



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Análisis comparativo entre aceite reciclado y aditivo terrasil para el mejoramiento de la subrasante en la avenida Sánchez Cerro, La Unión - Piura 2022”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Pacherres Cayetano, Segundo Jesus (orcid.org/0000-0001-8025-4681)

Saavedra Sandoval, Carlos Enrique (orcid.org/0000-0002-1091-0863)

ASESORA:

Ing. Valdiviezo Castillo, Krissia Del Fatima (orcid.org/0000-0002-0717-6370)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

PIURA - PERÚ

2022

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios, por brindarnos salud y permitirme cumplir mis sueños y alcanzar mis metas, de igual forma a nuestros padres y hermanos que siempre estuvieron mostrándome su apoyo incondicional y a la vez fueron mi fortaleza para seguir mejorando día tras día, a pesar de todas las adversidades que se me presentaron.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a Dios por cuidarnos y protegernos siempre en nuestro camino para poder salir adelante con la finalidad de poder lograr nuestros sueños, a nuestros padres, hermanos por su ayuda incondicional a lo largo de toda mi vida.

Agradecemos a los docentes de la Universidad César Vallejo por compartirnos sus conocimientos y experiencia y a nuestra asesora la Mg. Ing. Valdiviezo Castillo Krissia Del Fatima por su compromiso y dedicación para guiarnos en la elaboración de este proyecto de investigación.

Índice de contenidos

I	INTRODUCCIÓN.....	1
II	MARCO TEÓRICO.....	4
III	METODOLOGÍA.....	22
3.1	Tipo y diseño de investigación.....	22
3.2	Variables y operacionalización.....	23
3.3	Población, muestra y muestreo.....	23
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
3.5	Procedimientos.....	25
3.6	Método de análisis de datos.....	26
3.7	Aspectos éticos.....	26
IV	RESULTADOS.....	27
V	DISCUSIÓN.....	57
VI	CONCLUSIONES.....	58
VII	RECOMENDACIONES.....	59
	REFERENCIAS.....	60
	ANEXOS.....	63

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Número de calicatas de exploración</i>	15
Tabla 2. <i>Clasificación de los Suelos basada en AASHTO M 145 y/o ASTM D 3282</i> ..	16
Tabla 3. <i>Clasificación AASHTO</i>	17
Tabla 4. <i>Clasificación SUCS</i>	18
Tabla 5. <i>Categorías de Subrasante</i>	20
Tabla 6. <i>% contenido de humedad de las c1, c2, c3, c4</i>	33
Tabla 7. <i>Límites de atterberg</i>	36
tabla 8. <i>Proctor modificado – densidad seca máxima</i>	38
tabla 9. <i>Proctor modificado – contenido de humedad</i>	39
tabla 10. <i>Proctor modificado - curva c1</i>	39
Tabla 11. <i>Proctor modificado - curva c2</i>	40
tabla 12. <i>Proctor modificado - curva c3</i>	40
tabla 13. <i>Proctor modificado - curva c3</i>	41
Tabla 14. <i>Proctor CBR estado natural</i>	43
Tabla 15. <i>Proctor CBR estado natural</i>	43
Tabla 17. <i>CBR al 100% Suelo natural + adición de aceite reciclado al 2%, 4% Y 6%</i> . 46	
Tabla 18. <i>CBR al 98 % Suelo natural + adición de aceite reciclado al 2%, 4% Y 6%</i> .. 46	
Tabla 19. <i>CBR al 95% Suelo natural + adición de aceite reciclado al 2%, 4% Y 6%</i> ... 47	
Tabla 20. <i>CBR al 98% Suelo natural + aditivo terrasil al 2%, 4% Y 6%</i> 50	
Tabla 21. <i>CBR al 100% Suelo natural + aditivo terrasil al 2%, 4% Y 6%</i> 51	
Tabla 22. <i>CBR al 95% Suelo natural + aditivo terrasil al 2%, 4% Y 6%</i> 51	
Tabla 23. <i>Ensayo CBR estado natural + adición de aceite reciclado y aditivo terrasil</i> . 53	
Tabla 24. <i>Ensayo CBR estado natural + adición de aceite reciclado y aditivo terrasil</i> . 54	
Tabla 25. <i>Ensayo CBR estado natural + adición de aceite reciclado y aditivo terrasil</i> . 55	

Índice de figuras

Figura 1. <i>Carta de Casagrande</i>	19
Figura 2. <i>Ensayos del procedimiento de investigación</i>	24
Figura 3. <i>Muestra calicata N°1 (N: 9405370.279 E:526475.912)</i>	28
Figura 4. <i>Muestra calicata N°2 (N: 9404574.148 E:526514.676)</i>	29
Figura 5. <i>Muestra calicata N°3 (N: 9403997.979 E:526538.037)</i>	30
Figura 6. <i>Muestra calicata N°4 (N: 9403634.042 E:526576.709)</i>	31
Figura 7. <i>Cuarteo de muestra - ensayo de granulometría</i>	32
Figura 8. <i>Cuarteo de muestra - ensayo de granulometría</i>	33
Figura 9. <i>Granulometría</i>	34
Figura 10. <i>Límites de Atterberg del suelo natural de las c1, c2, c3, c4</i>	35
Figura 11. <i>Límites de Atterberg del suelo natural de las c1, c2, c3, c4</i>	36
Figura 12. <i>Proctor modificado de c1 y c2</i>	37
Figura 13. <i>Proctor modificado de c3 y c4</i>	38
Figura 14. <i>Ensayo CBR en estado natural de las c1 y c2</i>	42
Figura 15. <i>Ensayo CBR en estado natural de las c2 y c3</i>	42
Figura 16. <i>Ensayo CBR con adición de aceite reciclado 2</i>	44
Figura 17. <i>Ensayo CBR con adición de aceite reciclado 4%</i>	45
Figura 18. <i>Ensayo CBR con adición de aceite reciclado 6%</i>	45
Figura 19. <i>Ensayo CBR con adición de aditivo terrasil al 2%</i>	49
Figura 20. <i>Ensayo CBR con adición de aditivo terrasil al 4%</i>	49
Figura 21. <i>Ensayo CBR con adición de aditivo terrasil al 6%</i>	50

RESUMEN

La presente investigación se centró en la estabilización de suelos, donde se estudió la subrasante de una avenida no pavimentada, con una longitud aproximada 3 000 km; con el objetivo de determinar cantidades apropiadas de la adición de aceite reciclado y aditivo terrasil con el propósito de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la Av. Sánchez Cerro.

En el proceso de análisis, según el contexto y la naturaleza del estudio la metodología empleada fue experimental, el enfoque cuantitativo basado en un nivel explicativo. Asimismo, se efectuaron los siguientes ensayos en el laboratorio, ensayo de granulometría, Límites de Atterberg, ensayo de proctor modificado y ensayo de CBR.

Luego de evaluar las muestras extraídas de las 4 calicatas, mediante ensayos en el laboratorio GEOSLIDE en la ciudad de Piura. Se definió la clasificación de suelo a través de AASHTO donde se obtuvo el tipo de suelo "A-4" y por SUCS que son (SM, SP, SP Y SC-SM), posteriormente se obtuvo que el suelo es Arena con bajo porcentaje de limos y arcillas. Seguidamente se desarrolló el ensayo de CBR a las muestras C-01, C-02, C-03 y C-04 al suelo en estado natural y con la adición de dos componentes, verificándose que estos si mejoran la capacidad de soporte del suelo, con el aceite reciclado en proporciones de 2%, 4% y 6% se mejoró la muestra C-02 incrementando su CBR en un 14.80%, 13.00%, y 11.80% posteriormente pasando a ser Subrasante Buena; y en el caso del aditivo terrasil en proporciones de 2%, 4% y 6% se mejoró la muestra C-02 incrementando su CBR en un 23.30%, 29.00% y 41.00% relativamente convirtiéndose en Subrasantes Muy Buena y Excelente.

Se concluye, que la incorporación de aceite reciclado debe ser al 2% y aditivo terrasil 4% y 6%, siendo la última la dosificación apropiada para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la Av. Sánchez Cerro.

Palabras clave: Estabilización, aceite reciclado, aditivo terrasil, subrasante.

ABSTRACT

The present investigation focused on the verification of soils, where the subgrade of an unpaved avenue was raised, with an approximate length of 3,000 km; with the objective of determining the appropriate amounts of the addition of recycled oil and terrasil additive with the purpose of improving the physical and mechanical properties of Av. Sánchez Cerro.

In the analysis process, according to the context and the nature of the study, the methodology used was experimental, the quantitative approach based on an explanatory level. Likewise, the following tests will be carried out in the laboratory: granulometry test, Atterberg Limits, modified proctor test and CBR test.

After evaluating the samples extracted from the 4 pits, through tests in the GEOSLIDE laboratory in the city of Piura. The soil classification was defined through AASHTO where the type of soil "A-4" was obtained and by SUCS that are (SM, SP, SP AND SC-SM), later it was obtained that the soil is Sand with a low percentage of silts and clays. Next, the CBR test was carried out on samples C-01, C-02, C-03 and C-04 to the soil in its natural state and with the expansion of two components, verifying that these do improve the bearing capacity of the soil, with the recycled oil in proportions of 2%, 4% and 6%, sample C-02 was improved, increasing its CBR by 14.80%, 13.00%, and 11.80%, subsequently becoming Good Subgrade; and in the case of the terrasil additive in proportions of 2%, 4% and 6%, the C-02 sample was improved, increasing its CBR by 23.30%, 29.00% and 41.00%, becoming relatively Very Good and Excellent Subgrades.

It is concluded that the incorporation of recycled oil should be 2% and terrasil additive 4% and 6%, the latter being the appropriate dosage to improve the physical and mechanical properties of the soil of Av. Sánchez Cerro.

Keywords: Stabilization, recycled oil, terrasil additive, subgrade.

I INTRODUCCIÓN

En el mundo de la construcción, las obras de infraestructura vial pavimentadas o no pavimentadas, son de vital importancia debido a que sirven de conexión con diferentes lugares, de igual forma sirven como medios de accesos a varios sitios de nuestro territorio de nuestro Perú, permitiendo el tránsito fluido y cómodo para los usuarios que circulan por las carreteras de nuestro territorio.

Existen diversos ecosistemas en nuestro País en los cuales se encuentra nuestra ciudad, que cuenta con diversos tipos de calzadas, y es por ello que donde vivimos y en nuestro país podemos encontrar suelos que presentan problemas de licuefacción, expansión o colapsabilidad; que no son actos o adecuados para una buena construcción de pavimentación, por lo tanto se busca tener una mejora para el desarrollo de un determinado lugar, es por ello que tal problema al observar se puede apreciar en la subrasante de la avenida Sánchez Cerró, en el distrito de la unión, provincia de Piura, dicho lugar no cuenta con una estructura de pavimentación por lo que se notó a simple vista, de que la subrasante se va deteriorando debido a diferentes problemas llegando a tal grado que se empeore o se malogre en su totalidad dicho suelo que es en la Avenida Sánchez Cerro, por otro lado también se observa diariamente que circulan vehículos pesados, ya es una vía de vital importancia para dicho lugar, es por ello que se pretende analizar el suelo para dar un mejoramiento o estabilización de la subrasante para dicha vía.

Analizar la condición en la que se encuentra la subrasante, es muy importante ya que es el suelo de fundación de la estructura del pavimento, por lo tanto debe tener una buena capacidad portante y a la vez estar libre de materias que puedan dañar el suelo, cumpliendo con estos requerimientos necesarios se proba que si se puede ayudar a establecer un mejor diseño y con el pasar los años más adelante se pueda realizar un buen proceso de construcción ayudando este estudio para buenas mejoras, es por ello que se pretende realizar un análisis comparativo de dos grandes aditivos o componentes con dosificaciones específicas y luego llegar a dar un buen análisis de los resultados obtenidos, para luego determinar el más efectivo y mejor para la

subrasante con un propósito de tener mejoras en las propiedades tanto físicas, químicas y mecánicas de los terrenos que están en un estado pobre o inapropiado o de poca o regular resistencia.

Basándonos en lo anterior y para nuestro proyecto de investigación hemos planteado como **problema general**: ¿Cuál es el análisis comparativo entre aceite reciclado y aditivo terrasil para el mejoramiento de la subrasante en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022? De igual forma se formula los **problemas específicos**: ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas de la subrasante en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022?, ¿Cuál es el porcentaje adecuado de aceite reciclado para el mejoramiento de la subrasante en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022?, ¿Cuál es el porcentaje adecuado terrasil para el mejoramiento de la subrasante en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022?, ¿Cuáles son los resultados obtenidos del mejoramiento de la subrasante entre aceite reciclado y aditivo terrasil en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022?.

Desde un punto de vista **La justificación teórica**: Tiene como propósito servir como aporte a los conocimientos existentes y como antecedentes para futuras investigaciones relacionadas al mejoramiento o estabilización de las propiedades físico y mecánicas de la subrasante, y desde luego también compararemos los resultados que obtengamos y observaremos cuál es el mejor porcentaje que se debe aplicar y el más factible entre el aceite reciclado y el aditivo terrasil , es por ello que aplicaremos ensayos de laboratorio, de igual forma se tiene la **justificación metodológica**: que se utilizará el diseño experimental ya que manipularemos las variable Independientes con el propósito de poder mejorar las propiedades tanto físico como mecánicas de la subrasante empleando aceite reciclado de maquinaria pesada y el aditivo terrasil para reducir los daños ocasionados por las cargas aplicadas y como **justificación práctica**: Mejorar las propiedades físico-mecánicas de la avenida Sánchez Cerró empleando aceite reciclado de maquinaria pesada o el aditivo terrasil comparando el mejor y más beneficioso. Por lo cual se ejecutaron varios ensayos en un laboratorio estos ensayos tienen el nombre de: Clasificación de Suelos, ensayos de Proctor Modificado y por último el ensayo de CBR.

Así también como **justificación social:** El presente proyecto de investigación beneficiará a muchas personas que habitan en el mismo lugar o cerca del lugar de estudio, donde de igual forma se aportará de una manera muy significativa; y por otro lado servirá como aporte a futuras investigaciones relacionados a nuestra investigación que es el mejoramiento de suelos. Ya que permitirá conocer alternativas de cómo enfrentar esta problemática que arrastra nuestro distrito de la Unión ubicado en la ciudad de Piura.

Con lo descrito anteriormente en nuestra investigación se ha planteado el siguiente **objetivo general:** Determinar el análisis comparativo entre aceite reciclado y aditivo terrasil para el mejoramiento de la subrasante en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022. Así mismo, como **objetivos específicos:** Determinar las características físicas y mecánicas de la subrasante en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022. Determinar el porcentaje adecuado de aceite reciclado para el mejoramiento de la subrasante en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022. Determinar el porcentaje adecuado de aditivo terrasil para el mejoramiento de la subrasante en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022. Realizar en análisis comparativo de los resultados de la estabilización de la subrasante con aceite reciclado y aditivo terrasil en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022

Asimismo, proponemos la siguiente **hipótesis general:** El análisis comparativo entre aceite reciclado y aditivo terrasil mejora significativamente la subrasante en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022.

Por lo tanto, como **hipótesis específicas:** Conocer las características físicas y mecánicas del suelo nos permite establecer su utilidad y/o descarte para la estabilización de la subrasante. El porcentaje adecuado de aceite reciclado mejora significativamente la subrasante en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022. El porcentaje adecuado de aditivo terrasil mejora significativamente la subrasante en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022. La adición de aceite reciclado y aditivo nos permite seleccionar el más eficiente y económico en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022, La adición de aceite reciclado y aditivo nos permite seleccionar el más eficiente y económico en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022.

II MARCO TEÓRICO

En nuestro proyecto de investigación nos respaldaremos de investigaciones anteriores el cual nos servirán para tener un mejor conocimiento de nuestro proyecto de investigación y así poder desarrollarlo de la mejor manera.

Citamos los proyectos que se han realizado de manera internacional y que mantienen semejanza con nuestro trabajo de investigación.

Según (Patín Patín, 2018) en la ciudad de Riobamba, Ecuador. En su investigación titulada “Reciclado de aceite quemado de vehículo en la estabilización de suelos arenosos” con el propósito de conseguir el título de Ingeniero en el año 2018. Teniendo como **objetivo** analizar los porcentajes excelentes solicitado del aceite usado para el mejoramiento del terreno que presenta arena, su **metodología** empleada fue el analizar el comportamiento de un suelo arena limosa por lo que se han hecho varios ensayos en el laboratorio de suelos donde se mezcla el aceite quemado con dicho tipo de suelo para de esta manera determinar el porcentaje adecuado que se utilizara de aceite quemado. Se llegó a la **conclusión** que el porcentaje adecuado y óptimo del 10 a 11% de aceite quemado se debe utilizar para estabilizar la subrasante y así poder mejorar sus propiedades físico-mecánicas del suelo.

Según (Rodríguez Vinces, 2016) en la ciudad de Ambato, Ecuador. En su investigación titulada “Análisis comparativo de la compactación y humedad de la subrasante natural y la subrasante utilizando productos químicos biodegradables (terrasil), de la vía ecológica del Cantón Quevedo, Provincia de los Ríos”, para obtener el título de Ingeniero Civil. El objetivo del proyecto fue determinar el porcentaje adecuado del producto biodegradable Terrasil para lograr estabilizar la subrasante de la vía; por tal motivo se realizaras diferentes ensayos en el laboratorio al suelo natural y con la adición de Terrasil al 2%, 4%, 6% y 8% por lo tanto la metodología empleada es experimental.

Finalmente se concluye que efectivamente la adición del producto químico mejora las propiedades físico – mecánicas del suelo después de 7 días realizado los ensayos, se obtuvo que el CBR aumento hasta un 14% mientras que la humedad disminuye en un 27.86% obteniendo resultados positivos para el mejoramiento de la subrasante de la vía.

Los trabajos que se han realizado de manera nacional encontramos la tesis de (Ñaupari Aparco, 2021). En la ciudad de Lima, Perú; en su investigación titulada “Propuesta de estabilización de una arena arcillosa de mediana plasticidad analizando el CBR, óptimo contenido de humedad y densidad máxima seca utilizando cal al 2%, 4% y 6% y aceite sulfonado al 1%, 2% y 3%. Lima Norte 2021”, para obtener el título de Ingeniero Civil. El **objetivo** de esta Investigación fue proponer la estabilidad de un terreno arena con arcilla con la incorporación de cal y del aceite sulfonado que tiene el propósito de perfeccionar las propiedades ya sean físicas y mecánicas del terreno, la **metodología** empleada para desarrollar la investigación es experimental debido a que se desarrollaron ensayos tanto físicos como mecánicos al terreno natural y con la incorporación de cal y aceite sulfonado por lo cual fueron analizados de igual forma en un laboratorio. Donde se llegó a una **conclusión** que la incorporación de cal y caite sulfonato ayudan al mejoramiento de las propiedades tanto mecánicas del terreno, especificando también una dosificación ideal.

Según (Puchoc Bartolo, y otros, 2018) en la ciudad de Lima, Perú. En su investigación titulada “Diseño del Pavimento Flexible, con el Uso del Aditivo Terrasil, en la Avenida Cajamarquilla, Lurigancho-Chosica, Lima 2018”, para obtener el título de Ingeniero Civil. El **objetivo** de esta Investigación consistió en determinar la influencia del aditivo terrasil incorporándolo a la avenida con pavimento flexible, con la finalidad del prolongar la vida útil del camino. Por tal motivo la metodología empleada es aplicada debido a que se realizaran ensayos en el laboratorio para poder validar las hipótesis y finalmente concluir que la incorporación del aditivo al pavimento mejora significativamente la capacidad portante, logrando obtener un suelo impermeable, ideal para evitar pérdidas de dinero en temas de reconstrucción o mantenimiento de las avenidas.

Según (Cabrejos García, y otros, 2021) en el distrito Nuevo Chimbote, Perú en su estudio titulado “Estabilización de afirmados con residuos de lubricantes vehicular en el camino rural del centro poblado de Cambio Puente – Chimbote”, con el propósito de conseguir el título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional Del Santa 2021. El **objetivo** de este proyecto se definió en utilizar el

aceite ya utilizado de los motores de los como aditamento no convencional en optimización de afirmados, se tuvo que hacer ensayos de Proctor modificado y de CBR, en los cual de una se tomó la muestra patrón y se diferenció con otras muestras que se adicionaron con el aceite lubricante de vehículos en estos porcentos como son: 1.5%, 3% y 4.5% respectivamente a su ideal contenido de humedad. Al término del análisis **se concluyó** que, al utilizar el aceite usado de los vehículos como adición no convencional en estabilizar el afirmado, llegando hacer la dotación de 3% donde se consiguió grandes valores de California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California: 87,45% y 156,42% para el lugar de la cantera La Víbora y de igual manera Guadalupito de la misma forma.

Según (Tuscano Perez , 2017) en la ciudad de Huancayo, Perú. En su estudio titulado “Estabilización de subrasante mediante el uso de aceite reciclado en carretera, circuito cruz de paz palian - El Tambo – Huancayo 2017”, para obtener el título de Ingeniero Civil. El objetivo del proyecto es determinar el porcentaje óptimo de aceite reciclado para la estabilización de la carretera, se empelo la metodología aplicativa, por tal motivo se realizaron ensayos en el laboratorio al suelo natural y al suelo adicionándole porcentajes de 2%, 4% y 6% de aceite reciclado, obteniendo resultados positivos y negativos a la vez, con la adición de 2% y 4% aumento el CBR a 5.31% y 8.51% respectivamente, mientras que al 6% el CBR disminuyo a 1.79%. Finalmente se concluye que los porcentajes ideal para lograr estabilizar la carretera son 2% y 4% siendo en ultimo el mejor.

Los proyectos que se han realizado de manera local encontramos la tesis de (Lalangue Cordova, 2019) en la ciudad de Piura, Perú. En su estudio titulado “Estabilización de la subrasante con aceite sulfonado para la Carretera Departamental Ruta PI- 114 Emp.PE-1N (El Alto–Talara) - Emp. PI-105 (Pariñas), km:08+000.00 - 09+000.00, Talara – Piura, 2019”, para obtener el título de Ingeniero Civil. El objetivo del proyecto es incrementar el valor de CBR de la carretera no pavimentada mediante la adición de aceite sulfonado para lograr estabilizar la subrasante. La metodología empleada es experimental debido a que se realizaron ensayos en el laboratorio para poder calcular la dosificación optima del material para estabilizar el suelo. Finalmente se concluye que la

adición óptima de aceite sulfonado es de 0.35 L/m³ ya que aumenta los valores del CBR hasta un 8.8% con respecto a su valor inicial 2.1%. Por lo tanto, se recomienda realizar el mejoramiento a la carretera para poder tener una subrasante más estable.

Internacionales

El presente proyecto se realizó en la plaza de Cali Y tiene como finalidad enfocarse en el estudio de propiedades que causan en la tolerancia mecánica de un terreno típico un determinado lugar en este caso es una plaza, de igual manera mirar la alteración de su acto cuando este terreno este siendo manipulado a distintas proporciones de un aceite que ya ha sido utilizado y sacado de un motor. Y s por ello que en esta investigación en primera instancia se utilizó un terreno que peculiar que tenga las características de un terreno típico de subrasante en la entrada de dicho lugar, de acuerdo con el ¿ Sistema típico de división de Suelos ¿(USCS) Limo de bastante plasticidad (MH) por lo cual se realizó la curva granulométrica y para ello se estudia el índice de plasticidad del terreno.

Más tarde en lo cual se aplicó el estudio de California Bearing Ratio, se consigue el Mr. (Módulo de Resiliencia); después por medio del ensayo de consolidación se halla de forma indirecta la permeabilidad k en definitiva se hacen ensayos de corte directo para hallar la cohesión efectiva C ¿y ángulo de fricción interno efectivo? Para el terreno en su propio estado y bajo la actividad de distintas proporciones de aceite ya utilizado (4, 8, 12 y 16%) cantidades propuestas con el peso adquirido seco. Al terminar no se pudo lograr una afinidad sin rodeos alícuota en cuanto a California Bearing Ratio, y ensayos de corte directo, de igual forma se observó la conducta mecánica de dicho terreno cambia al ser sometido al AMU y se empezaron a dosificar fórmulas para conseguir aproximaciones esquemáticas, con la finalidad de relacionar como ha cambiado las propiedades respecto al desarrollo de la cantidad del aceite usado; en cuanto a la permeabilidad, no se logró apreciar cambio significativo. (Moncayo Basante, 2018).

la presente investigación se realizó en Bogotá; se examinó la consecuencia de la incorporación de aceite sulfonado con el pasar de los días para la

característica dinámica, módulo de rigidez al corte y también al amortiguamiento, y de un componente granular y con aspecto arcilloso que viene del lugar de Mondoñedo al oeste del lugar ya especificado al inicio, usando el ensayo de columna resonante. Se elaboraron varios especímenes de 50 milímetros con una determinada altura de 100 milímetros, fabricados por medio de agregar de aceite sulfonado al agua al combinar con una dosificación de 2%, apretados por procedimiento estático llamado volumen continuo de presión variable y de ensayos mediante esfuerzos y variables que estén a 0 y 400 KPa, y con los torques cíclicos que son entre los 0.0115 a 0.23 N-m y mantener estos días de curado que son de 0 a 90 días. Y el efecto de lo aplicado probar que con la adición del estabilizante del día 0 que se hizo el curado y se manifestó un acrecentamiento del 60% esto es en el módulo de rigidez igualado con la porción sin ninguna incorporación, de tal modo, en las curvas de normalización G/G_0 se logra observar un deterioro pronto del módulo para las pruebas sin compensar. Es por ello las muestras fueron aplicados al curado y se observó un aumento en la rigidez a los 30 días y también una reducción entre el periodo de 90 y 60 días, y por ello con baja degradación del módulo e incremento de las alteraciones a un largo tiempo que ha madurado. Es por ello por lo que las alteraciones se verifican a un nivel microestructural, observando en el microscopio. ((Páez Ruano, y otros, 2019)

En el presente proyecto es de tipo experimental, es por ello que se aplicaron numerosos ensayos en un laboratorio de suelos como; el ensayo de compactación (Proctor estándar), los ensayos de clasificación de suelos y el ede C.B.R. de laboratorio. Por lo consiguiente se utilizó se usó el aceite quemado extraído de los automotores, es por ello por lo que hizo una combinación con el terreno de arena limosa. Dicho terreno arenoso no es apropiado para trabajar, como capa subrasante en la construcción de las carreteras, ya que se debe cambiar por materiales mejores que sean de una buena calidad. Para realizar este trabajo se deberá invertir un buen presupuesto. Es por ello por lo que esta investigación su finalidad es proponer nuevas alternativas de solución para mejorar el suelo arenoso y cambiar el material existente y reducir los costos en la construcción vial. se obtuvieron resultados y corresponden a como se debe aplicar el porcentaje adecuado a la

adición del aceite quemado en la estabilización del terreno arena limosa y dar un mejor mejoramiento de sus propiedades mecánicas al terreno. (Patín Patín, 2018)

En esta investigación se ejecutó la caracterización y se analizó el aceite usado de industrias que fueron traídas del lugar automotor para la aplicación de los resultados como estabilizante químico del terreno tipo aceite sulfonado. De igual forma en la caracterización fisicoquímica aplicaron propiedades entre las cuales están: la densidad, viscosidad, gravedad específica, acidez y composición por Espectrometría Infrarroja FTIR y Cromatografía Gases/Masas GC-MS. El resumen del aceite sulfonado se aplicó por medio de dos fases: Fase 1: sulfonar y Fase 2: combinar, analizando los criterios como pH, tendencia de solubilidad y tener días de saturación. Al resultado que obtuvimos se le definió pH, densidad, acidez y formación por FTIR y GC-MS. El análisis que se aplicó para estabilizar un terreno arcilloso antes ya caracterizado y de igual modo clasificado; se aplicó un porcentaje de 1,4 mililitros de producto sobre kilogramo de terreno sin humedad. Los cuales sus efectos que se obtuvieron se lograron observar un incremento en las propiedades mecánicas del terreno después tiene que ser aplicado con el aceite sulfonado que se obtuvo, por lo que nos permito observar la evidencia de la posibilidad de la utilización de aceites industriales que ya habían sido usados para poder crear un estabilizante químico que ayude a los terrenos viales. (Sepúlveda Vásquez, 2021)

En este proyecto de investigación se analizó las consecuencias de la incorporación de aceite sulfonado al pasar los días, en las propiedades, de igual forma el módulo de rigidez y al amortiguamiento, de un componente granular que obtenga plasticidad, procedente del lugar, al oeste del lugar de Bogotá, realizando ensayos como soporte de resonante. Donde se han fabricado varios especímenes con diferentes medidas, fabricados mediante la incorporación de aceite que era sulfonado al agua de combinación en cantidad de 2%, apretados por un sistema estático llamado volumen continuo presión y también ensayados mediante esfuerzos isotrópicos de confinamiento variables entre menos de 4000 KPa a 0, con torques cíclicos entre los 0.0115 a 0.23 N-m y días de curado de los días 0 a 90. El producto final Los datos finales

revelaron que con la incorporación del elemento estabilizador del día 0 que se curó se observó un incremento de 60% en el módulo de rigidez igualando con el mismo espécimen sin la incorporación, de igual manera, las curvas de normalización G/G_0 expresan un bajo desperfecto mucho más veloz del módulo para las muestras sin haber estabilizado. Para las muestras sometidas al desarrollo de haberse ya añadido el aceite se observó que aumento en la rigidez a los 30 días y un decrecimiento para las edades que fueron tomadas, entre los días 60 y 90, con una inferior disminución del módulo e incremento de las alteraciones a mayores días de haber madurado. Estas variaciones se verifican a un nivel microestructural y por ello se precedió a observar en el microscopio de barrido electrónico, llegando a verificar en los días 0, sin la incorporación agregados conglomerados por lo que es la arcilla con un aspecto laminar con menos área en las llamadas partículas y es entre estos, y por otro lado, para los días 90, una estructura irregular a lo largo de los trozos de tierra, fisuras y o que no eran continuos o también poros que no que no estaban cerrados. Por último, los datos obtenidos fueron acoplaron a 2 moldes hiperbólicos apoyado en una alteración de referenciada (γ_r) hacia $G/G_0=0,5$ y también en conexión con el amortiguamiento (D) - módulo de corte (G). Por lo tanto, el resultado sugiere que el aceite sulfonado sobre cómo se comporta en lo dinámico del material es factible (PÁEZ RUANO, y otros, 2019)

Nacionales

En este proyecto de investigación el cual se titula: “estabilización de subrasante mediante el uso de aceite lubricante reciclado en carretera, circuito cruz de paz palian - el tambo -Huancayo 2018”, se analizó una opción tener un aprovechamiento del aceite reciclado de motor sin alteraciones para el mejoramiento de la subrasante en los terrenos que todavía no están pavimentadas. De igual forma esta investigación se aplicó temas que están vinculados a métodos que son recientes para el mejoramiento de un determinado terreno, Para encontrar una alternativa para dad una solución a dicho obstáculo que es el de mejor de la subrasante con los lubricantes usados en suelos para una menor magnitud de circulación. La finalidad primordial era

analizar los efectos que provoca al utilizar el aceite usado en el mejoramiento de la subrasante y utilizando un procedimiento: De tipo aplicativo, y de nivel explicativo correlacional, su forma es de nivel experimental donde se obtuvo los siguientes resultados: en seguida de incorporar dicho aceite usado al 2, 4% lo que obtuvimos en el resultado fueron favorables para poder lograr la estabilización de la subrasante del terreno, estos son los datos siguientes : entre el 2% es de 5,31% y por otro lado el 95 % del CBR, al 4 % era de 8.51 % y para el 95 % del CBR, los datos obtenidos fueron datos positivos, luego al 6 % los 1.79 % para el 95% del CBR, lo que obtuvimos son buenos resultados. Y para finalizar, se da que, si la incorporación del aceite que ha sido ya usado tiene que ser entre los 2 % a 4 %, siempre y cuando que la parte final el porcentaje optimo, observándose un aumento de 8.51 % del CBR al 95 % con respecto al estado inalterado de dicho terreno, por ser de vías de mejor dimensión de tránsito y esto para mejoras en la carretera Circuito cruz de paz. (Tuscano Perez , 2017)

El siguiente proyecto se trató en la incorporación de los residuos del aceite lubricante vehicular de los motores (aceite usado) como un adicional no convencional en la mejora de los afirmados, sirviendo de provecho lo que ya es un desecho en la ciudad de Chimbote, luego de esta manera tener resultados positivos en la estabilización de afirmados, mejores a la estabilidad que se adquirió mediante el desarrollo constructivo clásico. Para conseguir los resultados que se deseaban y se aplicó ensayos de CBR, Proctor modificado, y otros más, ya que de una porción patrón se llegó a igualar con porciones que se adicionaron con lubricante vehicular entre 1.5%, y a este porcentaje se le aumentó el 1.5% y por último 4.5% con respecto al contenido de humedad óptimo. Se analizó como utilizar los residuos del aceite lubricante vehicular para que cumpla la función de agregado no tradicional en el mejoramiento de afirmados, siendo el porcentaje aplicado de 3 % por que se obtuvieron valores mejores de CBR 87.45 % y 156.42 % para dichas canteras La Guadalupito y Víbora correspondientemente. (Cabrejos García, y otros, 2021).

El siguiente proyecto que se titula “Mejoramiento de la subrasante incorporando el aceite residual de vehículos motorizados en la calzada Platería Perka, Puno 2021”, su objetivo general: Analizar cómo es la influencia del aceite usado en

las propiedades de la subrasante para el pavimento Platería Perka, en el Departamento de Puno en el año 2021, y su hipótesis general que se debe verificar es: “El aceite residual influye en las propiedades de la subrasante en la carretera Platería Perka, Puno 2021”. De igual manera para llegar a realizar los análisis de las propiedades que tiene dicha subrasante se han tenido presente los respectivos ensayos de laboratorio que son los siguientes: de granulometría, Proctor modificado, límites de atterberg y por último el de CBR. Este proyecto de investigación tuvo la metodología que a continuación se da: Su forma de investigación que se aplicó fue experimental teniendo un carácter cuasiexperimental, y el tipo de investigación su base es nivel explicativo y el enfoque cuantitativo. Por lo consiguiente se combinó con lubricante usado, en las cantidades desde porcentajes de 0 luego 1,5 y desde ahí aumentando de 1 en 1 hasta llegar a 4.5 % en un peso sin humedad y fueron sometidos a los ensayos respectivos. (Jalanoca Ccama, 2021)

El siguiente proyecto de investigación tuvo como finalidad examinar como influye la incorporación de dos componentes como es el aceite y caucho que son reciclados para la estabilidad de un determinado terreno en este caso cohesivo de la subrasante del lugar de Carabayllo, y para ello su investigación que se aplicó es de nivel que será explicativo, y el diseño que se aplicara es cuasiexperimental, también tendrá una población que tiene fue la subrasante de la carretera principal del km 5.6 de dicho lugar, y también dicha muestra que se compone son la cantidad de 30 muestras que se extraerán para su determinado estudio, y dicho muestreo que se realizó para llevar a cabo este proyecto fue el de no probabilístico. Luego se aplicó la de recolectar datos para dicha muestra para luego poder realizar ensayos que ayuden al estudio y para ello de igual forma se realizaron de laboratorio y para las diferentes porcentajes, y luego todos los datos que se obtengan se seleccionarán los datos más importante, obtenidos referente al límite líquido ya que la excelente graduación es al aplicar el D 3, para el índice de plasticidad se obtuvo que la excelente graduación es la D 4, de igual forma para el Proctor modificado se obtuvo una excelente graduación D 3 y D 2 con respecto al CHO y al MDS y para el CBR se obtuvo una excelente graduación y posteriormente luego aplicar la del D 3. por último, finalizando, se consigue una excelente

combinación obteniendo una de las mejores soluciones para tener una mejor ayuda para mejoras de la estabilización del terreno cohesivo es de aplicar el D 3 (porcentajes iguales de 9 % tanto de aceite como de caucho). (Ventura Laredo, 2021)

La presente investigación se realizó en la sub rasante de la trocha carrozable en el lugar de Satipo y como problema general se hizo la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los efectos del aceite usado en las propiedades mecánicas y físicas del terreno cohesivo?, y su objetivo general del proyecto es: Analizar qué efectos del aceite usado en las propiedades mecánicas y físicas del terreno cohesivo para la subrasante, Dicho procedimiento que se aplica en el proyecto de investigación es de manera científico, y de tipo aplicativo, ya que tiene un nivel explicativo, de igual forma su diseño es experimental. Por otro lado, de acuerdo con lo expuesto su población está compuesta por varios caminos que se ubican en dos lugares de Santo Domingo teniendo una longitud para realizar el estudio de 39 kilómetros por lo consiguiente su muestreo es no probabilístico, y dicha muestra empieza primeramente del progresivo kilómetro 31 + 00 - kilómetro 32 + 00 del camino llamado Pitucuna. Se concluyo que en lo primordial de este análisis nos ayudará a estabilizar su resistencia y también su densidad del terreno guiados por el manual de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), siendo apropiados para utilizar como un material de afirmado en la subrasante aplicando el porcentaje es al 10% de aceite reciclado siendo el más efectivo para la densificación y resistencia del terreno. (Angel, 2018)

Bases teóricas

Estabilización de suelos

Suelo:

Es un agregado de estado natural de granos minerales que proviene de la alteración de las rocas por dicha acción de los fenómenos atmosféricos en un periodo dado, conocido también como la meteorización de una roca que consiste en la descomposición o desintegración de esta. (Montejo, 2002)

Clasificación de suelos

Los distintos tipos de suelos para el ámbito de la construcción de carreteras están clasificados de manera metodológico mediante dos métodos, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y el Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS). Dependiendo de las características del suelo que son determinadas luego en el laboratorio de mecánica de suelos tales como el Análisis Granulométrico, Límites de Atterberg y Contenido de Humedad.

Caracterización de la subrasante

Para determinar las características físico-mecánicas de los materiales de la subrasante se determinará investigaciones o estudios mediante el proceso de realizarse calicatas de 1.5 m de profundidad como mínima; ya que es el menor número de calicatas por kilómetro, dichas calicatas serán alternadas y longitudinalmente, tal como se ve en el siguiente cuadro del MTC. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

Tabla 1. Número de calicatas de exploración.

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

Fuente: *Manual De Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos Sección Suelos Y Pavimentos*

Clasificación por AASHTO

Este método fue elaborado por Terzaghi y Hogentogler, donde se clasifican los suelos en ocho grupos designados por símbolos del A-1 hasta el A-8. En los cuales dichos suelos que presentes una elevada cantidad de materia orgánica se clasificaran en A-8 y por otro lado los suelos inorgánicos se clasifican en 7 grupos que empieza desde el A-1 hasta el A-7, los cuales están separados en 12 subgrupos. Donde se observa en la tabla N. 02y la nomenclatura de los grupos en la tabla N.3 (Montejo, 2002).

Tabla 2. Clasificación de los Suelos basada en AASHTO M 145 y/o ASTM D 3282.

Clasificación general	Suelos granulares 35% máximo que pasa por tamiz de 0.075 mm (N° 200)							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.075 mm (N° 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de:												
2 mm (N° 10)	máx. 50											
0.425 mm (N° 40)	máx. 30	máx. 50	mín. 51									
F: 0.075 mm (N° 200)	máx. 15	máx. 25	máx. 10	Máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	mín. 36	mín. 36	mín. 36	mín. 36	mín. 36
Características de la fracción que pasa el 0.425 (N° 40)												
Características de la fracción que pasa del tamiz (N° 40)												
LL: Límite de Líquido				máx. 40	mín. 41	máx. 40	mín. 41	máx. 40	Mín. 41	máx. 40	mín. 41	mín. 41
IP: Índice de Plasticidad	máx. 6	máx. 6	NP	máx. 10	máx. 10	mín. 11	mín. 11	máx. 10	máx. 10	mín. 11	mín. 11 ^(a)	mín. 11 ^(b)
Tipo de material	Piedras, gravas y arenas		Arenas Finas	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Estimación general del suelo como sub rasante	Excelente a bueno						Regular a insuficiente					

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

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

Fuente: Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. (MTC, 2014)

Tabla 3. Clasificación AASHTO.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS - AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (AASHTO)			
Suelos con el 35% o menos de:		Suelos con más del 35% de finos	
A - 1	Gravas y Arenas	A - 4	Suelos limosos
A - 2	Gravas limosas o arcillosas	A - 5	Suelos limosos
	Arenas limosas o arcillosas	A - 6	Suelos arcillosos
A - 3	Arenas finas	A - 7	Suelos arcillosos

Fuente: Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. (MTC, 2014)

Fuente: *Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. (MTC, 2014)*

A. Clasificación SUCS

Esta modificación y adaptación la llevo a cabo Arturo Casagrande en 1942, esta clasificación divide a los suelos en la siguiente forma: Suelos de grano grueso, suelos de grano fino y por último suelos Orgánicos.

Los suelos de grano grueso quedan retenidos en el tamiz N°200, por otro lado, los suelos de grano fino son lo que pasan. Por lo tanto, se determina un suelo grueso cuando son retenidas más del 50% de las partículas son retenida en el tamiz N°200, y el fino cuando sus partículas pasan más del 50% de sus por ese tamiz.

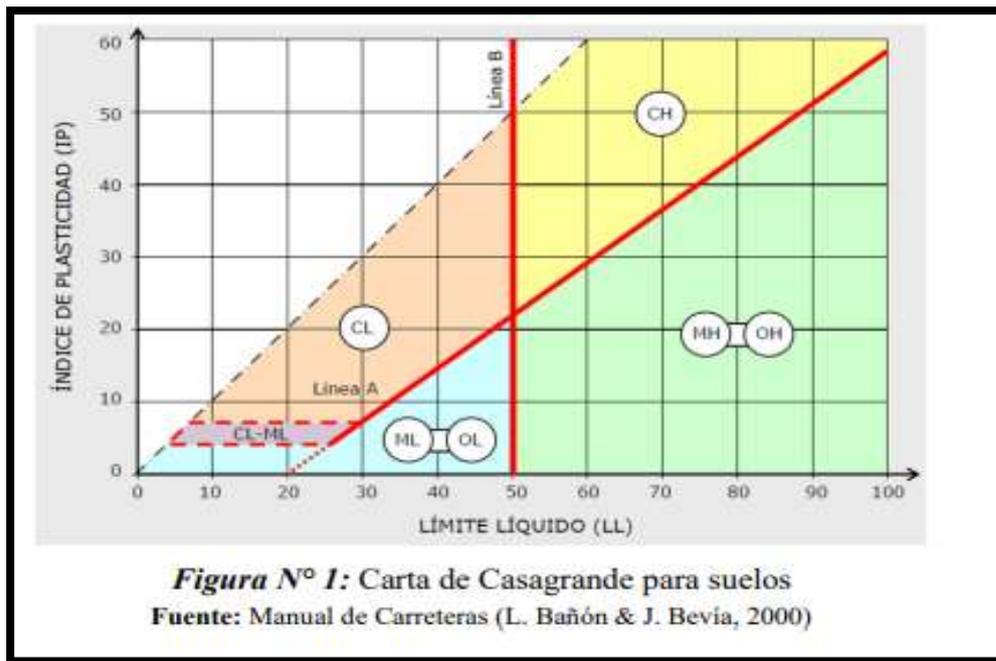
Tabla 4. Clasificación SUCS.

Criterios para la asignación de símbolos de grupo y nombre de grupo con el uso de ensayos de laboratorio			CLASIFICACIÓN DE SUELOS						
			Símbolo de grupo	Nombre del Grupo					
SUELOS GRUESOS	Suelos de Partículas Gruesas Mas del 50% es retenido en la Malla N° 200	GRAVAS Mas del 50 % de la fracción gruesa es retenida en la Malla N° 4.	<i>Gravas Limpias</i> Menos del 5% pasa la Malla N° 200.	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$ $Cu < 4$ y $1 > Cc > 3$	GW GP	Grava Bien Graduada. Grava Mal Graduada.			
			ARENAS El 50% o más de la fracción gruesa pasa la Malla N° 4.	<i>Gravas con Finos</i> Mas del 12% pasa la Malla N° 200.	$IP < 4$ o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad. $IP > 7$ o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad.	GM GC	Grava Limosa. Grava Arcillosa.		
		<i>Gravas Limpias y con Finos</i> Entre el 5% y 12 % pasa la Malla N° 200.		Cumple los criterios para GW y GM Cumple los criterios para GW y GC Cumple los criterios para GP y GM Cumple los criterios para GP y GC	GW - GM GW - GC GP - GM GP - GC	Grava bien graduada con Limo. Grava bien graduada con Arcilla. Grava mal graduada con Limo. Grava mal graduada con Arcilla.			
		SUELOS FINOS	Suelos de Partículas Finas El 50% o mas pasa la Malla N° 200	LIMOS Y ARCILLAS Limite Líquido < 50.	<i>Arenas Limpias</i> Menos del 5% pasa por la Malla N° 200.	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$ $Cu < 6$ y $1 > Cc > 3$	SW SP	Arena bien graduada. Arena mal graduada.	
					LIMOS Y ARCILLAS Limite Líquido > 50.	<i>Arenas con Finos</i> Mas del 12% pasa la Malla N° 200	$IP < 4$ o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad. $IP > 7$ o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad.	SM SC	Arena Limosa Arena Arcillosa
				<i>Gravas Limpias y con Finos</i> Entre el 5% y 12 % pasa la Malla N° 200		Cumple los criterios para SW y SM Cumple los criterios para SW y SC Cumple los criterios para SP y SM Cumple los criterios para SP y SC	SW - SM SW - SC SP - SM SP - SC	Arena bien graduada con Limo. Arena bien graduada con Arcilla. Arena mal graduada con Limo. Arena mal graduada con Arcilla.	
	Suelos Altamente Orgánicos			Principalmente materia orgánica de color oscuro.		<i>Inorgánicos</i>	$IP > 7$ y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A". $IP < 4$ y se grafica en la carta de plasticidad debajo de la línea "A".	CL ML	Arcilla de Baja Plasticidad. Limo de Baja Plasticidad.
						<i>Orgánicos</i>	Limite Líquido - secado al horno < 0.75 Limite Líquido - no secado	OL	Arcilla Orgánica. Limo Orgánico.
						<i>Inorgánicos</i>	$IP > 7$ y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A". $IP < 4$ y se grafica en la carta de plasticidad debajo de la línea "A"	CH MH	Arcilla de Alta Plasticidad. Limo de Alta Plasticidad
		<i>Orgánicos</i>	Limite Líquido - secado al horno < 0.75 Limite Líquido - no secado			OH	Arcilla Orgánica. Limo Orgánico.		
						PT	Turba.		

Fuente: Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. (MTC, 2014)

Esta clasificación tendrá en cuenta tanto el análisis granulométrico por tamizado como el límite líquido y el índice de plasticidad. Por lo tanto, utilizaremos de ser el caso la “Carta de Casagrande” Figura N°01, en la que se observa las distintas zonas delimitadas por dos líneas básicas: Línea “A” que separa los limos de las arcillas y los suelos orgánicos, mientras que la línea “B” que separa los suelos de alta y baja compresibilidad.

Figura 1. Carta de Casagrande.



Fuente: Manual de Carreteras (L. Bañón & J. Bevia, 2000)

Estabilización de suelos

Consiste en mejorar las propiedades físicas de un determinado suelo en los cuales se hace a través de procedimientos mecánicos como también la incorporación de productos naturales, químicos o sintéticos. Se recomienda sugiere realizar la estabilización a un suelo cuando la subrasante es inadecuada o insuficiente; algunos de los productos que se recomienda utilizar de acuerdo con el tipo de suelo son los siguientes: Cemento, Cal, Escorias, Emulsión Asfáltica y otros diversos productos. (MTC, 2014)

Cabe resaltar que es importante realizar los ensayos correspondientes después de la adición de cada componente para corroborar el respectivo mejoramiento de cada tipo de suelo.

Subrasante

La subrasante en el diseño de una vía es la parte ya terminada a nivel del movimiento de tierras (corte y relleno), la capacidad de resistencia que tenga es importante de identificar mediante ensayos en el laboratorio, ya que de acuerdo con ello se procederá a realizar o no un mejoramiento al suelo.

“En la ejecución de un proyecto los últimos 0.30m de suelo por debajo del nivel superior de la subrasante tendrá que ser compactado al 95% de máxima densidad seca obtenidos del ensayo Proctor Modificado”. (MTC, 2014)

Dichos suelos que se presentan por debajo con respecto al nivel de la subrasante a una profundidad no menor a 0.60m deberán tener un CBR \geq 6% donde vendrían a ser suelos estables y adecuados; si el CBR $<$ 6% esto indicaría que tenemos una subrasante pobre o inadecuada para ejecutar un proyecto la cual tendrá que ser mejorada para aumentar la capacidad portante. En la tabla N°5 se observa la categorías de la subrasante. (MTC, 2014)

Tabla 5. *Categorías de Subrasante.*

CATEGORÍAS DE SUBRASANTE	CBR
S0: Subrasante Inadecuada	CBR $<$ 3%
S1: Subrasante Pobre	De CBR \geq 3% a CBR $<$ 6%
S2: Subrasante Regular	De CBR \geq 6% a CBR $<$ 10%
S3: Subrasante Buena	De CBR \geq 10% a CBR $<$ 20%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR \geq 20% a CBR $<$ 30%
S5: Subrasante Excelente	CBR \geq 30%

Fuente: Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (MTC, 2014).

Fuente: *Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. (MTC, 2014)*

Aceite usado de motor

procede de una parte del motor de los vehículos que son muy contaminantes, ya que contienen metales pesados y contiene un poco porcentaje de biodegradabilidad, y es por ello por lo que demanda de un apropiado tratamiento y de igual forma que se dé un buen correcto gestionamiento. (autofacil, 2019)

Son sustancias viscosas que toman un nuevo color al estar en contacto con el motor en uso, llegando a no ser reutilizado posteriormente.

Aditivo terrasil

El aditivo que ayuda en el mejoramiento de los suelos ya que ayuda tanto en mejoras las propiedades hidráulicas y mecánicas ya que puede ayudar en gran manera contra el agua, ya que es un aditivo de quinta generación llegando a permeabilizar de forma permanente los áridos, es por ello por lo que de igual forma ayuda a mejorar su compactación inclusive sin tener mayor humedad cuando haya sido compactado.

E incluso ayuda en aumentar los valore del CBR, también ayudando a reducir la plasticidad del terreno. (Optimasoil, 2020)

Beneficios.

1. El suelo tratado consigue características hidrófobas de forma permanente.
2. El terreno mantiene la transpiración (vota el agua en forma de vapor).
3. Reduce positivamente el IP (Índice de Plasticidad) de los suelos.
4. Los valores de CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California) se aumentan positivamente.
5. El Hinchamiento se disminuye positivamente.
6. En cuanto al Módulo Resiliente se perfecciona (mejora).
7. Se mejora los datos de densidad y compactación en obra.
8. Cabe resaltar que puede reducir el consumo de agua necesaria para la compactación del material.

III METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo

El siguiente proyecto de investigación, es **de tipo aplicada**, debido a que utilizaremos información de investigadores anteriores relacionados a nuestra investigación, por lo tanto, será de gran ayuda como una técnica nueva para lograr ayudar a un buen desarrollo y elaboración de la subrasante, adicionándole aceite reciclado o aditivo terrasil, en lo cual al analizar podremos obtener resultados alternativos para una gran mejora en el mejoramiento de la subrasante.

Por lo cual tomaremos referencias de investigaciones anteriores, y referente a eso (Losada, 2014) mantiene que “La investigación aplicada tiene por objetivo la generación de conocimiento con aplicación directa y a mediano plazo en la sociedad o en el sector productivo”.

Diseño de Investigación

Es un proyecto de investigación de **diseño experimental** ya que realizaremos ensayos en el laboratorio nombrados en nuestra investigación donde se llegará a mezclar tanto el aceite quemado como el aditivo terrasil con el suelo, para así luego de todos los ensayos y resultados obtenidos llegar a determinar el porcentaje adecuado que se utilizará, tanto de aceite quemado y el aditivo terrasil para llegar a tener un buen resultado en poder estabilizar la subrasante.

“El diseño experimental es una técnica estadística. Ya que consiste en manipular intencionalmente dicha variable independiente de un modelo para observar y poder medir sus efectos en la variable dependiente”. (Westreicher, 2021).

Y el presente proyecto es de **enfoque cuantitativo**, ya que se acondiciona a las características y las exigencias de nuestro proyecto de investigación.

“Los métodos cuantitativos se centran en mediciones objetivas y análisis estadístico, matemático o numérico de los datos que se han recopilado mediante cuestionarios o también por encuestas, o quizá mediante el uso de técnicas informáticas para manipular los datos estadísticos que ya existen. La

investigación cuantitativa está centrada en poder recopilar y generalizar datos numéricos entre grupos o poder explicar un fenómeno en particular". (Arteaga, 2020)

3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente: aceite reciclado y aditivo terrasil

Variable dependiente: Mejoramiento de la Subrasante.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

Con respecto a la población, por tratarse de una investigación experimental está constituida por la totalidad de los suelos de la subrasante del centro poblado 19 de agosto, pertenece al distrito de la Unión Provincia de Piura.

Según (Díaz, 2016), sostiene que es la agrupación de todos los probables individuos, objetos que se les va a investigar o medición de interés.

Muestra

Por lo tanto, la presente investigación, en lo cual nuestra muestra que esta considerara es una parte que se seleccionará de manera específica de la subrasante de la avenida Sánchez Cerró, en lo cual al momento de extraerlas las llevaremos al laboratorio donde harán los respectivos ensayos.

Al respecto (Díaz, 2016), es un pedazo o fragmento de la población de importancia, que manifieste las idénticas características de la población.

Muestreo

Según (Díaz, 2016), expresa que el muestreo es el procedimiento de extraer de una parte de la población, es decir que se identifica la población que se estará tomando o representando en el análisis o estudio.

lo que aplicaremos es la técnica de tipo **no probabilístico**. ya que no seleccionaremos al azar dichas pruebas, sino que se observará y elegirá tomando los criterios de mayor importancia.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Son el conjunto de herramientas, métodos e instrumentos que se utilizan para adquirir resultados y conocimientos. Se aprovechan de acuerdo con los protocolos decretados en una metodología de investigación determinada”.

(Técnicas de investigación, 2022)

EL proyecto de investigación que realizaremos se mediante pruebas y ensayos de laboratorio, De igual forma para esta investigación aplicaremos la técnica de observación ya que es un procedimiento más confiable. Según (Castellanos, 2017) Dicha técnica de observación es la técnica, cuya función es de observar lo que se relaciona a la investigación, con el solo objetivo de recaudar datos importantes para la investigación, es por ello por lo que se harán estudios en el laboratorio en lo cual nos guiaremos del MTC.

Figura 2. Ensayos del procedimiento de investigación.



Fuente: Elaboración Propia.

Instrumentos de recolección de datos. En nuestra investigación aplicaremos varios instrumentos, ensayos de laboratorio para poder adquirir resultados que sean de una manera confiable ya que aplicaremos varios ensayos para ver cómo influye la adición de aceite reciclado de maquinaria pesada y del aditivo terrasil para el mejoramiento de la subrasante de la avenida Sánchez cerró, la unión - Piura 2022. según (Tesis y Másters, 2021) señala que tiene una gran

característica y que sirve para extraer datos e información ya que sirve para el que está investigando pueda desarrollar una buena investigación.

Y es por ello por lo que contaremos con fichas de cada ensayo, herramientas calificadas, balanzas de medición de peso entre otros.

Validez. El proyecto de investigación que realizaremos tendrá la aprobación de especialistas donde realizaremos todos los ensayos, es por ello que de igual forma nos basaremos para realizar cada ensayo en las normas establecidas ASTM, AASHTO, y el MTC 2014 y de igual forma los especialistas en el laboratorio tendrán verificar y dar el visto a los instrumentos que se aplicarán para los diferentes ensayos que se aplicarán.

Confiabilidad. Para dar confiabilidad la empresa GEOLSIDE que está encargada de nuestros ensayos cuenta con personal altamente capacitados, tanto como los técnico con el ingeniero Geólogo que lo lidera, por ende se aplicará el proceso de calibrar los equipos que se utilizarán en todos los ensayos requeridos en el laboratorio, con el propósito de que los resultados se los más exactos y confiables para desarrollar un buen estudio, y por otro lado nos facilitaron las muestras del aditivo para proceder hacer el análisis comparativo.

3.5 Procedimientos

Para que se realice el procedimiento del siguiente proyecto de investigación se procederá a realizar:

En primer lugar, será primero ir al lugar e identificar qué tipo de suelo tenemos y es por ello por lo que se harán 4 calicatas para luego poder extraer muestras y llevarlos al laboratorio GEOLSIDE y determinar qué tipo de terreno que tenemos, se realizarán las calicatas al suelo en estado natural; con el propósito de llevar las muestras al laboratorio de mecánica de suelos y realizar ensayos, donde en primer lugar se realizará la granulometría para saber el tipo de muestra que tenemos luego de ello se procederá a clasificar el suelo con método SUCS y AASHTO, como tercer ensayo realizaremos los límites de Atterberg, donde con el resultado obtendremos el IP (índice de plasticidad) que es la resta de Limite líquido y Limite plástico. Y también se obtendrá el contenido de humedad. Luego de haber realizado los ensayos mencionados se

procedió a realizar el Proctor modificado tiene la finalidad aumentar su resistencia al agregarle un peso volumétrico, por eso se realizó en el laboratorio GEOLSIDE, donde la muestra representativa fue de 3kilos, fueron con 4 moldes, luego se tamizaron en la malla n° 4 luego se humedeció y se realizaron 5 capas con peso martillo 10 lb a una altura de caída de 18 pulgadas, luego se recortó el sobrante de lo que sobresale con una regla metálica luego se pesó y se tomó la muestra representativa y se secó en el horno con un mínimo de 12 horas, el último ensayo fue el CBR en estado natural se añadió agua hasta que alcance un óptimo contenido de humedad. La muestra se compacta en 3 capas por molde siendo la energía de compactación de cada molde de 12, 25 o 56 golpes por capa luego se deja en el agua 96 horas (4 horas) para ellos se toman las lecturas, de igual forma se hace añadiendo el aceite reciclado añadiendo el 2%, 4% y 6 %, terminando con los ensayos de CBR con el aceite, se procedió hacer con el aditivo terrasil al 2, 4 y 6% para posteriormente obtener los resultados y compararlos y dar una mejor estabilización a la subrasante de la avenida Sánchez Cerro en la Unión, Piura 2022.

3.6 Método de análisis de datos

En esta investigación que es experimental, se ha determinado dimensiones las dimensiones de las variables que se estudiarán a través de una evaluación documental, ya que se observará en el terreno, luego de obtener los ensayos que la empresa GEOLSIDE nos dará, con los datos ya procesados, por lo consiguiente se aplicarán tablas de Excel para una mejor explicación en las cuales los graficaremos, y en ellas aplicaremos fórmulas ya establecidas. De igual forma se utilizará como base primordial los resultados que se obtengan del aceite reciclado y del aditivo terrasil.

3.7 Aspectos éticos.

El trabajo de investigación se ha desarrollado con mucha veracidad, honestidad, claridad y responsabilidad, ya que estamos comprometidos en todo lo que se está realizando; de igual forma se respetará los derechos de los autores citando a los autores de manera correcta ya que dichas fuentes nos sirven de una forma primordial como base de información para nuestro proyecto.

IV RESULTADOS

Para las muestras del suelo se han procedido hacer 4 calicatas: muestra calicata N°1 (N: 9403997.979 E:526538.037), muestra calicata N°2 (N: 9404574.148 E:526514.676), muestra calicata N°3 (N: 9403997.979 E:526538.037), muestra calicata N°4 (N: 9403634.042 E:526576.709) a una profundidad de 1.50 metros respectivamente, con sus coordenadas de cada calicata y fuimos guiados de acuerdo con el manual de carreteras, para extraer las muestras para luego proceder al laboratorio GEOSLIDE y poder determinar el tipo de terreno que se encuentra en la Avenida Sánchez cerro, la unión Piura.

En los cuales nos guiaremos del manual de carreteras suelos y pavimentos (MTC 2014), cuadro 4.1 (Número de Calicatas para Exploración de Suelos), en el cual no especifica que para una carretera de bajo volumen de tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada, y por lo cual se aplicó 1 calicata por cada kilómetro ya que en nuestros 3 kilómetros hicimos 4 calicatas, uno al inicio con Y más a cada kilómetro y otro al final.

Muestras in situ

Hemos ido al lugar de estudio donde hemos extraído dichas muestras para poder llevar al laboratorio GEOSLIDE y así realizar los ensayos para poder determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo y así poder saber el tipo de terreno, es por ello por lo que se han extraído las muestras las 4 muestras en lo cual nos ayudaran a saber con exactitud el tipo de terreno.

Figura 3. Muestra calicata N°1 (N: 9405370.279 E:526475.912)



Foto de la C1

Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Muestra calicata N°2 (N: 9404574.148 E:526514.676).



Foto de C2

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 6. Muestra calicata N°4 (N: 9403634.042 E:526576.709).



Fuente: *Elaboración propia*

Procedimiento

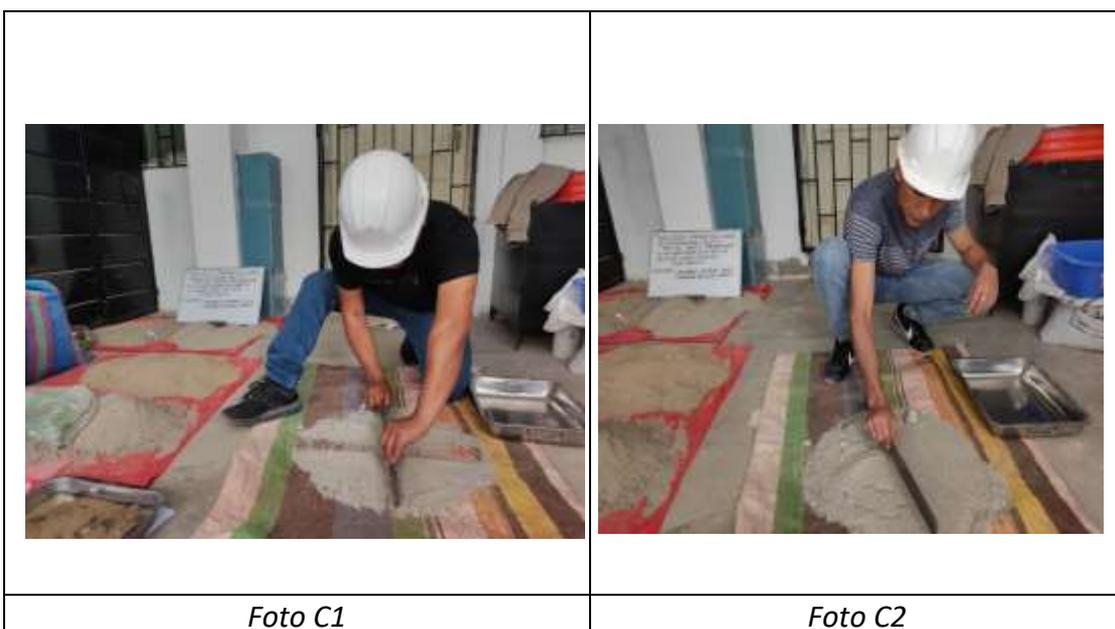
Al culminar de hacer las 4 calicatas y extraer las muestras de cada una de ellas se procedió a trasladar todas las muestras separados y marcados para que no se confundan al laboratorio GEOSLIDE para proceder hacer los respectivos

ensayos que se habían propuestos. Los diferentes ensayos nos servirán para nuestro estudio son los siguientes: Granulometría, límite líquido, límite plástico y contenido de humedad; dichos ensayos son de gran ayuda ya que nos sirven para saber con precisión que tipo de suelo vamos a trabajar y de igual forma la clasificación del terreno. Siguiendo con los ensayos se procedió a realizar los ensayos de resistencia del suelo los cuales se aplicó los ensayos de Proctor modificado y CBR. De cada una de las muestras de las C1, C2, C3, C4. Posteriormente con los ensayos mencionados se procederá a añadirle el aceite reciclado y el aditivo Terrasil en los porcentajes de 2%, 4% y 6 %, para poder llegar a determinar un porcentaje que sea optima y adecuado para el mejoramiento de la subrasante. Luego de haber hecho con varios porcentajes ya tener el porcentaje adecuado se comparará el aceite reciclado como el aditivo terrasil para poder determinar cuál es el más optimo y adecuado para poderse aplicar y de igual forma se llegará a el nivel comparativo también en lo económico.

Objetivo 1

Determinar las características físicas y mecánicas de la subrasante en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022.

Figura 7. Cuarteo de muestra - ensayo de granulometría.



Fuente: *Elaboración propia*

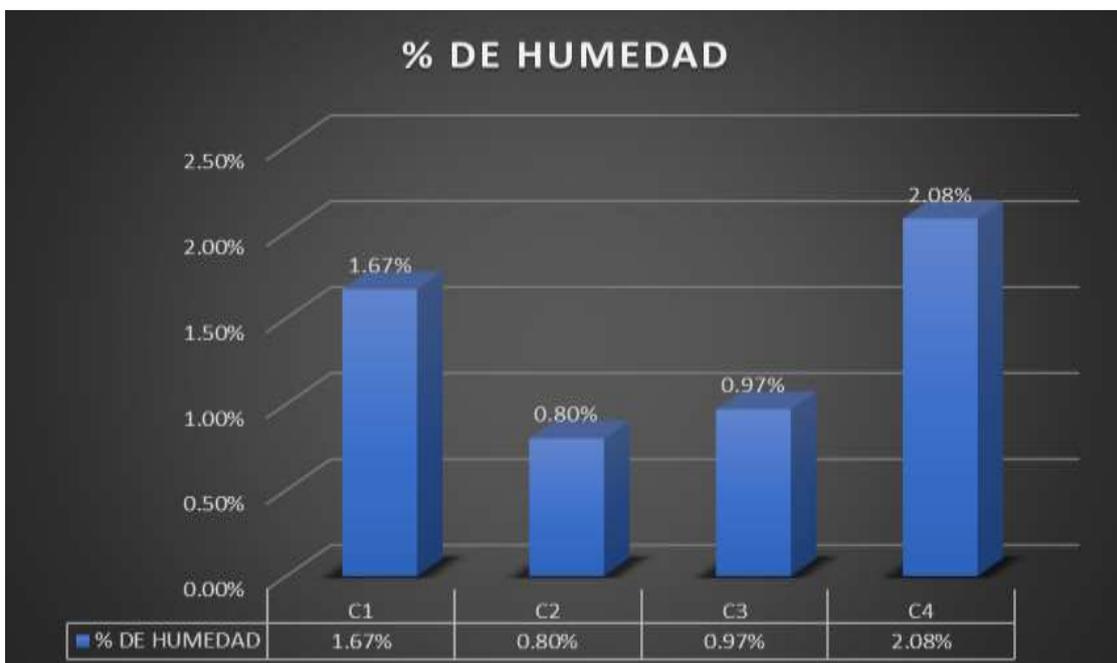
Figura 8. Cuarteo de muestra - ensayo de granulometría.



Fuente: *Elaboración propia*

Luego de haber hecho los ensayos de laboratorio, y ya con los resultados hemos respondido a nuestros objetivos, por lo cual a través de las tablas que hemos realizado pasamos a interpretar los resultados, por lo cual también especificamos que nuestros ensayos fueron realizados en el laboratorio GEOSLIDE, en los cuales se detallará a continuación.

Tabla 6. % contenido de humedad de las c1, c2, c3, c4.



Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación: El presente tabla 06 se observa los diferentes contenido de humedad y para este modo operativo establece el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo natural, NTP 339.127 - ASTM D-2216, donde la calicata c1 tiene un 1.67% teniendo un porcentaje $\pm 1\%$ estando en los parámetros de porcentaje de humedad, la calicata c2 tiene un 0.80% aceptable $\pm 0.1\%$, la calicata c3 tiene un 0.97% teniendo un porcentaje $\pm 0.1\%$, y la calicata c4 tiene un 2.08% tiene más contenido de humedad que las demás, y por otro lado no hay un valor de referencia aceptado para este método por lo tanto No hay un valor de referencia aceptado para este método, por lo tanto, la tendencia no puede ser determinada.

Figura 9. *Granulometría.*

SEGÚN CLASIFICACIÓN SUCS		CALICATAS	SEGÚN CLASIFICACIÓN AASHTO	
GRUPO	CLASIFICACIÓN	CALICATAS-COORDENADAS	CLASIFICACIÓN	GRUPO
SM	ARENA LIMOSA	C1 N: 9405370.279 E: 526475.912	GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS Y ARCILLOSAS	A-2-6 (3)
SP	ARENA FINA	C2 N: 9404574.148 E: 526514.676	GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS O ARCILLOSAS	A-2-4 (0)
SP	ARENA FINA	C3 N: 9403997.979 E: 526538.037	GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS O ARCILLOSAS	A-2-4 (0)
SC-SM	ARENA LIMO ARCILLOSA	C4 N: 9403634.042 E: 526576.709	GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS O ARCILLOSAS	A-2-6 (3)

Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación: Como se observa en la figura 09 y de acuerdo con los ensayos obtenidos de granulometría y de acuerdo con Manual de Carreteras (L. Bañón & J. Bevíá, 2000) carta de Casagrande para suelos, su clasificación que se ha dado según SUCS, donde la c1 (N: 9405370.279 E: 526475.912), se clasifica en limosa con un porcentaje que pasa de 21.06 % de tamiz 200, La c2 (N: 9404574.148 E:526514.676), se clasifica en un suelo de arena fina, la c3 (N:

9403997.979 E:526538.037), se clasifica en un suelo de arena fina y la c4 (N: 9403634.042 E:526576.709), se clasifica en arena limo arcillosa. Con respecto ASHTO evaluado en el cuadro 4.10 de clasificación de suelos basada en AASHTO, encontramos la c1 y lo clasificamos en un suelo con gravas y arenas limosas y arcillosas de grupo A-2-6(3), la c2 lo clasificamos en un suelo con gravas y arenas limosas y arcillosas de grupo A-2-6(0), la c3 lo clasificamos en un suelo con gravas y arenas limosas y arcillosas de grupo A-2-6(0), y la c4 lo clasificamos en un suelo con gravas y arenas limosas y arcillosas de grupo A-2-6(3), y según el índice de grupo en el cuadro con 4.8 de clasificación de suelos según Índice de Grupo, MTC (2 014), la c1 se califica en un suelo regular, la c2 en un suelo bueno, la c3 en un suelo bueno y por último la c4 en un suelo regular evaluado para la subrasante.

Figura 10. Límites de Atterberg del suelo natural de las c1, c2, c3, c4.



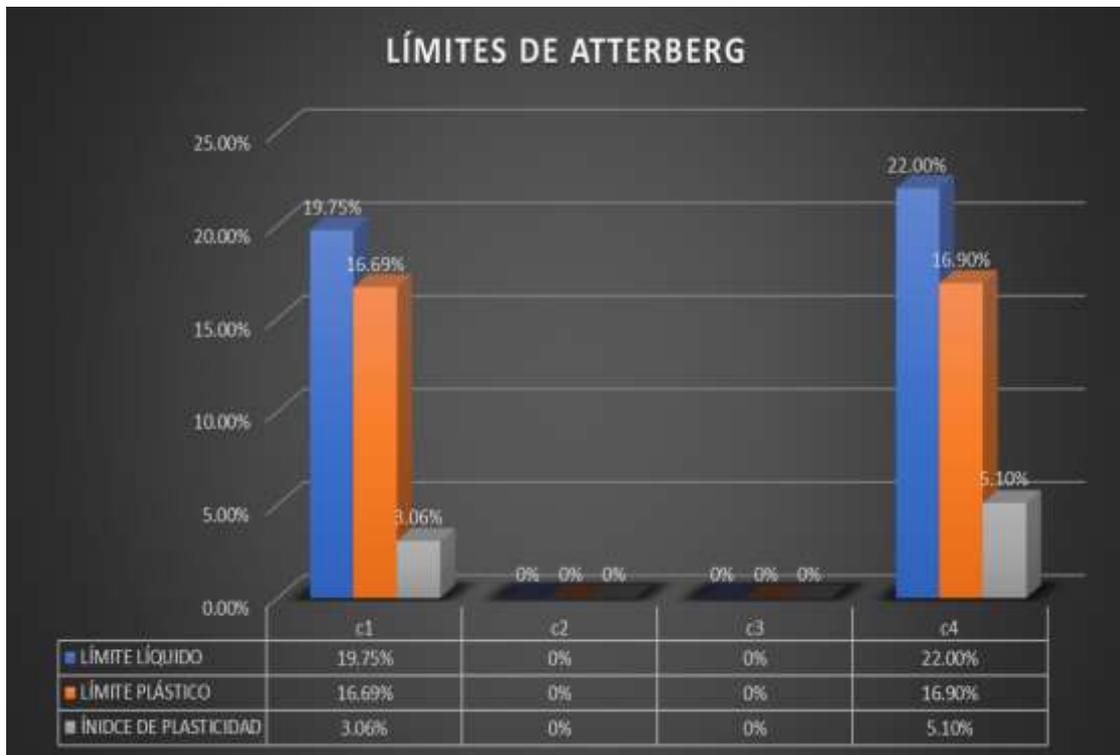
Fuente: *Elaboración propia*

Figura 11. Límites de Atterberg del suelo natural de las c1, c2, c3, c4.



Fuente: *Elaboración propia*

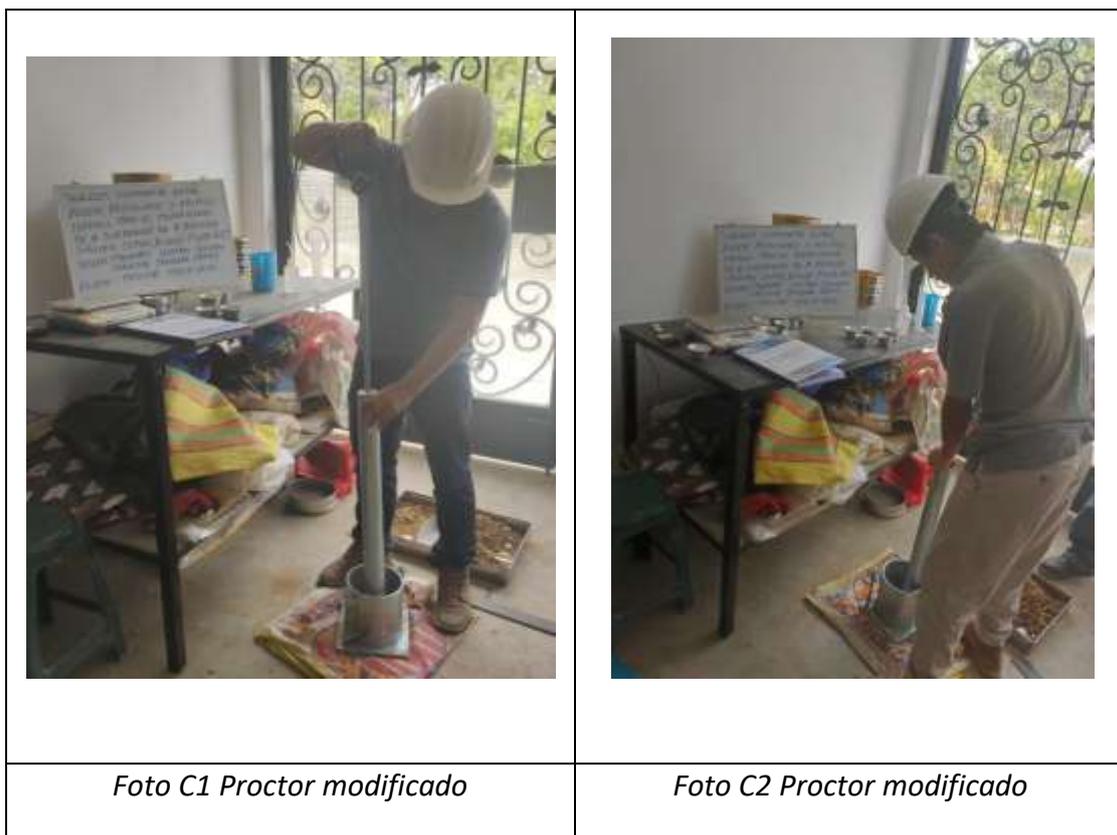
Tabla 7. Límites de atterberg.



Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación: Se observa en la figura 07 los límites de atterberg, donde lo evaluaremos el Índice de plasticidad de cada calicatas, según el cuadro 4.7 de clasificación de suelos según Índice de Plasticidad (manual de Carreteras, suelos geología, geotecnia y pavimentos), donde observamos que la calicata c1, tiene un IP de $3.06 < 7$ de plasticidad baja y su característica es de suelos poco arcilloso plasticidad, la calicata c2 tiene un $IP=0$ que quiere decir que no tiene plasticidad (NP), la calicata c3, tiene un $IP=0$ que quiere decir que no tiene plasticidad (NP), y por último la calicata c4 donde arrojo su $IP 5.10 < 7$ de plasticidad baja y su característica es de suelos poco arcilloso con plasticidad,

Figura 12. Proctor modificado de c1 y c2.



Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Proctor modificado de c3 y c4.

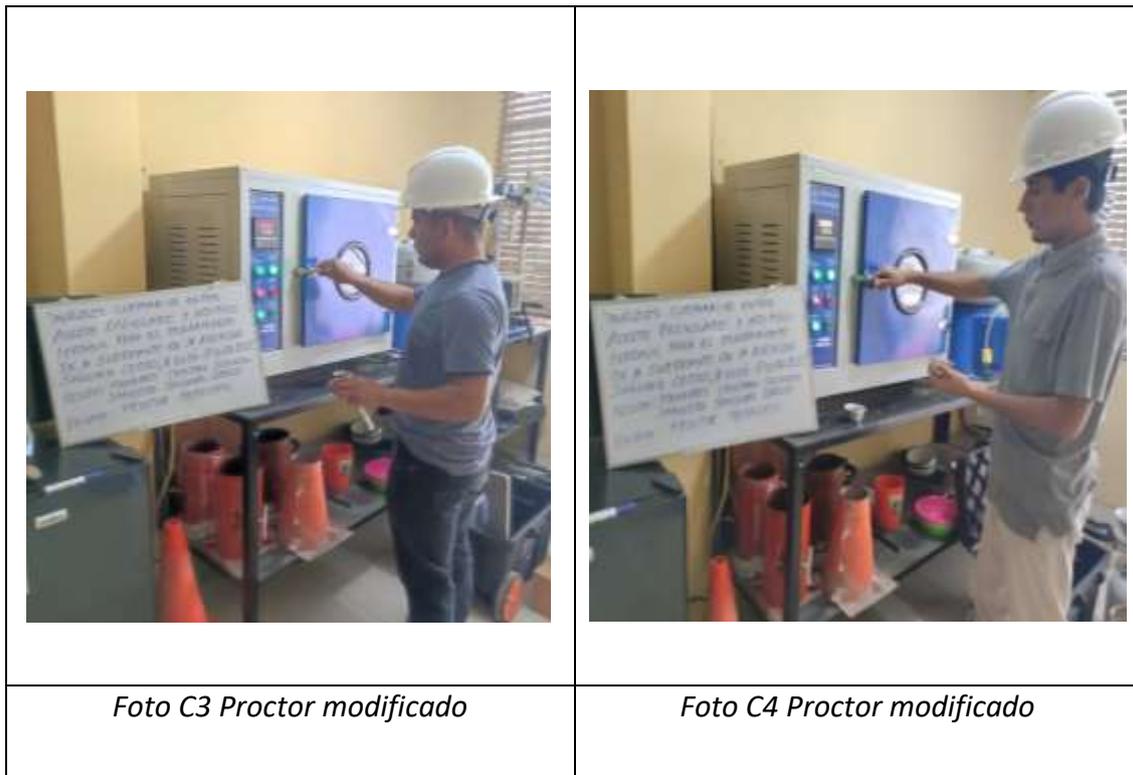
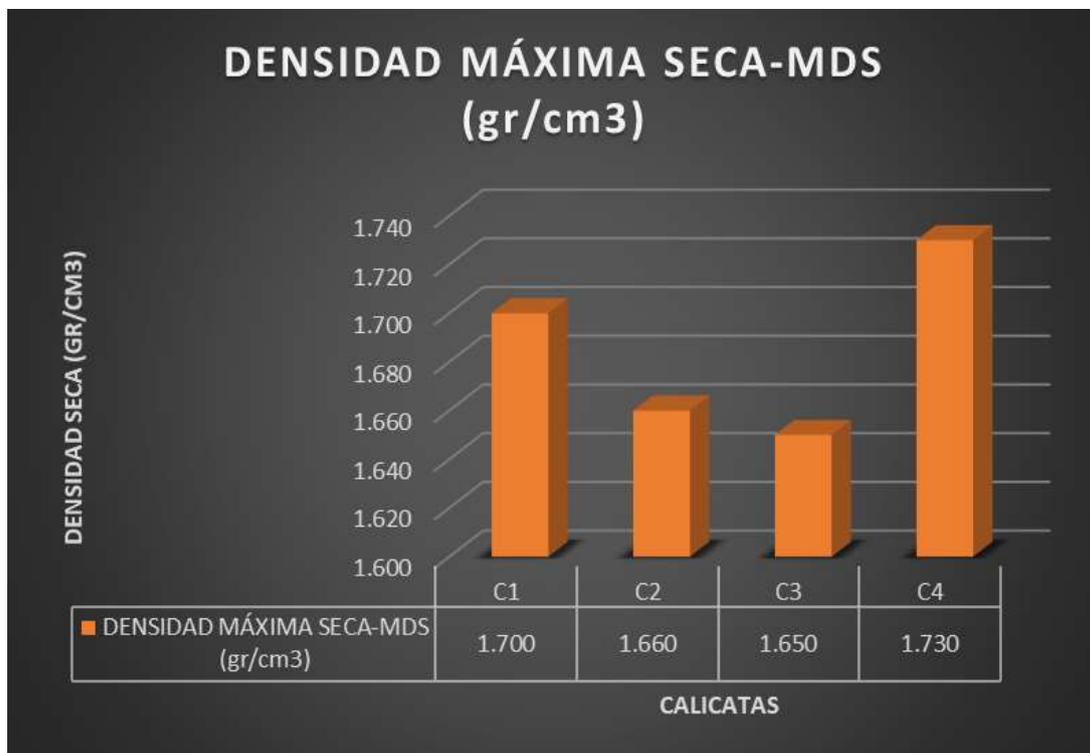


Foto C3 Proctor modificado

Foto C4 Proctor modificado

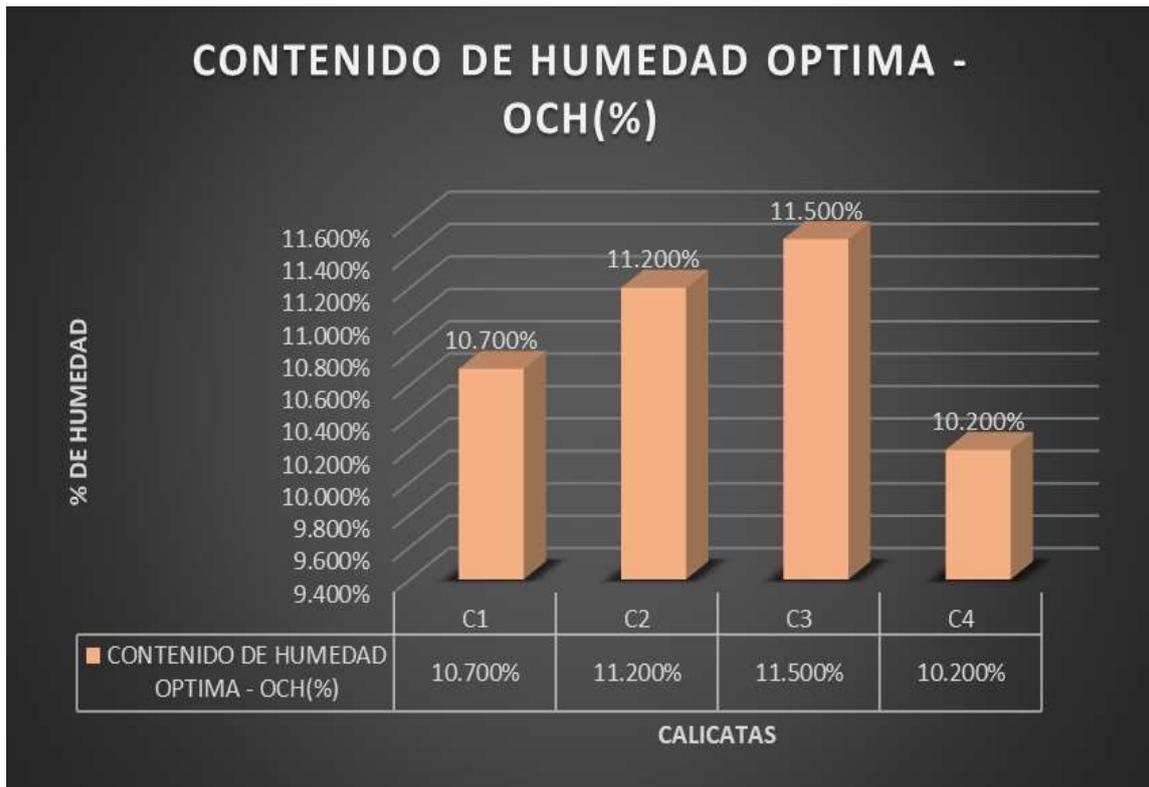
Fuente: Elaboración propia

tabla 8. Proctor modificado – densidad seca máxima.



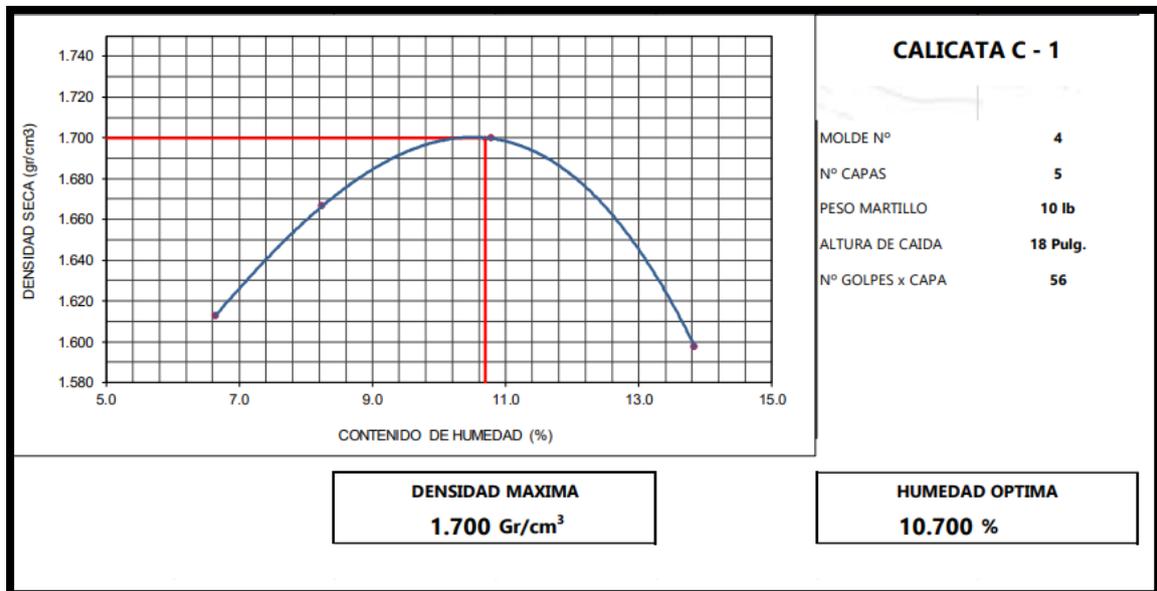
Fuente: Elaboración propia

tabla 9. Proctor modificado – contenido de humedad.



Fuente: *Elaboración propia*

tabla 10. Proctor modificado - curva c1.



Fuente: *Laboratorios GEOSLIDE*

Tabla 11. Proctor modificado - curva c2.



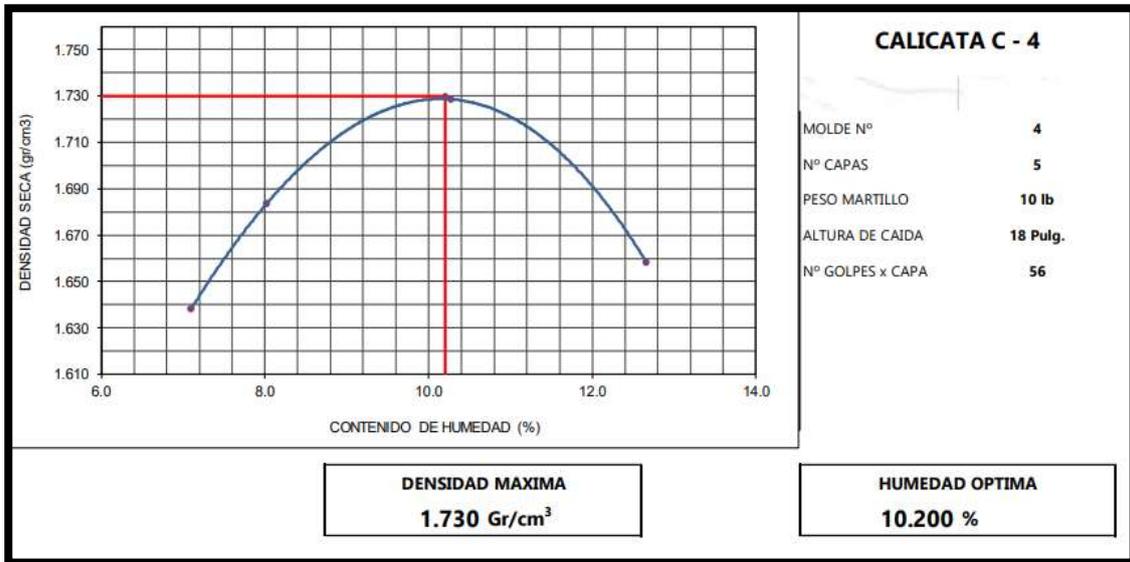
Fuente: Laboratorios GEOSLIDE

tabla 12. Proctor modificado - curva c3.



Fuente: Laboratorios GEOSLIDE

tabla 13. Proctor modificado - curva c3.



Fuente: Laboratorios GEOSLIDE

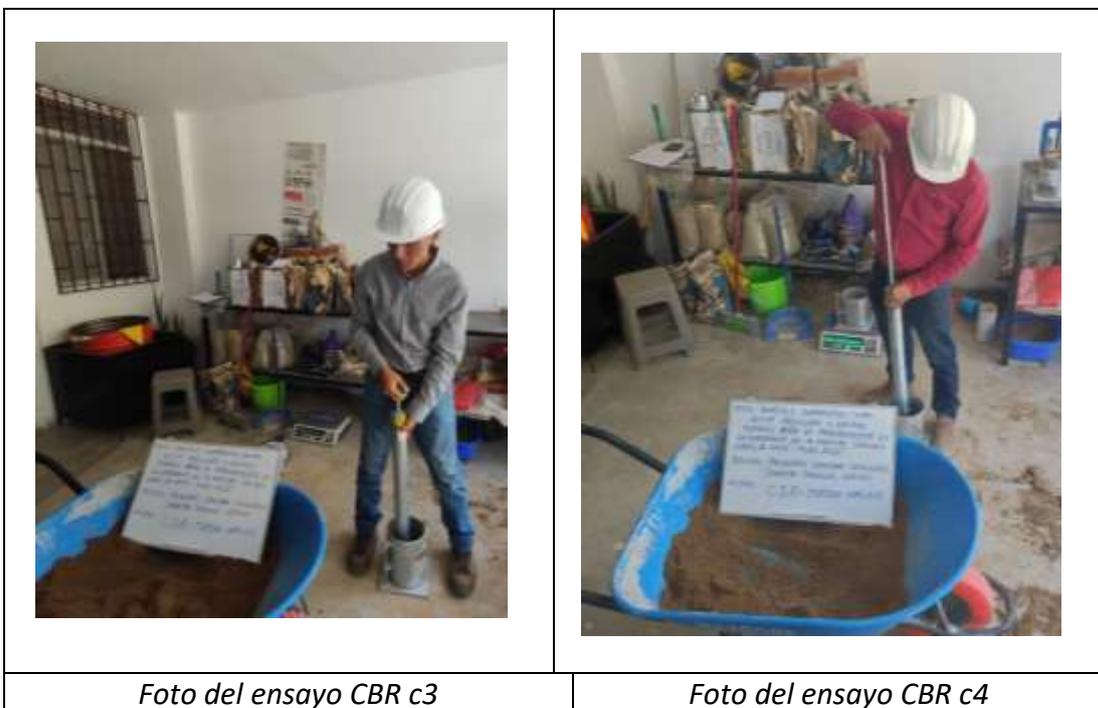
Interpretación: de acuerdo con el MTC E 115, con el método C, NTP 339.141: Suelos. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada, se determinará la relación entre la relación entre el contenido de agua y peso unitario seco de los suelos de las 4 calicatas c1, c2, c3, c4, donde la c1 su densidad máxima es de 1.700 Gr/cm³ y su humedad óptima es de 10.700%, la calicata c2 su densidad máxima es de 1.660 Gr/cm³ y su humedad óptima es de 11.200%, la c3 su densidad máxima es de 1.650 Gr/cm³ y su humedad óptima es de 11.500% y la calicata c4 su densidad seca máxima es de 1.730 Gr/cm³ y su humedad óptima es de 10.200%, analizando cada calicata y encontrando su máxima densidad seca y su contenido de humedad.

Figura 14. Ensayo CBR en estado natural de las c1 y c2.



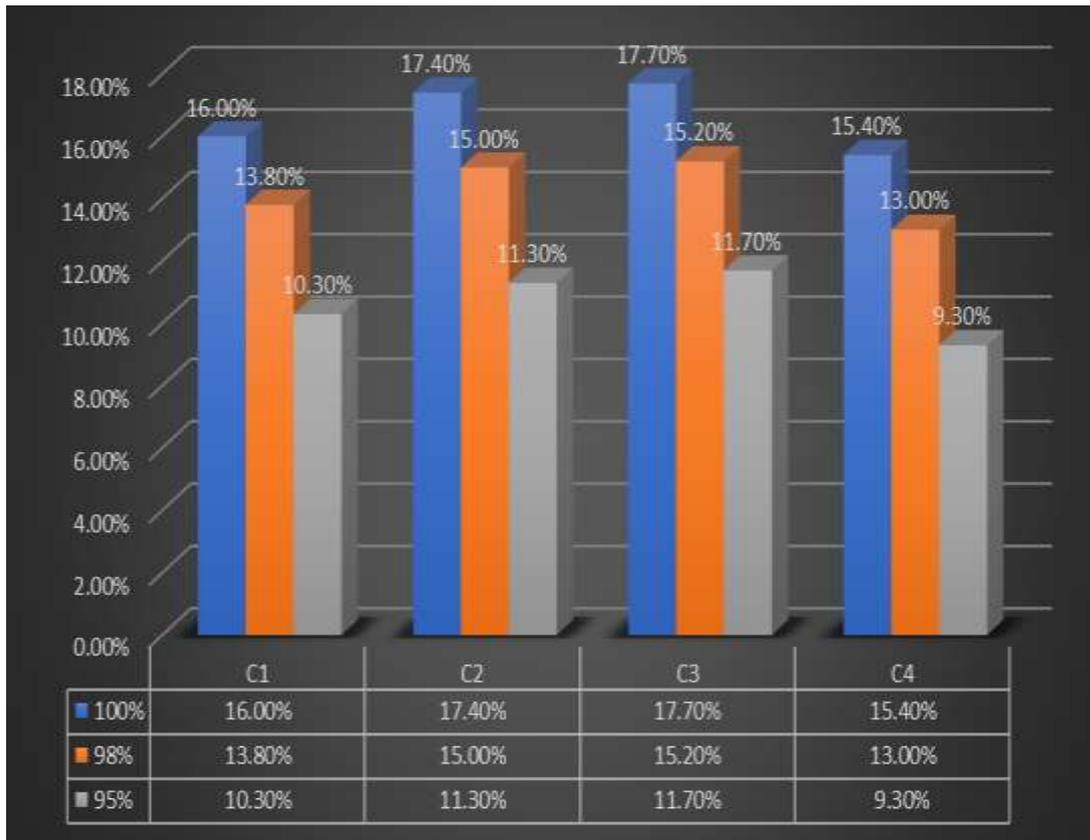
Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Ensayo CBR en estado natural de las c2 y c3.



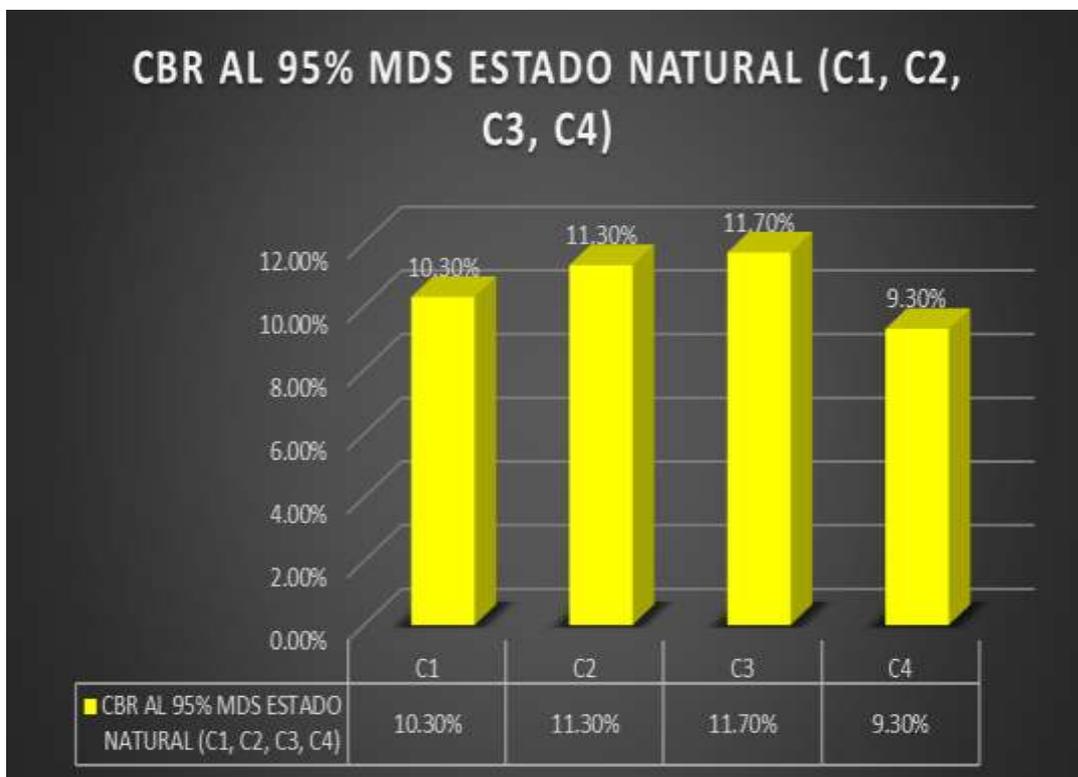
Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Proctor CBR estado natural.



Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 15. Proctor CBR estado natural.



Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación: como se observa en la tabla N°19, en el manual de ensayo de materiales se hace con el objetivo de determinar un índice de resistencia de los suelos, donde evaluaremos la resistencia potencial de subrasante, dichos resultados según cuadro 4.11 del MTC E132 (2014), categorías de subrasante, se observa en su estado natural la calicata c1 (N: 9403997.979 E:526538.037), con un CBR de 10.30% >10 % y < 20% dando resultado como categoría de subrasante S₃ subrasante buena, calicata c2 (N: 9404574.148 E:526514.676), con un CBR de 11.30% >10 % y < 20% dando como resultado categoría de subrasante S₃ subrasante buena, calicata c3 (N: 9403997.979 E:526538.037), con un CBR de 11.70% >10 % y < 20% dando como resultado categoría de subrasante S₃ subrasante buena, y la calicata c4 (N: 9403634.042 E:526576.709), con un CBR de 9.30% >6 % y < 10% dando como resultado como categoría de subrasante S₂ subrasante regular, todos los ensayos fueron evaluados al 100%, 98% y 95% de la MDS, y tomando como base el 95% de la MDS.

Objetivo 2

Determinar el porcentaje adecuado de aceite reciclado para el mejoramiento de la subrasante en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022.

Figura 16. *Ensayo CBR con adición de aceite reciclado 2.*



Fuente: *Elaboración propia*

Figura 17. *Ensayo CBR con adición de aceite reciclado 4%.*



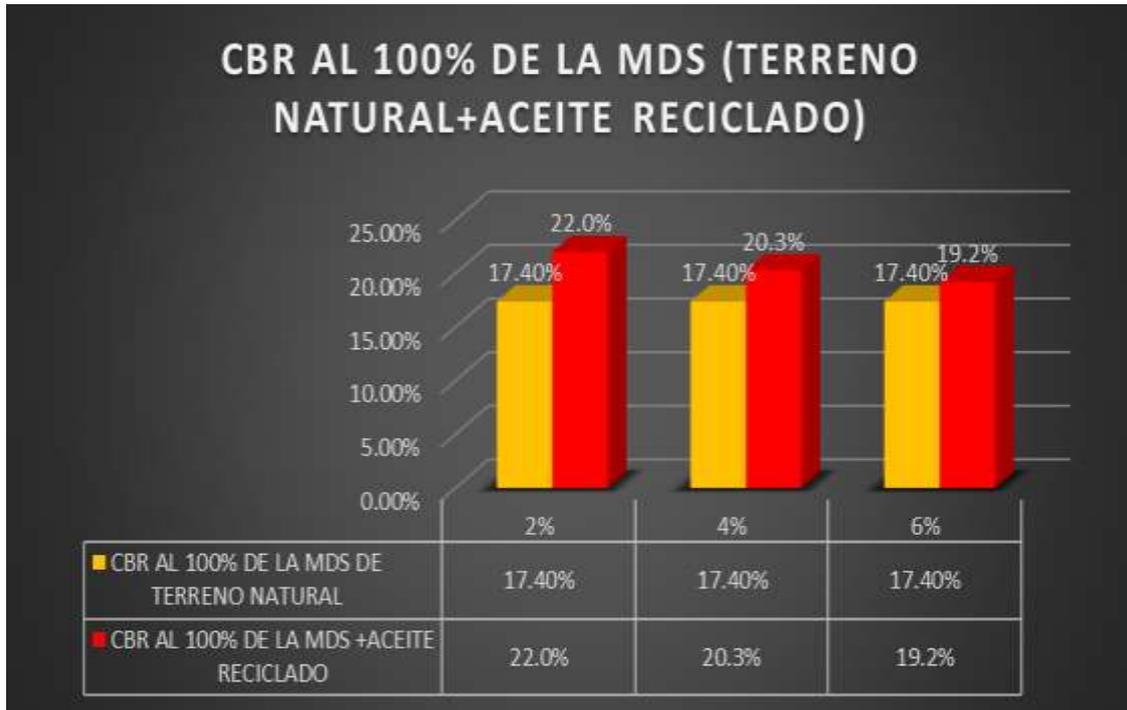
Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 18. *Ensayo CBR con adición de aceite reciclado 6%.*



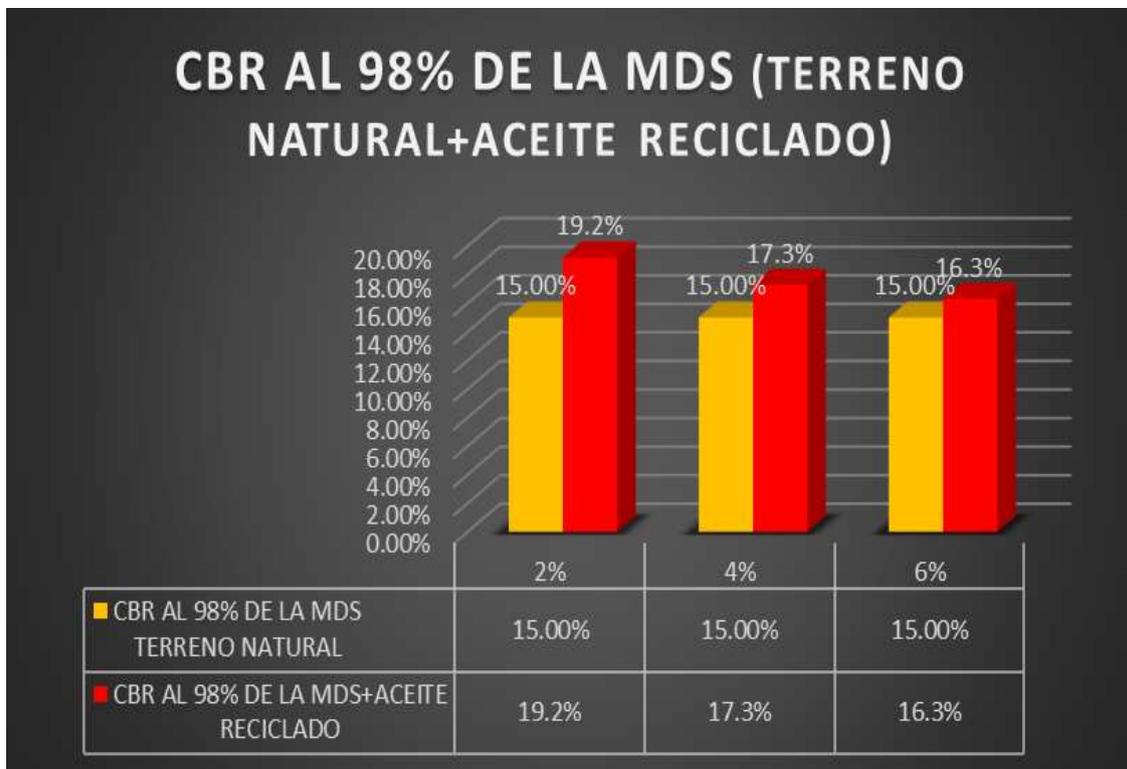
Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 17. CBR al 100% Suelo natural + adición de aceite reciclado al 2%, 4% Y 6%.



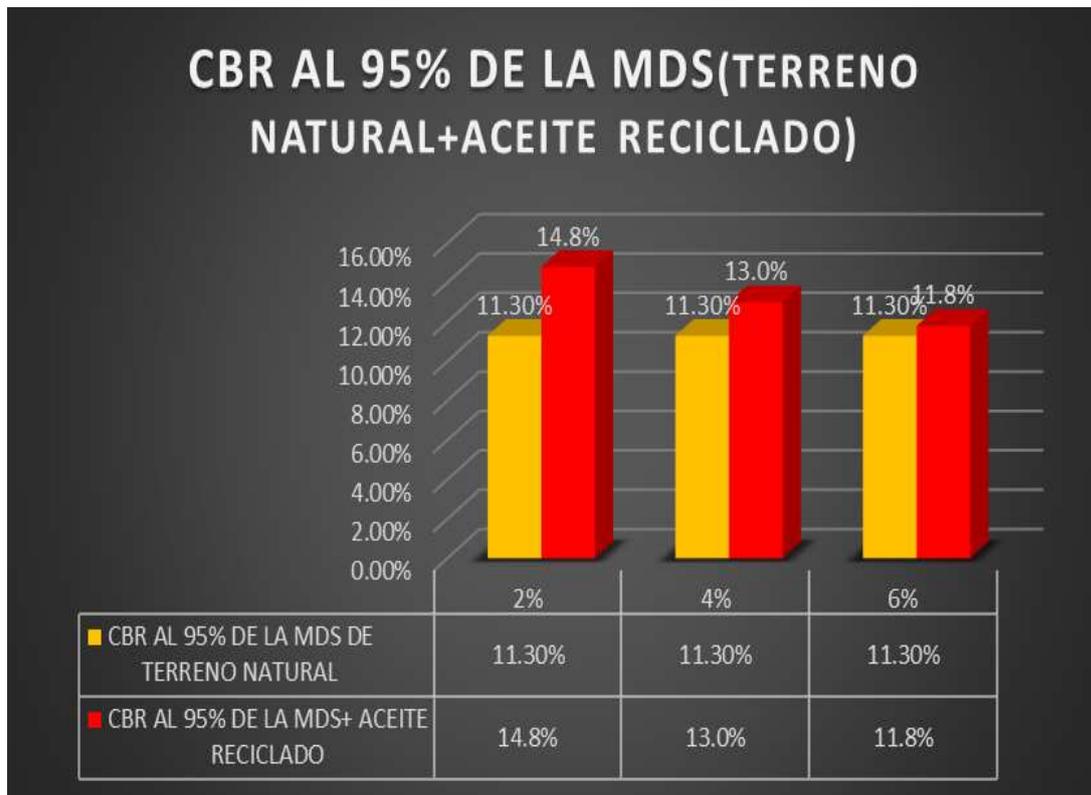
Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 18. CBR al 98 % Suelo natural + adición de aceite reciclado al 2%, 4% Y 6%.



Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 19. CBR al 95% Suelo natural + adición de aceite reciclado al 2%, 4% Y 6%.



Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación:

En las diferentes tablas se observa las variaciones de los diferentes porcentajes al 2%, 4% y 6%, evaluaremos de acuerdo con el manual de carreteras (2014), cuadro 4.10 (categorías de Subrasante), interpretaremos los cambios de CBR, ya que al mayor adicionamiento del aceite reciclado su CBR va disminuyendo y esto pasa a medida que se le agrega más porcentajes, para ello empezaremos al 100 % de la MDS, con la muestra al 2% de aditivo reciclado donde su CBR su resultado fue a 22.00 %, luego se aumentó al 4% de aceite reciclado donde disminuyó a 20.03 % su CBR en este caso menos que el primero y por último se pasó al siguiente porcentaje que es al 6 % donde de nuevo disminuyó a 19.2% del anterior y a medida que se aumentaba la dosificación disminuía el CBR, es por ello que los resultados de la muestras al 100% de la MDS al 6% obtenemos que el CBR está en categoría subrasante buena ya que esta entre mayor que 10 y menor que 20, la adición de aceite

reciclado al 2% y 4% está en la categoría muy buena ya que esta con su CBR mayor que veinte y menor que treinta por ciento.

Al 98 % de la MDS adicionando aceite reciclado al 2% tenemos una subrasante de 19.2 % con una categoría de subrasante buena, adicionando aceite reciclado al 4% tenemos una subrasante de 17.3 % con una categoría de subrasante buena, y adicionando aceite reciclado al 6% tenemos una subrasante de 16.3 % con una categoría de subrasante buena, ya que su CBR es están mayor que 10 y menor que veinte por ciento.

Evaluaremos de acuerdo con el manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2014), cuadro 4.10 (categorías de Subrasante), al 95 % de la MDS, adicionando aceite reciclado al 2%, 4% y 6%; tenemos al adicionar el 2% de adición aceite reciclado al terreno natural aumentó de 11.30% a 14.8% con una diferencia de 3.5% de aumento y según el cuadro 4.10 (categorías de Subrasante) en un CBR >10% y <20%, con una categoría S₃ subrasante Buena, al 4% de adición aceite reciclado al terreno natural aumentó de 11.30% a 13.0% con una diferencia de 2.3 % de aumento y según el cuadro 4.10 (categorías de Subrasante) en un CBR >10% y <20%, con una categoría S₃ subrasante Buena, y por ultimo al 6% de adición aceite reciclado al terreno natural aumentó de 11.30% a 13.8% con una diferencia de 0.5 % de aumento y según el cuadro 4.10 (categorías de Subrasante) en un CBR >10% y <20%, con una categoría S₃ subrasante Buena.

Llegando a considerar que le optimo porcentaje es el 2% de la adición de aceite reciclado, ya que al aumentar porcentajes de adición de aceite reciclado disminuye su CBR.

Objetivo 3

Determinar el porcentaje adecuado de aditivo terrasil para el mejoramiento de la subrasante en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022

Figura 19. *Ensayo CBR con adición de aditivo terrasil al 2%.*



Foto adición del aditivo terrasil 2%

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 20. *Ensayo CBR con adición de aditivo terrasil al 4%.*



Foto adición del aditivo terrasil al 4%

Fuente: *Elaboración propia.*

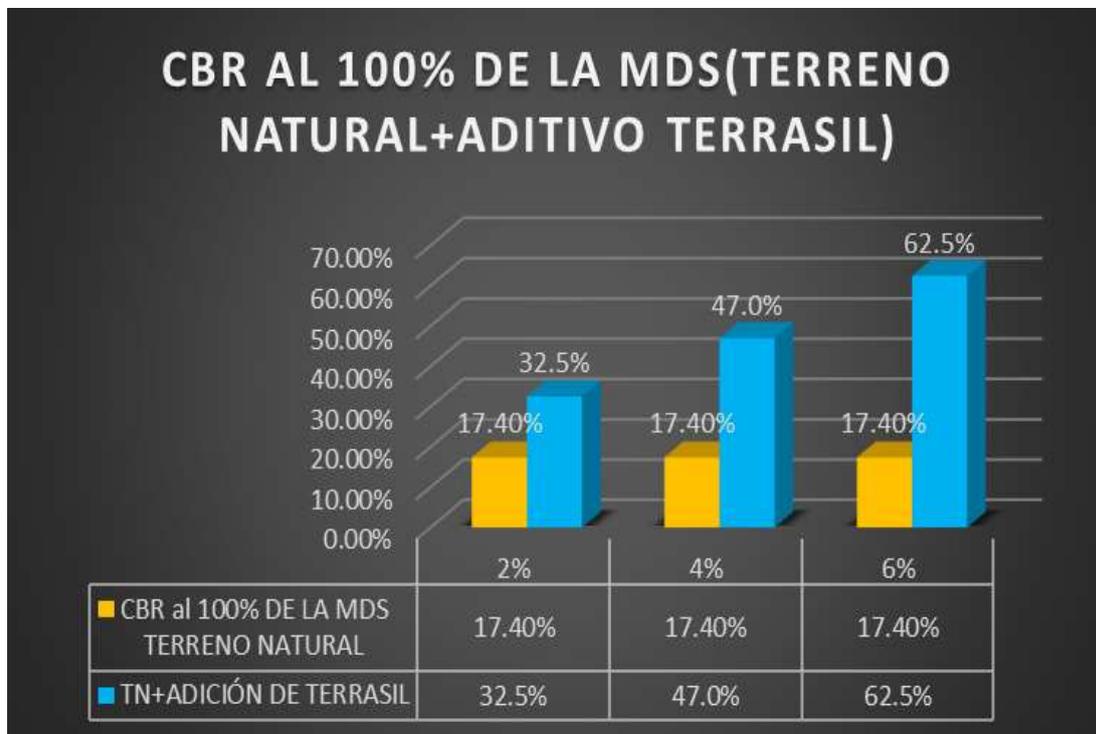
Figura 21. Ensayo CBR con adición de aditivo terrasil al 6%.



Foto adición del aditivo terrasil al 6%

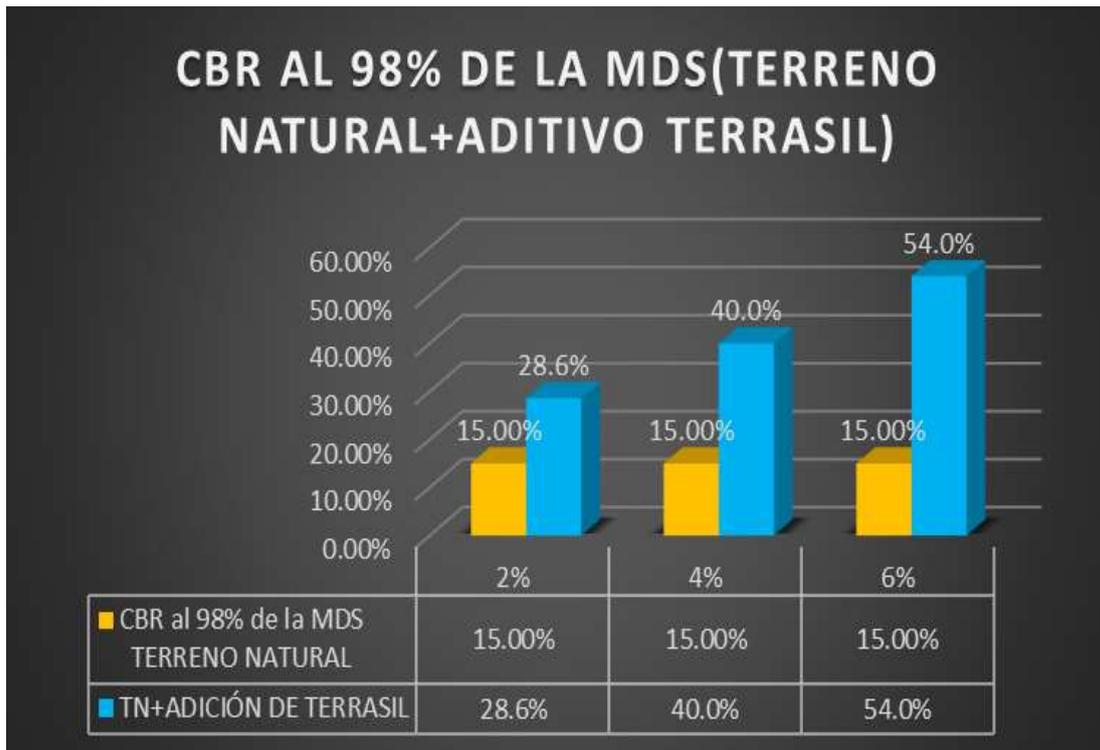
Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. CBR al 98% Suelo natural + aditivo terrasil al 2%, 4% Y 6%.



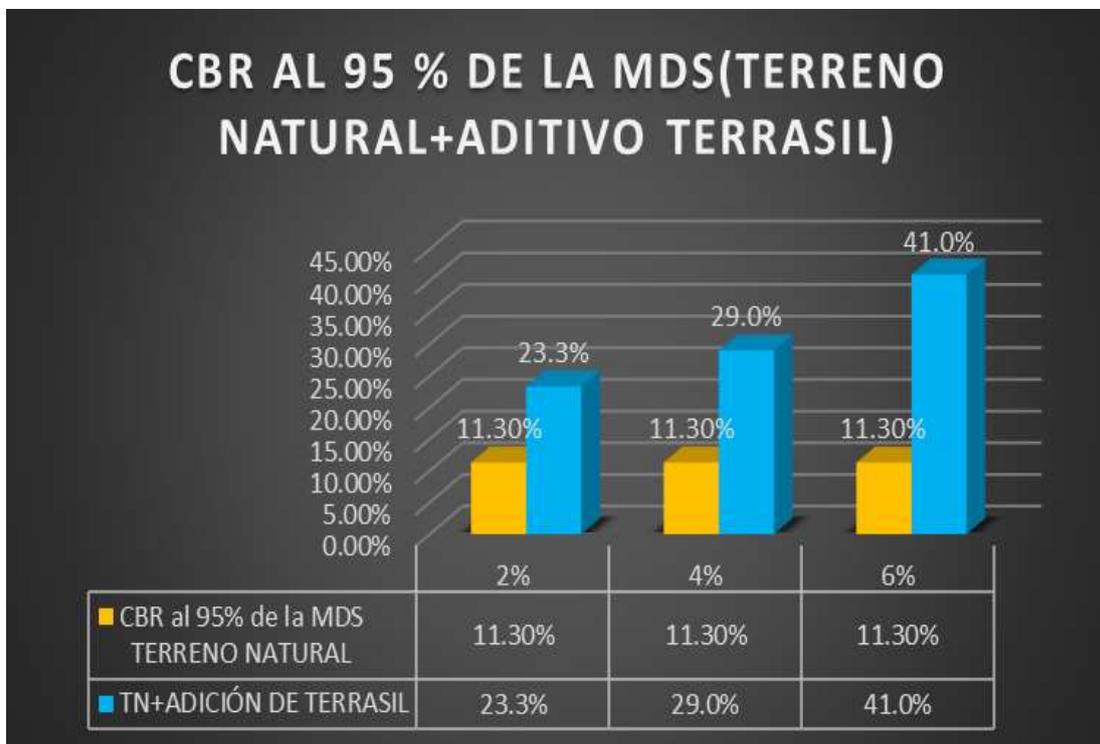
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. CBR al 100% Suelo natural + aditivo terrasil al 2%, 4% Y 6%.



Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 22. CBR al 95% Suelo natural + aditivo terrasil al 2%, 4% Y 6%.



Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación: En las diferentes tablas se observa las variaciones de los diferentes porcentajes que nos han dado como resultado de los ensayos realizados en el laboratorio, donde lo interpretamos de acuerdo con el manual de carreteras (2014), cuadro 4.10 (categorías de Subrasante), y lo analizamos los diferentes cambios de CBR, donde se analizó que al mayor adicionamiento de aditivo terrasil su CBR va aumentando; empezaremos al 100 % de la MDS, adicionando el 2% de aditivo terrasil donde aumentó a 32.5 %, la segunda adición al 4% de aditivo terrasil aumentó a 47% y la tercera adición de aditivo con un 6% de aditivo terrasil aumento al 62.50 % mejorando su CBR y para las 3 categoría de subrasante es excelente ya que su CBR es mayor al 30 % según lo analizado.

Al 98 % de la MDS adicionando terrasil al 2% tenemos una subrasante de 28.6 % con una categoría de subrasante muy buena, adicionando terrasil al 4% tenemos una subrasante de 40.0 % con una categoría de subrasante excelente, y adicionando terrasil al 6% tenemos una subrasante de 54.0 % con una categoría de subrasante excelente, ya que su CBR es mayor al 30 %.

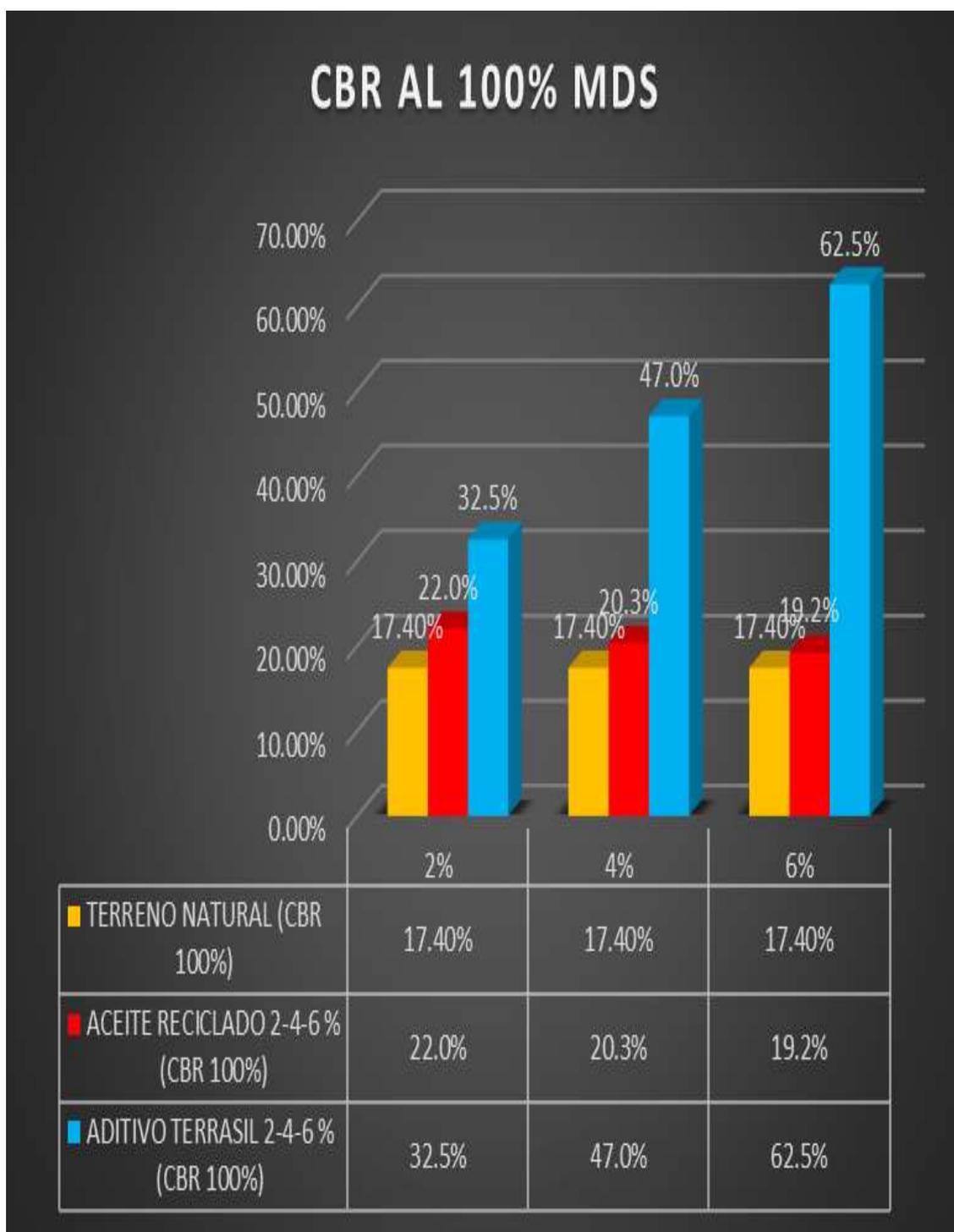
Evaluaremos de acuerdo con el manual de carreteras (2014), cuadro 4.10 (categorías de Subrasante), al 95 % de la MDS, adicionando aditivo terrasil al 2%, 4% y 6%; tenemos al adicionar el 2% de adición aditivo terrasil al terreno natural aumento de 11.30% a 23.3% con una diferencia de 12.0% de aumento y según el cuadro 4.10 (categorías de Subrasante) en un CBR >20% y <30%, con una categoría S₄ subrasante Muy Buena, al 4% de adición aditivo terrasil al terreno natural aumentó de 11.30% a 29.0% con una diferencia de 17.7% de aumento y según el cuadro 4.10 (categorías de Subrasante) en un CBR >20% y <30%, con una categoría S₄ subrasante Buena, y por ultimo al y según el cuadro 4.10 (categorías de Subrasante) en un CBR >10% y <20%, con una categoría S₅ subrasante excelente.

Por lo tanto, según lo analizado el mejor porcentaje óptimo para la subrasante es el 6% del aditivo terrasil, ya que aumento a un 41.0% llegando a tener un CBR excelente.

Objetivo 4

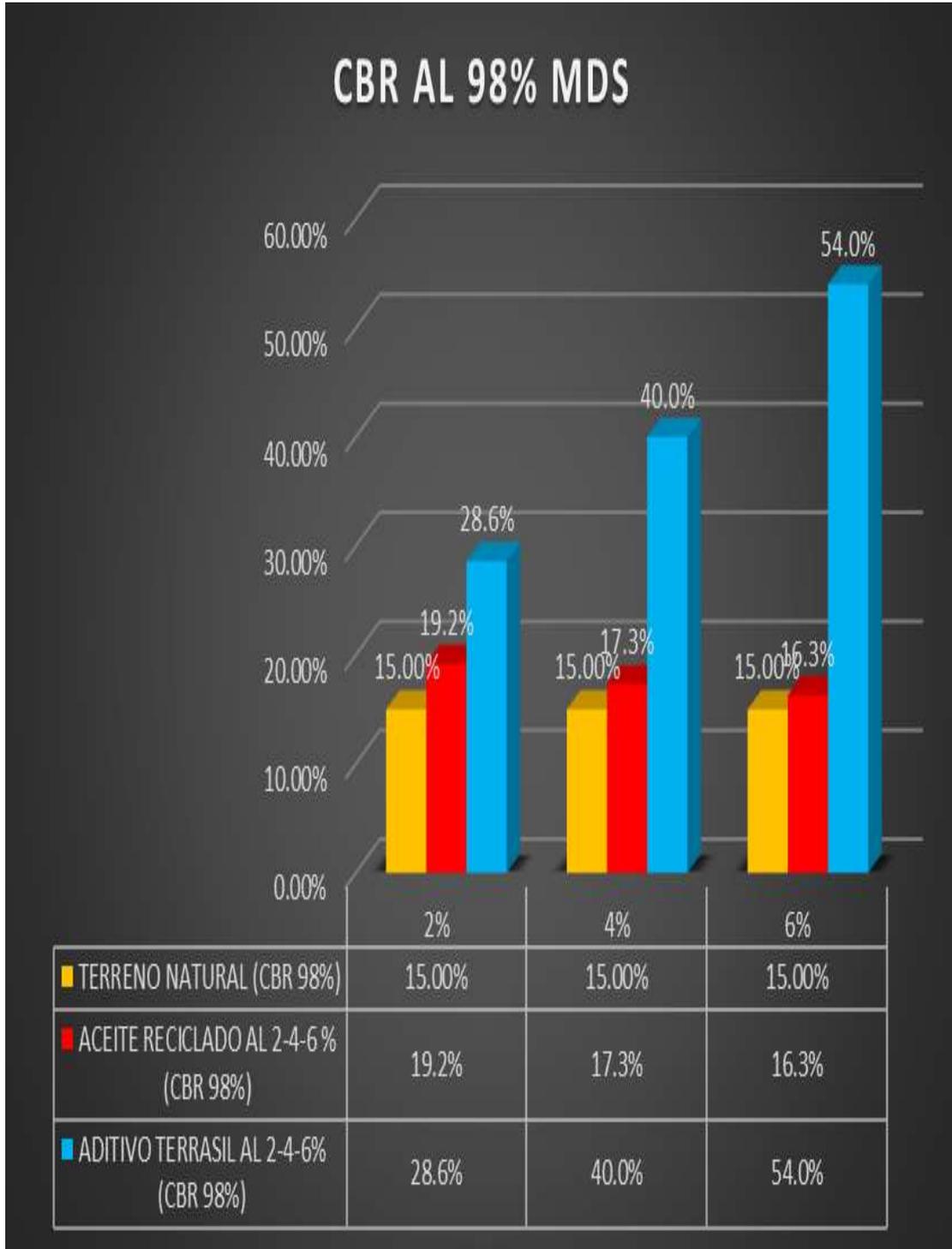
Realizar en análisis comparativo de los resultados de la estabilización de la subrasante con aceite reciclado y aditivo terrasil en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022

Tabla 23. Ensayo CBR estado natural + adición de aceite reciclado y aditivo terrasil.



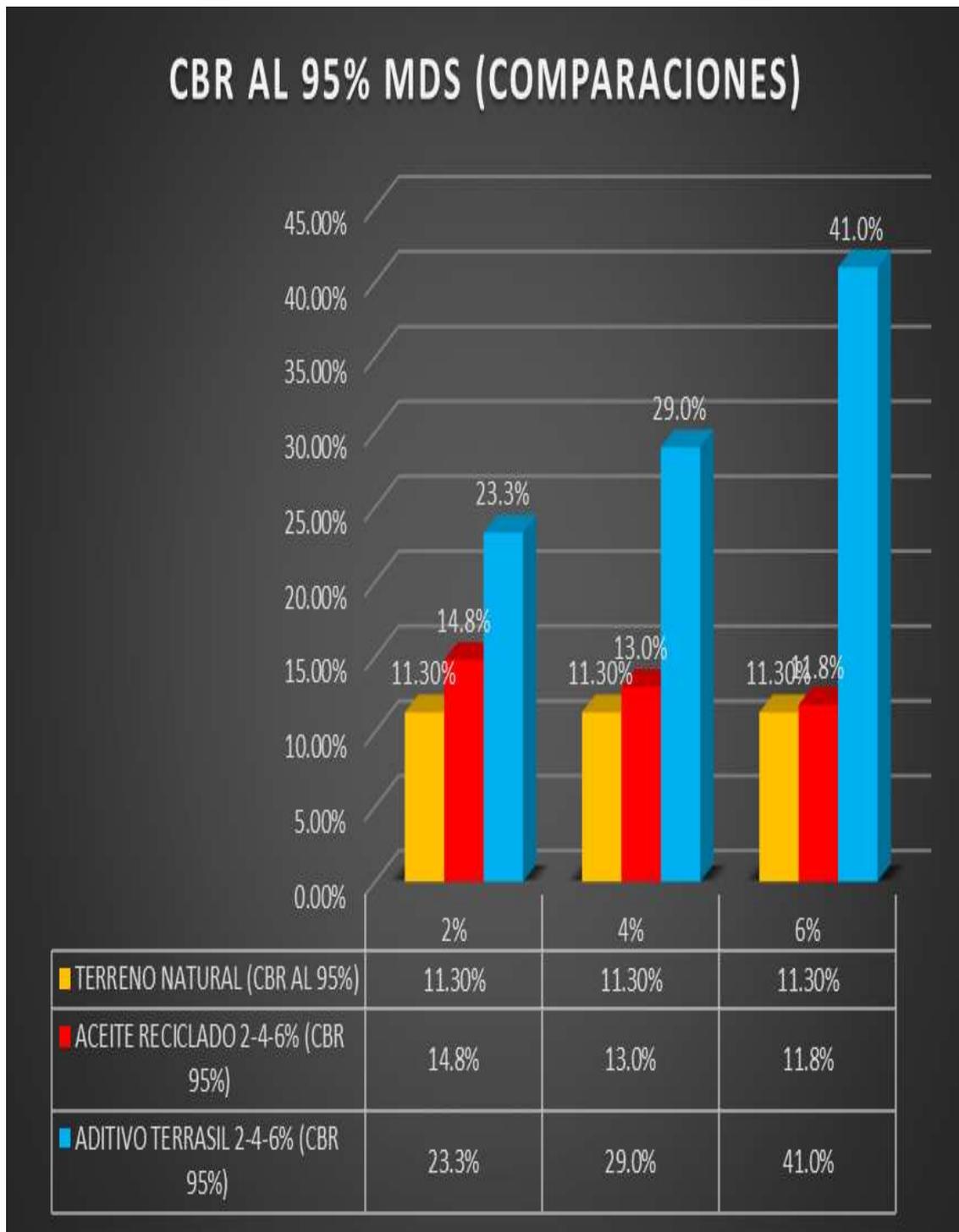
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. Ensayo CBR estado natural + adición de aceite reciclado y aditivo terrasil.



Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 25. Ensayo CBR estado natural + adición de aceite reciclado y aditivo terrasil.



Fuente: *Elaboración propia.*

Interpretación: Según lo analizado en los diferentes ensayos, es considerable lo que se observa en las adiciones de aditivo terrasil en los porcentajes 2%, 4% y 6% es por ello como se observa en la tabla 25, lo analizaremos de acuerdo con el manual de carreteras (2014), cuadro 4.10 (categorías de Subrasante), al 95 % de la MDS, empezamos con un suelo natural al 95% de la MDS; al terreno natural para todas las muestras es de CBR 11.30% por lo cual para la primera muestra se añadió el 2% de aceite reciclado y 2 % de aditivo terrasil el aceite reciclado aumentó el CBR un 3.5% del terreno natural y el aditivo terrasil 12% CBR del terreno natural, teniendo una diferencia más del aditivo terrasil que llegó a un 23.3% CBR pasando de un Subrasante S₃ Buena del terreno natural a Subrasante S₄ Muy Buena, para el segundo ensayo se añadió el 4% de aceite reciclado y 4% de aditivo terrasil, el aceite reciclado aumento 1.7% del terreno natural y el aditivo terrasil 17.7% del terreno natural teniendo una diferencia más del aditivo terrasil que llegó a un 29% pasando de un subrasante S₃ Buena del terreno natural a a Subrasante S₄ Muy Buena, para el tercer ensayo al 6 % de aceite reciclado y 6 % aditivo terrasil, el aceite reciclado aumento 0.5% del terreno natural y el aditivo terrasil 29.7% del terreno natural teniendo una diferencia más del aditivo terrasil que llegó a un 41.0% pasando de a Subrasante S₃ Muy Buena del terreno natural a un CBR S₅ Subrasante Excelente.

Dando como resultado que al comparar las diferentes dosificaciones tanto de aceite reciclado y aditivo terrasil en los porcentajes 2%, 4% y 6%, analizados según el cuadro 4.10 (categorías de Subrasante), donde el porcentaje adecuado es el 6% llegando a un 41%, con CBR S₅ Subrasante Excelente.

V DISCUSIÓN

Después de haber obtenido los resultados de los laboratorios y de haberlos interpretados, vamos a hacer la respectiva comparación con los antecedentes para poder medir a qué medida a llegado a variar las propiedades física mecánicas del suelo natural e incorporando el aceite reciclado y aditivo terrasil a porcentajes que se mencionan.

Patín (2018), en cuanto a su estudio que realizó de la estabilización de suelos arenosos con aceite reciclado quemado obtuvo que el porcentaje adecuado para mejorar el suelo está entre los 10% y 11%, por lo cual en mis ensayos que realice no coincido a que al mayor porcentaje mejora por lo que al mayor porcentaje que fueron adicionados al 2%, 4% y 6% iba en descenso su CBR, llegando a la conclusión que al mayor porcentaje disminuía su CBR y el óptimo era al 2%.

Ñaupari (2021), indica en su estudio realizado para la estabilización de una arena arcillosa de mediana plasticidad analizando el CBR, utilizó los porcentajes de 1%, 2% y 3% para perfeccionar las propiedades físico-mecánicas del suelo, en lo cual con respecto a nuestra investigación si coincidimos con su investigación ya que nuestro optimo CBR con aceite reciclado está en el 2% de adición de aceite reciclado llegando a concordar con su investigación.

Pérez (2017), en su proyecto de investigación estabilización de la subrasante mediante el uso de aceite reciclado concluyo que al incorporar aceite reciclado al 2% y 4% fueron los resultados más favorables teniendo un aumento del 8.51% del CBR al 95%, en lo cual en coincidimos en un porcentaje que es el 2% del porcentaje adecuado para una mejor estabilización del CBR

VI CONCLUSIONES

- 1 A través de esta investigación se determinó el análisis comparativo entre aditivo terrasil y aceite reciclado para la estabilización de la subrasante; finalizados los ensayos elaborados en el laboratorio, se concluye que al acrecentar aceite reciclado en proporciones de 2%, 4% y 6% mejora las propiedades mecánicas, incremento el valor del California Bearing Ratio hasta un 14.80%, mientras que al acrecentar aditivo terrasil en proporciones de 2%, 4% y 6% incremento el valor del California Bearing Ratio hasta un 41.00% en asimilación al espécimen estándar.
- 2 Se determinó las características físicas y mecánicas de la subrasante; por medio de los ensayos efectuados al suelo en estado natural con el propósito de definir el tipo de suelo, se encontró (SM, SP, SP y SC-SM) conforme al sistema de clasificación SUCS, sin embargo, según la asociación AASHTO predominó el tipo de suelo A-4 (suelos limosos), terreno de fundación regular a malo; resultados obtenidos mediante el ensayo de análisis Granulométrico por Tamizado.
- 3 Se determinó el porcentaje adecuado de aceite reciclado para el mejoramiento de la subrasante; se confirmó que al adicionar aceite reciclado al suelo en estado natural mejora el índice de CBR; Sin embargo, al acrecentar en dosificaciones de 2%, 4% y 6% disminuye el valor del California Bearing Ratio; Por lo tanto, la elección más confiable para el uso de dicho estabilizante es al 2%.
- 4 Se determinó el porcentaje adecuado de aditivo terrasil para el mejoramiento de la subrasante; se confirmó que al adicionar aditivo terrasil al suelo en estado natural mejora el índice de CBR. Sin embargo, al acrecentar en dosificaciones de 2%, 4% y 6% incrementa el valor del California Bearing Ratio; Por lo tanto, la elección más confiable para el uso de dicho estabilizante es al 6%.
- 5 En este proyecto se realizó el análisis comparativo de los resultados de la estabilización de la subrasante con aceite reciclado y aditivo terrasil, por

lo que se concluye que el aditivo terrasil brinda mejores resultados incorporándolo a la subrasante en estado natural debido a que mejora la capacidad de soporte como también sus propiedades físicas y mecánicas del suelo; pasando de una subrasante buena a una excelente siendo necesario utilizar la proporción de 6% de aditivo terrasil.

VII RECOMENDACIONES

Para el mejoramiento del California Bearing Ratio en suelos granulares, se recomienda utilizar aditivo terrasil en una dosificación de 4% al 6% para obtener el índice óptimo de CBR, en consecuencia, pueda ser clasificada como una subrasante excelente.

Para la clasificación del suelo mediante los ensayos de Granulometría y Límites de Atterberg, se recomienda que las muestras de suelo eviten ser contaminadas, además es necesario codificarlas en cada uno de los recipientes utilizados en el laboratorio de modo que facilite su reconocimiento, para obviar desconcierto y estas no perjudiquen los resultados.

Para el ensayo de CBR, se recomienda que el contenido de humedad no debe exceder lo establecido en el ensayo del Proctor Modificado, además sugerimos seguir investigando el aceite reciclado para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo para lograr incrementar el valor del CBR.

Se recomienda seguir las instrucciones brindadas en la ficha técnica al momento de manipular un producto químico como es el aditivo terrasil, ya que este aditivo puede ser perjudicial para la salud si no se le llega a dar una manipulación adecuada.

Se recomienda realizar la estabilización de una subrasante con la finalidad de mejorar las propiedades del suelo con el propósito de disminuir las capas superiores del pavimento y con ello evitar la pérdida de dinero en reconstrucción. También sugerimos que los equipos utilizados para realizar ensayos en el laboratorio deberán garantizar su certificación de calibración de tal forma que nos puedan manifestar resultados objetivos y excelentes.

REFERENCIAS

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2018. *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras.* Lima : s.n., 2018. pág. 11.

Angel, Santa Cruz Buendia Miguel. 2018. *Efectos del aceite quemado en las propiedades mecánicas del suelo cohesivo, Satipo, Junín.* Satipo : Para optar por el título profesional de Ingeniero Civil, 2018.

Arteaga, Gabriel. 2020. *Enfoque cuantitativo: métodos, fortalezas y debilidades.* España : testsiteforme, 2020.

ATSDR Agendica para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. 2016. Aceite usado de cárter (Aceite usado de motor) (Used Mineral-Based Crankcase Oil). *ATSDR Agendica para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades.* [En línea] 6 de mayo de 2016.
https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts102.html.

autofacil. 2019. Aceite usado de motor, un residuo con varias vidas. *autofacil.* [En línea] 10 de septiembre de 2019. [Citado el: 06 de Junio de 2022.]
<https://www.autofacil.es/reportajes/aceite-usado-de-motor-un-residuo-con-varias-vidas/3861.html>.

Cabrejos García, Jehimy Joey y Murga Rivera, Dante. 2021. *ESTABILIZACIÓN DE AFIRMADOS CON RESIDUOS DE.* UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA. Nuevo Chimbote : TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL, 2021.

Cabrejos García, Jehimy Joey y Jeery Werllintong Dante, Murga Rivera. 2021. *Estabilización de afirmados con residuos de lubricantes vehicular en el camino rural del Centro Poblado de Cambio Puente – Chimbote.* Chimbote : s.n., 2021.

Castellanos, Luis. 2017. Metodología de la Investigación. *Técnica de Observación.* [En línea] 7 de Marzo de 2017. [Citado el: 25 de Junio de 2022.]
<https://lcmetodologiainvestigacion.wordpress.com/>.

Díaz, Toledo. 2016. *Población y Muestra.* 2016. págs. 245-247.

Dirección General de Inversión Pública-DGIP. 2015. *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras.* Lima : JMD s.r.l., 2015. pág. 12.

Jalanoca Ccama, Freyre Veliz. 2021. “*Mejoramiento de la subrasante incorporando el aceite residual de vehículos motorizados en la carretera Platería Perka, Puno 2021*”. Puno : Tesis para obtener el título profesional de Ing. civil., 2021.

Losada, José. 2014. *Investigación Aplicada: Definición,*. Quito,Ecuador : s.n., 2014.

Moncayo Basante, Jaime Daniel. 2018. *Estudio del efecto del aceite de motor usado, en la resistencia a corte y CBR de los suelos finos (MH) en la ciudad de Cali.* Cali : s.n., 2018.

Ñaupari Aparco, Jordan Matheus. 2021. *PROPUESTA DE ESTABILIZACION DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD MAXIMA.* Lima : Tesis para optar el título profesional de: Ing. Civil, 2021.

—. **2021.** *Propuesta de estabilización de una arena arcillosa de mediana plasticidad analizado el CBR, óptimo contenido de humedad y densidad maxima seca utilizando cal al 2%, 4 y 6% y aceite sulfonado al 1%, 2% y 3%.* Lima Norte 2021. Lima : s.n., 2021.

Optimasoil. 2020. Terrasil. *Optimasoil.* [En línea] 2020. [Citado el: 06 de Julio de 2022.] <https://www.optimasoil.com/terrasil/>.

PÁEZ RUANO, JOHN EDUARD y DÍAZ CRUZ, LUIS FERNANDO. 2019. *Influencia de la adición de aceite sulfonado en la respuesta dinámica a pequeñas deformaciones de un material granular.* Bogota : Trabajo de grado para optar el título de Magíster en Infraestructura Vial, 2019.

Páez Ruano, John Eduard y Díaz Cruz, Luís Fernando. 2019. *INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE ACEITE SULFONADO EN LA RESPUESTA*. Bogota : Trabajo de grado para optar el título de Magíster en Infraestructura Vial, 2019.

Patín Patín, Ángel Arcángel. 2018. *Reciclado de aceite quemado de vehículo en la estabilización de suelos arenosos*. Riobamba : s.n., 2018.

Patín Patín, Ángel Arcángel. 2018. *“Reciclado de aceite quemado de vehículos en la estabilización de suelos arenosos”*. Riobamba : Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniería Civil, 2018.

Sepúlveda Vásquez, Marysol . 2021. *Evaluación de aceites industriales usados para su uso en la síntesis de un estabilizante*. Medellín : Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero de Materiales, 2021.

Técnicas de investigación. 2022. Editorial Etecé. *Técnicas de investigación*. [En línea] 5 de mayo de 2022. [Citado el: 25 de Junio de 2022.] <https://concepto.de/tecnicas-de-investigacion/>.

Tesis y Másters. 2021. Instrumentos para recolectar datos. *Tesis y Másters*. [En línea] 2 de Junio de 2021. [Citado el: 25 de Junio de 2022.] <https://tesisymasters.mx/instrumentos-de-recoleccion-de-datos/>.

Tuscano Perez, Mary. 2017. *Estabilización de subrasante mediante el uso de aceite reciclado en carretera, circuito cruz de paz palian - el tambo – Huancayo 2017*. Universidad César Vallejo. Huancayo : s.n., 2017.

Ventura Laredo, Jackeline Allison. 2021. *“Adición de aceite quemado y caucho reciclado para la estabilización de suelo cohesivo de subrasante Punchauca,*. Lima : TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE : ING. CIVIL, 2021.

Westreicher, Guillermo. 2021. *Diseño experimental*. España : s.n., 2021.

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

AUTORES:	PACHERRES CAYETANO SEGUNDO JESÚS		
	SAAVEDRA SANDOVAL CARLOS ENRIQUE		
TITULO DEL PROYECTO DE TESIS:	ANALISIS COMPARATIVO ENTRE ACEITE REICLADO Y ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SÁNCHEZ CERRO, LA UNIÓN - PIURA 2022.		
REALIDAD PROBLEMÁTICA	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS
	General	General	General
<p>"Una de las construcciones que existen en la Ingeniería son las obras viales, que son de mucha importancia ya que unen a diversos lugares al igual de servir como vías de acceso a diferentes puntos de nuestro país, haciendo que haya una mejor transitabilidad y así facilitar a los usuarios que circulan por las carreteras. en nuestro contexto podemos encontrar suelos que presentan características que dan lugar a reconocer a simple vista un suelo inadecuado para todo tipo de infraestructura, dicha problemática es la que presenta la sub-rasante de la avenida Sánchez Cerró en el C.P. 19 de Agosto, distrito de la Unión, en esta zona no cuenta con una estructura de pavimentación, la sub-rasante se va cada día deteriorándose debido a múltiples factores ocasionando que se dañe por completo el suelo, ya que en esta vía es frecuente que circulen vehículos pesados, es por ello que se va a realizar un mejoramiento de la sub-rasante para dicha avenida."</p>	¿Cuál es el análisis comparativo entre aceite reciclado y aditivo terrasil para el mejoramiento de la subrasante en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022?	Determinar el análisis comparativo entre aceite reciclado y aditivo terrasil para el mejoramiento de la subrasante en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022	El análisis comparativo entre aceite reciclado y aditivo terrasil mejora significativamente la subrasante en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022
	Específicos	Específicos	Específicos
	¿Cuáles son las características físicas y mecánicas de la subrasante en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022?	Determinar las características físicas y mecánicas de la subrasante en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022.	Conocer las características físicas y mecánicas del suelo nos permite establecer su utilidad y/o descarte para la estabilización de la subrasante.
	¿Cuál es el porcentaje adecuado de aceite reciclado para el mejoramiento de la subrasante en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022?	Determinar el porcentaje adecuado de aceite reciclado para el mejoramiento de la subrasante en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022	El porcentaje adecuado de aceite reciclado mejora significativamente la subrasante en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022
	¿Cuál es el porcentaje adecuado de aditivo terrasil para el mejoramiento de la subrasante en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022?	Determinar el porcentaje adecuado de aditivo terrasil para el mejoramiento de la subrasante en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022	El porcentaje adecuado de aditivo terrasil mejora significativamente la subrasante en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022
¿Cuáles son los resultados obtenidos del mejoramiento de la subrasante entre aceite reciclado y aditivo terrasil en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022?	Realizar en análisis comparativo de los resultados de la estabilización de la subrasante con aceite reciclado y aditivo terrasil en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022	La comparación de aceite reciclado y aditivo nos permite seleccionar el más eficiente y económico en la avenida Sánchez Cerró, la Unión - Piura 2022	

FUENTE: Elaboración propia, 2022.

Anexo. Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Mejoramiento de la subrasante	terreno que se ha terminado del pavimento a niveles de movimiento de tierras (corte y relleno), en los cuales se ubica la estructura del afirmado. De igual forma funciona como el asiento directo del terreno ya que forma parte del prisma del pavimento. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018 pág. 11).	La variable dependiente que es el mejoramiento de la subrasante tiene tres dimensiones, seis indicadores en lo cual se está mostrando a continuación.	Propiedades del suelo	Granulometría	Razón
				Límites de atterberg	
			Proctor modificado	Clasificación de los suelos (SUCS AASHTO)	
				Máxima densidad seca	
CBR	Optimo contenido de humedad Capacidad resistente al suelo				
VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Aceite reciclado	procede de una parte del motor de los vehículos que son muy contaminantes, ya que contienen metales pesados y contiene un poco porcentaje de biodegradabilidad, y es por ello por lo que demanda de un apropiado tratamiento y de igual forma que se dé un buen correcto gestionamiento. (autofacil, 2019)	La variable de aceite reciclado, para su mejor comprensión se ha dividido en dimensiones que están explicadas a continuación	Dosificación	S + 2%, 4% y 6% aceite reciclado	Razón
aditivo terrasil	El aditivo que ayuda en el mejoramiento de los suelos ya que ayuda tanto en mejoras las propiedades hidráulicas y mecánicas ya que puede ayudar en gran manera contra el agua, ya que es un aditivo de quinta generación llegando a permeabilizar de forma permanente los áridos, es por ello por lo que de igual forma ayuda a mejorar su compactación inclusive sin tener mayor humedad cuando haya sido compactado. E incluso ayuda en aumentar los valore del CBR, también ayudando a reducir la plasticidad del terreno. (Optimasoil, 2020)	Para determinar qué porcentaje logra aumentar la capacidad de soporte se procedió hacer la siguiente dimensión.	Dosificación	S + 2%, 4% y 6% aditivo terrasil	Razón

FUENTE: Elaboración propia, 2022.

Anexo. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

OBJETIVO ESPECÍFICO	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTO	LOGRO
Identificar las fallas que presenta la subrasante aplicando el método del MTC en la avenida Sánchez Cerró, La Unión - Piura 2022.	Sub rasante de la avenida Sánchez Cerró, La Unión - Piura 2022.	Exploración de campo	Ficha: Catálogo de fallas o deterioros	Se identificarán los tipos de fallas que se observan in situ.
Determinar las características físicas y mecánicas de la subrasante en estado natural aplicando ensayos en el laboratorio con las muestras de la avenida Sánchez Cerró, La Unión - Piura 2022.	Características físicas y mecánicas de la avenida Sánchez Cerró, La Unión - Piura 2022.	Análisis documental	Clasificación de suelos (SUCS Y AASHTO)	Se determinan las características físicas y mecánicas de la subrasante
Determinar el porcentaje adecuado de aceite reciclado para el mejoramiento de la subrasante aplicando ensayos en el laboratorio con las muestras de la avenida Sánchez Cerró, La Unión - Piura 2022.	Porcentaje adecuado de aceite reciclado de la avenida Sánchez Cerró, La Unión - Piura 2022.	Análisis documental	Manual de carreteras - Conservación vial (MTC)	Se determinará el porcentaje adecuado de aceite reciclado para el mejoramiento de la subrasante
Determinar el porcentaje adecuado de aditivo terrasil para el mejoramiento de la subrasante aplicando ensayos en el laboratorio con las muestras de la avenida Sánchez Cerró, La Unión - Piura 2022.	Porcentaje adecuado de aditivo terrasil de la avenida Sánchez Cerró, La Unión - Piura 2022.	Análisis documental	Manual de carreteras - Conservación vial (MTC)	Se determinará el porcentaje adecuado de aditivo terrasil para el mejoramiento de la subrasante

FUENTE: Elaboración propia, 2022.



GEOSLIDE

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (W)

NTP 339.127 - ASTM D-2216

TESIS	:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ACEITE RECICLADO Y ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE EN LA AV. SANCHEZ CERRO LA UNION, PIURA 2022
TESISTAS	:	SAAVEDRA SANDOVAL CARLOS ENRIQUE Y PACHERRES CAYETANO SEGUNDO JESUS.
MUESTRA	:	CALICATAS
FECHA	:	4/10/2022

MUESTRA	PROF. m.	TARRO N°	PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)			PESO (Gr.)		HUMEDAD %
			+SUELO HUMEDO	+SUELO SECO	VACIO	AGUA	SUELO SECO	
C - 1	0.00 - 1.60	62	218.20	215.30	41.50	2.90	173.80	1.67
C - 2	0.00 - 1.70	18	265.00	263.20	38.00	1.80	225.20	0.80
C - 3	0.00 - 1.50	43	226.60	224.80	40.00	1.80	184.80	0.97
C - 4	0.00 - 1.60	28	204.40	201.00	37.50	3.40	163.50	2.08



Diomedes Torres Martín Oyola Zapata
INGENIERO GEOLOGO
C.I.P. N° 85028

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslideperu / 051 - 998063774



GEOSLIDE

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D-422, AASHTO T88, MTC E 107-2000, NTP 339.128

TESIS	:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ACEITE RECICLADO Y ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AV. SANCHEZ CERRO LA UNIÓN, PIURA 2022
TESISTAS	:	SAAVEDRA SANDOVAL CARLOS ENRIQUE Y PACHERRES CAYETANO SEGUNDO JESUS
MUESTRA	:	CALICATA C - 1 PROF. 0.00 - 1.60m.
FECHA	:	4/10/2022

TAMIZ		CALICATA C - 1		GRAFICA DEL ANALISIS MECANICO
STANDARD Nº	TAMAJÑO mm	% RETENIDO	% QUE PASA	
5" n.n	127.000			
3"	76.200			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050			
1/2"	12.700			
3/8"	9.520			
1/4"	6.500			
Nº4	4.750			
" 8	2.380			
" 10	2.000			
" 16	1.190			
" 20	0.840		100.00	
" 30	0.590	0.05	99.95	
" 40	0.425	0.53	99.42	
" 50	0.297	3.16	96.26	
" 70	0.212	6.58	89.66	
" 100	0.150	12.11	77.58	
" 140	0.106	40.79	36.79	
" 170	0.089	13.68	23.11	
" 200	0.074	4.21	18.89	
-200		18.89	0.00	
GRAVAS		0.00	<u>Observaciones:</u>	
ARENAS		81.11	Arena limosa	
LIPOS - ARCILLAS		18.89		
CLASIFICACION SLCS		SM		

Diomedes Marcos Martín Oyola Zapata
 INGENIERO GEOLOGO
 C.I.P. N° 85028

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslideperu / 051 - 998063774



GEOSLIDE

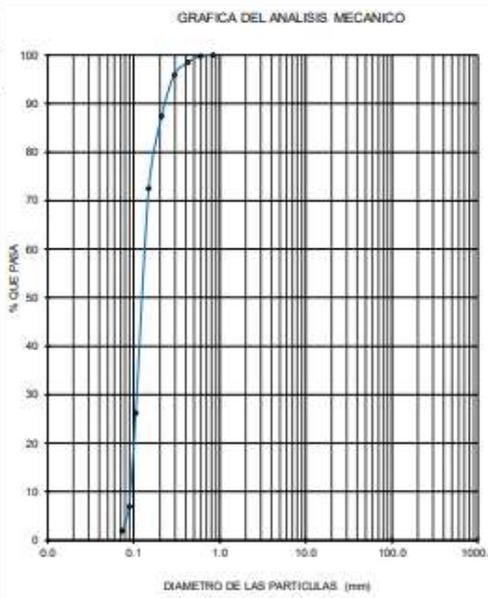
ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D-422, AASHTO T88, MTC E 107-2000, NTP 339.128

TESIS	1	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ACEITE RECICLADO Y ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AV. SANCHEZ CERRO LA UNIÓN, PIURA 2022
TESISTAS		SAAVEDRA SANDOVAL CARLOS ENRIQUE Y PACHERRERES CAYETANO SEGUNDO JESUS
MUESTRA	1	CALICATA C - 2 PROF. 0.00 - 1.70m.
FECHA	1	4/10/2022

TAMIZ		CALICATA C - 2	
STANDARD Nº	TAMAÑO mm.	% RETENIDO	% QUE PASA
5"	127.000		
3"	76.200		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.700		
3/8"	9.520		
5/16"	6.500		
Nº4	4.750		
"8	2.380		
"10	2.000		
"16	1.190		
"20	0.840		100.00
"30	0.590	0.23	99.77
"40	0.425	1.28	98.49
"50	0.297	2.53	95.94
"70	0.212	8.51	87.43
"100	0.150	14.89	72.53
"140	0.106	46.38	26.15
"170	0.089	19.15	7.00
"200	0.074	5.11	1.89
-200		1.89	0.00
GRAVAS		0.00	Observaciones:
ARENAS		98.11	Arena fina
LIQMS - ARCILLAS		1.89	
CLASIFICACION SUCS		SP	



Diomedes Marcos Marti Oyola Zapata
INGENIERO GEOLÓGO
C.I.P. N° 83028

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslideperu / 051 - 998063774



GEOSLIDE

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D-422, AASHTO T88, MTC E 107-2000, NTP 339.128

TESIS	:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ACEITE RECICLADO Y ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AV. SANCHEZ CERRO LA UNIÓN, PIURA 2022
TESISTAS	:	SAAVEDRA SANDOVAL CARLOS ENRIQUE Y PACHERRES CAYETANO SEGUNDO JESUS
MUESTRA	:	CALICATA C - 3 PROF. 0.00 - 1.50m.
FECHA	:	4/10/2022

TAMIZ		CALICATA C - 3		GRAFICA DEL ANALISIS MECANICO
STANDARD N°	TAMAMPO mm.	% RETENIDO	% QUE PASA	
5"	127.000			
3"	76.200			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050			
1/2"	12.700			
3/8"	9.520			
1/4"	6.500			
N°4	4.760			
" 8	2.380			
* 10	2.000			
* 16	1.190			
* 20	0.840		100.00	
* 30	0.590	0.34	99.66	
* 40	0.425	1.22	98.45	
* 50	0.297	3.66	94.79	
* 75	0.212	8.02	86.77	
* 100	0.150	16.14	70.61	
* 140	0.106	53.35	17.26	
* 170	0.089	12.20	5.06	
* 200	0.074	3.05	2.01	
- 200		2.01	0.00	
GRAVAS		0.00	Observaciones:	
ARENAS		97.99	Arena fina	
LIJOS - ARCILLAS		2.01		
CLASIFICACION SUCS		SP		

Diomedes Trujillo
 INGENIERO GEOLÓGO
 C.I. N° 85028



geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslideperu / 051 - 998063774



GEOSLIDE

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D-422, AASHTO T88, MTC E 107-2000, NTP 339.128

TESIS	:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ACEITE RECICLADO Y ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AV. SANCHEZ CERRO LA UNIÓN, PIURA, 2022
TESISTAS	:	SAAVEDRA SANDOVAL CARLOS ENRIQUE Y PACHERRES CAYETANO SEGUNDO JESUS
MUESTRA	:	CALICATA C - 4 PROF. 0.00 - 1.60m.
FECHA	:	4/10/2022

TAMIZ		CALICATA C - 4		GRAFICA DEL ANALISIS MECANICO
STANDARD Nº	TAMANO mm.	% RETENIDO	% QUE PASA	
5" mm	127.000			
3"	76.200			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050			
1/2"	12.700			
3/8"	9.520			
5/4"	6.500			
Nº4	4.750			
" 8	2.380			
" 10	2.000			
" 16	1.190			
" 20	0.840		100.00	
" 30	0.500	0.27	99.73	
" 40	0.425	0.61	99.39	
" 50	0.297	2.04	97.96	
" 70	0.212	6.32	93.68	
" 100	0.150	12.65	87.35	
" 140	0.106	42.88	57.12	
" 170	0.089	11.63	88.37	
" 200	0.074	2.76	97.24	
-200		21.06	78.94	
GRAVAS		0.00		Observaciones: Arena limo-arcillosa
ARENAS		78.94		
LIMOS - ARCILLAS		21.06		
CLASIFICACION SUCS		SC-SM		

Diomedes Marco Martín Oyola Zapata
 INGENIERO GEOLOGO
 C.I.E. N° 85028

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslideperu / 051 - 998063774



GEOSLIDE

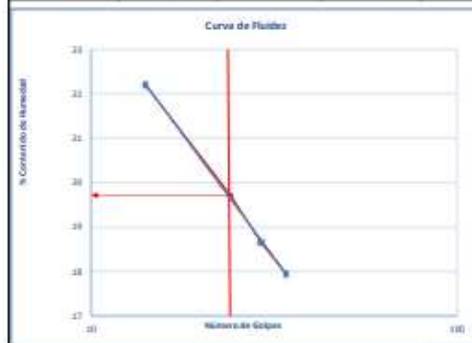
ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

LIMITES DE ATTERBERG

TESIS	:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ACEITE RECICLADO Y ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE EN LA AV. SANCHEZ CERRO LA UNIÓN, PIURA 2022
MUESTRA	:	SAAVEDRA SANDOVAL CARLOS ENRIQUE Y PACHERRES CAYETANO SEGUNDO JESUS
UBICACIÓN	:	CALICATA C - 1 PROF. 0.00 - 1.60m.
FECHA	:	4/10/2022

1.- LIMITE LIQUIDO - NORMA ASTM 423-66							
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
14	1B	27.80	25.20	2.60	13.50	11.70	22.22
24	2B	25.69	23.60	2.09	13.00	10.60	19.72
29	3A	23.30	21.60	1.70	12.50	9.10	18.68
34	1A	24.95	23.10	1.85	12.80	10.30	17.96

2.- LIMITE PLASTICO - NORMA ASTM D424-59							
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	LIMITE PLASTICO %
210	30.76	28.50	2.26	15.50	13.00	17.38	16.69
295	30.00	28.00	2.00	15.50	12.50	16.00	



Limite Liquido	LL %	19.75
Limite Plastico	LP %	16.69
Indice Plastic	IP %	3.06


 Diomedes Inesca Marti Oyola Zapata
 INGENIERO GEOLOGO
 C.I.P. N° 85028

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
[@geoslideperu](https://www.instagram.com/geoslideperu) / 051 - 998063774

LIMITES DE ATTERBERG

TESIS	:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ACEITE RECICLADO Y ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE EN LA AV. SANCHEZ CERRO LA UNIÓN, PIURA 2022
MUESTRA	:	SAAVEDRA SANDOVAL CARLOS ENRIQUE Y PACHERRES CAYETANO SEGUNDO JESUS
UBICACIÓN	:	CALICATA C - 2 PROF. 0.00 - 1.70m.
FECHA	:	4/10/2022

1.- LIMITE LIQUIDO - NORMA ASTM 423-66							
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
NO PLÁSTICO							
2.- LIMITE PLASTICO - NORMA ASTM D424-59							
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	LIMITE PLASTICO %
							0.00



Limite Liquido LL % 0.00
 Limite Plastico LP % 0.00
 Índice Plasticic IP. % 0.00

Diomedes Marcos Martín Oyola Zapata
 INGENIERO GEOLÓGO
 C.I.P. N° 85028



GEOSLIDE

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

LIMITES DE ATTERBERG

TESIS	:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ACEITE RECICLADO Y ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE EN LA AV. SANCHEZ CERRO LA UNIÓN, PIURA 2022
MUESTRA	:	SAAVEDRA SANDOVAL CARLOS ENRIQUE Y PACHERRES CAYETANO SEGUNDO JESÚS
UBICACIÓN	:	CALICATA C - 3 PROF. 0.00 - 1.50m.
FECHA	:	4/10/2022

1.- LIMITE LIQUIDO - NORMA ASTM 423-66							
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
NO PLÁSTICO							
2.- LIMITE PLASTICO - NORMA ASTM D424-59							
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	LIMITE PLASTICO %
							0.00



Limite Liquido LL % 0.00
 Limite Plastico LP % 0.00
 Indice Plasticidad IP % 0.00

Diomedes Marcos Martín Oyola Zapata
 INGENIERO GEOLOGO
 C.I.P. N° 85028

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslideperu / 051 - 998063774



GEOSLIDE

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

LIMITES DE ATTERBERG

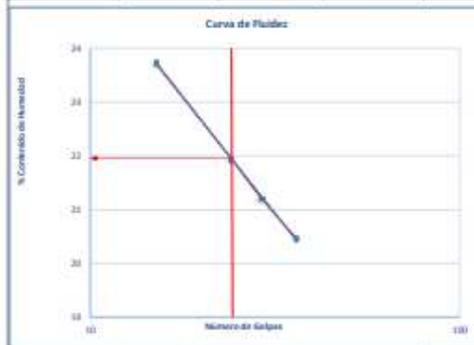
TESIS	:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ACEITE RECICLADO Y ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE EN LA AV. SANCHEZ CERRO LA UNIÓN, PIURA 2022.
MUESTRA	:	SAAVEDRA SANDOVAL CARLOS ENRIQUE Y PACHERRES CAYETANO SEGUNDO JESUS.
UBICACIÓN	:	CALCATA C - 4 PROF. 0.00 - 1.60m.
FECHA	:	4/10/2022

1.- LIMITE LIQUIDO - NORMA ASTM 423-66

NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
15	1	29.17	25.30	3.87	9.00	16.30	23.74
24	2	28.20	24.60	3.60	8.20	16.40	21.95
29	4	28.40	24.90	3.50	8.40	16.50	21.21
36	3	28.90	25.50	3.40	8.90	16.60	20.48

2.- LIMITE PLASTICO - NORMA ASTM D424-59

CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	LIMITE PLASTICO %
R6	25.25	23.50	1.75	13.20	10.30	16.94	16.90
R7	24.74	23.00	1.74	12.70	10.30	16.85	



Limite Liquido LL % **22.00**

Limite Plastico LP % **16.90**

Indice Plasticidad IP % **5.10**

[Signature]
 Diomedes Marcos Martín Oyola Zapata
 INGENIERO GEOLÓGO
 C.I.P. N° 85028

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
 @geoslideperu / 051 - 998063774



GEOSLIDE

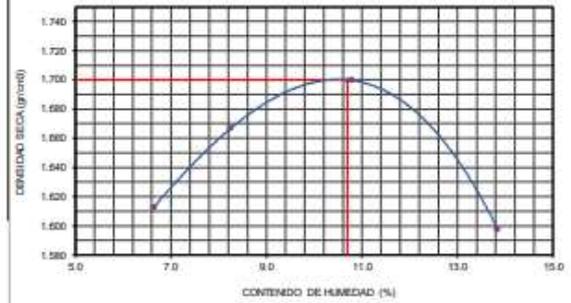
ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

NTP 330.141.1999 - MTC E 115 - ASTM D1557 - AASHTO 1804.

TESIS	:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ACEITE RECICLADO Y ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE EN LA AV. SANCHEZ CERRO LA UNION, PIURA 2022.
MUESTRA	:	SAAVEDRA SANDOVAL CARLOS ENRIQUE Y PACHERRES CAVETANO SEGUNDO JESUS
UBICACIÓN	:	CALICATA C - 1 PROF. 0.00 - 1.50m.
FECHA	:	4/10/2022

DENSIDAD	UNIDADES	1	2	3	4
1- Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	7750.0	7920.0	8080.0	7950.0
2- Peso Molde	gr.	4270.8	4270.8	4270.8	4270.8
3- Peso del Suelo Humedo (1-2)	gr.	3479.2	3649.2	3809.2	3679.2
4- Volumen Molde	cm ³	2023.0	2023.0	2023.0	2023.0
5- Densidad Suelo Humedo (3/4)	gr/cm ³	1.720	1.804	1.883	1.819
HUMEDAD	UNIDADES	1	2	3	4
6- Peso Tara y Suelo Humedo	gr.	174.00	200.50	153.50	142.00
7- Peso Tara y Suelo Seco	gr.	165.50	188.20	142.60	129.60
8- Peso Tara	gr.	37.50	39.00	41.50	40.00
9- Peso Agua (6-7)	gr.	8.50	12.30	10.90	12.40
10- Peso Suelo Seco (7-8)	gr.	128.00	149.20	101.10	89.60
11- Humedad % (9/10)x100	%	6.64	8.24	10.78	13.84
12- Densidad Seca (gr/cm ³	1.61	1.67	1.70	1.60



CALICATA C - 1

MOLDE N°	4
N° CAPAS	5
PESO MARTILLO	10 lb
ALTURA DE CAIDA	18 Pulg.
N° GOLPES x CAPA	30

DENSIDAD MAXIMA
1.700 Gr/cm³

HUMEDAD OPTIMA
10.700 %

Diomedes Marcos Martín Oyola Zapata
INGENIERO GEÓLOGO
C.I.P. N° 85028

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslideperu / 051 - 998063774



GEOSLIDE

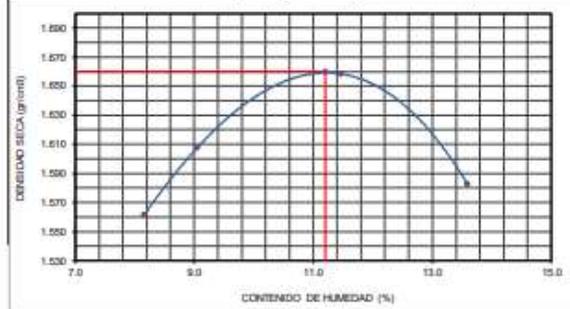
ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

NTP 339.141.1999 - MTC E 113 - ASTM D1557 - AASHTO 180A

TESIS	:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ACEITE RECICLADO Y ACETIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE EN LA AV. SÁNCHEZ CERRO LA UNIÓN, PIURA 2022	
MUESTRA	:	SAAVEDRA SANDOVAL CARLOS ENRIQUE Y PACHERRES CAVETANO SEGUNDO JESUS	
UBICACIÓN	:	CALICATA C - 2	PROF. 0.00 - 1.70m.
FECHA	:	4/10/2022	

DENSIDAD	UNIDADES	1	2	3	4
1- Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	7680.0	7810.0	8003.0	7900.0
2- Peso Molde	gr.	4263.6	4263.6	4263.6	4263.6
3- Peso del Suelo Humedo (1-2)	gr.	3416.4	3546.4	3739.4	3636.4
4- Volumen Molde	cm ³	2023.0	2023.0	2023.0	2023.0
5- Densidad Suelo Humedo (3/4)	gr/cm ³	1.689	1.753	1.848	1.798
HUMEDAD	UNIDADES	1	2	3	4
6- Peso Tara y Suelo Humedo	gr.	229.60	226.70	220.00	269.80
7- Peso Tara y Suelo Seco	gr.	215.00	211.00	201.60	242.30
8- Peso Tara	gr.	36.00	37.50	41.00	40.00
9- Peso Agua (6-7)	gr.	14.60	15.70	18.40	27.50
10- Peso Suelo Seco (7-8)	gr.	179.00	173.50	160.60	202.30
11- Humedad % (9/10)x100	%	8.16	9.05	11.46	13.59
12- Densidad Seca :	gr/cm ³	1.56	1.61	1.66	1.58



CALICATA C - 2

MOLDE N°	4
N° CAPAS	5
PESO MARTILLO	10 lb
ALTURA DE CAIDA	18 Pulg.
N° GOLPES x CAPA	56

DENSIDAD MAXIMA
1.660 Gr/cm³

HUMEDAD OPTIMA
11.200 %

[Signature]
Diomedes Alvarez Martín Oyola Zapate
INGENIERO GEÓLOGO
C.I.P. N° 85028



GEOSLIDE

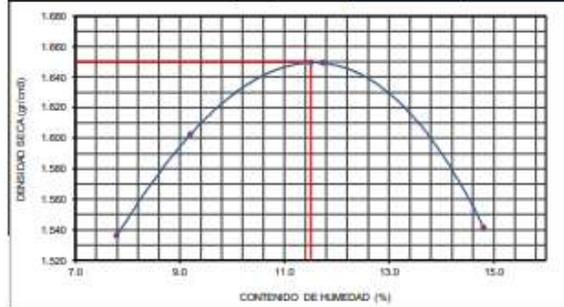
ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

NTP 330.141.1999 - MEC E 115 - ASTM D1557 - AASHTO 180A

TESIS	:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ACEITE RECICLADO Y ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE EN LA AV. SANCHEZ CERRO LA UNION, PIURA 2022
MUESTRA	:	SAAVEDRA SANDOVAL CARLOS ENRIQUE Y PACHERRES CAVETANO SEGUNDO JESUS
UBICACIÓN	:	CALICATA C - 3 PROF. 0.00 - 1.50m.
FECHA	:	4/10/2022

DENSIDAD	UNIDADES	1	2	3	4
1- Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	7350.0	7540.0	7728.0	7580.0
2- Peso Molde	gr.	4000.3	4000.3	4000.3	4000.3
3- Peso del Suelo Humedo (1-2)	gr.	3349.7	3539.7	3727.7	3579.7
4- Volumen Molde	cm ³	2023.0	2023.0	2023.0	2023.0
5- Densidad Suelo Humedo (3/4)	gr/cm ³	1.66	1.75	1.84	1.77
HUMEDAD		1	2	3	4
6- Peso Tara y Suelo Humedo	gr.	200.00	176.50	207.90	225.20
7- Peso Tara y Suelo Seco	gr.	188.50	165.00	190.00	201.50
8- Peso Tara	gr.	41.00	40.00	37.50	41.50
9- Peso Agua (6-7)	gr.	11.50	11.50	17.90	23.70
10- Peso Suelo Seco (7-8)	gr.	147.50	125.00	152.50	160.00
11- Humedad % (9/10)x100	%	7.80	9.20	11.74	14.81
12- Densidad Seca	gr/cm ³	1.54	1.60	1.65	1.54



CALICATA C - 3

MOLDE N°	4
N° CAPAS	5
PESO MARTILLO	10 lb.
ALTURA DE CAIDA	18 Pulg.
N° GOLPES x CAPA	56

DENSIDAD MAXIMA
1.650 Gr/cm³

HUMEDAD OPTIMA
11.500 %

Diomedes Marcos Martín Oyola Zapata
INGENIERO GEOLÓGO
C.I.P. N° 85028

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslideperu / 051 - 998063774



GEOSLIDE

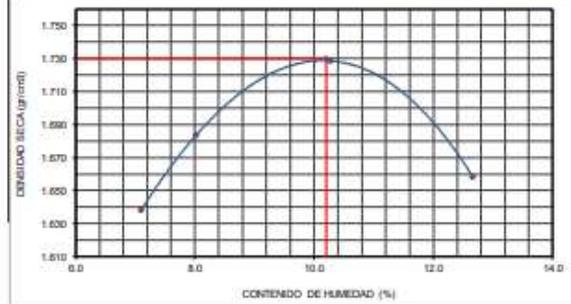
ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

NTP 339.141.1099 - MITC E 115 - ASTM D1557 - AASHTO 18DA

TESES :	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ACEITE RECICLADO Y ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE EN LA AV. SANCHEZ CERRO LA UNION, PILA 2022		
MUESTRA :	SAAVEDRA SANDOVAL CARLOS ENRIQUE Y PACHERRES CAYETANO SEGUNDO JESUS		
UBICACIÓN :	CALICATA C - 4	PROF. 0.00 - 1.60m.	
FECHA :	4/10/2022		

DENSIDAD	UNIDADES	1	2	3	4
1- Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	7820.0	7950.0	8127.0	8050.0
2- Peso Molde	gr.	4270.8	4270.8	4270.8	4270.8
3- Peso del Suelo Humedo (1-2)	gr.	3549.2	3679.2	3856.2	3779.2
4- Volumen Molde	cm ³	2023.0	2023.0	2023.0	2023.0
5- Densidad Suelo Humedo (3/4)	gr/cm ³	1.754	1.819	1.906	1.868
HUMEDAD	UNIDADES	1	2	3	4
6- Peso Tara y Suelo Humedo	gr.	230.60	260.50	236.00	254.00
7- Peso Tara y Suelo Seco	gr.	208.50	244.20	217.60	230.00
8- Peso Tara	gr.	38.00	41.00	38.30	40.50
9- Peso Agua (5-7)	gr.	12.10	16.30	18.40	24.00
10- Peso Suelo Seco (7-8)	gr.	170.50	203.20	179.30	189.50
11- Humedad % (9/10)x100	%	7.10	8.02	10.27	12.66
12- Densidad Seca :	gr/cm ³	1.64	1.68	1.73	1.66



CALICATA C - 4

MOLDE N° 4
 N° CAPAS 5
 PESO MARTILLO 10 lb
 ALTURA DE CAIDA 18 Polg.
 N° GOLPES x CAPA 56

DENSIDAD MAXIMA
1.730 Gr/cm³

HUMEDAD OPTIMA
10.200 %

[Signature]
 Diomedes Marcos Martínez Oyola Zapata
 INGENIERO GEOLÓGO
 C.I.P. N° 85028

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
 @geoslideperu / 051 - 998063774



GEOSLIDE

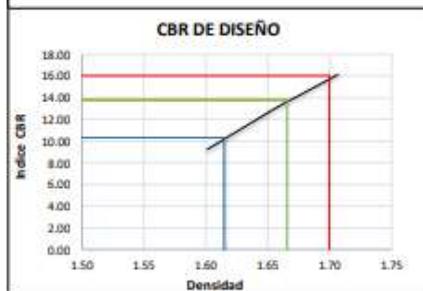
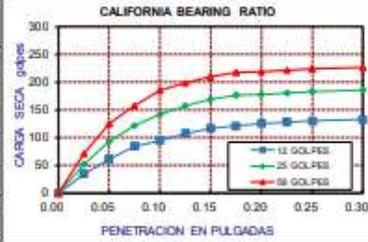
ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO MTC E-132 - ASTM D1883

TESIS	:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ACEITE RECICLADO Y ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE EN LA AV. SANCHEZ CERRO LA UNION, PIURA 2022
MUESTRA	:	SAAVEDRA SANDOVAL CARLOS ENRIQUE Y PACHERRES CAYETANO SEGUNDO JESUS
UBICACIÓN	:	CALICATA C - 1
FECHA	:	4/10/2022 PROF. 0.00 - 1.50m.

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg	C.B.R %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.025	2.00	34.36		6.00	52.63		10.00	70.91	
0.050	8.00	61.77		15.00	93.75		22.00	125.72	
0.075	13.00	84.61		21.00	121.15		29.00	157.70	
0.100	15.20	94.66	6.96	25.60	142.17	10.45	35.00	185.10	13.61
0.125	18.00	107.45		29.00	157.70		38.00	198.81	
0.150	20.00	116.59		31.50	169.12		40.50	210.23	
0.175	21.00	121.15		33.00	175.97		42.00	217.08	
0.200	22.00	125.72	9.24	33.50	178.25	13.10	42.50	219.36	16.12
0.225	22.50	128.01		34.00	180.54		43.00	221.65	
0.250	23.00	130.29		34.50	182.82		43.50	223.93	
0.300	23.50	132.57		35.00	185.10		44.00	226.22	

Golpes	12	25	56
Numero de capas	5	5	5
Humedad (%)	10.70	10.70	10.70
Peso del molde (gr)	4,100.00	4,260.00	4,165.00
P. molde + suelo hum. (gr)	8,115.00	8,369.00	8,340.00
Volumen del molde (cm ³)	2,265.00	2,240.00	2,210.00
Densidad hum. (gr/cm ³)	1.77	1.83	1.89
Densidad seca (gr/cm ³)	1.60	1.66	1.71
% C.B.R. a 0.1"	6.96	10.45	13.61
% C.B.R. a 0.2"	9.24	13.10	16.12



Óptimo Contenido de Humedad (%)	10.70
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.75
MDS AL 98% (gr/cm ³)	1.67
MDS AL 95% (gr/cm ³)	1.62

Expansión (%)	
CBR al 100% de la MDS (%)	16.00
CBR al 98% de la MDS (%)	13.80
CBR al 95% de la MDS (%)	10.30

[Signature]
Diomedes Marcos Martín Oyola Zapata
INGENIERO GEOLÓGO
C.I.P. N° 85028

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslideperu / 051 - 998063774



GEOSLIDE

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

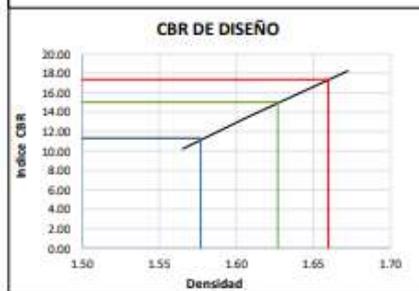
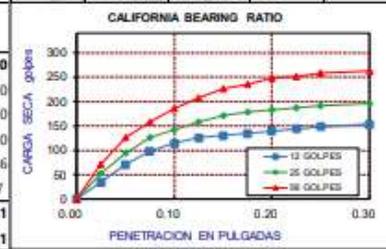
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO

MTC E-132 - ASTM D1883

TESIS	:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ACEITE RECICLADO Y ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE EN LA AV. SANCHEZ CERRO LA UNION, PIURA 2022.
MUESTRA	:	SAAVEDRA SANDOVAL CARLOS ENRIQUE Y PACHERRES CAYETANO SEGUNDO JESUS
UBICACIÓN	:	CALICATA C - 2
FECHA	:	4/10/2022 PROF. 0.00 - 1.50m.

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.025	2.00	34.36		6.00	52.63		10.00	70.91	
0.050	10.00	70.91		15.00	93.75		22.00	125.72	
0.075	16.00	98.31		22.00	125.72		29.00	157.70	
0.100	19.50	114.30	8.40	25.50	141.71	10.42	35.00	185.10	13.61
0.125	22.00	125.72		29.20	158.61		40.00	207.94	
0.150	23.00	130.29		32.00	171.40		44.00	226.22	
0.175	24.00	134.86		33.50	178.25		46.00	235.35	
0.200	25.00	139.43	10.25	34.50	182.82	13.44	48.72	247.78	18.21
0.225	26.00	143.99		35.50	187.39		49.50	251.34	
0.250	27.00	148.56		36.50	191.96		51.00	258.19	
0.300	28.00	153.13		37.50	196.52		52.00	262.76	

Golpes	12	25	56
Numero de capas	5	5	5
Humedad (%)	11.20	11.20	11.20
Peso del molde (gr)	4,050.00	4,300.00	4,250.00
P. molde + suelo hum. (gr)	7,880.00	8,320.00	8,360.00
Volumen del molde (cm ³)	2,200.00	2,250.00	2,210.00
Densidad hum. (gr/cm ³)	1.74	1.79	1.86
Densidad seca (gr/cm ³)	1.57	1.61	1.67
% C.B.R. a 0.1"	8.40	10.42	13.61
% C.B.R. a 0.2"	10.25	13.44	18.21



Optimo Contenido de Humedad (%)	11.20
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.73
MDS AL 98% (gr/cm ³)	1.63
MDS AL 95% (gr/cm ³)	1.58

Expansión (%)	
CBR al 100% de la MDS (%)	17.40
CBR al 98% de la MDS (%)	15.00
CBR al 95% de la MDS (%)	11.30

[Signature]
Diomedes Torres Martín Oyola Zapata
INGENIERO GEOLÓGO
C.I.P. N° 85028

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslideperu / 051 - 998063774



GEOSLIDE

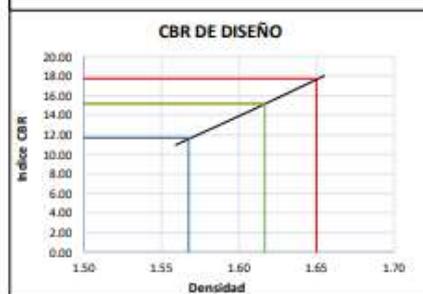
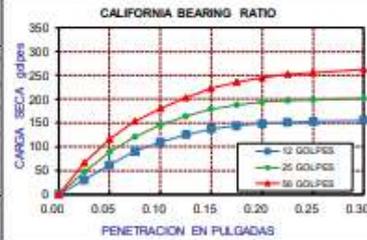
ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO MTC E-132 - ASTM D1883

TESIS	:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ACEITE RECICLADO Y ADITIVO TERRASILL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE EN LA AV. SANCHEZ CERRO LA UNION, PIURA 2022
MUESTRA	:	SAAVEDRA SANDOVAL CARLOS ENRIQUE Y PACHERRES CAYETANO SEGUNDO JESUS
UBICACIÓN	:	CALCATA C - 3
FECHA	:	4/10/2022 PROF. 0.00 - 1.50m.

PENETRACION	MOLDE No 12 GÓLPE			MOLDE No 25 GÓLPE			MOLDE No 56 GÓLPE		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.025	1.20	30.71		5.00	48.07		9.00	66.34	
0.050	8.00	61.77		14.00	89.18		20.00	116.59	
0.075	14.20	90.09		21.00	121.15		28.00	153.13	
0.100	18.50	109.73	8.07	26.50	146.28	10.75	34.00	180.54	13.27
0.125	22.00	125.72		30.50	164.55		39.00	203.38	
0.150	24.60	137.60		33.60	178.71		43.00	221.65	
0.175	26.00	143.99		35.60	187.85		46.00	235.35	
0.200	27.00	148.56	10.92	37.00	194.24	14.28	48.20	245.40	18.04
0.225	27.50	150.85		37.50	196.52		49.60	251.80	
0.250	28.00	153.13		38.00	198.81		50.50	255.91	
0.300	28.50	155.41		38.50	201.09		52.00	262.76	

Golpes	12	25	56
Numero de capas	5	5	5
Humedad (%)	11.50	11.50	11.50
Peso del molde (gr)	4,220.00	4,160.00	4,200.00
P. molde + suelo hum. (gr)	8,045.00	8,170.00	8,260.00
Volumen del molde (cm ³)	2,200.00	2,240.00	2,200.00
Densidad hum. (gr/cm ³)	1.74	1.79	1.85
Densidad seca (gr/cm ³)	1.56	1.61	1.66
% C.B.R. a 0.1"	8.07	10.75	13.27
% C.B.R. a 0.2"	10.92	14.28	18.04



Óptimo Contenido de Humedad (%)	11.50
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.83
MDS AL 98% (gr/cm ³)	1.62
MDS AL 95% (gr/cm ³)	1.57

Expansion (%)	
CBR al 100% de la MDS (%)	17.70
CBR al 98% de la MDS (%)	15.20
CBR al 95% de la MDS (%)	11.70

[Signature]
Diomedes Trujillo Martín Oyola Zapata
INGENIERO GEÓLOGO
C.I. N° 85028

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslideperu / 051 - 998063774



GEOSLIDE

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

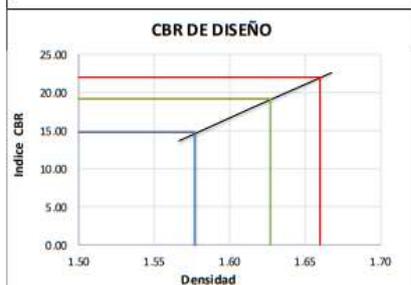
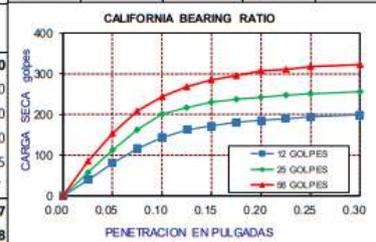
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO

MTC E-132 - ASTM D1883

TESIS	:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ACEITE RECICLADO Y ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE EN LA AV. SANCHEZ CERRO LA UNIÓN, PIURA 2022
MUESTRA	:	SAAVEDRA SANDOVAL CARLOS ENRIQUE Y PACHERRES CAYETANO SEGUNDO JESUS
UBICACIÓN	:	TERRENO NATURAL (ARENA FINA) + 2% ACEITE RECICLADO
FECHA	:	4/10/2022 PROF. 0.00 - 1.50m.

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.025	3.00	38.93		7.00	57.20		13.00	84.61	
0.050	12.00	80.04		19.00	112.02		28.00	153.13	
0.075	20.00	116.59		30.00	162.27		40.00	207.94	
0.100	26.00	143.99	10.58	38.50	201.09	14.78	48.00	244.49	17.97
0.125	30.00	162.27		42.00	217.08		53.00	267.33	
0.150	32.00	171.40		45.00	230.78		57.00	285.60	
0.175	34.00	180.54		46.50	237.64		59.00	294.74	
0.200	35.00	185.10	13.61	47.50	242.20	17.80	61.72	307.16	22.58
0.225	36.00	189.67		48.50	246.77		62.50	310.72	
0.250	37.00	194.24		49.50	251.34		64.00	317.58	
0.300	38.00	198.81		50.50	255.91		65.00	322.14	

Golpes	12	25	56
Numero de capas	5	5	5
Humedad (%)	11.20	11.20	11.20
Peso del molde (gr)	4,250.00	4,165.00	4,310.00
P. molde + suelo hum. (gr)	8,100.00	8,175.00	8,390.00
Volumen del molde (cm ³)	2,210.00	2,235.00	2,200.00
Densidad hum. (gr/cm ³)	1.74	1.79	1.85
Densidad seca (gr/cm ³)	1.57	1.61	1.67
% C.B.R. a 0.1"	10.58	14.78	17.97
% C.B.R. a 0.2"	13.61	17.80	22.58



Optimo Contenido de Humedad (%) :	11.20
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) :	1.75
MDS AL 98% (gr/cm ³) :	1.63
MDS AL 95% (gr/cm ³) :	1.58

Expansion (%)	
CBR al 100% de la MDS (%) :	22.00
CBR al 98% de la MDS (%) :	19.20
CBR al 95% de la MDS (%) :	14.80

Diomedes Marcos Martín Oyola Zapata
INGENIERO GEOLOGO
C.I.P. N° 85028

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslideperu / 051 - 998063774



GEOSLIDE

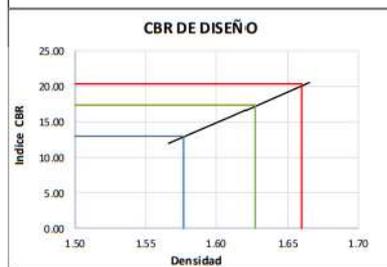
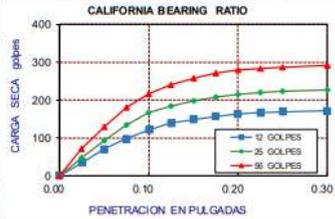
ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO

MTC E-132 - ASTM D1883

TESIS	:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ACEITE RECICLADO Y ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE EN LA AV. SANCHEZ CERRO LA UNION, PIURA 2022
MUESTRA	:	SAAVEDRA SANDOVAL CARLOS ENRIQUE Y PACHERRES CAYETANO SEGUNDO JESUS
UBICACIÓN	:	TERRENO NATURAL (ARENA FINA) + 4% ACEITE RECICLADO
FECHA	:	4/10/2022 PROF. 0.00 - 1.50m.

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.025	2.00	34.36		5.00	48.07		10.00	70.91	
0.050	10.00	70.91		15.00	93.75		23.00	130.29	
0.075	16.00	98.31		24.00	134.86		34.00	180.54	
0.100	21.00	121.15	8.90	31.00	166.83	12.26	42.00	217.08	15.96
0.125	25.00	139.43		35.00	185.10		47.00	239.92	
0.150	27.00	148.56		38.00	198.81		51.00	258.19	
0.175	29.00	157.70		40.00	207.94		54.00	271.90	
0.200	30.20	163.18	11.99	41.50	214.80	15.79	55.72	279.75	20.56
0.225	31.00	166.83		42.60	219.82		56.50	283.32	
0.250	31.60	169.57		43.50	223.93		57.30	286.97	
0.300	32.10	171.86		44.20	227.13		58.30	291.54	
Golpes		12	25	56					
Numero de capas		5	5	5					
Humedad (%)		11.20	11.20	11.20					
Peso del molde (gr)		4,232.00	4,210.00	4,188.00					
P. molde + suelo hum. (gr)		8,120.00	8,250.00	8,300.00					
Volumen del molde (cm ³)		2,232.00	2,255.00	2,220.00					
Densidad hum. (gr/cm ³)		1.74	1.79	1.85					
Densidad seca (gr/cm ³)		1.57	1.61	1.67					
% C.B.R. a 0.1"		8.90	12.26	15.96					
% C.B.R. a 0.2"		11.99	15.79	20.56					



Optimo Contenido de Humedad (%) :	11.20
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) :	1.73
MDS AL 98% (gr/cm ³) :	1.63
MDS AL 95% (gr/cm ³) :	1.58

Expansion (%) :	
CBR al 100% de la MDS (%) :	20.30
CBR al 98% de la MDS (%) :	17.30
CBR al 95% de la MDS (%) :	13.00

Diomedes Marcos Martín Oyola Zapata
INGENIERO GEÓLOGO
C.I. N° 85028

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslideperu / 051 - 998063774



GEOSLIDE

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

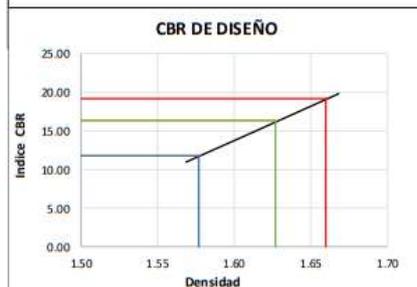
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO

MTC E-132 - ASTM D1883

TESIS	:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ACEITE RECICLADO Y ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AV. SANCHEZ CERRO LA UNION, PIURA 2022
MUESTRA	:	SAAVEDRA SANDOVAL CARLOS ENRIQUE Y PACHERRES CAYETANO SEGUNDO JESUS
UBICACIÓN	:	TERRENO NATURAL (ARENA FINA) + 6% ACEITE RECICLADO
FECHA	:	4/10/2022 PROF. 0.00 - 1.50m.

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.025	2.00	34.36		6.00	52.63		10.00	70.91	
0.050	10.00	70.91		15.00	93.75		22.00	125.72	
0.075	16.00	98.31		23.00	130.29		32.00	171.40	
0.100	20.00	116.59	8.57	30.10	162.72	11.96	39.60	206.12	15.15
0.125	23.00	130.29		34.00	180.54		44.20	227.13	
0.150	25.00	139.43		36.30	191.04		48.30	245.86	
0.175	26.00	143.99		38.30	200.18		51.50	260.48	
0.200	27.00	148.56	10.92	39.10	203.83	14.98	53.32	268.79	19.76
0.225	27.50	150.85		40.00	207.94		54.20	272.81	
0.250	28.00	153.13		40.60	210.69		55.00	276.46	
0.300	28.50	155.41		41.10	212.97		55.60	279.20	

Golpes	12	25	56
Numero de capas	5	5	5
Humedad (%)	11.20	11.20	11.20
Peso del molde (gr)	4,075.00	4,226.00	4,125.00
P. molde + suelo hum. (gr)	7,972.00	8,298.00	8,280.00
Volumen del molde (cm ³)	2,234.00	2,269.00	2,240.00
Densidad hum. (gr/cm ³)	1.74	1.79	1.85
Densidad seca (gr/cm ³)	1.57	1.61	1.67
% C.B.R. a 0.1"	8.57	11.96	15.15
% C.B.R. a 0.2"	10.92	14.98	19.76



Optimo Contenido de Humedad (%)	11.20
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.83
MDS AL 98% (gr/cm ³)	1.63
MDS AL 95% (gr/cm ³)	1.58

Expansion (%)	
CBR al 100% de la MDS (%)	19.20
CBR al 98% de la MDS (%)	16.30
CBR al 95% de la MDS (%)	11.80

Diomedes Marcos Martín Oyola Zapata
INGENIERO GEÓLOGO
C.I.P. N° 85028

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslideperu / 051 - 998063774



GEOSLIDE

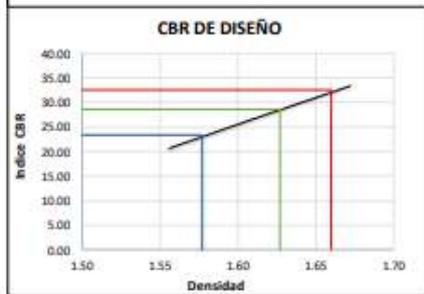
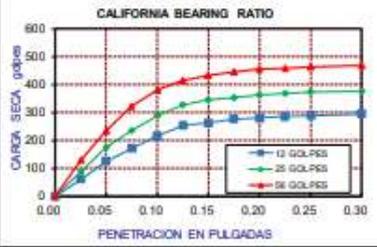
ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO

MTC E-132 - ASTM D1883

TESIS	:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ACEITE RECICLADO Y ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AV. SANCHEZ CERRO LA UNIÓN, PIURA 2022
MUESTRA	:	SAAVEDRA SANDOVAL CARLOS ENRIQUE Y PACHERRES CAYETANO SEGUNDO JESUS
UBICACIÓN	:	TERRENO NATURAL (ARENA FINA) + 2% ADITIVO TERRASIL
FECHA	:	4/10/2022 PROF. 0.00 - 1.50m.

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %
0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.00	
0.025	8.00	61.8		14.00	89.2		23.00	130.29	
0.050	22.00	125.7		33.00	176.0		46.00	235.35	
0.075	32.00	171.4		46.00	235.4		65.00	322.14	
0.100	42.00	217.1	15.96	58.00	290.2	21.33	78.00	381.53	28.04
0.125	50.00	253.6		66.00	326.7		85.00	413.50	
0.150	52.00	262.8		70.00	345.0		89.00	431.77	
0.175	55.00	276.5		72.00	354.1		92.00	445.48	
0.200	56.00	281.0	20.66	74.00	363.3	26.70	94.00	454.61	33.41
0.225	57.00	285.6		75.00	367.8		95.00	459.18	
0.250	58.00	290.2		76.00	372.4		96.00	463.75	
0.300	59.00	294.7		77.00	377.0		97.00	468.32	
Golpes		12	25	56					
Numero de capas		5	5	5					
Humedad (%)		11.20	11.20	11.20					
Peso del molde (gr)		4,065.00	4,326.00	4,125.00					
P. molde + suelo hum. (gr)		7,930.00	8,388.00	8,290.00					
Volumen del molde (cm ³)		2,234.00	2,269.00	2,240.00					
Densidad hum. (gr/cm ³)		1.73	1.79	1.86					
Densidad seca (gr/cm ³)		1.56	1.61	1.67					
% C.B.R. a 0.1"		15.96	21.33	28.04					
% C.B.R. a 0.2"		20.66	26.70	33.41					



Optimo Contenido de Humedad (%)	: 11.20
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	: 1.75
MDS AL 98% (gr/cm ³)	: 1.63
MDS AL 95% (gr/cm ³)	: 1.58

Expansion (%)	
CBR al 100% de la MDS (%)	: 32.50
CBR al 98% de la MDS (%)	: 28.60
CBR al 95% de la MDS (%)	: 23.30

[Signature]
Diomedes Marcos Martín Oyola Zapata
INGENIERO GEOLOGO
C.I.P. N° 85028

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslideperu / 051 - 998063774



GEOSLIDE

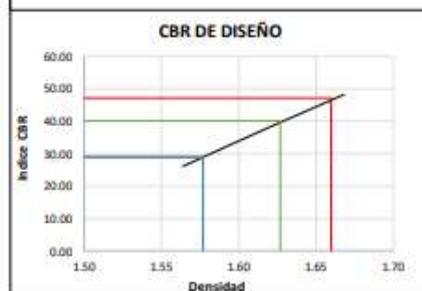
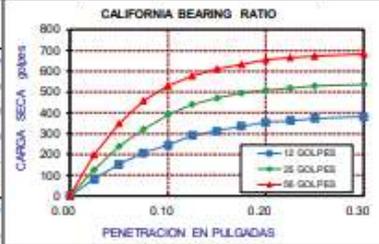
ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO MTC E-132 - ASTM D1883

TESIS	:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ACEITE RECICLADO Y ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE EN LA AV. SANCHEZ CERRO LA UNION, PIURA 2022.
MUESTRA	:	SAAVEDRA SANDOVAL CARLOS ENRIQUE Y PACHERRES CAYETANO SEGUNDO JESUS
UBICACIÓN	:	TERRENO NATURAL (ARENA FINA) + 4% ADITIVO TERRASIL
FECHA	:	4/10/2022 PROF. 0.00 - 1.50m.

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.025	12.00	80.04		22.00	125.72		38.00	198.81	
0.050	28.00	153.13		47.00	239.92		71.00	349.55	
0.075	40.00	207.94		65.00	322.14		95.00	459.18	
0.100	48.00	244.49	17.97	80.00	390.66	28.71	110.00	527.70	38.79
0.125	58.00	290.17		91.00	440.91		121.00	577.95	
0.150	63.00	313.01		98.00	472.89		128.00	609.92	
0.175	68.00	335.85		103.00	495.73		133.00	632.76	
0.200	72.00	354.12	26.03	106.00	509.43	37.44	138.00	655.60	48.19
0.225	74.00	363.25		108.00	518.57		140.00	664.74	
0.250	76.00	372.39		110.00	527.70		142.00	673.88	
0.300	78.00	381.53		112.00	536.84		144.00	683.01	

Golpes	12	25	56
Numero de capas	5	5	5
Humedad (%)	11.20	11.20	11.20
Peso del molde (gr)	4,075.00	4,326.00	4,125.00
P. molde + suelo hum. (gr)	7,960.00	8,405.00	8,280.00
Volumen del molde (cm ³)	2,234.00	2,269.00	2,240.00
Densidad hum. (gr/cm ³)	1.74	1.80	1.85
Densidad seca (gr/cm ³)	1.56	1.62	1.67
% C.B.R. a 0.1"	17.97	28.71	38.79
% C.B.R. a 0.2"	26.03	37.44	48.19



Optimo Contenido de Humedad (%)	11.20
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.73
MDS AL 98% (gr/cm ³)	1.63
MDS AL 95% (gr/cm ³)	1.58

Expansión (%)	
CBR al 100% de la MDS (%)	47.00
CBR al 98% de la MDS (%)	40.00
CBR al 95% de la MDS (%)	29.00

[Signature]
Diomedes Marcos Martín Oyola Zapata
INGENIERO GEOLÓGO
C.I.P. N° 85028

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslideperu / 051 - 998063774



GEOSLIDE

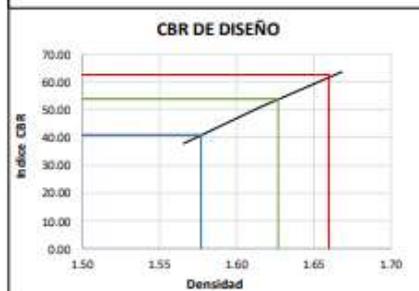
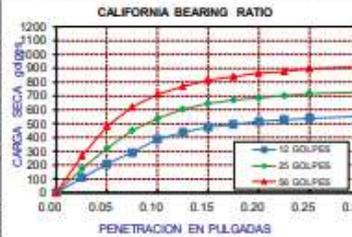
ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO

MTC E-132 - ASTM D1883

TESIS	:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ACEITE RECICLADO Y ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE EN LA AV. SANCHEZ CERRO LA UNION, PIURA 2022
MUESTRA	:	SAAVEDRA SANDOVAL CARLOS ENRIQUE Y PACHERRES CAYETANO SEGUNDO JESUS
UBICACIÓN	:	TERRENO NATURAL (ARENA FINA) + 6% ADITIVO TERRASIL
FECHA	:	4/10/2022 PROF. 0.00 - 1.50m.

PENETRACIÓN	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.025	18.00	107.45		32.00	171.40		52.00	262.76	
0.050	40.00	207.94		65.00	322.14		100.00	482.02	
0.075	58.00	290.17		93.00	450.05		130.00	619.06	
0.100	79.00	386.09	28.38	112.00	536.84	39.46	150.00	710.42	52.22
0.125	90.00	436.34		126.00	600.79		162.00	765.23	
0.150	98.00	472.89		135.00	641.90		172.00	810.91	
0.175	102.00	491.16		141.00	669.31		178.00	838.32	
0.200	107.00	514.00	37.78	145.00	687.58	50.54	184.20	866.64	63.70
0.225	110.00	527.70		148.00	701.28		186.50	877.15	
0.250	112.00	536.84		151.00	714.99		191.00	897.70	
0.300	115.00	550.54		154.00	728.69		194.00	911.41	
Golpes	12	25	56						
Numero de capas	5	5	5						
Humedad (%)		11.20	11.20		11.20				
Peso del molde (gr)		4,075.00	4,226.00		4,125.00				
P. molde + suelo hum. (gr)		7,965.00	8,298.00		8,280.00				
Volumen del molde (cm ³)		2,234.00	2,269.00		2,240.00				
Densidad hum. (gr/cm ³)		1.74	1.79		1.85				
Densidad seca (gr/cm ³)		1.57	1.61		1.67				
% C.B.R. a 0.1"		28.38	39.46		52.22				
% C.B.R. a 0.2"		37.78	50.54		63.70				



Optimo Contenido de Humedad (%)	11.20
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.83
MDS AL 98% (gr/cm ³)	1.63
MDS AL 95% (gr/cm ³)	1.58

Expansion (%)	
CBR al 100% de la MDS (%)	62.50
CBR al 98% de la MDS (%)	54.00
CBR al 95% de la MDS (%)	41.00

Diomedes Marcos Marti Oyola Zapata
INGENIERO GEOLOGO
C.I.P. N° 83028

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslideperu / 051 - 998063774

TERRASIL®

ESTABILIZADOR QUÍMICO DE SUELOS PARA CAMINOS NO PAVIMENTADOS NANOTECNOLOGÍA APLICADA A LA ESPEBILIZACION DE SUELOS

DESCRIPCIÓN

Aditivo para suelos de última generación, soluble en agua, y resistente a la radiación UV. Formulado en base a nano-compuestos de Sílice, capaz de repeler el agua, mantener la transpirabilidad y reducir la expansividad de los suelos.

VENTAJAS

- Su aplicación como estabilizador químico, permite una superficie cohesionada y compacta
- Mejora la tracción y confort de los vehículos que transitan.
- Aglomera las partículas de suelo, eliminando las nubes de polvo.
- Mejora las condiciones de seguridad, por mayor visibilidad.
- Importante disminución del material particulado, nocivo para las personas y la comunidad.
- Disminuye el consumo de agua.
- Menores gastos de mantención, equipos, combustible y personal.
- Disminuye el costo de mantención en equipos y vehículos, por la menor incidencia del polvo en filtros, piezas móviles y rodamientos.
- Incrementa la capacidad de soporte.
- Disminuye los riesgos de proyección de áridos sueltos en la ruta, que pueden afectar a vehículos y personas.
- Impermeabiliza el suelo tratado, reduciendo las deformaciones y apozamiento de agua.

USOS BÁSICOS

- Caminos no pavimentados, con suelos finos a granulares
- Mejoramiento de caminos secundarios.
- Adecuada solución en áreas en que se requiere la Mitigación del polvo.

APLICACIONES

- Como Estabilizador Químico de suelos.
- Es necesario contar en forma prueba a la aplicación, con la caracterización del suelo y Ensayes necesarios para obtener la Densidad, Humedad Óptima de Compactación, Compresión No Confinada y determinación de la dosis de producto a aplicar.
- Dependiendo del tipo de suelo, puede ser necesaria la adición de cemento.
- Escarificación del camino, en espesores entre 10 a 15 cm.
- Aplicación de Terrasil, diluido en agua, con camión aljibe.
- Revoltura del suelo con motoniveladora.
- Perfilamiento y compactación con Motoniveladora.
- Compactación.
- Se logran también buenos resultados de compactación incorporando un rodillo neumático en la secuencia de compactación.

CONSUMOS DE PRODUCTOS EN LAS APLICACIONES

La cantidad de Terrasil a aplicar, dependerá del tipo de suelo.

Los ensayos de laboratorio indicarán la dosis óptima de producto a utilizar.

Como referencia:

1 Kg de Terrasil por Metro cúbico de suelo.

En caso que se requiere cemento, hasta 2% de cemento con respecto al peso del suelo.

DATOS TÉCNICOS

Ensayos	Rango
Aspecto	Líquido color marrón

ECOLOGÍA

No disponer el producto en el suelo o cursos de agua, sino conforme a las regulaciones locales. Para mayor información, solicite la hoja de seguridad del producto.

ENVASES Y ALMACENAMIENTO

- Tinetas de 20 litros / Tambor 200 L

Almacenamiento: Mantener en lugar fresco y seco, en una zona cubierta y protegida de la acción directa del sol, entre 5°C y 40°C en envases bien cerrados.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

Para información y recomendaciones de seguridad, en cuanto a manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, Los Señores Usuarios deben remitirse a la Hoja de Seguridad vigente del producto. La cual contiene los datos físicos, ecológicos y toxicológicos.

En general, en caso de emergencia contacte al CITUC, fono: (56-2) 2635 3800.

SERVICIO TÉCNICO

Para mayor información consulte nuestro Departamento Técnico: Fono: (56-2) 2478 2000.

E-mail: info@dynal.cl / Sitio Web: www.dynal.cl

Las indicaciones que anteceden están basadas en ensayos que consideramos seguros y son correctas de acuerdo a nuestra experiencia. Sin embargo, no pudiendo controlar las condiciones de aplicación, no nos responsabilizamos por daños, perjuicios o pérdidas ocasionadas por el uso inadecuado de los productos.

Aconsejamos al usuario determinar previamente si éstos son apropiados para el uso particular propuesto. Nos reservamos el derecho a efectuar cambios a fin de adaptar nuestros productos a tecnología de punta.



Aditivo terrasil



Aceite reciclado



Lima, 15 de setiembre del 2022

CARGO DE ENTREGA

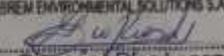
Señor:
CARLOS ENRIQUE SAAVEDRA SANDOVAL

Mediante la presente, se hace entrega de una muestra de ADITIVO ESTABILIZADOR DE SUELOS BASADO EN NANOTECNOLOGIA COMPUESTO POR ORGANOSILANOS TERRASIL, de 120 ml, al Sr. al Sr. CARLOS ENRIQUE SAAVEDRA SANDOVAL, estudiante de la Universidad CESAR VALLEJO, sede ciudad de Piura, en la Carrera de Ingeniería Civil, para fines de ensayos de laboratorio ,mejora de subrasante en los tipos de terreno mediante granulometría, los resultados se utilizaran para su proyecto de tesis.

Recepción

Nombre y Apellidos

Autorizado por:
Giovanna Ríos López

BREM ENVIRONMENTAL SOLUTIONS S.A.C.

Giovanna Ríos López
Gerente General

Jr. Succha N° 344 Urb. Chacra Colorada - Breña Lima - Lima © (51) 99099970

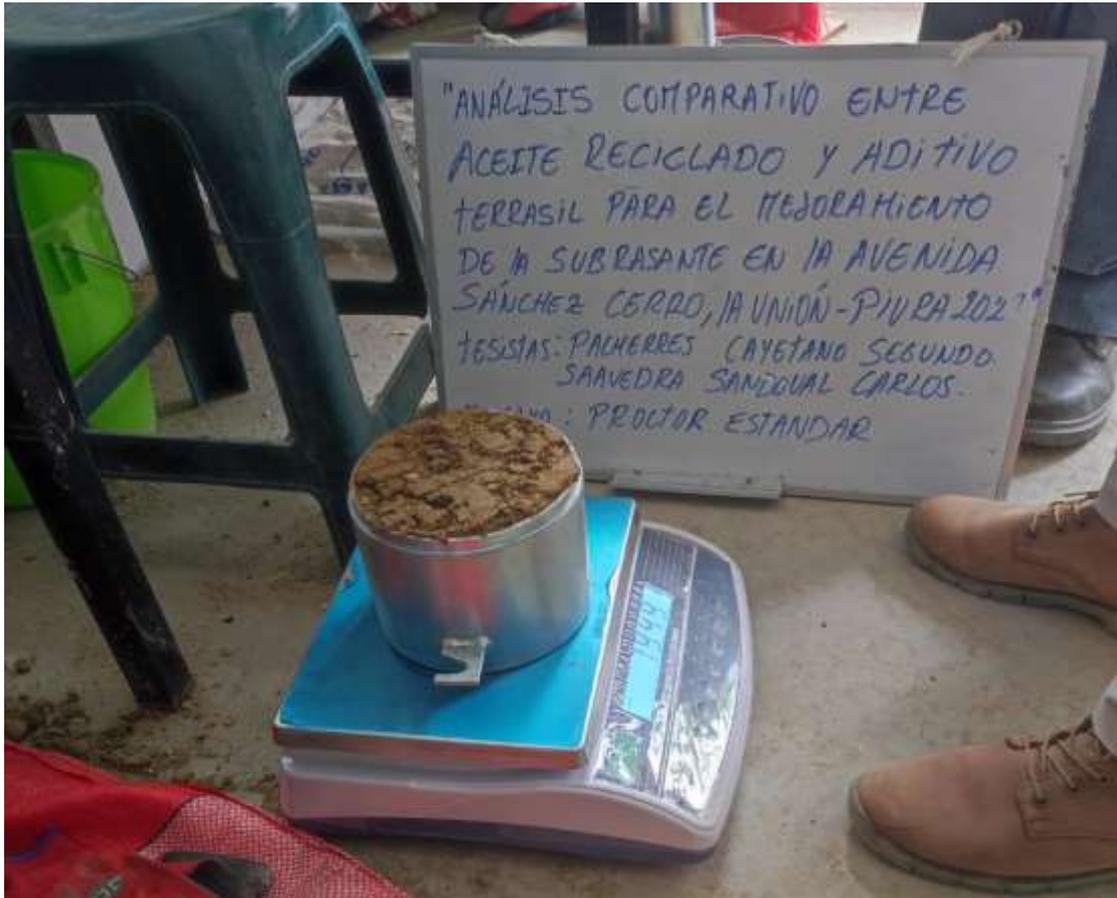
E grlos@brem.com.pe
Breña, Lima - Perú



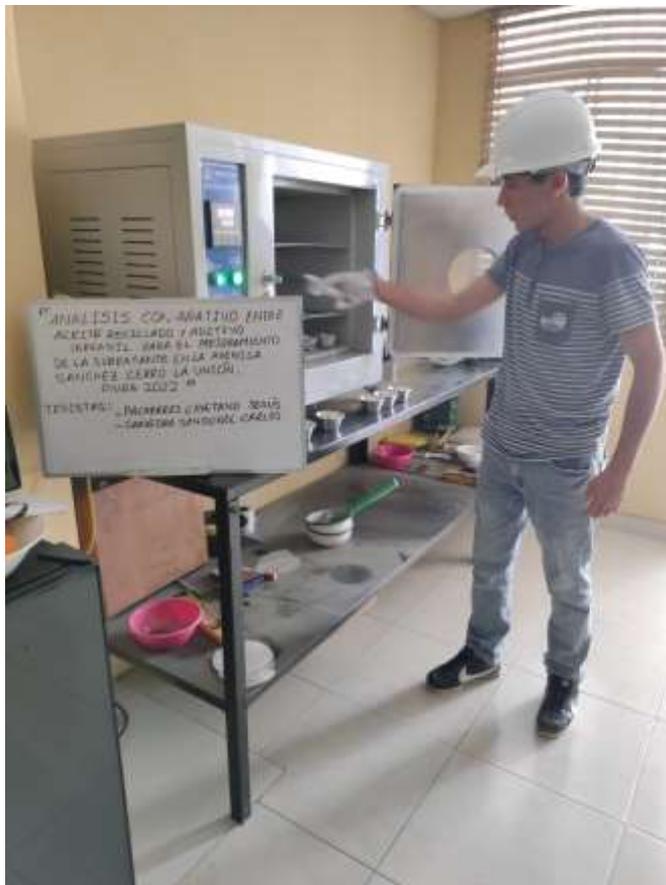


















UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, KRISSIA DEL FATIMA VALDIVIEZO CASTILLO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ACEITE RECICLADO Y ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SÁNCHEZ CERRO, LA UNIÓN - PIURA 2022"., cuyos autores son PACHERRES CAYETANO SEGUNDO JESUS, SAAVEDRA SANDOVAL CARLOS ENRIQUE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

PIURA, 27 de Febrero del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
KRISSIA DEL FATIMA VALDIVIEZO CASTILLO DNI: 42834528 ORCID: 0000-0002-0717-6370	Firmado electrónicamente por: KVALDIVIEZOC el 27-02-2023 22:59:30

Código documento Trilce: TRI - 0535092