizamiento y disminuir las tensiones verticales ejercidas por los ejes sobre la capa base [23].

SUCS

Son las siglas del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, presentado por Arthur Casagrande [15].

Cohesión de suelo

Es aquella causada por la atracción molecular que existe en las partículas del suelo; es importante mencionar que existe también la cohesión aparente, en la cual participa la tensión superficial del agua [24].

Asfalto

Es un material de los termoplásticos, se obtiene como residuo del proceso de refinación del petróleo crudo, al provenir de un residuo tiene un control de calidad pobre. A pesar de ello, es un material esencial para la industria de la construcción debido a la consistencia, adhesividad, impermeabilidad, durabilidad y bajo costo que posee [17].

Emulsificante

Son compuestos orgánicos que posee un peso molecular relativamente elevado, tienen una parte hidrofóbica soluble en medio orgánico y una hidrofílica soluble en medio acuoso. Los emulsificantes son aquellos que una vez producida la emulsión su parte hidrofóbica se dirige al asfalto y la hidrofílica al agua, equilibrando el sistema [17].

MATERIALES Y METODOS

VARIABLES - OPERACIONALIZACION

- **Variable independiente:**

Estabilizantes: Emulsión asfáltica y virutas de acero.

- **Variable dependiente:**

Propiedades físico – mecánicas del suelo.

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	MEDICION	
Dependiente	Propiedades físico-mecánicas del suelo	Caracterización del suelo	Granulometría	% que pasa
			Contenido de humedad	%
			Límite líquido	%
			Límite plástico	%
	Propiedades de resistencia		Índice de plasticidad	%
			Máxima densidad seca	gr/cm ²
			Óptimo contenido de humedad	%
Independiente	Estabilizantes	Emulsión asfáltica	Dosificación de emulsión asfáltica	%
		Viruta de acero	Dosificación de viruta de acero	%

Tabla 2: Operacionalización de variables

Fuente: Elaboración propia

DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo de estudio y diseño de contrastación de hipótesis

Esta investigación se puede definir como descriptiva, debido a que en ella se puntualizaran las características del fenómeno que se está estudiando en este proyecto.

Así mismo, el diseño de este trabajo de investigación es de tipo experimental, puesto que se manipularán de manera intencional las variables independientes (emulsión asfáltica y viruta de acero), para analizar cuáles son las modificaciones que estas ocasionan en la variable dependiente, con el propósito de alcanzar los objetivos planteados en esta investigación.

Población, muestra de estudio y muestreo

Unidad de estudio

La unidad de estudio será las propiedades físico - mecánicas de los suelos arcillosos encontrados en las vías no pavimentadas del P.J. “Antonio Raymondi del Acqua” en el distrito de La Victoria, provincia de Chiclayo.

Población

Para los fines de este estudio, la población está conformada por el distrito de La Victoria, sin embargo, a manera de sectorización y con el fin de cumplir los objetivos de esta investigación se delimito la zona de investigación al P.J “Antonio Raymondi del Acqua” y las vías urbanas no pavimentadas que en él se encuentran, este cuenta con 10.72 Ha de área total y 23651 m² de vías urbanas no pavimentadas.

Muestra

Para la determinación de la muestra se tuvo en cuenta lo indicado por la Norma Técnica CE. 010 de Pavimentos urbanos, en la cual según el tipo de vía se determinó la cantidad de puntos de investigación, calicatas para el fin de este estudio, que se realizaron.

Tipo de vía	Numero de puntos de investigacion	Area (m ²)
Expresas	1 cada	2000
Arteriales	1 cada	2400
Colectoras	1 cada	3000
Locales	1 cada	3600

Tabla 3: Número de puntos de investigación según el tipo de vía
Fuente: Norma técnica CE. 010 – Pavimentos Urbanos

Cabe recalcar que, en concordancia con el reglamento anteriormente mencionado, las calicatas se localizaron en los cruces de vía. Además, estas tuvieron una profundidad mínima de 1.50 m.

Para la determinación de puntos de investigación se calculó el área de vías urbanas no pavimentadas.

Vías urbanas no pavimentadas	Ancho (m)	Longitud (m)	Area (m ²)
Av. Las Leyendas	18	257	4626
Ca. El Tumi	12	260	3120
Ca. Pascual Saco	10	226	2260
Ca. Varayoc	12	54	648
Ca. Justo Figueroa	12	221	2652
Ca. Raul Jimenez	10	248	2480
Ca. Pedro Ruiz Gallo	10	295	2950
Ca. Eloy Ureta	10	491.5	4915
Area de vías urbanas no pavimentadas			23651

Tabla 4: Cálculo del área de las vías urbanas no pavimentadas del P.J. "Antonio Raymondi del Acqua"

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, según norma, se realizaron 07 puntos de investigación, los cuales fueron analizados previamente con la finalidad de realizar la selección de la muestra de suelo con las características más desfavorables con la que se ejecutaron las pruebas con los estabilizantes a estudiar para las cuales se tomaron el siguiente número de ensayos.

Ensayo	% Virtua de acero	# Probetas	% Emulsion asfaltica	# Probetas	Total de probetas
Proctor modificado	1%	4	3%	4	8
	2%	4	6%	4	8
	4%	4	9%	4	8
	8%	4	13%	4	8
	15%	4	18%	4	8
CBR	1%	3	3%	3	6
	2%	3	6%	3	6
	4%	3	9%	3	6
	8%	3	13%	3	6
	15%	3	18%	3	6
Total de probetas					70

Tabla 5: Métodos y técnicas de recolección de datos

Fuente: Elaboración propia

Métodos y técnicas de recolección de datos

En cuanto a los métodos y técnicas utilizados para la ejecución de este estudio, se tuvo en cuenta en primera instancia el análisis documental para la consolidación de las bases teóricas de la presente investigación, además de la revisión de planos de la zona de estudio para la delimitación de este trabajo. De la misma forma se llevó a cabo la revisión de la normativa correspondiente que fue útil para sentar las bases técnicas y las directrices de la investigación.

Finalmente, para la parte experimental de esta investigación, los instrumentos utilizados fueron los ensayos de mecánica de suelos necesarios con los cuales fue posible la contrastación de la hipótesis.

Técnicas	Instrumentos
Análisis documental	Artículos científicos, libros y tesis.
	Planos
Análisis técnico	Normativas, informes técnicos y manuales del MTC.
Experimental	Ensayos de mecánica de suelos
Recopilación de información	Formatos para recopilación de datos

Tabla 6: Métodos y técnicas de recolección de datos

Fuente: Elaboración propia

Estrategia metodológica para demostración de la hipótesis

Los pasos que se llevarán a cabo con la finalidad de demostrar la hipótesis planteada en esta investigación serán los siguientes:

1. Identificación y definición de la problemática.

2. Recopilar de literatura referida al tema, ya sean libros, revistas, artículos científicos, tesis, informes técnicos, etc.
3. Estudiar y procesar la información recopilada.
4. Revisar normativas y manuales existentes referidos al tema de investigación.
5. Planificación de la investigación y de ensayos a realizar.
6. Obtención de muestras, materiales y estabilizantes para la ejecución de los ensayos planificados.
7. Ejecución de ensayos de suelos con el propósito de determinar las propiedades del suelo natural.
8. Seleccionar la muestra de suelo cuyas características sean las más desfavorables para las siguientes etapas de la investigación
9. Realización de ensayos de suelos como el ensayo de Proctor modificado, límites de consistencia y CBR, con el fin de determinar las propiedades del suelo con la adición de emulsión asfáltica y con la adición de virutas de acero.
10. Procesamiento de los resultados obtenidos de los ensayos realizados al suelo natural y a las mezclas con estabilizantes.
11. Realizar la comparación de resultados obtenidos del suelo natural con las dos mezclas con adición de estabilizantes.
12. Si los resultados son favorables entonces se demostraría que la hipótesis planteada es verdadera.
13. Se procede a realizar el análisis económico y de factibilidad e la estabilización con emulsión asfáltica y la estabilización con virutas de acero.
14. Redacción de conclusiones finales de investigación y de recomendaciones.

PROCEDIMIENTO

Trabajos de campo

Para iniciar con este trabajo de investigación, se realizó el plano de localización de los 07 puntos de investigación o también denominadas como “calicatas” según el MTC E101-2000. En concordancia con la NTE CE.010 Pavimentos Urbanos, estos puntos de investigación fueron localizados en los cruces de vías.

Para fines de este estudio las calicatas se ubicaron tal y como se puede apreciar en el Anexo 03. La calicata 01 fue localizada en el cruce de las calle “Justo Figuerola” y la avenida “Las Leyendas; la calicata 02 localizada en la confluencia de la calle “Pedro Ruiz Gallo” y la avenida “Las Leyendas; en el punto en el que se cruzan la calle “Justo Figuerola” y “El Tumi” se realizó la calicata 03; la calicata 04 en las calles “Raúl Jiménez” y “El Tumi”; la calicata 05 en las calles “Eloy Ureta” y “El Tumi”; la calicata 06 en las calles “Raúl Jiménez” y “Pascual Saco” y finalmente la calicata 07 en las calles “Eloy Ureta” y “Varayoc”.

Después de la localización de puntos en el plano, se realizó una visita a campo para la excavación y extracción de muestras alteradas de cada punto de investigación.



Figura 1: Excavación de calicatas
Fuente: Elaboración propia

Las calicatas, se ejecutaron en concordancia con la NTE CE.010 Pavimentos Urbanos, por lo cual se realizaron con una profundidad mínima de 1.50 m bajo la cota final de rasante de la vía y las dimensiones en planta suficientes para que permita el ingreso de un individuo para la extracción de la muestra.



Figura 2: Medición de profundidad de calicatas.
Fuente: Elaboración propia.

Se tuvieron en cuenta los estratos existentes en cada calicata para la sustracción de una muestra representativa; sin embargo, en todos los puntos de investigación realizados se detectó un sustrato de material no clasificado o relleno de un espesor de 25 a 40 cm y por debajo de este un estrato único de un material arcilloso del cual se extrajeron las muestras. Es importante mencionar que en las 6 primeras calicatas no se llegó a encontrar el nivel freático en el 1.5 m excavado, por otro lado, en la calicata 07 este si se encontró alrededor de 1.4 m de profundidad.

Las muestras alteradas extraídas pesaron aproximadamente 40 kg y se colocaron en sacos debidamente codificados con código de la calicata (C – 01, C – 02, etc.) y fueron posteriormente llevadas a laboratorio con la finalidad de iniciar con los ensayos.

Ensayos de laboratorio a muestra natural

Determinación del contenido de humedad del suelo

De acuerdo con [19], la muestra alterada extraída se almacenó en recipientes con la finalidad de evitar la condensación de la humedad. Además, el ensayo de contenido de humedad se realizó lo más pronto posible después de realizado el muestreo.

En primera instancia, se identificó la tara, la cual fue pesada correctamente con la finalidad de ser tomada en cuenta en los cálculos posteriores. Luego de ello, se tomó muestra de cada calicata y se pesó aproximadamente 1000 gr de muestra de suelo.



Figura 3: Muestras seleccionadas y pesadas para la determinación del contenido de humedad.

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente a ello, se procedió a introducir las muestras en el horno de secado para someterlas a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ por un lapso 24 horas.



Figura 4: Colocación de muestras en el horno

Fuente: Elaboración propia

Una vez transcurrido el tiempo determinado, se sacaron las muestras del horno y se procedieron a pesar en la balanza nuevamente con la finalidad de registrar el cambio de peso generado por la evaporación de la humedad que contenía cada muestra.



*Figura 5: Muestras de suelo seco recién sacadas del horno.
Fuente: Elaboración propia*

Análisis granulométrico de suelos por tamizado

Para el análisis granulométrico por tamizado, se pesó una muestra de 500 g de suelo de cada calicata y se lavó la muestra correspondiente a cada calicata.



*Figura 6: Muestras lavadas de las 7 calicatas
Fuente: Elaboración propia*

Luego de ello se procedió secarlo en el horno y a pasarlo por los tamices y a pesar los retenidos en cada malla.



*Figura 7: Tamizado y pesaje de muestras
Fuente: Elaboracion Propia*

Determinación del límite líquido del suelo

Para la determinación del límite líquido del suelo natural, se procedió a pesar 200 g de muestra que haya pasado por el tamiz N°40 de cada calicata. Luego de ello, se humedeció hasta formar una pasta manejable.

Después de realizado el proceso anteriormente mencionado se inició con el ensayo colocando una porción uniforme y horizontal de muestra en la cuchara de Casagrande y se realizó una ranura con el acanalador metálico para posteriormente iniciar a realizar los golpes con la cuchara, los cuales se dan desde 1 cm de altura a 2 golpes por segundo, hasta que se dé el cierre de la ranura de aproximadamente $\frac{1}{2}$ " de longitud, la franja en la cual se dio la unión de las dos mitades de muestra se tomó para su pesaje e introducción al horno.

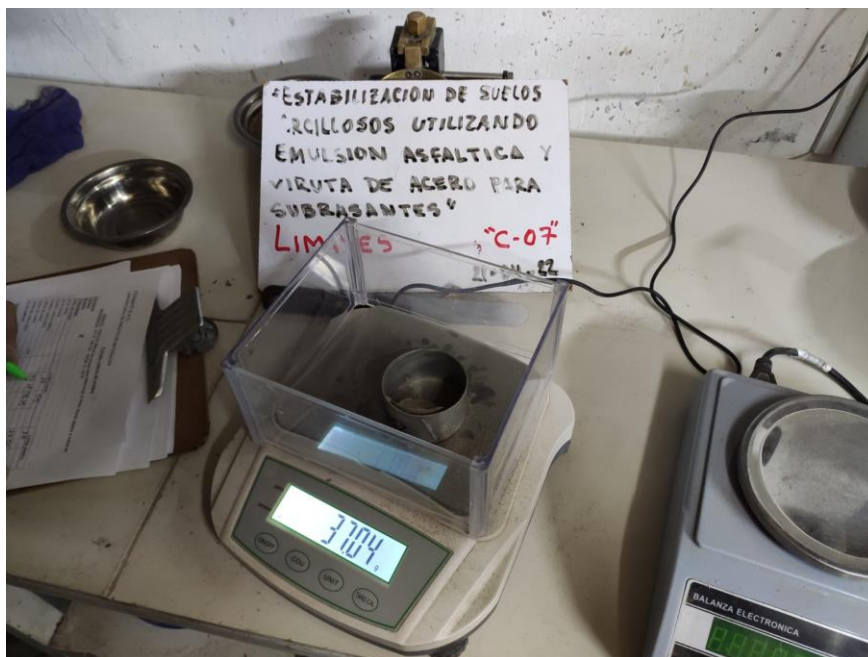


Figura 8: Determinación de limite liquido de suelo natural.

Fuente: Elaboración propia

Determinación del límite plástico e índice de plasticidad de los suelos

Para la realización de este ensayo se necesitan aproximadamente 20 g de la mezcla que fue utilizada para el ensayo de determinación del límite líquido, con la cual se moldearon, sobre una superficie plana y con los dedos, unas barritas de suelo con un diámetro de 3.2 mm.



Figura 9: Determinación del límite plástico del suelo natural.

Fuente: Elaboración propia.

Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada o Proctor modificado

Para el ensayo de Proctor Modificado, se dejó secar aproximadamente 16 kg de suelo a temperatura ambiente y se dividió en 4 para la ejecución de las 4 probetas, cada una de ellas fue humedecida con diferentes porcentajes de agua (3%, 6%, 9% y 12%). Este proceso se llevó a cabo con muestras de las 7 calicatas.

Con el suelo humedecido, este se fue compactando en 5 capas cada una con 25 golpes (con un pisón de 44.5 N que cae de 0.46 m) en el molde de 4". Posterior a ello, se enrazó y se pesó el molde con la muestra compactada.

CBR de suelo

Para el ensayo de CBR, se dejó secar a temperatura ambiente suelo de cada calicata, después de ello se procedió a pasar por el tamiz N°04 y se pesaron aproximadamente 18 kg con la finalidad de poder realizar las 3 probetas requeridas para este ensayo.

Cada muestra fue humedecida con el propósito de llegar el óptimo contenido de humedad, para luego realizar la compactación en los moldes de CBR con 12, 26 y 55 golpes.



Figura 10: Preparación de mezcla y compactación de suelo para el ensayo de CBR.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, los moldes fueron sumergidos para su saturación y pasado el tiempo mínimo requerido por la norma, fueron extraídos para su penetración.

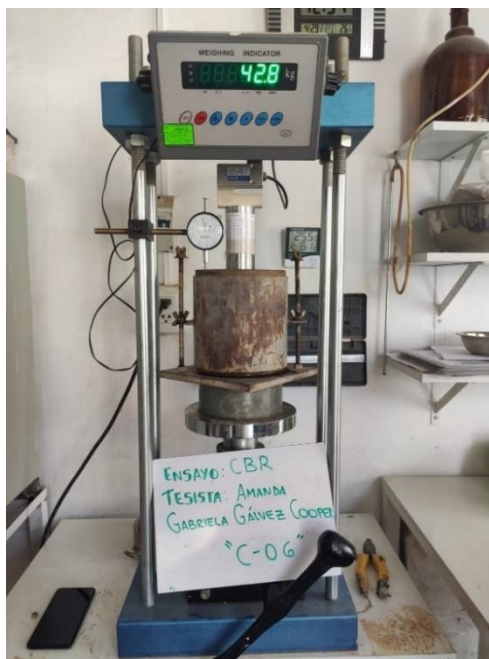


Figura 11: Penetración de los moldes de CBR.
Fuente: Elaboración propia.

Preparación de aditivos

Preparación de virutas de acero

Las virutas de acero fueron conseguidas en las manufactureras que trabajan con tornos en el centro de la ciudad de Chiclayo. La cantidad que fue solicitada en los tornos fue lo suficiente para poder obtener lo requerido para cada ensayo y cada dosificación.



Figura 12: Estado inicial de las virutas de acero antes de su procesamiento.
Fuente: Elaboración propia.

Una vez adquirida la viruta de acero, se procedió a cortarla de un tamaño aproximado máximo de 1 pulgada y procesarla de tal manera que no se mezcle con impurezas de cualquier tipo.



Figura 13: Virutas de acero procesadas
Fuente: Elaboracion propia.

Preparación de emulsión asfáltica

La emulsión asfáltica adquirida es de tipo catiónica de rompimiento lento (CSS-1H), la cual solo se agitó constantemente en el tiempo en el que no fue utilizada.

Ensayos de laboratorio a mezcla suelo – virutas de acero

Proctor modificado a mezcla suelo – virutas de acero

Para la ejecución de este ensayo, se procedió a pasar la muestra de suelo por la malla N°04 y pesar lo requerido para el ensayo, además se realizó la mezcla correspondiente según las dosificaciones propuestas de 1%, 2%, 4%, 8% y 15% de virutas de acero del peso seco de la muestra de suelo.

Porcentaje de virutas de acero	Peso del suelo (gr)	Peso de la viruta de acero (gr)
1%	4000	38.3
2%	4000	76.6
4%	4000	153.3
8%	4000	306.6
15%	4000	574.9

Tabla 7: Dosificación de virutas de acero en peso para Proctor Modificado

Fuente: Elaboración propia.

Agregado a ello, a cada una de las mezclas realizadas, se le añadió agua en los porcentajes de 3%, 6%, 9% y 12% con la finalidad de realizar las 4 probetas mínimas requeridas para un ensayo Proctor Modificado por el Manual de ensayo de materiales.

Con la mezcla lista, se procedió a realizar el ensayo, para el cual se dividió la muestra en 5, las cuales fueron agregadas una por una y compactándolas con 25 golpes por capa con un pisón de 44.5 N. Una vez compactadas las 5 capas, se procede a retirar el collarín del molde, a enrazar y finalmente pesar el molde con la muestra compactada.

CBR a mezcla suelo – virutas de acero

Para la ejecución del CBR de la mezcla suelo – virutas de acero, se debió pasar la muestra de suelo por la malla N°04 y se procedió a pesar la cantidad de suelo suficiente que permita realizar 3 probetas para cada dosificación de virutas de acero. Seguido a ello, se realizó la mezcla con las dosificaciones propuestas con anterioridad de 1%, 2%, 4%, 8% y 15% de virutas de acero del peso seco de la muestra de suelo.

Porcentaje de virutas de acero	Peso del suelo (gr)	Peso de la viruta de acero (gr)
1%	6000	57.5
2%	6000	115.0
4%	6000	229.9
8%	6000	459.9
15%	6000	862.3

Tabla 8: Dosificación de virutas de acero en peso para el ensayo de CBR.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 15: Preparación de mezcla suelo – virutas de acero
Fuente: Elaboración propia.

Además de ello, se le agregó el agua necesaria para llegar al óptimo contenido de humedad de la muestra de suelo estudiada.



Figura 14: Preparación de mezcla de suelo – virutas de acero.
Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizada la mezcla, se procedió a compactar las mezclas en los moldes de CBR, esto se hizo en 5 capas y con 12, 26 y 55 golpes. Luego de ello se midió la expansión de cada uno de ellos y se sumergieron en agua.



Figura 16: Compactación de la muestra se suelo en los moldes de CBR.
Fuente: Elaboración propia.

Por último, se midió la expansión final y se realizó la penetración de los 3 moldes.



Figura 17: Penetración de las probetas compactadas saturadas.
Fuente: Elaboración propia.

Ensayos de laboratorio a mezcla suelo – emulsión asfáltica

Límites de Atterberg a mezcla suelo – emulsión asfáltica

Para la determinación de los límites de Atterberg del suelo, se procedió a pesar 200 g de muestra que haya pasado por el tamiz N°40 para cada porcentaje de emulsión asfáltica. Luego de ello, se humedeció hasta formar una pasta manejable y se dejó reposar la mezcla para que se sature completamente.



Figura 18: Mezcla realizada para la ejecución del ensayo de Límites de Atterberg de suelo con adición de emulsión asfáltica.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se inició con el ensayo de límite líquido colocando una porción uniforme y horizontal de muestra en la cuchara de Casagrande y se realizó una ranura con el acanalador metálico para posteriormente iniciar a realizar los golpes con la cuchara hasta que se dé el cierre de la ranura de aproximadamente $\frac{1}{2}$ " de longitud, la cual se tomó para su pesaje e introducción al horno.



Figura 20: Ejecución de ensayo de limite líquido a suelo con adición de emulsión asfáltica.

Fuente: Elaboración propia.

Para la realización del ensayo de limite plástico se necesitan aproximadamente 20 g de la mezcla que fue utilizada para el ensayo de determinación del límite líquido, con la cual se moldearon, sobre una superficie plana y con los dedos, unas barritas de suelo con un diámetro de 3.2 mm, las cuales fueron posteriormente introducidas al horno para su posterior pesaje.



Figura 19: Elaboración de barritas de suelo con emulsión asfáltica para el ensayo de Limite plástico.

Fuente: Elaboración propia.

CBR a mezcla suelo – emulsión asfáltica

Para la realización del ensayo de la mezcla suelo – emulsión asfáltica, se pasó la muestra por el tamiz N°04 y se pesó la suficiente muestra para realizar 3 probetas por cada dosificación.

Posterior a ello, se realizó la mezcla del suelo con la emulsión asfáltica y agua, según se muestra en la siguiente tabla:

Porcentaje de emulsion asfáltica	Peso del suelo (gr)	Peso de la emulsion (gr)	Peso del agua (gr)
3%	6000	172.46	497.07
6%	6000	344.91	428.78
9%	6000	517.37	360.49
13%	6000	747.31	269.43
18%	6000	1034.73	155.61

Tabla 9: Dosificación de emulsión asfáltica en peso para el ensayo de CBR
Fuente: Elaboración propia



Figura 21: Preparación de mezcla de suelo con emulsión asfáltica para el ensayo de CBR.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se procedió a compactar las mezclas en molde de CBR con 12, 26 y 55 golpes cada probeta; este proceso se llevó a cabo con todas las dosificaciones de emulsión asfáltica.

Las 3 probetas realizadas por cada dosificación fueron sumergidas en agua con la finalidad de saturarlas, estas permanecieron en agua por 4 días. Para su posterior penetración en la prensa.



*Figura 23: Probetas de CBR sumergidas en agua.
Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 22: Penetración de probetas de suelo con adición de emulsión asfáltica.
Fuente: Elaboración propia.*

Análisis económico

Con el propósito de realizar el análisis económico de la aplicación de virutas de acero y emulsión asfáltica como aditivos para estabilizar suelos de subrasante, se hizo en primer lugar el análisis del costo de los aditivos que tendría cada dosificación propuesta en esta investigación. Para ello se tomó en cuenta el costo de la materia prima y el valor monetario que tendría el procesarlas para posteriormente calcular cual sería el gasto total en aditivos que se necesitaría para la estabilización de 1m^3 de suelo arcilloso.

Posterior a ello se realizó el diseño de pavimentos con los datos de la subrasante natural con la finalidad de conocer que espesores tendría el pavimento si la subrasante sobre la que este se apoya no es mejorada. Por otro lado, se realizó el diseño de pavimentos de la subrasante si es que este fuera adicionado con los aditivos propuestos, esto con la finalidad de observar y analizar la disminución de espesores de las capas de base y subbase de acuerdo con el aditivo y dosificación utilizada.

El diseño anteriormente mencionado se realizó adoptando los criterios propuestos por el método guía AASHTO 1993 de diseño para pavimentos flexibles encontrados en la sección de Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras del MTC. Para ello se tomó en cuenta el tipo de tráfico al que estará expuesto el pavimento y el valor

Coeficientes considerados en el diseño		
Confiability	%R	85.00%
Coefficiente estadístico de desviación estándar	Z_R	-1.036
Desviación estándar combinada	S_O	0.45
Serviciabilidad inicial	P_i	4.00
Serviciabilidad final	P_T	2.50
Coefficiente estructural de capa superficial	a_1	0.170
Coefficiente estructural de base	a_2	0.052
Coefficiente estructural de subbase	a_3	0.047
Coefficiente de drenaje de base	m_2	1.15
Coefficiente de drenaje de subbase	m_3	1.00

Tabla 10: Coeficientes utilizados en el diseño de pavimento flexible mediante el método guía AASHTO 93.
Fuente: Elaboración propia.

de CBR de la subrasante arcillosa; de igual manera, se definieron los factores que corresponden al tipo de tráfico utilizado los cuales se encuentran en la tabla 10.

Después de calculados los espesores de pavimentos, se procedió a calcular el costo del transporte de material de base y subbase necesario para cada estructura de pavimento diseñada y además del coste de la realización de dicho proceso constructivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de ensayos a muestra natural

Ensayos físicos del suelo

Realizados los ensayos físicos de los suelos, se pudo conocer que todas las muestras de suelo obtenidas de los 07 puntos de investigación pertenecen al tipo CL según la clasificación SUCS. En cuanto a la clasificación AASHTO se pudo observar que 05 de las muestras pertenecen al grupo A-6, mientras que las dos restantes pertenecen al grupo A-7-6.

El contenido de humedad de las muestras es bastante variable, la muestra con la menor humedad es la de la calicata 04 con un 19.1% y la que contiene mayor humedad de las muestras es la perteneciente a la calicata 02 con un 30.1%.

En cuanto al límite líquido obtenido de los ensayos existe de igual manera una gran variación entre las muestras, obteniéndose un límite líquido desde 29.87% hasta 48.59% de las calicatas 02 y 03 respectivamente. Por otro lado, los límites plásticos

	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Cont. de humedad	LL	LP	IP
Calicata 01	CL	A-6(12)	25.80%	40.25%	20.28%	19.97%
Calicata 02	CL	A-6 (11)	30.10%	29.87%	13.90%	15.97%
Calicata 03	CL	A-7-6 (17)	19.90%	48.59%	20.99%	27.60%
Calicata 04	CL	A-6 (12)	19.10%	36.05%	16.99%	19.05%
Calicata 05	CL	A-6 (12)	19.90%	37.44%	17.09%	20.36%
Calicata 06	CL	A-7-6 (10)	22.30%	41.69%	21.32%	20.37%
Calicata 07	CL	A-6 (12)	20.70%	36.88%	15.51%	21.37%

Tabla 11: Cuadro de los resultados de la clasificación de suelos a las muestras alteradas de las 7 calicatas.
Fuente: Elaboración propia.

obtenidos se encuentran entre el 13.90% y 21.32% y los índices de plasticidad se encuentran entre 15.97% y 30.36%; resultados plasmados en la Tabla 11.

Ensayos mecánicos del suelo

Entre los ensayos mecánicos a las muestras de suelo natural de las 07 calicatas, se realizó el Proctor modificado y el ensayo de California Bearing Ratio.

Proctor modificado

Después de realizado el ensayo de Proctor modificado a las 07 muestras extraídas de la zona de estudio, se obtuvieron los siguientes valores de máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad.

	Maxima densidad seca	Optimo contenido de humedad
Calicata 01	1.955 gr/cm ³	12.14%
Calicata 02	1.894 gr/cm ³	14.21%
Calicata 03	1.894 gr/cm ³	13.82%
Calicata 04	1.743 gr/cm ³	16.43%
Calicata 05	1.704 gr/cm ³	16.86%
Calicata 06	1.858 gr/cm ³	11.90%
Calicata 07	1.856 gr/cm ³	12.74%

*Tabla 12: Cuadro de resultados de los ensayos de Proctor Modificado a las muestras de suelo natural de las 7 calicatas.
Fuente: Elaboración propia*

Según los datos mostrados en la tabla 12, la mayor máxima densidad seca la presenta la muestra de la calicata 01 con 1.955 gr/cm³, mientras que la menor la presenta la de la calicata 05 con 1.704 gr/cm³. Por otro lado, la calicata que requiere de menor cantidad de agua para lograr su máxima densidad seca es la muestra de la calicata 06, cuyo OCH es 11.90%; y la que requiere mayor cantidad de agua es la muestra de la calicata 05 con un OCH de 16.86%.

CBR a suelo natural

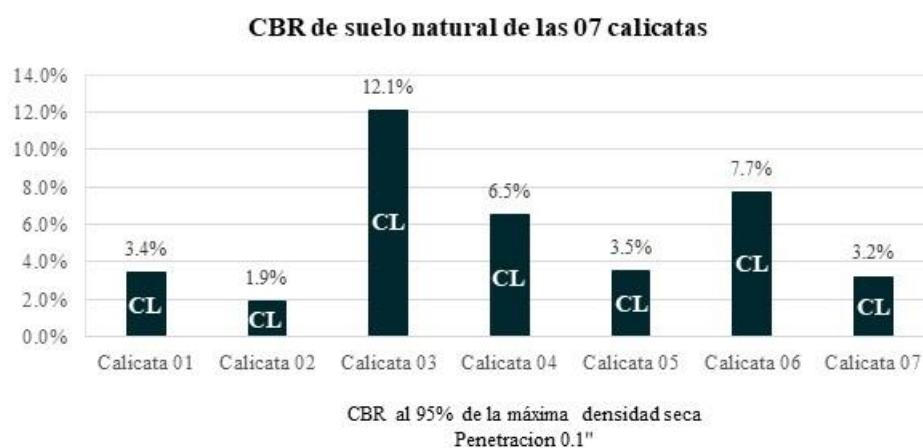
Luego de realizado el ensayo de CBR a las 07 muestras de suelo natural, se obtuvieron los siguientes resultados.

CBR al 95% de la máxima densidad seca	0.1"
Calicata 01	3.4%
Calicata 02	1.9%
Calicata 03	12.1%
Calicata 04	6.5%
Calicata 05	3.5%
Calicata 06	7.7%
Calicata 07	3.2%

Tabla 13: Resultados del ensayo de CBR de las muestras de suelo natural.

Fuente: Elaboración propia.

Datos con los que se realizó el siguiente gráfico, para la comparación de los resultados obtenidos.



Gráfica 1: CBR de suelo natural a las 7 calicatas realizadas.

Fuente: Elaboración propia.

Como es evidente en la gráfica 01, existe una gran variación entre los resultados del ensayo de CBR a las muestras de suelo natural, obteniéndose un mínimo de 1.9% en la muestra de la calicata 02 y un máximo en la calicata 03 con un 12.1%. Según los valores obtenidos se puede decir que 05 de las 07 calicatas poseen un CBR bajo que oscila entre el 1.9% y 3.5% las cuales pueden ser consideradas como pobres aquellas con un valor de CBR menor a 3% y regulares a aquellas cuyo valor de CBR asciende a 3% pero es menor que 8%.

Luego de obtenidos y analizados estos resultados, se seleccionó la muestra con la que se realizaron los ensayos experimentales con los aditivos. Para los fines de este estudio se optó por trabajar con la muestra obtenida del punto de investigación localizado en la intersección de la calle "Pedro Ruiz Gallo" y la

avenida “Las Leyendas”, puesto que cuenta con un CBR de 1.90% y por lo cual según la norma CE.010 de Pavimentos urbanos requerirá un mejoramiento mediante la estabilización.

Resultados de ensayos a mezcla suelo – virutas de acero

Proctor modificado a mezcla suelo – virutas de acero

Luego de realizado el ensayo de Proctor modificado a el suelo natural y a el suelo adicionado con virutas de acero se obtuvieron los siguientes resultados.

Dosificación de virutas de acero	MDS	OCH
0%	1.894 gr/cm ³	14.21%
1%	1.849 gr/cm ³	13.79%
2%	1.879 gr/cm ³	15.79%
4%	1.856 gr/cm ³	12.97%
8%	1.936 gr/cm ³	11.70%
15%	2.069 gr/cm ³	11.37%

Tabla 14: Resultados del ensayo de Proctor modificado a las muestras de suelo con adiciones de virutas de acero.

Fuente: Elaboración propia.

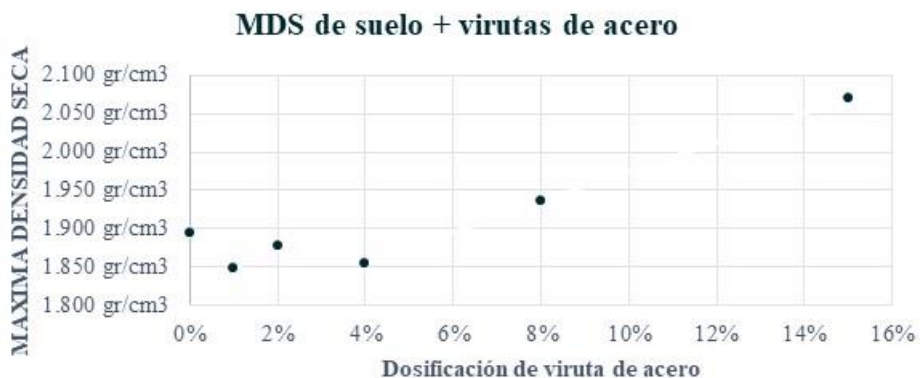
Datos con los cuales se realizaron la gráfica 02 y 03 en los cuales se puede observar las tendencias tanto de máxima densidad seca como la del optimo contenido de humedad.



Gráfica 2: Optimo contenido de humedad vs Dosificación de virutas de acero.

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica 02 se puede observar como la tendencia del óptimo contenido de humedad de las mezclas de suelo es decreciente, esto quiere decir que a medida que aumenta la dosificación de las virutas de acero, se necesita menor cantidad de agua para alcanzar la máxima densidad seca del suelo.



Gráfica 3: Máxima densidad seca vs Dosificación de virutas de acero.

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, en la gráfica 03 se puede notar que en la medida que se incrementa la dosificación del aditivo, la máxima de densidad seca aumenta. Esto quiere decir que, con la máxima dosificación de virutas de acero, 15%, se obtiene la mayor máxima densidad seca del suelo con una menor cantidad de agua requerida para obtenerla en contraposición con los resultados de la muestra de suelo natural.

CBR a mezcla suelo – virutas de acero

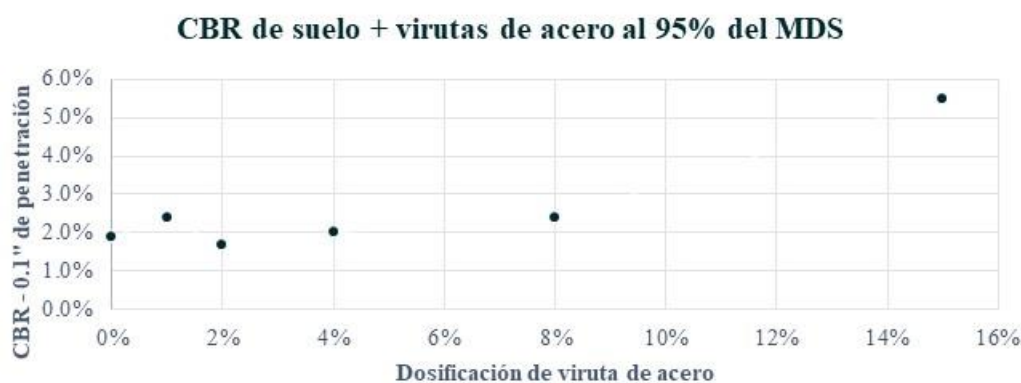
De los ensayos realizados al suelo con las virutas de acero, se obtuvieron los datos mostrados en la tabla 15 la cual muestra los resultados del CBR al 95% de MDS, los cuales fueron ilustrados en la Gráfica 4.

CBR al 95% de MDS	
Dosificación de virutas de acero	0.1"
0%	1.9%
1%	2.4%
2%	1.7%
4%	2.0%
8%	2.4%
15%	5.5%

Tabla 15: Resultados del ensayo de CBR con penetración al 95% del MDS.

Fuente: Elaboración propia.

En dicha gráfica, se observa cual es la tendencia que tiene el CBR de la mezcla de suelo con las diferentes dosificaciones de virutas de acero propuestas. Es notorio, que el CBR crece a medida que se incrementa la dosificación de las virutas de acero, obteniendo el mayor valor de CBR con el 15% de adición, incrementando el CBR del suelo natural en un 189.47%. Es importante recalcar que la estabilización del suelo solo se logra con esta dosificación, puesto que con las dosificaciones menores el CBR no alcanza el valor mínimo de 3% para ser considerada una subrasante regular que no requiera de un mejoramiento.



*Gráfica 4: CBR al 95% de MDS de suelo adicionado vs Dosificación de virutas de acero.
Fuente: Elaboración propia.*

Resultados de ensayos a mezcla suelo – emulsión asfáltica

Límites de Atterberg a mezcla suelo – emulsión asfáltica

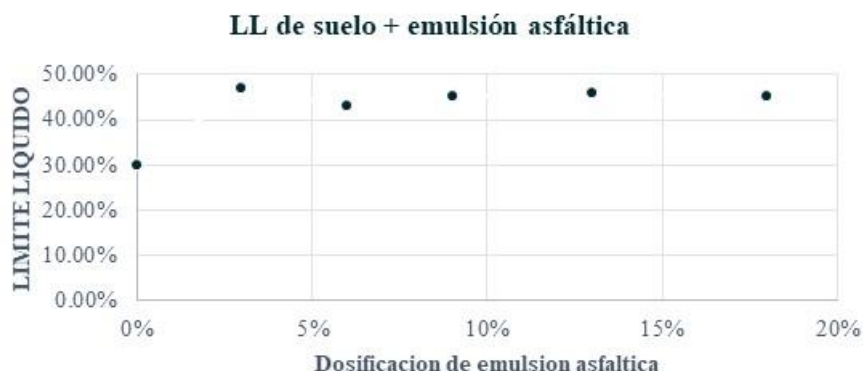
Luego de realizados los ensayos, se obtuvieron los siguientes resultados para los límites de Atterberg de la mezcla del suelo con las 5 dosificaciones de emulsión asfáltica.

Con ellos se pudo concretar la gráfica 7 en los cuales se muestra la tendencia del límite líquido de la mezcla, la gráfica 6 que muestra la predisposición del límite plástico, la gráfica 8 la del índice plástico y la gráfica 8 la del índice plástico.

Dosificación de emulsión asfáltica	LL	LP	IP
0%	29.87%	13.90%	15.97%
3%	47.00%	14.00%	33.00%
6%	43.00%	13.00%	30.00%
9%	45.00%	16.00%	29.00%
13%	46.00%	17.00%	29.00%
18%	45.00%	13.00%	32.00%

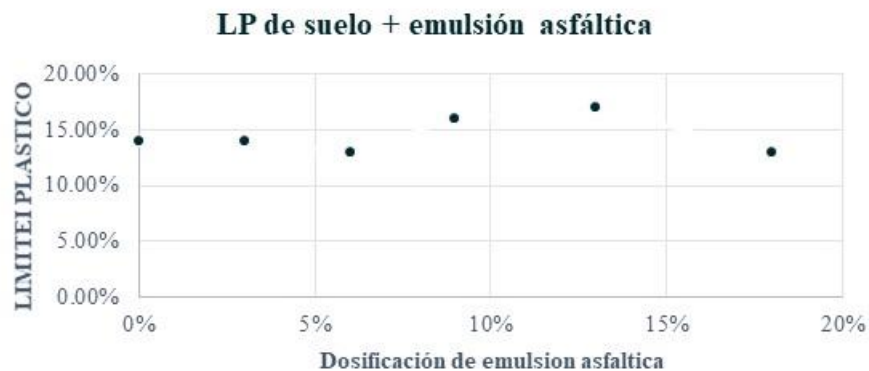
Tabla 16: Límites de Atterberg para la mezcla de suelo con emulsión asfáltica en diferentes porcentajes.
Fuente: Elaboración propia.

En los resultados de los ensayos del límite líquido del suelo adicionado con emulsión asfáltica, se puede apreciar un incremento con respecto al resultado obtenido de la muestra de suelo natural. Cabe recalcar que en todas las dosificaciones de emulsión asfáltica se obtuvo un límite líquido mayor que la muestra que no ha tenido adición. De lo expuesto anteriormente se puede concluir que, se requerirá mayor cantidad de agua, si es que estos resultados son comparados con los de la muestra de suelo natural, para que la muestra de suelo adicionado pase de un estado sólido plástico a un estado líquido viscoso.



Gráfica 5: Límite líquido del suelo adicionado vs Dosificación de emulsión asfáltica.
Fuente: Elaboración propia.

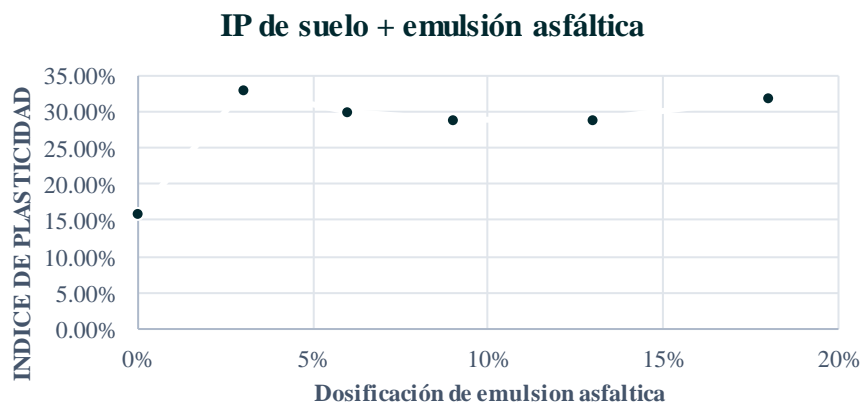
De igual manera, en los resultados del ensayo del límite plástico del suelo con adición de emulsión asfáltica se puede observar un valor máximo en la dosificación del 13% de emulsión asfáltica; sin embargo, se observa un decrecimiento notorio en el límite plástico en la dosificación del 18% que va por debajo del límite plástico del suelo natural. Según esto se puede decir que solo para esta dosificación, el agua requerida para que el suelo en un estado sólido rígido pase a un estado sólido plástico será incluso menor que el de la requerida por la muestra de suelo natural.



Gráfica 7: Límite plástico del suelo adicionado vs Dosificación de emulsión asfáltica.
Fuente: Elaboración propia.

De los resultados mostrados con anterioridad se obtuvo el índice de plasticidad, el cual incrementó con respecto al resultado obtenido del suelo sin adiciones.

CBR a mezcla suelo – emulsión asfáltica



Gráfica 6: Índice plástico del suelo adicionado vs Dosificación de emulsión asfáltica.
Fuente: Elaboración propia.

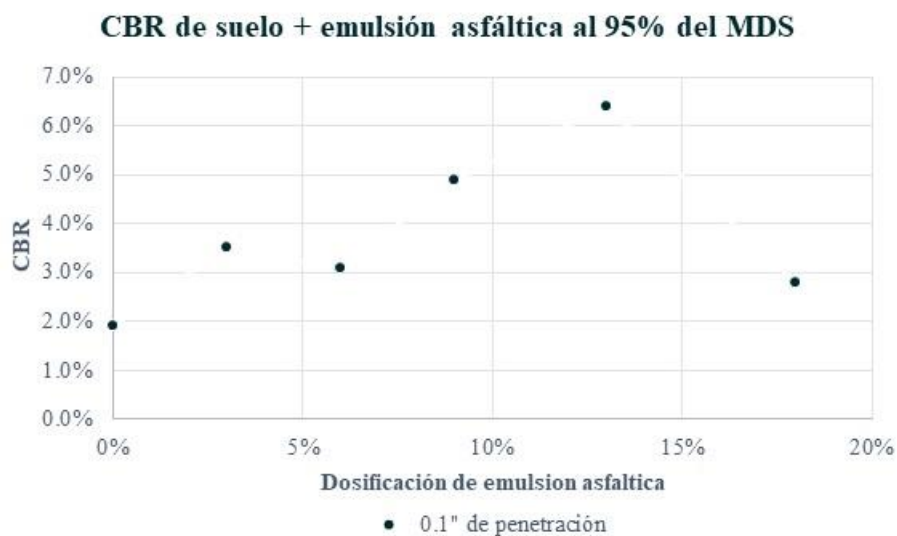
Como resultados del ensayo de CBR a la mezcla de suelo con emulsión asfáltica, se obtuvieron los siguientes datos para la penetración de 0.1” al 95% de MDS, con los cuales se realizó la Gráfica 8.

Valor del CBR de penetración al 95% de	
Dosificación de emulsion asfáltica	0.1"
0%	1.9%
3%	3.5%
6%	3.1%
9%	4.9%
13%	6.4%
18%	2.8%

Tabla 17: Ensayo de CBR con penetración al 95% del MDS para la mezcla de suelo con emulsión asfáltica.

Fuente: Elaboración propia.

De los datos expuestos en la tabla 17, se puede notar la tendencia del CBR del suelo con emulsión asfáltica es a incrementar hasta la dosificación del 13% de adición, logrando la estabilización del suelo puesto que se sobrepasa el 3% de CBR. Sin embargo, posteriormente se puede ver que en el suelo con la dosificación de 18% de emulsión asfáltica el CBR disminuye notoriamente obteniendo un CBR menor al 3%.



Gráfica 8: CBR al 95% del MDS de suelo adicionado vs dosificación de emulsión asfáltica.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis económico

Luego de realizados los estudios anteriormente analizados, se puede decir que técnicamente ambos aditivos resultan favorables en su aplicación para lograr estabilizar un suelo de subrasantes arcillosas para pavimentos urbanos; sin embargo, se deberá evaluar el factor económico de igual manera. En primera instancia, se realizó el análisis del costo de obtención y/o producción de los aditivos para el cual se obtuvieron los datos mostrados en la tabla 18 y 19.

Costo de la adición de virutas de acero por 1 m²	
Dosificación de V.A.	Costo
1%	S/ 38.32
2%	S/ 76.65
4%	S/ 153.30
8%	S/ 306.60
15%	S/ 574.87

Tabla 18: Costo de obtención y producción de virutas de acero por m².
Fuente: Elaboración propia.

Costo de la adición de emulsión asfáltica por 1 m²	
Dosificación de E.A.	Costo
3%	S/ 88.78
6%	S/ 177.56
9%	S/ 266.34
13%	S/ 384.72
18%	S/ 532.69

Tabla 19: Costo de obtención de emulsión asfáltica por m².
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, los costos para la obtención y producción de las virutas de acero resultaron mucho mayores que los de la emulsión asfáltica, si se hace una comparación entre las mayores dosificaciones de ambos aditivos se puede notar que añadir 15% de virutas de acero resulta más costo que añadir 18% de emulsión asfáltica al suelo. Esto se dio debido a que el costo de procesamiento de las virutas de su estado bruto al estado final para su uso como aditivo es costoso. Sin embargo, de encontrarse métodos para que este sea más eficaz los costos se reducirían notablemente haciendo por lo tanto que su utilización sea más factible económicamente.

Posterior al análisis anteriormente realizado se realizó el diseño de pavimentos y el análisis del costo de la ejecución de cada una de dichas estructuras, del cual se obtuvieron los siguientes datos para los pavimentos mejorados con la adición de virutas de acero.

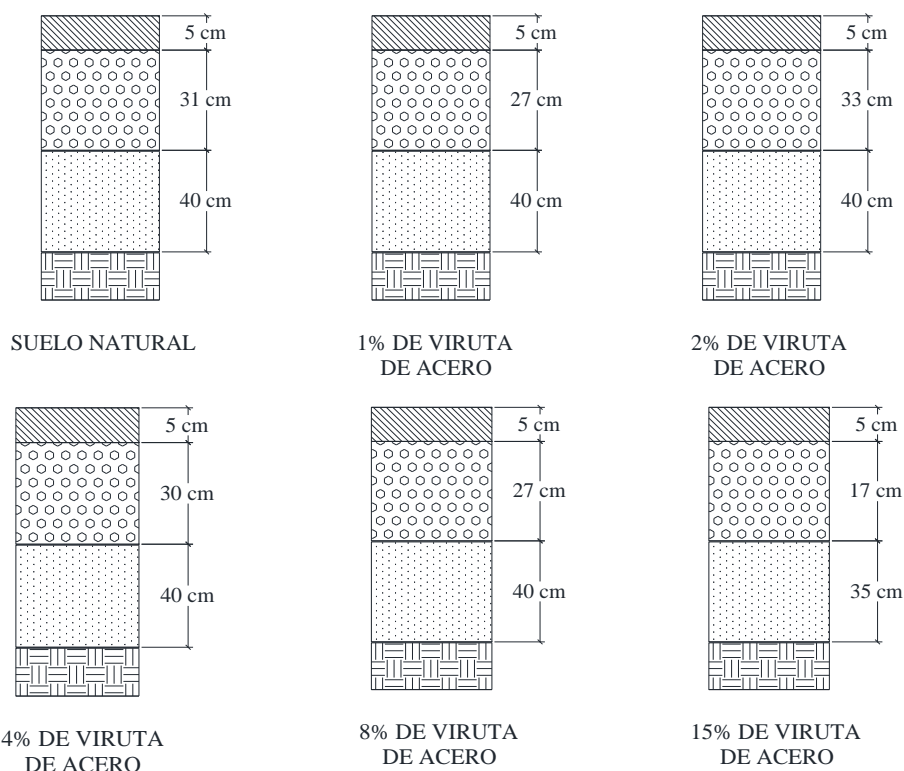


Figura 24: Diseño de pavimentos para las distintas subrasantes mejoradas con virutas de acero.

Fuente: Elaboración propia.

Después de analizados los datos, se puede observar que la estabilización del suelo solo se logra con el 15% de virutas de acero, puesto que es la única dosificación que permite que la muestra de suelo adicionado obtenga un CBR mayor al 3%. Los espesores de base y subbase calculados para la muestra de suelo natural se vieron reducidos notablemente y por consiguiente se obtuvo una reducción en costos de la estructura del pavimento, según el análisis realizado se puede decir que con el mayor porcentaje de virutas de acero estudiado se obtuvo la reducción al 79.2 %.

Dosificación	Capa	Espesor	Costo por capa	Costo total
Suelo natural	Base	31 cm	S/ 20,576.45	S/ 23,894.64
	Subbase	40 cm	S/ 3,318.19	
1% viruta de acero	Base	27 cm	S/ 19,272.63	S/ 22,590.82
	Subbase	40 cm	S/ 3,318.19	
2% viruta de acero	Base	33 cm	S/ 21,228.36	S/ 24,546.55
	Subbase	40 cm	S/ 3,318.19	
4% viruta de acero	Base	30 cm	S/ 20,250.49	S/ 23,568.69
	Subbase	40 cm	S/ 3,318.19	
8% viruta de acero	Base	27 cm	S/ 19,272.63	S/ 22,590.82
	Subbase	40 cm	S/ 3,318.19	
15% viruta de acero	Base	17 cm	S/ 16,013.08	S/ 18,916.50
	Subbase	35 cm	S/ 2,903.42	

Tabla 20: Espesores de base y subbase y costos de ejecución para pavimento con subrasante adicionada con virutas de acero.

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, los espesores de pavimentos obtenidos después del diseño realizado para las subrasantes mejoradas con emulsión asfáltica son los mostrados en la figura 27.

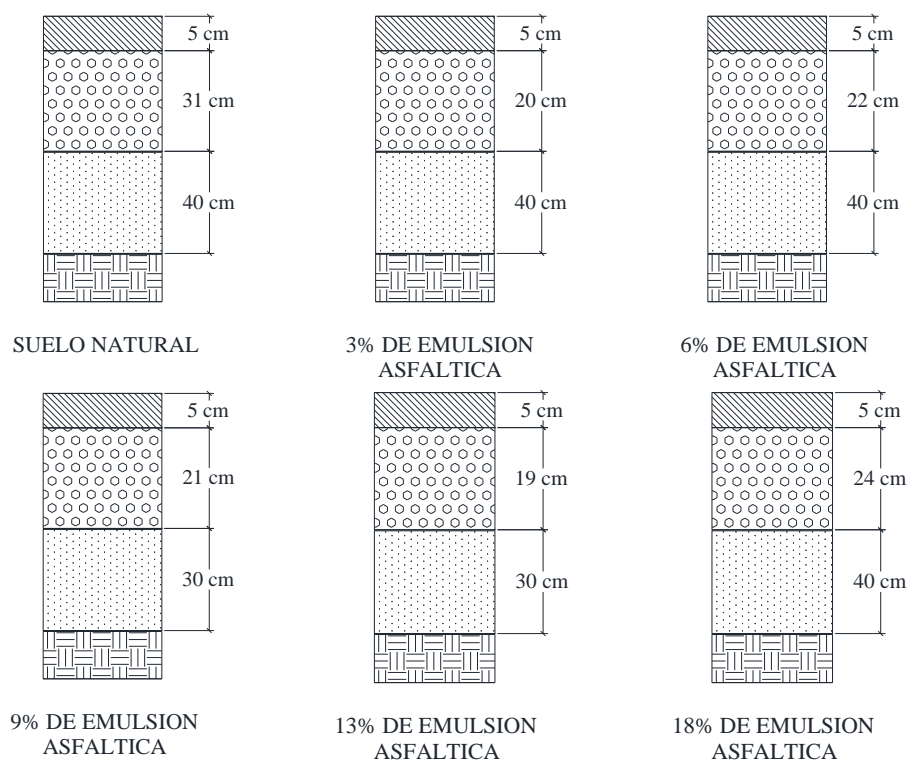


Figura 25: Diseño de pavimentos para las distintas subrasantes mejoradas con virutas de acero.

Fuente: Elaboración propia.

Luego de analizados los datos de espesores y costes obtenidos, se puede observar que con la utilización de emulsión asfáltica como estabilizante del suelo se obtienen resultados bastante favorables, puesto que los costos de construcción disminuyen en gran proporción comparado con el costo de ejecución sin utilización de aditivos. Reduciendo al 58.5 % los costos de las capas de base y subbase de la subrasante no mejorada, estos resultados se obtuvieron con la utilización del 13% de emulsión asfáltica. Sin embargo, si se utilizasen dosificaciones menores se consigue de igual manera una reducción en costos significativa.

Dosificación	Capa	Espesor	Costo por capa	Costo total
Suelo natural	Base	31 cm	S/ 20,576.45	S/ 23,894.64
	Subbase	40 cm	S/ 3,318.19	
3% emulsion asfáltica	Base	20 cm	S/ 11,812.02	S/ 15,130.21
	Subbase	40 cm	S/ 3,318.19	
6% emulsion asfáltica	Base	22 cm	S/ 12,463.93	S/ 15,782.12
	Subbase	40 cm	S/ 3,318.19	
9% emulsion asfáltica	Base	21 cm	S/ 12,137.98	S/ 14,626.62
	Subbase	30 cm	S/ 2,488.64	
13% emulsion asfáltica	Base	19 cm	S/ 11,486.07	S/ 13,974.71
	Subbase	30 cm	S/ 2,488.64	
18% emulsion asfáltica	Base	24 cm	S/ 18,294.77	S/ 21,612.96
	Subbase	40 cm	S/ 3,318.19	

Tabla 21: Espesores de base y subbase y costos de ejecución para pavimento con subrasante adicionada con emulsión asfáltica.

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

- En la zona de estudio se realizaron 07 puntos de investigación según lo establecido por la norma técnica CE. 010 de Pavimentos Urbanos. Se realizó la caracterización de todas las muestras extraídas de los puntos de investigación de lo cual se puede concluir que todas las muestras analizadas, según la clasificación SUCS, pertenecen a un tipo de suelo CL, este grupo engloba arcillas orgánicas de con una plasticidad entre baja y media, arcillas arenosas, acillas limosas, arcillas magras, etc. Según la clasificación AASHTO, las muestras de las calicatas 01, 02, 04, 05 y 07 se encuentran clasificadas dentro del grupo A-6; por otro lado, las calicatas 03 y 06 lo están en el grupo A-6-7-6. Además, se obtuvo el porcentaje de humedad del suelo, el cual varía entre 20.7% y 30.1%.
- Después de realizados los ensayos mecánicos a las 07 muestras de suelo natural, se obtuvieron los resultados del ensayo de CBR de cada una de ellas, los cuales varían entre 1.9% y 12.1%. Para los fines de esta investigación, y debido a que el principal propósito del mismo es realizar la estabilización de los suelos, se optó por realizar los estudios con la muestra de suelos que requiere una estabilización y cuyo CBR es menor a 3% tal y como lo indica la norma técnica CE. 010 de Pavimentos Urbanos. Esta muestra pertenece a la calicata N°02, la cual se encuentra en la intersección de la calle “Pedro Ruiz Gallo” y la avenida “Las Leyendas” y con la cual se pudieron realizar los diferentes ensayos con la adición de virutas de acero y de emulsión asfáltica.
- La muestra de suelo natural de la calicata N°02 arrojó como resultados luego del ensayo de compactación de Proctor Modificado tiene un óptimo contenido de humedad de 14.21% y una máxima densidad seca de 1.894 g/cm^3 , de igual manera después del ensayo de Relación de Soporte California, se obtuvo que el CBR de dicha muestra de suelo al 95% y 100% de la máxima densidad seca es de 1.9% y 1.9% respectivamente, por lo cual se califica como una subrasante “POBRE” y que por lo tanto requiere de un proceso de estabilización.
- Con la adición de emulsión asfáltica, se pudo observar que con la dosificación del 3% se logró la estabilización de la muestra de suelo, obteniendo un CBR de 3.5% al 95% de su máxima densidad seca, mejorando en un 84.21% con respecto a los resultados del suelo natural.

- La dosificación de emulsión asfáltica que alcanzo la máxima mejora del CBR fue del 13%, con la cual se obtuvo un CBR de 6.4% al 95% de la máxima densidad seca, obteniendo una mejoría del 236.84% en contraste con la muestra de suelo natural estudiada.
- Con las dosificaciones del 1%, 2%, 4% y 8% de virutas de acero no se logró la estabilización del suelo de la subrasante, es decir no se alcanzó el 3% de CBR. Por otro lado, con el 15% de virutas de acero se logró una mejoría del 189.47% con respecto al suelo natural, obteniendo un CBR de 5.5% al 95% de la máxima densidad seca; además, la máxima densidad seca incrementó en un 9.14% alcanzando los 2.069 g/cm³ y el óptimo contenido de humedad se redujo a un 80.01% con respecto a los resultados obtenidos de la muestra natural.
- La dosificación optima de emulsión asfáltica con la que se obtuvo el mayor incremento del CBR fue la de 13% con la cual se obtuvo una mejoría del 236.84%.
- La dosificación optima de la adición de virutas de acero según los resultados obtenido es del 15%, puesto que es la única con la cual se logra la estabilización del suelo y con la cual se obtuvo el mayor valor de CBR.
- Luego de realizado el diseño estructural del pavimento mediante la metodología AASHTO 93, se obtuvo que, en condiciones naturales, la superficie de rodadura es de 5cm, la base de 31 cm y la subbase de 40cm. Si se realiza el análisis comparativo con la adición de emulsión asfáltica al 13% y con la adición de virutas de acero al 15%, se puede concluir que en ambos casos las capas de base y subbase se ven reducidas a 19 cm y 30 cm en el primer caso y 17 y 35 cm en el segundo. La reducción de los espesores, tanto de la base como de la subbase, suponen una reducción de costos en la ejecución de dichas capas al 58.5% y 79.2% con respecto al pavimento diseñado con la subrasante en condiciones naturales.
- Después de realizado el análisis de costo de la obtención de la emulsión asfáltica y la producción de las virutas de acero resulta más económica la utilización de emulsión asfáltica, puesto que con una menor dosificación y por lo tanto un menor costo, se obtienen valores similares de CBR en comparación con la utilización de las virutas de acero.

RECOMENDACIONES

- Se aconseja el uso de la emulsión asfáltica CSS-1H de rotura lenta para la estabilizar suelos arcillosos, puesto que el CBR incrementa de manera significativa, además al ser de rotura lenta dicha emulsión otorga mayores tiempos para su empleabilidad.
- Se aconseja realizar otros ensayos no especificados en este trabajo de investigación con el propósito de poder evaluar características mecánicas y/o de resistencia adicionales en las que la emulsión asfáltica y las virutas de acero puedan tener un efecto. Además, realizar ensayos de capilaridad y tener en cuenta el nivel freático para analizar como el suelo adicionado se comporta en presencia del mismo.
- Se sugiere la realización de ensayos de campo, como el ensayo de densidad de campo y el ensayo de penetrómetro dinámico de cono, con el objetivo de analizar cómo se comportan los aditivos ante agentes presentes en el medio
- Se sugiere continuar con el estudio de la adición de las virutas de acero en mayores porcentajes, puesto que, según lo observado en los resultados obtenidos, el CBR incrementa de manera lineal.
- Considerar que la utilización de las virutas de acero como aditivo para la mejora del CBR del suelo de subrasante es una alternativa ambientalmente amigable y por lo tanto, se sugiere la búsqueda de una alternativa de procesamiento de las mismas que resulte más económicamente viable.
- Se recomienda que en subsiguientes investigaciones se realice la combinación de dosificaciones de ambos aditivos con la finalidad de evaluar los resultados de los mismos.
- Se sugiere considerar aumentar la cantidad de ensayos con la finalidad de evitar la dispersión de los resultados obtenidos.
- Se recomienda el uso de materiales con propiedades semejantes al cemento y a la cal con la finalidad de poder cumplir con los objetivos de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] P.C.A. Rodríguez, "Un método simplificado de predicción de hinchamiento de arcillas expansivas debido a cambios de humedad", *Obras y Proyectos*, no. 28, pp 35 – 44, diciembre 2020.
- [2] M.M.E Zumrawi, "Geotechnical Aspects for Roads on Expansive Soils", *IJSR*, vol. 4, no. 2, pp 1475 – 1479, febrero 2015.
- [3] W.A. Galarreta y S.D. Llenque, "Influencia de la adición de emulsión asfáltica en la estabilidad de los suelos del centro poblado de Villa Hermosa en el distrito La Esperanza", tesis de grado, UNT, Trujillo, Perú, 2019.
- [4] A. Zerga, "Plan de Prevención ante Desastres: Usos de Suelos y Medidas de Mitigación de la Ciudad de Chiclayo", INDECI, 2003.
- [5] P.I. Flores, "Evaluación de la adición de fibras PET provenientes del reciclaje de botellas a la subrasante del suelo, en el área de estacionamiento de la clínica USAT, 2018- 2019", tesis de grado, USAT, Chiclayo, Perú, 2019.
- [6] C. Gómez de Santos, "Comportamiento geotécnico de suelos arcillosos compactados, respuesta a cargas estáticas y dinámicas", tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España, 2019.
- [7] L.N. Cardona y J.S. Sánchez; "Análisis de una mezcla suelo - cemento con afición de viruta de acero", tesis de grado, Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia, 2018.
- [8] S.M. Anchundia, "Estabilización de subrasantes mediante el sistema arena - emulsión asfáltica", tesis de pregrado, Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador, 2007.
- [9] P.G. Becerra y L.F. Gómez, "Estudio del comportamiento en las arcillas típicas de Bogotá estabilizadas con residuos de construcción y demolición (RCD)", tesis de grado, Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia, 2019.
- [10] J.L. Rojas "Aplicación de la emulsión asfáltica en la estabilización de la sub rasante de la carretera afirmada de tercera clase, Emp. PE 18 Quilca - Cochamarca, año 2017", tesis de grado, UCV, Lima, Perú, 2018.

- [11] H.O. Aguilar y J.C, Bravo, "Evaluación de la ceniza de fondo para la estabilización de suelos arcillosos provenientes de la zona ladrillera del distrito de San Jerónimo - Cusco", tesis de grado, UAC, Cuzco, Perú, 2020.
- [12] D.E. Sinarahua, "Evaluación de aditivos Perma Zyme 30x y ConAid para la estabilización de subrasante en vías urbanas no pavimentadas de la urbanización Urrunaga Sector 1 en el distrito de José Leonardo Ortiz, Chiclayo 2020", tesis de pregrado, USAT, Chiclayo, Perú, 2021.
- [13] M.J. Guzmán, "Evaluación de resistencia del nivel de subrasante mediante el uso de polímeros reciclados en el distrito de La Victoria - 2019", tesis de grado, UDCH, Chiclayo, Perú, 2019.
- [14] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, "Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos", 2014.
- [15] C. Crespo, Mecánica de suelos y cimentaciones, 5ta edición, México: Limusa, 2004.
- [16] A. Ulloa, "Preparación de emulsiones asfálticas en laboratorio", Métodos y Materiales, vol. 2, pp. 17 – 24, noviembre 2012.
- [17] R. Rodríguez, V. Castaño y M. Martínez, "Emulsiones asfálticas", Secretaría de Comunicaciones y Transportes Instituto Mexicano del Transporte, Quintana Roo, Documento técnico, no 23, 2001.
- [18] M. Esteban, A. Díaz, J. Díaz, J. Cantero y M. Migueléz, "Tecnología Mecánica", Madrid: Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, España, 2019.
- [19] Ministerio de transportes y comunicaciones, "Manual de ensayo de materiales", 2016.
- [20] A. Montejo, Ingeniería de Pavimentos para Carreteras, 2da, Bogotá, Ed. Agora, 2002.
- [21] M. M. a. S. Syahril, «Effect of addition of palm shell ash and asphalt emulsion for bearing capacity on clay soils,» The Electrochemical Society, Indonesia, 2021.
- [22] S. A. B. Saad Issa Sarsam, «Assessing the Structural Properties of Asphalt Stabilized Subgrade Soil,» International Journal of Scientific Research in Knowledge, vol. 0227, n° 240, p. 14, 2015.

- [23] Universidad Mayor de San Simón, “Pavimentos”, texto guía, Bolivia, 2004.
- [24] A. Hossne, G. Paredes, R. Carvajal, E. Santaella y J. Mallaver, “Cohesión aparente de un suelo agrícola franco arenoso de sabana”, Acta Universitaria, vol. 21, no 3, pp. 5 – 13, diciembre 2011.
- [25] W. Lambe y R. Whitman, Mecánica de suelos, México: Limusa, 2004.
- [26] M. Barrera y P. Garnica, “Introducción a la mecánica de suelos no saturados en vías terrestres”, Secretaría de Comunicaciones y Transportes Instituto Mexicano del Transporte, Quintana Roo, Documento técnico, no 198, 2002.
- [27] M. Ospina, S. Chaves y L. Jiménez, «Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero,» Revista Investigación, desarrollo e innovación, vol. 11, nº 1, pp. 185-196, 2020.
- [28] S. Guizado y M. Hurtado, Adición de fragmentos de metal reciclado para determinar la estabilización de la subrasante del circuito vial Azapampa - Huancayo 2021, Lima: Universidad César Vallejo, 2021.
- [29] Reglamento nacional de edificaciones, “Norma CE.010: Pavimentos urbanos”, Lima, 2010.

ANEXOS

ANEXO 01
ENSAYOS DE CAMPO

REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATA

PROYECTO : Estabilización de suelos arcillosos utilizando emulsión asfáltica y viruta de acero para subrasantes – La Victoria
UBICACIÓN : Pueblo joven "Antonio Raymondi del Acqua", La Victoria, Chiclayo, Lambayeque, Perú
TIPO DE EXPLORACION : CALICATA
N° DE EXPLORACION : C-01
NIVEL FREÁTICO (m) : NE
PROF. DE EXPLORACION (m) : 1.50 m
COORDENADAS UTM : -
FECHA DE EXCAVACIÓN : 14/04/2022



PROF(m)	G R A F I C O	DESCRIPCION ESTRATIGRAFICA Clasificación técnica; grado de compacidad / consistencia; índice de plasticidad / compresibilidad; contenido de humedad y color. Otros: forma del material granular, presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	S U C S	GRANULOMETRIA (%)					N° DE MUESTRA
				< 0.075 mm	0.075 mm a 4,750 mm	4,750 mm a 75 mm	IP	% Humedad	
0.00									
0.40	●●●●●	Relleno	-	-	-	-	-	-	-
M-01 1.50	//	Arcilla de baja plasticidad.	CL	89.30	10.70	0.00	19.97	25.80	M-01

REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATA

PROYECTO : Estabilización de suelos arcillosos utilizando emulsión asfáltica y viruta de acero para subrasantes – La Victoria
UBICACIÓN : Pueblo joven "Antonio Raymondi del Acqua", La Victoria, Chiclayo, Lambayeque, Perú
TIPO DE EXPLORACION : CALICATA
N° DE EXPLORACION : C-06
NIVEL FREÁTICO (m) : NE
PROF. DE EXPLORACION (m) : 1.50 m
COORDENADAS UTM : -
FECHA DE EXCAVACIÓN : 14/04/2022



PROF(m)	G R A F I C O	DESCRIPCION ESTRATIGRAFICA Clasificación técnica; grado de compacidad / consistencia; índice de plasticidad / compresibilidad; contenido de humedad y color. Otros: forma del material granular, presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	S U C S	GRANULOMETRIA (%)					N° DE MUESTRA
				< 0.075 mm	0.075 a 0.425 mm	0.425 a 75 mm	75 a 4.750 mm	I.P	
0.00									
0.40	•••••	Relleno	-	-	-	-	-	-	-
M-01 1.50	//	Arcilla arenosa de baja plasticidad.	CL	64.40	35.60	0.00	20.37	22.30	M-01

ANEXO 02
ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYOS DE LABORATORIO

Muestra de suelo natural

Muestra de suelo natural

Clasificación física de suelos: Granulometría por tamizado, contenido de humedad y límites de Atterberg

INFORME DE ENSAYO N°3759

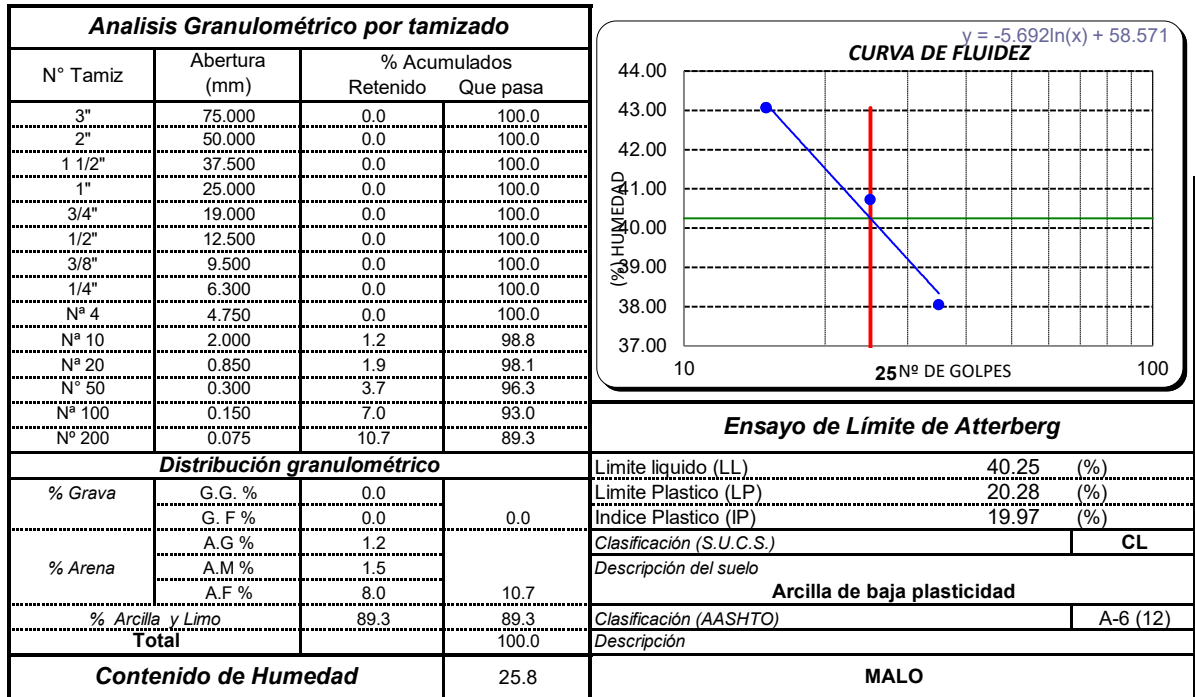
Expediente : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
 Atención : UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
 Lugar : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 21 de Abril del 2022

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calicata - C-1

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m. - 1.50m.



INFORME DE ENSAYO N°3759

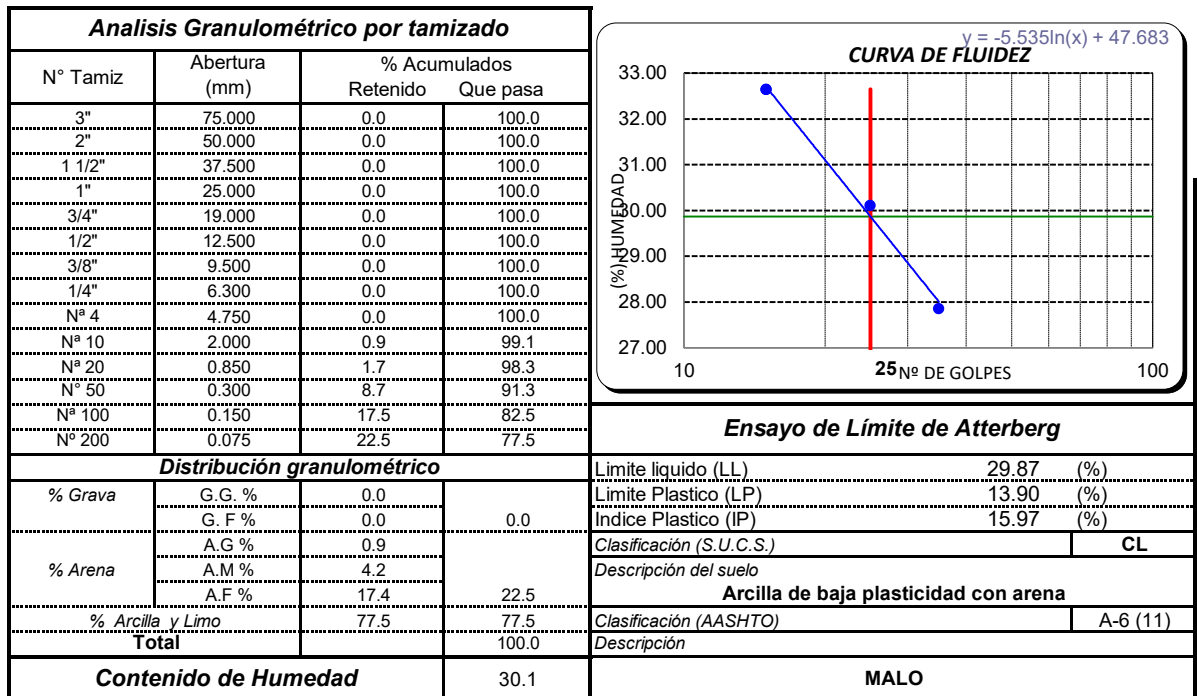
Expediente : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
 Atención : UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
 Lugar : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 21 de Abril del 2022

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calicata - C-2

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m. - 1.50m.



INFORME DE ENSAYO N°3759

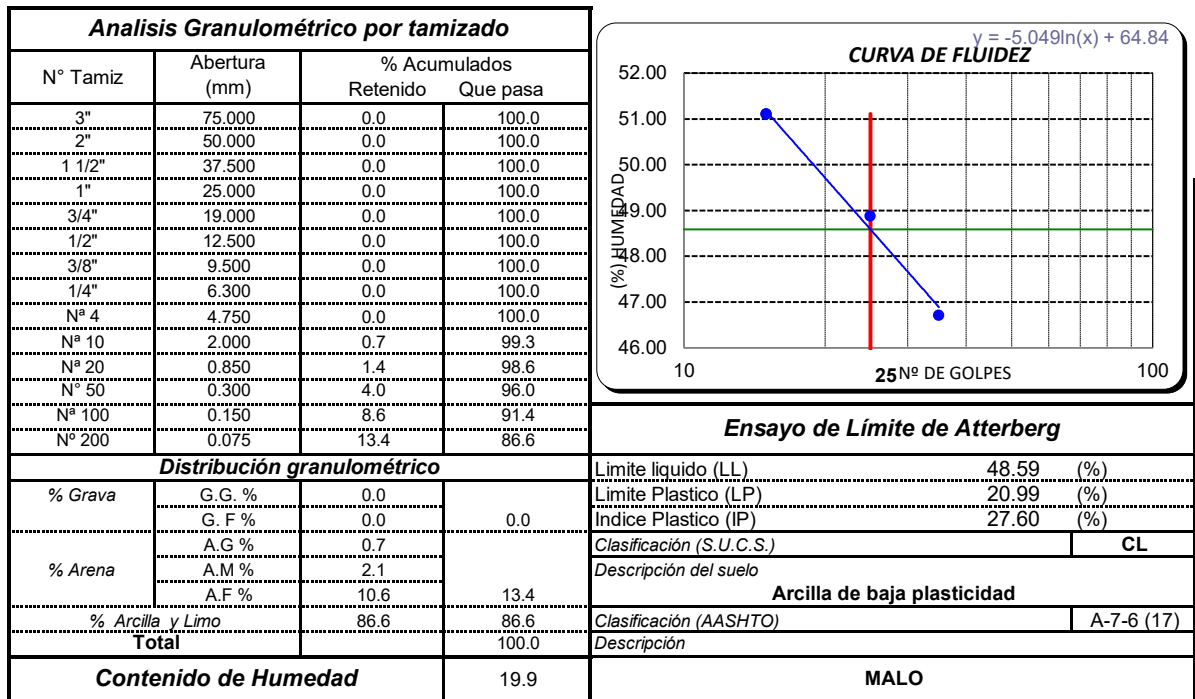
Expediente : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
 Atención : UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
 Lugar : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 21 de Abril del 2022

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calicata - C-3

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m. - 1.50m.



INFORME DE ENSAYO N°3759

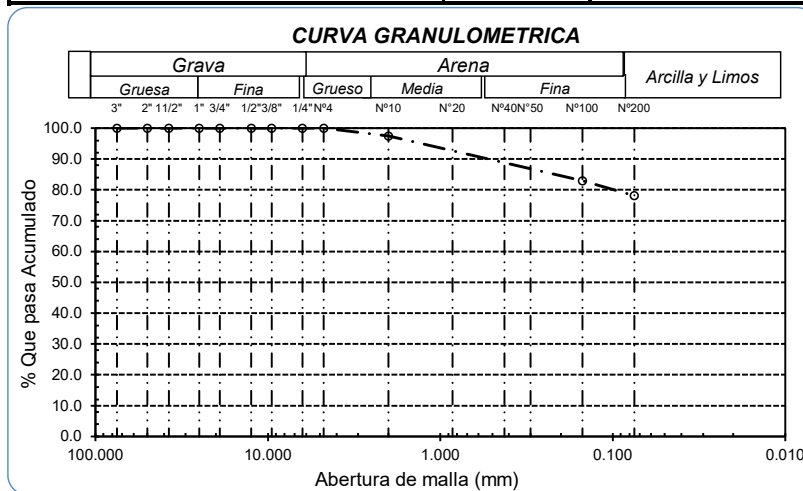
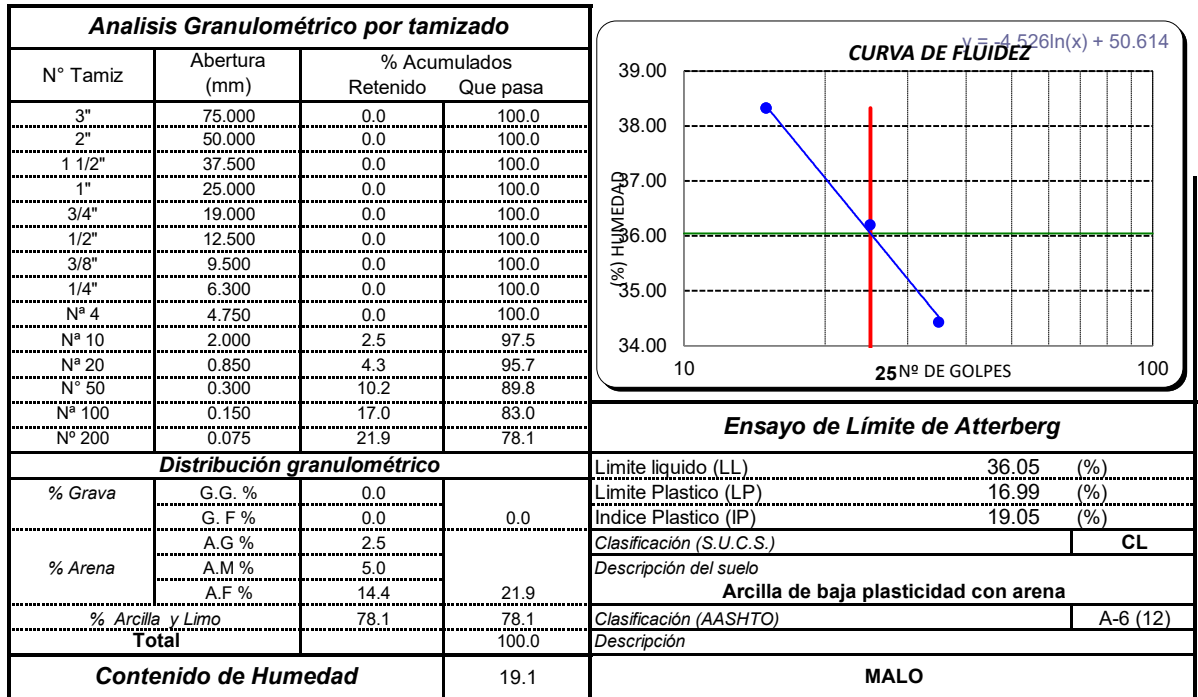
Expediente : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
 Atención : UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
 Lugar : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 21 de Abril del 2022

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calicata - C-4

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m. - 1.50m.



INFORME DE ENSAYO N°3759

Expediente : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
 Atención : UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
 Lugar : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 21 de Abril del 2022

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calicata - C-5

Muestra: M-1

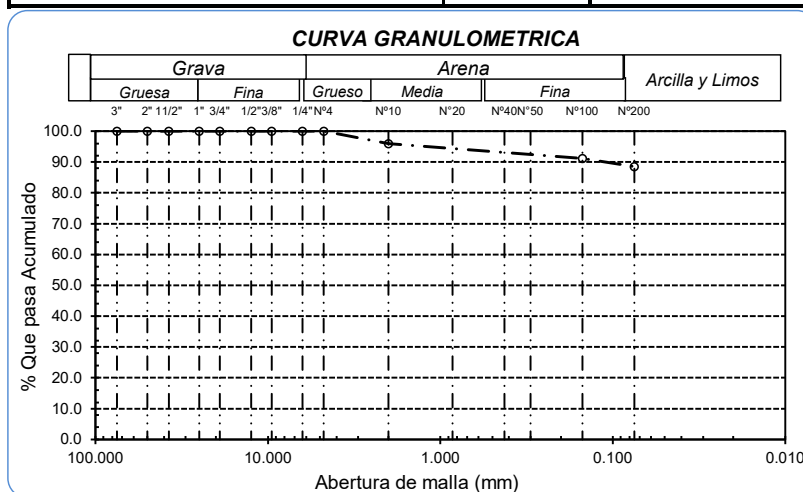
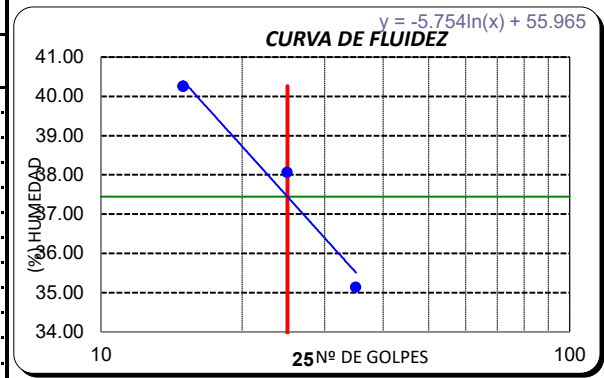
Profundidad: 0.00m. - 1.50m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	4.1	95.9
N° 20	0.850	5.0	95.0
N° 50	0.300	6.1	93.9
N° 100	0.150	8.8	91.2
N° 200	0.075	11.5	88.5

Distribución granulométrica			
% Grava	G.G. %	0.0	0.0
	G.F. %	0.0	0.0
% Arena	A.G. %	4.1	11.5
	A.M. %	1.4	
	A.F. %	6.0	
% Arcilla y Limo		88.5	88.5
Total		100.0	100.0

Contenido de Humedad		19.9
----------------------	--	------

CURVA DE FLUIDEZ	
Limite liquido (LL)	37.44 (%)
Limite Plastico (LP)	17.09 (%)
Indice Plastico (IP)	20.36 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	CL
Descripción del suelo	
Arcilla de baja plasticidad	
Clasificación (AASHTO)	A-6 (12)
Descripción	
MALO	



INFORME DE ENSAYO N°3759

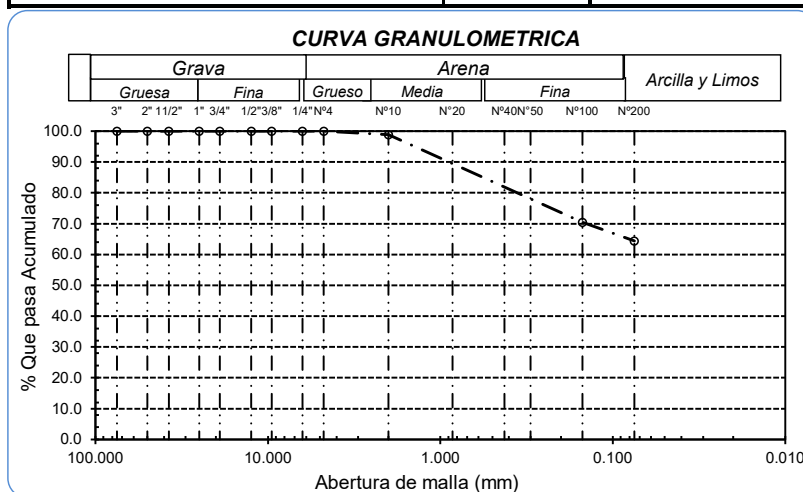
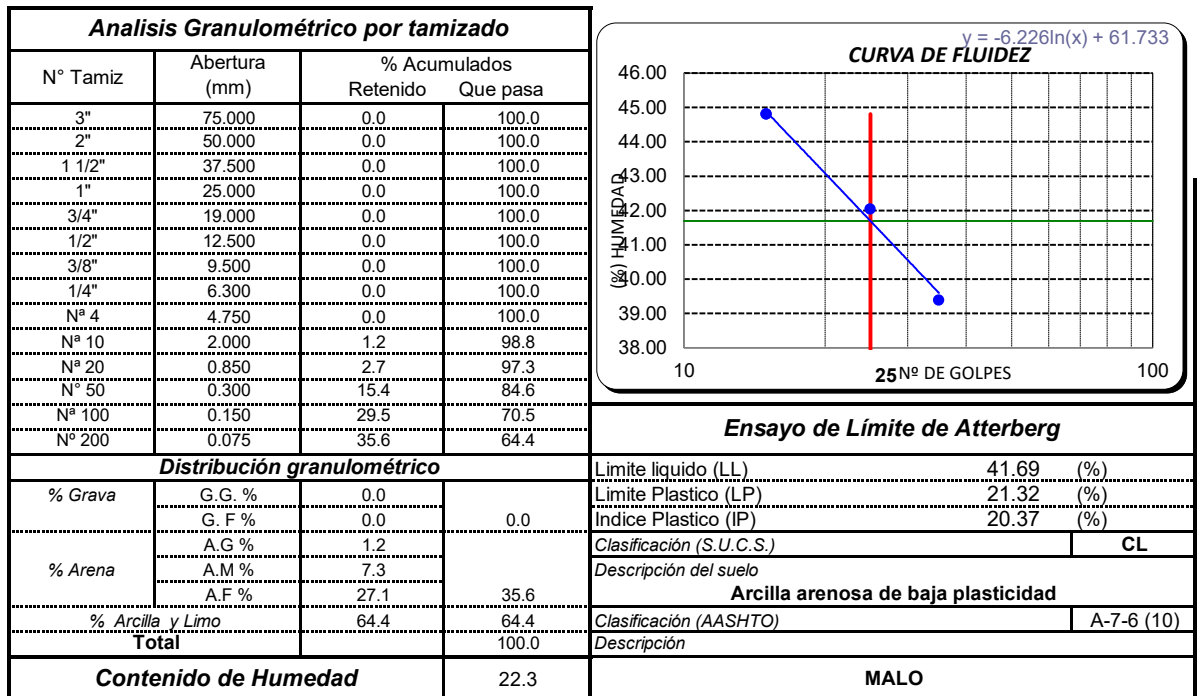
Expediente : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
 Atención : UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
 Lugar : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 21 de Abril del 2022

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calicata - C-6

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m. - 1.50m.



INFORME DE ENSAYO N°3759

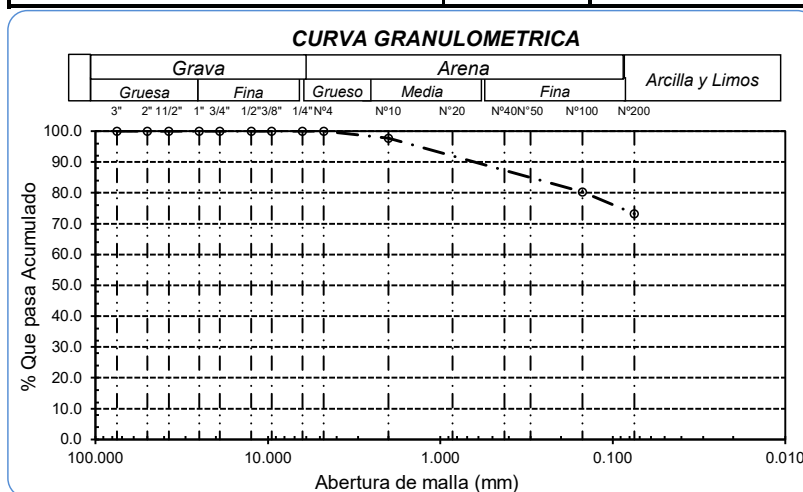
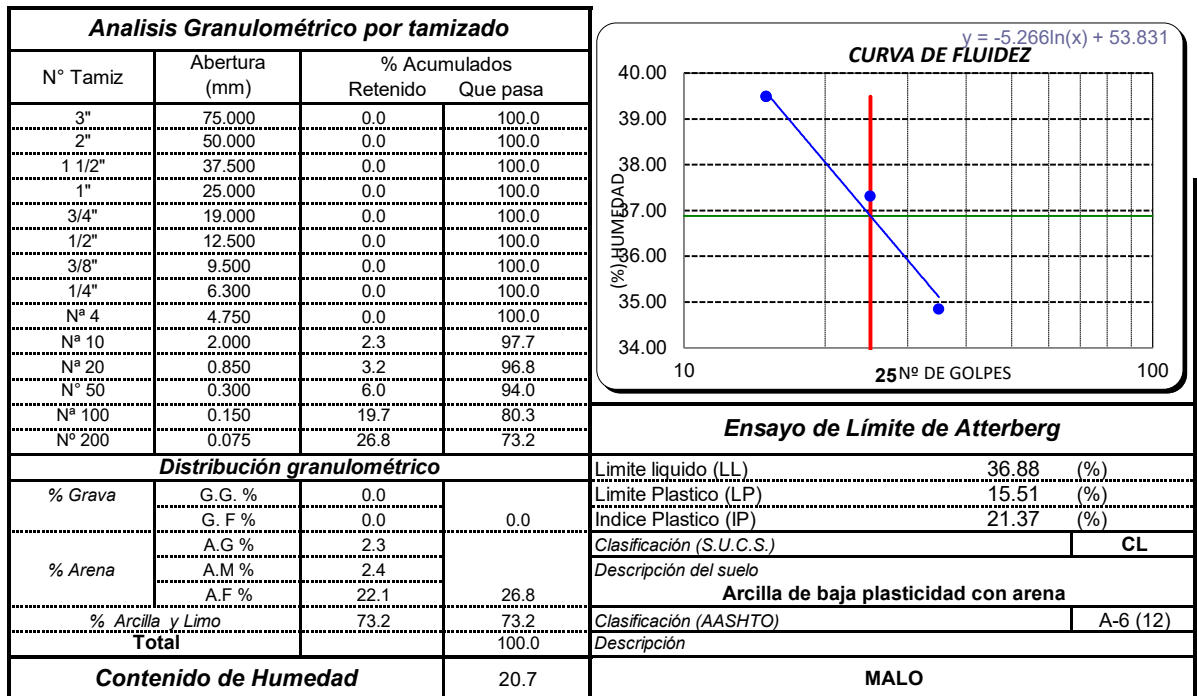
Expediente : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
 Atención : UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
 Lugar : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 21 de Abril del 2022

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calicata - C-7

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m. - 1.50m.



Muestra de suelo natural

Ensayo de Proctor modificado

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Expediente N° : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Abril del 2022

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m³ (56000 pie-lb/pie³)).

NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

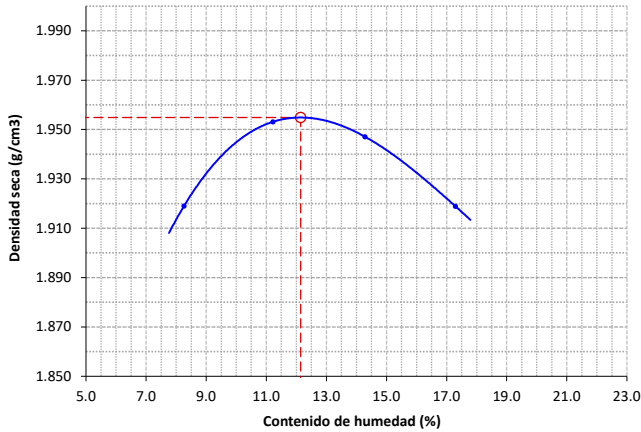
REFERENCIA DE LA MUESTRA

Muestra M-01
 Calicata C-01

FECHA DEL ENSAYO: 14/09/2021

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4	DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A,B ó C) EMPLEADO.				
					TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q. PASA
Peso del suelo + molde (g)	10742	10942	11054	11108	2"	0.0	0.0	0.0	100.0
Peso del molde (g)	6350	6350	6350	6350	3/4"	0	0.0	0.0	100.0
Peso del suelo húmedo compactado (g)	4392	4592	4704	4758	3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
Volumen del molde (cm ³)	2114	2114	2114	2114	N°04	4872.0	22.2	22.2	77.8
Peso del volumen húmedo (g/cm ³)	2.078	2.172	2.225	2.251	<N°04	17107	77.8	100.0	0.0
CONTENIDO DE HUMEDAD		1	2	3	4				
Peso del suelo húmedo + tara (g)	429.8	491.2	458.2	529.7	PESO: g.				
Peso del suelo seco + tara (g)	403.5	449.8	411.3	464.2	MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"				
Peso de tara (g)	85.2	80.7	82.9	85.4	MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 6				
Peso de agua (g)	26.3	41.4	46.9	65.5	NÚMERO DE GOLPES : 56				
Peso de suelo seco (g)	318.3	369.1	328.4	378.8	NÚMERO DE CAPAS : 5				
Contenido de agua (%)	8.3	11.2	14.3	17.3	MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo				
Peso volumétrico seco (g/cm ³)	1.919	1.953	1.947	1.919	DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual				

GRAFICO DEL PROCTOR



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)

CLASIFICACIÓN:
 AASTHO:
 SUCS:
 DESCRIPCIÓN:

DENSIDAD MAXIMA SECA : 1.955 g/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 12.14 %

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Pag.: 01 de 01

Expediente N° : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Abril del 2022

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m³ (56000 pie-lb/pie³)).

NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

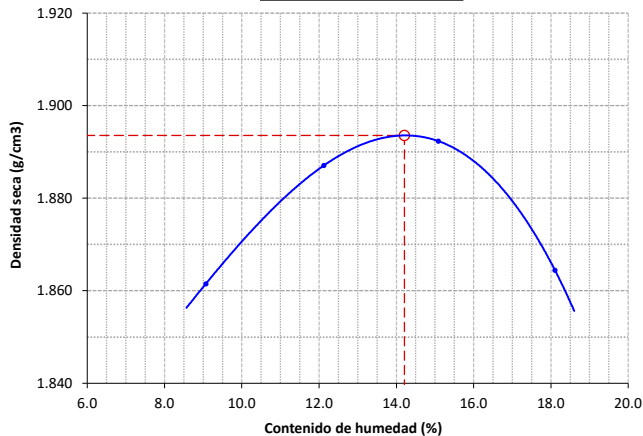
REFERENCIA DE LA MUESTRA

Muestra M-01
 Calicata C-02

FECHA DEL ENSAYO: 14/09/2021

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4	DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A, B ó C) EMPLEADO.				
					TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q. PASA
Peso del suelo + molde (g)	10642	10823	10954	11005	2"	0.0	0.0	0.0	100.0
Peso del molde (g)	6350	6350	6350	6350	3/4"	0	0.0	0.0	100.0
Peso del suelo húmedo compactado (g)	4292	4473	4604	4655	3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
Volumen del molde (cm ³)	2114	2114	2114	2114	N°04	4872.0	22.2	22.2	77.8
Peso del volumen húmedo (g/cm ³)	2.030	2.116	2.178	2.202	<N°04	17107	77.8	100.0	0.0
CONTENIDO DE HUMEDAD									
	1	2	3	4	PESO: g.				
Peso del suelo húmedo + tara (g)	434.5	388.6	468.2	432.8	MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"				
Peso del suelo seco + tara (g)	402.8	349.8	418.0	373.4	MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 6				
Peso de tara (g)	53.2	29.8	85.3	45.3	NÚMERO DE GOLPES : 56				
Peso de agua (g)	31.7	38.8	50.2	59.4	NÚMERO DE CAPAS : 5				
Peso de suelo seco (g)	349.6	320	332.7	328.1	MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo				
Contenido de agua (%)	9.1	12.1	15.1	18.1	DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual				
Peso volumétrico seco (g/cm ³)	1.861	1.887	1.892	1.864					

GRÁFICO DEL PROCTOR



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)

CLASIFICACIÓN:
 AASTHO:
 SUCS:
 DESCRIPCIÓN:

DENSIDAD MÁXIMA SECA : 1.894 g/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 14.21 %

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Pag.: 01 de 01

Expediente N° : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Abril del 2022

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m³ (56000 pie-lb/pie³)).

NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

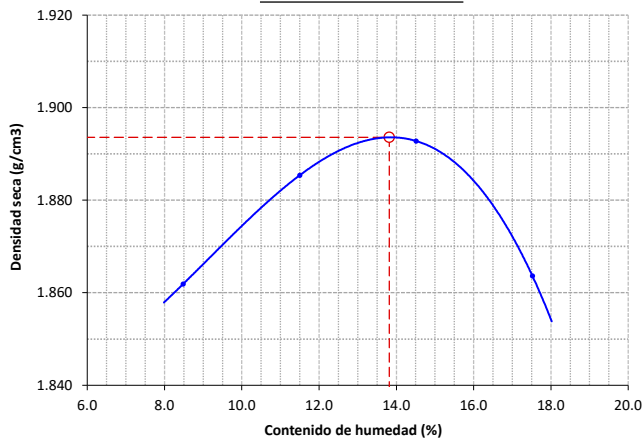
REFERENCIA DE LA MUESTRA

Muestra M-01
 Calicata C-03

FECHA DEL ENSAYO: 14/09/2021

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4	DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A, B ó C) EMPLEADO.				
					TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q. PASA
Peso del suelo + molde (g)	10620	10794	10932	10980	2"	0.0	0.0	0.0	100.0
Peso del molde (g)	6350	6350	6350	6350	3/4"	0	0.0	0.0	100.0
Peso del suelo húmedo compactado (g)	4270	4444	4582	4630	3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
Volumen del molde (cm ³)	2114	2114	2114	2114	N°04	4872.0	22.2	22.2	77.8
Peso del volumen húmedo (g/cm ³)	2.020	2.102	2.167	2.190	<N°04	17107	77.8	100.0	0.0
CONTENIDO DE HUMEDAD	1	2	3	4	PESO: g.				
Peso del suelo húmedo + tara (g)	429.8	374.5	390.7	402.4	MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"				
Peso del suelo seco + tara (g)	399.8	339.2	352.0	348.4	MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 6				
Peso de tara (g)	46.2	32.2	85.3	40.2	NÚMERO DE GOLPES : 56				
Peso de agua (g)	30	35.3	38.7	54	NÚMERO DE CAPAS : 5				
Peso de suelo seco (g)	353.6	307	266.7	308.2	MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo				
Contenido de agua (%)	8.5	11.5	14.5	17.5	DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual				
Peso volumétrico seco (g/cm ³)	1.862	1.885	1.893	1.864					

GRÁFICO DEL PROCTOR



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)

CLASIFICACIÓN:
 AASTHO:
 SUCS:
 DESCRIPCIÓN:

DENSIDAD MAXIMA SECA : 1.894 g/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 13.82 %

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Pag.: 01 de 01

Expediente N° : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Abril del 2022

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m³ (56000 pie-lb/pie³)).

NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

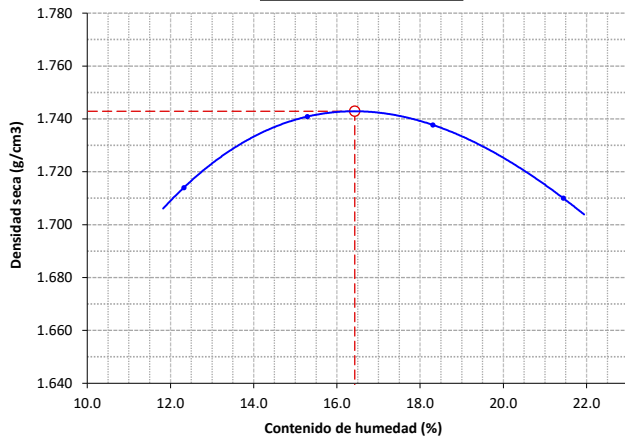
REFERENCIA DE LA MUESTRA

Muestra M-01
 Calicata C-04

FECHA DEL ENSAYO: 14/09/2021

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4	DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A, B ó C) EMPLEADO.				
					TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q. PASA
Peso del suelo + molde (g)	10420	10593	10696	10740	2"	0.0	0.0	0.0	100.0
Peso del molde (g)	6350	6350	6350	6350	3/4"	0	0.0	0.0	100.0
Peso del suelo húmedo compactado (g)	4070	4243	4346	4390	3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
Volumen del molde (cm ³)	2114	2114	2114	2114	N°04	4872.0	22.2	22.2	77.8
Peso del volumen húmedo (g/cm ³)	1.925	2.007	2.056	2.077	<N°04	17107	77.8	100.0	0.0
CONTENIDO DE HUMEDAD									
Peso del suelo húmedo + tara (g)	369.1	328.5	358.8	413.9	PESO: g.				
Peso del suelo seco + tara (g)	332.5	289.2	309.3	348.1	MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"				
Peso de tara (g)	35.5	32.2	38.9	41.2	MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 6				
Peso de agua (g)	36.6	39.3	49.5	65.8	NÚMERO DE GOLPES : 56				
Peso de suelo seco (g)	297	257	270.4	306.9	NÚMERO DE CAPAS : 5				
Contenido de agua (%)	12.3	15.3	18.3	21.4	MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo				
Peso volumétrico seco (g/cm ³)	1.714	1.741	1.738	1.710	DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual				

GRAFICO DEL PROCTOR



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)

CLASIFICACIÓN:
 AASTHO:
 SUCS:
 DESCRIPCIÓN:

DENSIDAD MAXIMA SECA : 1.743 g/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 16.43 %

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Pag.: 01 de 01

Expediente N° : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Abril del 2022

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m³ (56000 pie-lb/pie³)).

NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

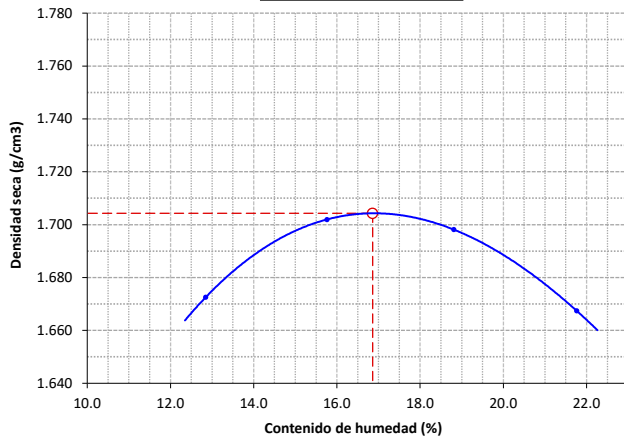
REFERENCIA DE LA MUESTRA

Muestra M-01
 Calicata C-05

FECHA DEL ENSAYO: 14/09/2021

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4	DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A, B ó C) EMPLEADO.					
					TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q. PASA	
Peso del suelo + molde (g)	10340	10515	10615	10642	2"	0.0	0.0	0.0	100.0	
Peso del molde (g)	6350	6350	6350	6350	3/4"	0	0.0	0.0	100.0	
Peso del suelo húmedo compactado (g)	3990	4165	4265	4292	3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	
Volumen del molde (cm ³)	2114	2114	2114	2114	N°04	4872.0	22.2	22.2	77.8	
Peso del volumen húmedo (g/cm ³)	1.887	1.970	2.018	2.030	<N°04	17107	77.8	100.0	0.0	
CONTENIDO DE HUMEDAD					1	2	3	4		
Peso del suelo húmedo + tara (g)	327.1	329.7	340.6	395.6	PESO: g.					
Peso del suelo seco + tara (g)	294.7	290.0	292.4	332.1	MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"					
Peso de tara (g)	42.5	38.1	36.1	40.3	MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 6					
Peso de agua (g)	32.4	39.7	48.2	63.5	NÚMERO DE GOLPES : 56					
Peso de suelo seco (g)	252.2	251.9	256.3	291.8	NÚMERO DE CAPAS : 5					
Contenido de agua (%)	12.8	15.8	18.8	21.8	MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo					
Peso volumétrico seco (g/cm ³)	1.673	1.702	1.698	1.667	DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual					

GRÁFICO DEL PROCTOR



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)

CLASIFICACIÓN:
 AASTHO:
 SUCS:
 DESCRIPCIÓN:

DENSIDAD MAXIMA SECA : 1.704 g/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 16.86 %

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Pag.: 01 de 01

Expediente N° : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Abril del 2022

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m³ (56000 pie-lb/pie³)).

NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

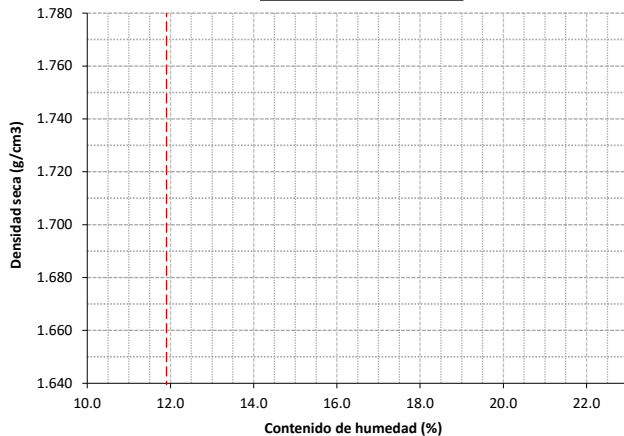
REFERENCIA DE LA MUESTRA

Muestra M-01
 Calicata C-06

FECHA DEL ENSAYO: 14/09/2021

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4	DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A, B ó C) EMPLEADO.					
					TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q. PASA	
Peso del suelo + molde (g)	10470	10673	10793	10792	2"	0.0	0.0	0.0	100.0	
Peso del molde (g)	6350	6350	6350	6350	3/4"	0	0.0	0.0	100.0	
Peso del suelo húmedo compactado (g)	4120	4323	4443	4442	3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	
Volumen del molde (cm ³)	2114	2114	2114	2114	N°04	4872.0	22.2	22.2	77.8	
Peso del volumen húmedo (g/cm ³)	1.949	2.045	2.102	2.101	<N°04	17107	77.8	100.0	0.0	
CONTENIDO DE HUMEDAD					1	2	3	4		
Peso del suelo húmedo + tara (g)	389.4	310.5	328.9	424.4	PESO: g.					
Peso del suelo seco + tara (g)	365.6	285.0	294.5	370.4	MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"					
Peso de tara (g)	42.5	39.2	38.7	40.3	MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 6					
Peso de agua (g)	23.8	25.5	34.4	54	NÚMERO DE GOLPES : 56					
Peso de suelo seco (g)	323.1	245.8	255.8	330.1	NÚMERO DE CAPAS : 5					
Contenido de agua (%)	7.4	10.4	13.4	16.4	MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo					
Peso volumétrico seco (g/cm ³)	1.815	1.853	1.853	1.806	DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual					

GRAFICO DEL PROCTOR



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)

CLASIFICACIÓN:
 AASTHO:
 SUCS:
 DESCRIPCIÓN:

DENSIDAD MAXIMA SECA : 1.858 g/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 11.90 %

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Pag.: 01 de 01

Expediente N° : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Abril del 2022

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m³ (56000 pie-lb/pie³)).

NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

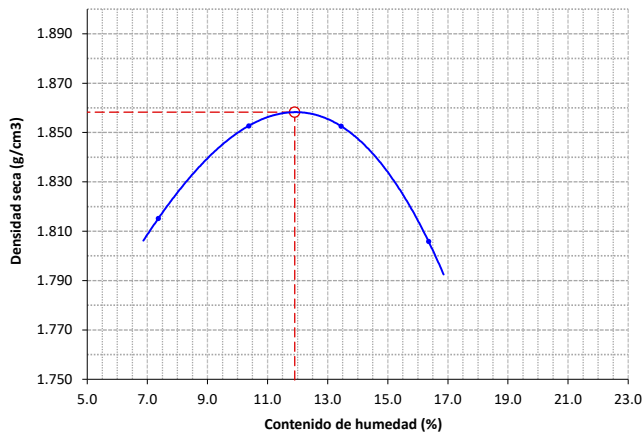
REFERENCIA DE LA MUESTRA

Muestra M-01
 Calicata C-07

FECHA DEL ENSAYO: 14/09/2021

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4	DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A, B ó C) EMPLEADO.					
					TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q. PASA	
Peso del suelo + molde (g)	10470	10673	10793	10792	2"	0.0	0.0	0.0	100.0	
Peso del molde (g)	6350	6350	6350	6350	3/4"	0	0.0	0.0	100.0	
Peso del suelo húmedo compactado (g)	4120	4323	4443	4442	3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	
Volumen del molde (cm ³)	2114	2114	2114	2114	N°04	4872.0	22.2	22.2	77.8	
Peso del volumen húmedo (g/cm ³)	1.949	2.045	2.102	2.101	<N°04	17107	77.8	100.0	0.0	
CONTENIDO DE HUMEDAD					1	2	3	4		
Peso del suelo húmedo + tara (g)	389.4	310.5	328.9	424.4	PESO: g.					
Peso del suelo seco + tara (g)	365.6	285.0	294.5	370.4	MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"					
Peso de tara (g)	42.5	39.2	38.7	40.3	MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 6					
Peso de agua (g)	23.8	25.5	34.4	54	NÚMERO DE GOLPES : 56					
Peso de suelo seco (g)	323.1	245.8	255.8	330.1	NÚMERO DE CAPAS : 5					
Contenido de agua (%)	7.4	10.4	13.4	16.4	MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo					
Peso volumétrico seco (g/cm ³)	1.815	1.853	1.853	1.806	DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual					

GRÁFICO DEL PROCTOR



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)

CLASIFICACIÓN:
 AASTHO:
 SUCS:
 DESCRIPCIÓN:

DENSIDAD MÁXIMA SECA : 1.858 g/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 11.90 %

Muestra de suelo natural

Ensayo de CBR de suelos en laboratorio

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Pag.: 01 de 02

Expediente N° : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Abril del 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

Muestra M-01
 Calicata C-01

DATOS DEL ENSAYO			COMPACTACIÓN												
Nº Molde	4		5				6								
Nº Capa	5		5				5								
Nº Golpes por capa	55		26				12								
CONDICION DE LA MUESTRA			Sin	Saturado	Saturado	Sin	Saturado	Saturado	Sin	Saturado	Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo (g)	12847		13152		12710		13025		12450		12998				
Peso de molde (g)	8473		8473		8281		8281		8029		8029				
Peso del suelo húmedo (g)	4374		4679		4429		4744		4421		4969				
Volumen del molde (cm3)	2119		2119		2115		2115		2144		2144				
Densidad húmeda (g/cm3)	2.064		2.208		2.094		2.243		2.062		2.318				
Densidad seca (g/cm3)	1.831		1.831		1.801		1.801		1.826		1.826				
DATOS DEL ENSAYO			HUMEDAD												
Nº Tara	-		-		-		-		-		-				
Tara + Suelo húmedo (g)	526.3		4679.0		550.0		4744.0		503.0		4969.0				
Tara + Suelo seco (g)	475.9		4374.0		482.0		4429.0		455.3		4421.0				
Peso del Agua (g)	50.4		305		68		315		47.7		548				
Peso del tara (g)	81.1		0.0		63.8		0.0		85.8		0.0				
Peso del suelo seco (g)	394.8		3878.8		418.2		3809.6		369.5		3915.5				
Porcentaje de humedad (%)	12.8		20.6		16.3		24.5		12.9		26.9				
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN												
			DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%				
16/02/2022	11.3	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0				
17/02/2022	11.3	24	10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010					
18/02/2022	11.3	48	198.0	0.198		214.0	0.214		246.0	0.246					
19/02/2022	11.3	72	245.0	0.245		289.0	0.289		278.0	0.278					
20/02/2022	11.3	96	314.0	0.314		315.0	0.315		325.0	0.325					
			11.66	total	1.70	11.61	total	1.84	11.63	total	2.11				
TIEMPO	PENETRACIÓN		CARGA STAND. Kg./cm ²	PENETRACIÓN											
	Mm.	Pulg.		MOLDE Nº 4				MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 6			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
				L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	L. Digital	kgf	Kg/cm2	%
0'00"	0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0'30"	0.640	0.025		23	23			19	19			15	15		
1'00"	1.270	0.050		43	43			38	38			31	31		
1'30"	1.910	0.075		90	90			52	52			44	44		
2'00"	2.540	0.100	70.31	110	110	5.6	7.7	76	76	3.7	5.3	59	59	3.1	4.4
2'30"	3.170	0.125		129	129			96	96			69	69		
3'00"	3.810	0.150		150	150			104	104			90	90		
4'00"	5.080	0.200	105.46	160	160	8.1	8.6	112	112	6.6	6.2	100	100	5.2	4.9
6'00"	7.620	0.300		225	225			185	185			127	127		
8'00"	10.160	0.400		276	276			201	201			148	148		
10'00"	12.700	0.500		320	320			245	245			171	171		

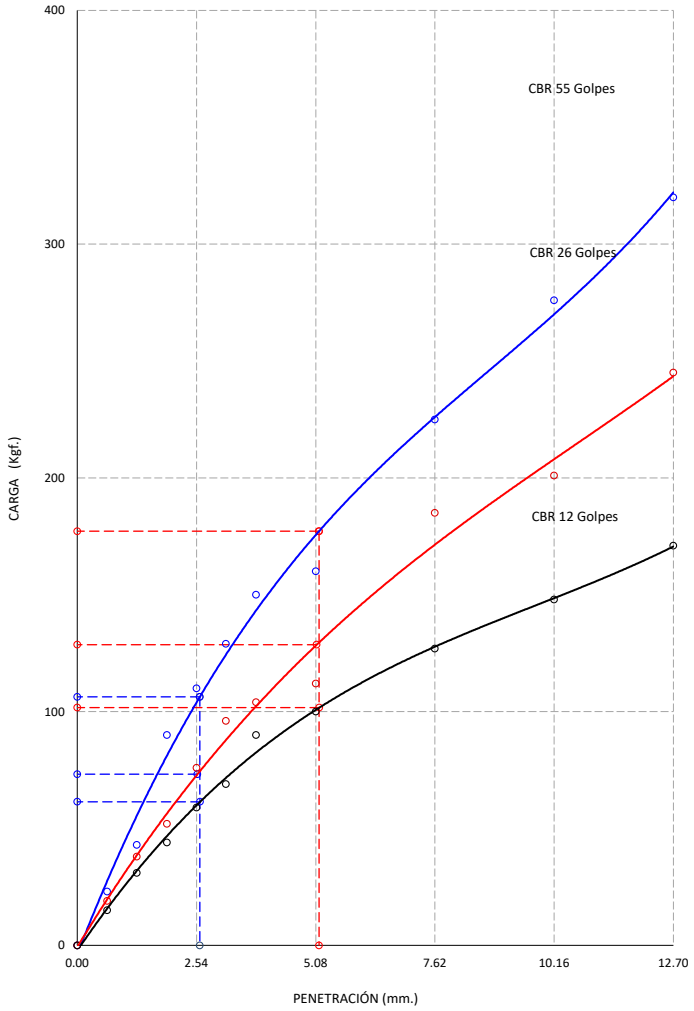
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Expediente Nº : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lamb
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Abril del 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

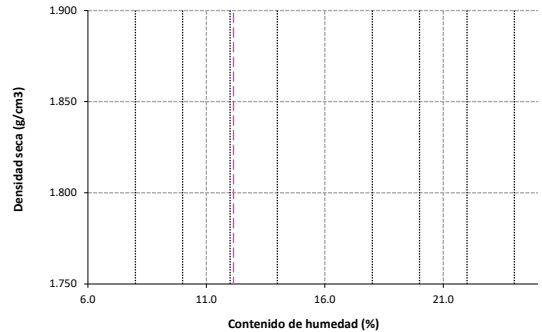
REFERENCIA DE LA MUESTRA
 Muestra M-01
 Calicata C-01

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



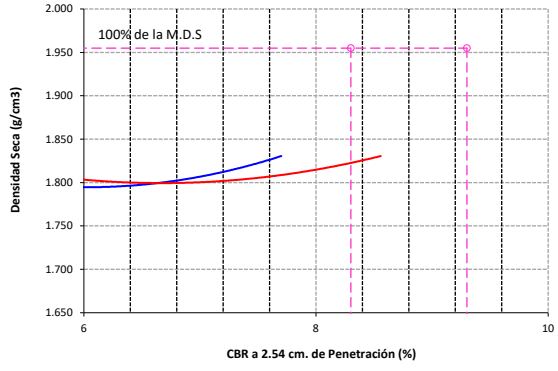
CARGA STAND. Kg./cm²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%
70.31	2.54	0.1	5.6	7.7	3.7	5.3	3.1	4.4
105.46	5.08	0.2	8.1	8.6	6.6	6.2	5.2	4.9

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.955 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 12.14 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.831 g/cm3	7.7 %	8.6 %
26	1.801 g/cm3	5.3 %	6.2 %
12	1.826 g/cm3	4.4 %	4.9 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	8.3 %	9.3 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	3.4 %	3.3 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Pag.: 01 de 02

Expediente Nº : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Abril del 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

Muestra M-01
 Calicata C-02

DATOS DEL ENSAYO			COMPACTACIÓN												
Nº Molde	1		2		3										
Nº Capa	5		5		5										
Nº Golpes por capa	55		26		12										
CONDICION DE LA MUESTRA			Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado							
Peso molde + Suelo húmedo (g)	12769		13112		12376		12902								
Peso de molde (g)	8255		8255		8249		8249								
Peso del suelo húmedo (g)	4514		4857		4127		4653								
Volumen del molde (cm3)	2129		2129		2132		2132								
Densidad húmeda (g/cm3)	2.120		2.281		1.936		2.183								
Densidad seca (g/cm3)	1.859		1.859		1.661		1.661								
DATOS DEL ENSAYO			HUMEDAD												
Nº Tara	-		-		-		-								
Tara + Suelo húmedo (g)	128.3		4857.0		99.8		4653.0								
Tara + Suelo seco (g)	113.6		4514.0		87.0		4127.0								
Peso del Agua (g)	14.75		343		12.86		526								
Peso del tara (g)	8.7		0.0		9.2		0.0								
Peso del suelo seco (g)	104.9		3957.4		77.8		3541.3								
Porcentaje de humedad (%)	14.1		22.7		16.5		31.4								
			EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%				
16/02/2022	11.3	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0				
17/02/2022	11.3	24	10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010					
18/02/2022	11.3	48	185.0	0.185		195.0	0.195		210.0	0.210					
19/02/2022	11.3	72	265.0	0.265		245.0	0.245		265.0	0.265					
20/02/2022	11.3	96	345.0	0.345		304.0	0.304		310.0	0.310					
			11.64	total	1.59	11.67	total	1.67	11.62	total	1.81				
			PENETRACIÓN												
TIEMPO	PENETRACIÓN		CARGA STAND. Kg./cm ²	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
	Mm.	Pulg.		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
				L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	L. Digital	kgf	Kg/cm2	%
0'00"	0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0'30"	0.640	0.025		9	9			9	9			9	9		
1'00"	1.270	0.050		18	18			16	16			15	15		
1'30"	1.910	0.075		24	24			20	20			19	19		
2'00"	2.540	0.100	70.31	28	28	1.4	1.8	24	24	1.1	1.6	22	22	1.0	1.5
2'30"	3.170	0.125		30	30			26	26			24	24		
3'00"	3.810	0.150		32	32			29	29			26	26		
4'00"	5.080	0.200	105.46	36	36	1.8	1.8	31	31	1.7	1.6	30	30	1.6	1.5
6'00"	7.620	0.300		43	43			38	38			36	36		
8'00"	10.160	0.400		50	50			45	45			41	41		
10'00"	12.700	0.500		58	58			52	52			47	47		

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

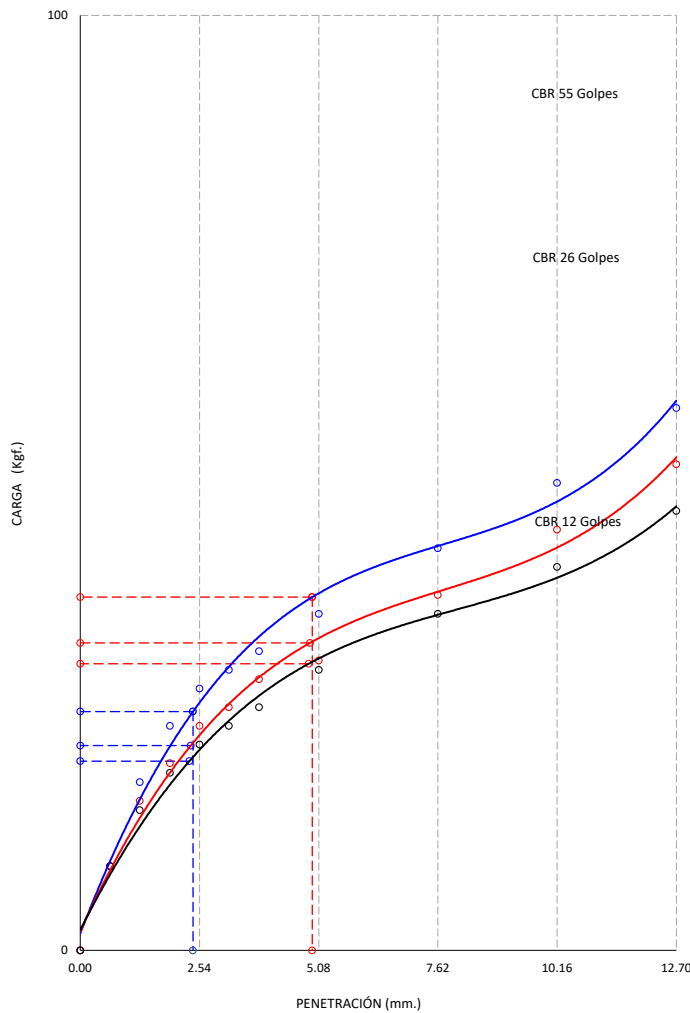
Expediente N° : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lamb
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Abril del 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

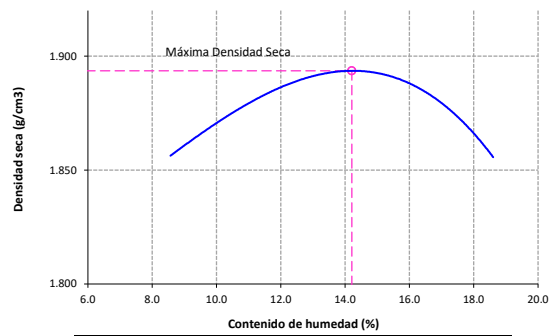
Muestra : M-01
 Calicata : C-02

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



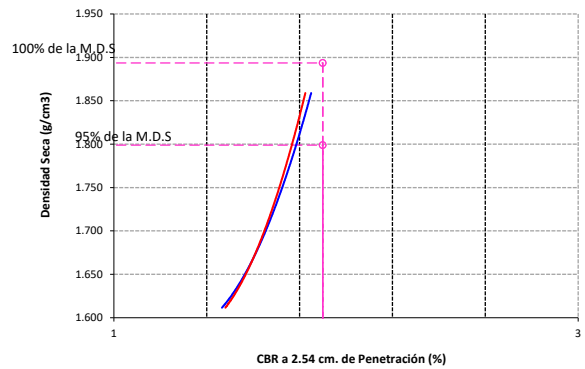
CARGA STAND. Kg./cm²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%
70.31	2.54	0.1	1.4	1.8	1.1	1.6	1.0	1.5
105.46	5.08	0.2	1.8	1.8	1.7	1.6	1.6	1.5

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.894 g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 14.21 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.859 g/cm³	1.8 %	1.8 %
26	1.661 g/cm³	1.6 %	1.6 %
12	1.612 g/cm³	1.5 %	1.5 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	1.9 %	1.9 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	1.9 %	1.9 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Pag.: 01 de 02

Expediente Nº : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Abril del 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

Muestra M-01
 Calicata C-03

DATOS DEL ENSAYO			COMPACTACIÓN												
Nº Molde	4		5		6										
Nº Capa	5		5		5										
Nº Golpes por capa	55		26		12										
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin	Saturado	Saturado	Sin	Saturado	Saturado	Sin	Saturado							
Peso molde + Suelo húmedo (g)	12991	13142	12473	12679	12009	12111									
Peso de molde (g)	8473	8473	8281	8281	8029	8029									
Peso del suelo húmedo (g)	4518	4669	4192	4398	3980	4082									
Volumen del molde (cm3)	2119	2119	2115	2115	2144	2144									
Densidad húmeda (g/cm3)	2.132	2.203	1.982	2.079	1.856	1.904									
Densidad seca (g/cm3)	1.885	1.885	1.736	1.736	1.562	1.562									
DATOS DEL ENSAYO			HUMEDAD												
Nº Tara	-		-		-		-								
Tara + Suelo húmedo (g)	461.2	4669.0	412.4	4398.0	467.3	4082.0									
Tara + Suelo seco (g)	412.0	4518.0	365.0	4192.0	406.4	3980.0									
Peso del Agua (g)	49.2	151	47.4	206	60.9	102									
Peso del tara (g)	36.8	0.0	30.7	0.0	82.6	0.0									
Peso del suelo seco (g)	375.2	3994.2	334.3	3671.4	323.8	3349.9									
Porcentaje de humedad (%)	13.1	16.9	14.2	19.8	18.8	21.9									
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN												
			DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%				
16/02/2022	11.3	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0				
17/02/2022	11.3	24	10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010					
18/02/2022	11.3	48	185.0	0.185		195.0	0.195		210.0	0.210					
19/02/2022	11.3	72	265.0	0.265		245.0	0.245		265.0	0.265					
20/02/2022	11.3	96	345.0	0.345		304.0	0.304		310.0	0.310					
			11.66	total	1.59	11.61	total	1.68	11.63	total	1.81				
TIEMPO	PENETRACIÓN		CARGA STAND. Kg./cm ²	PENETRACIÓN											
	Mm.	Pulg.		MOLDE Nº 4				MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 6			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
				L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	L. Digital	kgf	Kg/cm2	%
0'00"	0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0'30"	0.640	0.025		26	26			13	13			7	7		
1'00"	1.270	0.050		74	74			52	52			14	14		
1'30"	1.910	0.075		155	155			93	93			17	17		
2'00"	2.540	0.100	70.31	193	193	9.8	13.9	120	120	6.5	9.3	20	20	1.0	1.4
2'30"	3.170	0.125		228	228			145	145			25	25		
3'00"	3.810	0.150		258	258			175	175			27	27		
4'00"	5.080	0.200	105.46	284	284	14.5	15.0	196	196	10.1	9.6	31	31	1.6	1.5
6'00"	7.620	0.300		362	362			221	221			34	34		
8'00"	10.160	0.400		430	430			263	263			58	58		
10'00"	12.700	0.500		480	480			298	298			72	72		

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

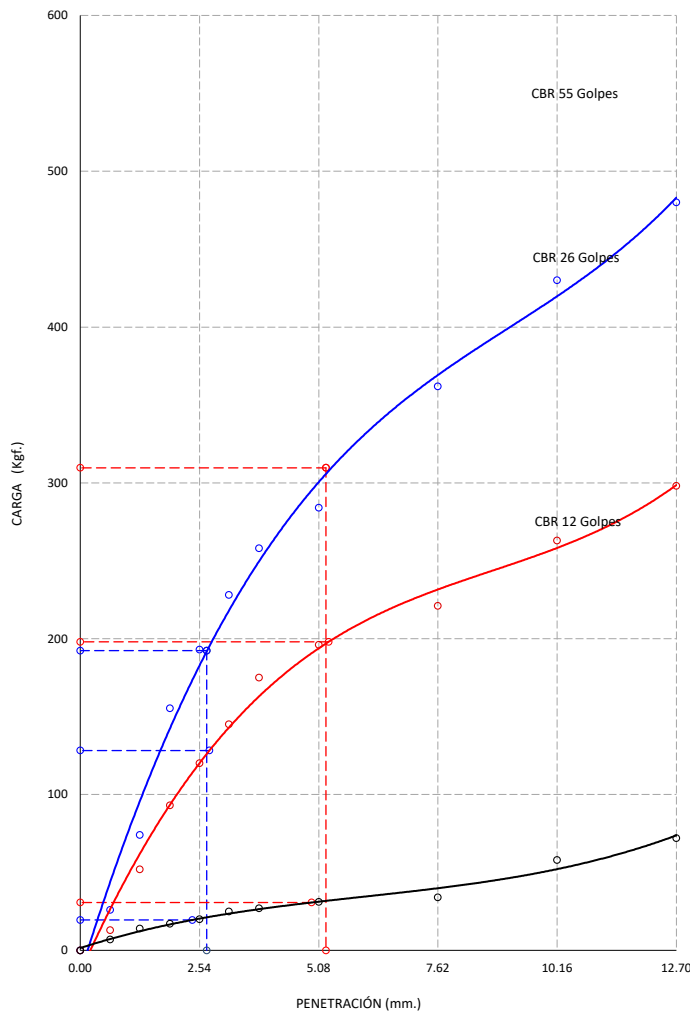
Expediente Nº : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lamb
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Abril del 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
 NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

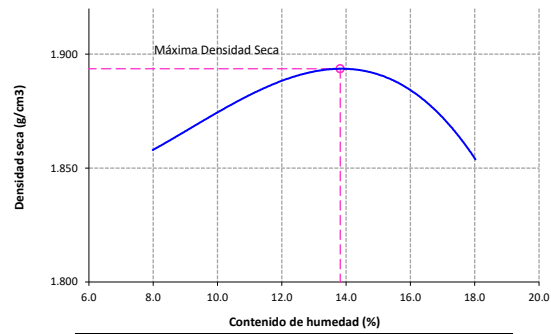
Muestra : M-01
 Calicata : C-03

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



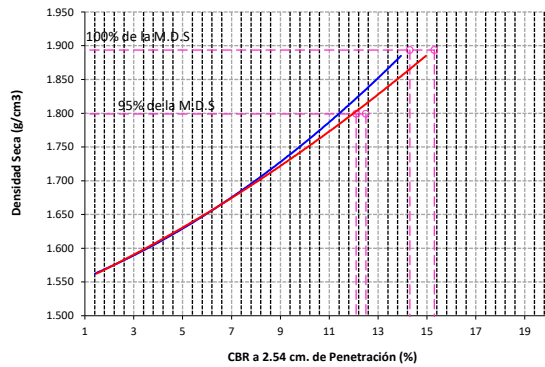
CARGA STAND.	Kg./cm²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
		Mm.	Pulg.	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%
70.31		2.54	0.1	9.8	13.9	6.5	9.3	1.0	1.4
105.46		5.08	0.2	14.5	15.0	10.1	9.6	1.6	1.5

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.894 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 13.82 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.885 g/cm3	13.9 %	15.0 %
26	1.736 g/cm3	9.3 %	9.6 %
12	1.562 g/cm3	1.4 %	1.5 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	14.3 %	15.3 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	12.1 %	12.5 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Pag.: 01 de 02

Expediente N° : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Abril del 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

Muestra M-01
 Calicata C-04

DATOS DEL ENSAYO			COMPACTACIÓN												
Nº Molde	4		5				6								
Nº Capa	5		5				5								
Nº Golpes por capa	55		26				12								
CONDICION DE LA MUESTRA			Sin Saturado	Saturado		Sin Saturado	Saturado		Sin Saturado	Saturado					
Peso molde + Suelo húmedo (g)	12754		13088		12183		12579		11822		12333				
Peso de molde (g)	8473		8473		8281		8281		8029		8029				
Peso del suelo húmedo (g)	4281		4615		3902		4298		3793		4304				
Volumen del molde (cm3)	2119		2119		2115		2115		2144		2144				
Densidad húmeda (g/cm3)	2.020		2.178		1.845		2.032		1.769		2.007				
Densidad seca (g/cm3)	1.738		1.738		1.567		1.567		1.492		1.492				
DATOS DEL ENSAYO			HUMEDAD												
Nº Tara	-		-		-		-		-		-				
Tara + Suelo húmedo (g)	428.1		4615.0		412.4		4298.0		358.4		4304.0				
Tara + Suelo seco (g)	373.5		4281.0		355.0		3902.0		308.0		3793.0				
Peso del Agua (g)	54.6		334		57.4		396		50.4		511				
Peso del tara (g)	36.7		0.0		30.7		0.0		36.2		0.0				
Peso del suelo seco (g)	336.8		3683.8		324.3		3315.2		271.8		3199.7				
Porcentaje de humedad (%)	16.2		25.3		17.7		29.6		18.5		34.5				
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN												
			DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%				
16/02/2022	11.3	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0				
17/02/2022	11.3	24	10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010					
18/02/2022	11.3	48	185.0	0.185		195.0	0.195		210.0	0.210					
19/02/2022	11.3	72	265.0	0.265		245.0	0.245		265.0	0.265					
20/02/2022	11.3	96	345.0	0.345		304.0	0.304		310.0	0.310					
			11.66	total	1.59	11.61	total	1.68	11.63	total	1.81				
TIEMPO	PENETRACIÓN		CARGA STAND. Kg./cm ²	PENETRACIÓN											
				MOLDE Nº 4				MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 6			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.		L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	L. Digital	kgf	Kg/cm2	%
0'00"	0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0'30"	0.640	0.025		13	13			13	13			16	16		
1'00"	1.270	0.050		54	54			35	35			29	29		
1'30"	1.910	0.075		71	71			60	60			47	47		
2'00"	2.540	0.100	70.31	84	84	4.3	6.5	75	75	3.6	5.1	56	56	2.7	3.8
2'30"	3.170	0.125		104	104			79	79			62	62		
3'00"	3.810	0.150		116	116			86	86			68	68		
4'00"	5.080	0.200	105.46	126	126	6.4	6.4	95	95	5.0	4.7	75	75	4.0	3.8
6'00"	7.620	0.300		150	150			100	100			86	86		
8'00"	10.160	0.400		165	165			105	105			95	95		
10'00"	12.700	0.500		198	198			110	110			100	100		

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

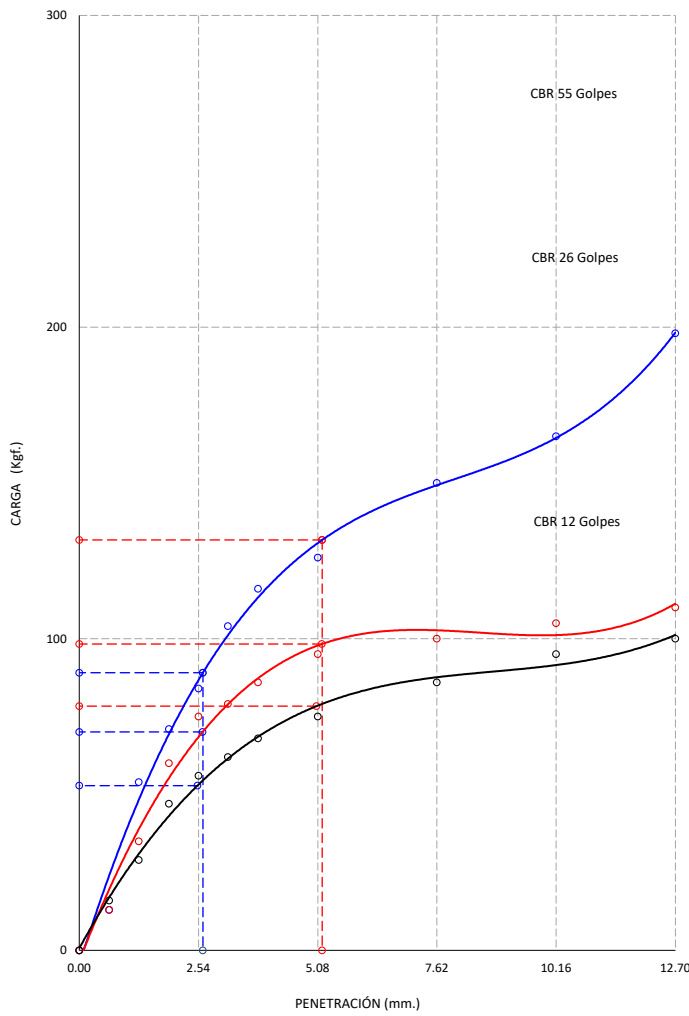
Expediente Nº : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lamb
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Abril del 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

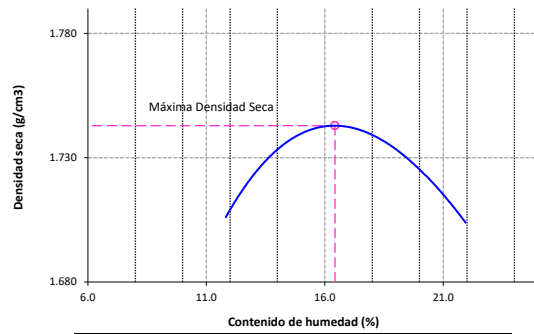
Muestra : M-01
 Calicata : C-04

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



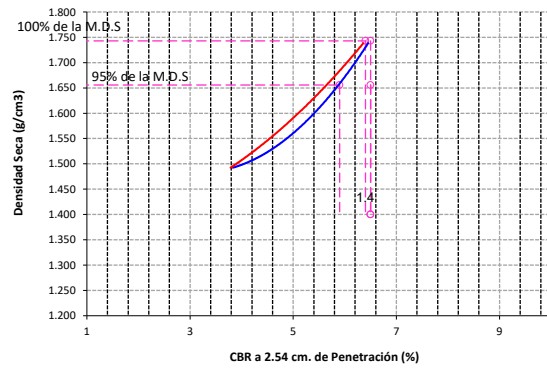
CARGA STAND. Kg./cm²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%
70.31	2.54	0.1	4.3	6.5	3.6	5.1	2.7	3.8
105.46	5.08	0.2	6.4	6.4	5.0	4.7	4.0	3.8

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.743 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 16.43 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.738 g/cm3	6.5 %	6.4 %
26	1.567 g/cm3	5.1 %	4.7 %
12	1.492 g/cm3	3.8 %	3.8 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	6.5 %	6.4 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	6.5 %	5.9 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Pag.: 01 de 02

Expediente Nº : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Abril del 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

Muestra M-01
 Calicata C-05

DATOS DEL ENSAYO			COMPACTACIÓN												
Nº Molde	4		5		6										
Nº Capa	5		5		5										
Nº Golpes por capa	55		26		12										
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado									
Peso molde + Suelo húmedo (g)	12792	12890	12443	12579	12130	12306									
Peso de molde (g)	8473	8473	8281	8281	8029	8029									
Peso del suelo húmedo (g)	4319	4417	4162	4298	4101	4277									
Volumen del molde (cm3)	2119	2119	2115	2115	2144	2144									
Densidad húmeda (g/cm3)	2.038	2.084	1.968	2.032	1.913	1.995									
Densidad seca (g/cm3)	1.708	1.708	1.640	1.640	1.606	1.606									
DATOS DEL ENSAYO			HUMEDAD												
Nº Tara	-		-		-		-								
Tara + Suelo húmedo (g)	375.1	4417.0	325.0	4298.0	481.7	4277.0									
Tara + Suelo seco (g)	320.4	4319.0	276.0	4162.0	409.7	4101.0									
Peso del Agua (g)	54.7	98	49	136	72	176									
Peso del tara (g)	37.1	0.0	30.7	0.0	33.4	0.0									
Peso del suelo seco (g)	283.3	3620.0	245.3	3469.0	376.3	3442.4									
Porcentaje de humedad (%)	19.3	22.0	20.0	23.9	19.1	24.2									
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN												
			DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%				
16/02/2022	11.3	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0				
17/02/2022	11.3	24	10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010					
18/02/2022	11.3	48	198.0	0.198		214.0	0.214		246.0	0.246					
19/02/2022	11.3	72	245.0	0.245		289.0	0.289		278.0	0.278					
20/02/2022	11.3	96	314.0	0.314		315.0	0.315		325.0	0.325					
			11.66	total	1.70	11.61	total	1.84	11.63	total	2.11				
TIEMPO	PENETRACIÓN		CARGA STAND. Kg./cm ²	PENETRACIÓN											
	Mm.	Pulg.		MOLDE Nº 4				MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 6			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	
0'00"	0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0'30"	0.640	0.025		14	14			13	13			20	20		
1'00"	1.270	0.050		33	33			35	35			30	30		
1'30"	1.910	0.075		49	49			42	42			41	41		
2'00"	2.540	0.100	70.31	73	73	3.7	5.1	56	56	2.9	4.1	46	46	2.2	3.1
2'30"	3.170	0.125		88	88			62	62			50	50		
3'00"	3.810	0.150		96	96			79	79			55	55		
4'00"	5.080	0.200	105.46	103	103	5.2	5.4	86	86	4.4	4.1	72	72	3.5	3.3
6'00"	7.620	0.300		134	134			92	92			86	86		
8'00"	10.160	0.400		162	162			110	110			94	94		
10'00"	12.700	0.500		180	180			115	115			98	98		

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

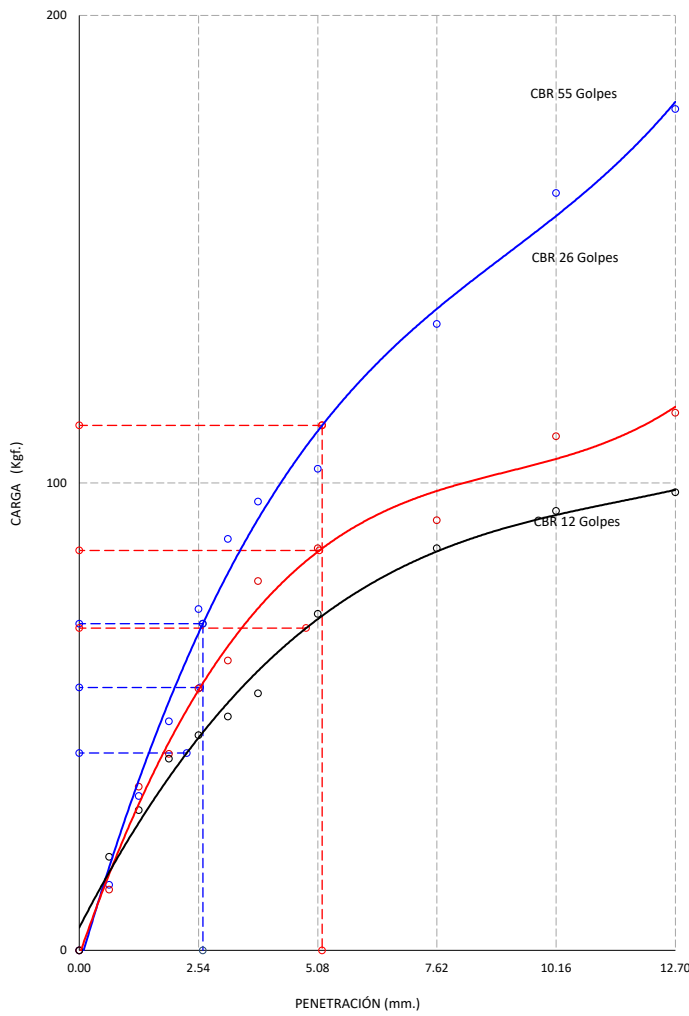
Expediente Nº : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lamb
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Abril del 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
 NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

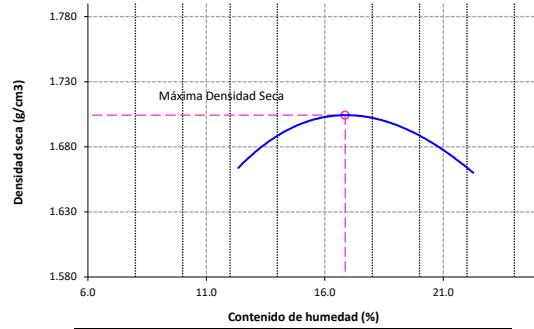
Muestra : M-01
 Calicata : C-05

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



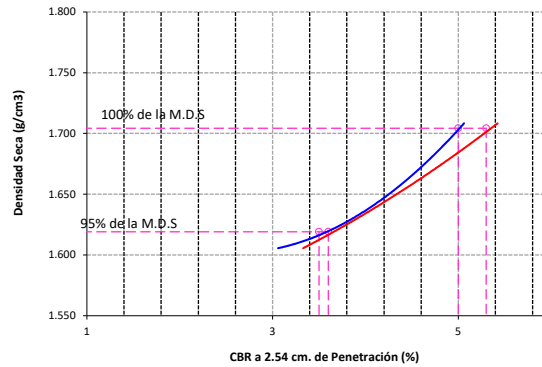
CARGA STAND. Kg./cm²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%
70.31	2.54	0.1	3.7	5.1	2.9	4.1	2.2	3.1
105.46	5.08	0.2	5.2	5.4	4.4	4.1	3.5	3.3

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.704 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 16.86 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.708 g/cm ³	5.1 %	5.4 %
26	1.640 g/cm ³	4.1 %	4.1 %
12	1.606 g/cm ³	3.1 %	3.3 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	5.0 %	5.3 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	3.5 %	3.6 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Pag.: 01 de 02

Expediente Nº : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Abril del 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

Muestra M-01
 Calicata C-06

DATOS DEL ENSAYO			COMPACTACIÓN												
Nº Molde	4		5		6										
Nº Capa	5		5		5										
Nº Golpes por capa	55		26		12										
CONDICION DE LA MUESTRA			Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado							
Peso molde + Suelo húmedo (g)	12792		12890	12443	12579	12130	12306								
Peso de molde (g)	8473		8473	8281	8281	8029	8029								
Peso del suelo húmedo (g)	4319		4417	4162	4298	4101	4277								
Volumen del molde (cm3)	2119		2119	2115	2115	2144	2144								
Densidad húmeda (g/cm3)	2.038		2.084	1.968	2.032	1.913	1.995								
Densidad seca (g/cm3)	1.708		1.708	1.640	1.640	1.606	1.606								
DATOS DEL ENSAYO			HUMEDAD												
Nº Tara	-		-	-	-	-	-	-							
Tara + Suelo húmedo (g)	375.1		4417.0	325.0	4298.0	481.7	4277.0								
Tara + Suelo seco (g)	320.4		4319.0	276.0	4162.0	409.7	4101.0								
Peso del Agua (g)	54.7		98	49	136	72	176								
Peso del tara (g)	37.1		0.0	30.7	0.0	33.4	0.0								
Peso del suelo seco (g)	283.3		3620.0	245.3	3469.0	376.3	3442.4								
Porcentaje de humedad (%)	19.3		22.0	20.0	23.9	19.1	24.2								
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN												
			DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%				
16/02/2022	11.3	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0				
17/02/2022	11.3	24	10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010					
18/02/2022	11.3	48	198.0	0.198		214.0	0.214		246.0	0.246					
19/02/2022	11.3	72	245.0	0.245		289.0	0.289		278.0	0.278					
20/02/2022	11.3	96	314.0	0.314		315.0	0.315		325.0	0.325					
			11.66	total	1.70	11.61	total	1.84	11.63	total	2.11				
TIEMPO	PENETRACIÓN		CARGA STAND. Kg./cm ²	PENETRACIÓN											
	Mm.	Pulg.		MOLDE Nº 4				MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 6			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
				L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	L. Digital	kgf	Kg/cm2	%
0'00"	0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0'30"	0.640	0.025		14	14			13	13			20	20		
1'00"	1.270	0.050		33	33			35	35			30	30		
1'30"	1.910	0.075		49	49			42	42			41	41		
2'00"	2.540	0.100	70.31	73	73	3.7	5.1	56	56	2.9	4.1	46	46	2.2	3.1
2'30"	3.170	0.125		88	88			62	62			50	50		
3'00"	3.810	0.150		96	96			79	79			55	55		
4'00"	5.080	0.200	105.46	103	103	5.2	5.4	86	86	4.4	4.1	72	72	3.5	3.3
6'00"	7.620	0.300		134	134			92	92			86	86		
8'00"	10.160	0.400		162	162			110	110			94	94		
10'00"	12.700	0.500		180	180			115	115			98	98		

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

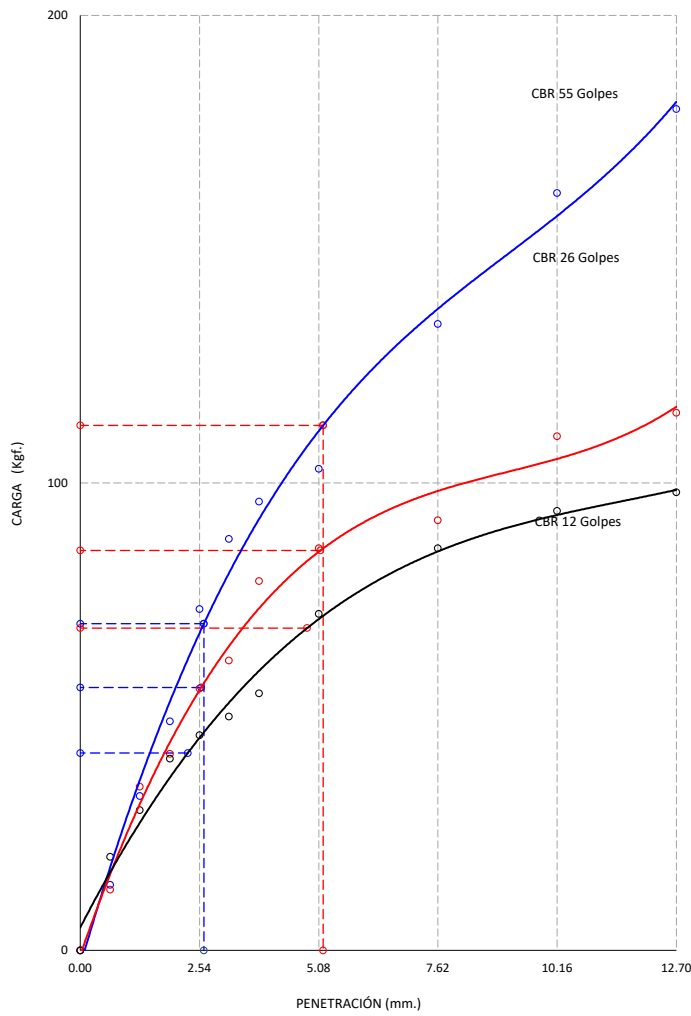
Expediente Nº : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lamb
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Abril del 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

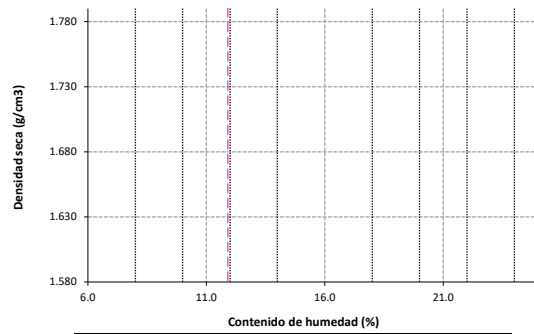
Muestra : M-01
 Calicata : C-06

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



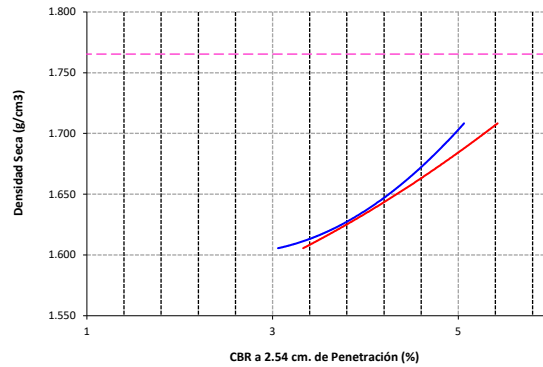
CARGA STAND.	Kg./cm²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
		Mm.	Pulg.	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%
70.31		2.54	0.1	3.7	5.1	2.9	4.1	2.2	3.1
105.46		5.08	0.2	5.2	5.4	4.4	4.1	3.5	3.3

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.858 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 11.90 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.708 g/cm3	5.1 %	5.4 %
26	1.640 g/cm3	4.1 %	4.1 %
12	1.606 g/cm3	3.1 %	3.3 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	8.0 %	8.3 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	7.7 %	7.0 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Pag.: 01 de 02

Expediente Nº : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Abril del 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

Muestra M-01
 Calicata C-07

DATOS DEL ENSAYO			COMPACTACIÓN												
Nº Molde	4		5				6								
Nº Capa	5		5				5								
Nº Golpes por capa	55		26				12								
CONDICION DE LA MUESTRA			Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado					
Peso molde + Suelo húmedo (g)	12783		13078		12493		12879		11960		12290				
Peso de molde (g)	8473		8473		8281		8281		8029		8029				
Peso del suelo húmedo (g)	4310		4605		4212		4598		3931		4261				
Volumen del molde (cm3)	2119		2119		2115		2115		2144		2144				
Densidad húmeda (g/cm3)	2.034		2.173		1.991		2.174		1.833		1.987				
Densidad seca (g/cm3)	1.818		1.818		1.784		1.784		1.641		1.641				
DATOS DEL ENSAYO			HUMEDAD												
Nº Tara	-		-		-		-		-		-				
Tara + Suelo húmedo (g)	350.4		4605.0		256.5		4598.0		440.0		4261.0				
Tara + Suelo seco (g)	316.8		4310.0		233.0		4212.0		397.8		3931.0				
Peso del Agua (g)	33.6		295		23.5		386		42.2		330				
Peso del tara (g)	34.4		0.0		30.7		0.0		37.0		0.0				
Peso del suelo seco (g)	282.4		3851.7		202.3		3773.6		360.8		3519.4				
Porcentaje de humedad (%)	11.9		19.6		11.6		21.8		11.7		21.1				
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN												
			DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%				
16/02/2022	11.3	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0				
17/02/2022	11.3	24	10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010					
18/02/2022	11.3	48	198.0	0.198		214.0	0.214		246.0	0.246					
19/02/2022	11.3	72	245.0	0.245		289.0	0.289		278.0	0.278					
20/02/2022	11.3	96	314.0	0.314		315.0	0.315		325.0	0.325					
			11.66	total	1.70	11.61	total	1.84	11.63	total	2.11				
TIEMPO	PENETRACIÓN		CARGA STAND. Kg./cm ²	PENETRACIÓN											
				MOLDE Nº 4				MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 6			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.		L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	L. Digital	kgf	Kg/cm2	%
0'00"	0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0'30"	0.640	0.025		13	13			10	10			6	6		
1'00"	1.270	0.050		28	28			26	26			15	15		
1'30"	1.910	0.075		46	46			32	32			20	20		
2'00"	2.540	0.100	70.31	54	54	2.8	3.8	48	48	2.4	3.4	26	26	1.3	1.8
2'30"	3.170	0.125		60	60			53	53			30	30		
3'00"	3.810	0.150		71	71			65	65			32	32		
4'00"	5.080	0.200	105.46	76	76	3.9	4.0	70	70	3.5	3.4	33	33	1.8	1.7
6'00"	7.620	0.300		101	101			72	72			35	35		
8'00"	10.160	0.400		105	105			81	81			45	45		
10'00"	12.700	0.500		110	110			86	86			50	50		

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

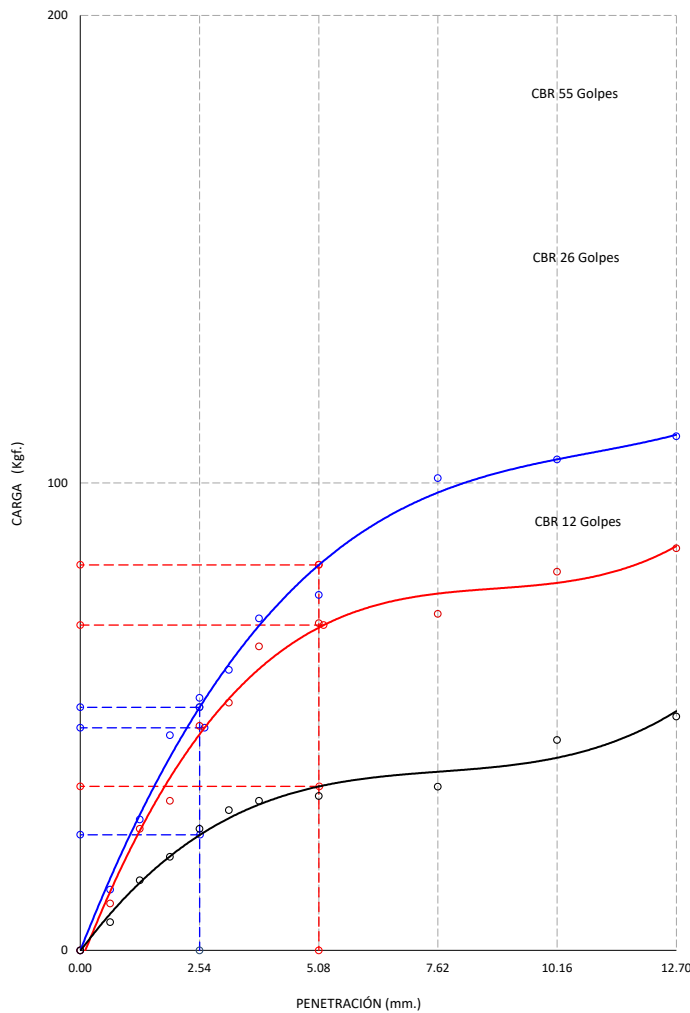
Expediente Nº : 1761 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
Solicitante : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
Ubicación : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lamb
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Abril del 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
 NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

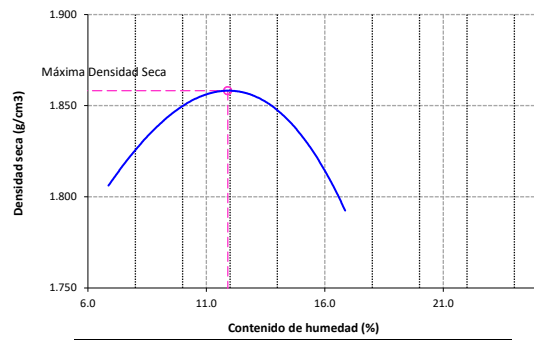
Muestra : M-01
 Calicata : C-07

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



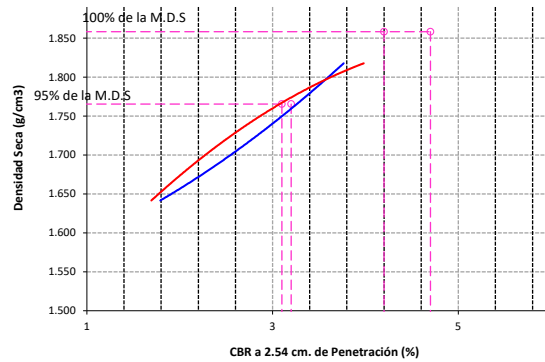
CARGA STAND.	Kg./cm ²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
		Mm.	Pulg.	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%
70.31		2.54	0.1	2.8	3.8	2.4	3.4	1.3	1.8
105.46		5.08	0.2	3.9	4.0	3.5	3.4	1.8	1.7

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.858 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 11.90 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.818 g/cm ³	3.8 %	4.0 %
26	1.784 g/cm ³	3.4 %	3.4 %
12	1.641 g/cm ³	1.8 %	1.7 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	4.2 %	4.7 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	3.2 %	3.1 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

ENSAYOS DE LABORATORIO

Muestra de suelo con adición de virutas de acero

Muestra de suelo con adición de virutas de acero

Ensayo de Proctor modificado



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
ATENCION: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
UBICACIÓN: : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
FECHA RECEPCIÓN: 6 de Mayo de 2022 **FECHA EMISION:** 8 de Junio de 2022

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m³ (56000 pie-lb/pie³)).

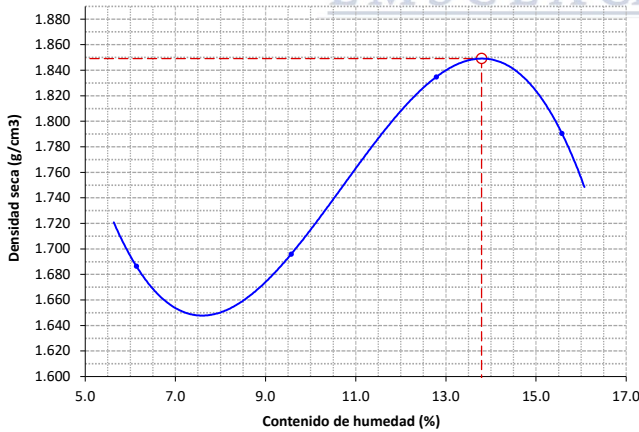
NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+1% de Viruta CALICATA: C-2 MUESTRA: M-1
 PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4	DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A, B ó C) EMPLEADO.				
					TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q. PASA
Peso del suelo + molde (g)	5506	5571	5772	5772	2"				
Peso del molde (g)	3802	3802	3802	3802	3/4"				
Peso del suelo húmedo compactado (g)	1704	1769	1970	1970	3/8"				
Volumen del molde (cm ³)	952	952	952	952	N°04				
Peso del volumen húmedo (g/cm ³)	1.790	1.858	2.069	2.069	<N°04				
CONTENIDO DE HUMEDAD					1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo + tara (g)	105.6	102.6	103.1	103.1	PESO: g.				
Peso del suelo seco + tara (g)	100.0	94.4	92.5	90.5	MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"				
Peso de tara (g)	8.7	8.7	9.6	9.6	MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 4				
Peso de agua (g)	5.6	8.2	10.6	12.6	NÚMERO DE GOLPES : 25				
Peso de suelo seco (g)	91.3	85.7	82.9	80.9	NÚMERO DE CAPAS : 5				
Contenido de agua (%)	6.1	9.6	12.8	15.6	MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo				
Peso volumétrico seco (g/cm ³)	1.686	1.696	1.835	1.790	DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual				

GRAFICO DEL PROCTOR



DENSIDAD MAXIMA SECA : 1.849 g/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 13.79 %

(Signature)
DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898

(Signature)
LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO
JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
ATENCION: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
UBICACIÓN: : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
FECHA RECEPCIÓN: 6 de Mayo de 2022 **FECHA EMISION:** 8 de Junio de 2022

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m³ (56000 pie-lb/pie³)).

NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+2% de Viruta
 PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno

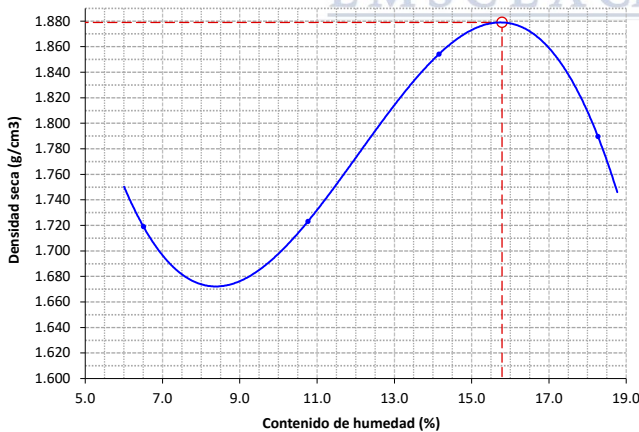
CALICATA: C-2

MUESTRA: M-1


FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4	DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A, B ó C) EMPLEADO.				
					TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q. PASA
Peso del suelo + molde (g)	5545	5619	5817	5817	2"				
Peso del molde (g)	3802	3802	3802	3802	3/4"				
Peso del suelo húmedo compactado (g)	1743	1817	2015	2015	3/8"				
Volumen del molde (cm ³)	952	952	952	952	N°04				
Peso del volumen húmedo (g/cm ³)	1.831	1.909	2.117	2.117	<N°04				
CONTENIDO DE HUMEDAD					1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo + tara (g)	110.2	97.0	107.1	107.1	PESO: g.				
Peso del suelo seco + tara (g)	104.0	88.4	94.9	91.9	MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"				
Peso de tara (g)	8.7	8.5	8.7	8.7	MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 4				
Peso de agua (g)	6.2	8.6	12.2	15.2	NÚMERO DE GOLPES : 25				
Peso de suelo seco (g)	95.3	79.9	86.2	83.2	NÚMERO DE CAPAS : 5				
Contenido de agua (%)	6.5	10.8	14.2	18.3	MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo				
Peso volumétrico seco (g/cm ³)	1.719	1.723	1.854	1.790	DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual				

GRAFICO DEL PROCTOR



DENSIDAD MAXIMA SECA : 1.879 g/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 15.79 %


 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898


 LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
 ATENCION: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
 UBICACIÓN: : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 FECHA RECEPCIÓN: 6 de Mayo de 2022 FECHA EMISION: 8 de Junio de 2022

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m³ (56000 pie-lb/pie³)).

NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+4% de Viruta
 PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno

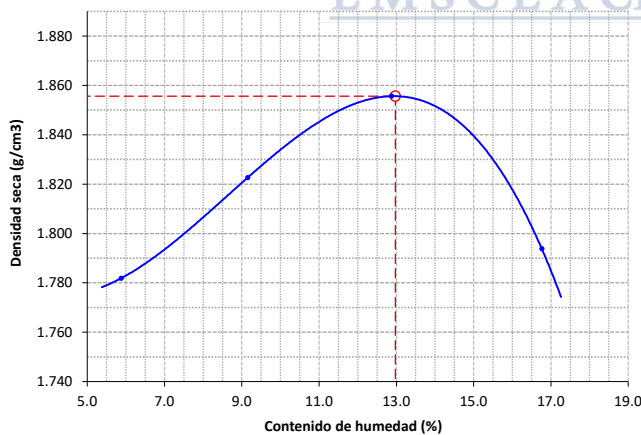
CALICATA: C-2

MUESTRA: M-1


FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4	DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A, B ó C) EMPLEADO.				
					TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q. PASA
Peso del suelo + molde (g)	5598	5696	5796	5796	2"				
Peso del molde (g)	3802	3802	3802	3802	3/4"				
Peso del suelo húmedo compactado (g)	1796	1894	1994	1994	3/8"				
Volumen del molde (cm ³)	952	952	952	952	N°04				
Peso del volumen húmedo (g/cm ³)	1.887	1.989	2.095	2.095	<N°04				
CONTENIDO DE HUMEDAD					1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo + tara (g)	106.6	104.8	109.8	109.8	PESO: g.				
Peso del suelo seco + tara (g)	101.2	96.8	98.2	95.2	MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"				
Peso de tara (g)	9.3	9.4	8.1	8.1	MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 4				
Peso de agua (g)	5.4	8	11.6	14.6	NÚMERO DE GOLPES : 25				
Peso de suelo seco (g)	91.9	87.4	90.1	87.1	NÚMERO DE CAPAS : 5				
Contenido de agua (%)	5.9	9.2	12.9	16.8	MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo				
Peso volumétrico seco (g/cm ³)	1.782	1.823	1.856	1.794	DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual				

GRAFICO DEL PROCTOR



DENSIDAD MAXIMA SECA : 1.856 g/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 12.97 %


 DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898


 LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
ATENCION: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
UBICACIÓN: : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
FECHA RECEPCIÓN: 6 de Mayo de 2022 **FECHA EMISION:** 8 de Junio de 2022

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m³ (56000 pie-lb/pie³)).

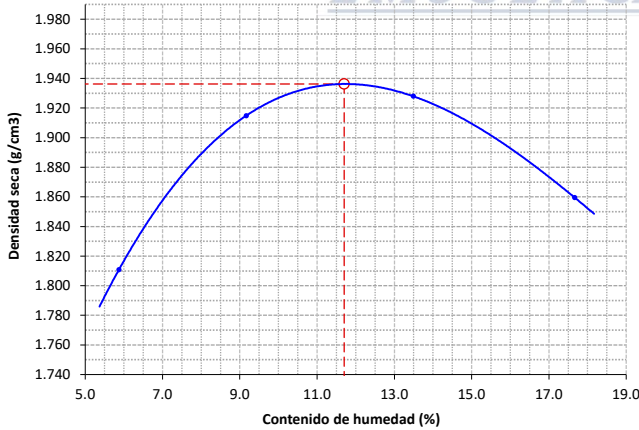
NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+8% de Viruta CALICATA: C-2 MUESTRA: M-1
 PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4	DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A, B ó C) EMPLEADO.				
					TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q. PASA
Peso del suelo + molde (g)	5627	5792	5885	5885	2"				
Peso del molde (g)	3802	3802	3802	3802	3/4"				
Peso del suelo húmedo compactado (g)	1825	1990	2083	2083	3/8"				
Volumen del molde (cm ³)	952	952	952	952	N°04				
Peso del volumen húmedo (g/cm ³)	1.917	2.090	2.188	2.188	<N°04				
CONTENIDO DE HUMEDAD					1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo + tara (g)	105.6	103.0	105.4	105.4	PESO: g.				
Peso del suelo seco + tara (g)	100.2	95.1	94.0	91.0	MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"				
Peso de tara (g)	8.2	8.9	9.5	9.5	MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 4				
Peso de agua (g)	5.4	7.9	11.4	14.4	NÚMERO DE GOLPES : 25				
Peso de suelo seco (g)	92	86.2	84.5	81.5	NÚMERO DE CAPAS : 5				
Contenido de agua (%)	5.9	9.2	13.5	17.7	MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo				
Peso volumétrico seco (g/cm ³)	1.811	1.915	1.928	1.859	DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual				

GRAFICO DEL PROCTOR



DENSIDAD MAXIMA SECA : 1.936 g/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 11.70 %

(Signature)
DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898

(Signature)
LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO
JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
ATENCION: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
UBICACIÓN: : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
FECHA RECEPCIÓN: 6 de Mayo de 2022 **FECHA EMISION:** 8 de Junio de 2022

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m³ (56000 pie-lb/pie³)).

NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+15% de Viruta
 PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno

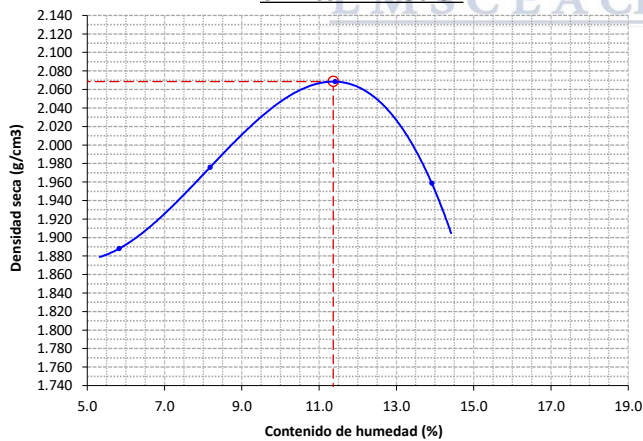
CALICATA: C-2

MUESTRA: M-1

FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4	DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A, B ó C) EMPLEADO.				
					TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q. PASA
Peso del suelo + molde (g)	5704	5837	5996	5926	2"				
Peso del molde (g)	3802	3802	3802	3802	3/4"				
Peso del suelo húmedo compactado (g)	1902	2035	2194	2124	3/8"				
Volumen del molde (cm ³)	952	952	952	952	N°04				
Peso del volumen húmedo (g/cm ³)	1.998	2.138	2.305	2.231	<N°04				
CONTENIDO DE HUMEDAD					1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo + tara (g)	103.9	102.6	109.3	109.3	PESO: g.				
Peso del suelo seco + tara (g)	98.7	95.5	98.9	96.9	MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"				
Peso de tara (g)	9.4	8.7	7.8	7.8	MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 4				
Peso de agua (g)	5.2	7.1	10.4	12.4	NÚMERO DE GOLPES : 25				
Peso de suelo seco (g)	89.3	86.8	91.1	89.1	NÚMERO DE CAPAS : 5				
Contenido de agua (%)	5.8	8.2	11.4	13.9	MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo				
Peso volumétrico seco (g/cm ³)	1.888	1.976	2.068	1.959	DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual				

GRAFICO DEL PROCTOR



DENSIDAD MAXIMA SECA : 2.069 g/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 11.37 %


 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898


 LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Muestra de suelo con adición de virutas de acero

Ensayos de CBR de suelos en laboratorio



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 02

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
ATENCION: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"

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

FECHA RECEPCIÓN: 6 de Mayo de 2022

FECHA EMISION: 8 de Junio de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+1% de Viruta


CALICATA: C-2

MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno

FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DEL ENSAYO			COMPACTACIÓN																							
Nº Molde	1			3			2																			
Nº Capa	5			5			5																			
Nº Golpes por capa	55			26			12																			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin	Saturado	Saturado	Sin	Saturado	Saturado	Sin	Saturado	Saturado																	
Peso molde + Suelo húmedo (g)	12841	12950	12950	13105	13092	13092	12505	12764	12764																	
Peso de molde (g)	8292	8292	8292	8412	8412	8412	8396	8396	8396																	
Peso del suelo húmedo (g)	4549	4658	4658	4693	4680	4680	4109	4368	4368																	
Volumen del molde (cm ³)	2122	2122	2122	2126	2126	2126	2131	2131	2131																	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.144	2.195	2.195	2.207	2.201	2.201	1.928	2.050	2.050																	
Densidad seca (g/cm ³)	1.930	1.930	1.930	1.901	1.901	1.901	1.669	1.669	1.669																	
DATOS DEL ENSAYO			HUMEDAD																							
Nº Tara	-			-			-			-																
Tara + Suelo húmedo (g)	97.8	4658.0	4658.0	104.5	4680.0	4680.0	106.8	4368.0	4368.0	4368.0																
Tara + Suelo seco (g)	89.0	4549.0	4549.0	95.1	4693.0	4693.0	93.6	4109.0	4109.0	4109.0																
Peso del Agua (g)	8.84	109	109	9.4	-13	-13	13.16	259	259	259																
Peso del tara (g)	9.1	0.0	0.0	36.8	0.0	0.0	8.9	0.0	0.0	0.0																
Peso del suelo seco (g)	79.9	4095.6	4095.6	58.3	4041.4	4041.4	84.7	3556.7	3556.7	3556.7																
Porcentaje de humedad (%)	11.1	13.7	13.7	16.1	15.8	15.8	15.5	22.8	22.8	22.8																
FECHA			HORA			TIEMPO Hr.			EXPANSIÓN																	
									DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN		
									Pulg.			%			Pulg.			%			Pulg.			%		
10/05/2022	11.3	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0			
11/05/2022	11.3	24	10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010				
12/05/2022	11.3	48	292.0	0.292		96.0	0.096		300.0	0.300		300.0	0.300		300.0	0.300		300.0	0.300		300.0	0.300				
13/05/2022	11.3	72	314.0	0.314		142.0	0.142		312.0	0.312		312.0	0.312		312.0	0.312		312.0	0.312		312.0	0.312				
14/05/2022	11.3	96	315.0	0.315		246.0	0.246		321.0	0.321		321.0	0.321		321.0	0.321		321.0	0.321		321.0	0.321				
			11.64	total	2.51	11.62	total	0.83	11.67	total	2.57	11.67	total	2.57	11.67	total	2.57	11.67	total	2.57	11.67	total	2.57			
TIEMPO			PENETRACIÓN			PENETRACIÓN																				
			CARGA STAND. Kg./cm ²			MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 3				MOLDE Nº 2												
			CARGA			CORRECCIÓN				CARGA				CORRECCIÓN												
			L. Digital			kgf				Kg/cm2				%												
			L. Digital			kgf				Kg/cm2				%												
0'00"	0.000	0.000	0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0				
0'30"	0.640	0.025	15	15		13	13		9	9		9	9		9	9		9	9		9	9				
1'00"	1.270	0.050	31	31		25	25		16	16		16	16		16	16		16	16		16	16				
1'30"	1.910	0.075	45	45		36	36		22	22		22	22		22	22		22	22		22	22				
2'00"	2.540	0.100	70.31	55	55	2.8	3.9		26	26	1.3	1.8	26	26	1.3	1.8		26	26	1.3	1.8	26	26	1.3	1.8	
2'30"	3.170	0.125		66	66				29	29			29	29				29	29			29	29			
3'00"	3.810	0.150		74	74				33	33			33	33				33	33			33	33			
4'00"	5.080	0.200	105.46	92	92	4.7	4.5		39	39	2.0	1.9	39	39	2.0	1.9		39	39	2.0	1.9	39	39	2.0	1.9	
6'00"	7.620	0.300		128	128				48	48			48	48				48	48			48	48			
8'00"	10.160	0.400		162	162				58	58			58	58				58	58			58	58			
10'00"	12.700	0.500		203	203				69	69			69	69				69	69			69	69			


DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898


LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO

JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
 ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"

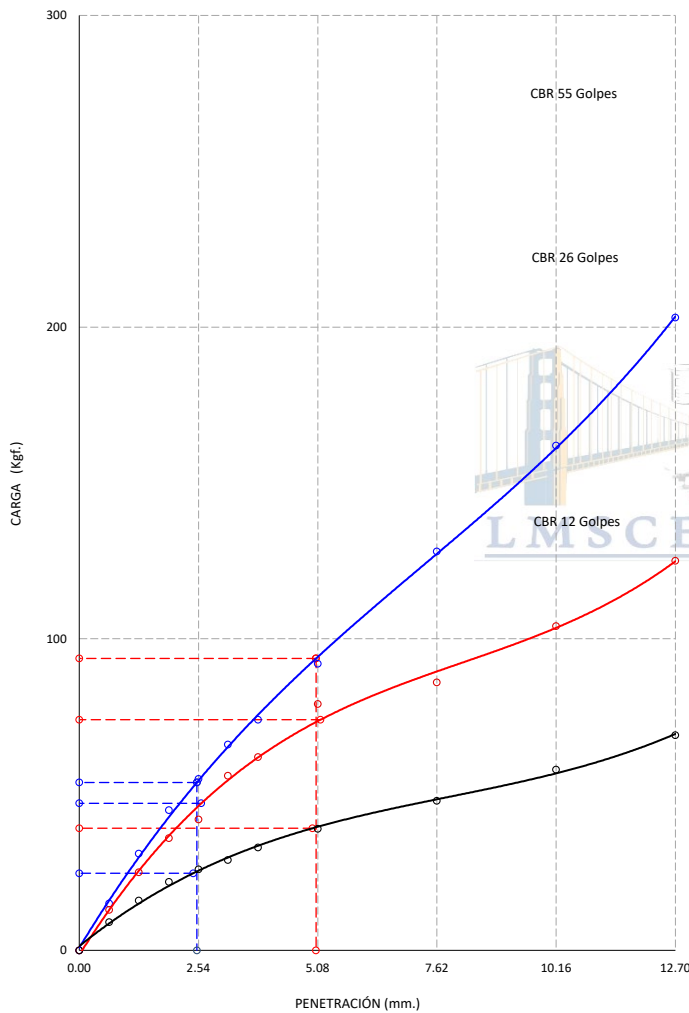
UBICACIÓN: 6 de Mayo de 2022
 FECHA RECEPCIÓN: 8 de Junio de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
 NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA
 IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+1% de Viruta

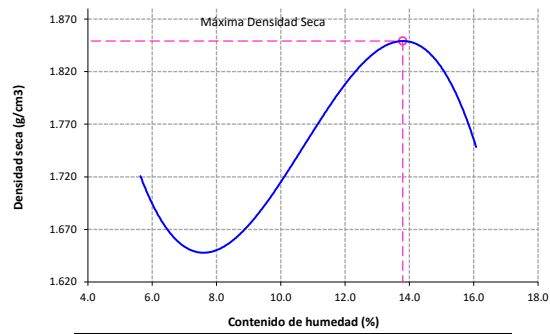
FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



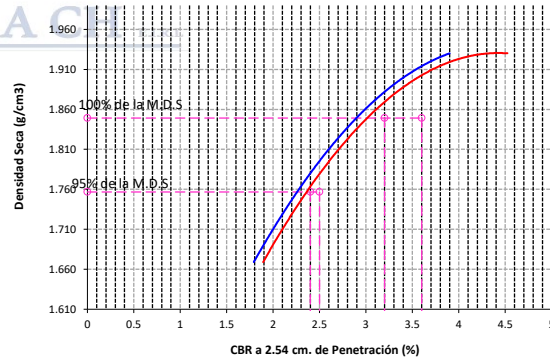
CARGA STAND. Kg./cm ²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%
70.31	2.54	0.1	2.8	3.9	2.4	3.4	1.3	1.8
105.46	5.08	0.2	4.7	4.5	3.8	3.6	2.0	1.9

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.849 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 13.79 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.930 g/cm ³	3.9 %	4.5 %
26	1.901 g/cm ³	3.4 %	3.6 %
12	1.669 g/cm ³	1.8 %	1.9 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	3.2 %	3.6 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	2.4 %	2.0 %
Condiciones del ensayo:	Saturado	

(Signature)
 DISEÑER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898

(Signature)
LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA
 REC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 02

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
ATENCION: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"

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

FECHA RECEPCIÓN: 6 de Mayo de 2022

FECHA EMISION: 8 de Junio de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+2% de Viruta


CALICATA: C-2

MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno

FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DEL ENSAYO			COMPACTACIÓN																							
Nº Molde	3			5			4																			
Nº Capa	5			5			5																			
Nº Golpes por capa	55			26			12																			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin	Saturado	Saturado	Sin	Saturado	Saturado	Sin	Saturado	Saturado																	
Peso molde + Suelo húmedo (g)	13010	13133	12645	12645	12592	12509	12869																			
Peso de molde (g)	8412	8412	8279	8279	8279	8475	8475																			
Peso del suelo húmedo (g)	4598	4721	4366	4313	4034	4394																				
Volumen del molde (cm ³)	2126	2126	2115	2115	2119	2119																				
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.163	2.221	2.064	2.039	1.904	2.074																				
Densidad seca (g/cm ³)	1.885	1.885	1.778	1.778	1.696	1.696																				
DATOS DEL ENSAYO			HUMEDAD																							
Nº Tara	-			-			-																			
Tara + Suelo húmedo (g)	100.4	4721.0	104.5	4313.0	108.3	4394.0																				
Tara + Suelo seco (g)	88.7	4598.0	95.1	4366.0	97.5	4034.0																				
Peso del Agua (g)	11.73	123	9.4	-53	10.77	360																				
Peso del tara (g)	8.9	0.0	36.8	0.0	9.4	0.0																				
Peso del suelo seco (g)	79.8	4008.6	58.3	3759.8	88.1	3594.7																				
Porcentaje de humedad (%)	14.7	17.8	16.1	14.7	12.2	22.2																				
FECHA			HORA			TIEMPO Hr.			EXPANSIÓN																	
									DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN		
									Pulg.			%			Pulg.			%			Pulg.			%		
10/05/2022	11.3	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0			
11/05/2022	11.3	24	10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010				
12/05/2022	11.3	48	296.0	0.296		96.0	0.096		395.0	0.395		395.0	0.395		395.0	0.395		395.0	0.395		395.0	0.395				
13/05/2022	11.3	72	305.0	0.305		142.0	0.142		412.0	0.412		412.0	0.412		412.0	0.412		412.0	0.412		412.0	0.412				
14/05/2022	11.3	96	315.0	0.315		246.0	0.246		495.0	0.495		495.0	0.495		495.0	0.495		495.0	0.495		495.0	0.495				
			11.62	total	2.55	11.61	total	0.83	11.66	total	3.39															
TIEMPO			PENETRACIÓN			PENETRACIÓN																				
			CARGA STAND. Kg./cm ²			MOLDE Nº 3				MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 4												
						CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN										
						L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	L. Digital	kgf	Kg/cm2	%									
0'00"	0.000	0.000				0	0			0	0			0	0											
0'30"	0.640	0.025				3	3			8	8			10	10											
1'00"	1.270	0.050				7	7			12	12			17	17											
1'30"	1.910	0.075				20	20			20	20			19	19											
2'00"	2.540	0.100	70.31			33	33	1.7	2.5	26	26	1.2	1.7	22	22	1.0	1.5									
2'30"	3.170	0.125				42	42			31	31			24	24											
3'00"	3.810	0.150				49	49			34	34			26	26											
4'00"	5.080	0.200	105.46			63	63	3.2	3.2	42	42	2.2	2.1	30	30	1.5	1.5									
6'00"	7.620	0.300				89	89			59	59			34	34											
8'00"	10.160	0.400				117	117			82	82			43	43											
10'00"	12.700	0.500				146	146			98	98			51	51											


DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. Nº 147898


LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO
JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
 ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"

UBICACIÓN: 6 de Mayo de 2022
 FECHA RECEPCIÓN: 8 de Junio de 2022

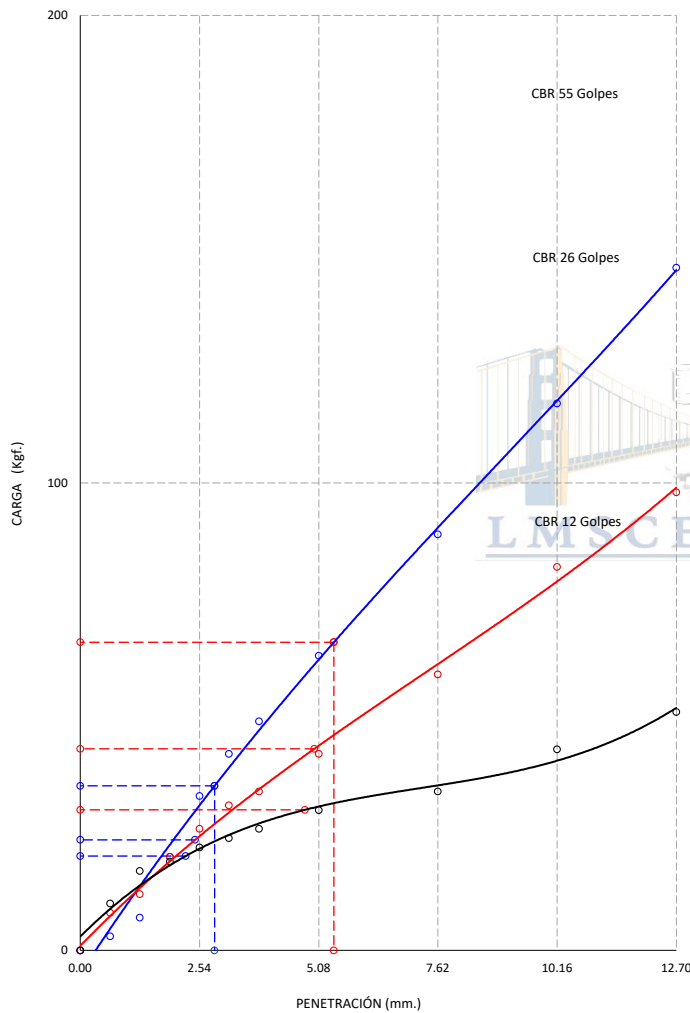
CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
 NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+2% de Viruta

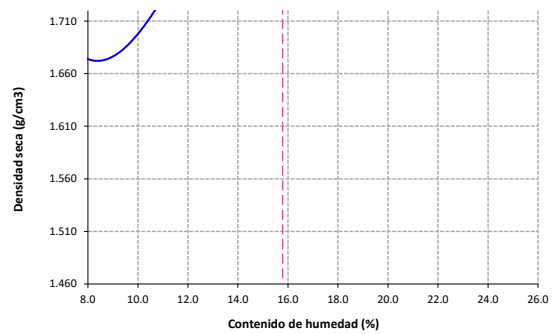
FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



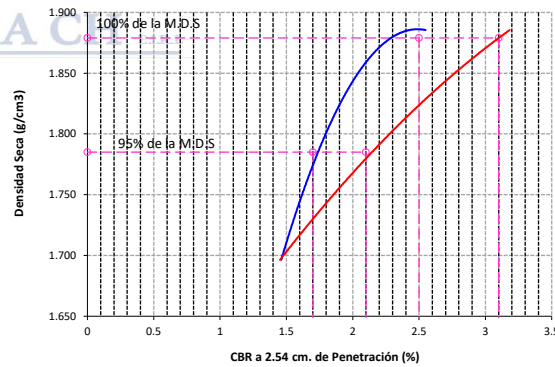
CARGA STAND.	Kg./cm ²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
		Mm.	Pulg.	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%
70.31	2.54	0.1	1.7	2.5	1.2	1.7	1.0	1.5	
105.46	5.08	0.2	3.2	3.2	2.2	2.1	1.5	1.5	

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.879 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 15.79 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.885 g/cm ³	2.5 %	3.2 %
26	1.778 g/cm ³	1.7 %	2.1 %
12	1.696 g/cm ³	1.5 %	1.5 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	2.5 %	3.1 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	1.7 %	2.1 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

(Signature)
 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898

(Signature)
LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
 REC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 02

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
ATENCION: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"

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

FECHA RECEPCIÓN: 6 de Mayo de 2022

FECHA EMISION: 8 de Junio de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+4% de Viruta


CALICATA: C-2

MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno

FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DEL ENSAYO			COMPACTACIÓN												
Nº Molde	5			7			6								
Nº Capa	5			5			5								
Nº Golpes por capa	55			26			12								
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin	Saturado	Saturado	Sin	Saturado	Saturado	Sin	Saturado	Saturado						
Peso molde + Suelo húmedo (g)	12653		13113	12795		12992	11982		12214						
Peso de molde (g)	8279		8279	8385		8385	8027		8027						
Peso del suelo húmedo (g)	4374		4834	4410		4607	3955		4187						
Volumen del molde (cm ³)	2115		2115	2122		2122	2144		2144						
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.068		2.286	2.078		2.171	1.845		1.953						
Densidad seca (g/cm ³)	1.861		1.861	1.790		1.790	1.698		1.698						
DATOS DEL ENSAYO			HUMEDAD												
Nº Tara	-			-			-			-					
Tara + Suelo húmedo (g)	114.9		4834.0	104.5		4607.0	103.2		4187.0						
Tara + Suelo seco (g)	104.3		4374.0	95.1		4410.0	95.8		3955.0						
Peso del Agua (g)	10.63		460	9.4		197	7.45		232						
Peso del tara (g)	8.7		0.0	36.8		0.0	9.2		0.0						
Peso del suelo seco (g)	95.6		3936.2	58.3		3797.7	86.6		3641.5						
Porcentaje de humedad (%)	11.1		22.8	16.1		21.3	8.6		15.0						
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN												
			DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN			
			Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%		
10/05/2022	11.3	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	
11/05/2022	11.3	24	10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010		
12/05/2022	11.3	48	328.0	0.328		96.0	0.096		325.0	0.325		345.0	0.345		
13/05/2022	11.3	72	342.0	0.342		142.0	0.142		345.0	0.345		396.0	0.396		
14/05/2022	11.3	96	396.0	0.396		246.0	0.246		396.0	0.396		11.63	total	2.79	
			11.61	total	2.83	11.63	total	0.83	11.63	total	2.79				
TIEMPO	PENETRACIÓN		CARGA STAND. Kg./cm ²	PENETRACIÓN											
				MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 7				MOLDE Nº 6			
	Mm.	Pulg.		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			L. Digital	kgf	Kg/cm ²	%	L. Digital	kgf	Kg/cm ²	%	L. Digital	kgf	Kg/cm ²	%	
0'00"	0.000	0.000	0	0			0	0			0	0			
0'30"	0.640	0.025	7	7			6	6			5	5			
1'00"	1.270	0.050	23	23			18	18			9	9			
1'30"	1.910	0.075	33	33			22	22			14	14			
2'00"	2.540	0.100	70.31	40	40	2.0	2.8	33	33	1.6	2.3	17	17	0.8	1.2
2'30"	3.170	0.125		45	45			38	38			19	19		
3'00"	3.810	0.150		51	51			42	42			21	21		
4'00"	5.080	0.200	105.46	60	60	3.1	3.0	49	49	2.5	2.3	24	24	1.2	1.2
6'00"	7.620	0.300		74	74			52	52			28	28		
8'00"	10.160	0.400		92	92			69	69			34	34		
10'00"	12.700	0.500		113	113			79	79			41	41		


DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. Nº 147898


LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO
JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
UBICACIÓN: 6 de Mayo de 2022
FECHA RECEPCIÓN: 8 de Junio de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

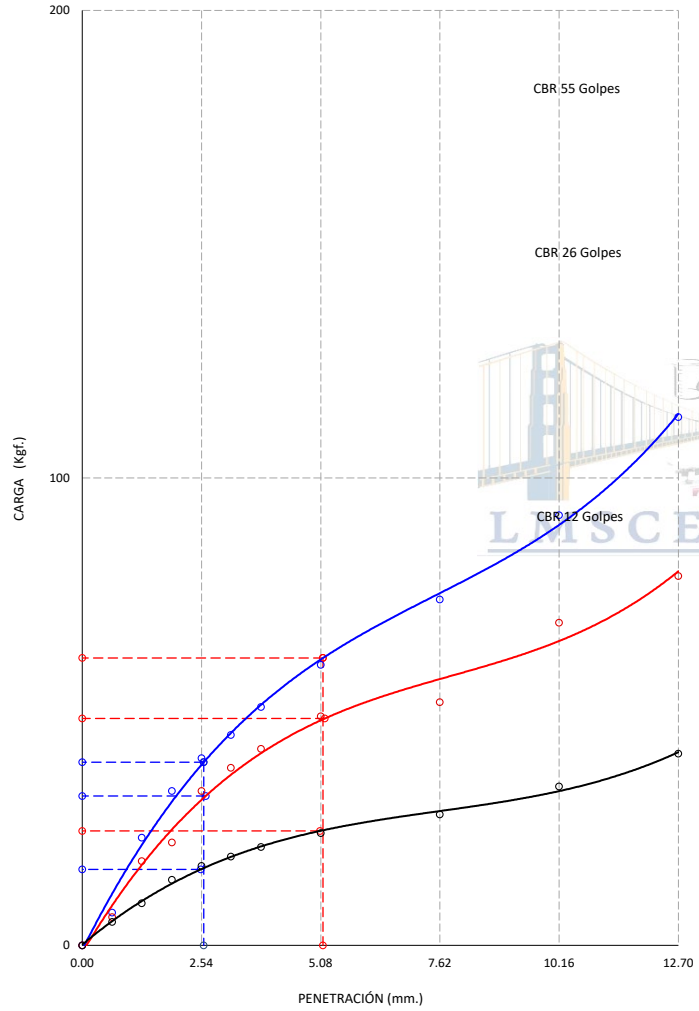
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+4% de Viruta

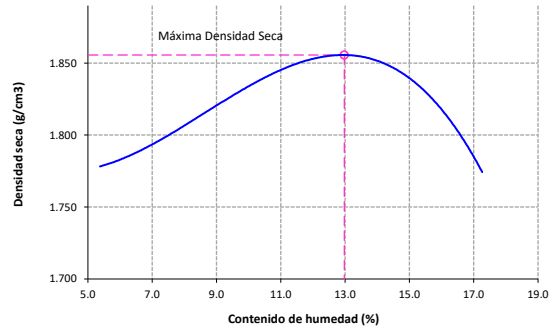
FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



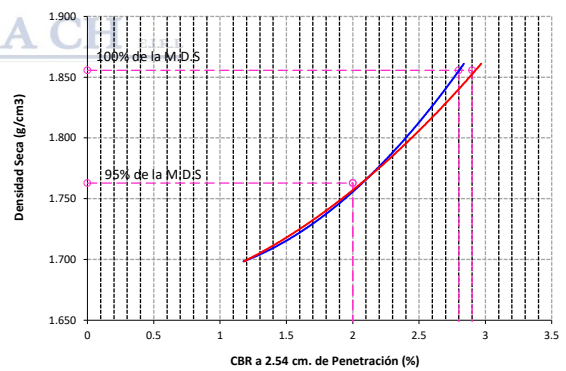
CARGA STAND.	Kg./cm²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
		Mm.	Pulg.	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%
70.31		2.54	0.1	2.0	2.8	1.6	2.3	0.8	1.2
105.46		5.08	0.2	3.1	3.0	2.5	2.3	1.2	1.2

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.856 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 12.97 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.861 g/cm3	2.8 %	3.0 %
26	1.790 g/cm3	2.3 %	2.3 %
12	1.698 g/cm3	1.2 %	1.2 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	2.8 %	2.9 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	2.0 %	2.0 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

(Signature)
DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898

(Signature)
JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
 REC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 02

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
ATENCION: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"

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

FECHA RECEPCIÓN: 6 de Mayo de 2022

FECHA EMISION: 8 de Junio de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+8% de Viruta

CALICATA: C-2

MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno

FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DEL ENSAYO			COMPACTACIÓN																							
Nº Molde	7		5			8																				
Nº Capa	5		5			5																				
Nº Golpes por capa	55		26			12																				
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado																				
Peso molde + Suelo húmedo (g)	13158	13296	12845	12992	12835	13183																				
Peso de molde (g)	8385	8385	8279	8279	8552	8552																				
Peso del suelo húmedo (g)	4773	4911	4566	4713	4283	4631																				
Volumen del molde (cm ³)	2122	2122	2115	2115	2122	2122																				
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.249	2.314	2.159	2.228	2.018	2.182																				
Densidad seca (g/cm ³)	2.004	2.004	1.859	1.859	1.800	1.800																				
DATOS DEL ENSAYO			HUMEDAD																							
Nº Tara	-		-			-																				
Tara + Suelo húmedo (g)	108.4	4911.0	104.5	4713.0	109.7	4631.0																				
Tara + Suelo seco (g)	97.6	4773.0	95.1	4566.0	98.8	4283.0																				
Peso del Agua (g)	10.78	138	9.4	147	10.95	348																				
Peso del tara (g)	9.4	0.0	36.8	0.0	8.7	0.0																				
Peso del suelo seco (g)	88.2	4253.3	58.3	3932.0	90.1	3818.7																				
Porcentaje de humedad (%)	12.2	15.5	16.1	19.9	12.2	21.3																				
FECHA			HORA			TIEMPO Hr.			EXPANSIÓN																	
									DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN		
									Pulg.			%			Pulg.			%			Pulg.			%		
10/05/2022	11.3	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0									
11/05/2022	11.3	24	10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010										
12/05/2022	11.3	48	388.0	0.388		96.0	0.096		485.0	0.485		512.0	0.512		512.0	0.512										
13/05/2022	11.3	72	415.0	0.415		142.0	0.142		526.0	0.526		526.0	0.526		526.0	0.526										
14/05/2022	11.3	96	426.0	0.426		246.0	0.246		11.63	total	3.34	11.61	total	0.83	11.65	total	4.16									
TIEMPO			PENETRACIÓN			PENETRACIÓN																				
			CARGA STAND. Kg./cm ²			MOLDE Nº 7				MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 8												
						CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN										
						L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	L. Digital	kgf	Kg/cm2	%									
0'00"	0.000	0.000	0	0		0	0		0	0			0	0												
0'30"	0.640	0.025	20	20		13	13		11	11			11	11												
1'00"	1.270	0.050	33	33		22	22		19	19			19	19												
1'30"	1.910	0.075	44	44		24	24		25	25			25	25												
2'00"	2.540	0.100	70.31	52	52	2.6	3.6		38	38	1.9	2.6	26	26	1.4	1.9										
2'30"	3.170	0.125		59	59				43	43			32	32												
3'00"	3.810	0.150		65	65				51	51			33	33												
4'00"	5.080	0.200	105.46	78	78	4.0	3.8		62	62	3.1	2.9	39	39	2.0	1.9										
6'00"	7.620	0.300		100	100				78	78			45	45												
8'00"	10.160	0.400		119	119				86	86			55	55												
10'00"	12.700	0.500		145	145				99	99			72	72												


DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. Nº 147898


JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA,
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
 ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"

UBICACIÓN: : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lamb
 FECHA RECEPCIÓN: 8 de Junio de 2022

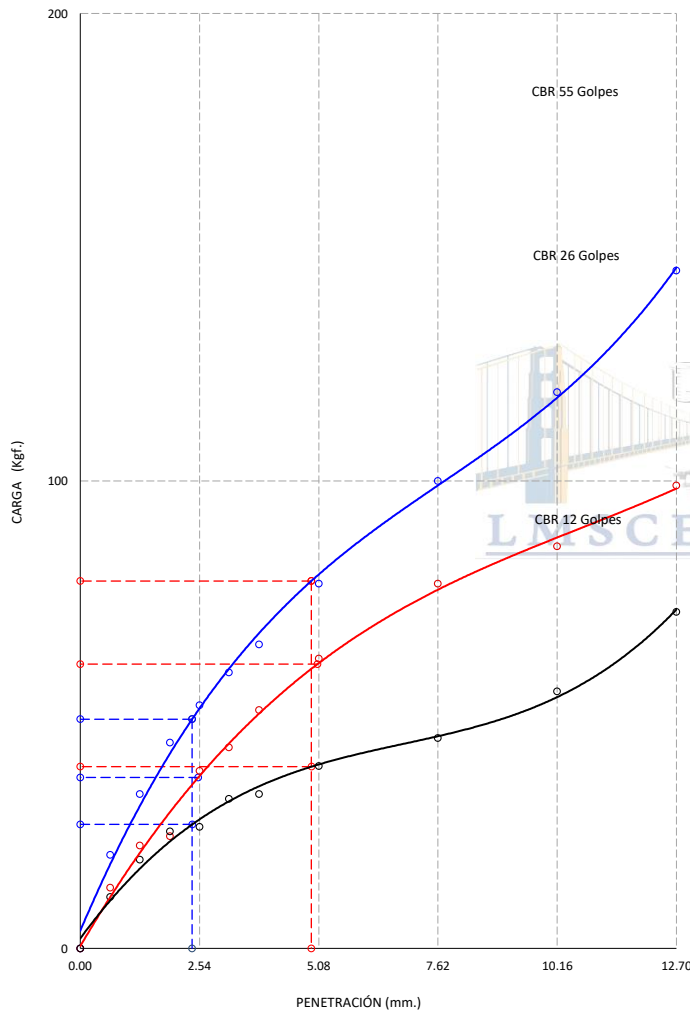
CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
 NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+8% de Viruta

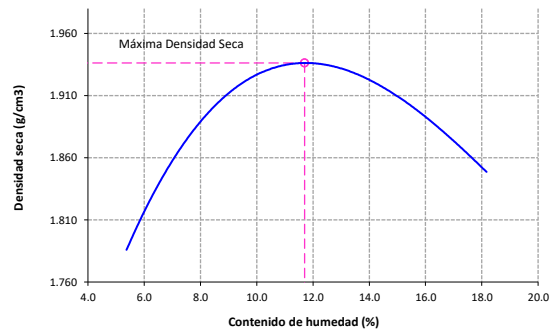
FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



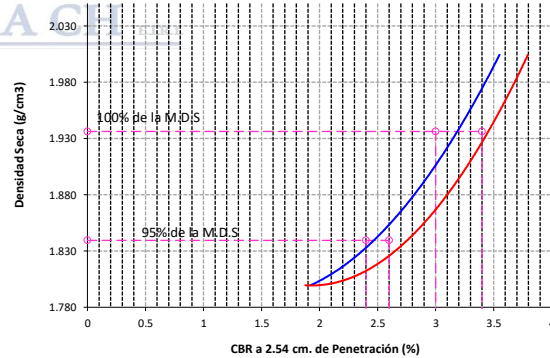
CARGA STAND. Kg./cm ²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%
70.31	2.54	0.1	2.6	3.6	1.9	2.6	1.4	1.9
105.46	5.08	0.2	4.0	3.8	3.1	2.9	2.0	1.9

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.936 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 11.70 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	2.004 g/cm ³	3.6 %	3.8 %
26	1.859 g/cm ³	2.6 %	2.9 %
12	1.800 g/cm ³	1.9 %	1.9 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1"	0.2"
	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	3.0 %	3.4 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	2.4 %	2.5 %
Condiciones del ensayo:	Saturado	

(Signature)
 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898

(Signature)
LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 02

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
ATENCION: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"

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

FECHA RECEPCIÓN: 6 de Mayo de 2022

FECHA EMISION: 8 de Junio de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+15% de Viruta

CALICATA: C-2

MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno

FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DEL ENSAYO			COMPACTACIÓN												
Nº Molde	9		5			10									
Nº Capa	5		5			5									
Nº Golpes por capa	55		26			12									
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado									
Peso molde + Suelo húmedo (g)	13503	13737	12925	13292	12592	12890									
Peso de molde (g)	8674	8674	8279	8279	8139	8139									
Peso del suelo húmedo (g)	4829	5063	4646	5013	4453	4751									
Volumen del molde (cm ³)	2115	2115	2115	2115	2161	2161									
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.283	2.394	2.197	2.370	2.061	2.199									
Densidad seca (g/cm ³)	2.069	2.069	1.892	1.892	1.832	1.832									
DATOS DEL ENSAYO			HUMEDAD												
Nº Tara	-		-			-									
Tara + Suelo húmedo (g)	114.3	5063.0	104.5	5013.0	112.5	4751.0									
Tara + Suelo seco (g)	104.4	4829.0	95.1	4646.0	100.9	4453.0									
Peso del Agua (g)	9.91	234	9.4	367	11.56	298									
Peso del tara (g)	8.6	0.0	36.8	0.0	8.6	0.0									
Peso del suelo seco (g)	95.8	4376.3	58.3	4000.9	92.3	3957.6									
Porcentaje de humedad (%)	10.3	15.7	16.1	25.3	12.5	20.0									
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN												
			DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN			
			Pulg.	%	Pulg.	%	Pulg.	%	Pulg.	%					
10/05/2022	11.3	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0				
11/05/2022	11.3	24	15.0	0.015		10.0	0.010		10.0	0.010					
12/05/2022	11.3	48	156.0	0.156		96.0	0.096		355.0	0.355					
13/05/2022	11.3	72	186.0	0.186		142.0	0.142		386.0	0.386					
14/05/2022	11.3	96	214.0	0.214		246.0	0.246		405.0	0.405					
			11.63	total	1.34	11.61	total	0.83	11.51	total	3.08				
TIEMPO	PENETRACIÓN		CARGA STAND. Kg./cm ²	PENETRACIÓN											
				MOLDE Nº 9				MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 10			
	Mm.	Pulg.		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			L. Digital	kgf	Kg/cm ²	%	L. Digital	kgf	Kg/cm ²	%	L. Digital	kgf	Kg/cm ²	%	
0'00"	0.000	0.000	0	0			0	0			0	0			
0'30"	0.640	0.025	21	21			16	16			10	10			
1'00"	1.270	0.050	37	37			24	24			16	16			
1'30"	1.910	0.075	49	49			31	31			20	20			
2'00"	2.540	0.100	70.31	61	61	3.1	4.2	42	42	2.4	3.4	24	24	1.1	1.6
2'30"	3.170	0.125		72	72			53	53			26	26		
3'00"	3.810	0.150		80	80			65	65			30	30		
4'00"	5.080	0.200	105.46	95	95	4.8	4.7	72	72	3.6	3.4	35	35	1.8	1.7
6'00"	7.620	0.300		124	124			86	86			43	43		
8'00"	10.160	0.400		149	149			92	92			50	50		
10'00"	12.700	0.500		174	174			120	120			60	60		


DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. Nº 147898


LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO
JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
 ATENCION: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"

UBICACIÓN: 6 de Mayo de 2022
 FECHA RECEPCIÓN: 8 de Junio de 2022

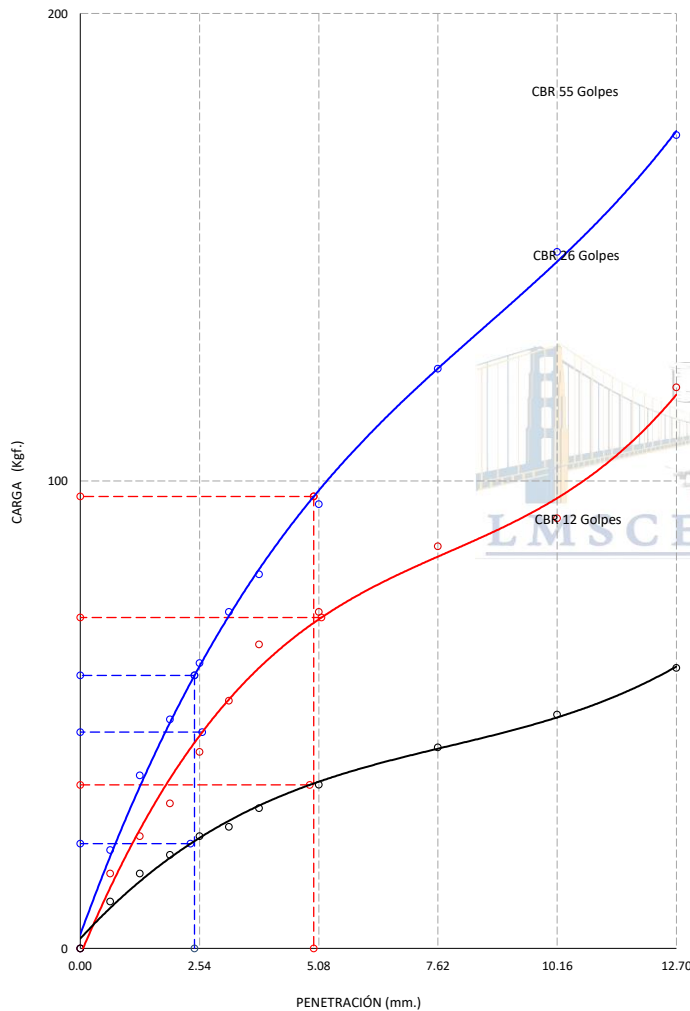
CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
 NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+15% de Viruta

FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

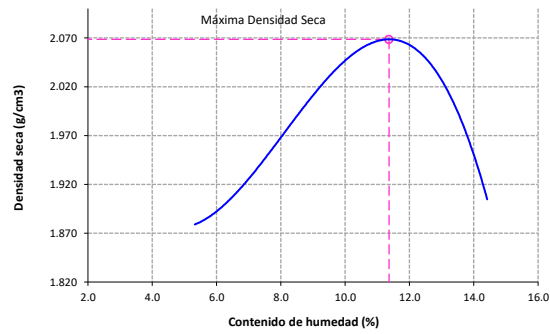
GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



CARGA STAND.	Kg./cm ²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
		Mm.	Pulg.	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%
70.31		2.54	0.1	3.1	4.2	2.4	3.4	1.1	1.6
105.46		5.08	0.2	4.8	4.7	3.6	3.4	1.8	1.7

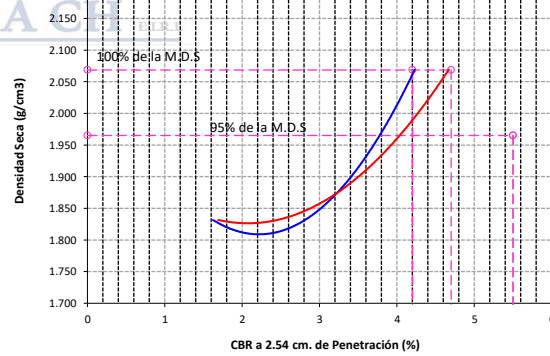
(Signature)
 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 2.069 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 11.37 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	2.069 g/cm ³	4.2 %	4.7 %
26	1.892 g/cm ³	3.4 %	3.4 %
12	1.832 g/cm ³	1.6 %	1.7 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1"	0.2"
	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	4.2 %	4.7 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	5.5 %	5.5 %
Condiciones del ensayo:	Saturado	

(Signature)
LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE LABORATORIO**Muestra de suelo con adición de emulsión asfáltica**

Muestra de suelo con adición de emulsión asfáltica

Ensayos de determinación de límites de Atterberg



INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: 2101 - 0001 S

Pág.: 01 de 01

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
ATENCION: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"

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

FECHA RECEPCIÓN: 6 de Mayo de 2022

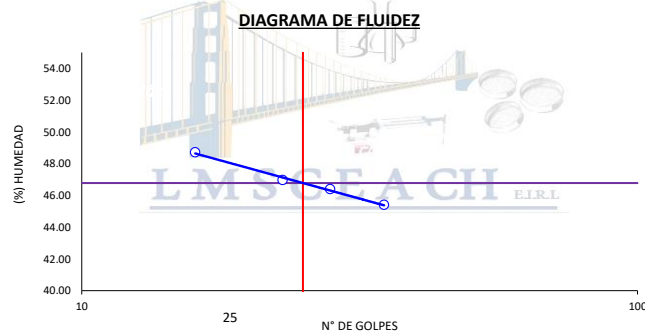
FECHA EMISION: 8 de Junio de 2022

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89/ T 90)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+3% de Asfalto CALICATA: C-2 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 12/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	A-01	A-03	A-02	A-04	T-2	T-2
Número de capsula	A-01	A-03	A-02	A-04	T-2	T-2
Número de golpes	35	28	23	16	----	----
Peso de capsula + suelo húmedo (g)	29.07	24.08	26.55	27.3	8.11	8.11
Peso de capsula + suelo seco (g)	22.86	19.2	20.85	21.44	7.98	7.98
Peso del Agua (g)	6.21	4.88	5.7	5.86	0.13	0.13
Peso de la capsula (g)	9.18	8.68	8.71	9.41	7.04	7.04
Peso del suelo seco (g)	13.68	10.52	12.14	12.03	0.94	0.94
Porcentaje de humedad (%)	45.39	46.39	46.95	48.71	13.83	13.83



Nota:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40

LÍMITE LÍQUIDO = 47 %
LÍMITE PLÁSTICO = 14 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 33 %

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo de terreno natural+3% de Asfalto
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
 TÍT. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898



INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: 2101 - 0001 S

Pág.: 01 de 01

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
ATENCION: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
UBICACIÓN: : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

FECHA RECEPCIÓN: 6 de Mayo de 2022

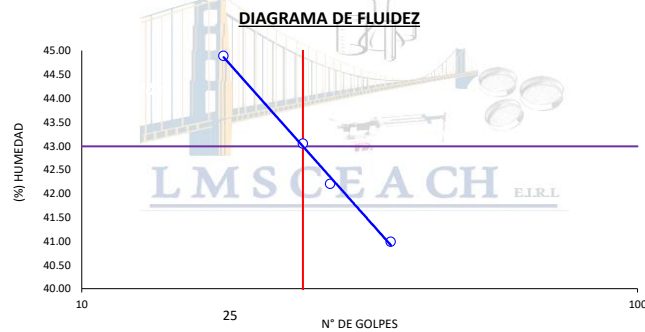
FECHA EMISION: 8 de Junio de 2022

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89/ T 90)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+6% de Asfalto CALICATA: C-2 MUESTRA: M-1
 PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 12/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	A-01	A-03	A-02	A-04	T-1	T-1
Número de capsula						
Número de golpes	36	28	25	18	----	----
Peso de capsula + suelo húmedo (g)	28.84	24.08	35.60	27.33	18.74	18.74
Peso de capsula + suelo seco (g)	22.98	19.51	27.50	21.54	18.48	18.48
Peso del Agua (g)	5.86	4.57	8.1	5.79	0.26	0.26
Peso de la capsula (g)	8.68	8.68	8.68	8.64	16.41	16.41
Peso del suelo seco (g)	14.30	10.83	18.82	12.90	2.07	2.07
Porcentaje de humedad (%)	40.98	42.20	43.04	44.88	12.56	12.56



Nota:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40

LÍMITE LÍQUIDO = 43 %
LÍMITE PLÁSTICO = 13 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 30 %

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo de terreno natural+6% de Asfalto
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
 TÍT. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898



INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: 2101 - 0001 S

Pág.: 01 de 01

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
UBICACIÓN: : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

FECHA RECEPCIÓN: 6 de Mayo de 2022

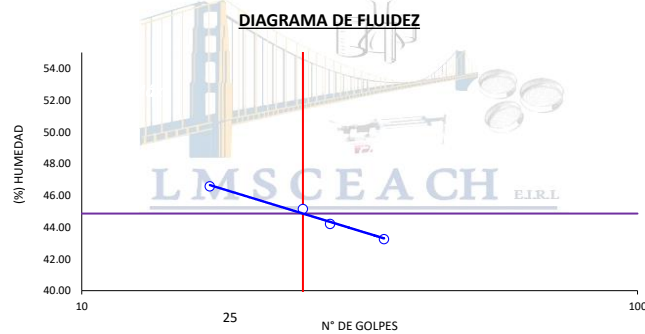
FECHA EMISION: 8 de Junio de 2022

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89/ T 90)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+9% de Asfalto CALICATA: C-2 MUESTRA: M-1
 PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 12/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	A-01	A-03	A-02	A-04	T-3	T-3
Número de capsula						
Número de golpes	35	28	25	17	----	----
Peso de capsula + suelo húmedo (g)	24.51	24.08	25.55	24.67	16.74	16.74
Peso de capsula + suelo seco (g)	19.65	19.36	20.36	19.52	16.43	16.43
Peso del Agua (g)	4.86	4.72	5.19	5.15	0.31	0.31
Peso de la capsula (g)	8.41	8.68	8.86	8.46	14.49	14.49
Peso del suelo seco (g)	11.24	10.68	11.50	11.06	1.94	1.94
Porcentaje de humedad (%)	43.24	44.19	45.13	46.56	15.98	15.98



Nota:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40

LÍMITE LÍQUIDO = 45 %
LÍMITE PLÁSTICO = 16 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 29 %

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo de terreno natural+9% de Asfalto
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
 TÍT. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898



INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: 2101 - 0001 S

Pág.: 01 de 01

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
ATENCION: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
UBICACIÓN: : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

FECHA RECEPCIÓN: 6 de Mayo de 2022

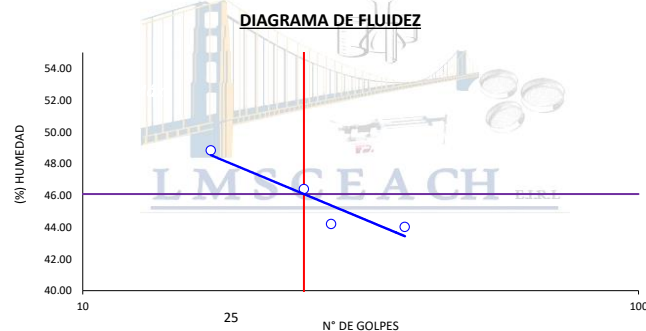
FECHA EMISION: 8 de Junio de 2022

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS
 (NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89/ T 90)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+13% de Asfalto CALICATA: C-2 MUESTRA: M-1
 PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 12/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	A-01	A-03	A-02	A-04	T-4	T-4
Número de capsula						
Número de golpes	38	28	25	17	----	----
Peso de capsula + suelo húmedo (g)	26.61	24.08	24.59	19.33	14.58	14.58
Peso de capsula + suelo seco (g)	21.25	19.36	19.77	15.82	14.45	14.45
Peso del Agua (g)	5.36	4.72	4.82	3.51	0.13	0.13
Peso de la capsula (g)	9.07	8.68	9.38	8.63	13.69	13.69
Peso del suelo seco (g)	12.18	10.68	10.39	7.19	0.76	0.76
Porcentaje de humedad (%)	44.01	44.19	46.39	48.82	17.11	17.11

**Nota:**

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40

LÍMITE LÍQUIDO = 46 %
LÍMITE PLÁSTICO = 17 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 29 %

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo de terreno natural+13% de Asfalto
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
 TÍTULO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898



INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: 2101 - 0001 S

Pág.: 01 de 01

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
ATENCION: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"

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

FECHA RECEPCIÓN: 6 de Mayo de 2022

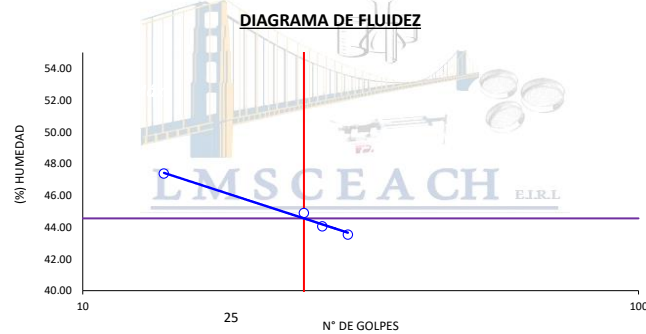
FECHA EMISION: 8 de Junio de 2022

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89/ T 90)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+18% de Asfalto CALICATA: C-2 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 12/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	A-01	A-03	A-02	A-04	T-5	T-5
Número de capsula	A-01	A-03	A-02	A-04	T-5	T-5
Número de golpes	30	27	25	14	----	----
Peso de capsula + suelo húmedo (g)	23.59	24.08	25.00	26.22	20.28	20.28
Peso de capsula + suelo seco (g)	18.79	19.21	19.78	20.66	20.01	20.01
Peso del Agua (g)	4.8	4.87	5.22	5.56	0.27	0.27
Peso de la capsula (g)	7.76	8.15	8.15	8.92	17.99	17.99
Peso del suelo seco (g)	11.03	11.06	11.63	11.74	2.02	2.02
Porcentaje de humedad (%)	43.52	44.03	44.88	47.36	13.37	13.37



Nota:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40

LÍMITE LÍQUIDO = 45 %
LÍMITE PLÁSTICO = 13 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 32 %

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo de terreno natural+18% de Asfalto
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA
 TÍTULO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898

Muestra de suelo con adición de emulsión asfáltica

Ensayos de CBR de suelos en laboratorio



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 02

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
ATENCION: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"

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

FECHA RECEPCIÓN: 6 de Mayo de 2022

FECHA EMISION: 8 de Junio de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+3% de Asfalto


CALICATA: C-2

MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno

FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DEL ENSAYO			COMPACTACIÓN												
Nº Molde	1			3			2								
Nº Capa	5			5			5								
Nº Golpes por capa	55			26			12								
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin	Saturado	Saturado	Sin	Saturado	Saturado	Sin	Saturado	Saturado						
Peso molde + Suelo húmedo (g)	12581	12704	12595	12890	12272	12653									
Peso de molde (g)	8292	8292	8412	8412	8396	8396									
Peso del suelo húmedo (g)	4289	4412	4183	4478	3876	4257									
Volumen del molde (cm ³)	2122	2122	2126	2126	2131	2131									
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.021	2.079	1.968	2.106	1.819	1.998									
Densidad seca (g/cm ³)	1.729	1.729	1.674	1.674	1.548	1.548									
DATOS DEL ENSAYO			HUMEDAD												
Nº Tara	-			-			-			-					
Tara + Suelo húmedo (g)	100.6	4412.0	145.5	4478.0	106.7	4257.0									
Tara + Suelo seco (g)	87.1	4289.0	129.3	4183.0	92.1	3876.0									
Peso del Agua (g)	13.55	123	16.2	295	14.59	381									
Peso del tara (g)	7.0	0.0	36.8	0.0	8.9	0.0									
Peso del suelo seco (g)	80.1	3668.3	92.5	3559.6	83.3	3298.0									
Porcentaje de humedad (%)	16.9	20.3	17.5	25.8	17.5	29.1									
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN												
			DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN			
			Pulg.	%	Pulg.	%	Pulg.	%	Pulg.	%					
10/05/2022	11.3	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0				
11/05/2022	11.3	24	10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010					
12/05/2022	11.3	48	173.0	0.173		289.0	0.289		301.0	0.301					
13/05/2022	11.3	72	186.0	0.186		321.0	0.321		345.0	0.345					
14/05/2022	11.3	96	214.0	0.214		296.0	0.296		396.0	0.396					
			11.64	total	1.49	11.62	total	2.49	11.67	total	2.58				
TIEMPO	PENETRACIÓN		CARGA STAND. Kg./cm ²	PENETRACIÓN											
	Mm.	Pulg.		MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 3				MOLDE Nº 2			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	
0'00"	0.000	0.000	0	0			0	0			0	0			
0'30"	0.640	0.025	17	17			10	10			5	5			
1'00"	1.270	0.050	45	45			36	36			16	16			
1'30"	1.910	0.075	62	62			48	48			23	23			
2'00"	2.540	0.100	70.31	69	69	3.5	4.7	53	53	2.9	4.2	25	25	1.2	1.8
2'30"	3.170	0.125		75	75			64	64			28	28		
3'00"	3.810	0.150		82	82			75	75			30	30		
4'00"	5.080	0.200	105.46	93	93	4.7	4.8	86	86	4.4	4.1	34	34	1.8	1.7
6'00"	7.620	0.300		118	118			97	97			37	37		
8'00"	10.160	0.400		144	144			104	104			42	42		
10'00"	12.700	0.500		176	176			124	124			44	44		


DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. Nº 147898


LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO
JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
UBICACIÓN: : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
FECHA RECEPCIÓN: 8 de Junio de 2022

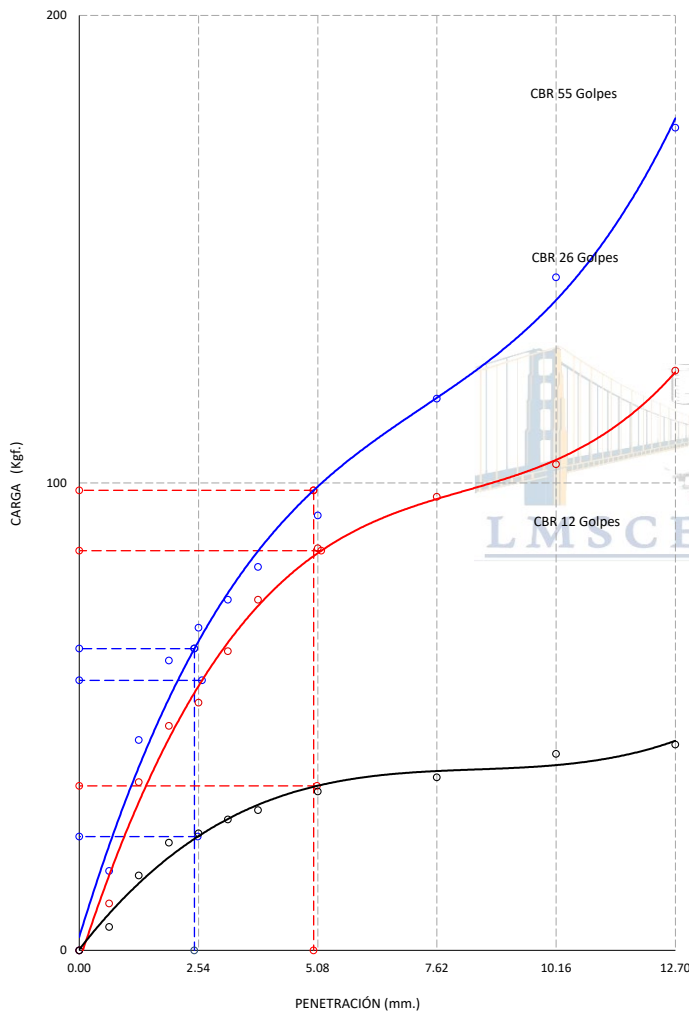
CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+3% de Asfalto

FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

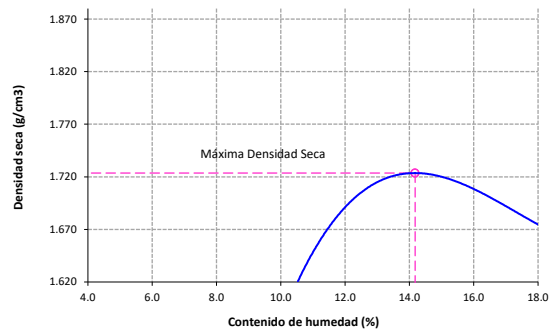
GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



CARGA STAND.	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%
70.31	2.54	0.1	3.5	4.7	2.9	4.2	1.2	1.8
105.46	5.08	0.2	4.7	4.8	4.4	4.1	1.8	1.7

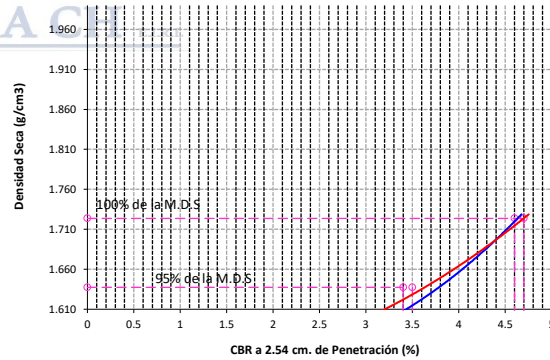
(Signature)
DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 147898

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.724 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 14.18 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.729 g/cm3	4.7 %	4.8 %
26	1.674 g/cm3	4.2 %	4.1 %
12	1.548 g/cm3	1.8 %	1.7 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	4.6 %	4.7 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	3.5 %	3.8 %
Condiciones del ensayo:	Saturado	

(Signature)
JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
REC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 02

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
ATENCION: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"

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

FECHA RECEPCIÓN: 6 de Mayo de 2022

FECHA EMISION: 8 de Junio de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+6% de Asfalto


CALICATA: C-2

MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno

FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DEL ENSAYO			COMPACTACIÓN												
Nº Molde	1			3			2								
Nº Capa	5			5			5								
Nº Golpes por capa	55			26			12								
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin	Saturado	Saturado	Sin	Saturado	Saturado	Sin	Saturado	Saturado						
Peso molde + Suelo húmedo (g)	12744	12874	12874	12595	12890	12890	12357	12711	12711						
Peso de molde (g)	8292	8292	8292	8412	8412	8412	8396	8396	8396						
Peso del suelo húmedo (g)	4452	4582	4582	4183	4478	4478	3961	4315	4315						
Volumen del molde (cm ³)	2122	2122	2122	2126	2126	2126	2131	2131	2131						
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.098	2.159	2.159	1.968	2.106	2.106	1.859	2.025	2.025						
Densidad seca (g/cm ³)	1.816	1.816	1.816	1.707	1.707	1.707	1.607	1.607	1.607						
DATOS DEL ENSAYO			HUMEDAD												
Nº Tara	-			-			-			-					
Tara + Suelo húmedo (g)	103.5	4582.0	4582.0	142.5	4478.0	4478.0	107.0	4315.0	4315.0	4315.0					
Tara + Suelo seco (g)	90.7	4452.0	4452.0	128.5	4183.0	4183.0	93.7	3961.0	3961.0	3961.0					
Peso del Agua (g)	12.75	130	130	14	295	295	13.33	354	354	354					
Peso del tara (g)	8.5	0.0	0.0	36.8	0.0	0.0	8.7	0.0	0.0	0.0					
Peso del suelo seco (g)	82.3	3854.5	3854.5	91.7	3629.0	3629.0	85.0	3424.0	3424.0	3424.0					
Porcentaje de humedad (%)	15.5	18.9	18.9	15.3	23.4	23.4	15.7	26.0	26.0	26.0					
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN												
			DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN			
			Pulg.	%	Pulg.	%	Pulg.	%	Pulg.	%					
10/05/2022	11.3	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0				
11/05/2022	11.3	24	10.0	0.010	0.010	10.0	0.010	0.010	10.0	0.010	0.010				
12/05/2022	11.3	48	161.0	0.161	0.161	289.0	0.289	0.289	305.0	0.305	0.305				
13/05/2022	11.3	72	245.0	0.245	0.245	321.0	0.321	0.321	325.0	0.325	0.325				
14/05/2022	11.3	96	362.0	0.362	0.362	356.0	0.356	0.356	401.0	0.401	0.401				
			11.64	total	1.38	11.62	total	2.49	11.67	total	2.61				
TIEMPO	PENETRACIÓN		CARGA STAND. Kg./cm ²	PENETRACIÓN											
				MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 3			MOLDE Nº 2					
	Mm.	Pulg.		CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN						
			L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	
0'00"	0.000	0.000	0	0			0	0			0	0			
0'30"	0.640	0.025	14	14			10	10			5	5			
1'00"	1.270	0.050	37	37			21	21			12	12			
1'30"	1.910	0.075	56	56			36	36			19	19			
2'00"	2.540	0.100	70.31	62	62	3.2	4.4	41	41	2.0	2.9	24	24	1.2	1.7
2'30"	3.170	0.125		69	69			48	48			27	27		
3'00"	3.810	0.150		75	75			52	52			29	29		
4'00"	5.080	0.200	105.46	85	85	4.3	4.4	63	63	3.3	3.1	32	32	1.7	1.6
6'00"	7.620	0.300		114	114			76	76			37	37		
8'00"	10.160	0.400		141	141			89	89			40	40		
10'00"	12.700	0.500		204	204			91	91			42	42		


DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. Nº 147898


LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO
JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
 ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"

UBICACIÓN: : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 FECHA RECEPCIÓN: 8 de Junio de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
 NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+6% de Asfalto

FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN

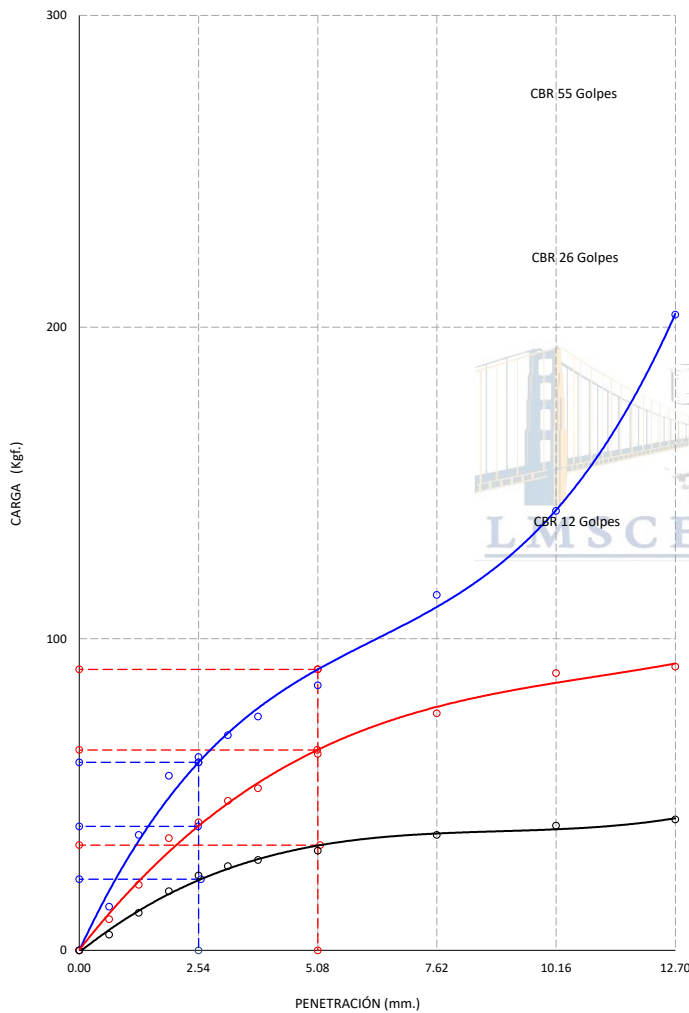
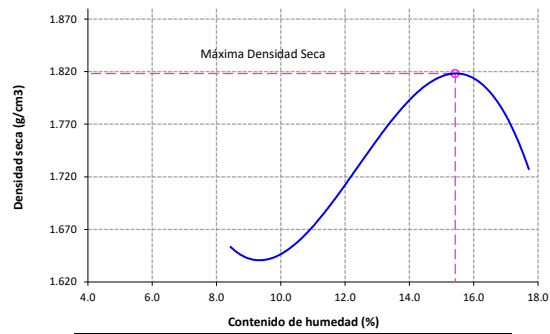
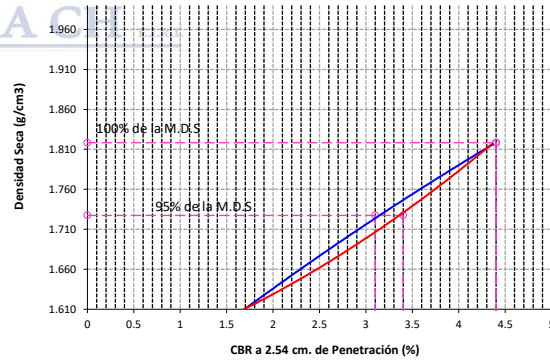


GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.818 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 15.42 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.816 g/cm ³	4.4 %	4.4 %
26	1.707 g/cm ³	2.9 %	3.1 %
12	1.607 g/cm ³	1.7 %	1.6 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	4.4 %	4.4 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	3.1 %	3.1 %
Condiciones del ensayo:	Saturado	

CARGA STAND. Kg./cm ²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%
70.31	2.54	0.1	3.2	4.4	2.0	2.9	1.2	1.7
105.46	5.08	0.2	4.3	4.4	3.3	3.1	1.7	1.6

(Signature)
 DISEÑER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898

(Signature)
LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
 REC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 02

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
ATENCION: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"

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

FECHA RECEPCIÓN: 6 de Mayo de 2022

FECHA EMISION: 8 de Junio de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+9% de Asfalto


CALICATA: C-2

MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno

FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DEL ENSAYO			COMPACTACIÓN												
Nº Molde	1			3			2								
Nº Capa	5			5			5								
Nº Golpes por capa	55			26			12								
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin	Saturado	Saturado	Sin	Saturado	Saturado	Sin	Saturado	Saturado						
Peso molde + Suelo húmedo (g)	12474	12632	12342	12890	11759	12236									
Peso de molde (g)	8279	8279	8412	8412	8029	8029									
Peso del suelo húmedo (g)	4195	4353	3930	4478	3730	4207									
Volumen del molde (cm ³)	2122	2122	2126	2126	2131	2131									
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.977	2.051	1.849	2.106	1.750	1.974									
Densidad seca (g/cm ³)	1.717	1.717	1.601	1.601	1.510	1.510									
DATOS DEL ENSAYO			HUMEDAD												
Nº Tara	-			-			-			-					
Tara + Suelo húmedo (g)	99.5	4353.0	126.5	4478.0	92.5	4207.0									
Tara + Suelo seco (g)	87.6	4195.0	114.5	3930.0	81.0	3730.0									
Peso del Agua (g)	11.93	158	12	548	11.52	477									
Peso del tara (g)	8.7	0.0	36.8	0.0	8.7	0.0									
Peso del suelo seco (g)	78.9	3644.0	77.7	3404.2	72.3	3217.2									
Porcentaje de humedad (%)	15.1	19.5	15.4	31.5	15.9	30.8									
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN												
			DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN			
			Pulg.	%	Pulg.	%	Pulg.	%	Pulg.	%					
10/05/2022	11.3	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0				
11/05/2022	11.3	24	10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010					
12/05/2022	11.3	48	202.0	0.202		289.0	0.289		358.0	0.358					
13/05/2022	11.3	72	236.0	0.236		321.0	0.321		396.0	0.396					
14/05/2022	11.3	96	385.0	0.385		296.0	0.296		404.0	0.404					
			11.64	total	1.74	11.62	total	2.49	11.67	total	3.07				
TIEMPO	PENETRACIÓN		CARGA STAND. Kg./cm ²	PENETRACIÓN											
	Mm.	Pulg.		MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 3			MOLDE Nº 2					
				CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN				
			L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	L. Digital	kgf	Kg/cm2	%	
0'00"	0.000	0.000		0	0		0	0		0	0				
0'30"	0.640	0.025		15	15		10	10		5	5				
1'00"	1.270	0.050		45	45		35	35		12	12				
1'30"	1.910	0.075		68	68		42	42		24	24				
2'00"	2.540	0.100	70.31	75	75	3.8	6.3	56	56	3.1	4.4	34	34	2.0	2.9
2'30"	3.170	0.125		95	95			75	75			46	46		
3'00"	3.810	0.150		115	115			85	85			54	54		
4'00"	5.080	0.200	105.46	145	145	7.4	6.7	96	96	5.1	4.9	65	65	3.3	3.1
6'00"	7.620	0.300		168	168			124	124			78	78		
8'00"	10.160	0.400		175	175			136	136			85	85		
10'00"	12.700	0.500		210	210			142	142			96	96		


DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. Nº 147898


LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO
JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
ATENCION: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"
UBICACIÓN: : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
FECHA RECEPCIÓN: 8 de Junio de 2022

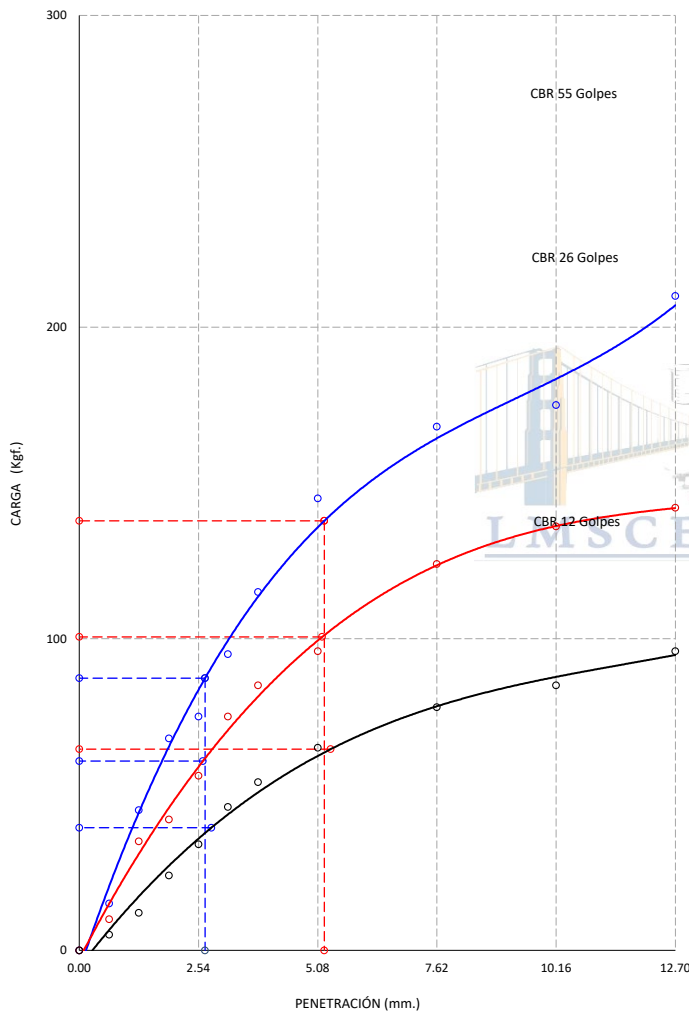
CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+9% de Asfalto

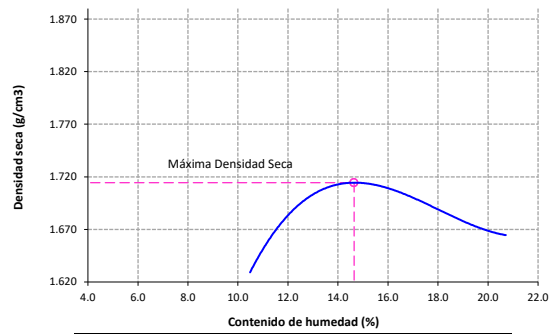
FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



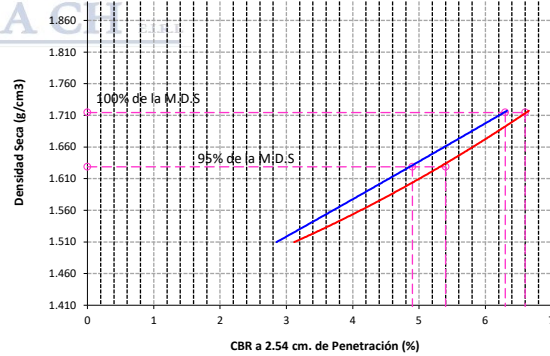
CARGA STAND. Kg./cm ²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%
70.31	2.54	0.1	3.8	6.3	3.1	4.4	2.0	2.9
105.46	5.08	0.2	7.4	6.7	5.1	4.9	3.3	3.1

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.714 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 14.65 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.717 g/cm ³	6.3 %	6.7 %
26	1.601 g/cm ³	4.4 %	4.9 %
12	1.510 g/cm ³	2.9 %	3.1 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1"	0.2"
	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	6.3 %	6.6 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	4.9 %	5.1 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

(Signature)
DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 147898

(Signature)
JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
REC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 02

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
ATENCION: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"

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

FECHA RECEPCIÓN: 6 de Mayo de 2022

FECHA EMISION: 8 de Junio de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+13% de Asfalto


CALICATA: C-2

MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno

FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DEL ENSAYO			COMPACTACIÓN												
Nº Molde	1			3			2								
Nº Capa	5			5			5								
Nº Golpes por capa	55			26			12								
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin	Saturado	Saturado	Sin	Saturado	Saturado	Sin	Saturado	Saturado						
Peso molde + Suelo húmedo (g)	12654	12673	12322	12890	12208	12557									
Peso de molde (g)	8385	8385	8412	8412	8552	8552									
Peso del suelo húmedo (g)	4269	4288	3910	4478	3656	4005									
Volumen del molde (cm ³)	2122	2122	2126	2126	2131	2131									
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.012	2.021	1.839	2.106	1.716	1.879									
Densidad seca (g/cm ³)	1.726	1.726	1.593	1.593	1.493	1.493									
DATOS DEL ENSAYO			HUMEDAD												
Nº Tara	-			-			-			-					
Tara + Suelo húmedo (g)	96.5	4288.0	126.5	4478.0	95.9	4005.0									
Tara + Suelo seco (g)	84.0	4269.0	114.5	3910.0	84.7	3656.0									
Peso del Agua (g)	12.5	19	12	568	11.21	349									
Peso del tara (g)	8.6	0.0	36.8	0.0	9.4	0.0									
Peso del suelo seco (g)	75.4	3661.7	77.7	3386.9	75.3	3182.1									
Porcentaje de humedad (%)	16.6	17.1	15.4	32.2	14.9	25.9									
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN												
			DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN			
			Pulg.	%	Pulg.	%	Pulg.	%	Pulg.	%					
10/05/2022	11.3	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0				
11/05/2022	11.3	24	10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010					
12/05/2022	11.3	48	130.0	0.130		256.0	0.256		285.0	0.285					
13/05/2022	11.3	72	145.0	0.145		314.0	0.314		345.0	0.345					
14/05/2022	11.3	96	214.0	0.214		304.0	0.304		369.0	0.369					
			11.64	total	1.12	11.62	total	2.20	11.67	total	2.44				
TIEMPO	PENETRACIÓN		CARGA STAND. Kg./cm ²	PENETRACIÓN											
	Mm.	Pulg.		MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 3				MOLDE Nº 2			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			L. Digital	kgf	Kg/cm ²	%	L. Digital	kgf	Kg/cm ²	%	L. Digital	kgf	Kg/cm ²	%	
0'00"	0.000	0.000	0	0			0	0			0	0			
0'30"	0.640	0.025	12	12			10	10			8	8			
1'00"	1.270	0.050	41	41			35	35			11	11			
1'30"	1.910	0.075	67	67			42	42			12	12			
2'00"	2.540	0.100	70.31	77	77	3.9	5.5	62	62	3.3	4.6	18	18	0.7	1.0
2'30"	3.170	0.125		88	88			76	76			16	16		
3'00"	3.810	0.150		97	97			86	86			18	18		
4'00"	5.080	0.200	105.46	110	110	5.6	5.6	95	95	5.1	4.8	24	24	1.1	1.1
6'00"	7.620	0.300		140	140			125	125			26	26		
8'00"	10.160	0.400		167	167			142	142			29	29		
10'00"	12.700	0.500		205	205			186	186			30	30		


DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. Nº 147898


LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO
JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
ATENCION: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"

UBICACIÓN: : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
FECHA RECEPCIÓN: 8 de Junio de 2022

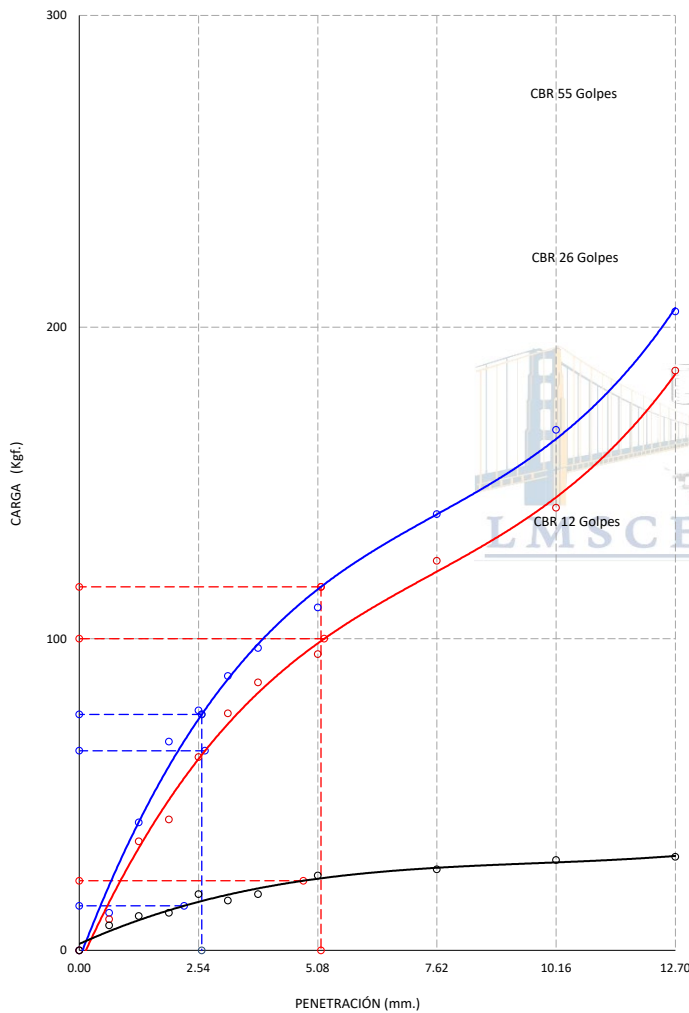
CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+13% de Asfalto

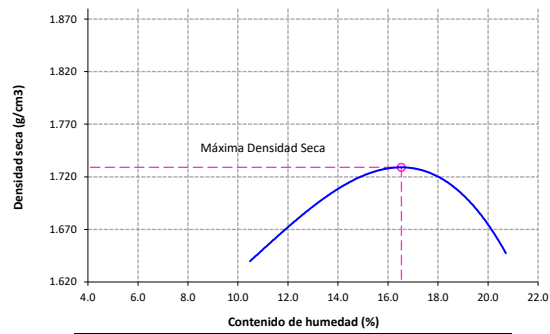
FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



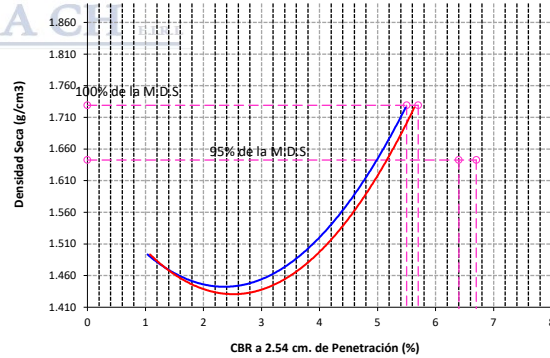
CARGA STAND. Kg./cm ²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%
70.31	2.54	0.1	3.9	5.5	3.3	4.6	0.7	1.0
105.46	5.08	0.2	5.6	5.6	5.1	4.8	1.1	1.1

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.729 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 16.54 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.726 g/cm ³	5.5 %	5.6 %
26	1.593 g/cm ³	4.6 %	4.8 %
12	1.493 g/cm ³	1.0 %	1.1 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	5.5 %	5.7 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	6.4 %	6.7 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

(Signature)
DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 147898

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO
(Signature)
JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
REC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 02

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
ATENCION: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"

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

FECHA RECEPCIÓN: 6 de Mayo de 2022

FECHA EMISION: 8 de Junio de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+18% de Asfalto


CALICATA: C-2

MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno

FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DEL ENSAYO			COMPACTACIÓN																										
Nº Molde	1		3			2																							
Nº Capa	5		5			5																							
Nº Golpes por capa	55		26			12																							
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin	Saturado	Saturado	Sin	Saturado	Saturado	Sin	Saturado	Saturado	Sin	Saturado																		
Peso molde + Suelo húmedo (g)	12773	12881	12881	12422	12890	12890	11722	12115	12115	12115	12115																		
Peso de molde (g)	8674	8674	8674	8412	8412	8412	8139	8139	8139	8139	8139																		
Peso del suelo húmedo (g)	4099	4207	4207	4010	4478	4478	3583	3976	3976	3976	3976																		
Volumen del molde (cm ³)	2122	2122	2122	2126	2126	2126	2131	2131	2131	2131	2131																		
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.932	1.983	1.983	1.886	2.106	2.106	1.681	1.866	1.866	1.866	1.866																		
Densidad seca (g/cm ³)	1.692	1.692	1.692	1.647	1.647	1.647	1.465	1.465	1.465	1.465	1.465																		
DATOS DEL ENSAYO			HUMEDAD																										
Nº Tara	-		-			-			-																				
Tara + Suelo húmedo (g)	100.4	4207.0	4207.0	115.6	4478.0	4478.0	97.4	3976.0	3976.0	3976.0	3976.0																		
Tara + Suelo seco (g)	89.1	4099.0	4099.0	105.6	4010.0	4010.0	86.0	3583.0	3583.0	3583.0	3583.0																		
Peso del Agua (g)	11.38	108	108	10	468	468	11.44	393	393	393	393																		
Peso del tara (g)	8.6	0.0	0.0	36.8	0.0	0.0	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0																		
Peso del suelo seco (g)	80.4	3590.8	3590.8	68.8	3501.1	3501.1	77.6	3122.4	3122.4	3122.4	3122.4																		
Porcentaje de humedad (%)	14.2	17.2	17.2	14.5	27.9	27.9	14.8	27.3	27.3	27.3	27.3																		
FECHA			HORA			TIEMPO Hr.			EXPANSIÓN																				
									DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN					
									Pulg.			%			Pulg.			%			Pulg.			%					
10/05/2022	11.3	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0						
11/05/2022	11.3	24	10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010							
12/05/2022	11.3	48	200.0	0.200		262.0	0.262		301.0	0.301		301.0	0.301		301.0	0.301		301.0	0.301		301.0	0.301							
13/05/2022	11.3	72	234.0	0.234		314.0	0.314		342.0	0.342		342.0	0.342		342.0	0.342		342.0	0.342		342.0	0.342							
14/05/2022	11.3	96	256.0	0.256		304.0	0.304		369.0	0.369		369.0	0.369		369.0	0.369		369.0	0.369		369.0	0.369							
			11.64	total	1.72	11.62	total	2.26	11.67	total	2.58	11.67	total	2.58	11.67	total	2.58	11.67	total	2.58	11.67	total	2.58						
TIEMPO			PENETRACIÓN			PENETRACIÓN																							
			CARGA STAND. Kg./cm ²			MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 3				MOLDE Nº 2															
			Mm.			CARGA			CORRECCIÓN			CARGA			CORRECCIÓN			CARGA			CORRECCIÓN								
			Pulg.			L. Digital			kgf			Kg/cm2			%			L. Digital			kgf			Kg/cm2			%		
0'00"	0.000	0.000				0	0				0	0				0	0				0	0							
0'30"	0.640	0.025				14	14				10	10				4	4				4	4							
1'00"	1.270	0.050				32	32				26	26				10	10				10	10							
1'30"	1.910	0.075				45	45				32	32				15	15				15	15							
2'00"	2.540	0.100	70.31	55	55	2.8	3.8				42	42	2.2	3.2		16	16	1.0	1.5		16	16	1.0	1.5					
2'30"	3.170	0.125		62	62						53	53				24	24				24	24							
3'00"	3.810	0.150		66	66						60	60				31	31				31	31							
4'00"	5.080	0.200	105.46	70	70	3.6	3.6				65	65	3.4	3.2		34	34	1.8	1.7		34	34	1.8	1.7					
6'00"	7.620	0.300		79	79						76	76				45	45				45	45							
8'00"	10.160	0.400		89	89						84	84				50	50				50	50							
10'00"	12.700	0.500		100	100						92	92				55	55				55	55							


DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898


JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: : AMANDA GABRIELA GÁLVEZ COOPER
 ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 PROYECTO: : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA Y VIRUTAS DE ACERO PARA SUBRASANTES - LA VICTORIA, LAMBAYEQUE - 2021"

UBICACIÓN: : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 FECHA RECEPCIÓN: 8 de Junio de 2022

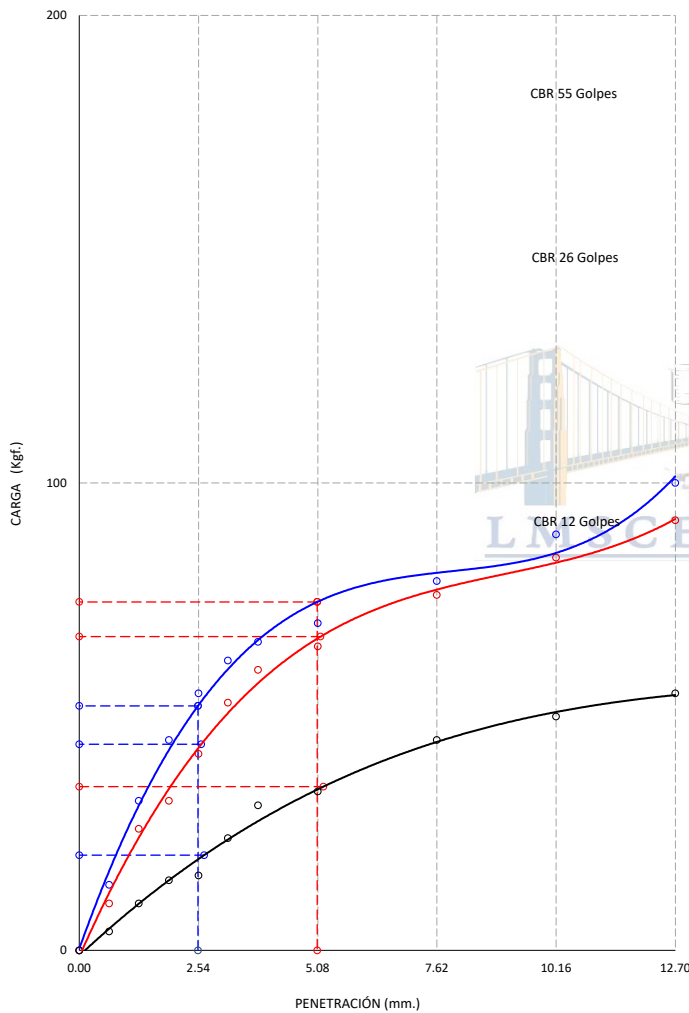
CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
 NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+18% de Asfalto

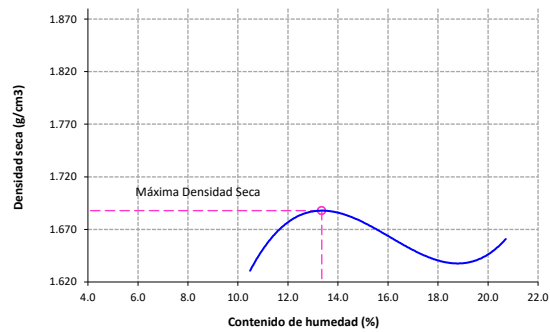
FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



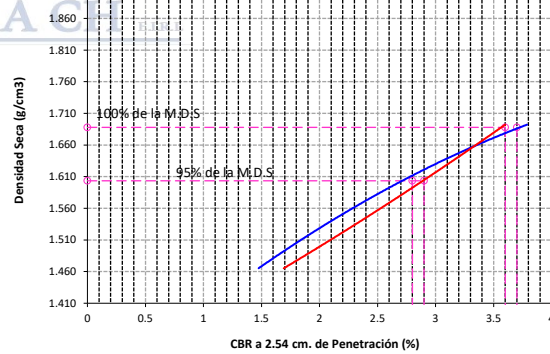
CARGA STAND. Kg./cm ²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%
70.31	2.54	0.1	2.8	3.8	2.2	3.2	1.0	1.5
105.46	5.08	0.2	3.6	3.6	3.4	3.2	1.8	1.7

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.688 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 13.35 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.692 g/cm ³	3.8 %	3.6 %
26	1.647 g/cm ³	3.2 %	3.2 %
12	1.465 g/cm ³	1.5 %	1.7 %

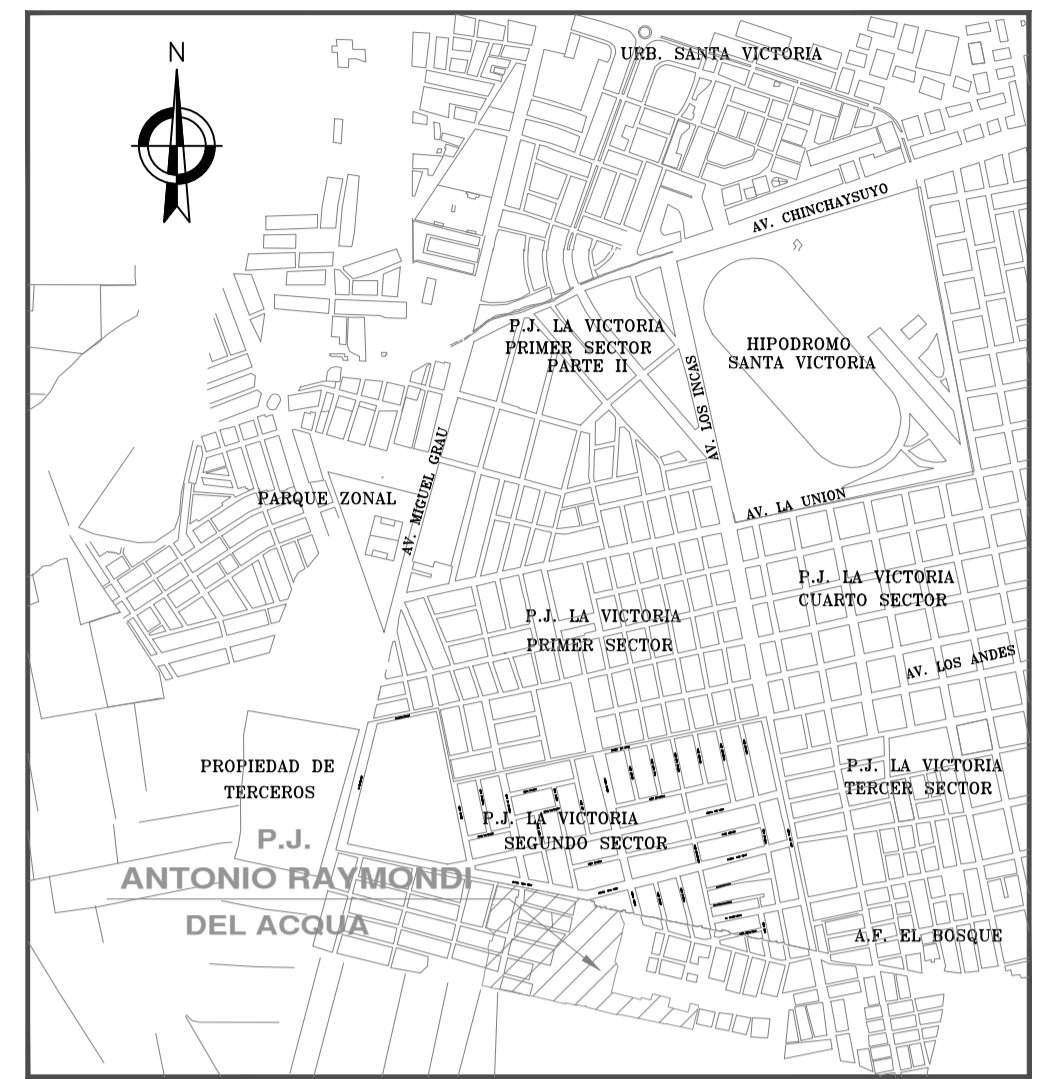
RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	3.7 %	3.6 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	2.8 %	2.3 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

(Signature)
 DISEÑER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898

(Signature)
LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
 REC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANEXO 03
PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS



PLANO DE UBICACION
ESCALA 1:20,000

N° CALICATA	UBICACION DEL PUNTO DE INVESTIGACION
CALICATA N°01	Av. Las Leyendas y Ca. Justo Figuerola
CALICATA N°02	Av. Las Leyendas y Ca. Pedro Ruiz Gallo
CALICATA N°03	Ca. El Tumi y Ca. Justo Figuerola
CALICATA N°04	Ca. El Tumi y Ca. Raul Jimenez
CALICATA N°05	Ca. El Tumi y Ca. Eloy Ureta
CALICATA N°06	Ca. Pascual Saco y Ca. Raul Jimenez
CALICATA N°07	Ca. Varayoc y Ca. Eloy Ureta



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

PUEBLO JOVENI
" ANTONIO RAYMONDI DEL ACQUA "

Lamina : PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS ELABORADO POR: GALVEZ COOPER AMANDA GABRIELA

Distrito:	LA VICTORIA	Ubigeo:	140106	N°Lamina:	P - 01
Provincia:	CHICLAYO	Fecha:	OCTUBRE - 2022		
Departamento:	LAMBAYEQUE	Escala:	indicada		

ANEXO 04
PANEL FOTOGRAFICO



Fotografía I: Excavación de calicata 01



Fotografía II: Toma de medida de calicata 01.



Fotografía III: Excavación de calicata 02.



Fotografía IV: Toma de medida de calicata 02.



Fotografía V: Excavación de calicata 03.



Fotografía VI: Toma de medida de calicata 03.



Fotografía VII: Excavación de calicata 04.



Fotografía VIII: Toma de medida de calicata 04



Fotografía IX: Excavación de calicata 05.



Fotografía X: Toma de medida de calicata 05.



Fotografía XI: Excavación de calicata 06.



Fotografía XII: Toma de medida de calicata 06.



Fotografía XIII: Excavación de calicata 07.



Fotografía XIV: Toma de medida de calicata 07.