



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Estabilización ecológica con aglomerante macromolecular en
suelos arcillosos, tramo carretera Polobaya – desvió Pocsi,
Omate, Arequipa2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Br. Yanqui Mamani, Hernan Ruperto (Orcid.0000-0002-8220-0422)

ASESOR:

Dr. Olarte Pinares, Jorge Richard (Orcid.org/0000-0001-5699-1323)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

Lima - Perú

2022

Dedicatoria

A mi familia por el apoyo y comprensión que siempre me brindaron y en especial a mi madre, que supo inculcarme en valores e incentivarme a seguir estudiando hasta lograr mis metas.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme las fuerzas necesarias para llegar a mis metas trazadas y a mi pareja por la comprensión y el apoyo moral en seguir enrumbándome en mi vida profesional. Agradecer también a mi hermana Carmen Yanqui, por todo el apoyo moral y sus buenos consejos.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	15
3.2. Variable, Operacionalización.....	16
3.3. Población y muestra y muestreo	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
3.5. Procedimientos.....	19
3.6. Método de análisis de datos	30
3.7. Aspectos éticos.	30
IV. RESULTADOS	31
V. DISCUSIÓN	45
VI. CONCLUSIONES	47
VII. RECOMENDACIONES.....	48
REFERENCIAS.....	49
ANEXOS	51

Índice de tablas

Tabla 1. Ensayo de granulometria	12
Tabla 2. Operacionalizacion de variable	16
Tabla 3. Ubicación de la zona de estudio.....	32
Tabla 4. Resultados del ensayo granulometría	32
Tabla 5. Límites de consistencia.....	33
Tabla 6. Límites de consistencia de la nueva tasa hallado 4.4 lt/m3	34
Tabla 7. Límites de consistencia con el nuevo punto hallado	34
Tabla 8. Resultado de CBR del suelo natural.....	36
Tabla 9. Categorías de subrasantes.....	36
Tabla 10. Resultado de CBR a 2 lt/m3.....	37
Tabla 11. Resultado de CBR a 4 lt/m3	37
Tabla 12. Resultado de CBR a 6 lt/m3.....	38
Tabla 13. Resultado CBR a 4.4 lt/m3	39
Tabla 14. Resultado CBR de todas las tasas de dosificación	40

Índice de figuras

Figura 1. Aditivo Stabl Soil.....	7
Figura 2. Mezcla del Stabl Soil con el suelo	8
Figura 3. Proctor modificado.....	9
Figura 4. Capas del suelo.....	10
Figura 5. Naturaleza de la falla en suelo por capacidad de carga	10
Figura 6. Humedad del suelo.....	11
Figura 7. Tamices.....	12
Figura 8. Tamizado de la muestra	12
Figura 9. Límites de consistencia	14
Figura 10. Estado del suelo.....	14
Figura 11. Exploración de la cantera Desvió Pocsi - Omate.....	20
Figura 12. Calicata 1.....	20
Figura 13. Calicata 2.....	21
Figura 14. Calicata 3.....	21
Figura 15. Suelo arcilloso	22
Figura 16. Cuarteo de la muestra de suelo.....	23
Figura 17. Tamizado de la muestra de suelo.....	23
Figura 18. Anotación del peso de la muestra	24
Figura 19. Muestra llevada al horno a 141 °C.....	24
Figura 20. Tamizado de la muestra	25
Figura 21. Pesado de la muestra.....	26
Figura 22. Mezclado de la muestra con agua.....	26
Figura 23. Compactación de la muestra	26
Figura 24. Pesado del aditivo Stabl Soil	27
Figura 25. Mezcla del aditivo Stabl Soil con el agua.....	28

Figura 26. Mezcla de la solución Stabl Soil con el suelo	28
Figura 27. Compactación del suelo dosificado	28
Figura 28. Muestras sumergidas en agua	29
Figura 29. Moldes dosificados a 2lt/m ³ , 4lt/m ³ y 6lt/m ³	29
Figura 30. Ensayo de CBR	29
Figura 31. Mapa político del Departamento de Arequipa.....	31
Figura 32. Ubicación del proyecto señalado de color rojo	31
Figura 33. Curva de variación de límites de consistencia.....	33
Figura 34. Curva de límites de consistencia con el nuevo límite hallado	35
Figura 35. Gráfico estadístico de variación de límites de consistencia.....	35
Figura 36. Gráfica, tasa Stabl Soil - CBR	39
Figura 37. Gráfica, tasa Stabl Soil – CBR con el nuevo dato hallado	40
Figura 38. Gráfico estadístico de la variación de CBR	41
Figura 39. Gráfico de prueba de normalidad	42
Figura 40. Gráfico normal de dosificación	42
Figura 41. Gráfico de correlación	44

Resumen

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el distrito de Polobaya, Provincia de Arequipa y tiene como objetivo general, mejorar las propiedades mecánicas y físicas de los suelos de subrasante de la carretera de trocha carrozable Desvió Pocsi - Omate Km 3+000 al Km 5+000, empleando un aditivo macromolecular cien por ciento ecológico denominado Stabl Soil. Para tal fin se realizó ensayos de granulometría, Proctor modificado, CBR y límites de consistencia en laboratorio de mecánica de suelos. Se determinó que el suelo es catalogado según la clasificación SUCS como CH, arcilla de alta plasticidad con un 70.8% de presencia de finos, con un valor de CBR del 5% respecto al 95% de la máxima densidad seca (MDS). Según el Manual de Carreteras del MTC, el valor obtenido lo categoriza como: sub rasante S2 insuficiente. Por lo tanto, optamos por la estabilización del suelo haciendo uso de un producto nuevo llamado Stabl Soil. Se realizó dosificaciones a una tasa de 2 lt/m³, 4 lt/m³ y 6 lt/m³, logrando aumentar el valor de CBR de 5% a valores de 6.8%, 8.5% y 7.9% respectivamente. Realizando el análisis de los resultados obtenidos en laboratorio hallamos que la tasa optima donde alcanza el valor más alto de resistencia sería con 4.4 lt/m³, con un CBR de 8.6%, logrando el objetivo planteado. Según el Manual de Carreteras del MTC pasaría hacer una subrasante regular ya que se encontraría en el intervalo de $CBR \geq 6\%$ a $CBR < 10\%$. Entonces quedaría demostrado que el aditivo Stabl Soil mejora las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante de la carretera de trocha carrozable Desvió Pocsi – Omate.

Palabras clave: subrasante, Stabl Soil, dosificación, estabilización, CBR, capacidad portante, propiedades físicas y mecánicas.

Abstract

The research work was carried out in the district of Polobaya, Province of Arequipa and has as a general objective, to improve the mechanical and physical properties of the subgrade soils of the highway of gauge track Deviated Pocsi - Omate Km 3+000 to Km 5+000, using a one hundred percent ecological macromolecular additive called Stabl Soil. For this purpose, granulometry tests, modified Proctor, CBR and consistency limits were carried out in the soil mechanics laboratory. It was determined that the soil is classified according to the SUCS classification as CH, high plasticity clay with a 70.8% presence of fines, with a CBR value of 5% with respect to 95% of the maximum dry density (MDS). According to the MTC Highway Manual, the value obtained categorizes it as: insufficient S2 subgrade. Therefore, we opted for soil stabilization using a new product called Stabl Soil. Dosages were made at a rate of 2 lt/m³, 4 lt/m³ and 6 lt/m³, managing to increase the CBR value from 5% to values of 6.8%, 8.5% and 7.9% respectively. Carrying out the analysis of the results obtained in the laboratory, we found that the optimal rate where it reaches the highest value of resistance would be 4.4 lt/m³, with a CBR of 8.6%, achieving the stated objective. According to the MTC Highway Manual, it would be necessary to make a regular subgrade since it would be in the range of CBR \geq 6% to CBR $<$ 10%. Then it would be demonstrated that the Stabl Soil additive improves the physical and mechanical properties of the subgrade soil of the Detour Pocsi - Omate highway.

Keywords: subgrade, Stabl Soil, dosage, stabilization, CBR, bearing capacity, physical and mechanical properties.

I. INTRODUCCIÓN

El Perú en el bicentenario muestra una economía sólida con el pasar de los años y se proyecta cada vez a mejorar el nivel de vida de todos los peruanos a nivel nacional. Las vías de comunicación terrestre, como es el caso de las carreteras a nivel nacional en el Perú, conforman un conjunto estratégico de desarrollo económico entre los 24 departamentos existentes. Es por esta razón que sigue la necesidad de mejorar e implementar nuevas vías de comunicación que permita el desarrollo económico de otros pueblos oriundos del Perú; los cuales solo poseen trochas carrozables para poder desplazar sus productos de origen a las grandes ciudades.

En el Departamento de Arequipa, existe un desarrollo limitado de las vías de comunicación, dando prioridad solo al desarrollo de las carreteras y/o autopistas principales, dejando de lado a la construcción de carreteras marginales, los cuales servirán para unir distritos alejados.

En la actualidad, el distrito de Polobaya, ubicado a 3,075 msnm con una superficie de 441.6 km², es uno de los 29 distritos de la región de Arequipa, tiene como fuente de ingresos económicos a la agricultura y ganadería. El distrito de Polobaya posee una carretera de trocha carrozable que permite un intercambio socioeconómico y cultural con los distritos de Pocsi y distrito de Omate (Moquegua). En tal sentido existe la necesidad de mejorar y/o pavimentar la carretera o vía de comunicación de tocha carrozable existente entre los distritos mencionados y así incentivar el desarrollo económico.

La carretera Desvió Pocsi – Omate, de trocha carrozable, de suelo natural, que une el Distrito de Polobaya (Arequipa) con el distrito de Pocsi, Provincia de Arequipa, Departamento de Arequipa; presenta superficie con deterioro generalizado causado por el tránsito de vehículos y los fuertes vientos que separa los suelos finos de la grava; es por ello que surge la siguiente formulación del **problema general**: ¿Cómo se podría mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la carretera Desvió Pocsi - Omate con el fin de garantizar la transitividad de los vehículos? y como problemas específicos tenemos: **Problema específico 1**: ¿Cómo se podría controlar los niveles

elevados de polvo causados por los vientos y tránsito de camiones característicos en el tramo en estudio?, **problema específico 2:** ¿Cómo se podría elevar la resistencia de la subrasante de La carretera Desvió Pocsi - Omate sin tener que recurrir al transporte de suelos de préstamo?, **problema específico 3:** ¿Cómo se podría optimizar el presupuesto para el mantenimiento rutinario y periódico del tramo en estudio?.

Esta investigación se **justifica técnicamente**, debido a que se plantea mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante con la incorporación de un aglomerante macromolecular Stabl Soil como parte del material que lo conforma, para que esta vía en cuestión cumpla con lo requerido para culminar su vida útil, así mismo se realizaran los ensayos respectivos según lo que indica la normativa vigente. Se **justifica Socialmente**, debido a que se motiva a buscar alternativas para restablecer cada vez mejor la carretera de trocha carrozable a favor de la población y su desarrollo, así mismo brindar información práctica y teórica para la aplicación en vía con características similares. Se **justifica económicamente**, porque la vía en cuestión es de suma importancia debido a que se une varios distritos entre Arequipa y Moquegua; impulsando el intercambio comercial y turístico, lo cual trae como beneficio el bienestar económico para las familias que usan continuamente esta vía transitable. Finalmente se **justifica ambientalmente** porque el material a incorporar en la subrasante es un aglomerante macromolecular modificado asfáltico no derivado del petróleo y 100% ecológico, en tal sentido no presentaría un problema para el medio ambiente.

Por lo expuesto, se plantea el **objetivo general:** Mejorar las propiedades mecánicas y físicas de los suelos de subrasante de la carretera Desvió Pocsi - Omate empleando el aditivo denominado Stabl Soil. Seguidamente se formulan los siguientes **objetivos específicos:** **Primero**, reducir los niveles de polvo en la carretera Desvió Pocsi - Omate generando mayor cohesión entre las partículas del suelo estabilizado. **Segundo**, elevar la resistencia de los suelos de subrasante del tramo en estudio a partir de la incorporación del aditivo aglomerante macromolecular Stabl Soil como agente estabilizador. **Tercero**, determinar la proporción óptima de aglomerante macromolecular Stabl Soil que se debe adicionar al suelo, para el mantenimiento de la vía afirmada.

Por lo planteado, se llegó a la **hipótesis general**: Una alternativa técnica para elevar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de subrasante de la carretera Desvío Pocsí - Omate sería estabilizando el suelo natural existente con un aglomerante macromolecular ecológico denominado Stabl Soil. Como también se llegó a las **hipótesis específicas**: **Primero**, La incorporación de un aglomerante macromolecular ecológico Stabl Soil reduciría los niveles elevados de polvo a partir de la generación de una mayor cohesión entre las partículas del suelo estabilizado. **Segundo**, Una alternativa para mejorar la resistencia de los suelos de subrasante del tramo en estudio sería dosificando proporciones óptimas del aditivo ecológico denominado Stabl Soil. **Tercero**, Una forma de optimizar el presupuesto destinado al mantenimiento rutinario y periódico sería considerando una alternativa de estabilización de larga duración que garantice el periodo de vida de la estructura vial.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Nacionales

Las carreteras a nivel nacional presentan superficies con una serie de problemas ya que el Perú posee una diversidad de suelos con una topografía muy accidentada y una variedad de climas, propios de cada zona. Todo ello ha implicado a buscar soluciones efectivas y a corto plazo para el mejoramiento de las carreteras; como es el caso de la estabilización de suelos.

Lomparte Cabanillas, J. A., & Sánchez Neglia, D. A. (2019), en su investigación titulada; “Estabilización de la superficie de rodadura mediante el uso de polímero en emulsión vinilo acrílico en la carretera no pavimentada al Centro Poblado Tangay-Nuevo Chimbote-Santa”. **La finalidad** fue realizar ensayos de laboratorio con un químico nuevo llamado Maxx-Seal 100 para obtener la estabilización de las carreteras de suelo natural, aumentando su portabilidad, resistencia e impermeabilidad. Se busca hacer conocer la utilización del producto para carreteras de trocha carrozable.

Fernández, W. (2017). “Efecto del aditivo terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes en la zona de expansión de la ciudad de Cajamarca”. Esta investigación tuvo como **finalidad** precisar qué tan efectivo resulta el uso del aditivo Terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante al realizar los ensayos de laboratorio CBR en 7 calicatas, **concluyendo** que la proporción adecuada para el aumento del CBR es de 30ml/m³.

Nesterenko Cortes, D. (2019, May). “Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en Perú”. Congreso Internacional de Ingeniería y Dirección de Proyectos III Congreso Regional IPMA-LATNET. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. El artículo indica propuestas de cómo realizar procesos de estabilización de suelos usando polímeros, mediante ensayos con material de suelo natural y con material de suelo con químico. Se **determina** que el uso y en las proporciones adecuadas del polímero se logra elevar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos; sobre todo en suelos con $IP \geq 9$.

2.1.2 Antecedentes Internacionales

El desarrollo económico de los países se basa también en tener buenas vías de comunicación terrestre entre ellos, es por eso que desde décadas muchos países de América Latina han ido mejorando sus vías de comunicación tanto nacional como internacional, pero no lo suficiente para dar solución a todos.

Los problemas que presentan las subrasantes de terreno natural en las carreteras son casi repetitivos por encontrarnos en una región con las mismas condiciones climáticas medioambientales. Es por ello, que tomaremos como referencia algunas soluciones realizadas de estabilización de subrasante en países como Ecuador, Colombia y Brasil.

Ocampo Guerrero, N. P. (2021). “Análisis de las propiedades físico-mecánicas y CBR de suelos cohesivos de subrasante mezclados con partículas de tereftalato de polietileno (PET)”, Ambato - Ecuador. La finalidad de la investigación fue **examinar** las propiedades físico mecánicas y CBR de suelo cohesivos en estado natural y suelos mezclados con dosificación de tereftalato de polietileno. Se llegó a la **conclusión** que al combinar el suelo con tereftalato de polietileno en las proporciones adecuadas aumenta su resistencia de portabilidad de 8.4 % a 11.4%.

Villota Bravo, O. A. “Uso de polímeros para la construcción de vías, una alternativa innovadora para la Ingeniería Colombiana”. La **finalidad** de la investigación es la aplicación de la ingeniería en la reutilización de los materiales sólidos que se encuentran en el ambiente para ser utilizados en la estabilización de suelos y diseño de pavimentos; aportando así al medio ambiente, en la disminución de residuos de desechos, que causan un impacto ambiental.

Averos, S. D. R. O. (2019). “Estudio Experimental sobre la Estabilización de una Subrasante Limo Arcillosa con RCD-concreto Fino (partículas < 2mm) para Aplicación en Pavimentos”. La investigación tuvo como **finalidad** proponer la reutilización de los sobrantes sólidos que quedan de las construcciones y de los productos de las demoliciones de concreto para mejorar la subrasante de los pavimentos. El concreto residual de las construcciones anteriores debe ser molido a dimensiones menores de 2mm para realizar los ensayos en laboratorio.

Se **concluye** que los residuos de concreto molido sirven para estabilizar la subrasante limo arcillosa, usando un 60% del mismo.

2.1.3 Antecedentes en otros idiomas.

Janakiraman, GG, Paramaguru, P. y Pratheep, T. (2019) "Stabilization of subgrade using geosynthetics" [Estabilización de subrasante mediante geosintéticos]. Asociaron una innovadora experiencia prometedora de estabilización de subrasante por geo textiles y geo artificial. Este proyecto tiene como **finalidad** mejorar la resistencia de la sub rasante del suelo haciendo uso de materiales geo sintéticos. Se realizaron pruebas de CBR en laboratorio de suelos y se llegó a la **conclusión** que aumenta la relación de carga de los suelos granulares que han sido previamente reforzados con geotextiles.

2.2 Conceptos asociados al tema de investigación

A continuación, se mostrará los conceptos relacionados al proyecto de investigación sujetas a las variables.

2.2.1 Variable 1: Estabilización del suelo de subrasante

Normalmente se estabilizan los suelos de baja portabilidad, cuya resistencia es mínima. Al estabilizar un suelo mejora las propiedades físicas y mecánicas, aumentado su resistencia. Podemos realizar una estabilización mecánica del suelo como también una estabilización química.

La estabilización mecánica se realiza con la compactación del terreno in situ o por la sustitución del mismo por suelo de préstamo de otra cantera donde el suelo es de mejor calidad.

La estabilización química se realiza mezclando al suelo natural con aditivos químicos que se venden en el mercado nacional e internacional. La dosificación química mezclado con el suelo en porcentajes óptimos dará como resultado un suelo con mayor resistencia y capacidad portante. Ello permite mejorar sus propiedades físico mecánicas evitando el desplazamiento de suelo de préstamo y generando menos impacto ambiental

2.2.2 Variable 2: Incorporación del aglomerante macromolecular Stabl Soil.

Stabl Soil, es una formulación de aglomerante macromolecular cien por ciento ecológico, no es una derivación del petróleo y no es tóxico. Es un producto nuevo, cuya procedencia es de E.E. U.U. su aplicación se da en una gran gama de suelos, aumentando su durabilidad y resistencia.

Después de haber hecho un análisis correcto del suelo y de las condiciones climáticas; se combina con agua en proporciones de dilución adecuado y posteriormente se mezcla con el suelo. El suelo y el producto se integran a fondo sobre la estructura del suelo para lograr el contenido de humedad prescrito para completar la hidratación adecuada.



Figura 1. Aditivo Stabl Soil.

Fuente: Elaboración propia.

Stabl SOIL mantiene el suelo en su lugar, ofreciendo resultados rápidos y comprobados para superar cualquier situación, su fórmula es no tóxica y respetuosa del medio ambiente. La innovadora solución de control de erosión de Stabl SOIL 3MB funciona rápidamente penetrando de inmediato en la capa superior del suelo, formando una capa duradera, unida al material subyacente. A diferencia de otros métodos de control de erosión de suelo, el producto de Stabl SOIL 3MB ayuda al crecimiento de la vegetación, al mismo tiempo que mantiene sus propiedades efectivas de eliminación de polvo y erosión a largo plazo. Stabl SOIL 3MB se encuentra entre los métodos más rentables de control de erosión. Stabl SOIL tiene resultados excepcionales usando pequeñas

cantidades rociadas directamente sobre la superficie. Esta sencilla aplicación reduce el tiempo de aplicación de productos o tratamientos adicionales. Este producto no se ve afectado por las inclemencias del clima o precipitaciones que se puedan presentar, así mismo ofrece una protección duradera realizando un mantenimiento mínimo requerido.



Figura 2. Mezcla del Stabl Soil con el suelo.

Fuente: Elaboración propia.

2.3 Enfoques conceptuales.

2.3.1 Variable 1: Relación de soporte California (CBR)

Este tipo de ensayo de laboratorio permite evaluar y determinar cuantitativamente la capacidad de resistencia del suelo. Este ensayo está sujeto a ciertos aspectos de humedad y densidad. La muestra compactada y saturada, al ser sometido al ensayo de CBR ofrecerá cierta resistencia a la penetración del pistón en el molde cilíndrico de metal.

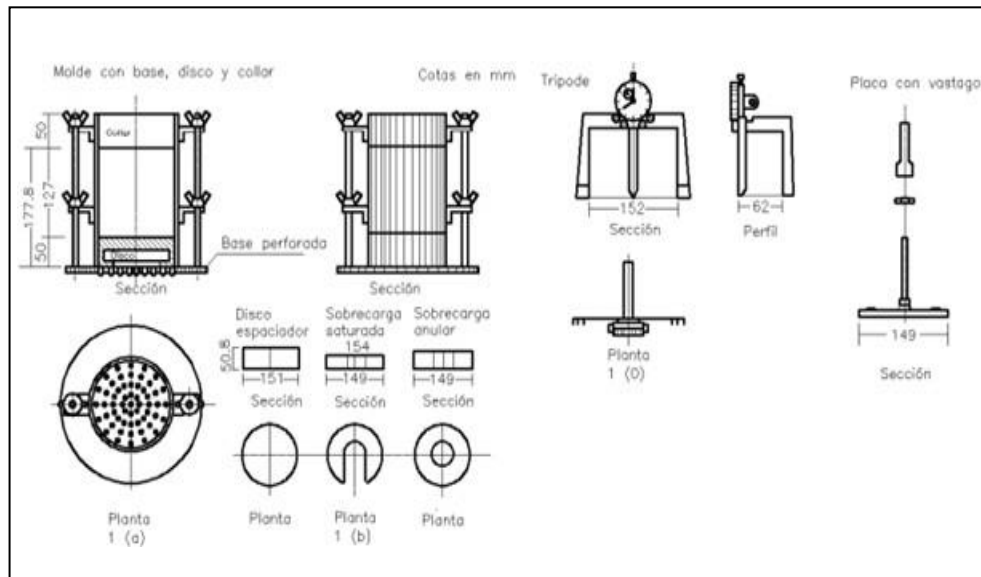


Figura 3. Proctor modificado.

Fuente: CBR de suelos MTC E 132.

2.3.2 Variable 2: California Bearing Ratio (CBR) equivalente.

Un suelo de fundación puede tener uno o más sustratos en su composición, cada sustrato presentara un CBR diferente al otro dependiendo de las propiedades del suelo a 1.5 m de profundidad. Los esfuerzos del suelo a 1.5 m se hacen cero, es por ello que analizamos hasta esa profundidad. Al relacionar los CBR de cada sustrato, hallamos el CBR equivalente.

2.4 Otros Conceptos

2.4.1 El suelo.

El suelo es una porción de capa de la tierra, que se ha formado a lo largo del tiempo por acción de diferentes fenómenos climatológicos. Está compuesto por materiales orgánicos e inorgánicos. Las dimensiones de sus partículas son determinantes en sus propiedades físicas del suelo.

Existen diferentes tipos de suelos, entre ellos tenemos: suelos arenosos, arcillosos, pedregosos, calizos, mixtos.



Figura 4. Capas del suelo.

Fuente: Elaboración propia.

2.4.2 Capacidad portante del suelo.

Se define como la capacidad que tiene el suelo, de soportar fuerzas cortantes producidos por diferentes factores, entre ellos tenemos a los vehículos de diferente tonelaje que se desplazan por las vías terrestres. En algunos casos las fuerzas cortantes que se transmiten al suelo producen asentamientos.

Los esfuerzos cortantes son desarrollados por el suelo en respuesta a las fuerzas cortantes producidas en la superficie del suelo. Cuando las fuerzas cortantes superan la capacidad portante del suelo se produce asentamientos.

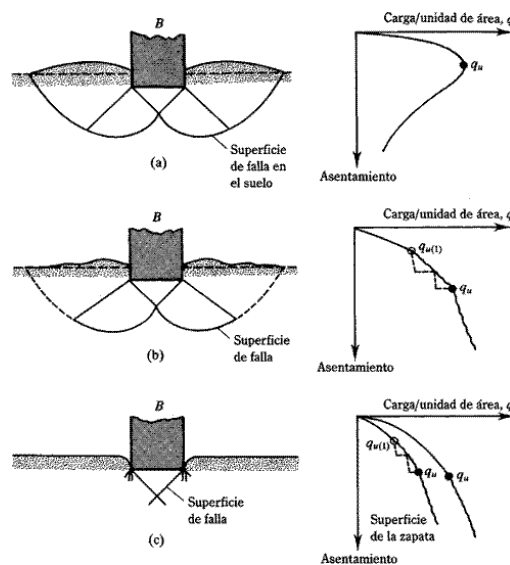


Figura 5. Naturaleza de la falla en suelo por capacidad de carga: (a) falla general por corte; (b) falla local de corte; (c) falla de corte por punzonamiento

Fuente: (dibujo de Vesic, 1973).

2.4.3 Contenido de humedad del suelo.

Viene hacer la cantidad de agua que posee un suelo en su estado natural. La humedad del suelo varía entre 0% al 100% según el tipo de suelo.

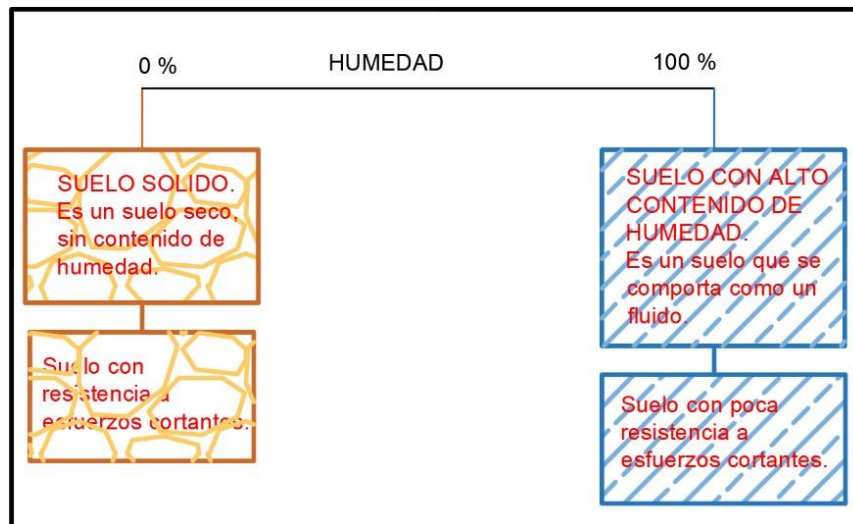


Figura 6. Humedad del suelo.

Fuente: Elaboración propia.

2.4.4 Granulometría

Se aplica para determinar la gradación de materiales propuestos para uso como agregados o los que están siendo usados como tales. Los resultados serán usados para determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas con los requisitos exigidos en la especificación técnica de la obra y proporcionar datos necesarios para el control de producción de agregados. La determinación del material que pasa el tamiz de 75 μm (N.º 200) no se obtiene por este ensayo. El método de ensayo a emplear será: "Cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 μm (N.º 200) por lavado" MTC E 204. (2016 pág. 304).

Tabla 1. Ensayo de granulometría.

Tamaño de aberturas (mm)	Tamaño de tamiz
0.075	N.º 200
0.420	N.º 40
2.00	N.º 10
4.76	N.º 4
6.35	1/4"
9.52	3/8"
12.7	1/2"
19.1	3/4"
25.4	1"
38.1	1 1/2"
50.8	2"
63.5	2 1/2"
76.2	3"

Fuente: ASTM D 422; AASHTO T 27 – 28, según Ortega (2019 pág. 4)

Fuente: ASTM D 422; AASHTO T 27 – 28, según Ortega (2019 pág. 4)



Figura 7. Tamices.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 8. Tamizado de la muestra.

Fuente: Elaboración propia.

2.4.5 Límites de consistencia

Los límites de consistencia fueron definidos por Albert Mauritz Atterberg (1846-1916) y son aplicables para los suelos finos (limos y arcillas).

Los límites de consistencia son:

- ✓ Límite de Contracción (LC).
- ✓ Límite plástico (LP)
- ✓ Límite Líquido (LL).

a) Límite de contracción

Se ubica entre el estado semisólido y sólido. Se define como el contenido de agua a partir del cual de un proceso de secado ya no sufre cambio alguno de volumen.

- ✓ Cuando el límite de contracción es menor a 10 % (L.C. < 10%), decimos que el suelo es potencialmente expansivo.
- ✓ Cuando el límite de contracción se encuentra entre 20 y 25, decimos que el suelo es estable volumétricamente. 20 % < L.C. < 25%.

b) Límite plástico.

Límite plástico se expresa como porcentaje de humedad:

$$\text{Limite Plastico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso seco de suelo}} \times 100$$

c) Límite líquido.

Viene hacer el límite que se ubica entre el estado plástico y semilíquido.

d) Índice de plasticidad.

El índice de plasticidad de un suelo, se halla usando la siguiente ecuación:

$$\text{I.P.} = \text{L.L} - \text{L.P}$$

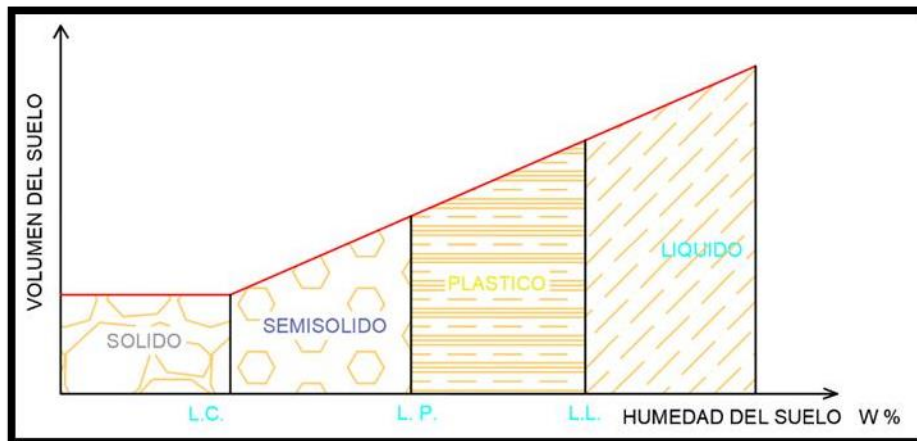


Figura 9. Límites de consistencia.

Fuente: Elaboración propia.

2.4.5.1 Estados del Suelo.

a) Estado sólido: El suelo se comporta más resistente al someterle a esfuerzos cortantes y su volumen no varía si se le somete a un secado en laboratorio.

b) Estado semisólido: El suelo tiende a reducir su volumen si se le somete a un secado, ya que pierde la humedad de terreno natural.

c) Estado plástico: En este estado el suelo puede deformarse sin sufrir ninguna fisura o rompimiento. El estado plástico del suelo hace que cualquier deformación que sufre sea de forma permanente.

d) Estado líquido: En este estado el suelo tiende a comportarse como un fluido. El suelo ofrece mínima resistencia a esfuerzos cortantes.

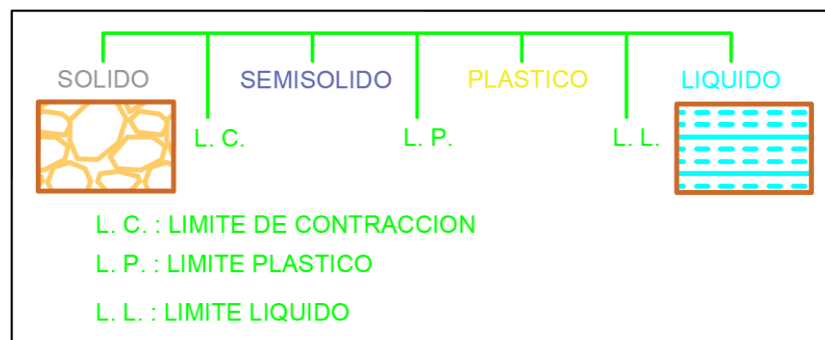


Figura 10. Estados del suelo.

Fuente: Elaboración propia.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipos y Diseño de Investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación es **aplicada**, debido a que se utilizó los conocimientos del uso del aglomerante macromolecular Stabl Soil para Determinar la aplicación sobre las propiedades físicas y mecánicas en la subrasante de la carretera Desvió Pocsi - Omate, Provincia de Arequipa, Región Arequipa - Departamento de Arequipa 2022.

3.1.2 Enfoque de investigación

Según el tipo de enfoque será **cuantitativo**, ya que los resultados que se recolectan son datos numéricos de las muestras para probar la hipótesis, debido a que se evalúan parámetros que pueden ser medibles, replicables y que reproducidos en las mismas condiciones en cualquier momento permite hacer el uso de datos numéricos. (Hernández et al., 2014).

3.1.3 Diseño de investigación

Esta investigación realizada presenta un diseño **cuasi experimental**, debido a que se tiene un patrón () que se varia (añadiendo), para luego estudiar el caso. (Hernández, 2014).

3.1.4 Nivel de investigación

De acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, esta investigación de tesis es **descriptivo - explicativo**, ya que responde a las preguntas ¿Cómo?, ¿Cuánto(s)?, ¿Qué? Etc. Además porque se pretendió describir información sobre muestras, Asimismo se refiere a las características, cualidades internas y externas, propiedades o rasgos esenciales de los hechos Según. (Hernández, 2014).

3.2 Variables, Operacionalización

Por variable normalmente se entiende cualquier cualidad o característica de un objeto (o evento) que contenga, al menos, dos atributos (categorías o valores) en los que pueda clasificarse un objeto o evento determinado (Cea D' Ancona, 1996).

3.2.1 Variable dependiente (X1):

- Estabilización del suelo de subrasante.

3.2.2 Variable Independiente (Y1):

- Incorporación del aglomerante macromolecular Stabl Soil.

3.2.3 Operacionalización de las variables

Tabla 2. Operacionalización

ESTABILIZACION ECOLOGICA CON AGLOMERANTE MACROMOLECULAR EN SUELOS ARCILLOSOS, TRAMO CARRETERA DESVIO POCSI - OMATE, AREQUIPA, 2022.					
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Variable dependiente	Según el Manual de Carreteras del MTC (2014, p40), indica que para lograr la estabilización del suelo de subrasante se analizara alternativas de solución de acuerdo al tipo de suelo y siendo una de las alternativas, la estabilización química. Se considera un suelo de sub rasante estabilizado cuando tiene un CBR \geq 6%.	Mejorar la capacidad portante del suelo de subrasante elaborando ensayos de laboratorio, con muestras de suelo representativas para lograr obtener la resistencia máxima CBR.	Capacidad de soporte de la subrasante.	CBR equivalente.	Razón
Estabilización del suelo de subrasante.					
Variable independiente	Según Universal Eco Solution, el aglomerante macromolecular Stabl Soil está diseñado para unir los agregados y los sedimentos del suelo para producir una mejoría en la condición estructural del suelo. Esta unión mejora los factores del CBR de las áreas tratadas.	El suelo de subrasante al ser mezclado con el aglomerante Stabl Soil en proporciones óptimas, aumenta su resistencia a las fuerzas cortantes,	Diseño de estabilización.	Dosificación (2Lt/m ³ , 4Lt/m ³ , 6Lt/m ³).	Razón
Incorporación del aglomerante macromolecular Stabl Soil.			Resistencia a objetivo.	CBR (%)	

		reduciendo los espacios vacíos entre las partículas sin contaminar el medio ambiente.			
--	--	---	--	--	--

Fuente: Elaboración Propia

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población:

Según Díaz (2018), conceptualiza la población como la agrupación de todos los elementos de estudio en donde están se encuentran en el entorno espacial de donde se desarrolla el trabajo de investigación. El trabajo de investigación se desarrolla en la carretera Desvió Pocsi – Omate, la cual se inicia en el Distrito de Polobaya hasta llegar a la autopista Arequipa - Omate; siendo un recorrido de 8.3 Km. La carretera es de trocha carrozable ubicado en el departamento de Arequipa.

3.3.2 Muestra:

Gotuzzo (2018), conceptualiza que la muestra es una parte de la población que se tiene en cuenta de representación de las misma. Por lo que para el presente trabajo la muestra que se analiza es la subrasante de la carretera Desvió Pocsi – Omate hacia la autopista Arequipa - Omate, Provincia de Arequipa, Región Arequipa - Departamento de Arequipa.

3.3.3 Muestreo:

López (2004), es el método utilizado para seleccionar a los componentes de la muestra del total de la población, “consiste en un conjunto de reglas, procedimientos y criterios mediante los cuales se selecciona un conjunto de elementos de una población que representan lo que sucede en toda esa población. En la carretera Desvió Pocsi – Omate, que se inicia en el distrito de Polobaya, Provincia de Arequipa, Región Arequipa - Departamento de Arequipa, se determinó realizar 01 calicata entre el km03+000 al Km5+000, cabe resaltar que la calicata será de 1.50 metros de profundidad para el muestreo de suelo.

3.3.4 Unidad de análisis:

Según Arias Gonzales (2020), la unidad de análisis es aquel objeto de estudio de quien se producen los datos o la información para el análisis de estudio. Dicha evaluación se considera objeto de investigación ya que se le adicionara el aglomerante macromolecular ecológico Stabl Soil en proporciones de 2 lt/m³, 4 lt/m³ y 6 lt/m³, teniendo como referencia la NTP, CE.010, Norma CE.020, Manual de Carreteras.

3.4 Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos

3.4.1 Técnica de recolección de datos

Las técnicas son instrumentos y procedimientos que ayudan a obtener conocimientos, estas técnicas son las entrevistas, encuestas, observaciones, etc. El presente proyecto de investigación se aplicó la técnica por **observación directa**, debido a que realizó un recorrido por los suelos de subrasante del área de estudio, así mismo se registró en una base de datos los cambios efectuados en las propiedades físico – mecánicas de los suelos de subrasante con la adición de porcentajes de aglomerante molecular Stabl Soil. Además, se aplicó la técnica y normas de ensayos de laboratorio, como límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR.

3.4.2 El instrumento de recolección de datos

Para Mendoza (2014), los instrumentos son mecanismos para recoger información de una realidad determinada. En el presente trabajo La ficha de observación directa permite ser metódico en cuanto al cumplimiento del cronograma para recolección de datos: valores cuantitativos obtenidos de los ensayos de laboratorio para determinar las propiedades físicas y mecánicas en la subrasante de la carretera Desvió Pocsi – Omate, Provincia de Arequipa, Región Arequipa - Departamento de Arequipa.

3.4.3 Validez

Ospino, lo define como la medición de una variable que es evaluada en instrumento. Para este estudio no fue necesario la validación de expertos para los instrumentos a utilizar ya que los formatos están en función a la Norma Técnica Peruana (NTP) las cuales son válidas.

3.4.4 Confiabilidad

Según Rangel (2010), la confiabilidad quiere decir que cuando se utiliza un instrumento o equipo de diferentes ocasiones y nos arroja resultados coherentes o una medida a precisión y que sea confiable de forma consistente. En el presente estudio para garantizar la confiabilidad se tendrá el respaldo de especialista en mecánica de suelos, equipos con certificado de calibración y sin duda alguna todos los ensayos realizados serán validados por un laboratorio de mecánica de suelos.

3.5 Procedimientos

Se empezó la investigación buscando información relacionada a la estabilización de suelos de subrasante con aditivos u otros compuestos, todo ello con la finalidad de complementar más los conocimientos respecto al tema de investigación. Posteriormente se realizó la visita a campo, que viene a ser la carretera Desvió Pocsi – Omate, que se nace en el distrito de Polobaya Km3+000 al Km5+000 donde se hizo 3 calicatas con una profundidad de 1.5 m. de las cuales se tomaron las muestras representativas que fueron llevados al laboratorio de mecánica de suelos para los ensayos correspondientes. Se realizó los ensayos experimentales entre el suelo y el Stabl Soil a una tasa de 2lt/m³, 4lt/m³ y 6lt/m³ con la finalidad de hallar el CBR máximo al 95%, para luego analizar los resultados comparando entre el suelo sin dosificación y un suelo dosificado.

3.5.1 Recolección de datos.

Se realizó la visita a campo, donde se realizaron 3 calicatas para extraer las muestras representativas de cada una.



Figura 11. Exploración de la cantera Desvió Pocsi - Omate

Fuente: Elaboración propia.



Figura 12. Calicata 1.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 13. Calicata 2.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 14. Calicata 3.

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2 Ensayos de laboratorio.

La estratigrafía del suelo a 1.5 m en las tres calicatas mostraban características muy similares, es por ello que se analizó en laboratorio las

muestras representativas de una calicata. Se realizó una prueba simple de campo a cada una de las calicatas, para tener una idea del tipo del suelo; se agregó una porción de agua a un puñado de muestra de suelo, formándose un suelo de alta plasticidad y maleable al manipular su estructura con la mano.



Figura 15. Suelo arcilloso.

Fuente: Elaboración propia.

a) Granulometría

Se realiza el ensayo de granulometría por tamizado de la muestra representativa del suelo de las calicatas según NORMA NTP 400.012 o MTC E 204.

Los instrumentos utilizados son:

- ✓ Tamices
- ✓ Bandejas metálicas
- ✓ Cucharones de metal.
- ✓ Brochas
- ✓ Balanza digital

Procedimiento:

Se retiró de las muestras de los sacos hacia las bandejas, para luego hacer el cuarteo. Seguidamente se toma las muestras representativas y se procede con el tamizado, se va separando el material retenido y se va pesando. Se apunta todos los pesos realizados en la balanza digital.



Figura 16. Cuarteo de la muestra de suelo.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 17. Tamizado de la muestra de suelo.

Fuente: Elaboración propia.

b) Contenido de humedad.

Procedimos a realiza el ensayo para encontrar el porcentaje de humedad de la muestra de suelo, según la Norma del MTC 108 – 2000.

Los instrumentos utilizados son:

- ✓ Horno eléctrico.
- ✓ Cucharones metálicos

- ✓ Balanza digital
- ✓ Brocha
- ✓ Bandejas metálicas pequeñas.

Procedimiento:

Se toma una muestra de suelo en una vasija de metal y se procede con el pesado de la vasija + muestra. Posteriormente se lleva al horno eléctrico para su respectivo secado.



Figura 18. Anotación del peso de la muestra.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 19. Muestra llevada al horno a 141 °C.

Fuente: Elaboración propia.

c) Ensayo de Proctor modificado

Se realiza el ensayo para determinar la humedad óptima de compactación según Norma MTC E 115 - 2000.

Los instrumentos utilizados son:

- ✓ Molde cilíndrico con base, disco y collar
- ✓ Pistón o martillo
- ✓ Balanza digital.
- ✓ Cucharones metálicos
- ✓ Brocha
- ✓ Bandeja metálica

Procedimiento:

Realizamos el tamizado de la muestra de suelo, posteriormente pesamos la muestra, le agregamos una proporción de agua para luego mezclarlo totalmente con la muestra de suelo. Realizamos el llenado del material por capas, con sus 25 golpes respectivos. Luego realizamos la diferencia de los pesos para hallar la humedad óptima.



Figura 20. Tamizado de la muestra.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 21. *Pesado de la muestra.*

Fuente: Elaboración propia.



Figura 22. *Mezclado de la muestra con agua.*

Fuente: Elaboración propia.



Figura 23. *Compactación de la muestra.*

Fuente: Elaboración propia.

d) Ensayo de CBR.

Se realiza el ensayo para determinar la resistencia de soporte de los suelos según Norma MTC E 132 - 2000.

Los instrumentos utilizados son:

- ✓ Molde cilíndrico con base, disco y collar
- ✓ Pistón o martillo
- ✓ Balanza digital.
- ✓ Cucharones metálicos
- ✓ Brocha
- ✓ Bandeja metálica

Procedimiento:

Se realizó el ensayo de CBR, a la muestra de suelo natural y a las muestras con dosificación de Stabl Soil, para ello se usó muestras de suelo de 6kg. Se prepararon 3 muestras de suelo con Stabl Soil a una tasa de 2lt/m³, 4lt/m³ y 6lt/m³. Se realizó la compactación con 12 golpes al molde A, 25 golpes al molde B y 56 golpes al molde. Posteriormente los moldes fueron sumergidos en agua para lograr su saturación máxima durante 4 días o 96 horas. Luego fueron sometidos al ensayo de CBR.

- ✓ Pesado del aditivo Stabl Soil calculado a una tasa de 2lt/m³, 4lt/m³ y 6lt/m³



Figura 24. Pesado del aditivo Stabl Soil.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 25. Mezcla del aditivo Stabl Soil con el agua.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 26. Mezcla de la solución Stabl Soil con el suelo.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 27. Compactación del suelo dosificado.

Fuente: Elaboración propia.

- ✓ Una vez compactado las muestras se sumerge en agua durante 4 días.



Figura 28. Muestras sumergidas en agua.

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Retiramos las muestras con aditivo sumergidas en agua para el ensayo de CBR. Los moldes a someter al ensayo de CBR son: Molde Ha dosificado a 2lt/m³, molde B dosificado a 4lt/m³ y molde E dosificado a 6lt/m³.



Figura 29. Moldes dosificados a 2lt/m³, 4lt/m³ y 6lt/m³.

Fuente: Elaboración propia



Figura 30. Ensayo de CBR.

Fuente: Elaboración propia

3.6 Método de análisis de datos

El método de análisis se realizó tomando datos de los distintos ensayos realizados a las muestras de suelo patrón de forma cuantitativa. Las cifras numéricas fueron interpretadas en forma de graficas estadísticas, en fórmulas matemáticas. Los resultados se plasmaron en cuadros para su interpretación. Se hizo uso del programa AutoCAD para el dibujo y representación de diagramas y Excel para las gráficas estadísticas.

3.7 Aspectos éticos

El investigador es responsable en detallar que toda información recopilada para el desarrollo del presente proyecto teniendo en cuenta los principios éticos mencionados en los artículos del Código de Ética en Investigación, Vicerrectorado de Investigación – 2022, Universidad Cesar Vallejo.

El proyecto de investigación tiene como aspecto ético de Beneficencia la contribución a la sociedad aportando una nueva manera de poder aumentar el periodo útil de la carretera Desvió Pocsi – Omate, Provincia de Arequipa, Región Arequipa - Departamento de Arequipa. Asimismo, no se causó daño a la sociedad o medio ambiente en la elaboración de la presente investigación.

IV. RESULTADOS

4.1 Ubicación del proyecto de investigación

El proyecto de investigación ha tenido como zona de estudio la vía de acceso de trocha carrozable, carretera Desvió Pocsi – Omate Km3+000 al Km5+000. Que va desde el distrito de Polobaya la hasta la autopista Arequipa - Omate. Región Arequipa - Departamento de Arequipa.



Figura 31. Mapa político del Departamento de Arequipa.

Fuente: Elaboración propia



Figura 32. Ubicación del proyecto señalado de color rojo.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. *Ubicación de la zona de estudio.*

ZONA DE ESTUDIO		
Punto	Nombre de Avenida	Coordenada Geográfica
Inicio	Carretera Desvió Pocsi – Omate, Km3+000. Arequipa.	-16.575799, -71.355887
Final	Carretera carretera Desvió Pocsi – Omate, Km5+000. Arequipa.	-16.579099, -71.330336

Fuente: Elaboración propia

4.2 Resultados del proceso de investigación

4.2.1 Resultado del ensayo granulométrico.

El resultado de laboratorio indica que el suelo extraído de la zona en estudio presenta 4% de grava, 24,8% de arena y 70.8% de finos. Siendo los finos con mayor porcentaje en su composición del suelo. El suelo es catalogado según la clasificación SUCS como CH, arcilla de alta plasticidad. El diámetro de las partículas varía desde 12.5 mm hasta 0.075 mm.

Tabla 4. *Resultados del ensayo granulometría.*

Suelo natural	Profundidad	Clasificación sucs	Clasificación aashto	Grava	Arena	Finos
C-1	-1.5 M	CH: Arcilla de alta plasticidad	A-7: Suelo arcilloso	4%	24.80%	70.80%

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Resultado del ensayo de límites de consistencia o límites de atterberg.

Los resultados de laboratorio lo mostramos en el siguiente cuadro.

Tabla 5. Límites de consistencia.

Suelo	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad
Suelo natural	50.5	28.62	21.9
Suelo con Stabl Soil a 2 lt/m ³	46.2	27.49	18.7
Suelo con Stabl Soil a 4 lt/m ³	42.7	26.76	15.9
Suelo con Stabl Soil a 6 lt/m ³	39.5	25.15	14.3

Fuente: Elaboración propia

- ✓ El límite líquido varía entre 50.5% a 39.5. El límite líquido disminuye en un 11%.
- ✓ El límite plástico varía entre 28.62 a 25.15%. El límite plástico disminuye en un 3.4%.
- ✓ El índice de plasticidad varía entre 21.9% a 14.3%. El índice de plasticidad disminuye en un 7.6%.

4.2.2.1 Grafica de límites de consistencia incorporando Stabl Soil.

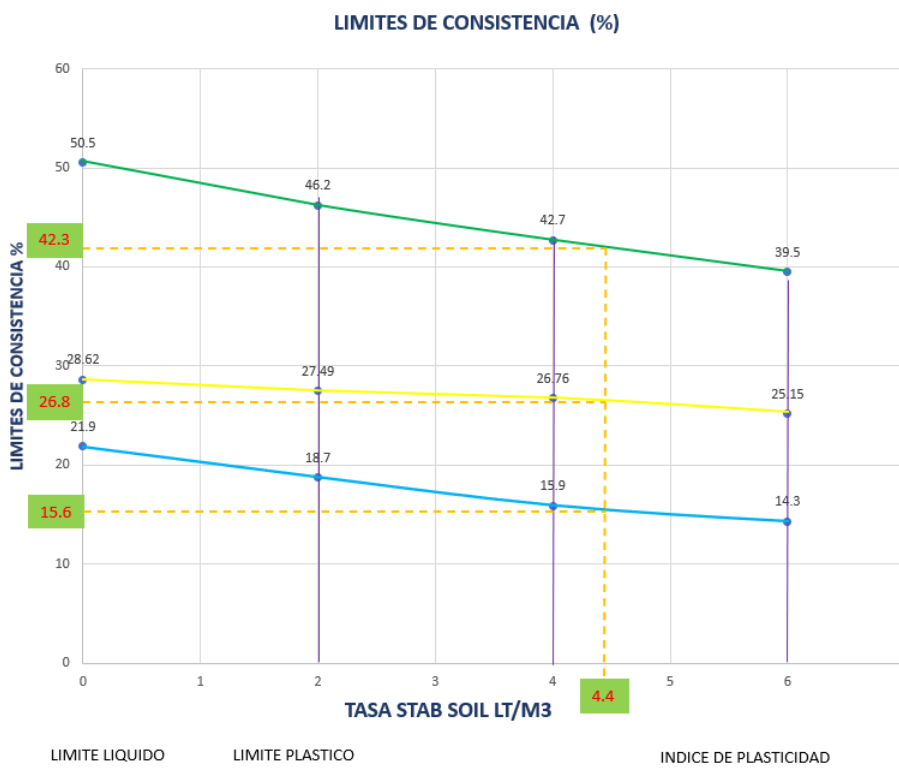


Figura 33. Curva de variación de límites de consistencia.

Fuente: Elaboración propia

Del gráfico anterior podemos deducir por la proyección de las líneas, los límites de consistencia de la nueva tasa de 4.4 lt/m³.

Tabla 6. Límites de consistencia de la nueva tasa hallado 4.4 lt/m³.

SUELO	Límite líquido (L. L.)	Límite Plástico (L. P.)	Índice de Plasticidad (I. P.)
Suelo con Stabl Soil a 4.4 lt/m ³	42.3	26.8	15.6

Fuente: Elaboración propia

A continuación, presentamos el gráfico de variación de los límites de consistencia con el nuevo valor hallado, para una tasa de 4.4 lt/m³.

Tabla 7. Límites de consistencia con el nuevo punto hallado.

SUELO	Límite líquido (L. L.)	Límite Plástico (L. P.)	Índice de Plasticidad (I. P.)
Suelo natural	50.5	28.62	21.9
Suelo con Stabl Soil a 2 lt/m ³	46.2	27.49	18.7
Suelo con Stabl Soil a 4 lt/m ³	42.7	26.76	15.9
Suelo con Stabl Soil a 4.4 lt/m ³	42.3	26.8	15.6
Suelo con Stabl Soil a 6 lt/m ³	39.5	25.15	14.3

Fuente: Elaboración propia



Figura 34. Curva de variación de límites de consistencia con el nuevo límite hallado.

Fuente: Elaboración propia

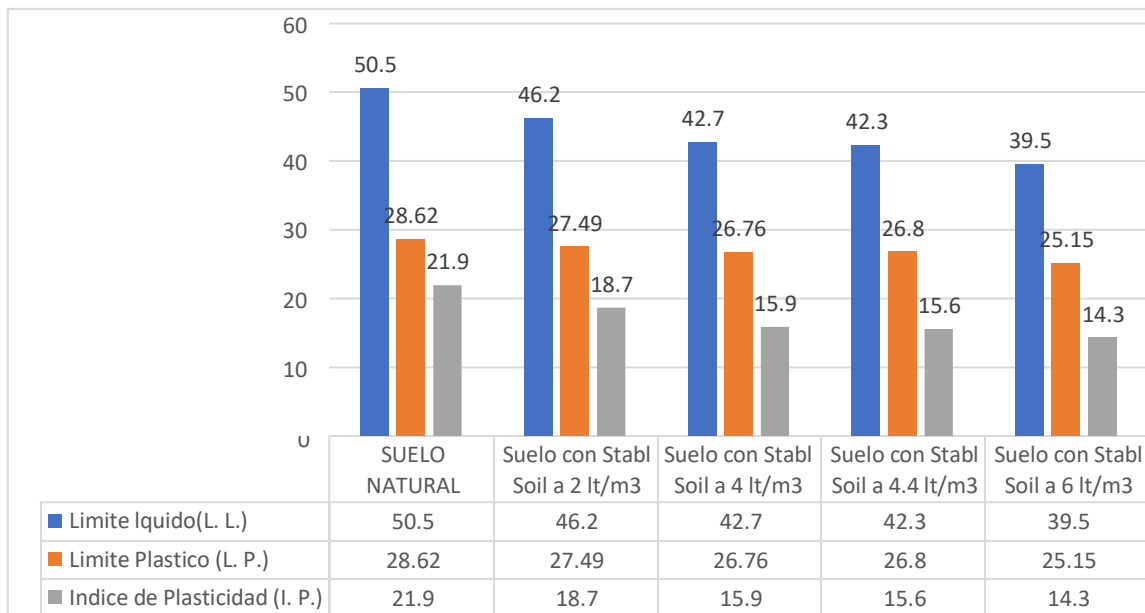


Figura 35. Gráfico estadístico de variación de límites de consistencia.

Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Resultado del ensayo CBR del suelo natural.

El ensayo de laboratorio dio como resultado un CBR igual a 5% con respecto al 95% de la máxima densidad seca (MDS). Según el Manual de Carreteras 2014 del MTC en el cuadro 4.11 categoría de sub rasante, los CBR $\geq 3\%$ a CBR $< 6\%$ son clasificados como: S2 subrasante insuficiente. Por lo tanto, optamos por la estabilización del suelo como ya se explicó anteriormente en el punto 3.5 (Procedimiento), haciendo uso de un producto nuevo llamado Stabl Soil.

Tabla 8. Resultado de CBR del suelo natural.

CALICATA C1	PROFUNDIDAD	CBR DEL SUELO NATURAL AL 95% de MDS.
C-1	-1.5 M	5%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Categorías de subrasantes.

Categorías de subrasante	CBR
S0: Subrasante inadecuada	CBR $< 3\%$
S1: Subrasante insuficiente	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 Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos del MTC.

Fuente: Manual de Carreteras del MTC.

4.2.3.1 Resultado del ensayo CBR del suelo dosificado con Stabl Soil.

El ensayo de CBR arrojó los siguientes datos:

Para el Molde A, que se dosificó a razón de 2 lt/m³. Se obtuvo un CBR de 6.8%.

Para el Molde B, que se dosificó a razón de 4 lt/m³. Se obtuvo un CBR de 8.5%.

Para el Molde E, que se dosificó a razón de 4 lt/m³. Se obtuvo un CBR de 7.9%.

4.2.3.1 Stabl Soil a 2 lt/m³

Tabla 10. Resultado de CBR a 2 lt/m³.

Calicata	Profundidad	CBR del suelo patrón al 95% de MDS.	CBR con dosificación 2 lt/m ³ al 95% de su MDS.	Aumento en %
C-1	-1.5 M	5	6.8	34.2

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro de resultado Stabl Soil a 2 lt/m³, constatamos al 95% un incremento desde el CBR patrón de 1.8% y un aumento en su resistencia en un 34.2%. Aumentando su capacidad portadora a esfuerzos cortantes.

4.2.3.2 Stabl Soil a 4 lt/m³

Tabla 11. Resultado de CBR a 4 lt/m³.

Calicata	Profundidad	CBR del suelo patrón al 95% de su MDS.	CBR con dosificación 4 lt/m ³ al 95% de su MDS.	Aumento en %
C-1	-1.5 M	5	8.5	66.5

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro de resultado Stabl Soil a 4 lt/m³, constatamos al 95% un incremento desde el CBR patrón de 3.5% y un aumento en su resistencia en un 66.5%. Aumentando su capacidad portadora a esfuerzos cortantes con respecto a la última dosificación.

4.2.3.3 Stabl Soil a 6 lt/m³

Tabla 12. Resultado de CBR a 6 lt/m³.

Calicata	Profundidad	CBR del suelo patrón al 95% de su MDS.	CBR con dosificación 6 lt/m ³ al 95% de su MDS.	Aumento en %
C-1	-1.5 M	5	7.9	55.1

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro de resultado Stabl Soil a 6 lt/m³, constatamos al 95% un incremento desde el CBR patrón de 2.9% y un aumento en su resistencia en un 55.1%. Aquí podemos verificar que baja su capacidad de resistencia con respecto a la dosificación Stabl Soil a 4 lt/m³.

4.2.4 Grafica de la variación de la curva tasa Stabl Soil - CBR

Teniendo En cuenta los resultados de laboratorio procedemos a realizar una gráfica representativa, haciendo uso del programa Excel para hacer un análisis de la curva.

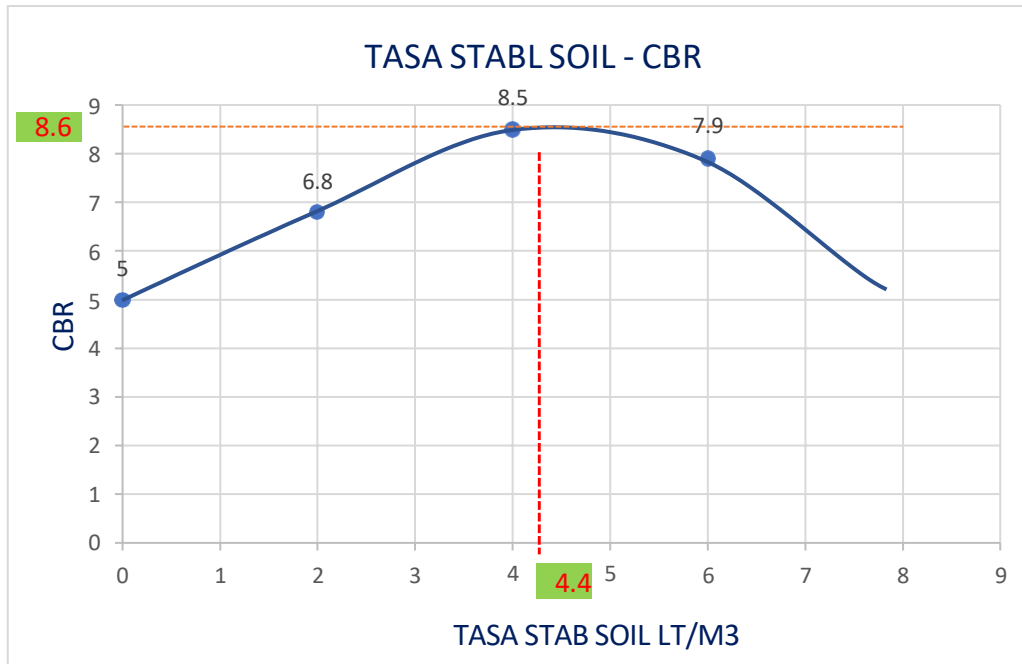


Figura 36. Gráfica, tasa Stabl Soil - CBR.

Fuente: Elaboración propia

Del gráfico anterior, podemos determinar lo siguiente:

- ✓ Según la gráfica anterior se logra un punto máximo de resistencia CBR en 8.6% a una tasa de dosificación de Stabl Soil de 4.4 lt/m3.
- ✓ Se deduce un aumento porcentual máximo del 68.4% partiendo como base un CBR del 5% de la muestra en estado natural para la subrasante al 95% de su máxima densidad seca.

Tabla 13. Resultado CBR a 4.4 lt/m3.

Calicata	Profundidad	CBR del suelo natural al 95% de su MDS.	CBR con dosificación 4.4 lt/m3 al 95% de su MDS.	Aumento en %
C-1	-1.5 M	5%	8.6	68.4

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Según el manual de carreteras del MTC, el CBR obtenido de 8.6% lo categoriza como: S2 Subrasante regular ya que se encontraría en el intervalo de CBR $\geq 6\%$ a CBR $< 10\%$.

Tabla 14. Resultado CBR de todas las tasas de dosificación.

SUELO	CBR
Suelo natural	5%
Suelo con Stabl Soil a 2 lt/m3	6.80%
Suelo con Stabl Soil a 4 lt/m3	8.50%
Suelo con Stabl Soil a 4.4 lt/m3	8.60%
Suelo con Stabl Soil a 6 lt/m3	7.90%

Fuente: Elaboración propia

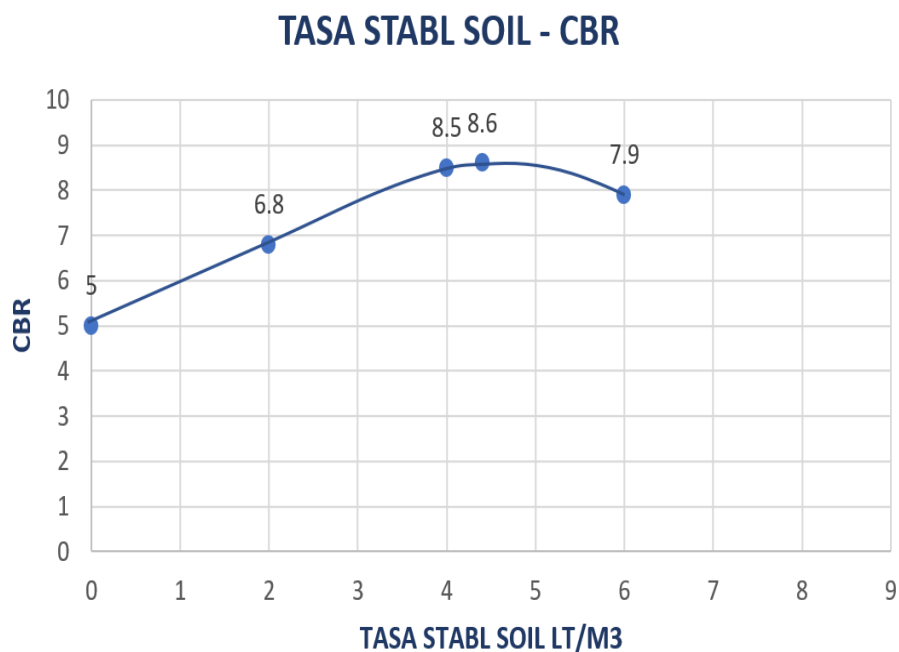


Figura 37. Gráfica, tasa Stabl Soil – CBR con el nuevo dato hallado.

Fuente: Elaboración propia

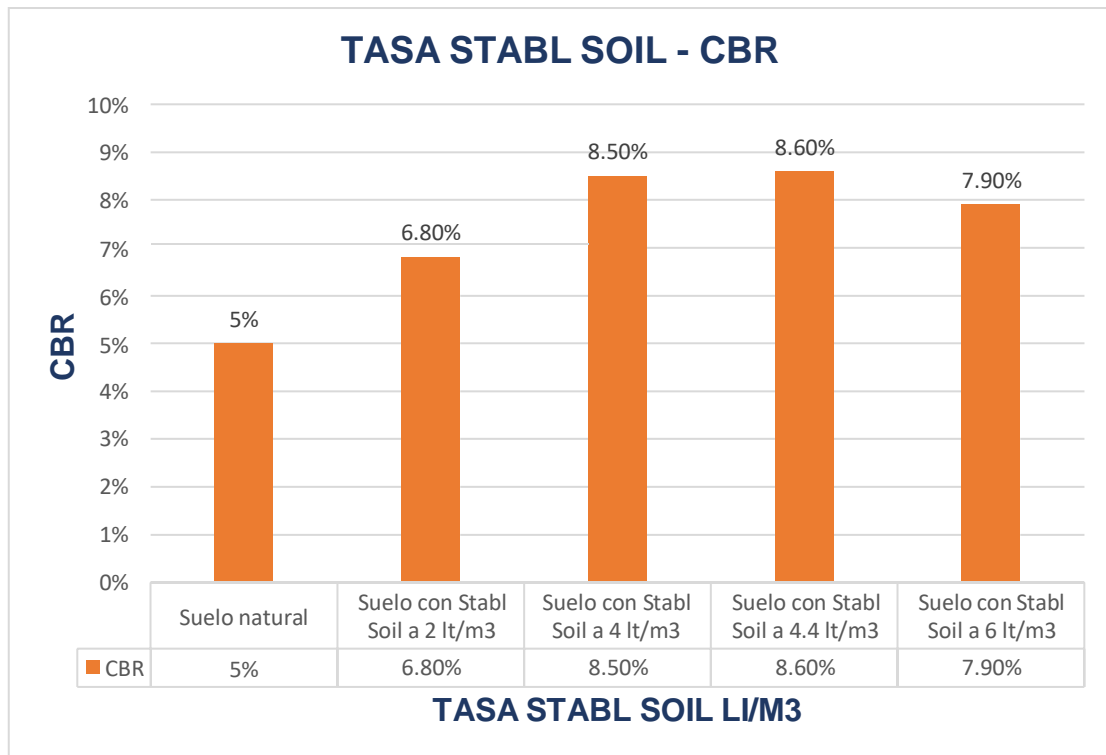


Figura 38. Gráfico estadístico de la variación de CBR.

Fuente: Elaboración propia

4.2.6 Análisis estadístico de las hipótesis.

Para realizar el análisis estadístico hicimos uso del programa IBM SPSS, como a continuación describimos:

4.2.6.1 Prueba de normalidad

a) Planteamiento de normalidad:

H_0 = Hipotesis nula: Estabilizacion de subrasante. Tiene normalidad

H_1 = Hipotesis alterna: Estabilizacion de subrasante.

No tiene normalidad

b) Nivel de significancia:

$$\alpha=5\%=0.05$$

c) Prueba estadística:

Si $n \geq 50$ se usa el metodo de Kolmogorov – Smirnov

Si $n < 50$ se usa el metodo de Shapiro – Wilk

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificacion_Stabl_Soil	,222	5	,200 [*]	,967	5	,856
Estabilizacion_Subrasante	,240	5	,200 [*]	,872	5	,274

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 39. Gráfico de prueba de normalidad.

Fuente: Elaboración propia

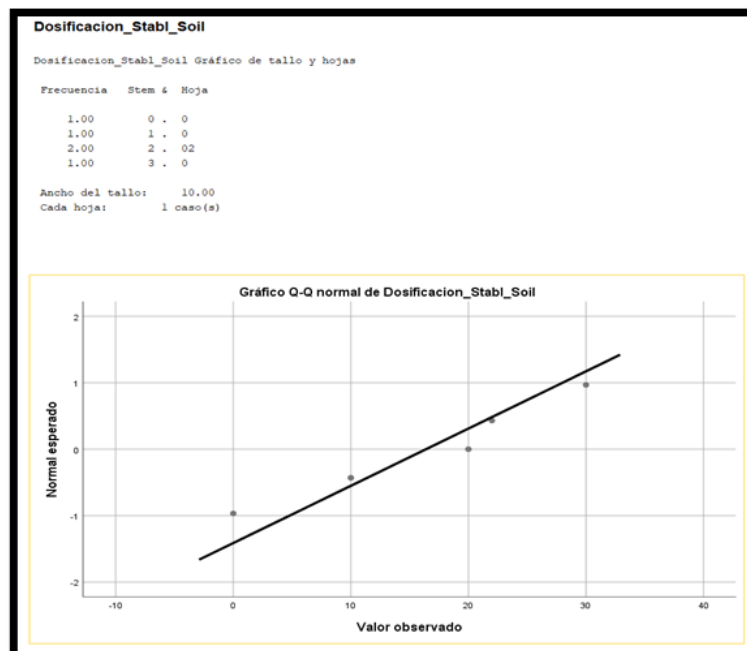


Figura 40. Gráfico normal de dosificación.

Fuente: Elaboración propia

d) Regla de Decisión:

Del cuadro de pruebas de normalidad podemos decir que:

$$p - \text{valor} = 0.274 \text{ entonces } p > 0.05 \rightarrow 0.274 > 0.05$$

Si $p - \text{valor} \leq 0.05$ Se rechaza la hipótesis nula.

Entonces no se rechaza la hipótesis nula, se acepta la hipótesis nula. Entonces tiene normalidad.

e) Conclusión:

Entonces podemos decir que la variable los datos de la variable, estabilización de subrasante, tiene normalidad, con un nivel de significancia del 5%.

Por lo tanto, usamos la correlación de Pearson.

4.2.6.2 Correlación de Pearson

a) Planteamiento de normalidad:

$H_0 =$ Hipotesis nula: Datos de la variable x no estan relacionadas.
(*el incremento de la estabilizacion de la subrasante no esta relacionada con el Stabl Soil*)

$H_1 =$ Hipotesis alterna: Datos de la variable x estan relacionadas.
(*el incremento de la estabilizacion de la subrasante esta relacionada con el Stabl Soil*)

b) Nivel de significancia:

$$\alpha = 5\% = 0.05$$

c) Prueba Estadística: Coeficiente de correlación de Pearson

Correlaciones			
		Dosificacion_ Stabl_Soil	Estabilizacion _Subrasante
Dosificacion_ Stabl_Soil	Correlación de Pearson	1	,998**
	Sig. (bilateral)		,002
	N	4	4
Estabilizacion_ Subrasante	Correlación de Pearson	,998**	1
	Sig. (bilateral)	,002	
	N	4	4

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Figura 41. Gráfico de correlación.

Fuente: Elaboración propia

d) Regla de Decisión:

Del cuadro de correlaciones podemos decir que:

$$p - \text{valor} = 0.002 \text{ entonces } p > 0.05 \rightarrow 0.002 < 0.05$$

Si $p - \text{valor} \leq 0.05$ Se rechaza la hipótesis nula.

Entonces se rechaza la hipótesis nula, se acepta la hipótesis alterna.

e) Conclusión:

En conclusión, podemos decir que existe evidencia estadística demostrada donde podemos afirmar que el incremento de la estabilización de subrasante está relacionado en forma directa con el Stabl Soil.

V. DISCUSIÓN

Reducir los niveles de polvo en la carretera Desvió Pocsi - Omate generando mayor cohesión entre las partículas del suelo estabilizado.

Aumentar la resistencia de los suelos de subrasante del tramo en estudio a partir de la incorporación del aditivo aglomerante macromolecular Stabl Soil como agente estabilizador. Inicialmente el CBR del suelo natural para subrasante al 95%, fue de 5%, y posteriormente realizando la dosificación Stabl Soil se obtuvo un 8.6%. Según el nuevo valor de CBR obtenido, podemos indicar que se logró aumentar la capacidad de soporte de la subrasante.

Se tiene como antecedente nacional. Lomparte Cabanillas, J. A., & Sánchez Neglia, D. A. (2019), en su investigación titulada; "Estabilización de la superficie de rodadura mediante el uso de polímero en emulsión vinilo acrílico en la carretera no pavimentada al Centro Poblado Tangay-Nuevo Chimbote-Santa". Su alcance fue realizar ensayos de laboratorio con un químico nuevo llamado Maxx-Seal 100 para obtener la estabilización de las carreteras de suelo natural, aumentando su portabilidad, resistencia e impermeabilidad.

Determinar la proporción óptima de aglomerante macromolecular Stabl Soil que se debe adicionar al suelo, para el mantenimiento de la vía afirmada.

Se tiene como antecedente nacional. Fernández, W. (2017). "Efecto del aditivo terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes en la zona de expansión de la ciudad de Cajamarca". Esta investigación tuvo como finalidad determinar qué tan efectivo resulta el uso del aditivo Terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante al realizar los ensayos de laboratorio CBR en 7 calicatas, concluyendo que la proporción adecuada para el aumento del CBR es de 30ml/ m³.

La proporción óptima de Stabl Soil obtenido fue de 4.4 Lt/m³.

Una alternativa técnica para contribuir a mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de subrasante de la carretera Desvió Pocsi - Omate sería estabilizando el suelo natural existente con un aglomerante macromolecular ecológico denominado Stabl Soil.

Se tiene como antecedente nacional. Nesterenko Cortes, D. (2019, May). "Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en Perú". Congreso Internacional de Ingeniería y Dirección de Proyectos III Congreso Regional IPMA-LATNET. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. El artículo indica propuestas de cómo realizar procesos de estabilización de suelos usando polímeros, mediante ensayos de laboratorio con material de suelo natural y con material de suelo con químico. Se determina que el uso y en las proporciones adecuadas del polímero se logra mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos; sobre todo en suelos con $IP \geq 9$.

VI. CONCLUSIONES

- ✓ Según los resultados del análisis podemos concluir que adicionando Stabl Soil a una tasa de 2 lt/m³, 4 lt/m³ y 4.4 lt/m³, aumenta la resistencia del suelo en un 68%. Siendo 8.6% el punto máximo de CBR que equivale al 163% para la subrasante al 95% de su máxima densidad seca. Por lo tanto, ya no se categoriza como una subrasante insuficiente, según el Manual de Carreteras del MTC y pasaría hacer una subrasante regular ya que se encontraría en el intervalo de CBR≥6% a CBR<10%. Entonces quedaría comprobado que el aditivo Stabl Soil contribuye a mejorar la capacidad portante del suelo de subrasante.
- ✓ Se logro obtener una reducción del índice de plasticidad del 7.6 % al adicionar el aditivo Stabl Soil a la muestra de suelo a una tasa de 4.4 lt/m³, quedando demostrado que al adicionar el aditivo influye favorablemente en mejorar sus propiedades físicas en la estabilización de subrasantes del tramo investigado.
- ✓ Se concluye que, al haber logrado la estabilización del suelo de subrasante de la trocha carrozable, se logra también aumentar la cohesión de las partículas del suelo que en consecuencia mitigara los niveles de formación de polvo provocado por el tránsito de vehículos.

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realizar la estabilización de suelos de subrasante haciendo uso del aditivo Stabl Soil a una proporción de 4.4 lt/m³ en suelos insuficientes de subrasante con alto contenido de partículas finas.
- ✓ Se recomienda el uso del aditivo Stabl Soil para mitigar la generación de polvo en trochas carrozables, ya que su uso mejora las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante fortaleciendo la cohesión entre sus partículas de suelo.
- ✓ Se recomienda ampliar el uso del aglomerante macromolecular Stabl Soil a partir de esta investigación, para otros proyectos de estabilización de suelos de subrasante.
- ✓ Se recomienda usar del aditivo Stabl Soil, porque es un producto cien por ciento ecológico, no es toxico y contribuye con el cuidado del medio ambiente.
- ✓ Se recomienda revisar el estado de los materiales y equipos a utilizar en los ensayos de laboratorio, los cuales deben de estar en optimo estado y calibrados.

REFERENCIAS

Arias Gonzales, José Luis. 2020. Proyecto de Tesis Guía para la elaboración. Arequipa: Biblioteca Nacional del Perú, 2020.

Carrasco Díaz, Sergio. 2009. Metodología de la Investigación Científica Pautas Metodológicas para Diseñar y Elaborar el Proyecto de Investigación. Lima: San Marcos E.I.R.L., 2009.

Cea D'Ancona , Ángeles María. 1996. Metodología cuantitativa: Estrategias y Técnicas de Investigación Social. Madrid: Editorial Síntesis S.A., 1996.

Comunicaciones., Ministerio de Transportes y. 2013. Especificaciones Técnicas Generales para Construcción. Lima: Manual de carreteras, 2013. pág. 605.

CUTIMANCO RAMOS, Samuel, y otros. 2018. Ensayo de Proctor modificado y ensayo de CBR. Ensayo de Proctor modificado y ensayo de CBR. [En línea] 07 de 07 de 2018. [Citado el: 24 de 09 de 21.] <https://bit.ly/3uhVI0g>.

Diaz, Sergio. 2018. Metodología de la investigación científica. Lima: San Marcos, 2018.

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. Ministerio de Economía y Finanzas. Perú: SNIP, 2015. pág. 110, Pregrado.

Mamani Quisocala, D. E. (2017). Efectos de la estabilización química en la consolidación del pavimento de suelo afirmado en la carretera Macusani-ituata-Puno-2017. Estabilización química de suelos - materiales convencionales y activados alcalinamente. Rivera, J F, y otros. 2020. Técnico: s.n., 10 de 06 de 2020.

Estudio experimental sobre la estabilización de suelo de subrasante blando con residuo de concreto fino. Ochoa Averos, S R y Bizarreta Ortega, J C. 2020. 2, Iguazu, Brasil: s.n., 2020, The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M, Vol. 1.

Evaluación de las propiedades de residuos de construcción y demolición de concreto para su uso en la elaboración de sub-bases granulares. Una alternativa al manejo de residuos en el Valle de Aburrá. PEÑA MUÑOZ, Sebastián, y otros. 2018. 01, Antioquia. Medellín: Cuaderno activa, 21 de 02 de 2018, Científica de la facultad de ingeniería., Vol. 10, págs. 79 - 90.

Evaluación de un mortero preparado con agregados reciclados de un concreto mejorado por carbonatación: Una mirada a la construcción sustentable. MUÑOZ, A., TORRES, N. y GUZMÁN, A. 2019. 1, Bogotá, Colombia: s.n., 04 de 2019, Revista ingeniería de construcción, Vol. 34. 0718-5073.

Gotuzzo, Raúl. 2018. Metodología de la Investigación. Lima: San Marcos, 2018.

Granda García, L A. 2016. Evaluación de las propiedades de materiales compuestos fabricados a partir de fibras semiquímicas de leucaena collinsii y polipropileno. Universitat de Girona. s.l.: UG, 2016. Pregrado.

JARA TRUJILLO, Raquel Roció y PÉREZ PAITÁN, Giuliana Luz. 2020. Reutilización de pavimentos asfálticos reciclados en frío, como alternativa para la construcción de vías provisionales en asentamientos humanos en la ciudad de Lima – Perú. Universidad Ricardo Palma. Lima: URP, 2020. pág. 133, Pregrado.

Manual de ensayos de materiales. 2016. CBR de Suelos. Lima: mayo de 2016, 2016. pág. 1269.

Mendoza, Castillo. 2014. Metodología de la Investigación. Lima: Edición San Marcos, 2014.

Ocampo Guerrero, N P. 2021. Análisis de las propiedades físico-mecánicas y CBR de suelos cohesivos de subrasante mezclados con partículas de tereftalato de polietileno (pet). Universidad Técnica de Ambato. Ambato Ecuador: UTA, 2021. Pregrado.

ORTEGA MOYA, Luis. 2019. Determinación del análisis granulométrico de los suelos (método mecánico). (ASTM d-422; AASHTO t 27- 88). Determinación del análisis granulométrico de los suelos (método mecánico). (ASTM d-422; AASHTO t 27- 88). [En línea] 2019. [Citado el: 24 de 09 de 21.] <https://bit.ly/3AJ7ygL>.

Physical-mechanical properties of bamboo fiber composites using filament winding. Wenfu, Z, y otros. 2021. 2021, Polymers.

Población Muestra y Muestreo. López, Pedro Luis. 2004. 2004, Scielo, págs. 69-74.

Quiñones Villanueva, Antioco. 2016. Taller básico de mecánica de suelos análisis granulométrico por tamizado. Taller básico de mecánica de suelos análisis granulométrico por tamizado. [En línea] 2016. [Citado el: 24 de 09 de 21.] <https://bit.ly/39Bc0Co>.

Rangel, Roberto y Giler, José. 2010. Metodología de la Investigación. Lima: Edición San Marcos, 2010.

Gutiérrez Quispe, E. 2021. “Estabilización de la subrasante en vías no pavimentadas con resina de ciprés, trocha carrozable Tiquiña, Checacupe. Universidad César Vallejo. s.l.: UCV, 2021. pág. Lima, Pregrado.

Use of Acrylic polymer for stabilization of clayey soil. Sohaib, N, Sarfraz Faiz, M y Sana, G. 2018. Pakistán: s.n., 2018, International Journal of Scientific, Vol. 9. 2229-5518.

ANEXOS

ANEXO 01

MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: ESTABILIZACION ECOLOGICA CON AGLOMERANTE MACROMOLECULAR EN SUELOS ARCILLOSOS, TRAMO CARRETERA DESVIO POC SI - OMATE, AREQUIPA, 2021.						
PROBLEMA DE INVESTIGACION	OBJETIVO DE LA INVESTIGACION	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	V. D.			
La carretera Desvío Pocsí - Omate, ubicado en el Distrito de Polobaya, Arequipa, presenta en la actualidad una serie de deterioros en la capa superficial debido a las características del suelo de fundación lo que provoca deficiencias funcionales y estructurales que afectan la transitabilidad de los vehículos en esta vía. ¿Cómo se podría mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la carretera Desvío Pocsí - Omate con el fin de garantizar la transitabilidad de los vehículos ?	Mejorar las propiedades mecánicas y físicas de los suelos de subrasante de la carretera Desvío Pocsí - Omate empleando el aditivo denominado Stabl Soil.	Una alternativa técnica para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de subrasante de la carretera Desvío Pocsí - Omate sería estabilizando el suelo natural existente con un aglomerante macromolecular ecológico denominado Stabl Soil.	Estabilización del suelo de subrasante	Propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante	CBR equivalente cohesión Índice de plasticidad	Enfoque de Investigación Cuantitativo Diseño de Investigación Cuasi experimental Nivel de Investigación Explicativo Tipo de Investigación Aplicada Población carretera Desvío Pocsí - Omate Muestra Km 03+000 al Km 05+000 Muestreo No probabilístico te Software de análisis de datos
PROBLEMA ESPECIFICO 01	OBJETIVOS ESPECIFICOS 1	HIPOTEISIS ESPECIFICA 01	V. I.			
Una característica del ámbito geográfico donde se encuentra la carretera Desvío Pocsí - Omate es la presencia de fuertes vientos, lo cual genera altos niveles de polvo ocasionando accidentes viales por la limitada visibilidad de los usuarios de la vía. ¿Cómo se podría controlar los niveles elevados de polvo causados por los vientos y tránsito de camiones característicos en el tramo en estudio?	Reducir los niveles de polvo en la carretera Desvío Pocsí - Omate generando mayor cohesión entre las partículas del suelo estabilizado.	La incorporación de un aglomerante macromolecular ecológico Stabl Soil reduciría los niveles elevados de polvo a partir de la generación de una mayor cohesión entre las partículas del suelo estabilizado.	Incorporación del aglomerante macromolecular Stabl Soil	Diseño de estabilización	Dosificación (2Lt/m3, 4Lt/m3, 6Lt/m3)	
PROBLEMA ESPECIFICO 02	OBJETIVOS ESPECIFICOS 2	HIPOTEISIS ESPECIFICA 02		Espesor de capa estabilizada	Espesor (cm)	
La carretera Desvío Pocsí - Omate presenta un alto grado de deformabilidad debido a su limitada resistencia, ocasionando la disminución de la velocidad directriz diseñada para esta vía y el mayor costo de mantenimiento de los vehículos que transitan por esta vía. ¿Cómo se podría elevar la resistencia de la subrasante de La carretera Desvío Pocsí - Omate sin tener que recurrir al transporte de suelos de préstamo?	Incrementar la resistencia de los suelos de subrasante del tramo en estudio a partir de la incorporación del aditivo aglomerante macromolecular Stabl Soil como agente estabilizador.	Una alternativa para mejorar la resistencia de los suelos de subrasante del tramo en estudio sería dosificando proporciones óptimas del aditivo ecológico denominado Stabl Soil.		Resistencia objetivo	CBR(%)	
PROBLEMA ESPECIFICO 03	OBJETIVOS ESPECIFICOS 3	HIPOTEISIS ESPECIFICA 03				
La condición actual de la carretera Desvío Pocsí - Omate presenta un estado deficiente dado la falta de actividades de mantenimiento rutinario y periódico lo cual agrava la condición superficial y estructural del tramo en estudio. ¿Cómo se podría optimizar el presupuesto para el mantenimiento rutinario y periódico del tramo en estudio?	Determinar la proporción óptima de aglomerante macromolecular Stabl Soil que se debe adicionar al suelo, para el mantenimiento de la vía afirmada.	Una forma de optimizar el presupuesto destinado al mantenimiento rutinario y periódico sería considerando una alternativa de estabilización de larga duración que garantice el periodo de vida de la estructura vial.				

ANEXO 02

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

ESTABILIZACION ECOLOGICA CON AGLOMERANTE MACROMOLECULAR EN SUELOS ARCILLOSOS, TRAMO CARRETERA DESVIO POC SI - OMATE, AREQUIPA, 2022.					
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Variable dependiente	Según el Manual de Carreteras del MTC (2014, p40), indica que para lograr la estabilización del suelo de subrasante se analizara alternativas de solución de acuerdo al tipo de suelo y siendo una de las alternativas, la estabilización química. Se considera un suelo de sub rasante estabilizado cuando tiene un CBR \geq 6%.	Mejorar la capacidad portante del suelo de subrasante elaborando ensayos de laboratorio, con muestras de suelo representativas para lograr obtener la resistencia máxima CBR.	Capacidad de soporte de la sub rasante.	CBR equivalente.	Razón
Estabilización del suelo de subrasante.					
Variable independiente	Según Universal Eco Solution, el aglomerante macromolecular Stabl Soil está diseñado para unir los agregados y los sedimentos del suelo para producir una mejoría en la condición estructural del suelo. Esta unión mejora los factores del CBR de las áreas tratadas.	El suelo de subrasante al ser mezclado con el aglomerante Stabl Soil en proporciones optimas, aumenta su resistencia a las fuerzas cortantes, reduciendo los espacios vacíos entre las partículas sin contaminar el medio ambiente.	Diseño de estabilización.	Dosificación (2Lt/m3, 4Lt/m3, 6Lt/m3).	Razón
Incorporación del aglomerante macromolecular Stabl Soil.			Resistencia objetivo.	CBR (%)	

ANEXO 03:

RESULTADOS DE LABORATORIO



INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMA ASTM D-422

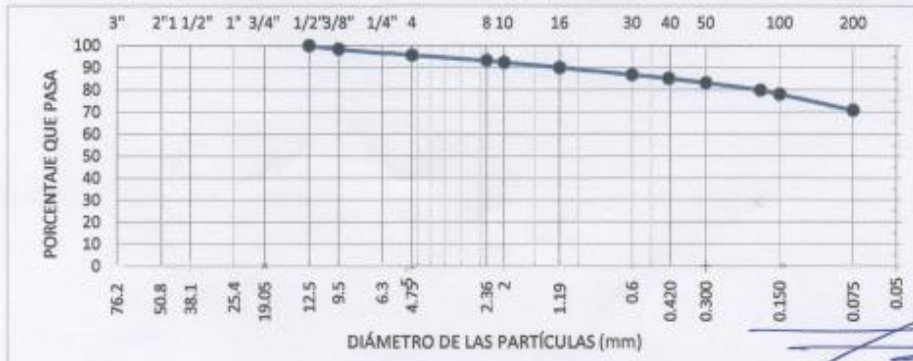
PROYECTO: "ESTABILIZACION ECOLOGICA CON AGLOMERANTE MACROMOLECULAR EN SUELOS ARCILLOSOS, TRAMO CARRETERA DESVIO POCSI - OMATE, AREQUIPA, 2022"

UBICACIÓN: KM 03+000 AL KM 05+000 DE LA CARRETERA DESVIO POCSI - OMATE
SOLICITANTE: HERNAN RUPERTO YANQUI MAMANI
DIRECCION: KM 03+000 AL KM 05+000 DE LA CARRETERA DESVIO POCSI - OMATE

DATOS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA: CARRETERA DESVIO POCSI - OMATE CÓDIGO DE MUESTRA: MS-0066-22
MUESTRA: VIA F. RECEPCIÓN: 2022-01-26
CONDICION: INALTERADA F. EMISIÓN: 2022-02-09

CLASIFICACION SUCS	MALLA ASTM	ABERTURA (mm)	Finis Retenido (g)	% Retenido	% Pas. Acumulado	ESPECIFICACION A S (ARTICULO 9-112)
CH	>3"					
ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD	3"	75.00				
	2 1/2"	63.00				
	2"	50.00				
CLASIFICACION AASHTO	1 1/2"	37.50				
A-7	1"	25.00				
	3/4"	19.00				
	1/2"	12.50			100.00	
SUELOS ARCILLOSOS	3/8"	9.50	54	1.56	98.44	
	Nº 4	4.75	98	2.83	95.61	
	Nº 8	2.36	15.2	2.42	93.19	
COEFICIENTES						
C _u = -110.242	C _l = -0.082	Nº 10	2.00	5.1	0.81	92.37
		Nº 16	1.19	14.4	2.29	90.08
W _{ml}	3460.0	Nº 30	0.60	20.2	3.22	86.86
W _p Nº4	3308.0	Nº 40	0.425	10.6	1.69	85.18
W _{ml} f	600.0	Nº 50	0.300	12.4	1.97	83.20
		Nº 80	0.180	20.7	3.30	79.90
GRAVA	4.4%	Nº 100	0.150	11.8	1.88	78.02
ARENA	24.8%	Nº 200	0.075	45.6	7.26	70.76
FINOS	70.6%	FONDO		444.3	70.76	



(Signature)
Ing. Miguel Angel Toledo Romero
C.I.P. 185388 - CIVIL

OBSERVACIONES:

1-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
2-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.



INFORME DE ENSAYO
DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD

PROYECTO:	"ESTABILIZACIÓN ECOLÓGICA CON AGLOMERANTE MACROMOLECULAR EN SUELOS ARCILLOSOS, TRAMO CARRETERA DESVIO POCSI - OMATE, AREQUIPA, 2022"		
UBICACIÓN:	KM 03+000 AL KM 05+000 DE LA CARRETERA DESVIO POCSI - OMATE		
SOLICITANTE:	HERNAN RUPERTO YANQUI MAMANI		
DIRECCIÓN:	KM 03+000 AL KM 05+000 DE LA CARRETERA DESVIO POCSI - OMATE		
DATOS DE LA MUESTRA			
PROCEDENCIA:	CARRETERA DESVIO POCSI - OMATE	CÓDIGO DE MUESTRA:	MS-0066-22
MUESTRA:	KM 03+000 A KM+05+000	F. RECEPCIÓN:	2022-01-26
CONDICIÓN:	INALTERADA	F. EMISIÓN:	2022-02-09

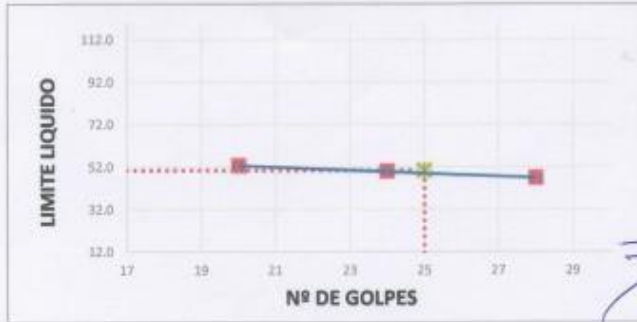
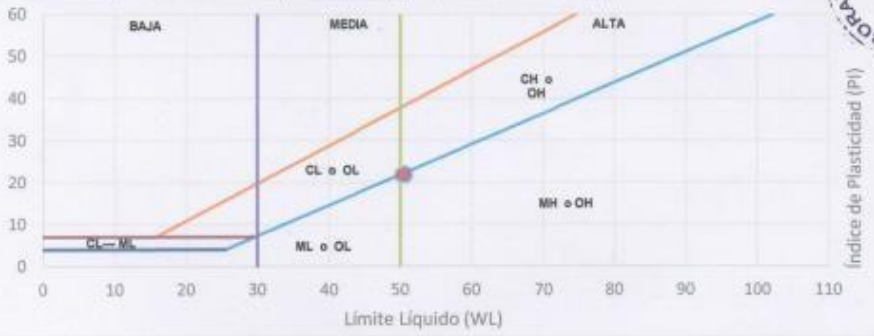
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO NORMA ASTM D-4318

Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	38.27	39.02	34.60
Peso del suelo seco + cápsula (g)	35.24	36.07	32.82
Peso de la cápsula (g)	29.19	29.78	29.44
Peso del suelo seco (g)	6.05	6.29	3.38
Peso del agua (g)	3.03	2.95	1.78
Contenido de Humedad (%)	50.1	46.9	52.7
Número de Golpes (N)	24	28	20

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO NORMA ASTM D-4319

30.62	29.10	33.52
30.52	29.07	33.41
30.18	28.95	33.03
0.34	0.12	0.38
0.10	0.03	0.11
29.41	27.50	28.95

Límite Líquido	50.50	Ind. Plasticidad	21.9
Límite Plástico	28.62	P. Malla N°40 (%)	61.85



(Signature)
Ing. Miguel Angel Toledo Romero
C.I.P. 185388 - CIVIL

OBSERVACIONES:

- 1.-LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VÁLIDAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEINTEGRA SAC.
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.



MS GEINTEGRA S.A.C.
LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

CALIFORNIA BEARING RATIO NORMA ASTM D-1883

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN ECOLÓGICA CON AGLOMERANTE MACROMOLECULAR EN SUELOS ARCILLOSOS, TRAMO CARRETERA DESVIÓ POCSE - OMAE, AREQUIPA, 2022.

UBICACIÓN: KM 03+000 AL KM 05+000 DE LA CARRETERA DESVIÓ POCSE - OMAE

CLIENTE: HERNAN RUPERTO YANQUI MAMANI

DIRECCIÓN: KM 03+000 AL KM 05+000 DE LA CARRETERA DESVIÓ POCSE - OMAE

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: CARRETERA DESVIÓ POCSE - OMAE

N° REGISTRO: MS-0086-22

ACOPIO: VIA

FECHA DE RECEPCIÓN: 2022-01-26

DOCIFICACION: NATURAL

FECHA DE ENTREGA: 2022-02-09

ENSAYO	UNIDAD	NUMERO DE GOLPES POR CAPA		
		12	25	56
Peso del Molde	#	8589	8521	8367
Volumen del Molde	#	2137	2137	2137
P. Húmedo+Molde	#	11398	11499	11585
Humedad Natural	#	8.00	8.00	8.00
Peso Suelo Húmedo	g	2809	2978	3218
Peso Suelo Seco	g	2337	2478	2677
Peso Agua	g	472	500	541
Humedad Óptima	%	20.2	20.2	20.2

Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	1.314	1.394	1.506
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.094	1.159	1.253



PENETRACION		N° Golpes 12				N° Golpes 25				N° Golpes 56			
		Fact		Conversion		Fact		Conversion		Fact		Conversion	
		(Dial)	(lbs)	(lb./plg)	(%)	(Dial)	(lbs)	(lb./plg)	(%)	(Dial)	(lbs)	(lb./plg)	(%)
0.000	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.635	0.025	9.0	19.84	6.614	12	26	8.818	18	39.683	13.23			
1.270	0.050	18.0	39.68	13.23	26	57	19.11	52	114.64	38.21			
1.905	0.075	25.0	55.12	18.37	40	88	29.39	75	165.35	55.12			
2.540	0.100	31.0	68.34	22.78	52	115	38.21	4	110	242.51	80.84	9	
3.810	0.150	45.0	99.21	33.07	72	159	52.91	155	341.72	113.9			
5.080	0.200	59.0	130.1	43.36	101	223	74.22	181	399.04	133			
6.350	0.250	68.0	149.9	49.97	126	278	92.59	199	438.72	146.2			
7.620	0.300	87.0	191.8	63.93	150	331	110.2	236	520.29	173.4			

Altura	11.62 cm.	11.71 cm.	11.81 cm.
Expansión	0 cm.	0 cm.	0 cm.
% de expansión	0.36 %	0.30 %	0.22 %

OBSERVACIONES:


Ing. Miguel Angel Toledo Romero
C.I.P. 185388 - CIVIL

- 1.-LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VÁLIDAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEINTEGRA SAC
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.



MS GEOINTEGRA S.A.C.
LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

INFORME DE ENSAYO
COMPACTACION MODIFICADA
NORMA ASTM D-1557

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN ECOLÓGICA CON AGLOMERANTE MACROMOLECULAR EN SUELOS ARCILLOSOS, TRAMO CARRETERA DESVÍO POCSI - OMAE, AREQUIPA, 2022.

UBICACIÓN: KM 03+000 AL KM 05+000 DE LA CARRETERA DESVIO POCSI - OMAE
CLIENTE: HERNAN RUPERTO YANQUI MAMANI
DIRECCIÓN: KM 03+000 AL KM 05+000 DE LA CARRETERA DESVIO POCSI - OMAE

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: CARRETERA DESVIO POCSI - OMAE CÓDIGO DE MUESTRA: MS-0065-22
ACOPIO: VIA F. RECEPCIÓN: 2022-01-26
FRECUENCIA: -- F. EMISIÓN: 2022-02-09

METODO DE ENSAYO	A	DESEMPEÑO DEL MOLDE
PESO MARTILLO kg	4.54	PESO DEL MOLDE 3793 g
Nº DE CAPAS	5	DIMENSIONES DIAM. 10.16 cm ALTURA 11.48 cm
GOLPES POR CAPA	25	VOLUMEN DEL MOLDE 946.9 cm ³

NUMERO DE ENSAYOS	Nº	1	2	3	4
Peso Suelo Húmedo + Molde	g	5024	5124	5210	5207
Peso del Suelo Húmedo	g/cm ³	1231	1331	1417	1414
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	1.300	1.406	1.496	1.493

HUMEDAD	Nº	1	2	3	4
Peso de Cápsula	g	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de Cápsula + Suelo Húmedo	g	370.2	359.7	429.9	477.8
Peso del Suelo Seco + Cápsula	g	320.1	305.7	359.1	393.2
Peso del Suelo Húmedo	g	370.2	359.7	429.9	477.8
Peso del Suelo Seco	g	320.1	305.7	359.1	393.2
Peso del Agua	g	50.1	54.0	70.8	84.6
Humedad	%	15.65	17.66	19.72	21.52
Contenido de Humedad	%	15.68	17.66	19.72	21.52
Densidad Seca	g/cm ³	1.124	1.195	1.250	1.229



RESULTADOS DEL ENSAYO	
DENSIDAD MAXIMA SECA :	1.253 g/cm ³
PORCENTAJE DE HUMEDAD OPTIMO:	20.2 %


 Ing. Miguel Angel Toledo Romero
 C.I.P. 185388 - CIVIL

OBSERVACIONES:

- 1.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 2.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.



MS GEINTEGRA S.A.C.
LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

CALIFORNIA BEARING RATIO NORMA ASTM D-1883

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN ECOLÓGICA CON AGLOMERANTE MACROMOLECULAR EN SUELOS ARCILLOSOS, TRAMO CARRETERA DESVIÓ POCSI - OMATE, AREQUIPA, 2022.

UBICACIÓN: KM 03+000 AL KM 05+000 DE LA CARRETERA DESVIÓ POCSI - OMATE

CLIENTE: HERNAN RUPERTO YANQUI MAMANI

DIRECCION: KM 03+000 AL KM 05+000 DE LA CARRETERA DESVIÓ POCSI - OMATE

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: CARRETERA DESVIÓ POCSI - OMATE

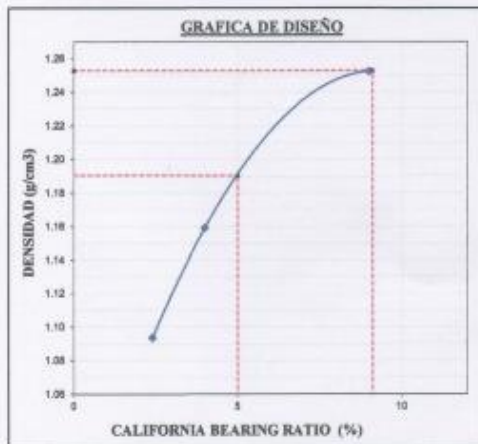
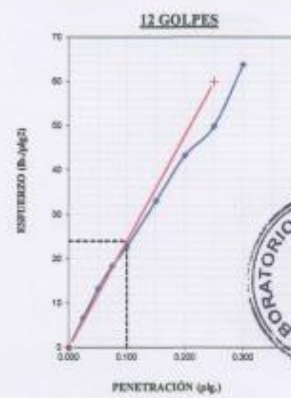
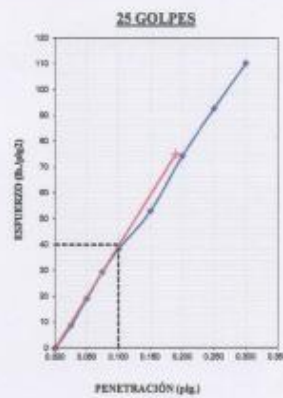
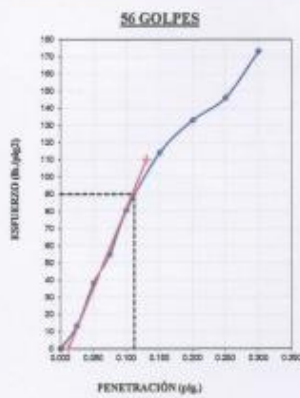
N° REGISTRO: MS-0065-22

ACOPIO: VIA

FECHA DE RECEPCIÓN: 2022-01-26

DOCIFICACION: NATURAL

FECHA DE ENTREGA: 2022-02-09



DATOS DE COMPACTACION MODIFICADA

DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.253 g/cm ³
HUMEDAD OPTIMA:	20.2 %

VALOR DE CBR PARA EL 100% DMS

DMS AL 100%	1.253 g/cm ³
CBR AL 100%	9.1 %

VALOR DE CBR PARA EL 95% DMS

DMS AL 95%	1.190 g/cm ³
CBR AL 95%	5.0 %

OBSERVACIONES:

[Signature]
Ing. Miguel Angel Toledo Romero
C.I.P. 185388 - CIVIL

- 1.-LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VÁLIDAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEINTEGRA SAC
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.



CALIFORNIA BEARING RATIO NORMA ASTM D-1883

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN ECOLÓGICA CON AGLOMERANTE MACROMOLECULAR EN SUELOS ARCILLOSOS, TRAMO CARRETERA DESVIÓ POCSI - OMATE, AREQUIPA, 2022.

UBICACIÓN: KM 03+000 AL KM 05+000 DE LA CARRETERA DESVIÓ POCSI - OMATE

CLIENTE: HERNAN RUPERTO YANQUI MAMANI

DIRECCIÓN: KM 03+000 AL KM 05+000 DE LA CARRETERA DESVIÓ POCSI - OMATE

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: CARRETERA DESVIÓ POCSI - OMATE

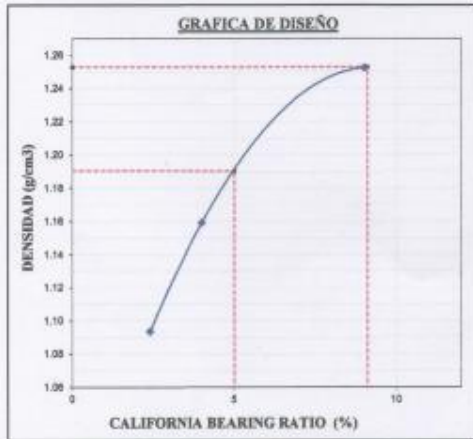
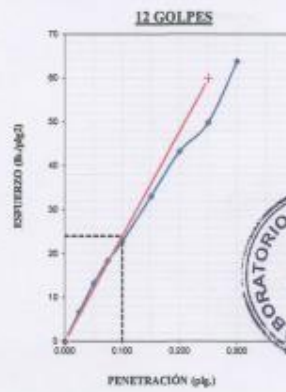
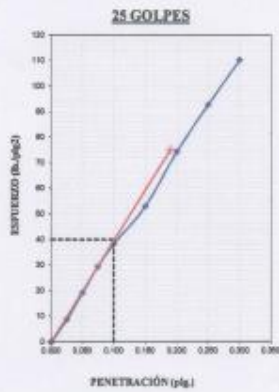
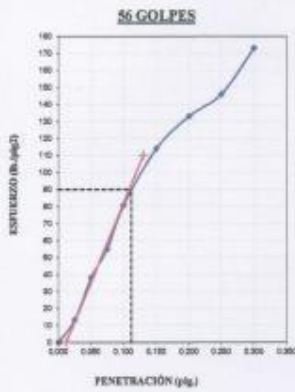
N° REGISTRO: MS-0065-22

ACOPIO: VIA

FECHA DE RECEPCIÓN: 2022-01-26

DOCIFICACION: NATURAL

FECHA DE ENTREGA: 2022-02-09



DATOS DE COMPACTACION MODIFICADA	
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.253 g/cm ³
HUMEDAD OPTIMA:	20.2 %
VALOR DE CBR PARA EL 100% DMS	
DMS AL 100%	1.253 g/cm ³
CBR AL 100%	9.1 %
VALOR DE CBR PARA EL 95% DMS	
DMS AL 95%	1.190 g/cm ³
CBR AL 95%	5.0 %

Ing. Miguel Angel Toledo Romero
C.I.P. 185388 - CIVIL

OBSERVACIONES:

- 1.-LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VÁLIDAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEINTEGRA SAC
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.



MS GEINTEGRA S.A.C.
LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

CALIFORNIA BEARING RATIO NORMA ASTM D-1883

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN ECOLÓGICA CON AGLOMERANTE MACROMOLECULAR EN SUELOS ARCILLOSOS, TRAMO CARRETERA DESVIÓ POCSI - OMATE, AREQUIPA, 2022.

UBICACIÓN: KM 03+000 AL KM 05+000 DE LA CARRETERA DESVIÓ POCSI - OMATE
 CLIENTE: HERNAN RUPERTO YANQUI MAMANI
 DIRECCION: --

DATOS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA: CALICATA 01 MUESTRA 01 N° REGISTRO: MS-0068-22
 MUESTRA: SUBRASANTE FECHA DE RECEPCIÓN: 2022-01-28
 DOCIFICACION: DOBIS 2 LT/M3 FECHA DE ENTREGA: 2022-02-09

ENSAYO	UNIDAD	NUMERO DE GOLPES POR CAPA		
		12	25	56
Peso del Molde	g	8579	8519	8361
Volumen del Molde	g	2137	2137	2137
P. Húmedo+Molde	g	11395	11431	11589
Humedad Natural	g	8.00	8.00	8.00
Peso Suelo Húmedo	g	2816	2912	3228
Peso Suelo Seco	g	2349	2429	2692
Peso Agua	g	467	483	536
Humedad Optima	%	19.9	19.9	19.9

Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	1.318	1.363	1.510
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.099	1.136	1.260



PENETRACION		N° Golpes 12				N° Golpes 25				N° Golpes 56				
		I.cct.		Contracción		CHR (%)	I.cct.		Contracción		CHR (%)	I.cct.		Contracción
mm	milg	cm	in.	in./plg	cm		in.	in./plg	cm	in.		in./plg	cm	in.
0.000	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.635	0.025	12.0	26.46	8.818	18	40	13.23	30	66.359	22.12				
1.270	0.050	22.0	48.5	16.17	32	71	23.52	64	141.32	47.11				
1.905	0.075	32.0	70.55	23.52	42	93	30.86	87	192.02	64.01				
2.540	0.100	43.1	95.02	31.67	3	59	130	43.36	4.5	122	269.18	89.73	9.5	
3.810	0.150	57.1	125.9	41.96		84.1	185	61.8		167	368.39	122.8		
5.080	0.200	71.1	156.7	52.25		113.1	249	83.11		193	425.71	141.9		
10.160	0.400													
12.700	0.500													

Altura	11.62 cm.	11.71 cm.	11.81 cm.
Expansión	0 cm.	0 cm.	0 cm.
% de expansión	0.00 %	0.00 %	0.00 %

OBSERVACIONES:

Ing. Miguel Angel Toledo Romero
C.I.P. 185388 - CIVIL

- 1.-LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VÁLIDAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEINTEGRA SAC
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.



MS GEINTEGRA S.A.C.
LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

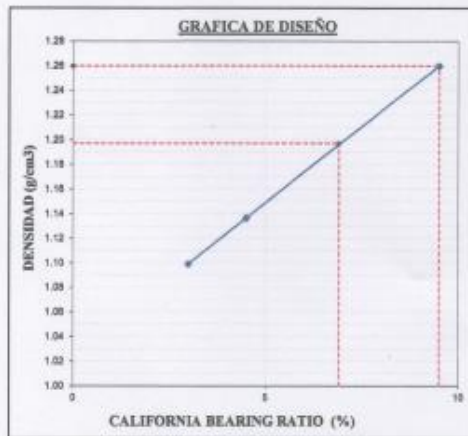
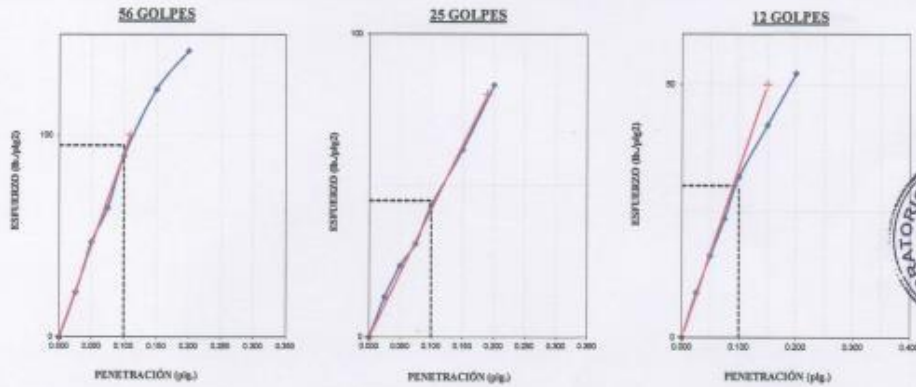
CALIFORNIA BEARING RATIO NORMA ASTM D-1883

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN ECOLÓGICA CON AGLOMERANTE MACROMOLECULAR EN SUELOS ARCILLOSOS, TRAMO CARRETERA DESVIÓ POCSI - OMAE, AREQUIPA, 2022.

UBICACIÓN: KM 03+000 AL KM 05+000 DE LA CARRETERA DESVIÓ POCSI - OMAE
 CLIENTE: HERNAN RUPERTO YANQUI MAMANI
 DIRECCIÓN: -

DATOS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA: CALICATA 01 MUESTRA 01 N° REGISTRO: MS-0068-22
 MUESTRA: SUBRASANTE FECHA DE RECEPCIÓN: 2022-01-28
 DENSIFICACION: DOSIS 2 LT/M3 FECHA DE ENTREGA: 2022-02-09



DATOS DE COMPACTACION MODIFICADA

DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.260 g/cm ³
HUMEDAD OPTIMA:	19.9 %

VALOR DE CBR PARA EL 100% DMS

DMS AL 100%	1.260 g/cm ³
CBR AL 100%	9.5 %

VALOR DE CBR PARA EL 95% DMS

DMS AL 95%	1.197 g/cm ³
CBR AL 95%	6.9 %

OBSERVACIONES:

- 1.-LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VÁLIDAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEINTEGRA SAC
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.

[Handwritten Signature]
 Ing. Miguel Angel Toledo Romero
 C.I.P. 185388 - CIVIL



INFORME DE ENSAYO
DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN ECOLÓGICA CON AGLOMERANTE MACROMOLECULAR EN SUELOS ARCILLOSOS, TRAMO CARRETERA DESVIO POCASI - OMATE, AREQUIPA, 2022"

UBICACIÓN: KM 03+000 AL KM 05+000 DE LA CARRETERA DESVIO POCASI - OMATE
SOLICITANTE: HERNAN RUPERTO YANQUI MAMANI
DIRECCIÓN: KM 03+000 AL KM 05+000 DE LA CARRETERA DESVIO POCASI - OMATE

DATOS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA: CARRETERA DESVIO POCASI - OMATE CÓDIGO DE MUESTRA: MS-0065-22
MUESTRA: KM 03+000 A KM+05+000 F. RECEPCIÓN: 2022-01-26
DOSIFICACION: DOSIS 2 LT/M3 F. EMISIÓN: 2022-02-09

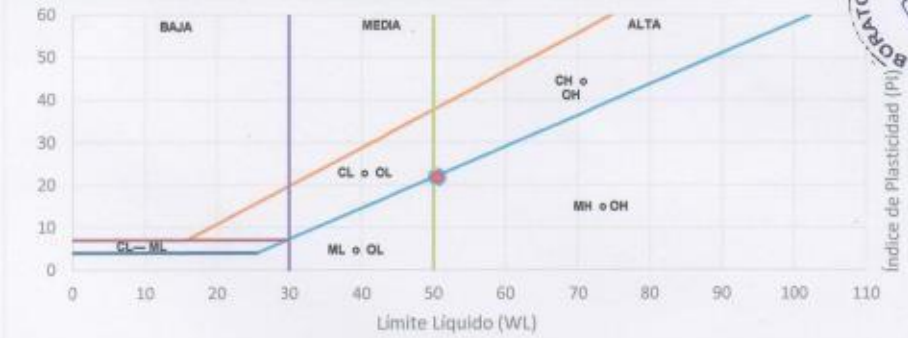
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO NORMA ASTM D-4318

Peso del suelo húmedo + cápsula	(g)	36.98	37.71	33.23
Peso del suelo seco + cápsula	(g)	34.01	34.84	31.59
Peso de la cápsula	(g)	27.96	28.55	28.21
Peso del suelo seco	(g)	6.05	6.29	3.38
Peso del agua	(g)	2.97	2.87	1.64
Contenido de Humedad	(%)	49.1	45.6	48.5
Número de Golpes	(N)	23	27	19

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO NORMA ASTM D-4319

29.38	27.89	32.29
29.30	27.85	32.19
29.01	27.71	31.81
0.29	0.14	0.38
0.08	0.04	0.10
27.59	26.57	26.32

Límite Líquido	46.20	Ind. Plasticidad	18.7
Límite Plástico	27.49	P. Malla N°40 (%)	61.65



Ing. Miguel Angel Toledo Romero
C.I.P. 185388 - CIVIL

OBSERVACIONES:

- 1.-LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VÁLIDAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEOINTEGRA SAC.
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.



MS GEINTEGRA S.A.C.
LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

CALIFORNIA BEARING RATIO NORMA ASTM D-1883

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN ECOLÓGICA CON AGLOMERANTE MACROMOLECULAR EN SUELOS ARCILLOSOS, TRAMO CARRETERA DESVIÓ POCSI - OIMATE, AREQUIPA, 2022.

UBICACIÓN: KM 03+000 AL KM 05+000 DE LA CARRETERA DESVIÓ POCSI - OIMATE
CLIENTE: HERNAN RUPERTO YANQUI MAMANI
DIRECCION: --

DATOS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA: CALICATA 01 MUESTRA 01 N° REGISTRO: MS-0065-22
MUESTRA: SUBRASANTE FECHA DE RECEPCIÓN: 2022-01-26
DOCIFICACION: DOSIS 4 LT/M3 FECHA DE ENTREGA: 2022-02-09

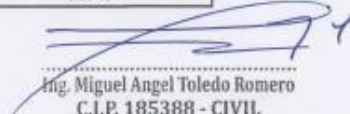
ENSAYO	UNIDAD	NUMERO DE GOLPES POR CAPA		
		12	25	56
Peso del Molde	g	8578	8516	8363
Volumen del Molde	g	2137	2137	2137
P. Húmedo+Molde	g	11390	11436	11599
Humedad Natural	g	8.00	8.00	8.00
Peso Suelo Húmedo	g	2812	2920	3236
Peso Suelo Seco	g	2351	2441	2706
Peso Agua	g	461	479	530
Humedad Opima	%	19.6	19.6	19.6
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	1.316	1.366	1.514
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.100	1.142	1.266



PENETRACION		N° Golpes 12				N° Golpes 25				N° Golpes 56			
		Forz.	Contracción		CBR	Forz.	Contracción		CBR	Forz.	Contracción		CBR
mm	infr	kgf	lbs	lb/plg	(%)	kgf	lbs	lb/plg	(%)	kgf	lbs	lb/plg	(%)
0.000	0.000	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
0.635	0.025	14.2	31.31	10.44		19	42	13.96		38	83.776	27.93	
1.270	0.050	26.5	58.42	19.47		43	95	31.6		77	169.76	56.59	
1.905	0.075	42.3	93.26	31.09		65.2	144	47.91		113	249.12	83.04	
2.540	0.100	53.4	117.7	39.24	4	84.3	186	61.95	6.2	147	324.08	108	11
3.810	0.150	67.4	148.6	49.53		116.2	256	85.39		207	457.24	152.4	
5.080	0.200	81.4	179.5	59.82		142.2	313	104.5		247	544.54	181.5	
10.160	0.400	90.4	199.3	66.43		169.3	373	124.4		280	617.29	205.8	
12.700	0.500	97.0	213.8	71.28		187.4	413	137.7		313	690.05	230	

Altura	11.62 cm.	11.71 cm.	11.81 cm.
Expansión	0 cm.	0 cm.	0 cm.
% de expansión	0.00 %	0.00 %	0.00 %

OBSERVACIONES:


Ing. Miguel Angel Toledo Romero
C.I.P. 185388 - CIVIL

- 1.-LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VÁLIDAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEINTEGRA S.A.C
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.



CALIFORNIA BEARING RATIO NORMA ASTM D-1883

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN ECOLÓGICA CON AGLOMERANTE MACROMOLECULAR EN SUELOS ARCILLOSOS, TRAMO CARRETERA DESVIÓ POCSI - OMAE, AREQUIPA, 2022.

UBICACIÓN: KM 03+000 AL KM 05+000 DE LA CARRETERA DESVIÓ POCSI - OMAE

CLIENTE: HERNAN RUPERTO YANQUI MAMANI

DIRECCIÓN: --

DATOS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA: CALICATA 01 MUESTRA 01

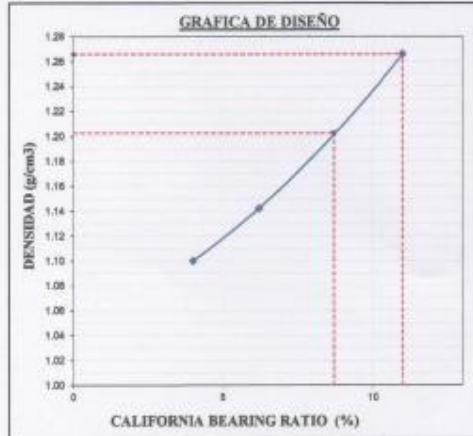
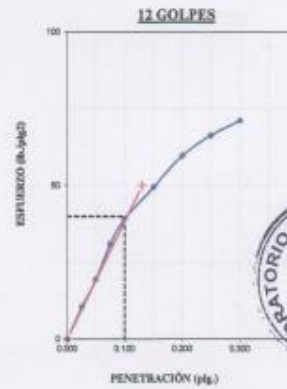
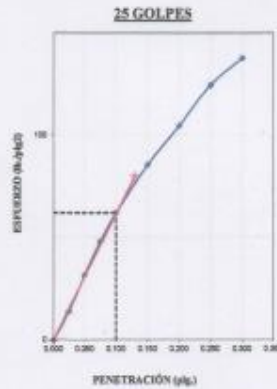
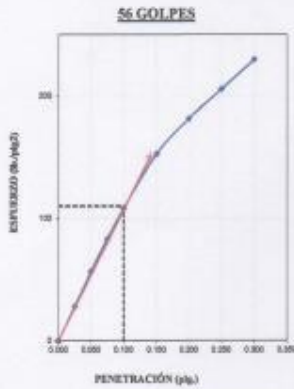
N° REGISTRO: MS-0065-22

MUESTRA: SUBRASANTE

FECHA DE RECEPCIÓN: 2022-01-28

DOCIFICACION: DOSIS 4 LT/M3

FECHA DE ENTREGA: 2022-02-09



DATOS DE COMPACTACION MODIFICADA	
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.266 g/cm ³
HUMEDAD OPTIMA:	19.6 %

VALOR DE CBR PARA EL 100% DMS	
DMS AL 100%	1.266 g/cm ³
CBR AL 100%	11.0 %

VALOR DE CBR PARA EL 95% DMS	
DMS AL 95%	1.203 g/cm ³
CBR AL 95%	8.7 %

(Signature)
Ing. Miguel Angel Toledo Romero
C.I.P. 185388 - CIVIL

OBSERVACIONES:

- 1.-LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VÁLIDAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEINTEGRA S.A.C.
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.



INFORME DE ENSAYO
DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN ECOLÓGICA CON AGLOMERANTE MACROMOLECULAR EN SUELOS ARCILLOSOS, TRAMO CARRETERA DESVIO POCSI - OMATE, AREQUIPA, 2022"

UBICACIÓN: KM 03+000 AL KM 05+000 DE LA CARRETERA DESVIO POCSI - OMATE
SOLICITANTE: HERNAN RUPERTO YANQUI MAMANI
DIRECCIÓN: KM 03+000 AL KM 05+000 DE LA CARRETERA DESVIO POCSI - OMATE

DATOS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA: CARRETERA DESVIO POCSI - OMATE CÓDIGO DE MUESTRA: MS-0065-22
MUESTRA: KM 03+000 A KM+05+000 F. RECEPCIÓN: 2022-01-26
DOSIFICACION: DOSIS 4 LT/M3 F. EMISIÓN: 2022-02-09

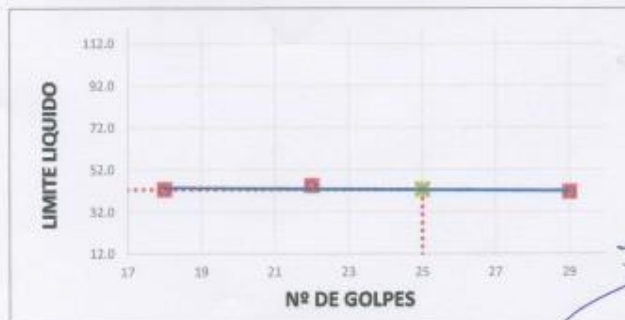
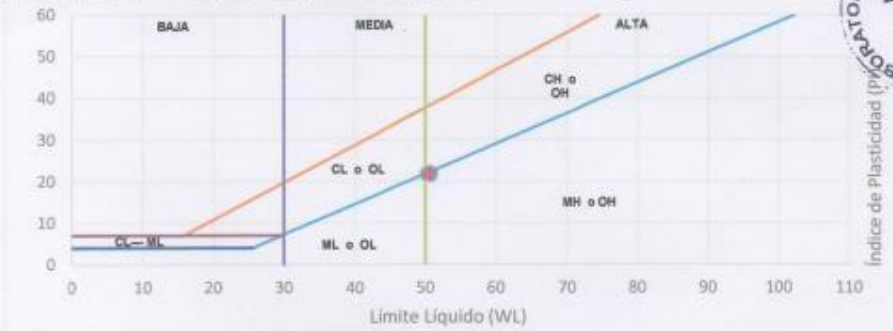
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO NORMA ASTM D-4318

Peso del suelo húmedo + cápsula	(g)	36.61	37.36	32.94
Peso del suelo seco + cápsula	(g)	33.92	34.75	31.50
Peso de la cápsula	(g)	27.67	28.46	28.12
Peso del suelo seco	(g)	6.05	6.29	3.38
Peso del agua	(g)	2.69	2.61	1.44
Contenido de Humedad	(%)	44.5	41.5	42.6
Número de Golpes	(N)	22	29	18

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO NORMA ASTM D-4318

30.50	28.99	33.40
30.41	28.96	33.30
30.07	28.84	32.92
0.34	0.12	0.38
0.09	0.03	0.10
26.47	27.50	26.32

Límite Líquido	42.70	Ind. Plasticidad	15.9
Límite Plástico	26.76	P. Malla N°40 (%)	61.65



(Signature)
Ing. Miguel Angel Toledo Romero
C.I.P. 185388 - CIVIL

OBSERVACIONES:

- 1.-LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VÁLIDAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEINTEGRA SAC.
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.



MS GEINTEGRA S.A.C.
LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

CALIFORNIA BEARING RATIO NORMA ASTM D-1883

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN ECOLÓGICA CON AGLOMERANTE MACROMOLECULAR EN SUELOS ARCILLOSOS, TRAMO CARRETERA DESVIÓ POCASI - OMATE, AREQUIPA, 2022.

UBICACIÓN: KM 03+000 AL KM 05+000 DE LA CARRETERA DESVIÓ POCASI - OMATE

CLIENTE: HERNAN RUPERTO YANQUI MAMANI

DIRECCIÓN: -

DATOS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA: CALIGATA 01 MUESTRA 01

N° REGISTRO: MS-0065-22

MUESTRA: SUBRASANTE

FECHA DE RECEPCIÓN: 2022-01-26

DOCIFICACION: DOSIS 8 LT/M3

FECHA DE ENTREGA: 2022-02-09

ENSAYO	DESCRIPCIÓN	UNID	NUMERO DE GOLPES POR CAPA		
			12	25	56
Peso del Molde		g	8575	8520	8359
Volumen del Molde		g	2137	2137	2137
P. Húmedo+Molde		g	11390	11436	11586
Humedad Natural		g	8.00	8.00	8.00
Peso Suelo Húmedo		g	2815	2916	3227
Peso Suelo Seco		g	2352	2436	2696
Peso Agua		g	463	480	531
Humedad Optima		%	19.7	19.7	19.7

Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	1.317	1.364	1.510
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.100	1.140	1.262



PENETRACION		N° Golpes 12					N° Golpes 25					N° Golpes 56				
		Loc. <th colspan="2">Corrosion</th> <th>CBR</th> <th>Loc.</th> <th colspan="2">Corrosion</th> <th>CBR</th> <th>Loc.</th> <th colspan="2">Corrosion</th> <th>CBR</th>	Corrosion		CBR	Loc.	Corrosion		CBR	Loc.	Corrosion		CBR			
mm.	prof.	Dial	Ibs.	Ibs./plg ²	(%)	Dial	Ibs.	Ibs./plg ²	(%)	Dial	Ibs.	Ibs./plg ²	(%)			
0.000	0.000	0	0	0		0	0	0		0	0	0				
0.635	0.025	11.2	24.69	8.231		20	44	14.7		35	77.162	25.72				
1.270	0.050	23.5	51.81	17.27		37.9	84	27.85		74	163.14	54.38				
1.905	0.075	39.3	86.64	28.88		60.1	132	44.17		110	242.51	80.84				
2.540	0.100	50.4	111.1	37.04	3.8	79.2	175	58.2	5.8	144	317.47	105.8	10.2			
3.810	0.150	72.0	158.7	52.91		115.2	254	84.66		204	450.62	150.2				
5.080	0.200	97.0	213.8	71.28		142.3	314	104.6		256	564.38	188.1				
10.160	0.400	115.0	253.5	84.51		173.3	382	127.4		298	656.98	219				
12.700	0.500	123.0	271.2	90.39		198.3	437	145.7		321	707.68	235.9				

Altura	11.62 cm.	11.71 cm.	11.81 cm.
Expansión	0 cm.	0 cm.	0 cm.
% de expansión	0.00 %	0.00 %	0.00 %

OBSERVACIONES:

Ing. Miguel Angel Toledo Romero
C.I.P. 185388 - CIVIL

- 1.-LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VÁLIDAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEINTEGRA SAC
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.



CALIFORNIA BEARING RATIO NORMA ASTM D-1883

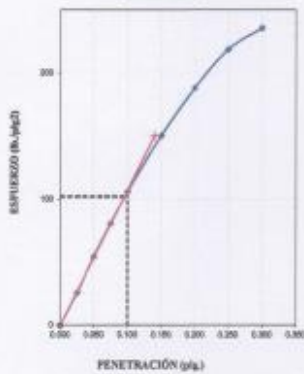
PROYECTO: ESTABILIZACIÓN ECOLÓGICA CON AGLOMERANTE MACROMOLECULAR EN SUELOS ARCILLOSOS, TRAMO CARRETERA DESVIÓ POCASI - OMATE, AREQUIPA, 2022.

UBICACIÓN: KM 03+000 AL KM 05+000 DE LA CARRETERA DESVIÓ POCASI - OMATE
 CLIENTE: HERNAN RUPERTO YANQUI MAMANI
 DIRECCION: --

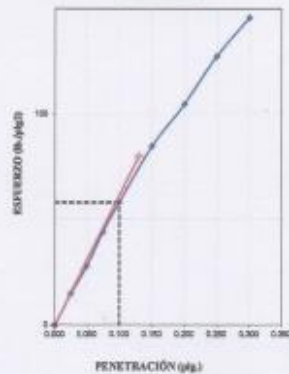
DATOS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA: CALICATA 01 MUESTRA 01 N° REGISTRO: MS-0065-22
 MUESTRA: SUBRASANTE FECHA DE RECEPCIÓN: 2022-01-26
 DOCIFICACION: DOSIS 6 LT/M3 FECHA DE ENTREGA: 2022-02-09

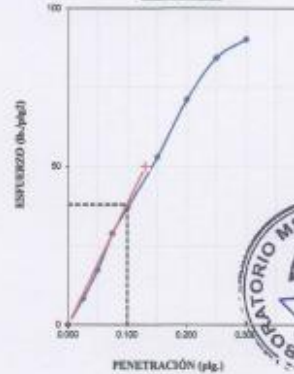
56 GOLPES



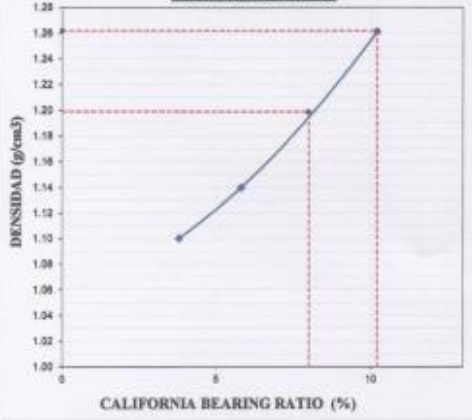
25 GOLPES



12 GOLPES



GRAFICA DE DISEÑO



DATOS DE COMPACTACION MODIFICADA

DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.262 g/cm ³
HUMEDAD OPTIMA:	19.7 %

VALOR DE CBR PARA EL 100% DMS

DMS AL 100%	1.262 g/cm ³
CBR AL 100%	10.2 %

VALOR DE CBR PARA EL 95% DMS

DMS AL 95%	1.199 g/cm ³
CBR AL 95%	8.0 %

(Signature)
 Ing. Miguel Angel Toledo Romero
 C.I.P. 185388 - CIVIL

OBSERVACIONES:

- 1.-LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VÁLIDAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEINTEGRA SAC
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.



INFORME DE ENSAYO
DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN ECOLÓGICA CON AGLOMERANTE MACROMOLECULAR EN SUELOS ARCILLOSOS, TRAMO CARRETERA DESVIO POCSI - OMATE, AREQUIPA, 2022"

UBICACIÓN: KM 03+000 AL KM 05+000 DE LA CARRETERA DESVIO POCSI - OMATE
SOLICITANTE: HERNAN RUPERTO YANQUI MAMANI
DIRECCIÓN: KM 03+000 AL KM 05+000 DE LA CARRETERA DESVIO POCSI - OMATE

DATOS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA: CARRETERA DESVIO POCSI - OMATE CÓDIGO DE MUESTRA: MS-0065-22
MUESTRA: KM 03+000 A KM+05+000 F. RECEPCIÓN: 2022-01-26
DOSIFICACIÓN: DOSIS 6 LT/M3 F. EMISIÓN: 2022-02-09

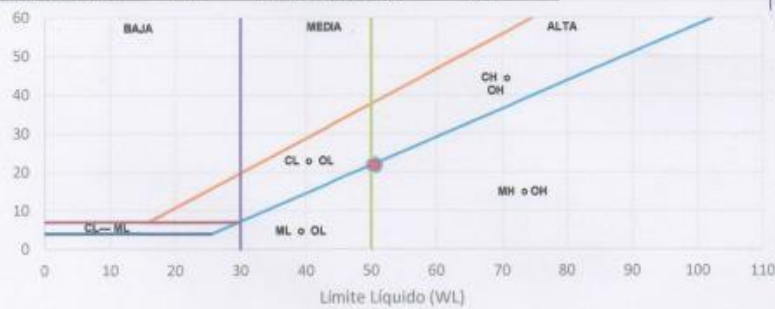
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO NORMA ASTM D-4318

Peso del suelo húmedo + cápsula	(g)	36.31	36.98	32.84
Peso del suelo seco + cápsula	(g)	33.71	34.54	31.29
Peso de la cápsula	(g)	27.86	28.25	27.91
Peso del suelo seco	(g)	6.05	6.29	3.38
Peso del agua	(g)	2.80	2.44	1.55
Contenido de Humedad	(%)	43.0	38.8	45.9
Número de Golpes	(N)	23	27	20

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO NORMA ASTM D-4319

32.11	30.61	35.02
32.03	30.58	34.92
31.89	30.46	34.54
0.34	0.12	0.38
0.08	0.03	0.10
24.41	25.00	26.05

Límite Líquido	39.60	Ind. Plasticidad	14.3
Límite Plástico	25.15	P. Malla N°40 (%)	61.65



[Signature]
Ing. Miguel Angel Toledo Romero
C.I.P. 185388 - CIVIL

OBSERVACIONES:

- 1.-LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VÁLIDAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEOINTEGRA S.A.C.
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.