



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Aplicación de emulsión asfáltica - mucilago de tuna para mejorar
la subrasante, cuantificando la densidad con mesa vibratoria,
carretera Quellaveco, Moquegua 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORAS:

Arpasi Mamani, Maria Mercedes (ORCID: 0000-0003-0281-0827)

Quispe Ramirez, Elida (ORCID: 0000-0002-4689-4025)

ASESOR:

Dr. Benites Zuñiga, Jose Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

A mi familia, en especial a mis padres Agustín Arpasi y Genoveba Mamani, por estar a mi lado en todo momento guiándome y apoyándome a cumplir mis metas, a mi esposo Carlos Cueva y a mi hijo Raphael, por ser mi más grande motivo para esforzarme día a día y enseñarme a ser perseverante en la vida.

A mis padres Guido Quispe Juli y Sonia Ramirez Quispe y a mis hermanas Maryori, Estefanny y mi pequeño hermano Max, por haber depositado su confianza, por haber creído en mí, por su apoyo y acompañarme en todas las etapas de mi vida, quiero agradecerles infinitamente todo el amor y aprendizaje que me inculcan a ser una mejor persona cada día.

Agradecimiento

A Dios por darnos salud, por darnos una familia tan acogedora y brindarnos la fe misericordiosa. A nuestro asesor Ing. Jose Luis Benites Zuñiga por la paciencia y las instrucciones para poder llevar acabo esta investigación.

A nuestro docente Ing. Miguel Pacheco Palomino, por su orientación en todo el proceso de la etapa de investigación, por guiarnos el día a día y estar ahí con nosotros en toda la etapa de ardua investigación.

A nuestro docente Mgr. Wilbert Paredes por brindarnos conocimientos de suelos y pavimentos para lograr la investigación.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	22
3.1. Tipo y diseño de investigación	22
3.2. Variables y operacionalización:	23
3.3. Población, muestra y muestreo	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	25
3.5. Procedimientos:	27
3.6. Método de análisis de datos:	33
3.7. Aspectos éticos:	33
IV. RESULTADOS	35
V. DISCUSIÓN	62
VI. CONCLUSIONES	70
VII. RECOMENDACIONES	72
BIBLIOGRAFÍA	74
ANEXOS	79

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de suelos según su índice de plasticidad	20
Tabla 2. Categorización de subrasantes	21
Tabla 3. IMDA y clasificación vehicular (veh/día)	28
Tabla 4. Descripción de calicatas	29
Tabla 5. Clasificación del suelo C1 y C2	30
Tabla 6. Resumen de las propiedades del suelo natural.....	33
Tabla 7. IP adicionando 0, 4, 6, 8 % de EA	38
Tabla 8. IP adicionando 0, 40, 65, 90 % de MT.....	39
Tabla 9. Cuadro resumen de las adiciones de EA y MT	40
Tabla 10. MDS adicionando 0, 4, 6, 8% - EA en Proctor modificado (PM) y mesa vibratoria (MV).....	42
Tabla 11. MDS adicionando 0, 40, 65, 90% de mucílago de tuna (MT) con PM y MV	43
Tabla 12. Cuadro resumen de las adiciones con EA y MT	44
Tabla 13. MDS con 0, 4, 6, 8% de emulsión asfáltica (EA) - Proctor modificado y mesa vibratoria.....	46
Tabla 14. MDS con 0, 40, 65, 90% de mucilago de tuna (MT) - proctor modificado y mesa vibratoria.....	47
Tabla 15. Cuadro resumen de las adiciones con EA y MT	48
Tabla 16. CBR adicionando 0, 4, 6, 8 % de EA	49
Tabla 17. CBR adicionando 0, 40, 65, 90 % de MT	50
Tabla 18. Cuadro resumen de CBR de las adiciones de EA y MT	51
Tabla 19. Prueba t de Student – EA - IP	53
Tabla 20. Prueba t de Student – MT - IP	53
Tabla 21. Prueba t de Student – EA – MDS – PM.....	54

Tabla 22. Prueba t de Student – EA – MDS -- MV	55
Tabla 23. Prueba t de Student – MT – MDS - PM	55
Tabla 24. Prueba t de Student – MT – MDS - MV	55
Tabla 25. Prueba t de Student – EA – OCH – PM.....	57
Tabla 26. Prueba t de Student – EA – OCH -- MV	57
Tabla 27. Prueba t de Student – MT – OCH - PM.....	57
Tabla 28. Prueba t de Student – MT – OCH - MV	58
Tabla 29. Prueba t de Student – EA - CBR	59
Tabla 30. Prueba t de Student – MT - CBR.....	59
Tabla 31. Prueba t de Student – estabilidad de subrasantes	60
Tabla 32. MDS con PM y MV.	64
Tabla 33. OCH con PM y MV	67

Índice de figuras

Figura 1. Tratamiento superficial en varias capas	12
Figura 2. Mucilago de nopal y su aplicación en ingeniería	13
Figura 3. Evolución de la mesa vibratoria.....	14
Figura 4. Suelo estabilizado con cal.....	15
Figura 5. Planta de tuna en Torata - Moquegua.....	15
Figura 6. Emulsión asfáltica aplicado al suelo.....	16
Figura 7. Instrumentos del ensayo de mesa vibratoria.....	17
Figura 8. Ecuación de densidad máxima.....	18
Figura 9. Ecuación del contenido de humedad	18
Figura 10. Tipos de estabilización de suelos.....	19
Figura 11. Ecuación para el índice de plasticidad	20
Figura 12. Ensayos para el índice de plasticidad	20
Figura 13. Metodología de recolección de datos.....	26
Figura 14. Rangos de validez.....	27
Figura 15. Rangos de confiabilidad	27
Figura 16. Variación diaria de vehículos - Carretera Quellaveco Moquegua.....	28
Figura 17. Calicata N°01	29
Figura 18. Calicata N° 02	29
Figura 19. Análisis granulométrico	30
Figura 20. Determinación del límite líquido de los suelos.....	30
Figura 21. Ensayo - Proctor modificado	31
Figura 22. Ensayo con la mesa vibratoria	31
Figura 23. Limpieza y corte de las pencas de tuna	32
Figura 24. Almacenaje del mucilago de tuna.....	32

Figura 25. Obtención del mucílago de tuna.....	32
Figura 26. Ensayo de CBR ASTM D1883	33
Figura 27. Mapa político del Perú.....	35
Figura 28. Mapa político de Moquegua	35
Figura 29. Mapa - Provincia de Mariscal Nieto.....	36
Figura 30. Mapa del Distrito de Moquegua.....	36
Figura 31. Carretera Quellaveco - Moquegua vista satelital.....	37
Figura 32. Límites de consistencia con adición de EA	38
Figura 33. Límites de consistencia con adición de MT	38
Figura 34. Límites de consistencia adicionando EA	38
Figura 35. Plasticidad adicionando MT.....	39
Figura 36. Plasticidad adicionando mucilago de tuna vs emulsión asfáltica.....	40
Figura 37. Ensayo ASTM D-1557 Proctor modificado.....	41
Figura 38. Ensayo ASTM D-4253 - Mesa vibratoria	41
Figura 39. MDS adicionando EA	42
Figura 40. MDS adicionando MT.....	43
Figura 41. Densidad máxima seca con EA y MT.....	44
Figura 42. Ensayo ASTM D-2216 Contenido de humedad con EA.....	45
Figura 43. Ensayo ASTM D-4253 contenido de humedad con Mesa vibratoria ...	45
Figura 44. OCH adicionando EA	46
Figura 45. OCH adicionando MT	47
Figura 46. Óptimo contenido de humedad EA y MT.....	48
Figura 47. Ensayo CBR con emulsión asfáltica.....	49
Figura 48. Lectura de resultado de CBR	49
Figura 49. Índice de CBR adicionando EA	50

Figura 50. Índice de CBR adicionando EA	51
Figura 51. Resistencia del suelo (CBR) adicionando mucilago de tuna y emulsión asfáltica	52

Resumen

La presente investigación sostuvo como objetivo demostrar la aplicación de emulsión asfáltica en dosificaciones 4%, 6% y 8%, el mucilago de tuna en 40%, 65% y 90% como estabilizantes para la subrasante. La metodología fue del tipo aplicada, diseño preexperimental, nivel explicativo y el enfoque cuantitativo. La población fue 10 km Carretera Quellaveco, como muestra fueron 2 calicatas en el tramo 16+000 y 17+000. Los instrumentos de recolección de datos fueron las fichas de laboratorio referidos al índice de plasticidad, máxima densidad seca y capacidad de soporte.

Los resultados al emplear EA influyen de manera importante en el índice de plasticidad reduciendo de 12.75% a (5.71% y 8.75% respectivamente), el óptimo contenido de humedad de 5.3% a (4.6% y 4.8%), se verificó aumento en la densidad máxima seca de 1.95 a (2.05 gr/cm³ y 2.00 gr/cm³) y finalmente el CBR incremento de 4.9 a (20.65% y 8.70% respectivamente). En consecuencia, se concluye que, adicionando mucilago de tuna como estabilizante natural y emulsión asfáltica como estabilizante químico, brindan un impacto positivo en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante lo cual guarda relación con los estándares exigidos por las normativas para el diseño de una carretera no pavimentada según MTC.

Palabras clave: Emulsión, mucilago, mesa, estabilizantes, subrasante.

Abstract

The objective of this research was to demonstrate the application of asphalt emulsion in dosages of 4%, 6% and 8%, and prickly pear mucilage in 40%, 65% and 90% as stabilizers for the subgrade. The methodology was of the applied type, pre-experimental design, explanatory level, and quantitative approach. The population was 10 km of the Quellaveco Highway, and the sample consisted of 2 test pits in sections 16+000 and 17+000. The data collection instruments were laboratory data sheets referring to the plasticity index, maximum dry density and bearing capacity.

The results of using EA significantly influenced the plasticity index by reducing it from 12.75% to (5.71% and 8.75% respectively), the optimum moisture content from 5.3% to (4.6% and 4.8%), the maximum dry density increased from 1.95 to (2.05 gr/cm³ and 2.00 gr/cm³) and finally the CBR increased from 4.9 to (20.65% and 8.70% respectively). Consequently, it is concluded that the addition of prickly pear mucilage as a natural stabilizer and asphalt emulsion as a chemical stabilizer have a positive impact on the physical and mechanical properties of the subgrade, in accordance with the standards required by the regulations for the design of an unpaved road according to the MTC.

Keywords: Emulsion, mucilage, table, stabilizers, subgrade.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional se vislumbra la problemática en los suelos del continente africano, las carreteras de Nigeria se caracterizan por baches, grietas longitudinales y otras fallas del pavimento, lo que han contribuido en gran medida a la alta tasa de ocurrencia de accidentes y una caída en el desarrollo económico de la nación, todo ello debido a la presencia de abundantes depósitos de suelos orgánicos débiles y expansivos (1). Así mismo se ve reflejado en nuestro continente, en el oriente ecuatoriano que se presentan suelos problemáticos haciendo que las propiedades físicas y mecánicas de las subrasantes no sean aptas para carreteras. Generalmente cuando ocurren estos sucesos en que el suelo de la subrasante no cumple con buenas características, se realiza el reemplazo en su totalidad por materiales cuya calidad es adecuada para funcionar en el pavimento, lo que implica inversiones de alto costo y de mayor tiempo (2). En consecuencia, el suelo de la subrasante tiene una importancia elevada respecto al diseño estructural de carreteras; generando que un suelo de subrasante deficiente conlleva hacia un soporte insuficiente para el pavimento acarreando una reducida vida útil (3).

A nivel nacional el Perú está conformado por diferentes tipologías referentes al suelo que pueden ser gravas, arena, limo y arcilla, debido a la geomorfología diversa que presenta nuestro país, es por ello por lo que se genera las diversas problemáticas en las carreteras siendo un factor importante, el tipo de suelo ya que cada ciudad cuenta con uno en particular, y estos provocan fallas, asentamientos, irregularidades en las vías. Con ello los suelos que contienen más cantidades de finos tienden a tener un mal comportamiento físico y mecánico, debido a que la subrasante es deficiente teniendo que realizar diversas adiciones, estabilizadores y aditivos químicos cuyo fin es la mejora de la resistencia referente a las propiedades físico-mecánicas para alcanzar los estándares de un suelo con gravas (4). Sin la realización de una adecuada rehabilitación de las carreteras se genera accidentes vehiculares, pérdida humanas y pérdida de vías de comunicación (5).

En el ámbito local, la ciudad de Moquegua según el PREDES Moquegua está conformada predominantemente por estratos de gravas limosas, arenosas y arcillas limosa cuyo potencial expansivo lo hace muy inestable, suelos característicos por

su inferior calidad y capacidad de soportar cargas, viéndose reflejado en la problemática local del deterioro prematuro de la estructura del pavimento, generando con ello un gran malestar en la población local por la interrupción de flujo vehicular en las zonas afectadas (6).

Para la investigación se consideró como **problema general**: ¿Cómo influye la aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna en las características de la subrasante y la cuantificación de la densidad con mesa vibratoria en la carretera Quellaveco, Moquegua 2022?, asimismo se planteó como **problema específico 1**: ¿De qué manera influye la aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna en el índice de plasticidad en la subrasante de la carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua 2022?, como **problema específico 2**: ¿Como influye la aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna en la densidad máxima seca mediante la cuantificación con mesa vibratoria y el Proctor modificado en la subrasante de la carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022?, como **problema específico 3**: ¿Qué incidencia tiene la aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna en el óptimo contenido de humedad mediante la cuantificación con mesa vibratoria y el Proctor modificado en la subrasante de la carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua 2022?, finalmente como **problema específico 4**: ¿Como influye la aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna en la resistencia de la subrasante de carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua 2022?.

Por otro lado, el presente trabajo de investigación se justifica considerando el aspecto social, debido a que la presente investigación busca brindar mejorar las propiedades y darle mayor estabilidad a la estructura pavimentada, por consiguiente, brindar un mayor tiempo de vial útil a las vías, implicando con ello un aporte con vías de acceso aptos y adecuados para un correcto flujo vehicular e interconexión de la población hacia la ciudad de Moquegua. Considerando el aspecto metodológico, es de importante requerimiento la investigación de nuevas metodologías que aplicadas brinden una mejora las propiedades de los suelos, así como la aplicación preexperimental de métodos no convencionales como es la mesa vibratoria, debido al existente desconocimiento de los efectos que se tiene en la determinación de la densidad máxima seca. Así mismo, se pretende que las

resultantes obtenidas en la investigación sirvan de aporte a futuras investigaciones en relación con la misma línea de investigación que actualmente se vienen desarrollando de manera vanguardista.

Consecuentemente se justifica la investigación considerando el aspecto práctico ya que el suelo de subrasante que posee pésimas propiedades debe ser reemplazado con un suelo de mejor calidad o realizar una mezcla con diferentes materiales y aditivos en el sitio logrando una estabilización, pudiendo resultar una mejor solución para el incremento de las propiedades del suelo perteneciente a la subrasante (3). Considerando en el aspecto económico genera un incremento en el valor soporte de la subrasante donde evitará la incorporación de una capa granular subbase en la estructura del pavimento, se generará una reducida necesidad de emplear material de préstamo, generando con ello que el costo de movimiento de tierras, gastos de servicios de mantenimientos prematuros y no previsto en el pavimento sean minimizados en gran medida.

Se consideró como **objetivo general**: Demostrar que la aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna mejora las características de la subrasante y determinar la densidad con mesa vibratoria en la carretera Quellaveco, Moquegua 2022, así como también se planteó como **objetivo específico 1**: Determinar la influencia de aplicar emulsión asfáltica y mucílago de tuna al índice de plasticidad de la subrasante de la carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua 2022, como **objetivo específico 2**: Determinar cómo influye la aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna en la cuantificación de la densidad máxima seca mediante la mesa vibratoria y el Proctor modificado en la subrasante de carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022, como **objetivo específico 3**: Conocer como incide la aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna en el óptimo contenido de humedad mediante la mesa vibratoria y el Proctor modificado en la subrasante de la carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022, finalmente como **objetivo específico 4**: Determinar la influencia de la aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna en la resistencia del suelo de la subrasante, carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua 2022.

Se planteó como **hipótesis general**: La aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna mejora las características de la subrasante y determina la densidad con

mesa vibratoria en la carretera Quellaveco, Moquegua 2022, así como también se planteó como **hipótesis específica 1**: La aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna influirá en el índice de plasticidad de la subrasante de la carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022, como **hipótesis específica 2**: La aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna, empleándose la mesa vibratoria y el Proctor modificado se cuantificaría efectivamente la densidad máxima seca de la subrasante de la carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022, como **hipótesis específica 3**: La aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna, empleándose la mesa vibratoria y el Proctor modificado se cuantificaría el óptimo contenido de humedad incidiendo en la mejora de la subrasante, carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022, finalmente se planteó como **hipótesis específica 4**: La aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna influirá en la resistencia de la subrasante, carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedente nacional se tiene a Castro (2019), el cual tuvo como **objetivo** la estabilización del suelo del acceso Huarcarqui, Arequipa, mediante la aplicación de dos agentes mejoradores el mucilago de la penca de tuna y la ignimbrita blanca. La **metodología** fue del tipo aplicada y experimental. Como **población** de estudio fue la subrasante del acceso Huancarqui hacia el proyecto minero Zafranal, Castilla – Arequipa, la cual posee una extensión aproximada de 25 km, la **muestra** estuvo compuesta por tres calicatas y el tipo de **muestreo** fue no probabilístico. Los **instrumentos** fueron formatos de ensayos según NTP. Como **resultado** se obtuvo que la dosificación de 60% de mucilago de tuna fue la más óptima, se alcanzó una densidad máxima seca de 2.052 g/cm³ y se obtuvo un mejor resultado en el CBR, de 13.8% incrementando en un 4.3 % respecto a la muestra patrón. **Concluye** que la incorporación de mucilago de la penca de tuna en sus diferentes porcentajes de aplicación fue favorable, el porcentaje de humedad óptima disminuye, mientras que la densidad máxima seca aumenta hasta la dosificación de 60%, los porcentajes de expansión disminuyeron, mientras que los índices de CBR fueron incrementando a medida que el porcentaje de aplicación de mucilago era mayor, esto se ve reflejado en comparación a los resultados iniciales del suelo natural (7).

Así mismo, Mendizábal (2018), tuvo como **objetivo** determinar la influencia de la adición del mucilago de penca de tuna para la estabilización de la subrasante con suelo arcilloso. La **metodología** fue del tipo aplicada y experimental. La **población** de estudio fue el Jr. La Unión, Chilca, departamento de Junín, la **muestra** estuvo compuesta por las cuadras 10 y 11 y el tipo de **muestreo** fue no probabilístico. Los **instrumentos** fueron formatos de ensayos de la normativa peruana. Como **resultado** se obtuvo que la dosificación de 75% de mucilago de la penca de tuna fue que la dio mejores resultados, se disminuyó el IP en 4.66% con respecto al suelo patrón, así también se alcanzó una DMS de 1.86 gr/cm³ y se obtuvo un mejor resultado en el índice de CBR, obteniéndose 11.8% incrementado en 6.1% respecto a la muestra natural del Jr. La Unión. **Concluye** que la adición de 75% de mucilago

de penca de tuna, se obtiene mejor resultado tanto físico como mecánico del suelo limo arcilloso del Jr. La Unión.

Prosiguiendo, Galarreta y Llenque (2019), tuvieron como **objetivo** determinar la influencia de emulsión asfáltica en varios porcentajes para la estabilización de un suelo del distrito Esperanza, en la ciudad de Trujillo. La **metodología** que emplearon fue experimental de tipo unifactorial. La **población** fueron los suelos arenosos del centro poblado Villa Hermosa, la **muestra** fueron 3 calicatas por un kilómetro para las vías de baja magnitud de tránsito, **muestreo** fue no probabilístico. Los instrumentos fueron la varianza anova, fichas de estudio vehicular. Los principales resultados fueron que con un 6% de la emulsión asfáltica se obtuvo un índice CBR de 29.30%, presentando una resistencia de 30.771 kgf/cm² y a diferencia del suelo natural que se obtuvo el índice de CBR de 3.57% obteniéndose la resistencia de 3.747 kgf/cm² y esta probeta de suelo con emulsión al 6% tiene una resistencia de 1.61 kg/cm² lo cual indica que ese suelo posee una consistencia firme, en cambio con los porcentajes de 9% y 12% tienden a tener una minoría respecto al índice de CBR y para la resistencia a la compresión no confinada. Se **concluye** que la adición de mayor porcentaje de emulsión asfáltica presenta un comportamiento de lubricante lo cual no es recomendado, por lo tanto, la estabilización con 6% de emulsión asfáltica es el indicado para estabilizar ya que este valor se encuentra en el parámetro de 4 y 8% según la norma de suelos C.E.0.20 (8).

Asimismo, Rojas (2018), tuvo como **objetivo** verificar la mejora en las propiedades de la subrasante mediante la incorporación de emulsión asfáltica, mejora las características de la subrasante de la carretera en afirmado ubicada en Quilca, Cochamarca. La **metodología** fue del tipo aplicada - experimental. Como **población** de estudio fueron las doce vías vecinales no pavimentadas del distrito de Cochamarca, la **muestra** estuvo compuesta por tres kilómetros, el tipo de **muestreo** fue no probabilístico. Los **instrumentos** fueron formatos de ensayos establecidos por la normativa peruana. Como **resultado** se obtuvo que la incorporación de la emulsión asfáltica en dosificaciones de 0%, 2%, 4% y 6% mejoran las propiedades del suelo patrón, debido a que incrementa la densidad máxima seca obteniéndose valores 1.67 gr/cm³, 1.73 gr/cm³, 1.76 gr/cm³ y 1.8

gr/cm³ correspondientemente; así mismo a mejoró el índice de CBR del terreno patrón de 4.10%, incrementado a 5.20% con 2% de emulsión asfáltica, 5.90% con 4% de emulsión y 7.20% con 6% emulsión. **Concluye** que la adición de la dosificación de 6% de emulsión asfáltica, se obtuvo que mejora las características del suelo, calculándose 28 cm del espesor de la vía, reduciéndose en 7 cm respecto al suelo natural (9).

Como antecedentes internacionales Bertaud y Lara (2016), tuvieron como **objetivo** conocer las características del jugo de penca de tuna en dos tipos de suelos; franco arenoso y franco arcilloso del distrito de Federal, en México. De **tipo** aplicada y el **diseño** fue experimental. Como **población** de estudio los tipos de suelos de Milpa Alta ubicado en el distrito Federal, la **muestra** son los suelos arenosos y arenosos arcillosos, **muestreo**, no probabilístico, denominado zigzag. Asimismo, los **instrumentos** fueron formatos de diferentes ensayos establecidos bajo norma NOM-021-RECNAT-2000. Los **resultados** se obtuvo que se usaron los jugos en cantidades de 0%, 25%, 50%, 75% y 100% para ambos suelos, donde indica que con un 50% el porcentaje de humedad es de 31.4% para un suelo arenoso que está conformado por 67% de arena, 19% de material arcilloso y 14% de material limo, donde se da la presencia de minerales en un 0.05 mm, presentando un Ph de 8.35 siendo alcalino mediano y en cuanto al suelo arcilloso que está conformado de 50% de arena, 23% de material arcilloso y 27% de material limoso se obtuvo un porcentaje de humedad de 32%, con un Ph de 7.83 que se encuentra en el rango de alcalino medio. **Concluyeron** que la incorporación del jugo de penca de tuna presenta mejores resultados con un 50% para suelos arenosos y arcillosos arenosos. (10).

Rahman (2019), tuvo como **objetivo** evaluar la densidad mediante mesa vibratoria y martillo vibratorio la compactación de laboratorio y de campo los efectos de amplitud y frecuencia de vibración en los materiales de relleno de diferente gradaciones y características para la subrasante que se usan por el departamento de Indiana de transportes. Fue de **tipo** aplicada y experimental. La **población** de estudio fue la subrasante de dos secciones de prueba de una rampa en la intersección Us 20 E IN 2 en la ciudad de Rolling Prairie, la **muestra** de la investigación fueron cinco materiales de relleno diferentes, dos materiales de

relleno tenían un tamaño de partículas inferior a 4,75 mm, que se conocen como arena natural N°4 y arena de piedra N°24 y los otros tres materiales de relleno tenían tamaños de partículas superiores a 4,75 mm, estos se conocen como N°5, N°8 y N°43 agregados de acuerdo a la norma y especificaciones de Indiana y el muestreo fue no probabilístico. Los **instrumentos** fueron fichas de registro, software signal express 2015 y matlab. Los **resultados** mostraron un aumento de la densidad con el aumento de la amplitud y frecuencia de vibración para los agregados grueso que para los agregados finos, es decir que si se obtiene una vibración de 0.2 mm a 0.9 mm durante la compactación utilizando mesa vibratoria la densidad del agregado N°8 aumenta en un 14% mientras que para la arena natural N°4 solo aumenta un 1.4% y para el martillo las densidades aumentan entre un 3 a 7%, la frecuencia del equipo de vibración de 0.09 mm para la mesa vibratoria fue 60 Hz de acuerdo a la norma ASTM D4253 y la amplitud de vibración de 0.5 mm para el martillo vibratorio fue de 100Hz con pequeñas magnitudes de aceleraciones de acuerdo a la norma ASTM D7382. Se **concluye** que dicha compactación mediante vibración es la manera más adecuada para compactar los materiales de grano grueso usando el martillo vibratorio, después de la compactación de la mesa vibratoria (11).

Los artículos de esta investigación según Jiménez y Domínguez (2014) tuvieron como **objetivo** estabilizar los bloques tradicionales con cemento y penca de tuna para en las viviendas de la ciudad de Madero. Fue del tipo **experimental**. Como **población** a las viviendas de la ciudad de Madero, la **muestra** fueron los bloques de tierra. Así mismo los instrumentos utilizados fueron formatos de diferentes ensayos establecidos. Como resultado principal se tuvieron los diferentes porcentajes de 0%, 0.5%, 1%, 1.5% y 2.4% donde se ha demostrado que con 0.5% da una resistencia a la compresión en seco de 60 kg/cm² y 35 kg/cm² en húmedo y para un 2.4% de mucilago se obtuvo 68 kg/cm² de resistencia a la compresión en seco y 50.22 kg/cm² de resistencia a la compresión en húmedo, 90 g/cm³ en densidad. **Concluyeron** que un 2.4% de mucilago incrementa la resistencia a la compresión ya sea en estado seco o húmedo y esto a su vez disminuye la porosidad en los bloques de tierra y aumenta la densidad (12).

Zambrano y Tejeda (2019) tuvieron como objetivo identificar agregados de diversas canteras de la región en el cual se estudió la incidencia que tiene la emulsión asfáltica para estabilizar, incrementar la resistencia mediante el CBR. Fue de **tipo** experimental comparativa. Como **población** a la Universidad técnica de Manabí, en Ecuador conjunto con el departamento de Viales de Universidad tecnológica de la Habana, la **muestra** fueron los materiales granulares de las canteras San José y Megarok de la ciudad de Portoviejo. Los **instrumentos** empleados fueron fichas de registro, formatos del MTOP. Los **resultados** fueron los agregados de la cantera San José presentan un límite líquido de 44.9% y límite plástico de 25.2%, obteniendo un índice de plasticidad de 19.7% lo cual este valor supera para ser material usado en base o subbase, presentan una densidad máxima de 1.64 kg/cm³ y 15.6% de humedad óptima y un índice de CBR de 56 % en seco y 6.6% en inmersión , mientras tanto para la cantera Megarok se obtuvo el límite líquido de 35.4%, límite plástico de 24.7% obteniendo un índice de plasticidad de 10.8% y también incumple los parámetros, la densidad máxima es 1.78 kg/cm³ y 18.8% de humedad óptima y un índice de CBR de 8.9% en inmersión y 70.7 % en seco. En cambio, si se adiciona un 5%, 7% y 9% de emulsión asfáltica se obtiene un índice de CBR de 66.7%, 59.3% y 60.3%, resistencia en seco. Se **concluyó** que los agregados de ambas canteras cumplen con la dureza, pero no cumplen con los parámetros granulométricos establecidos para subbase en las vías. Se puede identificar que el porcentaje óptimo para hacer la mezcla es el 5% de emulsión asfáltica ya que presenta mayor índice de CBR (13).

Bualung, Jitsangiam y Tanchaisawat (2021) tuvieron como **objetivo** estabilizar la base de un pavimento flexible con materiales puzolánicos incorporando hidróxido de sodio en forma sólida (NaOH) y la emulsión asfáltica para las carreteras en Tailandia. Fue de tipo experimental. Como **población** a Universidad de Chiang, la muestra fueron los materiales de base granular. Los **instrumentos** fueron fichas de registro. Los **resultados** de la emulsión asfáltica fueron, que se obtuvo 1.02 g/cm³ de densidad y 67.3% de contenido sólido, para los ligantes de la emulsión asfáltica diseñados se agregaron a la roca triturada al 4% del peso total del agregado seco. Se **concluyó** que el estudio del uso de cloruro de sodio aumentó la resistencia a la comprensión, pero disminuyó la trabajabilidad del aglutinante y la

adición de emulsión asfáltica prolonga el endurecimiento, lo que indica el retraso en la formación estructural de reacción puzolánica y polimerización (14).

Sulewska y Tymosiak (2018) tuvieron como **objetivo** analizar los parámetros de compactación de suelos uniformemente graduados no cohesivos, obtenido a partir de ensayos Proctor y utilizando mesa vibratoria. La **metodología** empleada fue del tipo aplicada y comparativa. Como **población** de estudio a la arena de cuarzo fluvioglacial del Pleistoceno de los alrededores de Białystok (Polonia) y el tipo de **muestreo** es probabilístico estratificado. Los **instrumentos** utilizados fueron formatos de diferentes ensayos establecidos y aplicados en Polonia como el Proctor estándar y modificado y usando mesa vibratoria. Como resultado principal se obtuvo que, al realizar los parámetros de compactación de arena mediana compactada en la mesa vibratoria durante 10 minutos, se obtuvo un valor de 8% como óptimo contenido de humedad y una densidad máxima seca de 1.860 g/cm³. Comparando los valores medios obtenidos por los ensayos Proctor, según los estándares antiguo y nuevo obtenemos diferencias de los ensayos estándar y modificados: respectivamente: 0,079 g/cm⁻³ y 0,035 g/cm⁻³, lo que da diferencias relativas de un promedio de 1.88%. La humedad óptima contenido obtenidos por las pruebas Proctor, según los estándares antiguo y nuevo por 2.25, 2.01, 2.98, 0.57%, lo que da diferencias relativas de 21.95, 19.61, 27.14, 6,65%; promedio 18.84%. **Concluyeron** que, en el caso de la densidad máxima seca, aplicado mediante el método de la mesa vibratoria permite obtener resultados comparables con las pruebas de Proctor con una diferencia media relativa de 1,88%. A su vez el uso de la mesa vibratoria dio como resultado valores de contenido óptimo de agua es inferior a los obtenidos por la prueba de Proctor con una diferencia media relativa de 18,84% (15).

Akinwumi y Ukegbu (2015) tuvieron como **objetivo** presentar los resultados de las propiedades de ingeniería de un suelo laterítico modificado con mucílago de cladodios de *Opuntia ficus-indica* (MOFIC). Fue de **tipo** experimental. Como **población** al oeste de la carretera de Ota, Nigeria, la **muestra** de la investigación fue los suelos granulados arcillosos Ota. Así mismo los **instrumentos** utilizados fueron formatos de diferentes ensayos establecidos y aplicados en Nigeria, Como **resultado** se obtuvo que el suelo está clasificado, según el sistema de clasificación

AASHTO, como A-2-6(1), mediante la adición de 0, 4, 8 y 12 % de MOFIC, por peso seco del suelo. disminuyo el índice de plasticidad, el contenido de humedad óptimo, el potencial de hinchamiento, la resistencia a la compresión no confinada y la permeabilidad mientras que el CBR aumentó, siendo el más optimo la adición de 12%. **Concluyeron** que el uso del mucilago de cactus mejora las propiedades de ingeniería de los suelos, para ser utilizado como material de capa de pavimento (16).

Abreu, Dantas y Pereira (2020) tuvieron como **objetivo** evaluar los factores de resistencia al corte de mezclas de suelo arenoso con alto contenido de emulsión con metodología Marshall y ensayo de Proctor modificado. Fue de **tipo** experimental. Como **población**, los suelos arenosos de la ciudad de San Pablo, se utilizaron dos **muestras** de un suelo arenoso clasificado por el (USCS), de arena pobre graduada. Los **instrumentos** fueron fichas de registro, formatos. Los principales resultados se dieron en cuanto a los porcentajes que varían entre 0% de emulsión para un suelo arenoso (SP), donde no presenta cohesión y su ángulo de fricción es de 38.5° para una alta tensión, para un 16% de emulsión asfáltica presenta 5.3 Kpa de cohesión y su ángulo de fricción es de 38.5° para un suelo M-I (no saturado) en su nivel de alto tensión, en cambio para su bajo nivel de tensión presenta un ángulo de fricción de 40.4°, para un 16% de emulsión asfáltica presenta 8.7 Kpa de cohesión y su ángulo de fricción es de 10.9° para un suelo M-I (saturado) en su nivel de alto tensión, en cambio para su bajo nivel de tensión presenta un ángulo de fricción de 38°, y para un 22% de emulsión asfáltica presenta 14.2 Kpa de cohesión y su ángulo de fricción es de 13.6° para un suelo M-24 (saturado) en su nivel de alta tensión, en cambio para su bajo nivel de tensión presenta un ángulo de fricción de 37.7°. Se **concluyó** que el uso de alto contenido de emulsión asfáltica contribuyó a una mejor homogeneidad de las mezclas, es decir que el 22% de emulsión asfáltica brinda mayor homogeneidad, ya que los resultados de la prueba de corte directo permitieron una intercepción de cohesión y una disminución en el ángulo de fricción para niveles de bajo tensión normal (17).

La teoría de **emulsión asfáltica** inicia mucho después del año 1871 en Francia, cuando los métodos superficiales por riego con gravilla se hacían con alquitranes

del residuo de gas y este tratamiento se basaba en utilizar esta sustancia a temperatura ambiente sobre la pista y después hacer arder, pero ya en el año 1896 Cirardeau plantea una técnica con el alquitrán en caliente, y se difundió en la primera guerra mundial, y hoy con la aparición de las emulsiones asfálticas el método toma nuevo apogeo y el tratamiento superficial es sencillo, en la cual consiste en aplicar la emulsión con una dosificación entre un 30% y un 70% sobre el suelo de las vías, después se coloca una capa de agregado pétreo de una dimensión uniforme, donde se pueden realizar dos o tres aplicaciones. Este espesor máximo será de promedio de una pulgada. Contiene un asfalto residual promedio de 60% de volumen, este porcentaje puede variar entre 30% y 70%, pero no es recomendable superiores a 60% debido al aumento de su viscosidad (18).

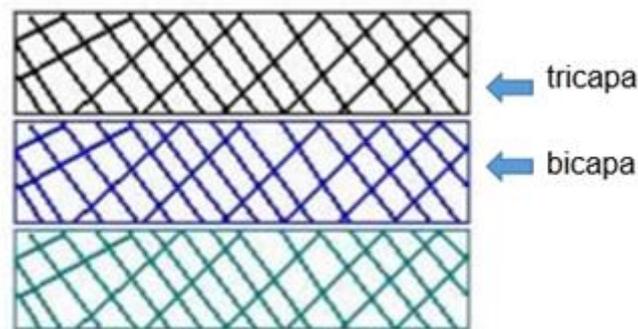


Figura 1. Tratamiento superficial en varias capas

Fuente: FIRP S365A, 2008

Teóricamente la aplicación del **mucilago de tuna** o nopal, es utilizado como una gran fuente de alimento, así mismo desde la antigüedad, el mucilago extraído de este cactáceo se ha utilizado para pintar y cubrir paredes de adobe, así como para el mantenimiento y la conservación de estructuras históricas. En la actualidad se ha utilizado como purificador de agua, como aditivo en morteros capaz de modificar las propiedades en los morteros (19). El mucílago de nopal, debido a sus componentes como la amilanas, polisacáridos y amilopectina le dan la capacidad de formar cutículas delgadas que al secar le dan alta rigidez, originando una acción ligante entre las partículas de suelo y el estabilizante (20), posee particularidades de un aditivo natural para mejorar la agregación del suelo, porque incrementaría la cantidad de cementantes temporales (21). Finalmente, según estudios realizados, se afirma el efecto de adicionar mucilago de tuna, presenta una mejoría en las

propiedades del suelo, el índice de plasticidad, el contenido de humedad óptimo, el potencial de hinchamiento, así como la resistencia a la compresión no confinada y la permeabilidad disminuyeron mientras que el CBR húmedo y seco aumentó se incrementa a medida que adiciona el porcentaje (16).

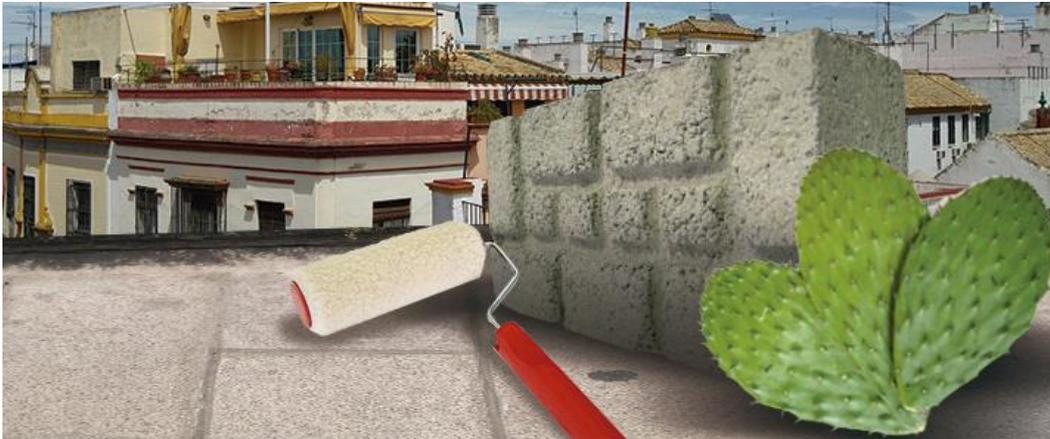


Figura 2. Mucilago de nopal y su aplicación en ingeniería

Fuente: Pérez, 2018

La teoría de la **mesa vibratoria** inicia en los años de 1890 a 1950 donde se dieron las primeras creaciones de estos, ya en el año 1930 la mesa vibratoria se genera a partir de un péndulo que choca a una plataforma que estaba sostenida en función a resortes, esto ayuda a tener diferentes aceleraciones y frecuencias en la plataforma y gracias a esta creación se pudo realizar muchos avances en los estudios de suelos y cimentaciones. Ya para el año de 1933 se planteó otra generación de mesas vibratorias que tiene actuadores hidráulicos, pero fue poco el uso que se dio. La era de las mesas empieza en el año 1972 por parte de Mts System Corporation y ahora estos avances se lograron por parte de EE. UU y Japón donde se desarrollaron mesas de grandes tamaños para que tengan la capacidad de medir hasta los seis grados de libertad (22). Los métodos de ensayo de densidad seca son aplicados a suelos que contienen hasta 15% de partículas secas, para suelos cohesivos aumentaran la máxima densidad y cuando el suelo presente una compactación más suelta se obtiene la mínima densidad. El contenido de humedad debe tener una tolerancia de $\pm 1.5\%$ (23).

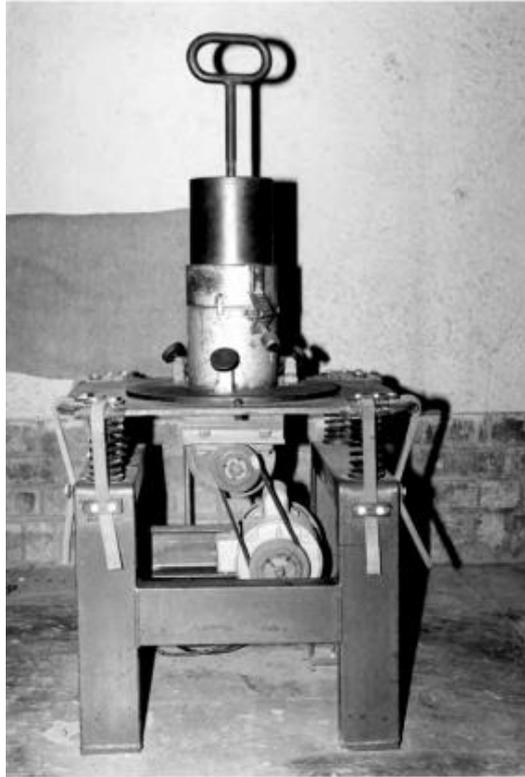


Figura 3. Evolución de la mesa vibratoria

Fuente: Troost, 1987

La teoría del **mejoramiento de suelos**, las civilizaciones antiguas como los egipcios, chinos, los romanos e incas utilizaron varias técnicas de estabilización para mejorar la resistencia del suelo, algunos de estos métodos fueron tan efectivos que sus caminos aún existen (24) .La era moderna de la estabilización del suelo surgió en 1904 en los Estados Unidos, con las primeras pruebas de estabilización de suelos, se utilizó el cemento como estabilizador para construir una calle en Sarasota en 1915 y la cal se utilizó por primera vez en tramos cortos de carretera con la expansión de las carreteras para atender el crecimiento del tráfico de vehículos en 1924 (25). Teóricamente el mejoramiento de suelos se ha realizado a lo largo de la historia mediante diversas metodologías como son métodos naturales, mecánicos, químicos. La aplicación de estos mejoradores, se realizan en los suelos inadecuados de baja calidad. Resumiendo, la estabilización de un suelo, mediante la adición de un mejorador permite incrementar la calidad del suelo para obtener óptimas y adecuadas propiedades, a fin de darle mayor tiempo de vida útil a las estructuras viales (26).



Figura 4. Suelo estabilizado con cal

Fuente: Nacional Lime Association, 2004

El concepto de la penca de tuna, son de tipo soluble en líquido que se encuentra en la planta de la tuna, son viscosas y densas que se origina de la disgregación en gelatinosos trozos de agua o la extracción de mucílagos de sustancias con capacidad de solubilidad en presencia de agua, lo que le da la capacidad higroscópica (27). Además, es conocido también como penca de nopal es una planta que está constituida de características medicinales (28). Así mismo el nopal es considerado como una planta de cultivo con multiusos que contienen polisacáridos, fitoquímicos que es un biopolímero donde mejora la infiltración del agua siendo un agente que protege a las enzimas y mejora las propiedades del suelo (21).



Figura 5. Planta de tuna en Torata - Moquegua

La dosificación según lo especificado, según estudios se considera adecuada la adición de la penca de tuna entre valores que constituye de 4%, 8% y 12 % de MOFIC, del peso seco del suelo ayuda a reducir la plasticidad del suelo y el contenido de humedad óptimo (16).

Los conceptos de la emulsión asfáltica son sustancias negras constituidas por cemento asfáltico, emulsificante y agua, que al estar en fricción con el material rocoso crea un desequilibrio que produce su rotura, adhiriéndose las partículas de asfalto a la superficie, estos se utilizan en riegos de imprimación y liga, sellos y técnicas superficiales (29). Y las emulsiones asfálticas son el resultado de la adición de agua a un cemento asfáltico, para que estos al mezclarse puedan adherirse y a la vez surge la necesidad de adicionar un agente emulsificante como la arcilla coloidal, silicatos solubles o insolubles. El contenido de cemento asfáltico esta entre un 55% - 70%, de acuerdo con la velocidad que se produce a la hora del rompimiento (30). Finalmente, la emulsión se define como un elemento químico usado como emulsificante y fijado como tenso activo o ya sea surfactante aniónico o catiónico, una emulsión asfáltica es una difusión de asfalto en agua con pequeñas partículas de diámetros que oscila un rango de 3 y 9 micras (31).



Figura 6. Emulsión asfáltica aplicado al suelo

Fuente: Pradas, Lucas y Miranda, 2020

La dosificación se define como una proporción, que está sujeto a la granulometría del suelo, para usar un determinado porcentaje de emulsión es importante que los suelos tengan menor índice de plasticidad, es decir inferior al 20%, la cantidad de asfalto está dentro de un rango de 4% a 8% y el total del agua para compactar

incluido el asfalto no debe pasar a la cantidad requerida para la mezcla (31). Se puede denominar a la dosificación como una cantidad para obtener una mezcla uniforme, esta dosificación deberá ser proporcionada respecto al peso o volumen de materiales (32).

El concepto de mesa vibratoria se determina como herramienta experimental del estudio de espectros de sismos, así como también para el estudio de suelos, está basado en la aceleración, frecuencia, velocidad y desplazamiento (22). La mesa vibratoria es un equipo que permite lograr resultados comparables con una diferencia relativa media del Proctor modificado (15). Este método de ensayo de la mesa vibratoria utiliza el sistema gravitacional, ya que trabaja con libras/pulgadas, este método determina la máxima densidad seca para suelos sin cohesión y se aplica para suelos de 15 % de partículas que pasen por un tamiz de malla N° 200 de masa seca (23).



Figura 7. Instrumentos del ensayo de mesa vibratoria

Fuente: Larico, 2021

La densidad se halla cuando el peso del suelo no este sumergido ni con su humedad, de la misma manera en los ensayos normados (33). La densidad máxima seca llamada también peso unitario del suelo es la relación de la masa seca en horno con el peso del suelo densificado por su volumen, para un suelo que no sea cohesivo y drenaje libre se determinará con mesa vibratoria, para este equipo se

usará una muestra del suelo húmedo o ya sea seco en un molde y se aplicará una carga de 2 lb/pl² que equivale a 14 kPa que será sobre la superficie de la mezcla durante 8 minutos a una frecuencia de 60 Hz, según ASTM D4245 (23). (Véase la Figura 8)

$$\rho_{dmin,n} = \frac{M_s}{V} \quad (7)$$

Donde

$\rho_{dmin,n}$ = densidad mínima para cualquier prueba, Mg/m o g/cm.

M_s = masa de la muestra testeada seca, Mg, o g.

V = volumen de la muestra ensayada seca, m³, cm³. Para los métodos A y B, $V=V_c$, para Método C, $V=V_g$ (refiérase a 9.4.2)

Figura 8. Ecuación de densidad máxima

Fuente: ASTM D4254

El contenido de humedad es aquella relación del peso del agua en una masa del suelo con el peso de suelo secado al horno, algunos materiales, aditivos o estabilizadores tienden a descomponerse a través del secado del horno a temperaturas de 110°C ±5°C y aquellos materiales que se deshidratan lentamente a la temperatura de secado estándar de 110°C ± 5°C presentan una humedad relativa muy baja es por ello por lo que se recomienda hacerlo a temperatura ambiente de a 60°C (34). También podemos decir que la humedad es presentada como el porcentaje del peso de la muestra secada en el horno a 110°C (32) (Véase la Figura 9).

$$w = \left[\frac{(M_{cws} - M_{cs})}{M_{cs} - M_c} \right] * 100 = \frac{M_w}{M_s} * 100$$

donde:

w = contenido de humedad, %.

M_{cws} = peso de recipiente y el espécimen húmedo, g.

M_{cs} = peso del recipiente y el peso del espécimen secado, g.

M_c = peso del recipiente, g.

M_w = peso del agua ($M_w = M_{cws} - M_{cds}$), g.

M_s = peso de las partículas sólidas ($M_s = M_{cds} - M_c$), g.

Figura 9. Ecuación del contenido de humedad

Fuente: ASTM D2216

El mejoramiento de subrasante es la optimización de las características y propiedades de la subrasante de un suelo, que se da a través diversos procedimientos ya establecidos ya sean estabilizadores mecánicos o químicos (31). Así mismo se puede definir como la alteración o preservación de una o más propiedades de la subrasante del suelo para mejorar las características de ingeniería y el rendimiento de un suelo (35). En general, el mejoramiento de la subrasante es la estabilización del suelo mediante métodos que optimizan-mejoran las propiedades de la subrasante, incrementando la capacidad de soporte del suelo natural, mejorando la resistencia al corte, proporcionar estabilidad volumétrica, aminorar la plasticidad y se incremente el valor de la densidad máxima del material de la subrasante a mejorar, todo ello a fin de fortalecer las superficies de las carreteras y otras aplicaciones geotécnicas (25).



Figura 10. Tipos de estabilización de suelos

Fuente: MTC, 2014

El concepto de propiedades físicas del suelo, también conocida como propiedades índices de suelo, describe las características específicas que determinan a un suelo, algunas de estas propiedades son la granulometría, propiedad que permite

analizar la gradación en las partículas del suelo, la cohesión y la composición de los granos del suelo (36). En términos generales las propiedades índices del suelo son establecidas por el tamaño de las partículas: grava, arena, limo-arcilla, la forma y la composición química de las partículas que componen el suelo (37) . Por otra parte, el concepto del índice de plasticidad, refiere a la resultante del residuo entre valor del límite líquido (LL) y el límite plástico (LP) de un suelo (38). En tal sentido, el índice de plasticidad (IP) (véase Figura 11) indica el rango de contenido de agua del suelo que le da la cualidad de consistencia plástica, entonces si el valor del IP es grande corresponde a un suelo con características de un suelo muy arcilloso-problemático, pero si el valor del IP es reducido, implica un suelo poco arcilloso (véase Tabla 1) (31).

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

Figura 11. Ecuación para el índice de plasticidad

Fuente: MTC E111

Tabla 1. Clasificación de suelos según su índice de plasticidad

Índice de plasticidad	Plasticidad	Características
IP > 20	Alta	Suelo muy arcillosos
IP ≤ 20; IP > 7	Media	Suelos arcillosos
IP < 7	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

Fuente: MTC, 2014



Figura 12. Ensayos para el índice de plasticidad

Fuente: Díaz y Llantén, 2017

El concepto de propiedades mecánicas, refiere son las propiedades que describen el comportamiento que tiene el suelo, cuando se someten a diferentes cargas y esfuerzos, provocando deformaciones y cambios de volumen en el suelo, algunas de estas propiedades son: la capacidad de drenar el agua, la capacidad de absorber el agua, la resistencia del suelo y la capacidad de carga del suelo (37). Asimismo, estas propiedades se expresan ante influencia de acciones externas en el suelo, tal como la resistencia al corte, módulo de deformación (39). Así mismo se conceptualizará el termino de densidad máxima seca, está relacionada al valor más alto que se puede alcanzar en la densidad de un suelo al aplicar la humedad optima, que se calcula mediante el ensayo normado de energía de compactación (40). El óptimo contenido de humedad se denomina a la cantidad de agua a utilizar para alcanzar el mayor valor de densidad máxima seca en el suelo (37). Por último, el concepto de resistencia del suelo esta referido al 95% del valor de la máxima densidad seca que se obtiene en una muestra de suelo, además de la penetración de carga de 2.54 mm, según lo especificado en el MTC (31), es decir la resistencia del suelo está en función del optimo contenido de agua y de la energía de compactación.

Tabla 2. *Categorización de subrasantes*

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

Fuente: MTC, 2014

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Aplicada

Una investigación del tipo aplicada es empleada porque está caracterizada en la obtención del producto final que es el conocimiento novedoso, partiendo de emplear fines prácticos para el desarrollo de conocimiento nuevo (41). En la presente investigación se desarrolla del tipo aplicado debido a que se mejorara la subrasante empleándose emulsión asfáltica y mucilago de tuna. Se realizará también la determinación de la densidad mediante la utilización de la mesa vibratoria. La finalidad será determinar la mejora en la subrasante del pavimento en la carretera Quellaveco.

Enfoque de investigación

En una investigación cuantitativa se desarrolla cuando se considera fases que no pueden ser obviadas. Inician con el planteamiento del problema, la revisión de la literatura, posterior a ello se definirá objetivos e hipótesis. Se emplea un diseño acorde a la investigación, la cual se aplica para la obtención de resultados y la presentación del reporte terminado (42). Por lo cual en la investigación es empleado el enfoque cuantitativo, debido a que se desarrollara la problemática referida a la subrasante, analizándose los métodos que puedan mejorarla. Se planteará los objetivos para implementar una mejora con estabilizantes y la cuantificación de la densidad. Para finalmente brindar los resultados referidos a la investigación desarrollada.

El diseño de la investigación

Un diseño experimental es referido a la realización de una acción para posteriormente realizar la observación y verificar cuales fueron los resultados obtenidos (43). Dentro del diseño experimental se tiene que la tipología a emplearse será un diseño preexperimental, ya que el control que se tiene acerca de la variable independiente es mínimo. Debido a que este tipo de diseños son de un grupo unitario. Principalmente estos diseños son realizados cuando se aplica un determinado tratamiento hacia un caso definido y al cual de manera posterior se

mide las variables que fueron observadas (44). Por lo tanto, en la investigación se aplicará las variables referidas a la emulsión asfáltica, mucilago de tuna y mesa vibratoria. Y estos se aplicarán en la subrasante de la carretera Quellaveco. De manera posterior se medirá el efecto que tiene la aplicación de las variables independientes en el mejoramiento de la subrasante.

El nivel de la investigación: Explicativo

En una investigación del tipo explicativo se realiza una descripción exhaustiva de las variables que se están analizando en la investigación, y se brinda una extensa explicación del porque referente a las causas que guardan relación hacia los eventos que ocurren (44). Por lo tanto, la presente investigación es explicativa ya que se desarrolla las variables referidas a la emulsión asfáltica, el mucilago de tuna y la mesa vibratoria y como estas variables influyen en el mejoramiento de la subrasante de la carretera Quellaveco.

3.2. Variables y operacionalización:

Variable: Es la característica que posee la unidad de análisis al ser medida la cual es susceptible a la adopción de diversos valores. Estas están contenidas en el título de la investigación (45).

Dimensión: Es el rasgo que posee la variable la cual debe ser medida permitiéndose con ello establecer los indicadores de la investigación. Guarda relación y está apoyado en el marco teórico (45).

Indicador: Es la unidad la cual hace posible que se realice el estudio y se cuantifique las variables de estudio, realizándose a través de la medición de cada factor o rasgo que se encuentra presente en la dimensión relacionada con la variable (45).

Variable Independiente 1: Emulsión asfáltica

Variable Independiente 2: Mucilago de tuna

Variable Independiente 3: Mesa vibratoria

Variable dependiente : Mejoramiento de la subrasante

Operacionalización: La operacionalización de variables está comprendida como el desglose de aquellos elementos que forman parte en la hipótesis y específicamente en las variables ya que estas a su vez son precisadas con indicadores que precisan la observación de manera directa (45). (Ver matriz de Operacionalización en el Anexo 1)

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

En una investigación la población de estudio es aquella que está compuesta por aquellos casos, que son determinados y accesibles, con ello se genera que estos sean referentes para la determinación de la respectiva muestra bajo criterios ya definidos (42). Con ello la investigación fue desarrollado bajo la consideración de que la población de estudio estará compuesta por 10 km de la carretera Quellaveco que esta entre la progresiva KM 10+000 al KM 20+000, esta carretera se encuentra localizada en la ciudad de Moquegua.

Muestra:

La muestra está definida como un subgrupo de la población en el cual es realizada un estudio de investigación, mediante este se recopilarán información y los datos necesarios, además esta muestra debe cumplir con la característica de ser representativa de la población en estudio (42). En tal sentido cuando se determina una metodología que es del tipo no aleatorio, para la elección de la muestra. Implica de manera más directa el juicio referido al investigador. Seleccionándose los casos que guarden más relación con la investigación y sean susceptibles a ser evaluados. Con ello se genera un conocimiento de mayor valor porque se aplica a una muestra ya definida (46). En tal sentido la muestra que guarda más relación con la investigación y ante un juicio del investigador será la subrasante de la progresiva del km 16+000 al km 17+000, siendo un kilómetro de la carretera Quellaveco, que comprende dos calicatas.

Muestreo: No probabilístico

Empleándose un muestreo por conveniencia será aquella en la cual se seleccionará los casos que sean más susceptibles para ser incorporados en la realización de la investigación, por lo tanto, obteniéndose un mayor alcance hacia la zona o el caso en estudio (47). Por lo tanto, el muestreo de la investigación es por conveniencia ya que se analizará la subrasante de los tramos ya mencionados, para ello se harán 2 calicatas por kilómetro de la carretera Quellaveco. Debido a que se tendrá un mayor alcance hacia esta zona de estudio.

Unidad de análisis:

La unidad de análisis viene relacionada con las unidades que por elección son las más apropiadas para ser investigada, aunque estas son realizadas considerando de manera primordial el alcance que poseerá la investigación (44). Por lo tanto, en la investigación es identificado la problemática referida al tipo de suelo existente en la subrasante y con ello se tiene que se aplicará los objetivos cuya finalidad será verificar la mejora de las propiedades de la subrasante.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**Técnicas:** Observación directa

Cuando se emplea una observación directa, es considerado la revisión exhaustiva realizándose una compilación completa de la bibliografía referente al tema de investigación, la cual deberá estar respaldada por fuentes de la comunidad científica (41) . En la investigación se utilizará la observación directa debido a que se desarrollará una revisión de manera exhaustiva referente a la aplicación de estabilizantes como la emulsión asfáltica y el mucilago de tuna, además de emplear la determinación de la densidad con mesa vibratoria en la mejora de subrasante de la carretera Quellaveco.

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección son aquellas herramientas y procesos mediante los cuales el investigador consigue los datos bajo la consideración de la población

de estudio, además de la viabilidad y los objetivos planteados (41) . Tipológicamente se emplea la guía de observación de campo, el cual permite al observador verificar sistemáticamente, aquello que es objeto de investigación, generando una recolección de datos (48). Por lo tanto, en la investigación desarrollada será realizado mediante la aplicación de fichas técnicas de laboratorio las cuales serán referentes a la aplicación de emulsión asfáltica, mucílago de tuna y mesa vibratoria. Estos brindaran resultados referentes a la mejora de la subrasante en la carretera Quellaveco (Ver Anexo 3).

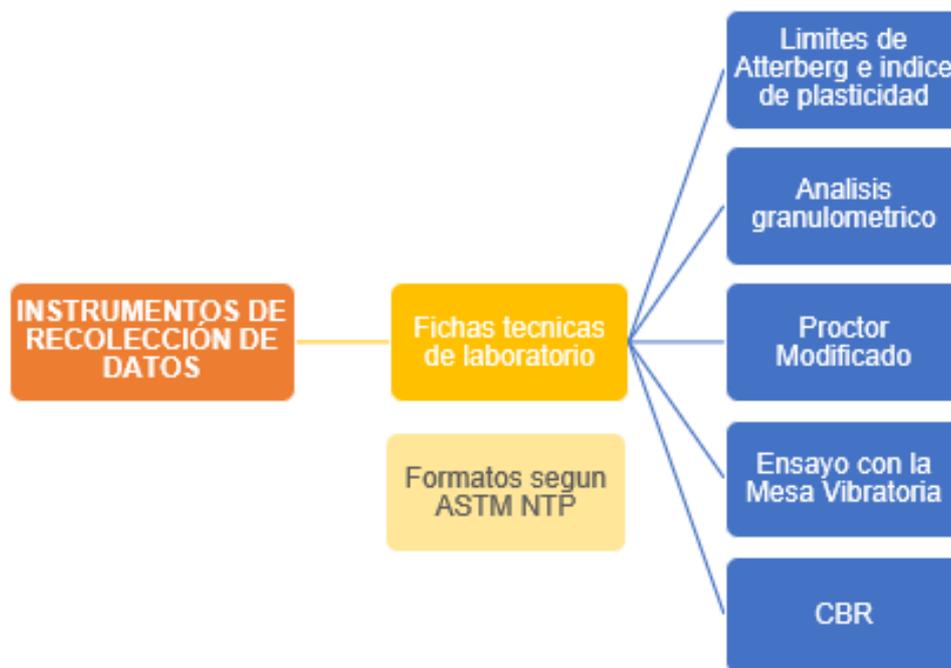


Figura 13. Metodología de recolección de datos

Fuente: Elaboración propia

Validez

La validez será desarrollada considerando aquellos rangos (49) que brindaran una determinada valoración respecto a la validez de los instrumentos de recolección de datos empleados en la investigación (50). Por lo tanto, se determinará la validez empleándose rangos desde una validez nula hasta una validez perfecta (Ver Anexo 4).

Rango	Magnitud
0,53 a menos	Validez nula
0,54 a 0,65	Validez baja
0,60 a 0,65	Válida
0,66 a 0,71	Muy válida
0,72 a 0,99	Excelente validez
1,0	Validez perfecta

Figura 14. Rangos de validez

Fuente: Oseda, y otros, 2018

Confiabilidad de los instrumentos.

Cuando se aplica una medición referida al grado de aplicación de los instrumentos, se brinda un coeficiente de confiabilidad que brindara una idea del grado de aceptación (42). Por lo tanto, en la presente investigación, se empleará el coeficiente de confiabilidad del alfa de Cronbach.

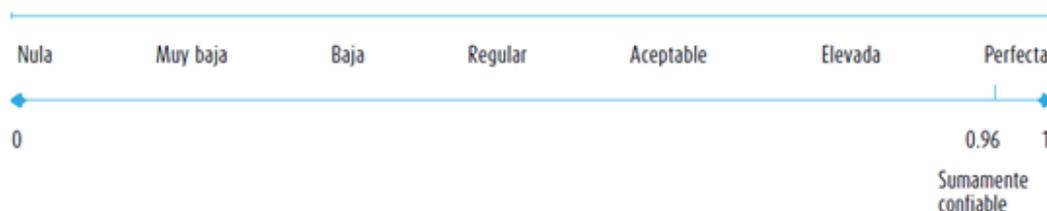


Figura 15. Rangos de confiabilidad

Fuente: Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018

3.5. Procedimientos:

La presente investigación se realizará con **trabajos previos de campo** inicialmente se realizó el estudio de tráfico vehicular, realizado en la zona de estudio, obteniéndose un IMDA ≤ 75 veh/día (véase la Tabla 3), según lo especificado en el Manual de Transportes y Comunicaciones (MTC), para IMDA ≤ 200 veh/día el mínimo de calicatas por 1 kilómetro es , en función a ello se realizó la extracción de muestras mediante calicatas a cielo abierto de 1.5 m de profundidad en una distancia de 1 km, con 2 calicatas según lo especificado en las normativas, estos puntos se ubicaron en el kilómetro 16+000 y 17+000. Véase las Figuras 17 y 18.

Tabla 3. IMDA y clasificación vehicular (veh/día)

Tipo de Vehículos	IMD	Distrib.
		%
Autos	21	28.0%
Station Wagon	10	13.3%
Camioneta Pick Up	29	38.7%
Camioneta Panel	0	0.0%
Combi Rural	2	2.7%
Micro	0	0.0%
Ómnibus 2E y 3E	8	10.7%
Camión 2E	1	1.3%
Camión 3E	1	1.3%
Camión 4E	0	0.0%
Semi tráiler	3	4.0%
Tráiler	0	0.0%
TOTAL IMDA	75	100.0%

Fuente: Elaboración propia

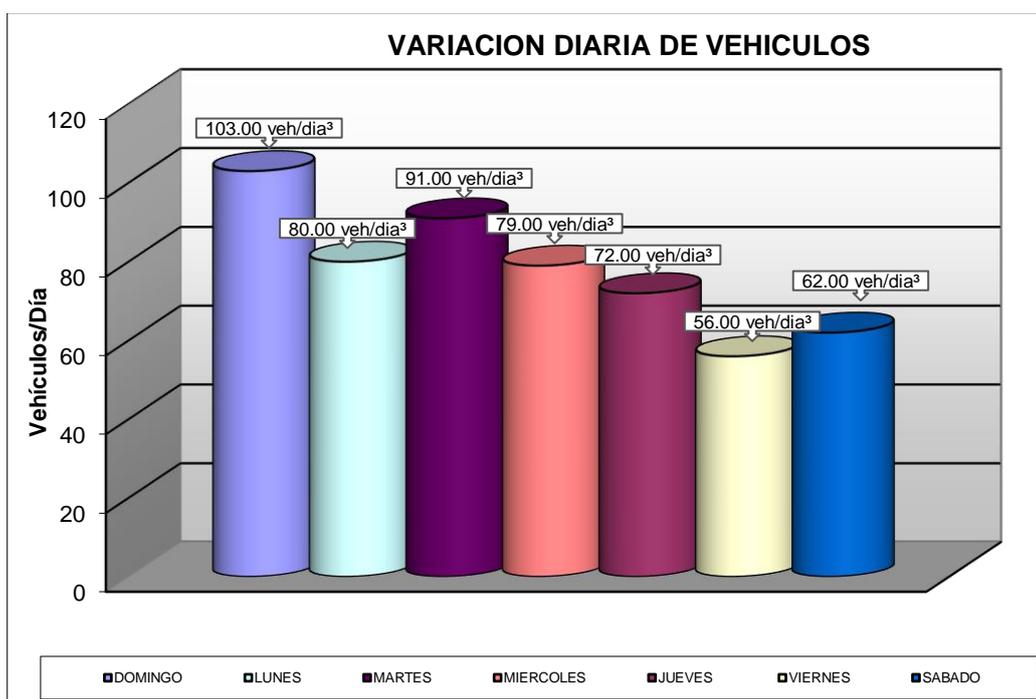


Figura 16. Variación diaria de vehículos - Carretera Quellaveco Moquegua

Fuente: Elaboración propia



Figura 17. Calicata N°01



Figura 18. Calicata N° 02

Tabla 4. Descripción de calicatas

Descripción	Progresiva	Coordenadas Geográficas		Profundidad
	PK	Longitud	Latitud	
C-1	16+000	17°12'33.2"S	70°49'09.1"W	1.5 m
C2	17+000	17°12'52.7"S	70°49'14.2"W	1.5 m

Fuente: Elaboración propia, 2022

Estas dos muestras fueron llevadas a laboratorio con la finalidad de realizar los estudios del suelo mediante los ensayos establecidos por la normativa peruana, inicialmente para la identificación de la clasificación del suelo, se realizó el ensayo de análisis granulométrico (MTC 107), así como los ensayos de determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos (MTC 110 y 111). Véase las figuras 19 y 20.



Figura 19. Análisis granulométrico

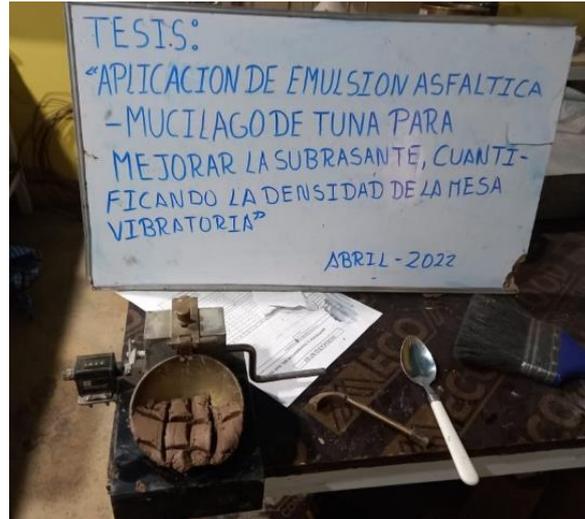


Figura 20. Determinación del límite líquido de los suelos

Como resultados de los ensayos anteriormente mencionados se realizó la clasificación del suelo de las muestras por SUCS Y AASHTO. Obteniéndose suelo Véase la Tabla 5. *Clasificación del suelo C1 y C2.*

Tabla 5. *Clasificación del suelo C1 y C2*

Muestra	Clasificación de suelo	
	SUCS (ASTM D2487)	AASHTO (D3282)
C	SP	A-2-7
C-1	Arena mal graduada con limo con grava con bloques	Grava y arena arcillosa o limosa
C-2	SM	A-2-4
	Arena limosa con grava con bloques	Grava y arena arcillosa o limosa

Fuente: Elaboración propia, 2022

Así mismo, se realizaron los ensayos de compactación de suelos a través de energías modificadas como es el método de Proctor modificado (ASTM D1557) y a través de la mesa vibratoria (ASTM D4253), estos ensayos se realizaron según lo especificado en normas internaciones ASTM, así como en base a la normativa peruana MTC y NTP, con ello se obtuvo datos del optimo contenido de humedad y la densidad máxima seca de las muestras del suelo en estudio (véase la Figura 18 y 19). Finalmente se realizó el ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos (CBR), especificado en el ASTM D 1883, (véase las

Figuras 21 y 22) todos los ensayos mencionados se realizaron para evaluar las propiedades naturales del suelo patrón, resultados que nos ayudaron a verificar la mejora de las propiedades del suelo de la subrasante en la carretera Quellaveco – Moquegua.



Figura 21. Ensayo - Proctor modificado



Figura 22. Ensayo con la mesa vibratoria

Adicionalmente, se realizará los estudios para estabilización de subrasante, mediante la aplicación de emulsión asfáltica y el mucilago de penca de tuna. A continuación, se detallará el proceso de obtención del mucilago de tuna.

Obtención del mucilago de tuna, primeramente, se identificó la zona donde se ubican las plantaciones de las pencas de tunas en la localidad de Moquegua, siendo este el valle moqueguano, sector Ollería Baja, en el distrito de Torata, región Moquegua, situada a 20 minutos de distrito Moquegua. En segundo lugar, se realizó el traslado de las pencas de tuna recolectadas, para el realizado de la limpieza y extracción de espinas que pudieran poseer las pencas (véase Figura 23. Limpieza y corte de las pencas de tuna). En tercer lugar, ya limpias las pencas de tunas, procedió a realizar el pesaje, obteniendo un peso promedio de 2.1 kg, luego se procedió a realizar los cortes aproximados 2cm x 2cm (véase Figura 23). En cuarto lugar, se almacenó el mucilago de tuna, cada muestra comprende una proporción de 1:1 agua/penca de tuna, 8 lts de agua y 8kg de penca de tuna. En quinto lugar, se realizó la verificación del estado del almacenamiento durante los días posteriores (véase la Figura 24), hasta el décimo día que se realizó la colación de los trozos de

la penca de tuna, para la obtención final del producto mucilago de la penca de tuna (véase la Figura 25).



Figura 23. Limpieza y corte de las pencas de tuna



Figura 24. Almacenaje del mucilago de tuna



Figura 25. Obtención del mucilago de tuna

Procesos para estabilizar el suelo de la subrasante, para este proceso se aplicarán dos estabilizantes de suelos uno del tipo químico siendo este la emulsión asfáltica, y el segundo el mucilago de tuna actuando como un estabilizante orgánico natural que será aplicado. Las dosificaciones aplicadas son en porcentajes de 0%, 4%, 6%, 8% para la emulsión asfáltica y 40%, 65%, 90% en el mucilago de tuna como reemplazo de agua. A partir de ello se realizarán los ensayos realizados para el suelo natural, para la verificación de mejoras en las propiedades de la subrasante como son el índice de plasticidad, densidad máxima seca, contenido óptimo de humedad y principalmente en la resistencia del suelo (Véase la Figura 26).



Figura 26. Ensayo de CBR ASTM D1883

Tabla 6. Resumen de las propiedades del suelo natural

Descr.	Ensayos						
	IP	Proctor modificado (PM)		Mesa vibratoria (MV)		Índice de CBR	
	PK	OCH (%)	DMS (gr/cm3)	OCH (%)	DMS (gr/cm3)	95%	100%
C-1	12.75	5.40	1.95	5.80	2.18	8.3	11.2
C2	8.02	4.90	1.87	5.40	1.78	4.9	8.0

Fuente: Elaboración propia, 2022

3.6. Método de análisis de datos:

Para realizar un análisis de datos empleado en la investigación, se realiza empleando el software IBM SPSS Statistics, mediante la elaboración de una matriz de datos en este se realizará en este la validación de hipótesis planteadas, eligiendo un estadístico de prueba (42). Posteriormente se brindará el resultado del análisis, dándose a conocer en los resultados para posteriormente brindar las conclusiones y las recomendaciones de la investigación.

3.7. Aspectos éticos:

Para la elaboración de la presente investigación, se tuvo en cuenta el respeto debido hacia la recopilación de la información referida a las variables y problemáticas de estudio según normativa de MTC, ASTM, NTP, libros de diversos autores realizándose la citación respectiva según la normativa ISO-690. Además,

la investigación realizada por las tesis, está acorde a la guía de elaboración de trabajo de investigación y tesis para la obtención de grados académicos y títulos profesionales, así también está sujeto al reglamento y normativas proporcionadas por la universidad.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis

Aplicación de emulsión asfáltica - mucilago de tuna para mejorar la subrasante, cuantificando la densidad con mesa vibratoria, carretera Quellaveco, Moquegua 2022.

Ubicación política

La presente investigación se realizó en la subrasante de la carretera Quellaveco, ubicada en el distrito de Moquegua, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua, el acceso inicia en el centro poblado de Chen hasta terminar en el campamento minero Quellaveco.

Ubicación del proyecto



Figura 27. Mapa político del Perú



Figura 28. Mapa político de Moquegua



Figura 29. Mapa - Provincia de Mariscal Nieto



Figura 30. Mapa del Distrito de Moquegua

Limites

- Norte : Arequipa
- Sur : Tacna
- Este : Puno
- Oeste : Océano Pacífico

Ubicación geográfica

La carretera Quellaveco – Moquegua, se encuentra en el distrito de Moquegua, sus coordenadas geográficas se sitúan entre 17°12'28.5" S, 70°49'11.3"O, encontrándose a 1,410 m.s.n.m., la carretera en estudio cuenta con 20.40 Km. de longitud, como se muestra en la Figura 31, sin embargo, solo se cuenta con un tramo de 10 km sin pavimentar, por lo que el estudio de la subrasante se realizó con dos calicatas en los kilómetros 16+000 y 17+000.

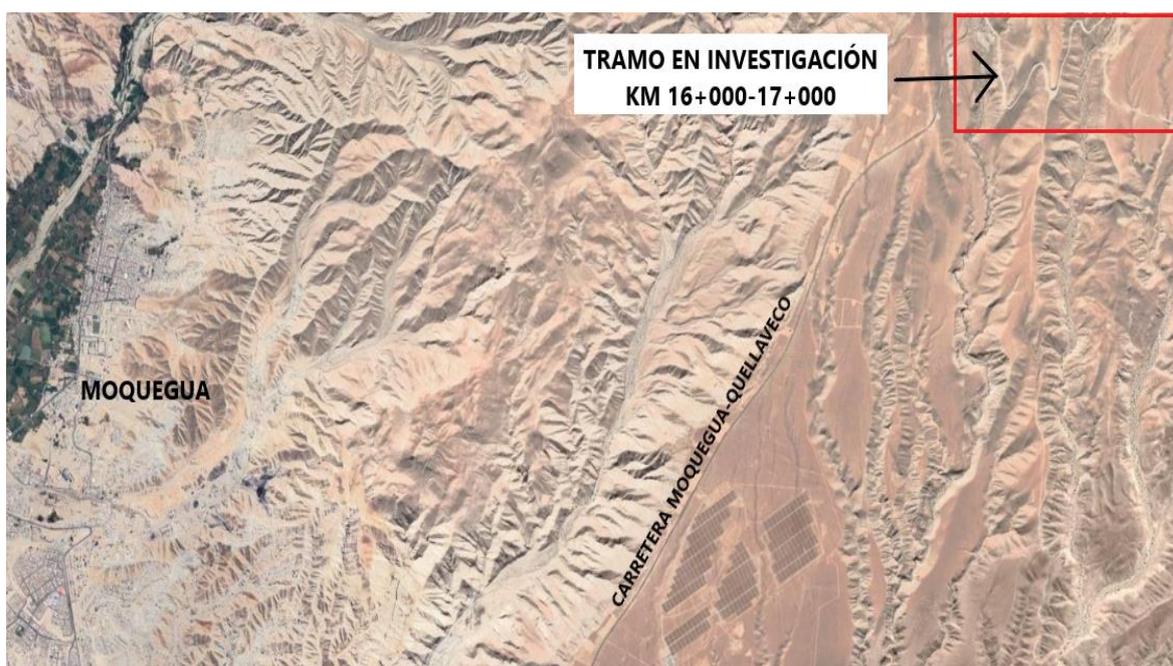


Figura 31. Carretera Quellaveco - Moquegua vista satelital

Fuente: Google Earth

Clima

El distrito de Moquegua posee un clima templado, desértico y con amplitud térmica moderada, según información de SENAMHI la temperatura alta promedio es de 27.3°C; la temperatura más baja es de 9.6°C; y con precipitaciones de mayor intensidad en el mes de febrero de 3.67 mm/mes.

Objetivo específico 1: Determinar la influencia de aplicar emulsión asfáltica y mucílago de tuna al índice de plasticidad de la subrasante de la carretera Quellaveco progresiva km 16-17.



Figura 32. Límites de consistencia con adición de EA



Figura 33. Límites de consistencia con adición de MT

Con respecto a la dosificación con emulsión asfáltica (EA) y su efecto en la plasticidad con dosificaciones de 0, 4, 6 y 8% se tiene los resultados siguientes:

Tabla 7. IP adicionando 0, 4, 6, 8 % de EA

Muestra		LL	LP	IP	% LL	%LP	%IP
Primera dosificación	EA - 0 %	46.62	33.37	12.75	100.00%	100.00%	100.00%
Segunda dosificación	EA - 4 %	38.5	28.66	9.84	82.58%	85.89%	77.18%
Tercera dosificación	EA - 6 %	37.6	29.42	8.18	80.65%	88.16%	64.16%
Cuarta dosificación	EA - 8 %	34.5	28.79	5.71	74.00%	86.28%	44.78%

Fuente: Elaboración propia

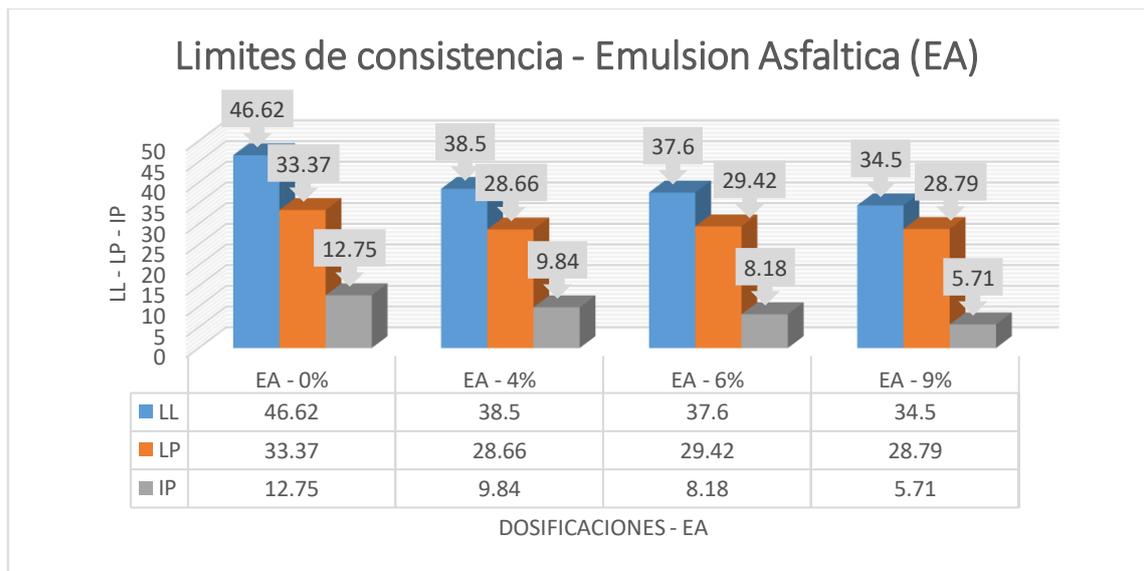


Figura 34. Límites de consistencia adicionando EA

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 7 y Figura 34 se tiene con referencia de la muestra patrón, un LL (46.62), LP (33.87), IP (12.75). Con la adición del 4 % de EA se cuantifica un decrecimiento de 17.42% (38.5) en LL, 14.11% (28.66) en LP y 22.82% (9.84) en IP. Con la adición del 6% de EA se cuantifica una disminución de 19.35% (37.6) en LL, 11.84% (29.42) en LP y 35.84% (8.18) en IP. Finalmente, con la adición de 8% de EA disminuye en 26.00% (34.5) en LL, 13.72% (28.79) en LP y 55.22% (5.71) en IP.

Con respecto a la dosificación con el mucilago de tuna (MT) y su efecto en la plasticidad con dosificaciones de 0, 40, 65 y 90 % se tiene los resultados siguientes:

Tabla 8. IP adicionando 0, 40, 65, 90 % de MT

Muestra		LL	LP	IP	% LL	%LP	%IP
Primera dosificación	MT - 0%	46.62	33.37	12.75	100.00%	100.00%	100.00%
Segunda dosificación	MT - 40 %	39.83	28.71	11.12	85.44%	86.04%	87.22%
Tercera dosificación	MT - 65 %	31.26	22.00	9.26	67.05%	65.93%	72.63%
Cuarta dosificación	MT - 90 %	28.35	19.4	8.95	60.81%	58.14%	70.20%

Fuente: Elaboración propia

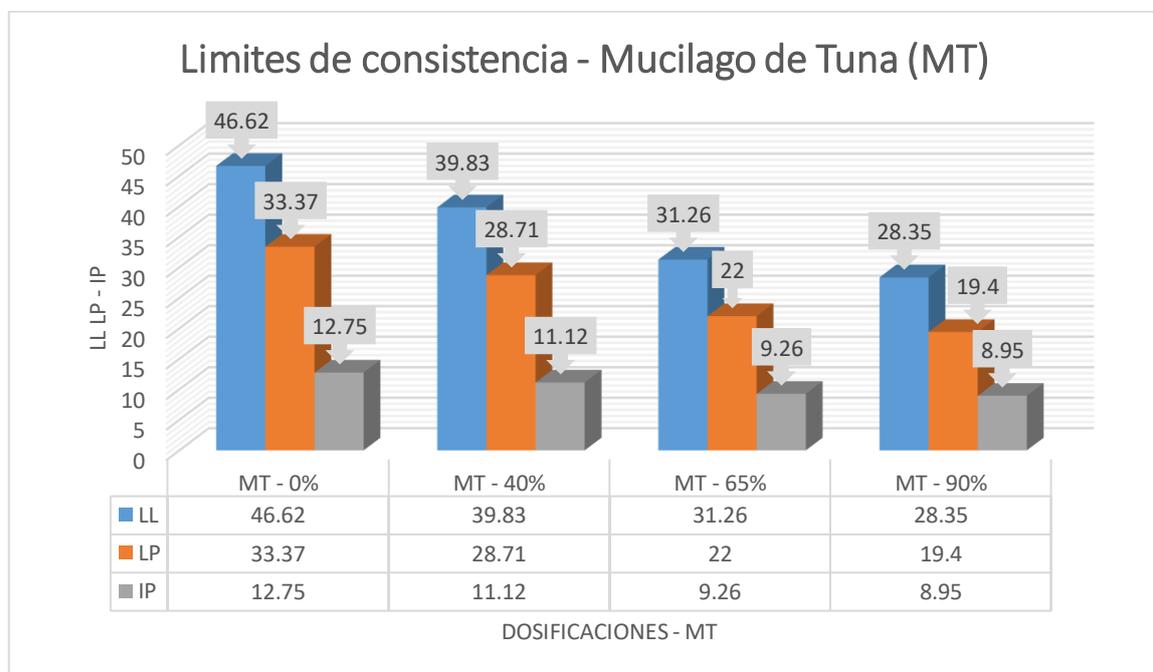


Figura 35. Plasticidad adicionando MT

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 8 y Figura 35 se tiene con referencia de la muestra patrón, un LL (46.62), LP (33.37), IP (12.75). Con la adición del 40 % de MT se cuantifica un decrecimiento de 14.56% (38.83) en LL, 13.96% (28.71) en LP y 12.78% (11.12) en IP. Con la adición del 65% de MT se cuantifica una disminución de 32.95% (31.26) en LL, 34.07% (22.00) en LP y 27.37% (9.26) en IP. Finalmente, con la adición de 90% de EA disminuye en 39.19% (28.35) en LL, 41.86% (19.4) en LP y 29.80% (8.95) en IP. Verificándose que le IP se ve disminuido ante las dosificaciones de MT.

Tabla 9. Cuadro resumen de las adiciones de EA y MT

Muestra		LL	LP	IP
Primera dosificación	MT y EA - 0%	46.62	33.37	12.75
Segunda dosificación	EA - 4 %	38.50	33.37	9.84
Segunda dosificación	MT - 40 %	39.83	28.71	11.12
Tercera dosificación	EA - 6 %	37.60	33.39	8.18
Tercera dosificación	MT - 65 %	31.26	22.00	9.26
Cuarta dosificación	EA - 8 %	34.50	33.47	5.71
Cuarta dosificación	MT - 90 %	28.35	19.40	8.95

Fuente: Elaboración propia

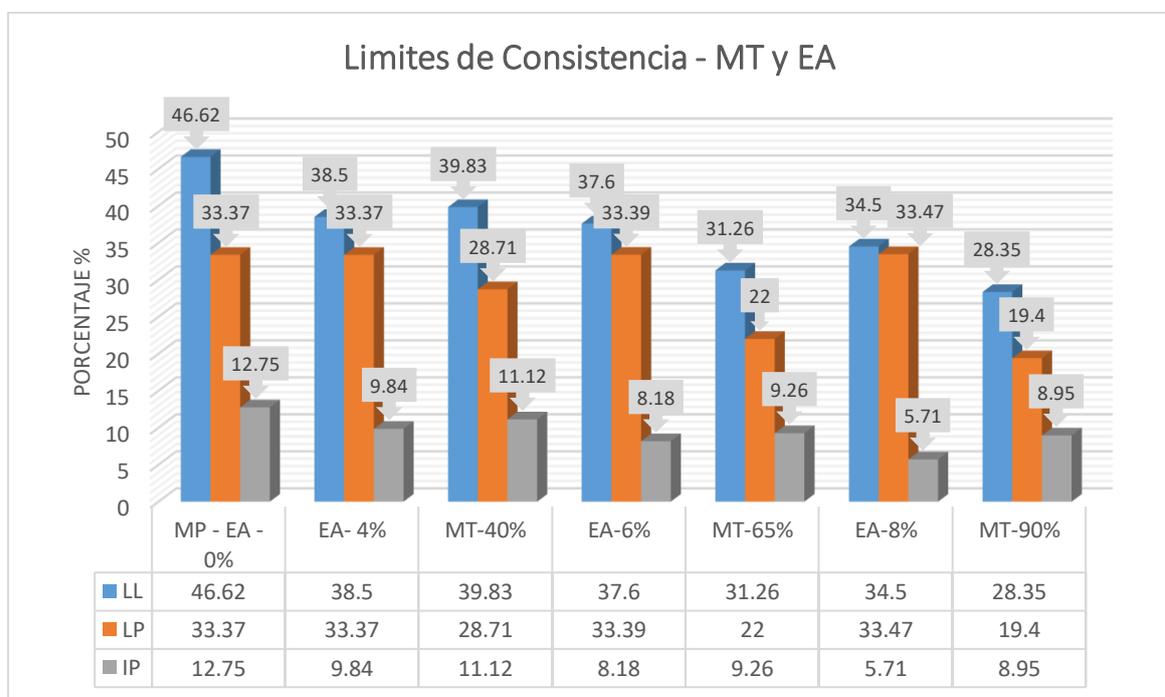


Figura 36. Plasticidad adicionando mucilago de tuna vs emulsión asfáltica

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 9 y Figura 36 se tiene con referencia de la muestra patrón con un IP (12.75) y considerando las adiciones de EA y MT. Se verifica disminuciones de 22.82% (9.84) con 4 % de EA y 12.78% (11.12) con 40% de MT. Además de una disminución del 35.84% (8.18) adicionando 6% de EA y 27.37% (9.26) adicionando 65% de MT. Finalmente se verifico una disminución del 55.22% (5.71) adicionando 8% de EA y 29.80% (8.95) adicionando 90% de MT.

Objetivo específico 2: Determinar cómo influye la aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna en la cuantificación de la densidad máxima seca mediante la mesa vibratoria en la subrasante de la carretera Quellaveco progresiva km 16-17.



Figura 37. Ensayo ASTM D-1557 Proctor modificado



Figura 38. Ensayo ASTM D-4253 - Mesa vibratoria

Con respecto a la dosificación con EA y su relación con la densidad máxima seca (MDS) empleando el ensayo Proctor modificado (PM) y la mesa vibratoria (MV) con dosificaciones de 0, 4, 6 y 8% se tiene los siguientes resultados:

Tabla 10. MDS adicionando 0, 4, 6, 8% - EA en Proctor modificado (PM) y mesa vibratoria (MV)

Densidad máxima seca (MDS) – EA					
Muestra		PM (gr/cm ³)	%PM	MV (gr/cm ³)	% MV
Primera dosificación	EA – 0%	1.95	100.00%	1.78	100.00%
Segunda dosificación	EA – 4%	1.99	102.05%	1.81	101.69%
Tercera dosificación	EA – 6%	2.00	102.56%	1.85	103.93%
Cuarta dosificación	EA – 8%	2.05	105.13%	1.90	106.74%

Fuente: Elaboración propia

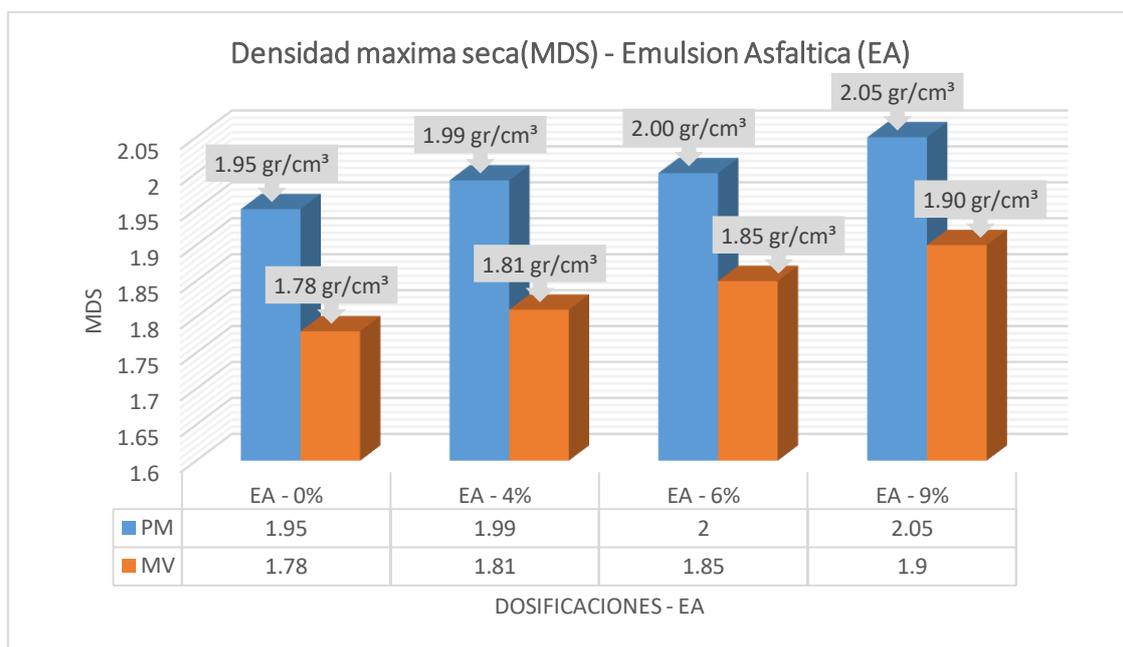


Figura 39. MDS adicionando EA

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 10 y Figura 39 se tiene con referencia de la muestra patrón, una MDS (1.95 gr/cm³) empleando el Proctor modificado (PM) y una MDS (1.78 gr/cm³) usando la mesa vibratoria (MV). Con la adición del 4 % de EA se cuantifica incrementos del 2.05% (1.99 gr/cm³) con el PM y un 1.69% (1.81 gr/cm³) con MV. Con la adición del 6% de EA se cuantifica incrementos del 2.56% (2.00 gr/cm³) con PM y un 3.93% (1.85 gr/cm³) con MV. Finalmente, con la adición del 8% de EA se cuantifica incrementos del 5.13% (2.05 gr/cm³) con PM y un 6.74% (1.90 gr/cm³) con MV.

Con respecto a la dosificación de MT y su relación con la MDS empleando el ensayo Proctor modificado (PM) y la mesa vibratoria (MV) con dosificaciones de 0, 40, 65 y 90% se tiene los siguientes resultados:

Tabla 11. MDS adicionando 0, 40, 65, 90% de mucílago de tuna (MT) con PM y MV

Densidad máxima seca (MDS) - MT					
Muestra		PM (gr/cm ³)	%PM	MV (gr/cm ³)	% MV
Primera dosificación	MT - 0%	1.95	100.00%	1.78	100.00%
Segunda dosificación	MT - 40%	1.96	100.51%	1.87	105.06%
Tercera dosificación	MT - 65%	1.98	101.54%	1.88	105.62%
Cuarta dosificación	MT - 90%	2.00	102.56%	1.93	108.43%

Fuente: Elaboración propia

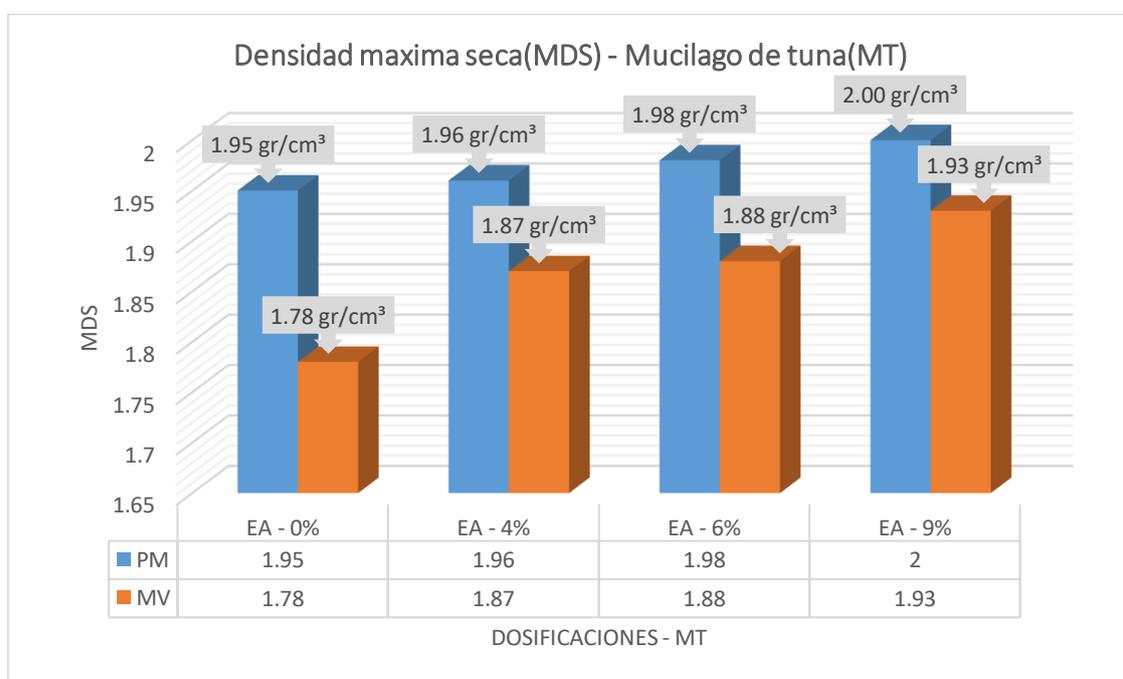


Figura 40. MDS adicionando MT

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 11 y Figura 40 se tiene con referencia de la muestra patrón, una MDS (1.95 gr/cm³) con PM y una MDS (1.78 gr/cm³) con MV. Con la adición del 40 % de MT se cuantifica incrementos del 0.51% (1.96 gr/cm³) con PM y un 5.06% (1.87 gr/cm³) con MV. Con la adición del 65% de MT se cuantifica incrementos del 1.54% (1.98 gr/cm³) con PM y un 5.62% (1.88 gr/cm³) con MV. Finalmente, con la

adición del 90% de MT se cuantifica incremento del 2.56% (2.00 gr/cm³) con PM y un 8.43% (1.93 gr/cm³) con MV.

Tabla 12. Cuadro resumen de las adiciones con EA y MT

Densidad máxima seca - EA Y MT					
Muestra		PM	%PM	MV	% MV
Primera dosificación	MT Y EA - 0%	1.95	100.00%	1.78	100.00%
Segunda dosificación	EA - 4%	1.99	102.05%	1.81	101.69%
Segunda dosificación	MT - 40%	1.96	100.51%	1.87	105.06%
Tercera dosificación	EA - 6%	2.00	102.56%	1.85	103.93%
Tercera dosificación	MT - 65%	1.98	101.54%	1.88	105.62%
Cuarta dosificación	EA - 8%	2.05	105.13%	1.90	106.74%
Cuarta dosificación	MT - 90%	2.00	102.56%	1.93	108.43%

Fuente: Elaboración propia

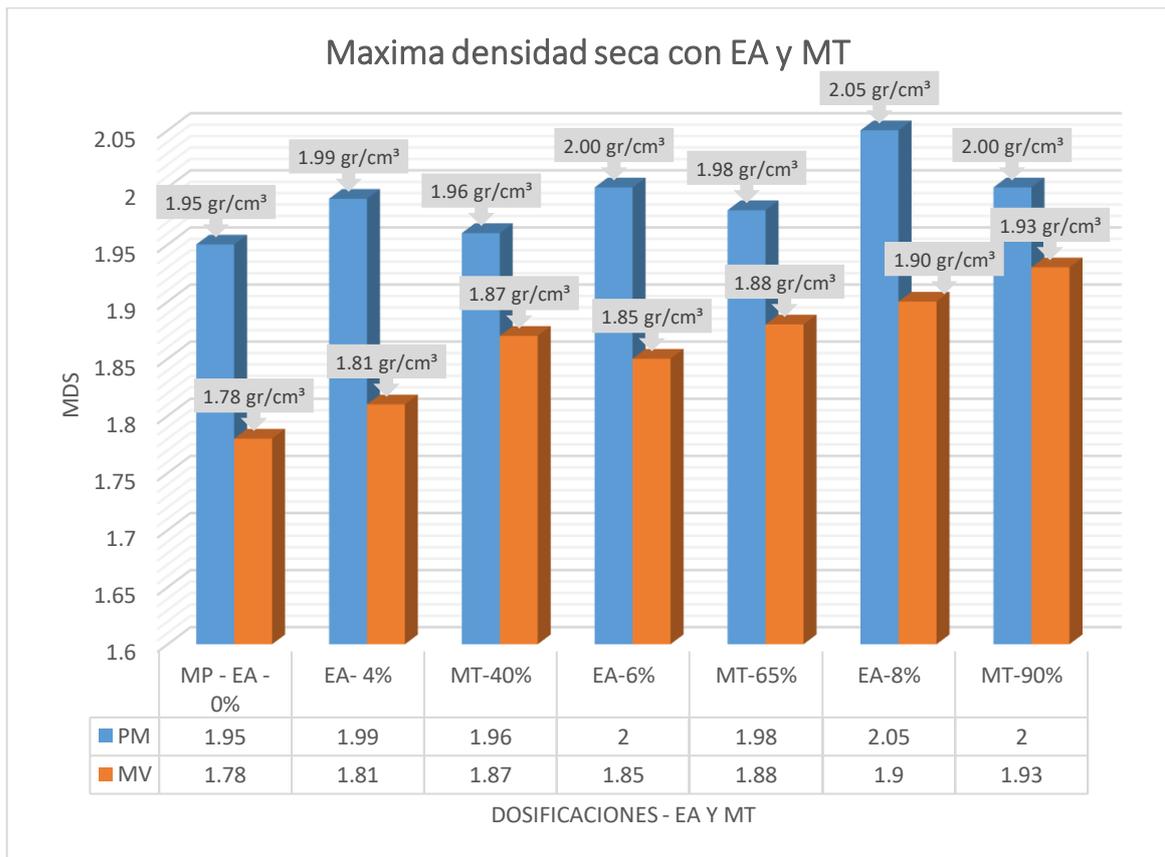


Figura 41. Densidad máxima seca con EA y MT

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 12 y Figura 41 se tiene con referencia de la muestra patrón cuantificando una MDS de 1.95 gr/cm³ con PM y una MDS 1.78 gr/cm³ con MV. Apreciándose que adicionándose un 8% de EA y empleando PM se presenta mayor densidad en el suelo aumentando hasta un 5.13%(2.05 gr/cm³) además si se contempla utilizar MV la densidad aumenta en 6.74%(1.90 gr/cm³) se tiene además que la mayor dosificación del MT de 90% empleando el PM presenta mayor densidad en el suelo aumentando hasta un 2.53%(2.00 gr/cm³), si se contempla utilizar MV la densidad aumenta hasta 8.43%(1.93), por tanto representando una mejora en las propiedades del suelo perteneciente a la subrasante con referencia a la MDS.

Objetivo específico 3: Conocer como incide la aplicación de emulsión asfáltica y mucilago de tuna en el óptimo contenido de humedad mediante la mesa vibratoria y el Proctor modificado en la subrasante de la carretera Quellaveco progresiva km 16-17.



Figura 42. Ensayo ASTM D-2216
Contenido de humedad con EA



Figura 43. Ensayo ASTM D-4253
contenido de humedad con Mesa
vibratoria

Con respecto a la dosificación con EA en el óptimo contenido de humedad (OCH) usando el Proctor modificado (PM) y la mesa (MV) con dosificaciones de 0, 4, 6 y 8% se tiene los siguientes resultados:

Tabla 13. MDS con 0, 4, 6, 8% de emulsión asfáltica (EA) - Proctor modificado y mesa vibratoria

Óptimo contenido de humedad(OCH) adicionando EA					
Muestra		PM	%PM	MV	% MV
Primera dosificación	EA - 0%	5.3	100.00%	5.4	100.00%
Segunda dosificación	EA - 4%	5.2	98.11%	5.2	96.30%
Tercera dosificación	EA - 6%	4.9	92.45%	4.9	90.74%
Cuarta dosificación	EA - 8%	4.6	86.79%	4.6	85.19%

Fuente: Elaboración propia

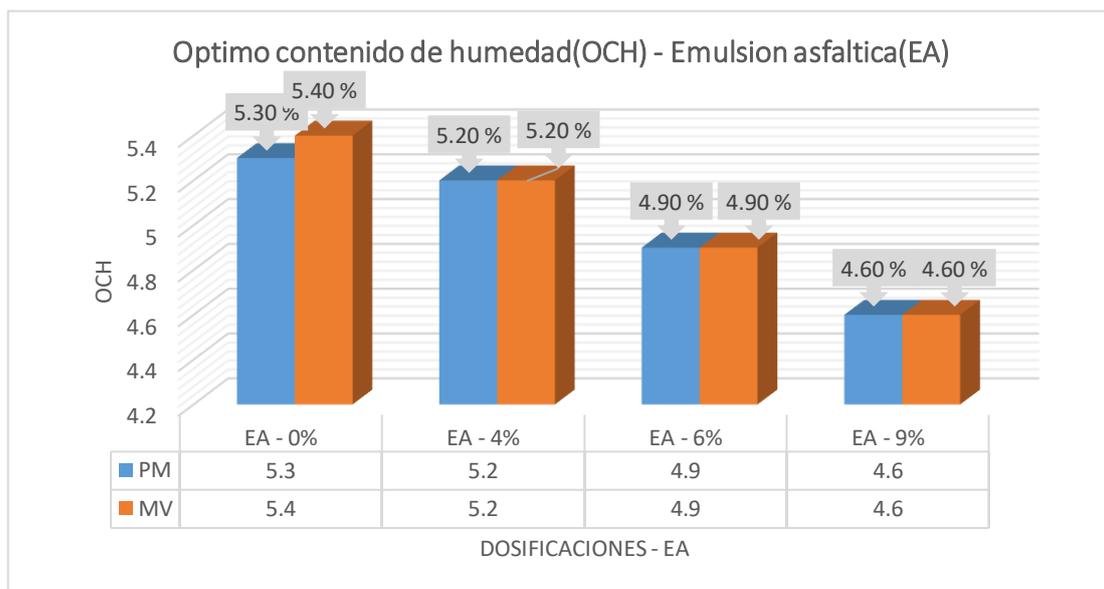


Figura 44. OCH adicionando EA

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 13 y Figura 44 se tiene con referencia de la muestra patrón, un OCH (5.3%) empleando Proctor modificado (PM) y (5.4%) usando mesa vibratoria (MV). Con la adición del 4 % de EA presenta un decrecimiento de 1.89%(5.2%) en el OCH con PM y con MV difiere en el OCH con 3.70% (5.2%). Con la adición del 6% de EA presenta un decrecimiento del 7.55%(4.9%). con el PM y con la MV disminuye en un 9.26%(4.9%). Finalmente, con la adición de 8% de EA incide en la disminución con 13.21%(4.6%) en el OCH con PM y con MV disminuye en 14.81%(4.6%) en el OCH.

Con respecto a la dosificación con el mucilago de tuna (MT) y su efecto en el OCH de 0, 40, 65 y 90% se tiene los siguientes resultados:

Tabla 14. MDS con 0, 40, 65, 90% de mucilago de tuna (MT) - proctor modificado y mesa vibratoria

Óptimo contenido de humedad - MT					
Muestra		PM	%PM	MV	% MV
Primera dosificación	MT - 0%	5.3	100.00%	5.4	100.00%
Segunda dosificación	MT - 40%	5.3	100.00%	5.3	98.15%
Tercera dosificación	MT - 65%	5.1	96.23%	5.1	94.63%
Cuarta dosificación	MT - 90%	4.8	90.57%	4.8	88.89%

Fuente: Elaboración propia

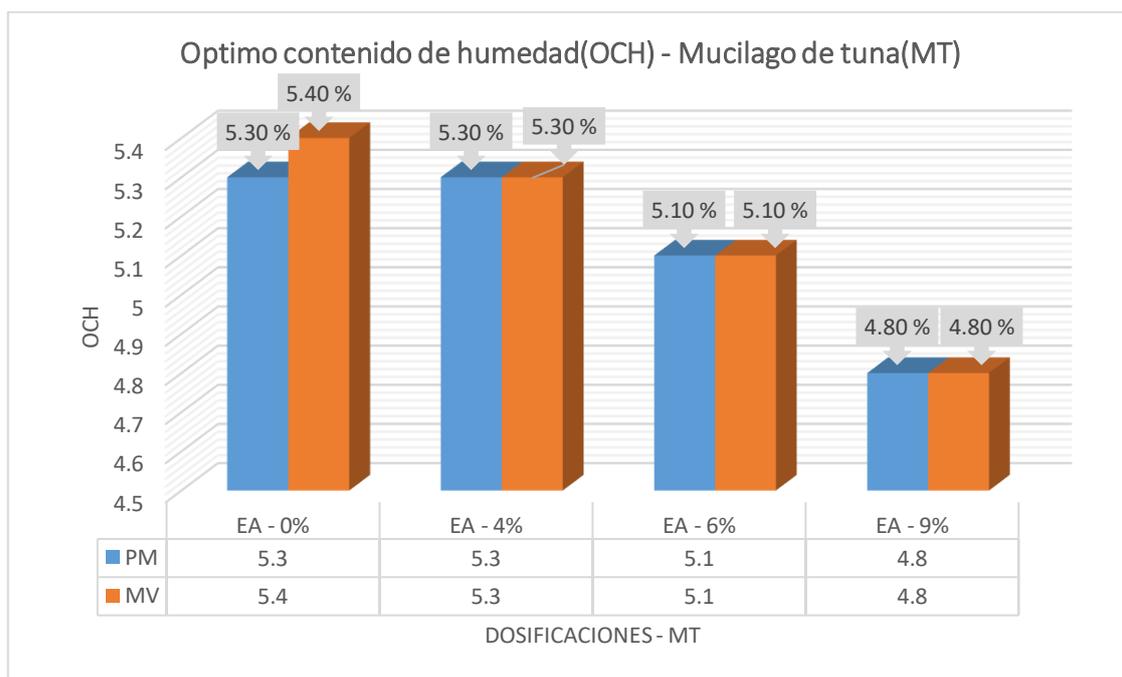


Figura 45. OCH adicionando MT

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 14 y Figura 45 se tiene con referencia de la muestra patrón, un OCH 5.3% empleando el Proctor modificado (PM) y 5.4% usando la mesa vibratoria (MV). Con la adición del 40 % disminuye en 0.00% (5.3%) en el OCH con el PM y con la MV disminuye en un 1.85%(5.3%) en el OCH. Con la adición del 65% de MT presenta un decrecimiento del 3.77% (5.10%) en el OCH con el PM y con la MV presenta un decrecimiento de 5.37% (5.11%) en el OCH. Finalmente, con la adición de 90% de MT incide en la disminución del 9.43% (4.8%) en el OCH con el PM y con la MV disminuye en 11.11% (4.8%) en el OCH.

Tabla 15. Cuadro resumen de las adiciones con EA y MT

Óptimo contenido de humedad EA y MT					
Muestra		PM	%PM	MV	%MV
Primera dosificación	EA y MT- 0%	5.3	100.00%	5.4	100.00%
Segunda dosificación	EA - 4%	5.2	98.11%	5.2	96.30%
Segunda dosificación	MT - 40%	5.3	100.00%	5.3	98.15%
Tercera dosificación	EA - 6%	4.9	92.45%	4.9	90.74%
Tercera dosificación	MT - 65%	5.1	96.23%	5.11	94.63%
Cuarta dosificación	EA - 8%	4.6	86.79%	4.6	85.19%
Cuarta dosificación	MT - 90%	4.8	90.57%	4.8	88.89%

Fuente: Elaboración propia

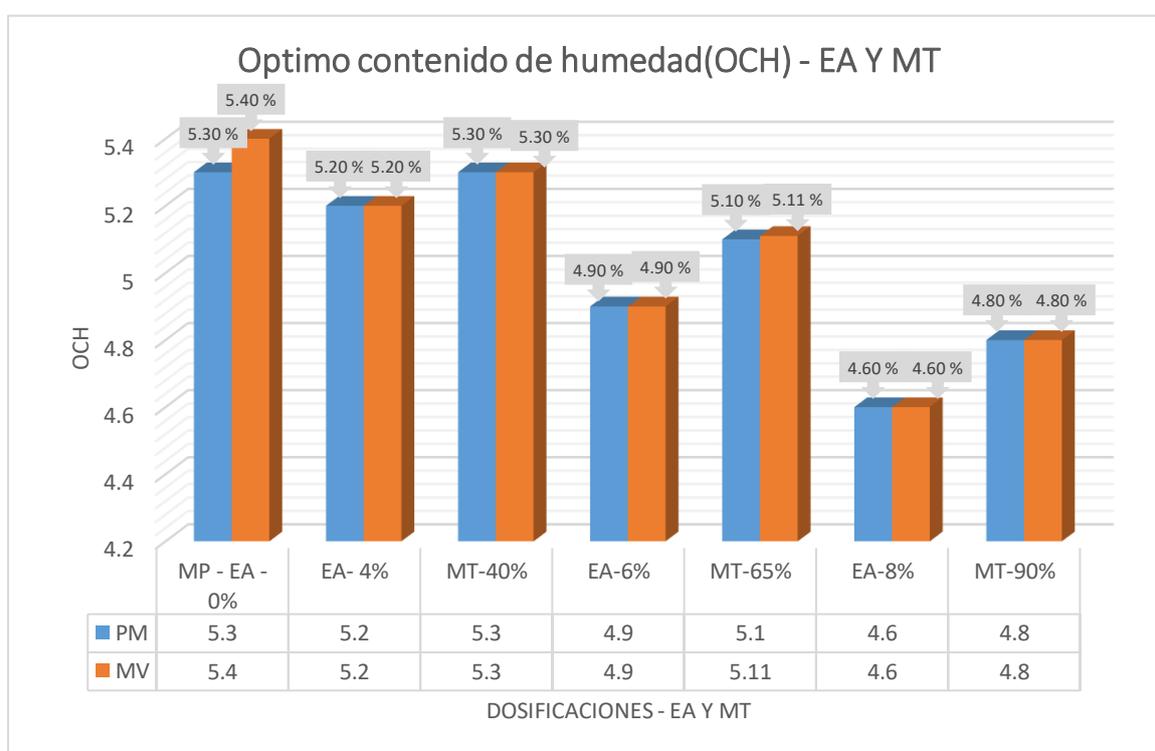


Figura 46. Óptimo contenido de humedad EA y MT

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 15 y Figura 46 se tiene con referencia de la muestra patrón con un OCH de 5.3% con PM y empleando MV se obtuvo un 5.4% bajo la consideración de adiciones con EA y MT. Se puede que ante la adición del 8% de EA utilizando el PM y la MV disminuye el OCH hasta un 13.21%(5.2%), además se tiene que considerando la adición en mayor dosificación del MT de 90% empleando el PM

presenta aún menor índice en el OCH del suelo hasta un 9.43%(4.8%) utilizando el PM y la MV. Representando disminuciones importantes en el OCH.

Objetivo específico 4: Determinar la influencia de la aplicación de emulsión asfáltica y mucilago de tuna en la resistencia del suelo de la subrasante, carretera Quellaveco progresiva km 16-17.



Figura 47. Ensayo CBR con emulsión asfáltica



Figura 48. Lectura de resultado de CBR

Con respecto a la dosificación con emulsión asfáltica (EA) y su efecto en la resistencia del suelo con dosificaciones de 0, 4, 6 y 8% se tiene los resultados siguientes:

Tabla 16. CBR adicionando 0, 4, 6, 8 % de EA

Muestra		CBR 95%	CBR 100%	% CBR 95%	% CBR 100%
Primera dosificación - EA	0%	4.90	8.00	100.00%	100.00%
Segunda dosificación - EA	4 %	13.51	17.24	275.71%	215.50%
Tercera dosificación – EA	6 %	16.04	20.67	327.35%	258.38%
Cuarta dosificación - EA	8 %	20.68	25.50	422.04%	318.75%

Fuente: Elaboración propia

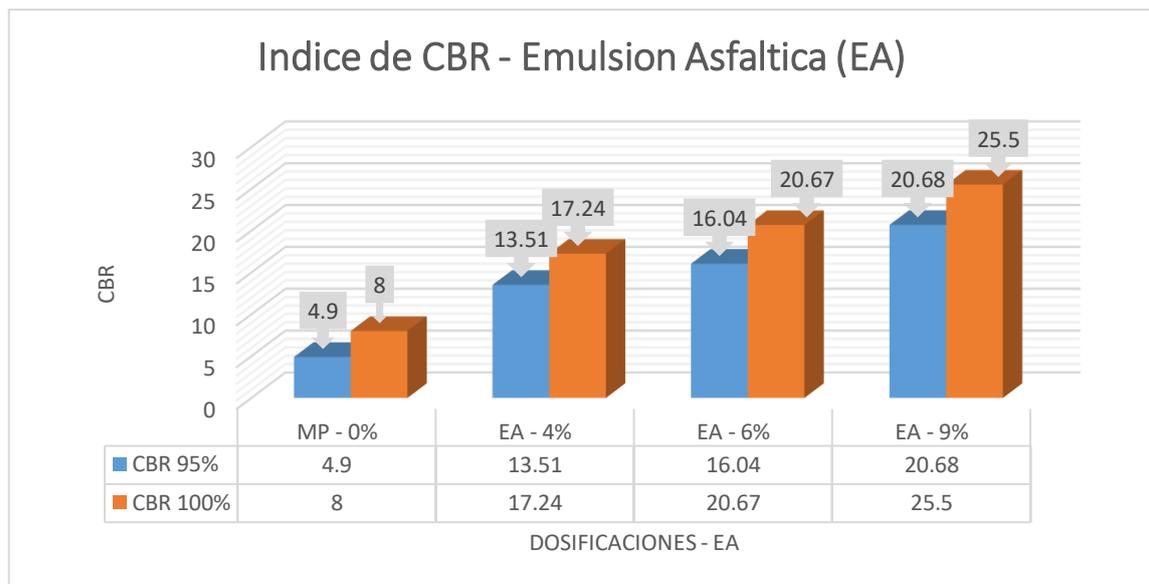


Figura 49. Índice de CBR adicionando EA

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 16 y Figura 49, se tiene como referencia de la muestra patrón, obteniéndose un índice de 95% CBR de (4.9) y al 100% CBR de (8.00). Con la adición del 4 % de EA se cuantifica un incremento de 275.71% (13.51) en el índice del 95% CBR, así mismo al 100% CBR se verifica un incremento de 215.50% (17.24). Con la adición del 6% de EA, en el 95% CBR se incide en un aumento de 327.35% (16.04) en índice de resistencia, al 100% de CBR este incrementa en 258.38% (20.67). Finalmente, con la adición de 8% de EA, al 95% CBR aumenta el índice en un 422.04% (20.68), así mismo al 100% CBR incrementa en un 318.75% (25.5), siendo este el mayor valor alcanzado en el índice CBR.

Con respecto a la dosificación con el mucilago de tuna (MT) y su efecto en la resistencia del suelo con dosificaciones de 0, 40, 65 y 90 % se tiene los resultados siguientes:

Tabla 17. CBR adicionando 0, 40, 65, 90 % de MT

Muestra		CBR 95%	CBR 100%	% CBR 95%	% CBR 100%
Primera dosificación - EA	0%	4.9	8	100,00%	100,00%
Segunda dosificación - EA	4 %	5.7	9.5	116,33%	118,75%
Tercera dosificación - EA	6 %	6.6	8.3	134,69%	103,75%
Cuarta dosificación - EA	8 %	8.7	13.2	177,55%	165,00%

Fuente: Elaboración propia

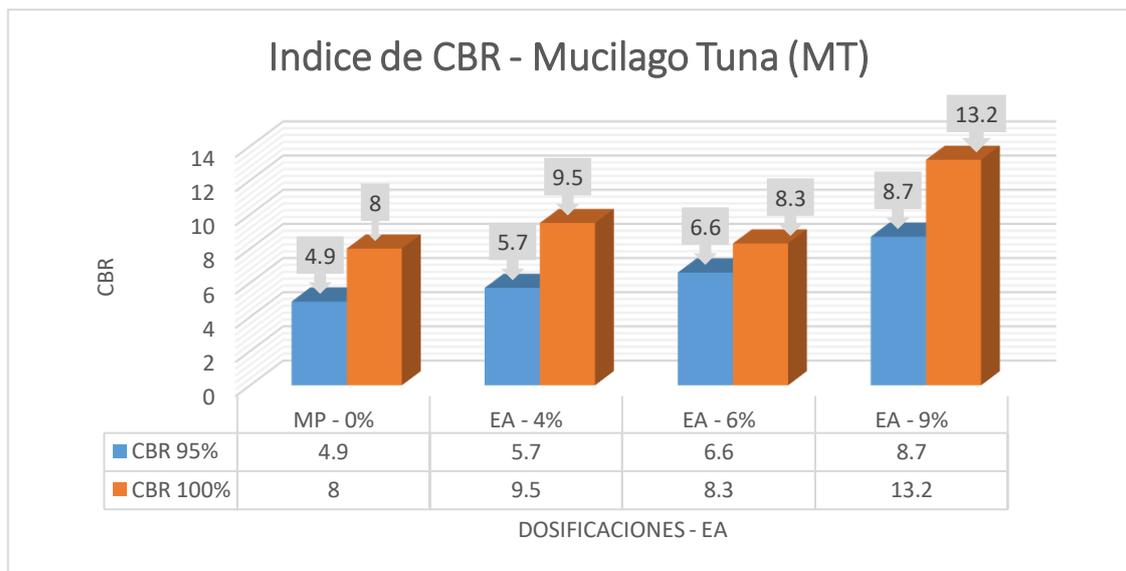


Figura 50. Índice de CBR adicionando EA

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 17 y Figura 50, se tiene como referencia de la muestra patrón, obteniéndose un índice de 95% CBR de (4.9) y al 100% CBR de (8.00). Con la adición del 40 % de EA se cuantifica un incremento de 116.33% (5.7) en el índice de 95% CBR, así mismo al 100% CBR se verifica un incremento de 118.75% (9.5). Con la adición del 65% de EA, en el 95% CBR se incide en un aumento de 134.69% (6.6) en índice de resistencia, al 100% de CBR este incrementa en 103.75% (8.3). Finalmente, con la adición de 8% de EA, al 95% CBR aumenta el índice en un 177.55% (8.7), así mismo al 100% CBR incrementa en un 165.00%, obteniéndose (13.2), siendo este el mayor valor alcanzado en el índice CBR.

Tabla 18. Cuadro resumen de CBR de las adiciones de EA y MT

Muestra		95% CBR	100% CBR
Primera dosificación – MT y EA	0%	4.90	8.00
Segunda dosificación – EA	4 %	13.51	17.24
Segunda dosificación - MT	40 %	5.70	9.50
Tercera dosificación – EA	6 %	16.04	20.67
Tercera dosificación – MT	65 %	6.60	8.30
Cuarta dosificación - EA	8 %	20.68	25.50
Cuarta dosificación - MT	90 %	8.70	13.20

Fuente: Elaboración propia

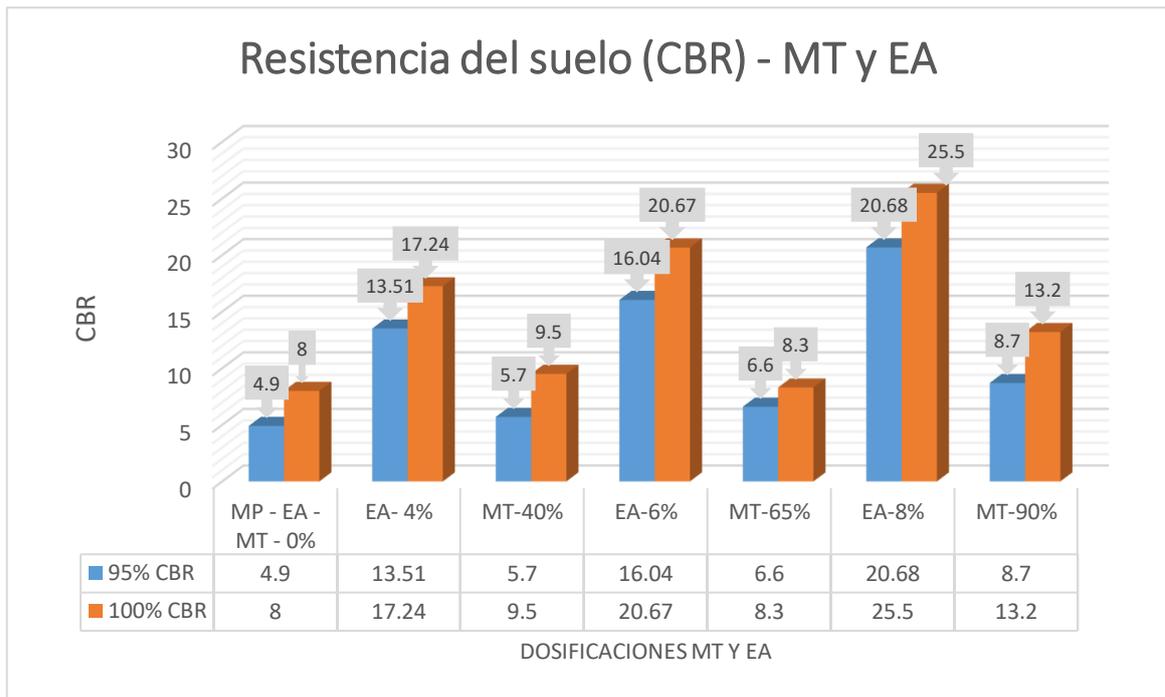


Figura 51. Resistencia del suelo (CBR) adicionando mucílago de tuna y emulsión asfáltica
Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 18 y Figura 51 se tiene con referencia de la muestra patrón con un CBR al 95% (4.90) y considerando las adiciones de EA y MT. Se verifica aumento de 275.71% (13.51) con 4 % de EA y 116.33% (5.7) con 40% de MT. Además de un incremento del 327.35% (16.04) adicionando 6% de EA y 134.69% (6.6) adicionando 65% de MT. Finalmente se verifico un aumento del 422.04% (20.68) adicionando 8% de EA y 177.55% (8.7) adicionando 90% de MT. Considerándose la adición de la emulsión asfáltica como la más óptima en la mejora de la subrasante.

Contrastación de hipótesis

Formulación de hipótesis 1:

H1: La aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna influirá en el índice de plasticidad de la subrasante de la carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022.

H0: La aplicación de emulsión asfáltica y mucilago de tuna no influirá en el índice de plasticidad de la subrasante de la carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022.

Nivel de significancia : 5% = 0.05

Prueba estadística : t de Student

Estimación del p-valor:

Emulsión asfáltica: Con adiciones de 0%, 4%, 6% y 8% de EA para el IP se verifica Tabla 19.

Tabla 19. Prueba t de Student – EA - IP

Prueba de muestras emparejadas						
IP	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
SN +0% - SN + 4% EA	2.34	1.09	3.58	8.07	2.00	0.002
SN +0% - SN + 6% EA	3.82	1.79	5.84	8.10	2.00	0.001
SN +0% - SN + 8% EA	6.77	5.72	7.82	27.74	2.00	0.001

Fuente: IBM SPSS

Mucilago de tuna: Con adiciones de 0%, 40%, 65% y 90% de MT para el IP se verifica la Tabla 20.

Tabla 20. Prueba t de Student – MT - IP

Prueba de muestras emparejadas						
IP	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
SN +0% - SN + 40% MT	0.94	-0.81	2.69	2.31	2.00	0.001
SN +0% - SN + 65% MT	2.98	1.41	4.55	8.15	2.00	0.001
SN +0% - SN + 90% MT	3.57	2.22	4.93	11.33	2.00	0.001

Fuente: IBM SPSS

Toma de decisión: Según las Tabla 19 y Tabla 20 referente a los p-valores representativos de EA y MT resulta 0.002 (4%-EA), 0.001 (6%-EA), 0.001 (8%-EA), 0.001(40%-MT), 0.001(65%-MT) y 0.001(90%-MT). Se verifica que son menores al

de la significancia de 0.05, por lo cual se rechaza la hipótesis nula (H0) y se toma la hipótesis alterna (H1). Debido a que existe evidencia de que los resultados son significativos.

Por lo cual: La aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna influirá en el índice de plasticidad de la subrasante de la carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022.

Formulación de hipótesis 2:

H1: La aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna, empleándose la mesa vibratoria y el Proctor modificado se cuantificaría efectivamente la densidad máxima seca de la subrasante de la carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022.

H0: La aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna, empleándose la mesa vibratoria y el Proctor modificado no se cuantificaría efectivamente la densidad máxima seca de la subrasante de la carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022.

Nivel de significancia : 5% = 0.05

Prueba estadística : t de Student

Estimación del p-valor:

Emulsión asfáltica (EA) – Proctor (PM): Con adiciones de 0%, 4%, 6% y 8% de EA para la MDS se verifica la Tabla 21.

Tabla 21. Prueba t de Student – EA – MDS – PM

Prueba de muestras emparejadas						
MDS	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
SN +0% - SN + 4% EA	0.01	-0.19	0.21	0.14	2.00	0.009
SN +0% - SN + 6% EA	0.06	-0.39	0.51	0.57	2.00	0.003
SN +0% - SN + 8% EA	-0.05	-0.17	0.08	-1.61	2.00	0.005

Fuente: IBM SPSS

Emulsión asfáltica (EA) – Mesa Vibratoria (MV): Con adiciones de 0%, 4%, 6% y 8% de EA para la MDS se verifica la Tabla 22.

Tabla 22. Prueba t de Student – EA – MDS -- MV

Prueba de muestras emparejadas						
MDS	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
SN +0% - SN + 4% EA	-0.02	-0.06	0.02	-2.00	2.00	0.008
SN +0% - SN + 6% EA	-0.04	-0.37	0.28	-0.57	2.00	0.007
SN +0% - SN + 8% EA	0.05	-0.77	0.87	0.26	2.00	0.008

Fuente: IBM SPSS

Mucilago de tuna (MT) – Proctor (PM): Con adiciones de 0%, 40% , 65% y 90% de MT para la MDS se verifica la Tabla 23.

Tabla 23. Prueba t de Student – MT – MDS - PM

Prueba de muestras emparejadas						
MDS	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
SN +0% - SN + 40% MT	0.13	-0.32	0.57	1.22	2.00	0.005
SN +0% - SN + 65% MT	0.12	-0.77	1.01	0.58	2.00	0.006
SN +0% - SN + 90% MT	-0.18	-2.30	1.94	-0.37	2.00	0.007

Fuente: IBM SPSS

Mucilago de tuna (MT) – Mesa Vibratoria (MV): Con adiciones de 0%, 40% , 65% y 90% de MT para la MDS se verifica la Tabla 24.

Tabla 24. Prueba t de Student – MT – MDS - MV

Prueba de muestras emparejadas						
MDS	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
SN +0% - SN + 40% MT	0.02	-0.69	0.74	0.14	2.00	0.009

SN +0% - SN + 65% MT	0.06	-0.77	0.90	0.33	2.00	0.007
SN +0% - SN + 90% MT	0.00	-0.74	0.75	0.02	2.00	0.007

Fuente: IBM SPSS

Toma de decisión: Según las Tablas 21, 22, 23 y 24 referente a los p-valores representativos de EA-PM y EA-MV resultan 0.009 (4%-EA-PM), 0.003 (6%-EA-PM), 0.005 (8%-EA-PM), 0.008 (4%-EA-MV), 0.007 (6%-EA-MV), 0.008 (8%-EA-MV). Para los p-valores de MT-PM y MT-MV resultan 0.005(40%-MT-PM), 0.006(65%-MT-PM) y 0.007(90%-MT-PM), 0.009(40%-MT-MV), 0.007(65%-MT-MV) y 0.007(90%-MT-MV). Se verifica que son menores al de la significancia de 0.05, por lo cual se rechaza la hipótesis nula (H0) y se toma la hipótesis alterna (H1). Debido a que existe evidencia de que los resultados son significativos.

Por lo cual: La aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna, empleándose la mesa vibratoria y el Proctor modificado se cuantificaría efectivamente la densidad máxima seca de la subrasante de la carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022.

Formulación de hipótesis 3:

H1: La aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna, empleándose la mesa vibratoria y el Proctor modificado se cuantificaría el óptimo contenido de humedad incidiendo en la mejora de la subrasante, carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022

H0: La aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna, empleándose la mesa vibratoria y el Proctor modificado no se cuantificaría el óptimo contenido de humedad incidiendo en la mejora de la subrasante, carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022

Nivel de significancia : 5% = 0.05

Prueba estadística : t de Student

Estimación del p-valor:

Emulsión asfáltica (EA) – Proctor (PM): Con adiciones de 0%, 4%, 6% y 8% de EA para el OCH se verifica la Tabla 25.

Tabla 25. Prueba t de Student – EA – OCH – PM

Prueba de muestras emparejadas						
OCH	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
SN +0% - SN + 4% EA	0.15	-0.01	0.31	3.95	2.00	0.006
SN +0% - SN + 6% EA	0.67	-0.04	1.38	4.06	2.00	0.006
SN +0% - SN + 8% EA	0.65	0.55	0.76	27.18	2.00	0.002

Fuente: IBM SPSS

Emulsión asfáltica (EA)– Mesa Vibratoria (MV): Con adiciones de 0%, 4%, 6% y 8% de EA para el OCH se verifica la Tabla 26.

Tabla 26. Prueba t de Student – EA – OCH -- MV

Prueba de muestras emparejadas						
OCH	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
SN +0% - SN + 4% EA	0.12	-0.52	0.75	0.79	2.00	0.005
SN +0% - SN + 6% EA	0.59	-0.26	1.44	2.97	2.00	0.001
SN +0% - SN + 8% EA	0.71	-0.14	1.56	3.58	2.00	0.007

Fuente: IBM SPSS

Mucilago de tuna (MT) – Proctor (PM): Con adiciones de 0%, 40% , 65% y 90% de MT para el OCH se verifica la Tabla 27.

Tabla 27. Prueba t de Student – MT – OCH - PM

Prueba de muestras emparejadas						
OCH	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
SN +0% - SN + 40% EA	-0.20	-0.86	0.46	-1.31	2.00	0.003

SN +0% - SN + 65% EA	0.06	-0.26	0.38	0.81	2.00	0.005
SN +0% - SN + 90% EA	0.58	0.05	1.11	4.75	2.00	0.004

Fuente: IBM SPSS

Mucilago de tuna (MT) – Mesa Vibratoria (MV): Con adiciones de 0%, 40% , 65% y 90% de MT el OCH se verifica la Tabla 28.

Tabla 28. Prueba t de Student – MT – OCH - MV

Prueba de muestras emparejadas						
OCH	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
SN +0% - SN + 40% EA	-0.33	-1.41	0.75	-1.33	2.00	0.003
SN +0% - SN + 65% EA	0.05	-0.49	0.59	0.39	2.00	0.007
SN +0% - SN + 90% EA	0.95	0.19	1.70	5.39	2.00	0.003

Fuente: IBM SPSS

Toma de decisión: Según las tablas 25, 26, 27 y 28 referente a los p-valores representativos de EA-PM y EA-MV resultan 0.006 (4%-EA-PM), 0.006 (6%-EA-PM), 0.002 (8%-EA-PM), 0.005 (4%-EA-MV), 0.001 (6%-EA-MV), 0.007 (8%-EA-MV). Para los p-valores de MT-PM y MT-MV resultan 0.003(40%-MT-PM), 0.005(65%-MT-PM) y 0.004(90%-MT-PM), 0.003(40%-MT-MV), 0.007(65%-MT-MV) y 0.003(90%-MT-MV). Se verifica que son menores al de la significancia de 0.05, por lo cual se rechaza la hipótesis nula (H0) y se toma la hipótesis alterna (H1). Debido a que existe evidencia de que los resultados son significativos.

Por lo cual: La aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna, empleándose la mesa vibratoria y el Proctor modificado se cuantificaría el óptimo contenido de humedad incidiendo en la mejora de la subrasante, carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022.

Formulación de hipótesis 4:

H1: La aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna influirá en la resistencia de la subrasante, carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022.

H0: La aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna no influirá en la resistencia de la subrasante, carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022.

Nivel de significancia : 5% = 0.05

Prueba estadística : t de Student

Estimación del p-valor:

Emulsión asfáltica (EA): Con adiciones de 0%, 4%, 6% y 8% de EA para el CBR se verifica la Tabla 29.

Tabla 29. Prueba t de Student – EA - CBR

Prueba de muestras emparejadas						
CBR	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
SN +0% - SN + 4% EA	-9.11	-11.61	-6.61	-15.66	2.00	0.004
SN +0% - SN + 6% EA	-11.86	-14.68	-9.04	-18.08	2.00	0.003
SN +0% - SN + 8% EA	-16.28	-18.78	-13.79	-28.08	2.00	0.001

Fuente: IBM SPSS

Mucilago de tuna (MT): Con adiciones de 0%, 40%, 65% y 90% de MT para el CBR se verifica la Tabla 30.

Tabla 30. Prueba t de Student – MT - CBR

Prueba de muestras emparejadas						
CBR	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
SN +0% - SN + 40% EA	-1.23	-3.82	1.36	-2.04	2.00	0.008
SN +0% - SN + 65% EA	-2.21	-4.93	0.51	-3.50	2.00	0.003
SN +0% - SN + 90% EA	-4.35	-7.44	-1.26	-6.05	2.00	0.006

Fuente: IBM SPSS

Toma de decisión: Según las Tablas 29 y 30 referente a los p-valores representativos de EA y MT resulta 0.002 (4%-EA), 0.003 (6%-EA), 0.001 (8%-EA), 0.008(40%-MT), 0.003(65%-MT) y 0.006(90%-MT). Se verifica que son menores al de la significancia de 0.05, por lo cual se rechaza la hipótesis nula (H0) y se toma la hipótesis alterna (H1). Debido a que existe evidencia de que los resultados son significativos.

Por lo cual: La aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna influirá en la resistencia de la subrasante, carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022.

Formulación de hipótesis general:

H1: La aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna mejora las características de la subrasante y determina la densidad con mesa vibratoria en la carretera Quellaveco, Moquegua 2022.

H0: La aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna no mejora las características de la subrasante y determina la densidad con mesa vibratoria en la carretera Quellaveco, Moquegua 2022.

Nivel de significancia : 5% = 0.05

Prueba estadística : t de Student

Estimación del p-valor:

Estabilización de subrasante: Con adiciones de EA y MT se verifica una mejora en las características de la subrasante en la Tabla 31.

Tabla 31. Prueba t de Student – estabilidad de subrasantes

Prueba de muestras emparejadas						
ENSAYOS	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
IP - EA	6.77	5.72	7.82	27.74	2.00	0.001
IP – MT	3.57	2.22	4.93	11.33	2.00	0.001
MDS – PM – EA	-0.05	-0.17	0.08	-1.61	2.00	0.005

Tabla 31. Prueba t de Student – estabilidad de subrasantes(continuación)

Prueba de muestras emparejadas						
ENSAYOS	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
MDS – MV - EA	0.05	-0.77	0.87	0.26	2.00	0.008
MDS – PM – MT	-0.18	-2.30	1.94	-0.37	2.00	0.007
MDS – MV - MT	0.00	-0.74	0.75	0.02	2.00	0.007
OCH – PM - EA	0.65	0.55	0.76	27.18	2.00	0.002
OCH – MV- EA	0.71	-0.14	1.56	3.58	2.00	0.007
OCH – PM - MT	0.58	0.05	1.11	4.75	2.00	0.004
OCH – MV - MT	0.95	0.19	1.70	5.39	2.00	0.003
CBR - EA	-16.28	-18.78	-13.79	-28.08	2.00	0.001
CBR - MT	-2.21	-4.93	0.51	-3.50	2.00	0.003

Fuente: IBM SPSS

Toma de decisión: Según la Tabla 31 referente a los p-valores representativos del IP, resulta 0.001 (IP-EA), 0.001 (IP-MT). Respecto a la MDS, resulta 0.005(MDS – PM – EA), 0.008(MDS - MV – EA), 0.007(MDS – PM – MT), 0.007(MDS – MV – MT). Referido al OCH, resulta 0.002(OCH – PM – EA), 0.007(OCH - MV – EA), 0.004(OCH – PM – MT), 0.003(OCH – MV – MT). Finalmente, referente al CBR, resulta 0.001(CBR-EA) y 0.003(CBR-MT). Se verifica que son menores al de la significancia de 0.05, por lo cual se rechaza la hipótesis nula (H0) y se toma la hipótesis alterna (H1). Debido a que existe evidencia de que los resultados son significativos.

Por lo cual: La aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna mejora las características de la subrasante y determina la densidad con mesa vibratoria en la carretera Quellaveco, Moquegua 2022.

V. DISCUSIÓN

Discusión 1: Referido a determinar la influencia de aplicar emulsión asfáltica y mucílago de tuna al índice de plasticidad de la subrasante de la carretera Quellaveco progresiva km 16-17. Se obtuvo los resultados siguientes:

Considerando la emulsión asfáltica (EA) se cuantificó disminución considerable en los valores en el índice de plasticidad en 7.04% con relación al suelo patrón, con la adición del 4 % de EA se cuantificó 9.84%, con la adición del 6% de EA se cuantifica 8.18%, finalmente, con la adición de 8% de EA se obtuvo 5.71%. De igual forma se verificó disminución de 6.80% con relación a la muestra patrón con la adición del mucilago de tuna (MT), con la adición del 40 % de MT se cuantificó 11.12% en el IP, con la adición del 65% de MT se cuantificó 9.26%, finalmente, con la adición de 90% se obtuvo 8.95%.

Lo anteriormente expuesto guarda relación con la investigación desarrollada por: Rojas (2017) citado como antecedente para la investigación, quien hizo referencia de la aplicación de la emulsión asfáltica (EA) para estabilización del suelo, obtuvo resultados aplicados a la subrasante de la carretera de Quilca – Cochamarca, donde se verificó que el IP del suelo patrón fue de 16%, con la incorporación de 2% de EA se obtuvo (12%) disminuyendo la plasticidad en 4%, así mismo la adición del 4% y 6% de EA aminoraron la plasticidad del suelo obteniéndose 10% y 7% respectivamente, siendo la dosificación del 6% quien reduce más el índice de plasticidad en 9% con relación al suelo patrón. Por tanto, se evidencia que ambas investigaciones guardan relación referente a la aplicación de emulsión asfáltica en el aminoramiento de la plasticidad del suelo, consiguiendo clasificar a ambos suelos posteriormente de aplicado el estabilizante (EA) generar una baja plasticidad según lo especificado en las exigencias del MTC.

Prosiguiendo se tiene las investigaciones aplicados en suelos estabilizados con mucilago de penca de tuna (MT), por lo cual según lo investigado por, Mendizábal (2018) obtuvo como resultado (22.78%) en el índice de plasticidad del suelo patrón, así mismo refiere que con la adición del 25% de MT se obtuvo (19.41%), aminorándose en un 3.37% el IP con relación al suelo patrón, mientras que para el

50% se alcanzó un valor de (18.28%), aminorándose en un 4.5%, finalmente una su dosificación del 75% se obtuvo (18.12%) este valor aminora en 4.66%. Por lo anteriormente expuesto se verifica que la influencia de la adición del mucilago de penca de tuna en el aminoramiento de la plasticidad del suelo perteneciente a la subrasante, en ambas investigaciones los cuales concuerdan que conforme la dosificación del MT se incrementa, la plasticidad del suelo en la subrasante muestra disminuciones importantes.

Discusión 2: Referido a determinar cómo influye la aplicación de emulsión asfáltica y mucilago de tuna en la cuantificación de la densidad máxima seca mediante la mesa vibratoria y Proctor modificado en la subrasante de carretera Quellaveco progresiva km 16-17. Se obtuvo los resultados siguientes:

Considerando la emulsión asfáltica (EA) con adición del 4 % de EA se cuantifica incrementos del 2.05% (1.99 gr/cm³) con el PM y un 1.69% (1.81 gr/cm³) con MV. Con la adición del 6% de EA se cuantifico incrementos del 2.56% (2.00 gr/cm³) con PM y un 3.93% (1.85 gr/cm³) con MV. Finalmente, con la adición del 8% de EA se cuantifica incrementos del 5.13% (2.05 gr/cm³) con PM y un 6.74% (1.90 gr/cm³) con MV. Considerando el mucilago de tuna (MT) con adición del 40 % de MT se cuantifica incrementos del 0.51% (1.96 gr/cm³) con PM y un 5.06% (1.87 gr/cm³) con MV. Con la adición del 65% de MT se cuantifica incrementos del 1.54% (1.98 gr/cm³) con PM y un 5.62% (1.88 gr/cm³) con MV. Finalmente, con la adición del 90% de MT se cuantifica incremento del 2.56% (2.00 gr/cm³) con PM y un 8.43% (1.93 gr/cm³) con MV.

Lo anteriormente expuesto guarda relación con la investigación desarrollada por: Rojas (2017) citado como antecedente para la investigación, quien hizo referencia de la aplicación de la emulsión asfáltica (EA) para estabilización del suelo en la subrasante, el cual obtuvo los resultados aplicados a la subrasante de la carretera de Quilca – Cochamarca, donde verificó que la MDS lo realiza empleando el ensayo de PM, para lo cual el suelo natural fue de 1.668 gr/cm³, con la incorporación de 2% de EA se obtuvo (1.727 gr/cm³) aumentando en un 3.54%, así mismo la adición del 4% se obtuvo (1.757 gr/cm³) incrementándose en 5.34% y con la adición del 6%

de EA se obtuvo (1.786 gr/cm³) aumentando la MDS suelo en un 7.07%, teniendo la dosificación del 6% quien incrementa la MDS en 7.07% todo lo expuesto es con relación al suelo natural o muestra patrón. Ante lo expuesto en la investigación desarrollada y los antecedentes citados, los resultados concuerdan que ante una adición de emulsión asfáltica(EA) se verifica un incremento considerable en la densidad máxima seca del suelo(MDS), verificando que estos valores guardan relación correcta, según lo exigido por las normativas impuestas por el MTC.

Prosiguiendo se tiene las investigación aplicada en suelos estabilizados con mucilago de penca de tuna (MT), con lo que según Mendizábal (2018), en su investigación obtuvo resultados empleando el ensayo de PM donde presenta (1.846 gr/cm³) en la MDS del suelo patrón, así mismo refiere que con la adición del 25% de MT se obtuvo (1.85 gr/cm³), aumentado en un 0.22% la MDS considerando el suelo patrón, mientras que para el 50% se alcanzó un valor de (1.854 gr/cm³), incrementa en un 0.43%, finalmente se verifica una su dosificación del 75% se obtuvo (1.86 gr/cm³) este valor aumenta en 0.76%. Por los resultados expuestos se puede aseverar que la influencia de la adición del mucílago de penca de tuna(MT) genera incrementos en la DMS de la subrasante estabilizada, lo cual las investigaciones expuestas y los resultados inferidos conforme las dosificaciones del MT se ven incrementadas esto tiene un efecto positivo de incremento en la MDS.

Tabla 32. MDS con PM y MV.

Proctor Modificado	Energía de compactación	MDS (gr/cm ³)	% MDS	Mesa Vibratoria	Peso (kg)	MDS (gr/cm ³)	% MDS
Método III	2.65	1.9130	0.00%	M1	1.35	1.8080	0.00%
Método IV	2.65	1.9650	2.72%	M2	3.7	1.8280	1.11%
Método B+A	2.68	1.9350	1.15%	M3	7.01	1.8340	1.44%
Método B+B	2.67	1.8550	-3.03%	M4	9.38	1.8600	2.88%

Fuente: Sulewka y Tymosiak, 2018

Se expone también las investigaciones aplicadas en suelos uniformemente graduados con diferentes métodos y cargas, empleando el ensayo de Proctor

modificado (PM) y mesa vibratoria (MV), según Sulewka y Tymosiak (2018), en su investigación obtuvo resultados que emplearon el ensayo de PM donde se verificó una MDS por el método III, donde se obtuvo (1.913 gr/cm³) y que empleándose la MV según la carga de la masa (M1) presentó un valor de (1.808 gr/cm³) ambos resultados del suelo patrón, se refiere también al método IV de PM donde se obtuvo como resultado (1.9650gr/cm³), aumentado en un 2.72% la MDS con relación al suelo patrón del método III, mientras que para la carga de la masa (M2) según MV se alcanzó un valor de (1.828 gr/cm³), incrementándose en un 1.11% en comparación de la carga de M1, así mismo con el método B+A de PM se obtuvo como resultado una MDS (1.935gr/cm³), aumentado en un 1.15% la MDS con relación al suelo patrón del método III, mientras que para la carga de la masa (M3) según MV se alcanzó un valor de (1.834 gr/cm³), incrementándose en un 1.44% en comparación de la carga de M1, finalmente, con el método B+B de PM se obtuvo como resultado una MDS (1.855gr/cm³), disminuyendo en un 3.03% la MDS con relación al suelo patrón del método III, mientras que para la carga de la masa (M4) según MV se alcanzó un valor de (1.86 gr/cm³), incrementándose en un 2.88% en comparación de la carga de M1, con ello podemos verificar la influencia de los métodos de proctor modificado brinda un mejor resultado en cuanto a la MDS del suelo con arena graduada en relación al ensayo de MV según la Tabla 32 por lo que ambas investigaciones discrepan en los resultados.

Discusión 3: Referido a conocer como incide la aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna en el óptimo contenido de humedad mediante la mesa vibratoria y el Proctor modificado en la subrasante de la carretera Quellaveco progresiva km 16-17. Se obtuvo los resultados siguientes:

Considerando la emulsión asfáltica (EA) se tiene que considerándose los valores de la muestra patrón, un OCH (5.3%) empleando Proctor modificado (PM) y (5.4%) usando mesa vibratoria (MV). Con la adición del 4 % de EA presenta un decrecimiento de 1.89%(5.2%) en el OCH con PM y con MV difiere en el OCH con 3.70% (5.2%). Con la adición del 6% de EA presenta un decrecimiento del 7.55%(4.9%), con el PM y con la MV disminuye en un 9.26%(4.9%). Finalmente, con la adición de 8% de EA incide en la disminución con 13.21%(4.6%) en el OCH con PM y con MV disminuye en 14.81%(4.6%) en el OCH. Considerando el

mucílago de tuna (MT) con la adición del 40 % disminuye en 0.00%(5.3%) en el OCH con el PM y con la MV disminuye en un 1.85%(5.3%) en el OCH. Con la adición del 65% de MT presenta un decrecimiento del 3.77%(5.10%) en el OCH con el PM y con la MV presenta un decrecimiento de 5.37%(5.11%) en el OCH. Finalmente, con la adición de 90% de MT incide en la disminución del 9.43%(4.8%) en el OCH con el PM y con la MV disminuye en 11.11%(4.8%) en el OCH.

Lo anteriormente expuesto guarda relación con la investigación desarrollada por: Rojas (2017) citado como antecedente para la investigación, quien hizo referencia de la aplicación de la emulsión asfáltica (EA) para estabilización del suelo en subrasantes, obteniéndose que los resultados aplicados, donde se verificó que el OCH del suelo natural fue de 17.40%, con la incorporación de 2% de EA se obtuvo 16.5% aminorando en un 5.17%, así mismo la adición del 4% se obtuvo un 16.1% disminuyendo en 7.47% y con la adición del 6% de EA se obtuvo 15.6% decreciendo el OCH del suelo en un 10.34%, teniendo la dosificación del 6% quien reduce el OCH a 10.34% con relación a la muestra patrón. Por tanto se tiene evidencia amplia que empleándose como estabilizante químico la emulsión asfáltica(EA), brinda reducciones importantes en el óptimo contenido de humedad (OCH) generando con ello una menor demanda de agua para la adecuada compactación de la subrasante, además de guardar relación con los valores expuestos en las normativas del MTC.

Seguidamente se tiene la investigación desarrollada en suelos, estabilizados con mucilago de penca de tuna (MT), por lo cual se tiene a Mendizábal (2018), en su investigación que dio a conocer como resultado un 13.7% del OCH considerándose el suelo patrón, así mismo refiere que adicionándose un 25% de MT se obtuvo 14%, incrementándose un 2.19% en el OCH bajo la relación del suelo patrón, mientras que hacia el 50% se verificó un valor de 14.2%, incrementándose un 3.65%, finalmente ante una dosificación del 75% se tuvo un 14.85% verificado de igual manera que este valor aumenta en 8.39%. Ante lo expuesto referente a la adición con MT con adiciones, lo cual se tiene una verificación idónea, evidenciándose que ante dosificaciones altas de MT, la reducción en el OCH es importante, generando un idóneo aporte referido a la compactación del suelo de la subrasante estabilizada,

además de verificar que estos valores responden a los valores exigidos en las normativas vigentes del MTC.

Tabla 33. OCH con PM y MV

Proctor Modificado	Energía de compactación	OCH (%)	% OCH	Mesa Vibratoria	Carga (kPa)	OCH (%)	% OCH
Método III	2.65	9.64	0.00%	M1	1.35	8.00	0.00%
Método IV	2.65	10.37	7.57%	M2	3.7	8.00	0.00%
Método B+A	2.68	8.46	-12.24%	M3	7.01	8.00	0.00%
Método B+B	2.67	8.68	-9.96%	M4	9.38	8.00	0.00%

Fuente: Sulewka y Tymosiak, 2018

Se expone también las investigaciones aplicadas en suelos uniformemente graduados con diferentes métodos y cargas, empleando el ensayo de Proctor modificado (PM) y mesa vibratoria (MV), según Sulewka y Tymosiak (2018), en su investigación obtuvo resultados que emplearon el ensayo de PM donde se verificó un OCH por el método III, donde se obtuvo (9.64 %) y empleándose la MV según la carga de la masa (M1) presentó un valor de (8%) ambos resultados obtenidos son valores del suelo patrón, se refiere también al método IV de PM donde se obtuvo como resultado (10.37%), aumentado en un 7.57% el OCH con relación al suelo patrón del método III, mientras que para la carga de la masa (M2) según MV se alcanzó un valor de (8%), no habiendo incrementos en comparación de la carga de M1, así mismo con el método B+A de PM se obtuvo como resultado un OCH (8.46%), aminorando en un 12.24% el OCH con relación al suelo patrón del método III, mientras que para la carga de la masa (M3) según MV se alcanzó un valor de (8%) , donde mantiene el mismo valor de la M1, finalmente, con el método B+B de PM se obtuvo como resultado un OCH (8.68%), disminuyendo en un 9.96% el OCH con relación al suelo patrón del método III, mientras que para la carga de la masa (M4) según MV se siguió manteniendo el mismo valor de (8%), no presentando incrementos de la carga de M1, con ello podemos verificar la influencia de los métodos de mesa vibratoria brinda un mejor resultado en cuanto

al OCH del suelo con arena graduada en relación al ensayo de PM según Tabla 33, por lo que ambas investigaciones concuerdan en los resultados.

Discusión 4: Referido a determinar la influencia de la aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna en la resistencia del suelo de la subrasante, carretera Quellaveco progresiva km 16-17. Se tiene los resultados siguientes:

Considerando la adición de emulsión asfáltica (EA) con la dosificación de 4%, se verifica aumento de 275.71% (13.51). así mismo la adición del 6% de EA incremento en un 327.35% (16.04) y con la adición del 8% de EA aumento al 422.04% (20.68) en el índice de resistencia del suelo(CBR). De la misma forma la adición del mucilago de tuna (MT), verifico incrementos en el índice de resistencia del suelo(CBR), con la adición del 40% de MT mejorando en un 116.33% (5.7), con la adición del 65% MT en un 134.69% (6.6) y con la adición del 90% MT incremento en un 177.55% (8.7). Ambos estabilizantes verifican una mejoría en CBR, por lo cual es una importante mejora en las características mecánicas de la subrasante.

Lo anteriormente desarrollado guarda relación con las investigaciones desarrollada por Galarreta y Llenque (2018), referente a la estabilización de suelos adicionando emulsión asfáltica refiere que su muestra patrón de CBR más crítica fue de (3.57%), con la adición del 3% se obtuvo (9.95%), incrementado 5.98% , así mismo con la dosificación de 6% de EA se obtuvo (29.30%)en el índice de CBR incrementando en 25.73%, con la adición del 9% y 12% se dio un descenso en el índice de resistencia , obteniéndose (23.37%) y (18.09%) respectivamente, concluyendo que el máximo valor alcanzado en el CBR fue de 29.30% con la dosificación de 6% de EA. Por tanto, la investigación expuesta guarda relación en sus resultados, coincidiendo que la adición de EA incrementa la resistencia del suelo, esto debido a que adición de EA fue aplicado al mismo tipo de clasificación de suelo SP-SM (Arena mal graduada con limo).

Se tiene también a Rojas (2017), en su investigación refiere que su muestra patrón alcanzo 3.20% y 4.10% (95 CBR y 100%CBR) respectivamente, al incorporarse un 2% de EA se obtiene 4.3% y 5.2%, siendo un ligero incremento; asimismo con adición del 4% de EA obtuvo 4.6% y 5.9%, finalmente en su dosificación de 6% de

EA se alcanza el mayor valor de índice de resistencia de 5.8% y 7.2%, incrementados en (2.6% y 3.1%) con respecto a la muestra patrón, por tanto se puede inferir que la adición de la emulsión asfáltica mejora la propiedad mecánica de resistencia del suelo, aclarándose que la investigación mencionada reflejo un ligero incremento en el CBR, en comparación a la propia investigación, debido a que la muestra en estudio de Rojas fue realizada en el tipo de suelo CL (Arcilla de mediana a baja plasticidad) con mayor contenido de finos.

Así también se presenta la aplicación en suelos mejorados con mucilago de penca de tuna (MT) lo cual según Castro (2018), obtuvo 8.6% y 9.5% como índice de resistencia(CBR) (95% y 100%) respectivamente, además refiere a que la adición del 30% de MT obtuvo (7.5% y 11.5% respectivamente), con el 80% de MT aumento al (7.1% y 14.1%), con ello se verifica que el incremento solo aplica al CBR (100% de compactación), mientras que al (95% de compactación) el CBR disminuye (1.1% y 1.5%) con relación al suelo patrón, finalmente se evidencia que la dosificación optima es del 60% de MT, alcanzando (10.5% y 13.8%) al 95 CBR y 100%CBR respectivamente, ante lo expuesto los resultados de Castro y la presente investigación , verifican una discrepancia, debido a que según Castro se obtuvo una variación de incremento y disminución en el indicador de resistencia(CBR), mientras que en la presente investigación el CBR incrementan su valor conforme se adiciona en mayor proporción el mucilago de tuna.

VI. CONCLUSIONES

Primera: Aplicando la emulsión asfáltica (EA) se verificó disminuciones significativas en el índice de plasticidad (IP) de hasta 55.22% (5.71) para la adición del 8%, concluyendo que con la adición de la EA influye en el cambio de la clasificación de un suelo de media plasticidad $20 \geq IP > 7$ a un suelo de baja plasticidad. Con la adición del mucilago de tuna (MT) se verificó también las disminuciones en la plasticidad de hasta 27.37% (9.26) y 29.80(8.95) para las adiciones del 65% y 90% respectivamente, sin embargo, estos resultados continúan clasificando al suelo con plasticidad media. Concluyéndose que la EA, brinda mayores disminuciones del IP con bajas dosificaciones, se concluye también que, aplicando MT, brinda disminuciones del IP con altas dosificaciones. Por tanto, ambos estabilizantes influenciaron de manera positiva aplicándose en subrasantes con suelos que contienen altos índices de plasticidad.

Segunda: Empleando emulsión asfáltica (EA) se comprobó incrementos importantes en la máxima densidad seca (MDS) de hasta 2.56% (2.00 gr/cm³) y 5.13 % (2.05 gr/cm³) empleando Proctor modificado (PM), también se corroboró incrementos en la MDS de hasta 3.93%(1.85 gr/cm³) y 6.74%(1.90 gr/cm³) empleando mesa vibratoria (MV) con adiciones de 6% y 8% respectivamente. Además, se presentó incrementos en la MDS de hasta 1.54% (1.98 gr/cm³) y 2.56%(2.00 gr/cm³) empleando PM, también se corroboró incrementos en la MDS de hasta 5.62%(1.88 gr/cm³) y 8.43%(1.93 gr/cm³) empleando MV con adiciones de 65% y 90% respectivamente. Se concluye que la EA aporta mayores valores referidos a la MDS con dosificaciones empleando PM, se concluye también que el MT brinda resultados eficientes en la MDS con dosificaciones altas empleando PM. Por lo cual ambos estabilizantes incrementan la MDS cuantificándose con el PM, aplicado en subrasantes cuyos suelos posean bajos índices en su MDS.

Tercera: La incidencia de la aplicación de emulsión asfáltica(EA) verifica disminuciones en el óptimo contenido de humedad (OCH) de hasta 7.55%(4.9%) y

13.21%(4.6%) empleando Proctor modificado(PM), además de verificar aminoramientos de hasta 9.26%(4.9%) y 14.81%(4.6%) con la mesa vibratoria(MV) con adiciones del 6% y 8% respectivamente. Se verifico además que existe una incidencia empleándose el mucilago de tuna(MT) viéndose reflejado en aminorar el OCH con valores de hasta un 3.77%(5.10%) y 5.37%(5.11%) con PM y de 5.37%(5.11%) y 11.11%(4.8%) con MV bajo las adiciones del 65% y 90% respectivamente. Por lo cual se concluye que bajo dosificaciones bajas de un estabilizante químico (EA) se exhibe disminuciones considerables en el OCH siendo un elemento beneficioso en la compactación del terreno, se concluye también que el estabilizante natural (MT) brinda reducciones de magnitudes menores bajo adiciones importantes, aunque es compensado por su costo bajo de adquisición. Por tanto emplear estabilizantes químicos (EA) y naturales (MT) brindan mejoras referentes a la minimización del OCH, resultando importante en el proceso de compactación de subrasantes cuyos suelos presenten condiciones poco favorables.

Cuarta: Se determino la influencia aplicar de emulsión asfáltica(EA) verificándose mejoría en el índice de resistencia del suelo(CBR) de hasta 258.38%(16.04%) y 318.75%(20.68) con adiciones de 6% y 8% respectivamente. Se verifico además que empleándose mucílago de tuna existen incrementos cuyo impacto es considerable de hasta en un 177.55%(8.7) considerando un 95% de CBR y 165% en el 100% de CBR en la dosificación del 90% de MT. Por lo tanto, se concluye que empleando una dosificación mayor al 4% de EA, verifica mejoras importantes en la capacidad de soporte de la subrasante, por los valores de $CBR > 10$ (subrasante buena) a un 95 y 100 % de compactación. Se concluye también que empleando el MT en dosificaciones de 90%, exhibe valores de $10 \leq CBR \leq 6$ (suelo regular). Por lo cual ambos estabilizantes generan un impacto positivo en las subrasantes cuyos suelos posean un bajo índice de CBR.

VII. RECOMENDACIONES

Primera: Referente a los aminoramientos en el Índice de plasticidad (IP) se tiene como aditivo químico recomendable la emulsión asfáltica(EA) ya que con bajas dosificaciones (4, 6 y 8%) verifica reducciones importantes en los índices de plasticidad, aunque el costo de adquisición es un factor para tomar en consideración. Por otro lado si se considera un aditivo natural el mucilago de tuna (MT) es recomendable, aunque es necesario adicionar altas dosificaciones (40, 65 y 90%) las cuales son compensadas con su bajo costo de adquisición ya que es proveniente de los tunales existentes en la región de Moquegua, verificándose también disminuciones importantes en los índices de plasticidad. Por tanto, ambos estabilizantes son recomendables en subrasantes cuyos suelos cuyo potencial expansivo debido al contenido de arcillas sea importante.

Segunda: Referido al incremento en la máxima densidad seca (MDS) contemplando el aditivo químico se recomienda la emulsión asfáltica (EA) con dosificaciones de (4, 6 y 8 %) muestra incrementos considerables en la MDS contemplando la cuantificación con el ensayo Proctor modificado (PM) lo cual también se ve reflejado, aunque en menor medida con la mesa vibratoria (MV), aunque es atractivo por las bajas dosificaciones es necesario contemplar adicionalmente los costos referidos a adquirir la EA. Aplicándose un aditivo natural es recomendable la aplicación del mucilago de tuna (MT) aunque con dosificaciones importantes (40, 65 y 90%) presenta incrementos en la MDS bastante considerables además de poseer un bajo costo para adquirir la materia prima de la cual es elaborado, ya que es una fuente natural lo cual implica una reducción en el impacto ambiental. Por tanto, ambos estabilizantes son eficientes, aunque económicamente y por su fácil adquisición es idóneo el mucilago de tuna.

Tercera: Considerando el impacto en la reducción del óptimo contenido de humedad (OCH) se verifica que la emulsión asfáltica(EA) bajo dosificaciones del 4,6 y 8%, da resultados muy favorables siendo recomendable su utilización para

generar bajas demandas de humedad resultando esto importante en suelos cuyo potencial expansivo(arcilloso) es medio-alto, aunque siendo necesario verificar los costos de adquisición y disponibilidad. Bajo la consideración de un estabilizante natural el mucilago de tuna(MT) vislumbra reducciones en porcentajes menores, pero esto se ver compensado por su costo de adquisición y su fácil extracción, siendo no muy necesario una mano de obra calificada, además de no generar una huella de contaminación en el medio ambiente, siendo idóneo su empleo en lugares cuyos suelos presenten ser arcillosos.

Cuarta: Referido la mejora en la propiedad de resistencia del suelo, se sugiere, considerar los resultados obtenidos en la adición del 90% del aditivo orgánico y natural “mucilago de tuna”, ya que se verifico que fue la dosificación más optima y pueda ser un referente a continuar investigando si se aplica el reemplazo del agua al 100% con el mucilago de penca de tuna en suelos de iguales características y en distintos tipos de suelos, para la verificación de la influencia positiva o negativa en el CBR.

REFERENCIAS

1. **OBIANIGWE, Njideka and NGENE, Ben.** *Soil Stabilization for Road Construction: Comparative Analysis.* Ota : s.n., 2018. pp. 1-12. ISSN 1757-899X.
2. **CASTILLO PARRA, Byron Fernando.** *Estabilización de suelos arcillosos de Macas con Macas con valores de CBR menores al 5% y límites líquidos superiores al 100% para utilizarlos como subrasantes en carreteras.* Cuenca : Universidad de Cuenca, 2017. Tesis maestría.
3. **ABDULLAH, Saleh, KHUDHUR HUSSEIN, Salar. y JALAL KHOSHNAW, Ganjeena.** *Effect of Soil Stabilization on Subgrade Soil Using Cement, Lime and Fly Ash.* Erbil : Eurasian Journal of Science & Engineering, 2020. pp. 39-52. ISSN 2414-5629.
4. **GAMBINI ZELADA, Jampier Alexander.** *Estabilización de la subrasante con cloruro de sodio en el Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca.* Lima : Universidad César Vallejo, 2021. Tesis pregrado.
5. **MENSEZ CERNA, Josh Junio.** *Estabilización de suelo arcilloso para el mejoramiento de la subrasante adicionando cloruro de sodio, tramo Primorpama-Caspara, Yungay, Ancash 2021.* Huaraz : Universidad César Vallejo, 2021. Tesis pregrado.
6. **PREDES Centro de Estudios y Prevención de Desastres.** *Conociendo suelos de Moquegua.* Moquegua : PREDES, 2004.
7. **CASTRO, Clint Ray.** *Estabilización de suelo incorporando ignimbrita blanca y mucilago de tuna en el acceso Huancarqui a la mina Zafranal, Región Arequipa 2019.* Arequipa : Universidad Cesar Vallejo, 2019. Tesis pregrado.
8. **GALLARRETA RODRÍGUEZ, William Anderson y LLENQUE QUISPE, Salvador David.** *Influencia de la adición asfáltica en la estabilidad de los suelos del centro poblado de Villa Hermosa en el distrito la Esperanza.* Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo, 2019. Tesis pregrado.
9. **ROJAS, Jaime.** *Aplicación de la emulsión asfáltica en la estabilización de la subrasante de la carretera afirmada de tercera clase, Emp. PE 18 Quilca – Cochamarca, año 2017 .* Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2018.

10. **BERTAUD MONTERO, Beatriz y LARA ALVARADO, Gabriela Estefani.** *Efecto del jugo de nopal opuntia ficus indica como mejorador de suelo.* México : INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, 2016. Tesis pregrado.
11. **SHAHEDUR, Rahman.** *Improvement of stiffness and strength of backfill soils through optimization of compaction procedures and specifications.* Indiana : University Purdue, 2019. Master of Science in Civil Engineering.
12. **TIQUE ZAPATA, Julio César , MORA ORTIZ, René Sebastián , DÍAZ ALVARADO , Sergio Alberto and MAGAÑA HERNÁNDEZ, Francisco.** *Efecto de la impermeabilidad del mucílago de nopal en bloques de tierra comprimidos.* México : s.n., 2014. ISSN 2007-0705.
13. **ZAMBRANO MEZA, María Isabel y TEJEDA PIUSSEAUT, Eduardo.** *Materiales granulares tratados con emulsión asfáltica para su empleo en bases o subbaes de pavimentos flexibles.* Portoviejo : s.n., 2019. ISSN 1990-8830.
14. **BUALUANG, Thanon, JITSANGIAM, Peerapong and TANCHAISAWAT, Tawatchai.** *Sustainable flexible pavement base stabilization with pozzolanic materials incorporating sodium hydroxide and asphalt emulsion.* Chiang : Transportation Engineering, 2021. 2666-691X.
15. **SULEWSKA, Maria J. y TYMOSIAK, Dariusz.** *Analysis of compaction parameters of the exemplary non-cohesive soil determined by Proctor methods and vibrating table tests.* Warsaw : s.n., 2018. pp. 99–108. ISSN 1898-8857.
16. **IBUKUN AKINWUMI, Isaac. AND UKEGBU, Ikenna.** *Soil modification by addition of cactus mucilage.* Ota : s.n., 2015. pp. 649-661. ISSN 2092-6219.
17. **ABREU ARAGAO, Ammanda, DANTAS NETO, Silvrano Adonias and FARIAS PEREIRA, Carlos Gutierrez.** *Stabilization of sandy soil with high content of asphalt emulsion.* San Pablo : s.n., 2020. pp. 163-169.
18. **MERCADO, Ronald, BRACHO, Carlos y AVENDAÑO, Jorge.** *Emulsiones asfálticas usos-rompimiento.* Mérida, Venezuela : F.I.R.P., 2008.
19. **DÍAZ BLANCO, Y., MENCHACA CAMPOS, C., ROCABRUNO VALDES, C. and URUCHURTI CHAVARÍN J.** *Influencia de un aditivo natural (mucílago de*

nopal) en las propiedades electroquímicas del acero de refuerzo del concreto. Mexico : s.n., 2019. pp. 260 - 276. ISSN 2007-6835.

20. **ARANDA JIMÉNEZ, Yolanda. and GARCÍA IZAGUIRRE, Víctor.** *Efectos de la utilización de savias vegetales en los bloques de tierra comprimida con respecto a la prueba de abrasión.* Mexico : s.n., 2019. pp. 101-110. ISSN 2448-749X..

21. **MUÑOZ BOJORGES, J. C., QUINTERO LIZAOLA R. , PÉREZ NIETO, J., VALDÉS VELARDE E., GARCÍA FAVELA B. AND ROJAS ACOSTA, M.** *Comportamiento de la actividad enzimática del suelo al aplicar mucílago de nopal (Opuntia spp.).* Ciudad de Mexico : s.n., 2015. pp. 161-167. ISSN 2395-8030.

22. **BERNAL, Mauricio, APONTE, Jorge y CARRILLO, Julián.** *Sistemas de control para mesas vibratorias: una revisión crítica.* Colombia : Universidad Militar Nueva Granada, 2015. ISSN 0122-3461.

23. **ASTM INTERNACIONAL.** ASTM D-4253 Métodos de prueba estándar para índice de densidad máxima y peso unitario de suelos usando una mesa vibratoria. *ASTM International.* 2021, Vol. 04.08.

24. **KIRAN MAI R. SARATHKUMAR, P., DINESH, V. and SATHISH N.** *PET as Soil Stabilization Material.* Vellore : s.n., 2017. pp. 127-130. ISSN: 0974-4290.

25. **AKBAR FIROOZI, Ali, GUNEY OLGUN, C. ASGHAR FIROOZI, Ali and SHOJAEI BAGHINI, Mojtaba.** *Fundamentals of soil stabilization.* Selangor : s.n., 2017. pp. 1 – 16. ISSN 2198-2783.

26. **RIVERA, Jhonathan F., AGUIRRE-GUERRERO, Ana, MEJÍA DE GUTIÉRREZ, Ruby and OROBIO, Armando.** *Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión).* Cali : Informador Técnico, 2020. pp. 202–226. ISSN 2256-5035.

27. **VILLA UVIDIA, Diana Nereida, OSORIO RIVERA, Miguel Ángel y VILLACIS VENEGAS, Norma Yolanda.** *Extracción, propiedades y beneficios de los mucílagos.* Ecuador : s.n., 2020. pp. 503-524. ISSN 2477-8818.

28. **INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS.** *PRODUCCIÓN INVERNAL DE NOPAL DE VERDURA.* México : s.n., 2011. ISBN 978-607-425- 706- 9.

29. **MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES.** *Manual de carreteras, especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013.* Lima : s.n., 2013.
30. **RONDÓN QUINTANA, H. y REYES LIZCANO, F.** *Pavimentos materiales, construcción y diseño.* Colombia : Eco Edición, 2015. p. 608. Vol. 20. ISBN 978-958-771-175-2.
31. **ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA.** *Ecología del cultivo, manejo y usos del nopal.* México : s.n., 2018. p. 191. ISBN 978-92-5-130494-5.
32. **REPUBLICA DEL ECUADOR MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES,.** *Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes.* Quito : s.n., 2002.
33. **MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES.** *Manual de ensayo de materiales.* Lima : s.n., 2016.
34. **ASTM INTERNACIONAL.** *ASTM D-2216 Métodos de prueba estándar para la determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) del suelo y la roca por masa.* 2019. p. 7.
35. **HABIBA, Afrin.** *Stabilization of Clayey Soils Using Chloride Components.* Rajshahi : American Journal of Civil Engineering, 2017. pp. 365-370. ISSN 2330-8737.
36. **SALINAS L.M., CAMPOS J. y GUARDIA G.** *Mecánica de Suelos.* Cochabamba : Laboratorio de Geotecnia U.C. U.M.S.S., 2004.
37. **BRAJA DAS, M.** *Fundamentos de ingeniería geotécnica.* Cuarta edición. México : Cengage Learning Editores, 2013. ISBN 978-607-519-373-1.
38. **INTERNATIONAL ASTM.** *ASTM D653 Terminología estándar relacionada con suelos, rocas y fluidos contenidos.* 2021.
39. **AGUIRRE MEJÍA, Silvana y YÉPEZ ANDINO, Víctor.** *Manual de laboratorio para los ensayos de propiedades Físicas y mecánicas de los suelos.* Quito : s.n., 2019.

40. **MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES.** *Manual de carreteras del Paraguay.* Asunción : s.n., 2019.
41. **ESCUDERO, Carlos y CORTEZ, Liliana.** *Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica.* Machala : UTMACH, 2018. ISBN 978-9942-24-092-7.
42. **HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto and MENDOZA, Christian.** *Metodología de la investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* Mexico : Mc Graw Hill, 2018.
43. **BABBIE, Earl.** *The basics of social research.* Boston : Boston, MA, USA : Cengage Learning ©2017, 2017.
44. **HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto, et al.** *Fundamentos de investigación.* Mexico : Mc Graw Hill, 2016.
45. **ESPINOZA FREIRE, Enrique.** *Las variables y su operacionalización en la investigación educativa.* s.l. : Revista Conrado, 2019. pp. 171-180.
46. **OTZEN, Tamara and MANTEROLA, Carlos.** *Técnicas de muestreo sobre una población a estudio.* 2017. pp. 227-232.
47. **SHOWKAT, Nayeem and PARVEEN, Huma.** *Non-Probability and Probability Sampling.* 2017. pp. 7-8.
48. **CAMPOS, Guillermo and COVARRUBIAS, Nallely.** *La observación, un método para el estudio de la realidad.* Pachuca : Revista Xihmai VII (13), 2012. pp. 45-60.
49. **OSEDA, Dulio, et al.** *Fundamentos de la investigación científica.* Lima : Soluciones Graficas, 2018.
50. **VALDERRAMA, Santiago.** *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica.* Lima : San Marcos, 2019.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Título: Aplicación de emulsión asfáltica – mucílago de tuna para mejorar la subrasante, cuantificando la densidad con mesa vibratoria, carretera Quellaveco, Moquegua 2022.					
AUTORAS:	Arpasi Mamani, Maria Mercedes Quispe Ramírez, Elida				
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente 1: Emulsión asfáltica	Son sustancias negras constituidas por cemento asfáltico, emulsificante y agua, que al estar en fricción con el material rocoso crea un desequilibrio que produce su rotura, adhiriéndose las partículas de asfalto a la superficie. (MTC, 2013, p. 665)	La variable emulsión asfáltica será operacionalizada mediante su dimensión e indicador D1: Dosificación, I1: 4%, 6%, 8%.	Dosificación	4%, 6%, 8%	De razón
Variable Independiente 2: Mucílago de tuna	Son disoluble en líquido que se encuentra en la planta de la tuna, son viscosas y densas originando la disgregación en gelatinosos trozos de agua lo que le da la capacidad higroscópica. (Gómez, Villanueva y Henríquez, 2019, p. 44)	La variable mucílago de tuna será operacionalizada mediante su dimensión, dosificación, y sus indicadores 40%, 65%, 90%.	Dosificación	40%, 65%, 90%	De razón
Variable Independiente 3: Mesa vibratoria	Es una herramienta experimental para el estudio de espectros de sismos, así como también para el estudio de suelos, está basado en la aceleración, frecuencia, velocidad y desplazamiento. (Bernal, Aponte y Carrillo, 2015, p. 334-343)	La variable mesa vibratoria será operacionalizada mediante sus dimensiones e indicadores D1: Densidad seca I1: Densidad máxima seca y D2: Porcentaje de humedad I1: Optimo contenido de humedad.	Densidad seca	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	De razón
			Porcentaje de humedad	Optimo contenido de humedad (%)	De razón
Variable Dependiente: Mejoramiento de la subrasante	Es la alteración o preservación de una o más propiedades de la subrasante del suelo para mejorar las características de ingeniería y el rendimiento de un suelo. (Habiba, 2019, p. 44)	La variable mejoramiento de la subrasante será operacionalizada con sus dimensiones e indicadores, D1: Propiedad física, I1 índice de plasticidad. D2: Propiedad mecánica, I1: Densidad máxima seca, I2: Optimo contenido de humedad, I3: Resistencia.	Propiedad física	Índice plasticidad	De razón
			Propiedad mecánica	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	De razón
				Optimo contenido de humedad (%)	De razón
Resistencia del suelo (CBR)	De razón				

Anexo 2. Matriz de consistencia

Título: Aplicación de emulsión asfáltica – mucílago de tuna para mejorar la subrasante, cuantificando la densidad con mesa vibratoria, carretera Quellaveco, Moquegua 2022							
AUTORAS: Arpasi Mamani, María Mercedes Quispe Ramirez, Elida							
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	Emulsión asfáltica	Dosificación	4%, 6%,8%	Balanza electrónica	Tipo de investigación Aplicada Enfoque de investigación Cuantitativa El diseño de la investigación Preexperimental El nivel de la investigación: Explicativo Población: 10 km Carretera Quellaveco Muestra: km 16+000 al km 17+000 (2 calicatas) Carretera Quellaveco Muestreo: No probabilística
¿Cómo influye la aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna en las características de la subrasante y la cuantificación de la densidad con mesa vibratoria en la carretera Quellaveco, Moquegua 2022?	Demostrar que la aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna mejora las características de la subrasante y determinar la densidad con mesa vibratoria en la carretera Quellaveco, Moquegua 2022.	La aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna mejora las características de la subrasante y determina la densidad con mesa vibratoria en la carretera Quellaveco, Moquegua 2022.	Mucílago de tuna	Dosificación	40%, 65%, 90%	Balanza electrónica	
			Mesa vibratoria	Densidad seca	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	Ensayo para densidad de índice máximo utilizando una mesa vibratoria ASTM D-4253 MTC EM 115 NTP 339.137	
				Porcentaje de humedad	Optimo contenido de humedad (%)	Ensayo para densidad de índice máximo utilizando una mesa vibratoria ASTM D-4253 MTC EM 115 NTP 339.137	
Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	Mejoramiento de la subrasante	Propiedad física	Índice de plasticidad	Ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos ASTM D4318- 93 MTC EM 110-111 NTP 339.129	
¿De qué manera influye la aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna en el índice de plasticidad en la subrasante de la carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua 2022?	Determinar la influencia de aplicar emulsión asfáltica y mucílago de tuna al índice de plasticidad de la subrasante de la carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022.	La aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna influirá en el índice de plasticidad de la subrasante de la carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022.					
¿Como influye la aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna en la densidad máxima seca mediante la cuantificación con mesa vibratoria y el Proctor modificado en la subrasante de la carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022?	Determinar cómo influye la aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna en la cuantificación de la densidad máxima seca mediante la mesa vibratoria y el Proctor modificado en la subrasante de carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022.	La aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna, empleándose la mesa vibratoria y el Proctor modificado se cuantificaría efectivamente la densidad máxima seca de la subrasante de la carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022.					
¿Qué incidencia tiene la aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna en el óptimo contenido de humedad mediante la cuantificación con mesa vibratoria y el Proctor modificado en la subrasante de la carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua 2022?	Conocer como incide la aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna en el óptimo contenido de humedad mediante la mesa vibratoria y el Proctor modificado en la subrasante de la carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022.	La aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna, empleándose la mesa vibratoria y el Proctor modificado se cuantificaría el óptimo contenido de humedad incidiendo en la mejora de la subrasante, carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022.					
¿Como influye la aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna en la resistencia de la subrasante de carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua 2022?	Determinar la influencia de la aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna en la resistencia del suelo de la subrasante, carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022.	La aplicación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna influirá en la resistencia de la subrasante, carretera Quellaveco progresiva km 16-17, Moquegua, 2022.					
				Propiedad mecánica	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	Ensayo de Proctor modificado ASTM D-1557 MTC EM 115 NTP 339.141	
					Optimo contenido de humedad (%)	Ensayo de Proctor modificado ASTM D-1557 MTC EM 115 NTP 339.141	
					Resistencia del suelo (CBR)	Ensayo de CBR (California Bearing Ratio) ASTM 1883 MTC E132 NTP 339.145	

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos



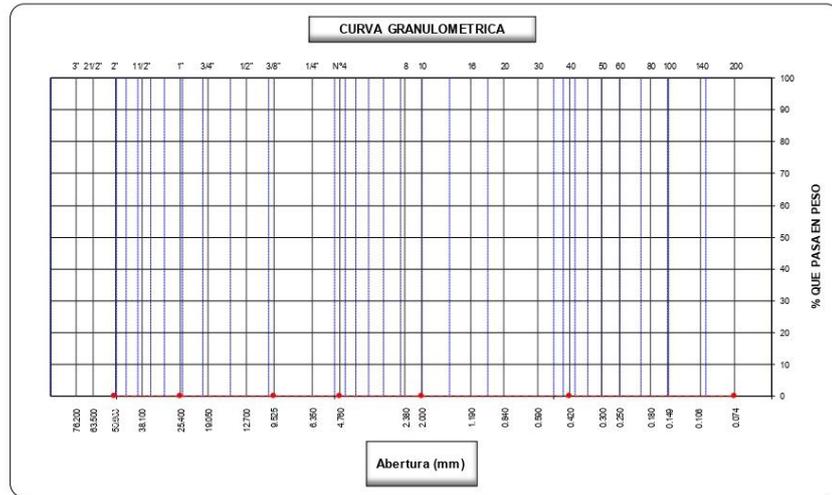
GEOTECNIA&PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
 CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

FORMATO ANALISIS GRANULOMETRICO

ASTM C136

SOLICITA : _____
 PROYECTO : _____
 CANTERA : _____
 MATERIAL : _____
 FECHA : _____ UBICACIÓN : _____

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg)
3"	73.000						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr)
2 1/2"	60.300						
2"	50.800						2. Características
1 1/2"	37.500						
1"	25.400						Grava (%)
3/4"	19.000						Arena (%)
1/2"	12.700						Finos (%)
3/8"	9.520						
1/4"	6.350						Pasa tamiz Nº 4 (5mm):
Nº 4	4.750						Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):
Nº 8	2.360						D60:
Nº 10	2.000						D30:
Nº 16	1.190						D10:
Nº 20	0.850						Coefficiente de uniformidad (Cu):
Nº 30	0.600						Grado de curvatura (Cc):
Nº 40	0.420						
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.250						
Nº 80	0.180						
Nº 100	0.150						
Nº 140	0.106						3. Observaciones (Fuente de Normalización)
Nº 200	0.074						Manual de carreteras "Especificaciones Técnicas
Pasante							Generales para Construcción" (EG-2013)



OBSERVACIONES : _____



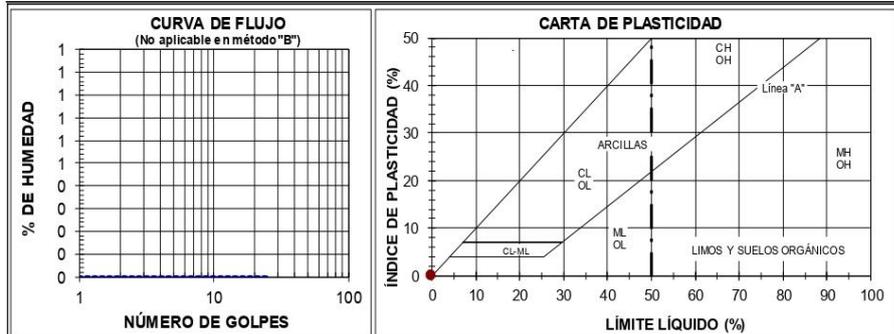
FORMATO ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG

ASTM D4318

SOLICITA : _____
 PROYECTO : _____
 CANTERA : _____
 MATERIAL : _____
 FECHA : _____ UBICACIÓN : _____

	LÍMITE LÍQUIDO			Método ("A" o "B"):	A
	1	2	3	PROMEDIO	
Nº TARRO					
TARRO + SUELO HUMEDO (g)					
TARRO + SUELO SECO (g)					
AGUA (g)					
PESO DEL TARRO (g)					
PESO DEL SUELO SECO (g)					
% DE HUMEDAD (g)					
Nº DE GOLPES					

	LÍMITE PLÁSTICO			PROMEDIO
	4	5		
Nº TARRO				
TARRO + SUELO HUMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				



RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO	
LÍMITE PLÁSTICO	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	-

IP = 0 → No plástico / 1 ≤ IP ≤ 5 → Ligeramente plástico
 6 ≤ IP ≤ 10 → Plasticidad baja / 11 ≤ IP ≤ 20 → Plasticidad media
 21 ≤ IP ≤ 40 → Plasticidad alta / IP > 40 → Muy plástico
 (según Buminster)

Observaciones: _____



FORMATO ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D1557

SOLICITA : _____
 PROYECTO : _____
 CANTERA : _____
 MATERIAL : _____
 FECHA : _____ UBICACIÓN : _____

MOLDE N° N° DE CAPAS	VOLUMEN DEL MOLDE				
	GOLPES POR CAPA				
				cm3	
				golpes	
DETERMINACION	N°	1	2	3	4
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.				
Peso del Molde	gr.				
Peso del Suelo Humedo	gr/cc				
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc				
CAPSULA	N°	5	6	7	8
Suelo Humedo + Tara	gr.				
Peso del Suelo Seco + Tara	gr.				
Peso del Agua	gr.				
Peso de la Tara	gr.				
Peso del Suelo Seco	gr.				
Humedad	%				
Promedio de Humedad	%				
Densidad del Suelo Seco	gr/cc				

DENSIDAD SECA :

HUMEDAD OPTIMA :



-Observaciones: _____



FORMATO CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

SOLICITA : _____
PROYECTO : _____
CANTERA : _____
MATERIAL : _____
FECHA : _____ UBICACIÓN : _____

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)		
Peso de la tara + muestra seca (gr)		
Peso del agua contenida (gr)		
Peso de la muestra seca (gr)		
Contenido de Humedad (%)		
Contenido de Humedad Promedio (%)		

-Observaciones: _____



FORMATO ENSAYO DE CBR.

METODO ASTM D - 1883

SOLICITA : _____
 PROYECTO : _____
 CANTERA : _____
 MATERIAL : _____
 FECHA : _____ UBICACIÓN : _____

ENSAYO	1		2		3	
	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
COND. DE LA MUESTRA	SECA		SECA		SECA	
Peso molde + suelo humedo						
Peso del Molde						
Peso del Suelo humedo						
Volumen del Molde						
Densidad humeda						
% de humedad						
DENSIDAD SECA						
Tara + suelo humedo						
Tara + suelo seco						
Peso del agua						
Peso de tara						
Peso del suelo seco						
% de humedad						

EXPANSION											
FECHA			TIEMPO			EXPANSION			EXPANSION		
INICIAL	FINAL	DIAS	A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%

PENETRACION										
UNIDADES		12 GOLPES			25 GOLPES			56 GOLPES		
mm.	pulg.	LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION	
		DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2
0.00	0.000									
0.64	0.025									
1.27	0.050									
1.91	0.075									
2.54	0.100									
5.08	0.200									
7.62	0.300									
10.16	0.400									
12.70	0.500									

OBSERVACIONES : _____



ENSAYO DE MESA VIBRATORIA

ASTM D 4253

SOLICITANTE
RESPONSABLE
MUESTRA
FECHA

LECTURAS	LECTURAS			VOLUMEN DE MOLDE (CM3)	PESO DE CARGA(KG)	VIBRACION (KH)	TIEMPO (SEG.)
	DIAL 01	DIAL 02	DIAL 03				
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							



GEOTECNIA&PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							

Anexo 4. Validez



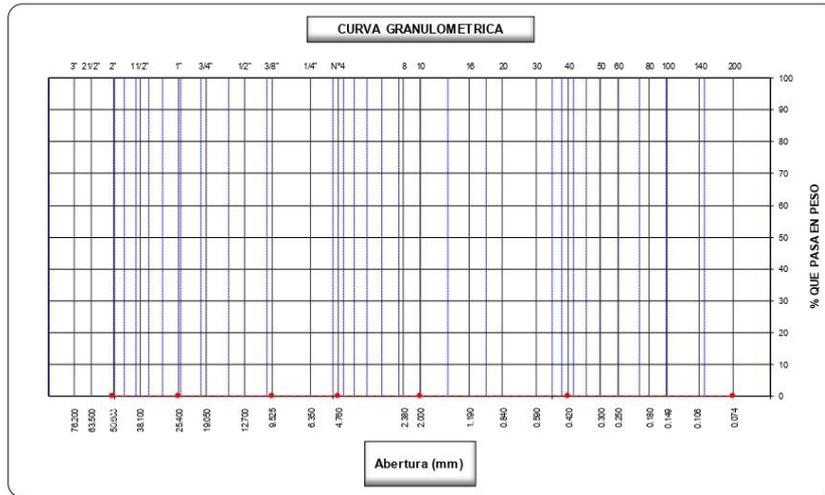
GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

FORMATO ANALISIS GRANULOMETRICO

ASTM C136

SOLICITA : _____
 PROYECTO : _____
 CANTERA : _____
 MATERIAL : _____
 FECHA : _____ UBICACIÓN : _____

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripcion
5"	127.000						1. <u>Peso de Material</u>
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg)
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)
2 1/2"	60.300						
2"	50.800						2. <u>Características</u>
1 1/2"	37.500						
1"	25.400						Grava (%)
3/4"	19.000						Arena (%)
1/2"	12.700						Finos (%)
3/8"	9.520						
1/4"	6.350						Pasa tamiz N° 4 (5mm):
N° 4	4.750						Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):
N° 8	2.360						D60:
N° 10	2.000						D30:
N° 16	1.190						D10:
N° 20	0.850						Coefficiente de uniformidad (Cu):
N° 30	0.600						Grado de curvatura (Cc):
N° 40	0.420						
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150						
N° 140	0.106						3. <u>Observaciones (Fuente de Normalización)</u>
N° 200	0.074						Manual de carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013)
Pasante							



OBSERVACIONES :

Miguel M. Pacheco Palomero
Miguel M. Pacheco Palomero
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 244824

Antonio Carlos Delahuitte Carbajal
Antonio Carlos Delahuitte Carbajal
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 239221

GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
 WILSON P. PAREDES CRUZ
 INGENIERO CIVIL CIP. N° 157985
 JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
 -Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
 -Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720 / #979589720
 -Correo: GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR@HOTMAIL.COM
 -RUC: 20532877947



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

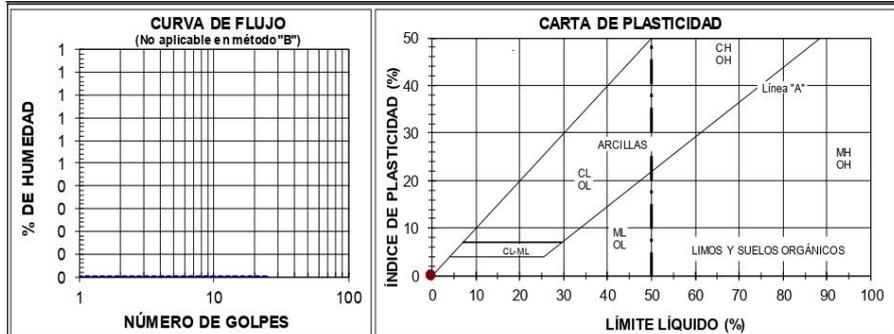
FORMATO ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG

ASTM D4318

SOLICITA : _____
PROYECTO : _____
CANTERA : _____
MATERIAL : _____
FECHA : _____ UBICACIÓN : _____

	LÍMITE LÍQUIDO		Método ("A" o "B"):	PROMEDIO
	1	2	3	
Nº TARRO				
TARRO + SUELO HUMEDO (g)				
TARRO + SUELO SECO (g)				
AGUA (g)				
PESO DEL TARRO (g)				
PESO DEL SUELO SECO (g)				
% DE HUMEDAD (g)				
Nº DE GOLPES				

	LÍMITE PLÁSTICO		PROMEDIO
	4	5	
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HUMEDO			
TARRO + SUELO SECO			
AGUA			
PESO DEL TARRO			
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			



RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO	
LÍMITE PLÁSTICO	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	-

IP = 0 → No plástico / 1 ≤ IP ≤ 5 → Ligeramente plástico
6 ≤ IP ≤ 10 → Plasticidad baja / 11 ≤ IP ≤ 20 → Plasticidad media
21 ≤ IP ≤ 40 → Plasticidad alta / IP > 40 → Muy plástico
(según Buminster)

Observaciones: _____

Miguel M. Pacheco Palomino
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 244824

Antonio Carlos Córdova Carabajal
INGENIERO CIVIL
CIP. 239221

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILBER PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 18788
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720 / #979589720
-Correo: GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR@HOTMAIL.COM
-RUC: 20532877947



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

FORMATO ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

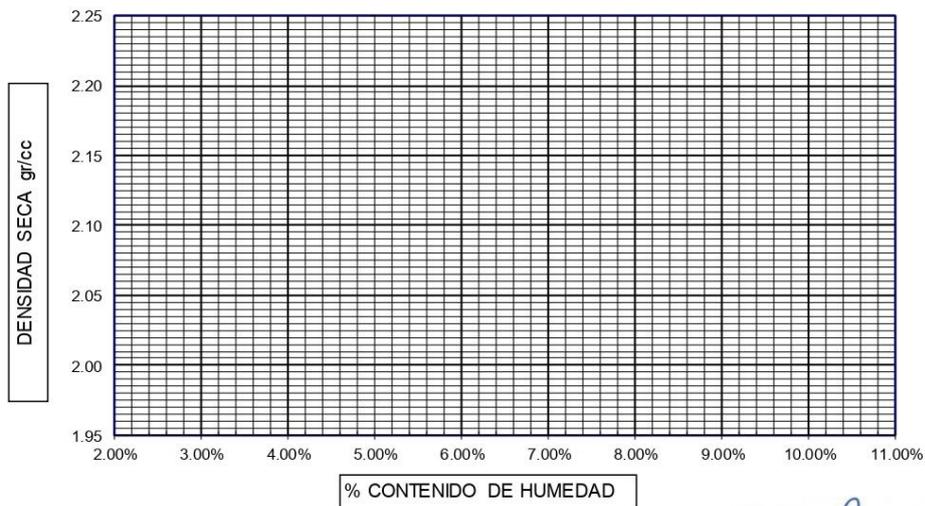
ASTM D1557

SOLICITA : _____
PROYECTO : _____
CANTERA : _____
MATERIAL : _____
FECHA : _____ UBICACIÓN : _____

MOLDE N° N° DE CAPAS		VOLUMEN DEL MOLDE				cm3
		GOLPES POR CAPA				golpes
DETERMINACION	N°	1	2	3	4	
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.					
Peso del Molde	gr.					
Peso del Suelo Humedo	gr/cc					
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc					
CAPSULA	N°	5	6	7	8	
Suelo Humedo + Tara	gr.					
Peso del Suelo Seco + Tara	gr.					
Peso del Agua	gr.					
Peso de la Tara	gr.					
Peso del Suelo Seco	gr.					
Humedad	%					
Promedio de Humedad	%					
Densidad del Suelo Seco	gr/cc					

DENSIDAD SECA :

HUMEDAD OPTIMA :



-Observaciones: _____

Miguel M. Pacheco Palomino
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 244824

Antonio Carlos Mahuilla Carbajal
INGENIERO CIVIL
CIP. 239221

GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILBER A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720 / #979589720
-Correo: GEOTECNIAPAVIMENTOSDELSUR@HOTMAIL.COM
-RUC: 20532877947



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

FORMATO CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

SOLICITA : _____
PROYECTO : _____
CANTERA : _____
MATERIAL : _____
FECHA : _____ UBICACIÓN : _____

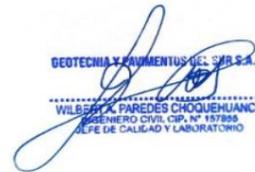
Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)		
Peso de la tara + muestra seca (gr)		
Peso del agua contenida (gr)		
Peso de la muestra seca (gr)		
Contenido de Humedad (%)		
Contenido de Humedad Promedio (%)		

-Observaciones: _____



Miguel M. Pacheco Palomino
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 244824


Antonio Carlos Calahorra Carbajal
INGENIERO CIVIL
CIP. 239221


GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILFREDO A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157898
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



FORMATO ENSAYO DE CBR.

METODO ASTM D - 1883

SOLICITA : _____
 PROYECTO : _____
 CANTERA : _____
 MATERIAL : _____
 FECHA : _____ UBICACIÓN : _____

ENSAYO	1		2		3	
	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
COND. DE LA MUESTRA	SECA		SECA		SECA	
Peso molde + suelo humedo						
Peso del Molde						
Peso del Suelo humedo						
Volumen del Molde						
Densidad humeda						
% de humedad						
DENSIDAD SECA						
Tara + suelo humedo						
Tara + suelo seco						
Peso del agua						
Peso de tara						
Peso del suelo seco						
% de humedad						

EXPANSION										
FECHA INICIAL	FECHA FINAL	TIEMPO DIAS	EXPANSION			EXPANSION			EXPANSION	
			A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL

PENETRACION											
UNIDADES		12 GOLPES			25 GOLPES			56 GOLPES			
mm.	pulg.	LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION		
		DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2	
0.00	0.000										
0.64	0.025										
1.27	0.050										
1.91	0.075										
2.54	0.100										
5.08	0.200										
7.62	0.300										
10.16	0.400										
12.70	0.500										

OBSERVACIONES : _____


 Miguel M. Pacheco Palomino
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 244824


 Antonio Carlos Delahuelle Carbajal
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 239221


 GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
 WILBER PAREDES CHOQUEHUANCA
 INGENIERO CIVIL CIP. N° 187888
 ALFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



ENSAYO DE MESA VIBRATORIA

ASTM D 4253

SOLICITANTE
RESPONSABLE
MUESTRA
FECHA

LECTURAS	LECTURAS			VOLUMEN DE MOLDE (CM3)	PESO DE CARGA(KG)	VIBRACION (KH)	TIEMPO (SEG.)
	DIAL 01	DIAL 02	DIAL 03				
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

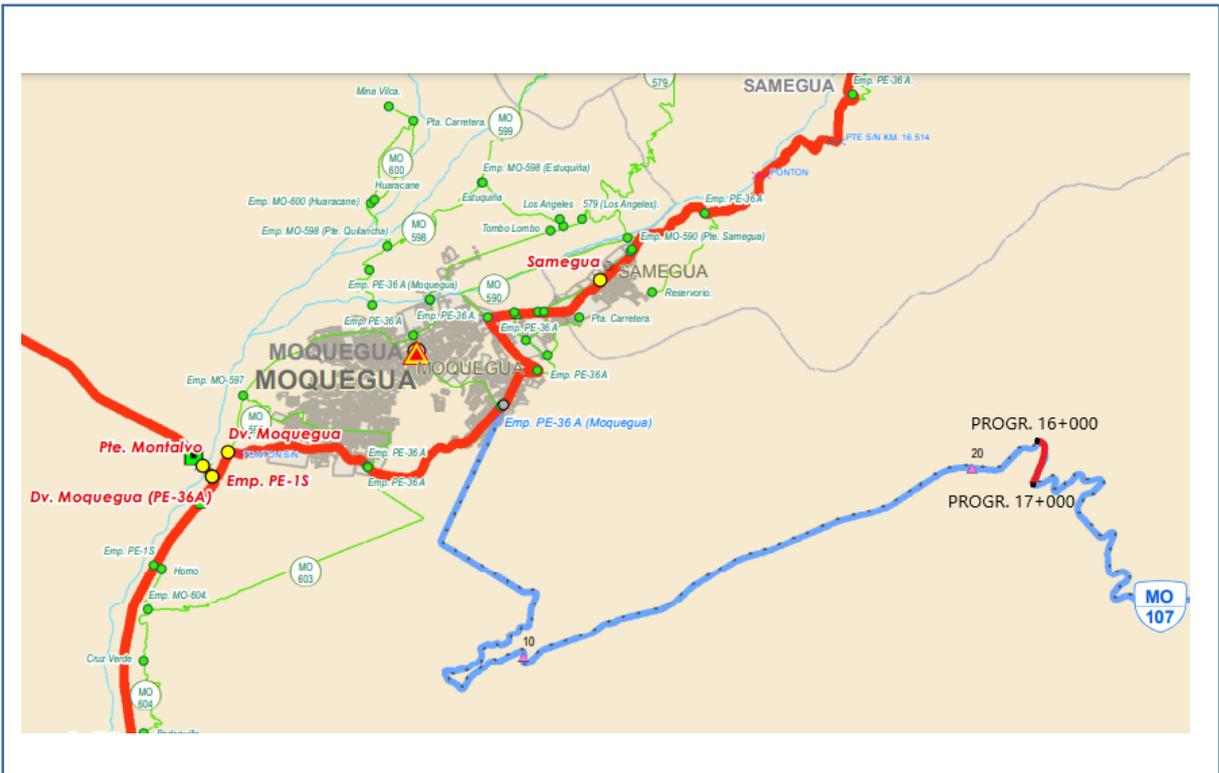
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							


Miguel M. Pacheco Palomino
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 244824


Antonio Carlos Galahulle Carbajal
INGENIERO CIVIL
CIP. 239221


GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILBER PAREDES CHOCQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 14785
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

Anexo 5. Mapas y Planos



MAPA VIAL DE MOQUEGUA



MAPA SATELITAL GOOGLE EARTH

Anexo 6. Panel fotográfico



Fotografía 1. Acceso a la carretera Quellaveco- Moquegua km 16+000



Fotografía 2. Acceso a la carretera Quellaveco – Moquegua km 17+000



Fotografía 3. Demarcación de la calicata N°01 en el km 16+000



Fotografía 4. Demarcación de la calicata N°02 en el km 17+000



Fotografía 5. Exploración a 0.35 m en la calicata N°01.



Fotografía 6. Exploración a 0.60 m en la calicata N°01.



Fotografía 7. Exploración a 1.10 m en la calicata N°01.



Fotografía 8. Exploración a 1.30 m en la calicata N°01.



Fotografía 9. Demarcación de la calicata N°02 en el km 17+000



Fotografía 10. Exploración a 1.10 m en la calicata N°02.



Fotografía 11. Recogemos la muestra para llevarlo al laboratorio.



Fotografía 12. Exploración a 1.50 m en la calicata N°02.



Fotografía 13. Estudio de tráfico vehicular en la carretera Quellaveco,



Fotografía 14. Estudio de tráfico vehicular en la Carretera Quellaveco.



Fotografía 15. Inicio del Ensayo de granulometría



Fotografía 16. Tamizaje con las mallas



Fotografía 17. Extracción de la muestra retenida en la malla N°200



Fotografía 18. Tamizaje con las mallas



Fotografía 19. Inicio del Ensayo de granulometría



Fotografía 20. Tamizaje con las mallas



Fotografía 21. Obtención de las penchas de tuna.



Fotografía 22. Peso de la penca de tuna.



Fotografía 23. Se realiza el lavado de la penca de tuna.



Fotografía 24. Lavado de las penchas de tuna.



Fotografía 25. Pencas de tunas lavadas.



Fotografía 26. Penca de tuna picadas,



Fotografía 27. Penca de tuna picadas.



Fotografía 28. Echamos el agua en proporción 1:1



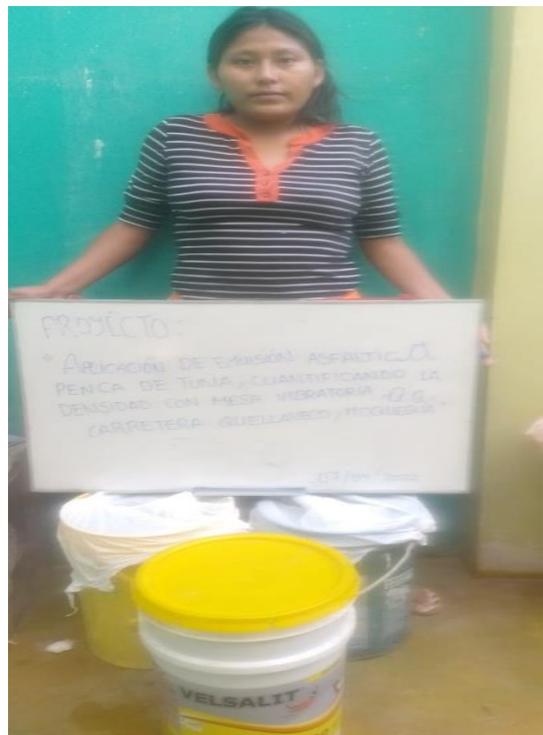
Fotografía 29. Pencas de tunas lavadas.



Fotografía 30. Penca de tuna picadas,



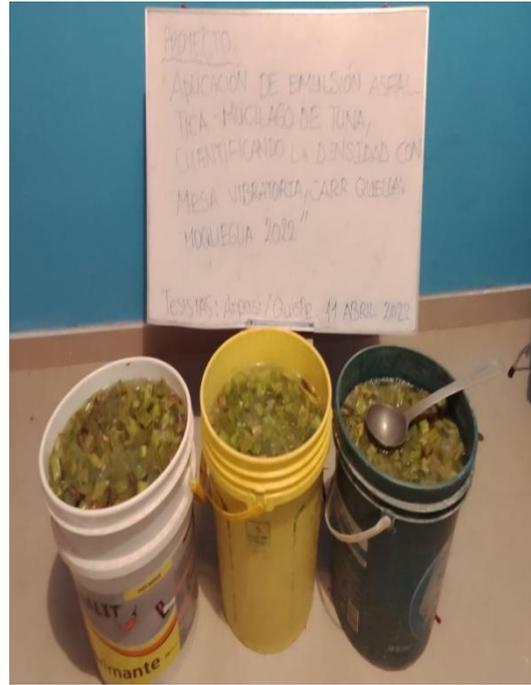
Fotografía 31. Penca de tuna picadas



Fotografía 32. Penca de tuna picadas en reposo.



Fotografía 33. Penca de tuna a 4 días de reposo.



Fotografía 34. Penca de tuna a 7 días de reposo.



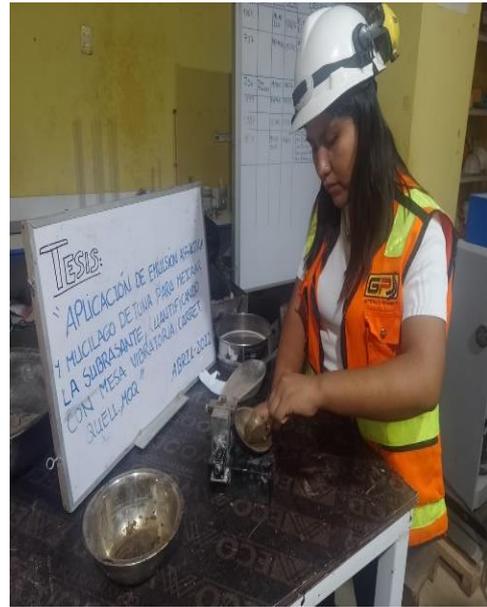
Fotografía 35. Colado del mucilago de la penca de tuna.



Fotografía 36. Obtención del mucilago de la penca de tuna.



Fotografía 37. Realizamos el cuarteo con la muestra.



Fotografía 38. Realizando el ensayo L.L. con la cuchara casa grande.



Fotografía 39. Ensayo de límite con la cuchara casa grande.



Fotografía 40. Realizamos el ensayo de L.P.



Fotografía 41 Ensayo de emulsión al 4% del ensayo IP



Fotografía 42. Mezclando la emulsión al 6%.



Fotografía 43. Ensayo de limite aplicado con mucilago de la penca de tuna. Emulsión asfáltica



Fotografía 44. Ensayo de limite aplicado con mucilago de la penca de tuna.



Fotografía 45. Muestra para ensayo de límites de consistencia



Fotografía 46. Ensayo de limite aplicado con emulsión asfáltica.



Fotografía 47. Pesaje de muestra para ensayo de límites de consistencia



Fotografía 48. Realizamos el ensayo de compactación con Proctor modificado (MT)



Fotografía 49. Equipo de mesa vibratoria (MV)



Fotografía 50. Ensayo de compactación aplicando la (MV)



Fotografía 51. Instrumentos del ensayo de compactación con mesa vibratoria



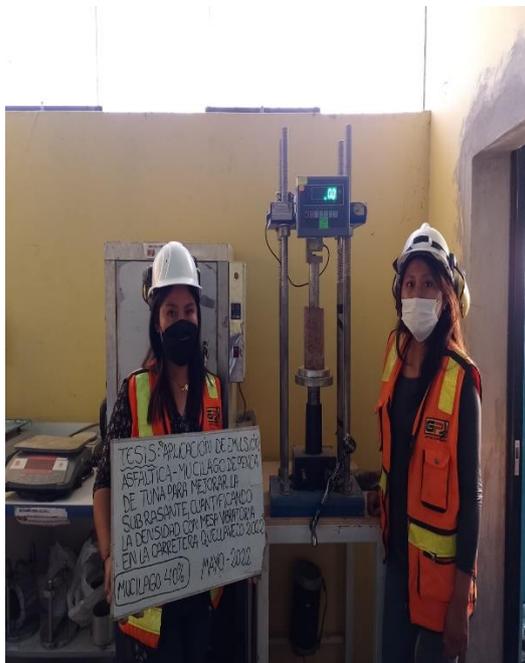
Fotografía 52. Midiendo la altura de la muestra.



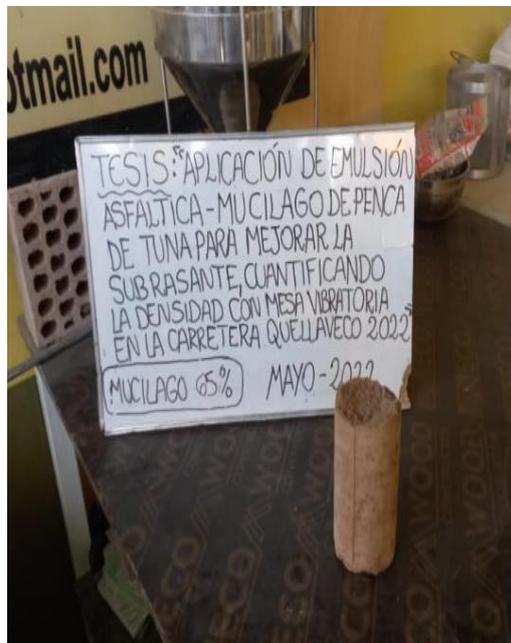
Fotografía 53. Ensayo de compactación de muestra de CBR con EA



Fotografía 54. Ensayo de compactación de muestra de CBR con MT



Fotografía 55. Ensayo de CBR con dosificaciones de MT



Fotografía 56. Muestra de CBR con 65% de MT

Anexo 7. Certificados de laboratorio de los ensayos



GEOTECNIA&PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

CALICATA – 02


GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILSON P. FAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 117866
OFICINA DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

PERFIL ESTRATIGRAFICO

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ

: BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANÍ

TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFÁLTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"

UBICACIÓN : DEPARTAMENTO MOQUEGUA

FECHA : ABRIL DEL 2022

CALICATA : C-2

PROF.	M.	GRAFICO	ESTRATO Espesor	CLASIFICACIÓN		INDICE DE PLASTICIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD	DESCRIPCIÓN
				AASHTO	SUCS			
0.1 m			E-01 0.80m.	A-2-7 Grava y arena arcillosa o limosa	Arena mal graduada con limo con grava con bloques SP SM	12.75 %	2.65 %	*Presenta Plasticidad
0.2 m								
0.3 m								
0.4 m								
0.5 m								
0.6 m								
0.7 m								
0.8 m								

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILIAM A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157898
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D422

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ
: BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANI

TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFALTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUBRASANTE. CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"

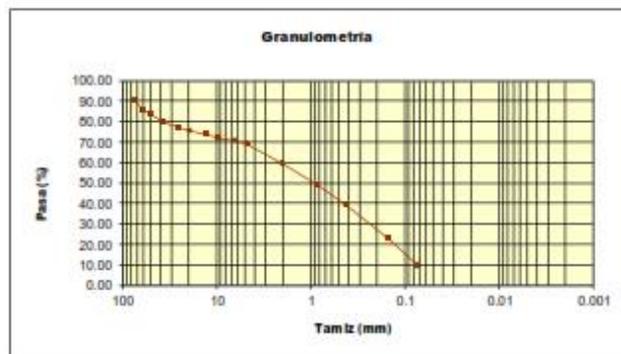
UBICACION : DEPARTAMENTO MOQUEGUA

FECHA : ABRIL DEL 2022 **CALICATA** : C-02

Tamiz (Pulg)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
3"	89.89	89.89	10.11	10.11
2 1/2"	85.37	85.37	14.63	4.52
2"	83.44	83.44	16.56	1.93
1 1/2"	79.37	79.37	20.63	4.07
1"	77.33	77.33	22.67	2.04
3/4"	75.49	75.49	24.51	1.84
1/2"	73.66	73.66	26.32	1.81
3/8"	71.55	71.55	28.45	2.13
1/4"	70.34	70.34	29.66	1.21
N°4	69.00	69.00	31.00	1.34
N°10	59.11	59.11	40.89	9.89
N°20	45.84	45.84	51.16	10.27
N°40	36.74	36.74	61.26	10.10
N°100	23.09	23.09	76.91	15.65
N°200	10.00	10.00	90.00	13.09

Límite líquido LL	45.62	%
Límite plástico LP	33.57	%
Índice plasticidad IP	12.75	%

Pasa tamiz N° 4 (5mm):	69.00 %
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	10.00 %
D60:	2.25 mm
D30:	0.27 mm
D10 (diámetro efectivo):	0.07 mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	30.37
Grado de curvatura (Cc):	0.44



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILBER PAREDES CHOCUEHUANCI
INGENIERO CIVIL, CPA, N° 151789
CALLE DE CHILACAY LABORATORIO



CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN SUCS Y AASHTO

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ
: BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANI

TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFALTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"

UBICACION : DEPARTAMENTO MOQUEGUA

FECHA : ABRIL DEL 2022

CALICATA : C-02

Clasificación S.U.C.S

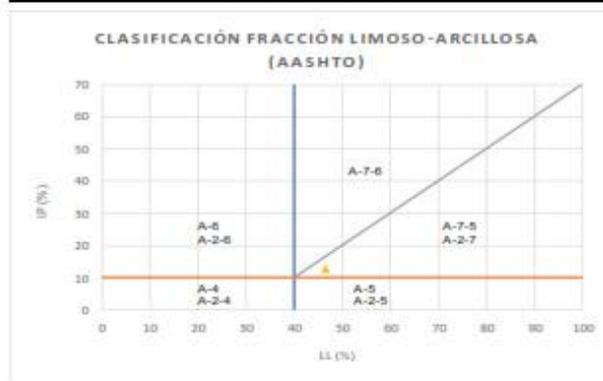


Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas. (Nomenclatura con símbolo doble).

Arena mal graduada con limo con grava con bloques SP SM

Clasificación AASHTO



Material granular

Excelente a bueno como subgrado

A-2-7 Grava y arena arcillosa o limosa

Valor del índice de grupo (IG):

0

GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C

WILSON PAREDES CHOCQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, M. S. 11889
SEPE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ
: BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANI

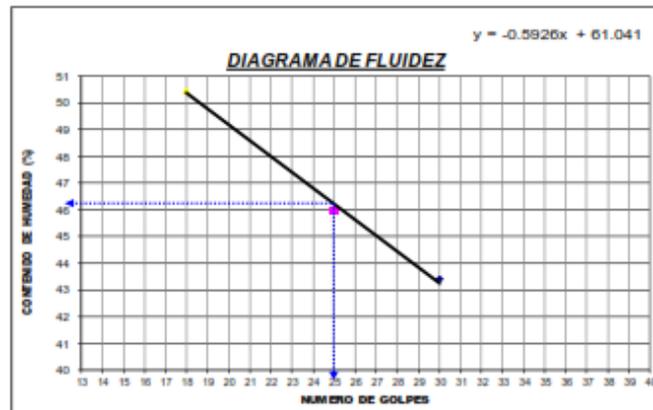
TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFALTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORA LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"

UBICACION : DEPARTAMENTO MOQUEGUA

FECHA : ABRIL DEL 2022 **CALIGATA** : C-02

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 08	TARA 01	TARA 12	TARA 03
PESO DE LA CAPSULA	g	17.99	17.01	16.79	
PESO DE MUESTRA HUMEDA + CAPSULA	g	43.40	43.99	47.59	
PESO DE MUESTRA SECA + CAPSULA	g	35.71	35.49	37.93	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	17.72	18.48	19.14	
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	7.69	8.50	9.86	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	43.40	46.00	50.47	
NUMERO DE GOLPES	unid.	30	25	18	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO					
DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 2	TARA 3	TARA 11	TARA 13
PESO DE LA CAPSULA	g	0.00	0.00	0.00	
PESO DE MUESTRA HUMEDA + CAPSULA	g	23.05	22.16	22.17	
PESO DE MUESTRA SECA + CAPSULA	g	16.95	16.49	16.59	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	16.95	16.49	16.59	
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	6.10	5.67	5.28	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	35.99	34.37	31.26	



RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO	46.62%
LIMITE PLASTICO	33.67%
INDICE DE PLASTICIDAD	12.75%

GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILSON A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, N° 15786
C.E. DE CALIDAD Y LABORATORIO

OBS :
"LA MUESTRA TIENE 12.75 % DE PLASTICIDAD.



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ
: BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANI
TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFALTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORA
LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA,
CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"
UBICACIÓN : DEPARTAMENTO MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2022 **CALICATA** : C-02

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)	150.00	150.00
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	441.00	440.00
Peso de la tara + muestra seca (gr)	434.00	432.00
Peso del agua contenida (gr)	7.00	8.00
Peso de la muestra seca (gr)	284.00	282.00
Contenido de Humedad (%)	2.46 %	2.84 %
Contenido de Humedad Promedio (%)	2.65 %	

GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERTEL PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 151986
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



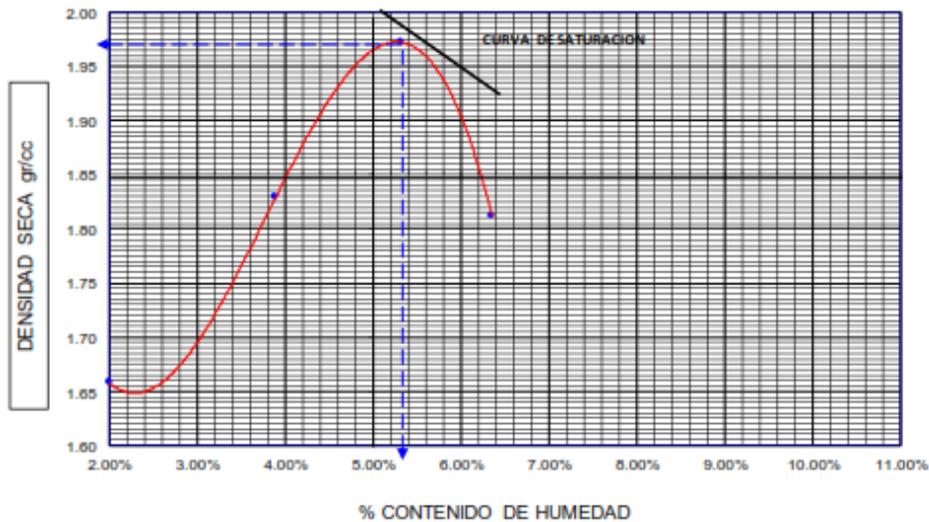
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D1557

MOLDE N°	1		VOLUMEN DEL MOLDE		2110	cm ³
N° DE CAPAS	5		GOLPES POR CAPA		56	golpes
DETERMINACION	N°	1	2	3	4	
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10009	10450	10825	10506	
Peso del Molde	gr.	6442	6442	6442	6442	
Peso del Suelo Humedo	gr/cc	3567	4008	4383	4066	
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.691	1.900	2.077	1.927	
CAPSULA	N°	5	6	7	8	
Suelo Humedo + Tara	gr.	509.0	508.0	475.0	452.0	
Peso del Suelo Seco + Tara	gr.	499.0	489.0	451.0	425.0	
Peso del Agua	gr.	10.00	19.00	24.00	27.00	
Peso de la Tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso del Suelo Seco	gr.	499.00	489.00	451.00	425.00	
Humedad	%	2.00%	3.89%	5.32%	6.35%	
Promedio de Humedad	%	2.00%	3.89%	5.32%	6.35%	
Densidad del Suelo Seco	gr/cc	1.657	1.828	1.972	1.812	

DENSIDAD SECA : 1.957 g/cm³

HUMEDAD OPTIMA : 5.3%



-Observaciones: Peso específico 2.56 gr/cm³

Proctor : 1.957 g/cm³ de la calicata N°02

GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
 WILBERTA INAREZ CHOURRANCA
 INGENIERA CIVIL, M. Sc., M. Ed. UPEL
 C. R. 14. CALIDAD Y LABORATORIOS



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE MESA VIBRATORIA(NATURAL)

ASTM D4253

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ
BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANÍ
TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFÁLTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORA LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"
UBICACIÓN : DISTRITO MOQUEGUA-PROVINCIA MARISCAL NIETO-DEPARTAMENTO MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2022

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

FRECUENCIA DE VIBRACION ELECTRICO	315: 3600	VPM
CAPACIDAD DE CARGA	800	voltios
	750	lbs

DETALLES DEL MOLDE

PESO DE LA SOBRECARGA	45.50	kg
VOLUMEN DEL MATERIAL	14,160	cm ³
TIEMPO DE VIBRADO	8	min
DIAMETRO	30	cm
AREA	707	cm ²

ALTURA INICIAL DE MUESTRA(D1)	98	mm.
ALTURA INICIAL DE MUESTRA(D2)	96	mm.
ALTURA INICIAL DE MUESTRA(D3)	100	mm.
	98	mm.
ALTURA FINAL DE MUESTRA (D1)	88	mm.
ALTURA FINAL DE MUESTRA (D2)	87	mm.
ALTURA FINAL DE MUESTRA (D3)	87	mm.
	87	mm.

ASENTAMIENTO	11	mm.
ALTURA	9	mm.
VOLUMEN CORREGIDO	6,597	cm ³
PESO DE MUESTRA	11,720	gr
DENSIDAD DE MUESTRA	1.78	gr/cm ³



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
VIA SANTA PAREDES CHOCQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, C.R.N. N° 151899
OFICINA DE CALIDAD Y LABORATORIO

DENSIDAD MAXIMA DE SUELO : 1.78 gr/cm³
HUMEDAD MAXIMA DE PROCTOR : 5.40 %



ENSAYO DE CBR.

METODO ASTM D-1557

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ

BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANÍ

TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFÁLTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORA LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"

UBICACIÓN : DISTRITO MOQUEGUA-PROVINCIA MARISCAL NIETO-DEPARTAMENTO MOQUEGUA

FECHA : ABRIL DEL 2022

CALICATA: C02

ENSAYO	1	2	3
	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
COND. DE LA MUESTRA	SECA	SECA	SECA
Peso molde + suelo humedo	10100	10750	13300
Peso del Molde	6597.6	6427.6	6182.9
Peso del Suelo humedo	3502.4	4322.2	5117.1
Volumen del Molde	2100.9	2103.99	2076.6
Densidad humeda	1.67	2.05	2.46
% de humedad	2.86	13.55	13.60
DENSIDAD SECA	1.621	1.809	2.107
Tara + suelo humedo	520.00	300.00	400.00
Tara + suelo seco	490.00	310.15	434.50
Peso del agua	14.0	14.5	28.4
Peso de tara	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	490.0	310.2	434.5
% de humedad	2.86	4.67	6.54

EXPANSION

FECHA INICIAL	FECHA FINAL	TIEMPO DIAS	EXPANSION			EXPANSION			EXPANSION		
			A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%

PENETRACIÓN

UNIDADES		12 GOLPES			25 GOLPES			56 GOLPES		
mm.	pulg.	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN Libras	lbs/Pg2	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN Libras	lbs/Pg2	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN Libras	lbs/Pg2
0.00	0.000	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0
0.64	0.025	0.2	30	10	2.8	55	18	4.0	66	22
1.27	0.050	0.4	32	11	4.5	71	24	9.0	114	38
1.91	0.075	0.7	35	12	6.2	87	29	15.0	170	57
2.54	0.100	0.85	36	12	6.5	89	30	21.4	230	77
5.08	0.200	1.2	38	13	19.3	210	70	82.5	809	270
7.62	0.300	108.0	1051	350	121.0	1174	391	257.0	2461	820
10.16	0.400	285.0	2726	909	298.0	2849	950	408.0	3900	1300
12.70	0.500	365.0	5376	1792	578.0	5499	1833	638.0	6067	2022

OBSERVACIONES :
° EL CBR DEL MATERIAL ES 4.9%.

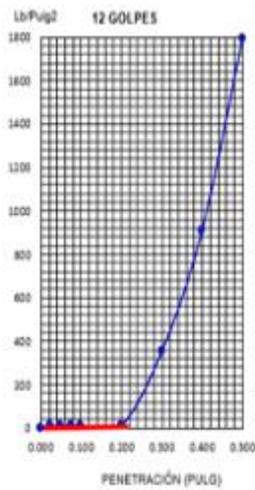
GEOTECNIA&PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILSON P. PINOES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, CIP, N° 117189
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



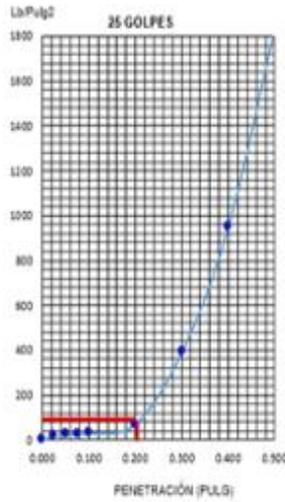
GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

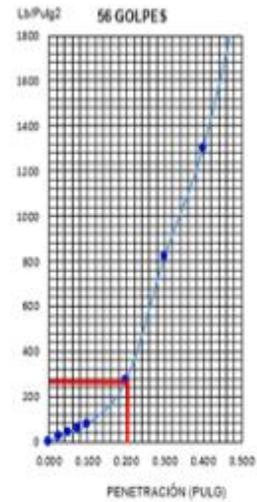
ENSAYO DE CBR



0.2"(%) = 1.27

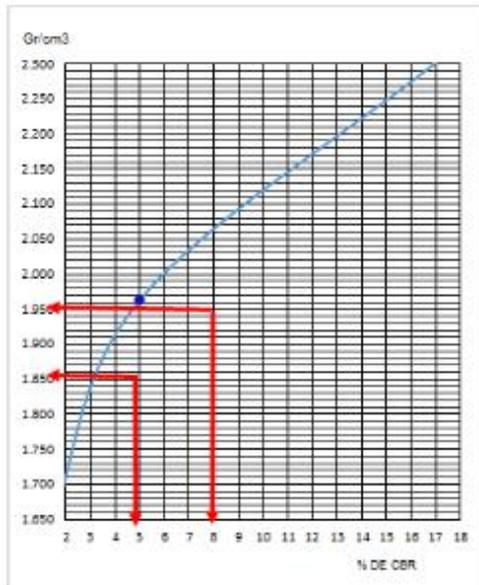


0.2"(%) = 7.00



0.2"(%) = 26.97

DETERMINACION DE CBR



Datos de Proctor:

Densidad seca	1.95	gr/cc.
humedad Óptima	5.30	%

CBR AL 95%: 4.9

CBR AL 100%: 8.0

GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
 AV. LOS ANDES 1000, PUNTO CHILQUIANCA
 CANTÓN EL TIGRE, PROV. CAÑAR, ECUADOR
 RUC: 20532877947



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

CALICATA – 01

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILSON PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL (CIP. N° 45786)
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

-Lima: Calle Pardo VI N°139 - Montserrat - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chiri Chiri

-Teléfono: 979589720 / 979589720
-Correo: GEOTECNIAYPAVIMENTOSDELSUR@HOTMAIL.COM
-RUC: 2053287947



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

PERFIL ESTRATIGRAFICO

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ

: BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANÍ

TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFALTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORA LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"

UBICACIÓN : DEPARTAMENTO MOQUEGUA

FECHA : ABRIL DEL 2022

CALICATA : C-01

PROF.	M.	GRAFICO	ESTRATO	CLASIFICACIÓN		INDICE DE PLASTICIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD	DESCRIPCIÓN
			Espesor	AASHTO	SUCS			
0.1 m			E-01 0.80 m.	A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa	Arena limosa con grava con bloques SM	8.02 %	2.71 %	*Presenta Plasticidad
0.20 m								
0.30 m								
0.40 m								
0.50 m								
0.60 m								
0.70 m								
0.80 m								

GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720 / #979589720
-Correo: GEOTECNIAYPAVIMENTOSDELSUR@HOTMAIL.COM
-RUC: 20532877947



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D422

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ
: BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANÍ

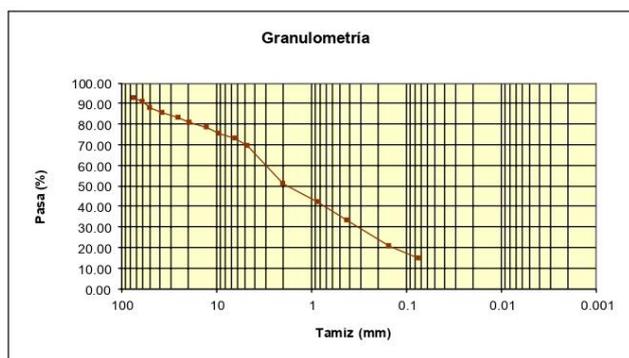
TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFÁLTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORA LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"

UBICACIÓN : DEPARTAMENTO MOQUEGUA **CALICATA** : C-01
FECHA : ABRIL DEL 2022

Tamiz (Pulg)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
3"	92.75	92.75	7.25	7.25
2 1/2"	90.52	90.52	9.48	2.23
2"	88.04	88.04	11.96	2.48
1 1/2"	85.35	85.35	14.65	2.69
1"	82.89	82.89	17.11	2.46
3/4"	80.66	80.66	19.34	2.23
1/2"	78.32	78.32	21.68	2.34
3/8"	75.03	75.03	24.97	3.29
1/4"	72.65	72.65	27.35	2.38
Nº4	69.43	69.43	30.57	3.22
Nº10	50.76	50.76	49.24	18.67
Nº20	41.97	41.97	58.03	8.79
Nº40	32.89	32.89	67.11	9.08
Nº100	20.72	20.72	79.28	12.17
Nº200	14.39	14.39	85.61	6.33

Límite líquido LL	35.02	%
Límite plástico LP	27.00	%
Índice plasticidad IP	8.02	%

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	69.43 %
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	14.39 %
D ₆₀ :	3.36 mm
D ₃₀ :	0.36 mm
D ₁₀ (diámetro efectivo):	0.00 mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	0.00
Grado de curvatura (Cc):	0.00



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILBERTA PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157895
ALFA DE CALIDAD Y LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720 / #979589720
-Correo: GEOTECNIAPAVIMENTOSDELSUR@HOTMAIL.COM
-RUC: 20532877947



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

PERFIL ESTRATIGRAFICO

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ

: BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANÍ

TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFÁLTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORA LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"

UBICACIÓN : DEPARTAMENTO MOQUEGUA

FECHA : ABRIL DEL 2022

CALICATA : C-01

PROF.	M.	GRAFICO	ESTRATO	CLASIFICACIÓN		INDICE DE PLASTICIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD	DESCRIPCIÓN
			Espesor	AASHTO	SUCS			
0.1 m			E-01 0.80 m.	A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa	Arena limosa con grava con bloques SM	8.02 %	2.71 %	*Presenta Plasticidad
0.20 m								
0.30 m								
0.40 m								
0.50 m								
0.60 m								
0.70 m								
0.80 m								

GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720 / #979589720
-Correo: GEOTECNIAYPAVIMENTOSDELSUR@HOTMAIL.COM
-RUC: 20532877947

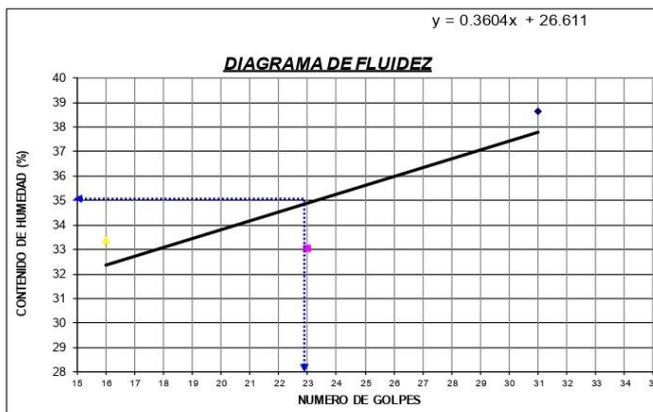


ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ
: BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANI
TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFALTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORA LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"
UBICACION : DEPARTAMENTO MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2022 **CALICATA** : C-01

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 11	TARA 12	TARA 13	TARA 10
PESO DE LA CAPSULA	g	16.29	17.11	16.41	
PESO DE MUESTRA HUMEDA + CAPSULA	g	28.27	27.18	26.68	
PESO DE MUESTRA SECA + CAPSULA	g	24.93	24.68	24.11	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	8.64	7.57	7.70	
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	3.34	2.50	2.57	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	38.66	33.03	33.38	
NUMERO DE GOLPES	unid.	31	23	16	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO					
DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 2	TARA 8	TARA 11	TARA 13
PESO DE LA CAPSULA	g	11.06	12.46	11.94	
PESO DE MUESTRA HUMEDA + CAPSULA	g	17.91	19.93	18.92	
PESO DE MUESTRA SECA + CAPSULA	g	16.48	18.32	17.43	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	5.42	5.86	5.49	
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	1.43	1.61	1.49	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	26.38	27.47	27.14	



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.
VILCOTA PAREDES CHOQUEHUANCO
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157895
ALFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO	35.02%
LIMITE PLASTICO	27.00%
INDICE DE PLASTICIDAD	8.02%

OBS :
*LA MUESTRA TIENE 8.02 % DE PLASTICIDAD.

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720 / #979589720
-Correo: GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR@HOTMAIL.COM
-RUC: 20532877947



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ
: BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANÍ

TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFÁLTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORA LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"

UBICACIÓN : DEPARTAMENTO MOQUEGUA **CALICATA** : C-01

FECHA : ABRIL DEL 2022

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)	138.00	138.00
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	441.00	442.00
Peso de la tara + muestra seca (gr)	433.00	434.00
Peso del agua contenida (gr)	8.00	8.00
Peso de la muestra seca (gr)	295.00	296.00
Contenido de Humedad (%)	2.71 %	2.70 %
Contenido de Humedad Promedio (%)	2.71 %	

GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILBERT PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157365
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D1557

SOLICITA : BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANI
BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ

PROYECTO : "APLICACION DE EMULSION ASFALTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"

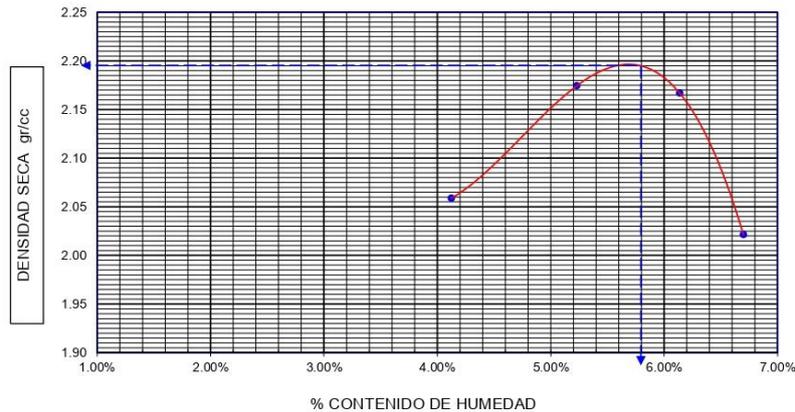
UBICACIÓN : DISTRITO MOQUEGUA-PROVINCIA MARISCAL NIETO-DEPARTAMENTO MOQUEGUA

FECHA : ABRIL DEL 2022 **CALICATA** : C-1

MOLDE N°		1	VOLUMEN DEL MOLDE			2110
N° DE CAPAS		5	GOLPES POR CAPA			56
DETERMINACION	N°	1	2	3	4	
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10965	11270	11295	10993	
Peso del Molde	gr.	6442	6442	6442	6442	
Peso del Suelo Humedo	gr/cc	4523	4828	4853	4551	
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	2.144	2.288	2.300	2.157	
CAPSULA	N°	5	6	7	8	
Suelo Humedo + Tara	gr.	505.0	503.0	467.0	446.0	
Peso del Suelo Seco + Tara	gr.	485.0	478.0	440.0	418.0	
Peso del Agua	gr.	20.00	25.00	27.00	28.00	
Peso de la Tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso del Suelo Seco	gr.	485.00	478.00	440.00	418.00	
Humedad	%	4.12%	5.23%	6.14%	6.70%	
Promedio de Humedad	%	4.12%	5.23%	6.14%	6.70%	
Densidad del Suelo Seco	gr/cc	2.059	2.174	2.167	2.021	

DENSIDAD SECA : 2.18 g/cm3

HUMEDAD OPTIMA : 5.80 %



OBS:
*Peso específico 2.58gr/cm3
Proctor : 2.18 g/cm3 de la calicata N°01



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE MESA VIBRATORIA

ASTM D4253

SOLICITA : BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANI
BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ

PROYECTO : "APLICACION DE EMULSION ASFÁLTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"

UBICACIÓN : DISTRITO MOQUEGUA-PROVINCIA MARISCAL NIETO-DEPARTAMENTO MOQUEGUA

FECHA : ABRIL DEL 2022 **CALICATA** : C-1

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

FRECUENCIA DE VIBRACION	315: 3600	VPM
ELECTRICO	800	voltios
CAPACIDAD DE CARGA	750	lbs

DETALLES DEL MOLDE

PESO DE LA SOBRECARGA	45.50	kg
VOLUMEN DEL MATERIAL	14,160	cm ³
TIEMPO DE VIBRADO	8	min
DIAMETRO	30	cm
AREA	707	cm ²

ALTURA INICIAL DE MUESTRA(D1)	97	mm.
ALTURA INICIAL DE MUESTRA(D2)	97	mm.
ALTURA INICIAL DE MUESTRA(D3)	96	mm.
	97	mm.
ALTURA FINAL DE MUESTRA (D1)	87	mm.
ALTURA FINAL DE MUESTRA (D2)	86	mm.
ALTURA FINAL DE MUESTRA (D3)	87	mm.
	87	mm.

ASENTAMIENTO	10	mm.
ALTURA	10	mm.
VOLUMEN CORREGIDO	7,069	cm ³
PESO DE MUESTRA	13,625	gr
DENSIDAD DE MUESTRA	1.98	gr/cm ³



DENSIDAD MAXIMA DE SUELO : 1.98
HUMEDAD MAXIMA DE PROCTOR : 5.90



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILBER A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720 / #979589720
-Correo: GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR@HOTMAIL.COM
-RUC: 20532877947



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE CBR.

METODO ASTM D - 1883

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ
BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANI

PROYECTO : "APLICACION DE EMULSION ASFÁLTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"

UBICACIÓN : DISTRITO MOQUEGUA-PROVINCIA MARISCAL NIETO-DEPARTAMENTO MOQUEGUA

FECHA : ABRIL DEL 2022 **CALICATA** : C- 01

ENSAYO	1		2		3	
	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
COND. DE LA MUESTRA	SECA		SECA		SECA	
Peso molde + suelo humedo	11180.90		11966.90		11585.80	
Peso del Molde	6895.30		7087.80		6997.60	
Peso del Suelo humedo	4285.60		4879.10		4588.20	
Volumen del Molde	2100.90		2103.99		2078.60	
Densidad humeda	2.27		2.35		2.41	
% de humedad	5.65		5.8		6.0	
DENSIDAD SECA	2.04		2.21		2.32	
Tara + suelo humedo	355.20		357.10		362.40	
Tara + suelo seco	310.00		310.20		314.50	
Peso del agua	45.20		46.90		47.90	
Peso de tara	0.00		0.00		0.00	
Peso del suelo seco	310.00		310.20		314.50	
% de humedad	5.65		5.8		6.0	

EXPANSION

FECHA	FECHA	TIEMPO	EXPANSION			EXPANSION			EXPANSION		
INICIAL	FINAL	DIAS	A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%

PENETRACION

UNIDADES	LECTURA	12 GOLPES			25 GOLPES			56 GOLPES		
		LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION	
mm.	pulg.	DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2
0.00	0.000	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0
0.64	0.025	0.90	37.00	12	3.6	63	21	4	66	22
1.27	0.050	1.70	45.00	15	5.5	81	27	9	114	38
1.91	0.075	3.80	64.00	21	9.2	116	39	15	170	57
2.54	0.100	4.40	70.00	23	14	161	54	21	212	71
5.08	0.200	5.90	87.00	29	27	291	97	73	689	230
7.62	0.300	19.00	201.00	67	73	689	230	285	2726	909
10.16	0.400	33.00	325.00	108	139	1384	461	476	4534	1511
12.70	0.500	58.00	539.00	180	268	2585	862	638	6067	2022

OBSERVACIONES :
° EL CBR DEL MATERIAL ES 8.3 %.

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

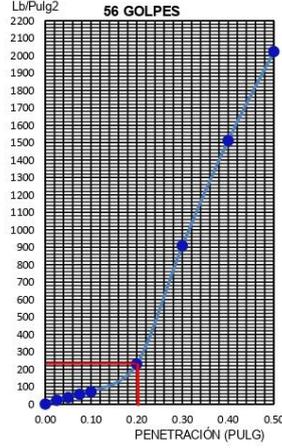
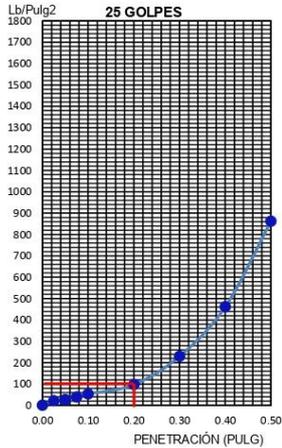
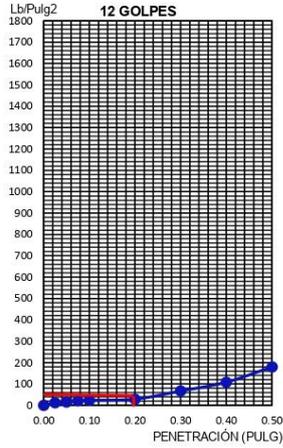
WILBERT PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 18785
CALLE DE CALIDAD Y LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N° 139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720 / #979589720
-Correo: GEOTECNIAYPAVIMENTOSDELSUR@HOTMAIL.COM
-RUC: 20532877947



ENSAYO DE CBR

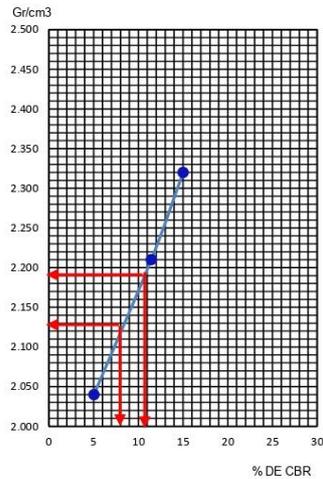


0.2"(%)= 5.04

0.2"(%)= 11.4

0.2"(%)= 15.02

DETERMINACION DE CBR



Datos de Proctor:

Densidad seca	2.18	gr/cc.
humedad Optima	5.80	%

CBR AL 95%: 8.3

CBR AL 100%: 11.2

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
 WILSON PAREDES CHOQUEHUANCA
 INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855
 JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA&PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG (4% DE EMULSION)

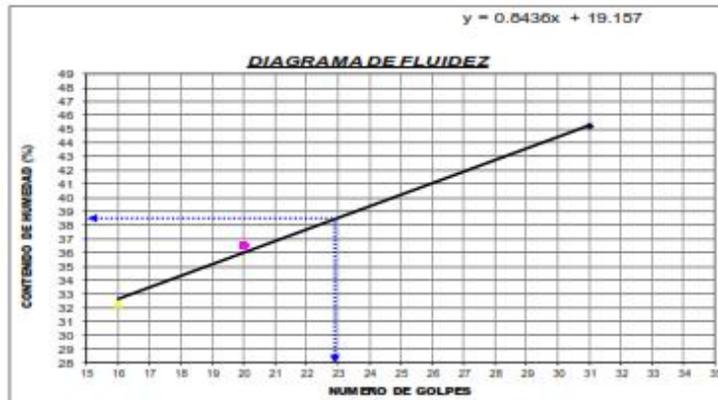
SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ
BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANI
TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASPALTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORA LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA (BUELLAVELCO, MOQUEGUA, 2022)"
UBICACION : DISTRITO MOQUEGUA-PROVINCIA MARISCAL NIETO-DEPARTAMENTO MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2022 ADICION 4% M - 01

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 11	TARA 12	TARA 13	TARA 14
PESO DE LA CAPSULA	g	15.39	17.59	16.74	
PESO DE MUESTRA HUMEDA, CAPSULA	g	29.24	27.16	26.49	
PESO DE MUESTRA SECA, CAPSULA	g	24.93	24.66	24.11	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	9.54	6.79	7.37	
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	4.31	2.48	2.38	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	45.18	36.52	32.29	
NUMERO DE GOLPES	vib.	31	20	16	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 2	TARA 3	TARA 11	TARA 12
PESO DE LA CAPSULA	g	12.04	12.94	12.60	
PESO DE MUESTRA HUMEDA, CAPSULA	g	17.95	19.94	18.00	
PESO DE MUESTRA SECA, CAPSULA	g	16.46	18.32	17.00	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	4.44	5.36	4.40	
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	1.47	1.62	1.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	33.11	30.11	22.75	



RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO	38.50%
LIMITE PLASTICO	28.66%
INDICE DE PLASTICIDAD	9.84%

OBS :
"LA MUESTRA TIENE 9.8 DE PLASTICIDAD ."

GEOTECNIA&PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILMA PAREDES OROZCO
INGENIERA CIVIL, ESPECIALISTA EN
LABORATORIO DE SUELOS Y LABORATORIO

-Lima: Calle Paolo VI N° 139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chon Chon

-Teléfono: 979589720 / #979589720
-Correo: GEOTECNIA&PAVIMENTOSDELSUR@HOTMAIL.COM
-RUC: 20532877947



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

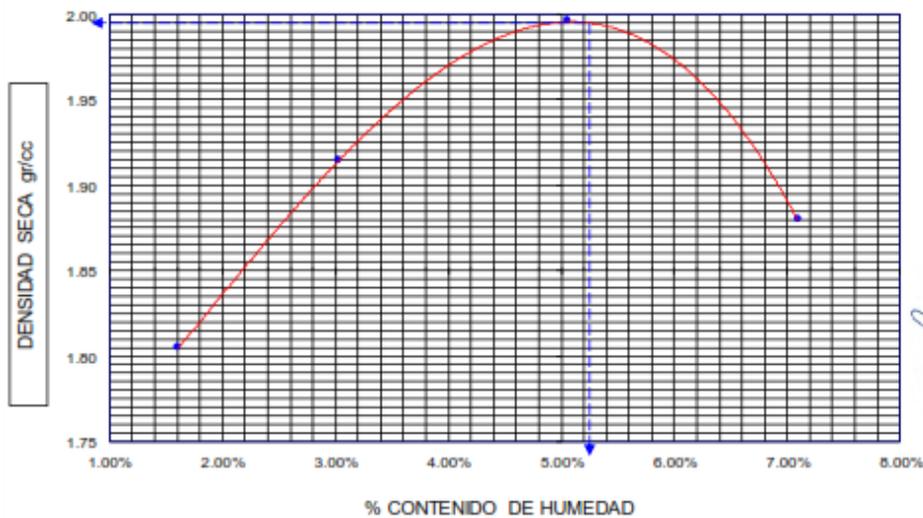
ASTM D1557

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ
 BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANÍ
 TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFÁLTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORA LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"
 UBICACIÓN : DISTRITO MOQUEGUA-PROVINCIA MARISCAL NIETO-DEPARTAMENTO MOQUEGUA
 FECHA : ABRIL DEL 2022 ADICIÓN 4% EMULSIÓN

MOLDE N° N° DE CAPAS	1		VOLUMEN DEL MOLDE		2110	cm³
	5		GOLPES POR CAPA		56	golpes
DETERMINACION	N°	1	2	3	4	
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10311	10004	10665	10669	
Peso del Molde	gr.	6442	6442	6442	6442	
Peso del Suelo Humedo	gr/cc	3869	4162	4423	4247	
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.834	1.973	2.096	2.013	
CAPSULA	N°	5	6	7	8	
Suelo Humedo + Tara	gr.	473.5	503.0	470.0	453.0	
Peso del Suelo Seco + Tara	gr.	466.0	466.2	447.4	423.0	
Peso del Agua	gr.	7.50	14.80	22.60	30.00	
Peso de la Tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso del Suelo Seco	gr.	466.00	466.20	447.40	423.00	
Humedad	%	1.61%	3.03%	5.05%	7.09%	
Promedio de Humedad	%	1.61%	3.03%	5.05%	7.09%	
Densidad del Suelo Seco	gr/cc	1.803	1.914	1.995	1.879	

DENSIDAD SECA : 1.99 g/cm3

HUMEDAD OPTIMA : 5.20 %





ENSAYO DE MESA VIBRATORIA (4% EMULSION)

SOLICITA : BACH. ELIDA GUISPE RAMIREZ
BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANI
TITULO : "APLICACION DE EMULSION ASFALTICA - MUEBLADO DE LUNA PARA MEJORA LA DURABILIDAD, CUANTIFICACION DE LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"
UBICACION : DISTRITO MOQUEGUA-PROVINCIA MARISCAL NIETO-DEPARTAMENTO MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2022

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

FRECUENCIA DE VIBRACION ELECTRICO	315: 3600 800	VPM voltios
CAPACIDAD DE CARGA	750	lbs

DETALLES DEL MOLDE

PESO DE LA SOBRECARGA	45.50	kg
VOLUMEN DEL MATERIAL	14,160	cm ³
TIEMPO DE VIBRADO	8	min
DIAMETRO	30	cm
AREA	707	cm ²

ALTURA INICIAL DE MUESTRA (D1)	100	mm.
ALTURA INICIAL DE MUESTRA (D2)	98	mm.
ALTURA INICIAL DE MUESTRA (D3)	97	mm.
	98	mm.
ALTURA FINAL DE MUESTRA (D1)	92	mm.
ALTURA FINAL DE MUESTRA (D2)	93	mm.
ALTURA FINAL DE MUESTRA (D3)	95	mm.
	93	mm.

ASENTAMIENTO	5	mm.
ALTURA	15	mm.
VOLUMEN CORREGIDO	10,603	cm ³
PESO DE MUESTRA	19,220	gr
DENSIDAD DE MUESTRA	1.81	gr/cm ³



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
ING. WALTER PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 151985
OFICINA DE CALIDAD Y LABORATORIO

DENSIDAD MAXIMA DE SUELO : 1.81 gr/cm³
HUMEDAD MAXIMA DE PROCTOR : 5.20 %



GEOTECNIA&PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE CBR.

METODO ASTM D - 1883

OLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ
BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANI

ESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFALTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORA LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"

UBICACION : DISTRITO MOQUEGUA-PROVINCIA MARISCAL NIETO-DEPARTAMENTO MOQUEGUA

FECHA : ABRIL DEL 2022 **ADICIÓN 4% EMULSIÓN**

ENSAYO	1		2		3	
	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
COND. DE LA MUESTRA	SECA		SECA		SECA	
Peso molde + suelo humedo	10000		11350		12000	
Peso del Molde	6997.6		7057.8		8182.9	
Peso del Suelo humedo	3002.4		4292.2		4817.1	
Volumen del Molde	2104.9		2113.99		2070.6	
Densidad humeda	1.71		2.02		2.22	
% de humedad	5.07		6.93		6.53	
DENSIDAD SECA	1.029		1.886		2.085	
Tara + suelo humedo	300.00		300.00		300.00	
Tara + suelo seco	316.60		317.15		314.50	
Peso del agua	16.1		17.4		16.0	
Peso de tara	0.0		0.0		0.0	
Peso del suelo seco	316.6		317.2		314.5	
% de humedad	5.07		5.49		5.72	

EXPANSION

FECHA INICIAL	FECHA FINAL	TIEMPO DIAS	EXPANSION			EXPANSION			EXPANSION		
			A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%

PENETRACION

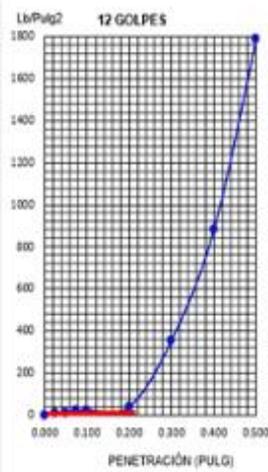
UNDADES	LECTURA	12 GOLPES			25 GOLPES			56 GOLPES		
		LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION	
mm.	pulg.	DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2
0.00	0.000	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0
0.64	0.025	0.9	37	12	4.5	71	24	9.0	114	38
1.27	0.050	1.0	38	13	14.0	161	54	25.0	265	88
1.91	0.075	3.5	61	20	23.0	246	82	30.0	312	104
2.54	0.100	4.4	70	23	35.0	386	129	54.0	540	180
5.08	0.200	9.2	116	39	50.0	559	186	70.0	691	230
7.62	0.300	110.0	1070	357	121.0	1174	391	257.0	2461	820
10.16	0.400	277.0	2650	883	321.0	3007	1022	408.0	3890	1297
12.70	0.500	563.0	5357	1786	572.0	5442	1814	597.0	5679	1893

OBSERVACIONES :
* EL CBR DEL MATERIAL ES 13.51%.

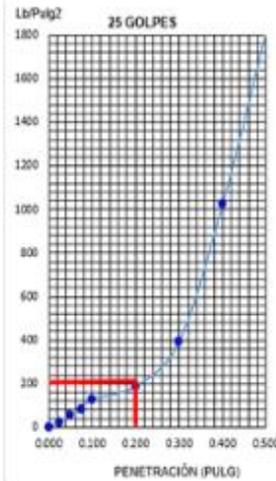
GEOTECNIA&PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILBERTA TAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, CP. N° 151189
EFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



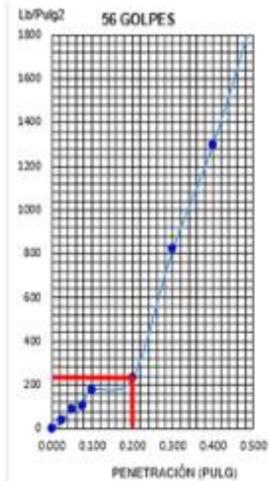
ENSAYO DE CBR



0.2"(%)= **3.87**

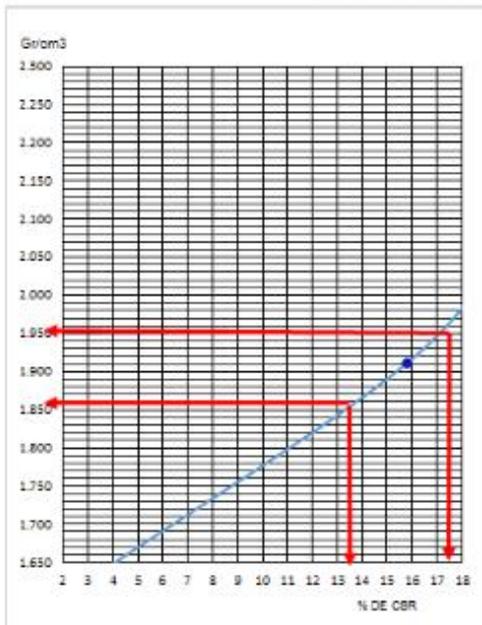


0.2"(%)= **18.63**



0.2"(%)= **23.03**

DETERMINACION DE CBR



Datos de Proctor:

Densidad seca	1.99	gr/cc.
humedad Optima	5.20	%

CBR AL 95%: **13.51**

CBR AL 100%: **17.24**

GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
 WILSON PAREDES CHOCQUEHUANDA
 INGENIERO CIVIL, CPA, Nº 12788
 OFICINA DE CALIDAD Y LABORATORIO



ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG (6% DE EMULSION)

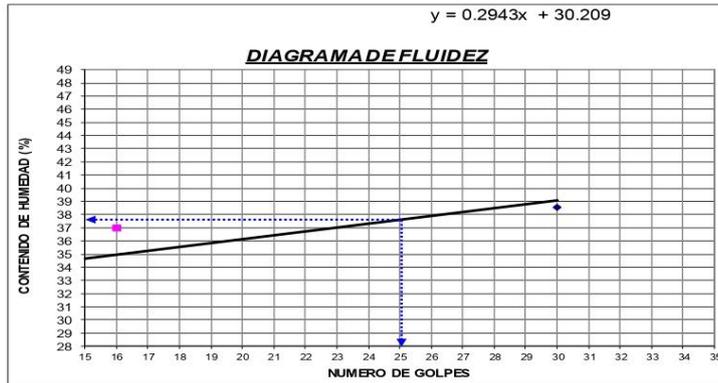
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 11	TARA 12	TARA 13	TARA 10
PESO DE LA CAPSULA	g	15.39	17.89	16.74	
PESO DE MUESTRA HUMEDA + CAPSULA	g	29.40	27.22	26.53	
PESO DE MUESTRA SECA + CAPSULA	g	25.50	24.70	24.15	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	10.11	6.81	7.41	
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	3.90	2.52	2.38	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	38.58	37.00	32.12	
NUMERO DE GOLPES	unid.	30	16	12	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 2	TARA 8	TARA 11	TARA 13
PESO DE LA CAPSULA	g	12.04	12.94	12.60	
PESO DE MUESTRA HUMEDA + CAPSULA	g	27.92	19.42	18.30	
PESO DE MUESTRA SECA + CAPSULA	g	24.70	17.80	17.00	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	12.70	4.86	4.40	
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	3.22	1.62	1.30	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	25.35	33.33	29.57	

$$y = 0.2943x + 30.209$$



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	37.60%
LIMITE PLASTICO	29.42%
INDICE DE PLASTICIDAD	8.18%

OBS :
 °LA MUESTRA TIENE 8.18 DE PLASTICIDAD .

GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
 WILBERT PAREDES CHOQUEHUANCA
 INGENIERO CIVIL, CPA N° 157863
 JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

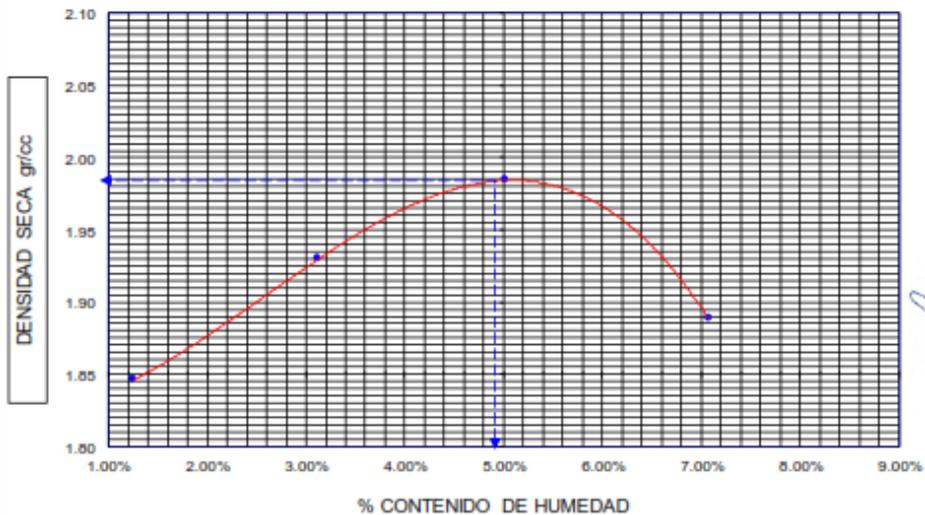
ASTM D1557

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ
 BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANÍ
TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFÁLTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORA LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA. CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"
UBICACIÓN : DISTRITO MOQUEGUA-PROVINCIA MARISCAL NIETO-DEPARTAMENTO MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2022 **ADICIÓN 6% EMULSIÓN**

MOLDE N° N° DE CAPAS	1		VOLUMEN DEL MOLDE		2110	cm ³
	5		GOLPES POR CAPA		56	golpes
DETERMINACION	N°	1	2	3	4	
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10385	10641	10839	10709	
Peso del Molde	gr.	6442	6442	6442	6442	
Peso del Suelo Humedo	gr/cc	3943	4199	4397	4267	
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.669	1.990	2.064	2.022	
CAPSULA	N°	5	6	7	8	
Suelo Humedo + Tara	gr.	466.0	495.0	466.3	449.7	
Peso del Suelo Seco +Tara	gr.	462.0	460.0	444.0	420.0	
Peso del Agua	gr.	6.00	15.00	22.30	29.70	
Peso de la Tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso del Suelo Seco	gr.	462.00	460.00	444.00	420.00	
Humedad	%	1.24%	3.13%	5.02%	7.07%	
Promedio de Humedad	%	1.24%	3.13%	5.02%	7.07%	
Densidad del Suelo Seco	gr/cc	1.846	1.930	1.984	1.889	

DENSIDAD SECA : 2.00 g/cm3

HUMEDAD OPTIMA : 4.9%





ENSAYO DE MESA VIBRATORIA (6% EMULSION)

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ
BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANÉ
TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFALTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORA LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"
UBICACIÓN : DISTRITO MOQUEGUA-PROVINCIA MARISCAL NIETO-DEPARTAMENTO MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2022

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

FRECUENCIA DE VIBRACION	315: 3600	VPM
ELECTRICO	800	voltios
CAPACIDAD DE CARGA	750	lbs

DETALLES DEL MOLDE

PESO DE LA SOBRECARGA	45.50	kg
VOLUMEN DEL MATERIAL	14,160	cm ³
TIEMPO DE VIBRADO	8	min
DIAMETRO	30	cm
AREA	707	cm ²

ALTURA INICIAL DE MUESTRA (D1)	97	mm.
ALTURA INICIAL DE MUESTRA (D2)	96	mm.
ALTURA INICIAL DE MUESTRA (D3)	96	mm.
	96	mm.
ALTURA FINAL DE MUESTRA (D1)	92	mm.
ALTURA FINAL DE MUESTRA (D2)	91	mm.
ALTURA FINAL DE MUESTRA (D3)	93	mm.
	92	mm.

ASENTAMIENTO	4	mm.
ALTURA	16	mm.
VOLUMEN CORREGIDO	11,074	cm ³
PESO DE MUESTRA	20,500	gr
DENSIDAD DE MUESTRA	1.85	gr/cm ³



DENSIDAD MAXIMA DE SUELO : 1.85 gr/cm³
HUMEDAD MAXIMA DE PROCTOR : 4.90 %



ENSAYO DE CBR.

METODO ASTM D - 1583

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ
BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANÍ
TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFÁLTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORA LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"
UBICACIÓN : DISTRITO MOQUEGUA-PROVINCIA MARISCAL NIETO-DEPARTAMENTO MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2022 **ADICIÓN 6% EMULSIÓN**

ENSAYO	1		2		3	
	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
COND. DE LA MUESTRA	SECA		SECA		SECA	
Peso molde + suelo humedo	10021.55		11794.5		13004	
Peso del Molde	6697.6		6697.6		6102.9	
Peso del Suelo humedo	4123.95		4897		5501.1	
Volumen del Molde	2104.9		2113.99		2076.6	
Densidad humeda	1.95		2.32		2.65	
% de humedad	5.35		13.55		13.00	
DENSIDAD SECA	1.899		2.040		2.330	
Tara + suelo humedo	300.00		300.00		300.00	
Tara + suelo seco	317.02		313.15		314.50	
Peso del agua	17.1		13.2		14.5	
Peso de tara	0.0		0.0		0.0	
Peso del suelo seco	317.0		313.2		314.5	
% de humedad	5.35		4.20		4.61	

EXPANSION														
FECHA		FECHA		TIEMPO		EXPANSION			EXPANSION			EXPANSION		
INICIAL	FINAL	DIAS	A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%			

Página 1

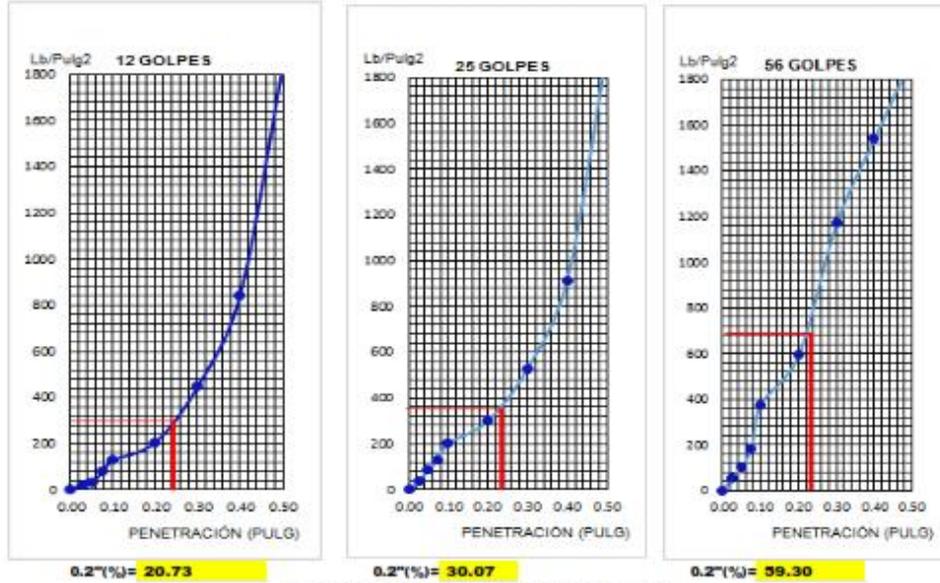
PENETRACION											
UNIDADES	12 GOLPES				25 GOLPES				56 GOLPES		
	LECTURA	CORRECCION			LECTURA	CORRECCION			LECTURA	CORRECCION	
mm.	pulg.	DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2	
0.00	0.00	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	
0.64	0.03	4.0	65	22	8.3	107	36	14.0	161	54	
1.27	0.05	7.0	94	31	25.0	265	88	30.0	312	104	
1.91	0.08	23.0	246	82	39.0	397.5	133	56.0	559	186	
2.54	0.10	38.0	388	129	61.0	606	202	116.0	1126.4	375	
5.08	0.20	62.7	622	207	92.3	902	301	185.0	1779	593	
7.62	0.30	140.0	1353	451	165.0	1590	530	368.0	3511.45	1170	
10.16	0.40	265.0	2536	845	287.0	2744	915	486.0	4628.2	1543	
12.70	0.50	576.0	5480	1827	599.1	5698.8	1900	600.1	5709	1903	

EL CBR DEL MATERIAL ES 16.04%.

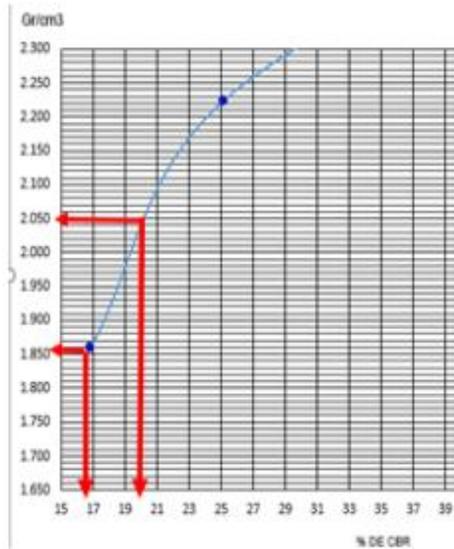

GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILFREDO FARIÑAS CHOQUEHUANDA
INGENIERO CIVIL, CPA, N° 15188
C.E. DE CALIDAD Y LABORATORIO



ENSAYO DE CBR



DETERMINACION DE CBR



Datos de Proctor:

Densidad seca	2.000	gr/cc.
humedad Optima	4.90	%

CBR AL 95%: 16.04

CBR AL 100%: 20.67

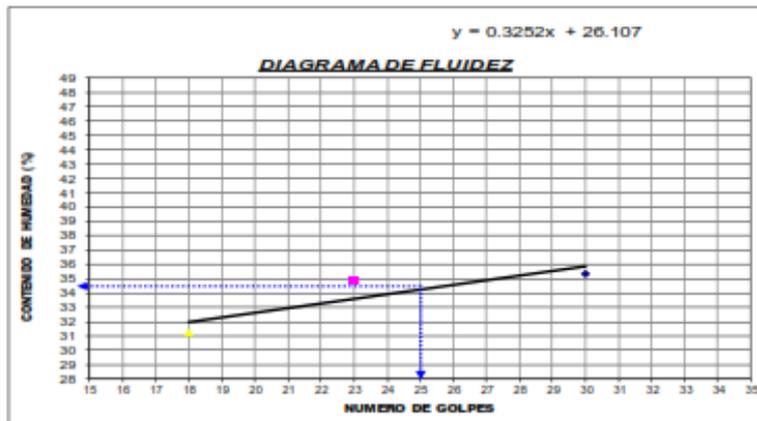
GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
 WILSON A. FAREDES CHOQUEHUANCA
 INGENIERO CIVIL, CIP, N° 13788
 OFICINA DE CALIDAD Y LABORATORIO



ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG (8% DE EMULSION)

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 11	TARA 12	TARA 13	TARA 14
PESO DE LA CAPSULA	g	15.39	17.89	16.74	
PESO DE MUESTRA HUMEDA, CAPSULA	g	28.30	27.21	26.41	
PESO DE MUESTRA SECA, CAPSULA	g	24.93	24.80	24.11	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	9.54	6.91	7.37	
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	3.37	2.41	2.30	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	35.32	34.88	31.21	
NUMERO DE GOLPES	UND.	30	23	18	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO					
DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 2	TARA 3	TARA 11	TARA 13
PESO DE LA CAPSULA	g	12.04	12.24	12.60	
PESO DE MUESTRA HUMEDA, CAPSULA	g	17.85	19.80	17.01	
PESO DE MUESTRA SECA, CAPSULA	g	16.40	18.50	16.00	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	4.36	5.56	3.40	
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	1.45	1.30	1.01	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	33.26	23.38	29.74	



RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO	34.50%
LIMITE PLASTICO	25.79%
INDICE DE PLASTICIDAD	5.71%

OBS :
 *LA MUESTRA TIENE 5.71% DE PLASTICIDAD .

GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
 WILSON PAREDES CHOQUEHUANCA
 INGENIERO CIVIL, CIP. N° 18788
 OFICINA DE CALIDAD Y LABORATORIO



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D1557

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ

BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANI

TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFÁLTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORA LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"

UBICACIÓN : DISTRITO MOQUEGUA-PROVINCIA MARISCAL NIETO-DEPARTAMENTO MOQUEGUA

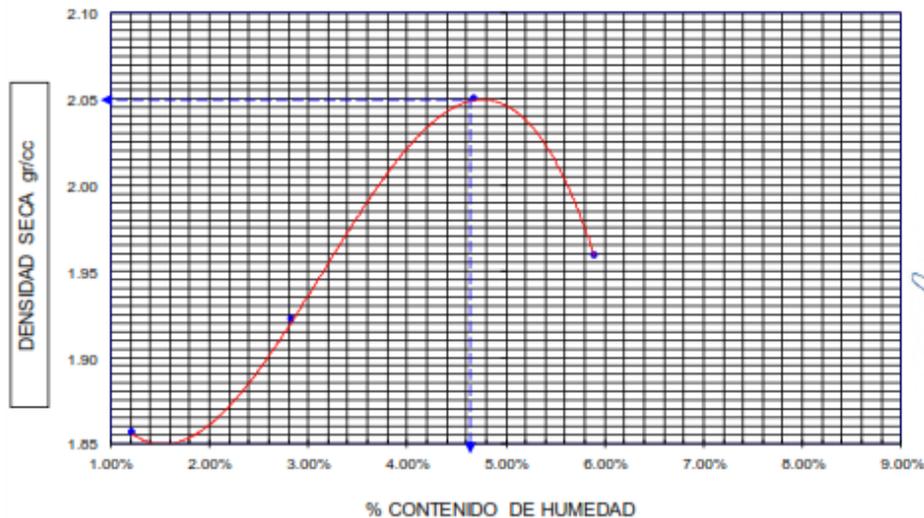
FECHA : ABRIL DEL 2022

ADICIÓN 8% EMULSIÓN

MOLDEN°	1	VOLUMEN DEL MOLDE		2110	cm³
N° DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA		56	golpes
DETERMINACION	N°	1	2	3	4
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10405	10611	10966	10819
Peso del Molde	gr.	6442	6442	6442	6442
Peso del Suelo Humedo	gr/cc	3963	4169	4526	4377
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.878	1.976	2.145	2.074
CAPSULA	N°	5	6	7	8
Suelo Humedo + Tara	gr.	499.0	507.0	470.0	449.0
Peso del Suelo Seco + Tara	gr.	493.0	493.0	449.0	424.0
Peso del Agua	gr.	6.00	14.00	21.00	25.00
Peso de la Tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del Suelo Seco	gr.	493.00	493.00	449.00	424.00
Humedad	%	1.22%	2.84%	4.66%	5.90%
Promedio de Humedad	%	1.22%	2.84%	4.68%	5.90%
Densidad del Suelo Seco	gr/cc	1.856	1.921	2.049	1.999

DENSIDAD SECA : 2.05 g/cm3

HUMEDAD OPTIMA : 4.60%



[Handwritten signature]



ENSAYO DE MESA VIBRATORIA (8% EMULSION)

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ
BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANI
TESIS : ("APLICACION DE EMULSION ASFALTICA - MUCILASO DE TUNA PARA MEJORA LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA (QUELLAVECO), MOQUEGUA, 2022")
UBICACION : DISTRITO MOQUEGUA-PROVINCIA MARISCAL NIETO-DEPARTAMENTO MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2022

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

FRECUENCIA DE VIBRACION	315: 3600	VPM
ELECTRICO	800	voltios
CAPACIDAD DE CARGA	750	lbs

DETALLES DEL MOLDE

PESO DE LA SOBRECARGA	45.50	kg
VOLUMEN DEL MATERIAL	14,160	cm3
TIEMPO DE VIBRADO	8	min
DIAMETRO	30	cm
AREA	707	cm2

ALTURA INICIAL DE MUESTRA (D1)	100	mm.
ALTURA INICIAL DE MUESTRA (D2)	102	mm.
ALTURA INICIAL DE MUESTRA (D3)	101	mm.
	101	mm.
ALTURA FINAL DE MUESTRA (D1)	90	mm.
ALTURA FINAL DE MUESTRA (D2)	92	mm.
ALTURA FINAL DE MUESTRA (D3)	91	mm.
	91	mm.

ASENTAMIENTO	10	mm.
ALTURA	10	mm.
VOLUMEN CORREGIDO	7,069	cm3
PESO DE MUESTRA	13,412	gr
DENSIDAD DE MUESTRA	1.90	gr/cm3



DENSIDAD MAXIMA DE SUELO : 1.90 gr/cm3
HUMEDAD MAXIMA DE PROCTOR : 4.60 %



ENSAYO DE CBR.

METODO ASIM D - 1883

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ
BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANI
TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFALTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORA LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"
UBICACIÓN : DISTRITO MOQUEGUA-PROVINCIA MARISCAL NIETO-DEPARTAMENTO MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2022 **ADICIÓN 8% EMULSIÓN**

ENSAYO	1		2		3	
	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
COND. DE LA MUESTRA	SECA		SECA		SECA	
Peso molde + suelo humedo	10482		11350		11910	
Peso del Molde	6442		6442		6442	
Peso del Suelo humedo	4040		4908		5468	
Volumen del Molde	2110		2110		2110	
Densidad humeda	1.91		2.33		2.59	
% de humedad	4.15		13.55		13.60	
DENSIDAD SECA	1.838		2.048		2.281	
Tara + suelo humedo	300.00		300.00		300.00	
Tara + suelo seco	313.02		314.15		315.50	
Peso del agua	13.0		14.0		15.0	
Peso de tara	0.0		0.0		0.0	
Peso del suelo seco	313.0		314.2		315.5	
% de humedad	4.15		4.46		4.73	

EXPANSION											
FECHA	FECHA	TIEMPO	EXPANSION			EXPANSION			EXPANSION		
INICIAL	FINAL	DIAS	A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%

Página 1

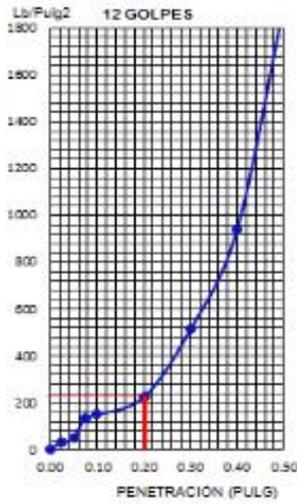
PENETRACIÓN										
UNIDADES		12 GOLPES			25 GOLPES			56 GOLPES		
mm.	pulg.	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN	
		DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2
0.00	0.00	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0
0.64	0.03	8.0	103.5	35	9.0	113	38	16.0	179.5	60
1.27	0.05	13.0	151	50	29.0	302.8	101	31.0	321.7	107
1.91	0.08	39.2	399.3	133	42.0	425	142	59.0	588	195
2.54	0.10	45.0	454	151	63.0	625	208	125.0	1211	404
5.08	0.20	68.0	672	224	93.0	908	303	189.0	1816	605
7.62	0.30	160.0	1542	514	179.0	1722	574	378.0	3681	1227
10.16	0.40	296.0	2829	943	346.0	3303	1101	497.0	4732	1577
12.70	0.50	595.6	5704.2	1901	601.6	5723	1908	601.9	5726	1909

OBSERVACIONES :
* EL CBR DEL MATERIAL ES 20.68%.

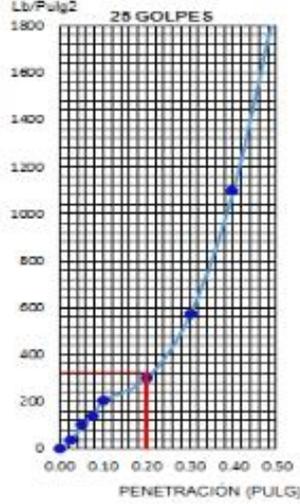
GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILSON PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, M. S. T. S. S.
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



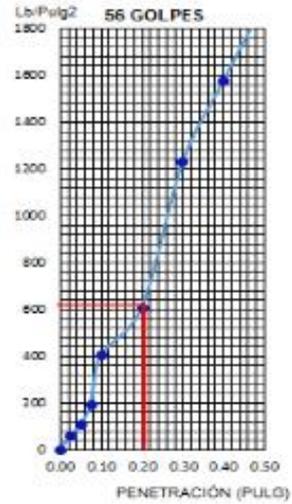
ENSAYO DE CBR



0.2"(%)= **22.4**

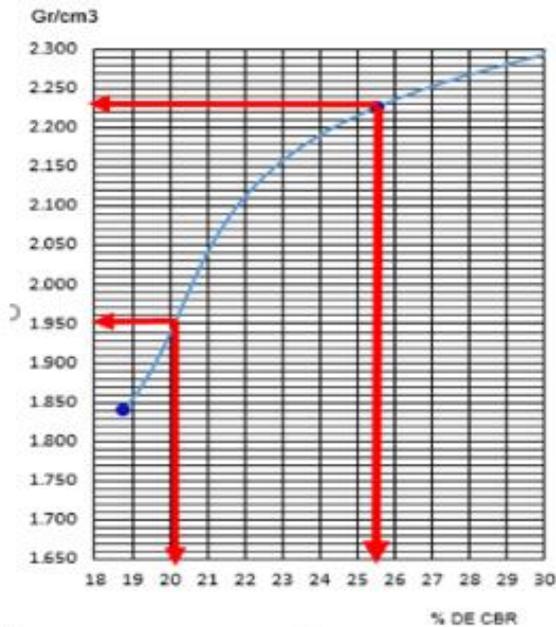


0.2"(%)= **30.27**



0.2"(%)= **60.53**

DETERMINACION DE CBR



Datos de Proctor:

Densidad seca	2.050	gr/cc.
humedad Óptima	4.60	%

CBR AL 95%: **20.68**

CBR AL 100%: **25.50**

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
 WILSON P. PINO DE CRUZ
 INGENIERO CIVIL, CIP. N° 107885
 OFICINA DE CALIDAD Y LABORATORIO



ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG (40% DE MUCILAGO DE TUNA)

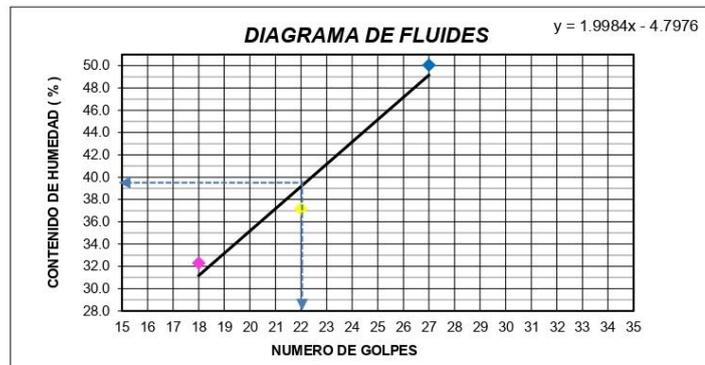
SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ
: BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANI
TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFÁLTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESAVIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"
UBICACIÓN: DEPARTAMENTO MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2022 **ADICIÓN:** 40%

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION DE LA CAPSULA	UNIDAD	TARA 11	TARA 12	TARA 13	TARA 14
PESO DE LA CAPSULA	g	17.51	15.42	16.74	
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + CAPSULA	g	31.36	27.16	26.49	
PESO DE LA MUESTRA SECA + CAPSULA	g	26.74	23.98	24.11	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	9.23	8.56	7.37	
PESO DEL AGUA EN LA MUESTRA	g	4.62	3.18	2.38	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	50.05	37.15	32.29	
NUMERO DE GOLPES	unid.	27	22	18	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION DE LA CAPSULA	UNIDAD	TARA 11	TARA 12	TARA 13	TARA 14
PESO DE LA CAPSULA	g	12.38	12.14	12.41	
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + CAPSULA	g	17.92	18.19	19.07	
PESO DE LA MUESTRA SECA + CAPSULA	g	16.54	17.17	17.43	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	4.16	5.03	5.02	
PESO DEL AGUA EN LA MUESTRA	g	1.38	1.02	1.64	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	33.17	20.28	32.67	



RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO	39.83%
LIMITE PLÁSTICO	28.71%
INDICE DE PLASTICIDAD	11.12%

GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILSON PAREDES CHOUQUIMANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855
ALFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

OBS :
*LA MUESTRA TIENE 11.12% DE PLASTICIDAD.



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D1557

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ
BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANÍ

TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFÁLTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORA LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"

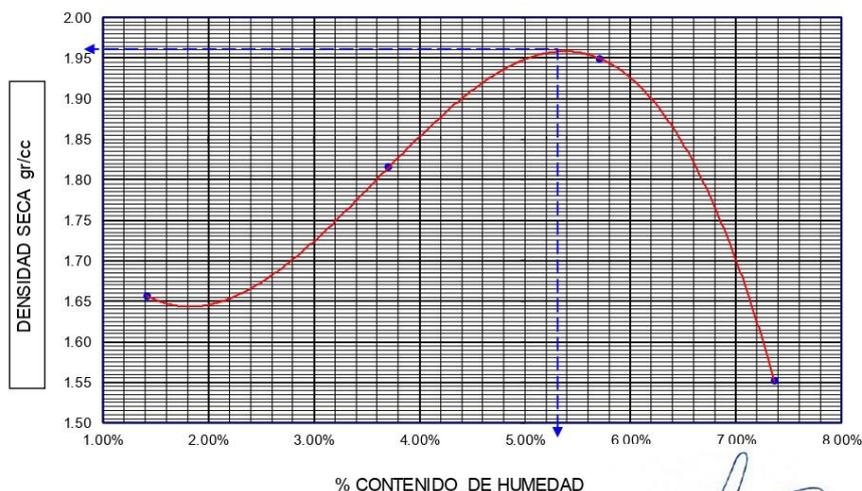
UBICACIÓN : DISTRITO MOQUEGUA-PROVINCIA MARISCAL NIETO-DEPARTAMENTO MOQUEGUA

FECHA : MAYO DEL 2022 **ADICIÓN 40% - MUCILAGO DE PENCA DE TUNA - M-01**

MOLDE N° N° DE CAPAS	1		VOLUMEN DEL MOLDE		2110	cm3
	5		GOLPES POR CAPA		56	golpes
DETERMINACION	N°	1	2	3	4	
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	9987	10415	10790	9956	
Peso del Molde	gr.	6442	6442	6442	6442	
Peso del Suelo Humedo	gr/cc	3545	3973	4348	3514	
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.680	1.883	2.061	1.665	
CAPSULA	N°	5	6	7	8	
Suelo Humedo + Tara	gr.	501.0	503.0	518.0	510.0	
Peso del Suelo Seco + Tara	gr.	494.0	485.0	490.0	475.0	
Peso del Agua	gr.	7.00	18.00	28.00	35.00	
Peso de la Tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso del Suelo Seco	gr.	494.00	485.00	490.00	475.00	
Humedad	%	1.42%	3.71%	5.71%	7.37%	
Promedio de Humedad	%	1.42%	3.71%	5.71%	7.37%	
Densidad del Suelo Seco	gr/cc	1.657	1.816	1.949	1.551	

DENSIDAD SECA : 1.96 g/cm3

HUMEDAD OPTIMA : 5.30 %



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
VALLEGRANDE PAREDES CROQUEHUANDA
INGENIERO CIVIL CIP, N° 157895
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE MESA VIBRATORIA (40% MUCILAGO)

ASTM D4253

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

FRECUENCIA DE VIBRACION	315: 3600	VPM
ELECTRICO	800	voltios
CAPACIDAD DE CARGA	750	lbs

DETALLES DEL MOLDE

PESO DE LA SOBRECARGA	45.50	kg
VOLUMEN DEL MATERIAL	14,160	cm ³
TIEMPO DE VIBRADO	8	min
DIAMETRO	30	cm
AREA	707	cm ²

ALTURA INICIAL DE MUESTRA (D1)	98	mm.
ALTURA INICIAL DE MUESTRA (D2)	97	mm.
ALTURA INICIAL DE MUESTRA (D3)	98	mm.
	98	mm.
ALTURA FINAL DE MUESTRA (D1)	89	mm.
ALTURA FINAL DE MUESTRA (D2)	89	mm.
ALTURA FINAL DE MUESTRA (D3)	87	mm.
	88	mm.

ASENTAMIENTO	9	mm.
ALTURA	11	mm.
VOLUMEN CORREGIDO	7,540	cm ³
PESO DE MUESTRA	14,095	gr
DENSIDAD DE MUESTRA	1.87	gr/cm ³



DENSIDAD MAXIMA DE SUELO : 1.87 gr/cm³

HUMEDAD MAXIMA DE PROCTOR : 5.30 %



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720 / #979589720
-Correo: GEOTECNIAYPAVIMENTOSDELSUR@HOTMAIL.COM
-RUC: 20532877947



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE CBR.

METODO ASTM D - 1883

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ

BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANI

TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFÁLTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"

UBICACIÓN : DISTRITO MOQUEGUA-PROVINCIA MARISCAL NIETO-DEPARTAMENTO MOQUEGUA

FECHA : ABRIL DEL 2022

ADICION 40% - MUCILAGO DE PENCA DE TUNA - M 01

ENSAYO	1		2		3	
	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
COND. DELA MUESTRA	SECA		SECA		SECA	
Peso molde + suelo humedo	10990		11530		13400	
Peso del Molde	6997.6		7020.8		8182.9	
Peso del Suelo humedo	3992.4		4509.2		5217.1	
Volumen del Molde	2100.9		2103.99		2078.6	
Densidad humeda	1.90		2.14		2.51	
% de humedad	5.97		13.55		13.60	
DENSIDAD SECA	1.793		2.007		2.347	
Tara + suelo humedo	300.00		300.00		300.00	
Tara + suelo seco	310.02		310.15		314.50	
Peso del agua	18.5		21.0		21.8	
Peso de tara	0.0		0.0		0.0	
Peso del suelo seco	310.0		310.2		314.5	
% de humedad	5.97		6.76		6.93	

EXPANSION

FECHA		TIEMPO	EXPANSION			EXPANSION			EXPANSION		
INICIAL	FINAL	DIAS	A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%

PENETRACION

UNIDADES		12 GOLPES			25 GOLPES			56 GOLPES		
mm.	pulg.	LECTURA DIAL	CORRECCION Libras	CORRECCION lbs/Pg2	LECTURA DIAL	CORRECCION Libras	CORRECCION lbs/Pg2	LECTURA DIAL	CORRECCION Libras	CORRECCION lbs/Pg2
0.00	0.000	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0
0.64	0.025	0.8	36	12	2.0	47	16	8.0	104	35
1.27	0.050	1.9	47	16	6.9	94	31	12.0	142	47
1.91	0.075	3.2	59	20	8.0	104	35	18.0	199	66
2.54	0.100	7.1	98	33	11.8	138	46	41.0	344	115
5.08	0.200	13.2	161	54	42.5	349	116	98.1	987	329
7.62	0.300	118.0	1145	382	134.0	1297	432	251.0	2348	783
10.16	0.400	287.0	2745	915	287.0	2745	915	378.0	3606	1202
12.70	0.500	349.0	3332	1111	381.0	3521	1174	440.0	4193	1398

OBSERVACIONES :

° EL CBR DEL MATERIAL ES 5.7%.

GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

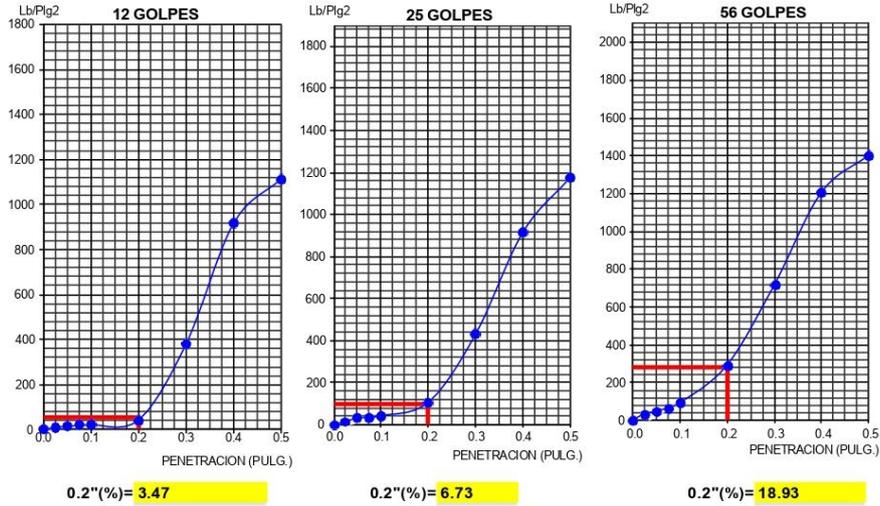
WILBERT PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157893
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720 / #979589720
-Correo: GEOTECNIAYPAVIMENTOSDELSUR@HOTMAIL.COM
-RUC: 20532877947



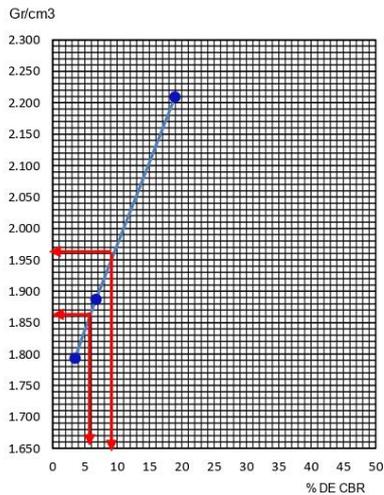
ENSAYO DE CBR



DETERMINACION DE CBR

Datos de Proctor:

Densidad seca	1.96	gr/cc.
humedad Optima	5.30	%



CBR AL 95%: 5.7

CBR AL 100%: 9.5

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
 WILBERT PAREDES CHOQUEHUANCA
 INGENIERO CIVIL, N° 157865
 JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG (65% DE MUCILAGO DE TUNA)

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ
: BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANI

TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFÁLTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESAVIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"

UBICACIÓN: DEPARTAMENTO MOQUEGUA

FECHA : ABRIL DEL 2022 **ADICIÓN:** 65%

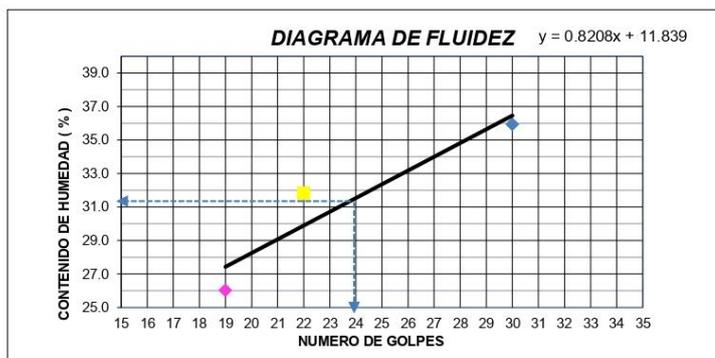
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION DE LA CAPSULA	UNIDAD	TARA 11	TARA 12	TARA 13	TARA 14
PESO DE LA CAPSULA	g	16.89	16.84	17.25	
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + CAPSULA	g	29.07	28.77	29.45	
PESO DE LA MUESTRA SECA + CAPSULA	g	25.85	25.89	26.93	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	8.96	9.05	9.68	
PESO DEL AGUA EN LA MUESTRA	g	3.22	2.88	2.52	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	35.94	31.82	26.03	
NUMERO DE GOLPES	unid.	30	22	19	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION DE LA CAPSULA	UNIDAD	TARA 11	TARA 12	TARA 13	TARA 14
PESO DE LA CAPSULA	g	12.06	13.46	11.94	
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + CAPSULA	g	17.69	19.12	18.65	
PESO DE LA MUESTRA SECA + CAPSULA	g	16.61	18.14	17.47	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	4.55	4.68	5.53	
PESO DEL AGUA EN LA MUESTRA	g	1.08	0.98	1.18	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	23.74	20.94	21.34	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ $y = 0.8208x + 11.839$



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILSON K. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 123795
ALFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO	31.26%
LIMITE PLÁSTICO	22.00%
INDICE DE PLASTICIDAD	9.26%

OBS :
*LA MUESTRA TIENE 9.26 % DE PLASTICIDAD.



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D1557

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ
 BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANÍ

TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFÁLTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORA LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"

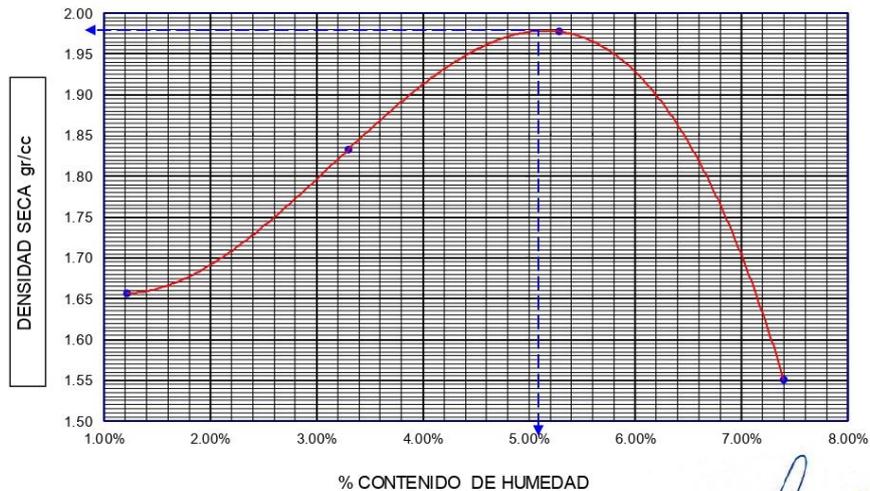
UBICACIÓN : DISTRITO MOQUEGUA-PROVINCIA MARISCAL NIETO-DEPARTAMENTO MOQUEGUA

FECHA : MAYO DEL 2022 **ADICIÓN 65% - MUCILAGO DE PENCA DE TUNA - M-01**

MOLDE N°	1	VOLUMEN DEL MOLDE			2110	cm3
N° DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA			56	golpes
DETERMINACION	N°	1	2	3	4	
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	9980	10437	10835	9956	
Peso del Molde	gr.	6442	6442	6442	6442	
Peso del Suelo Humedo	gr/cc	3538	3995	4393	3514	
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.677	1.893	2.082	1.665	
CAPSULA	N°	5	6	7	8	
Suelo Humedo + Tara	gr.	500.0	501.0	518.0	508.0	
Peso del Suelo Seco + Tara	gr.	494.0	485.0	492.0	473.0	
Peso del Agua	gr.	6.00	16.00	26.00	35.00	
Peso de la Tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso del Suelo Seco	gr.	494.00	485.00	492.00	473.00	
Humedad	%	1.21%	3.30%	5.28%	7.40%	
Promedio de Humedad	%	1.21%	3.30%	5.28%	7.40%	
Densidad del Suelo Seco	gr/cc	1.657	1.833	1.977	1.551	

DENSIDAD SECA : 1.98 g/cm3

HUMEDAD OPTIMA : 5.10 %



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBER ALVARO PAREDES CHOQUEHUANCA
 INGENIERO CIVIL CIP, N° 187896
 JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



ENSAYO DE MESA VIBRATORIA (65% MUCILAGO)

ASTM D4253

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

FRECUENCIA DE VIBRACION ELECTRICO	315: 3600	VPM
CAPACIDAD DE CARGA	800	voltios
	750	lbs

DETALLES DEL MOLDE

PESO DE LA SOBRECARGA	45.50	kg
VOLUMEN DEL MATERIAL	14,160	cm ³
TIEMPO DE VIBRADO	8	min
DIAMETRO	30	cm
AREA	707	cm ²

ALTURA INICIAL DE MUESTRA (D1)	97	mm.
ALTURA INICIAL DE MUESTRA (D2)	96	mm.
ALTURA INICIAL DE MUESTRA (D3)	96	mm.
	96	mm.
ALTURA FINAL DE MUESTRA (D1)	88	mm.
ALTURA FINAL DE MUESTRA (D2)	88	mm.
ALTURA FINAL DE MUESTRA (D3)	92	mm.
	89	mm.

ASENTAMIENTO	7	mm.
ALTURA	13	mm.
VOLUMEN CORREGIDO	9,189	cm ³
PESO DE MUESTRA	17,285	gr
DENSIDAD DE MUESTRA	1.88	gr/cm ³



DENSIDAD MAXIMA DE SUELO : 1.88 gr/cm³
HUMEDAD MAXIMA DE PROCTOR : 5.11 %



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT K. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157805
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE CBR.

METODO ASTM D - 1883

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ
BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANI

TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFÁLTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"

UBICACIÓN : DISTRITO MOQUEGUA-PROVINCIA MARISCAL NIETO-DEPARTAMENTO MOQUEGUA

FECHA : MAYO DEL 2022 **ADICION 65% - MUCILAGO DE PENCA DE TUNA - M 01**

ENSAYO	1		2		3	
	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
COND. DELA MUESTRA	SECA		SECA		SECA	
Peso molde + suelo humedo	10800		11850		13350	
Peso del Molde	6997.6		7087.8		8182.9	
Peso del Suelo humedo	3802.4		4762.2		5167.1	
Volumen del Molde	2104.9		2113.99		2078.6	
Densidad humeda	1.81		2.25		2.49	
% de humedad	5.96		13.55		13.60	
DENSIDAD SECA	1.705		2.098		2.273	
Tara + suelo humedo	300.00		300.00		300.00	
Tara + suelo seco	319.02		323.15		330.50	
Peso del agua	19.0		23.8		30.9	
Peso de tara	0.0		0.0		0.0	
Peso del suelo seco	319.0		323.2		330.5	
% de humedad	5.96		7.37		9.35	

EXPANSION

FECHA	FECHA	TIEMPO	EXPANSION			EXPANSION			EXPANSION		
INICIAL	FINAL	DIAS	A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%

PENETRACION

UNIDADES		12 GOLPES			25 GOLPES			56 GOLPES		
mm.	pulg.	LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION	
		DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2
0.00	0.000	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0
0.64	0.025	1.0	38	13	2.0	47	16	11.0	133	44
1.27	0.050	3.0	57	19	4.5	71	24	18.0	199	66
1.91	0.075	3.9	65	22	9.0	114	38	23.0	246	82
2.54	0.100	5.7	82	27	14.0	161	54	30.0	312	104
5.08	0.200	13.0	152	51	38.0	388	129	54.0	540	180
7.62	0.300	104.0	1013	338	199.0	1912	637	299.0	2859	953
10.16	0.400	169.0	1628	543	298.0	2849	950	409.0	3900	1300
12.70	0.500	198.0	1903	634	335.0	3199	1066	426.0	4061	1354

OBSERVACIONES :
° EL CBR DEL MATERIAL ES 6.6%.

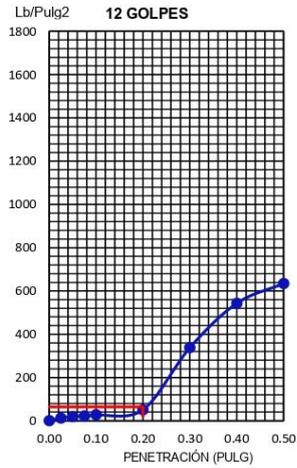
GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILBERT PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157895
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

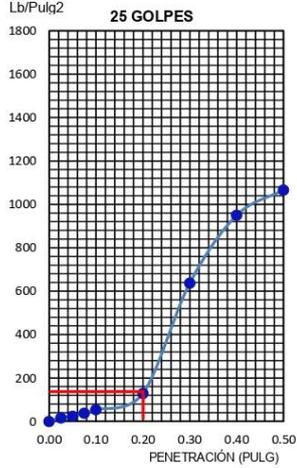
-Teléfono: 979589720 / #979589720
-Correo: GEOTECNIAYPAVIMENTOSDELSUR@HOTMAIL.COM
-RUC: 20532877947



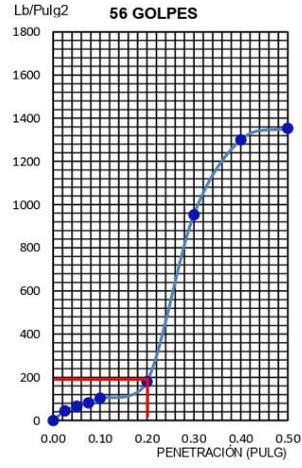
ENSAYO DE CBR



0.2"(%)= 3.90

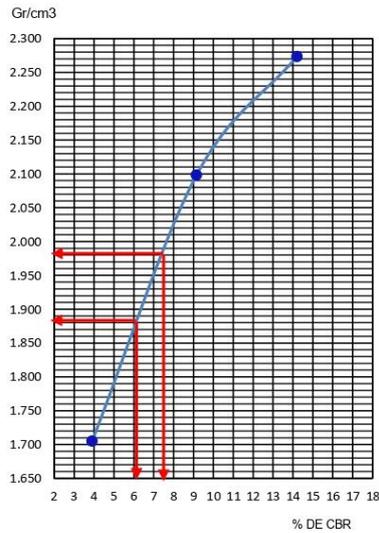


0.2"(%)= 9.15



0.2"(%)= 14.20

DETERMINACION DE CBR



Datos de Proctor:

Densidad seca	1.980	gr/cc.
humedad Optima	5.10	%

CBR AL 95%: 6.6

CBR AL 100%: 8.3

Handwritten signature
 GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
 WILBERT PAREDES CHOQUEHUANCA
 INGENIERO CIVIL, CP. N° 157855
 JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG (90% DE MUCILAGO DE TUNA)

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ
: BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANI
TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFÁLTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESAVIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"
UBICACIÓN: DEPARTAMENTO MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2022 **ADICIÓN**: 90%

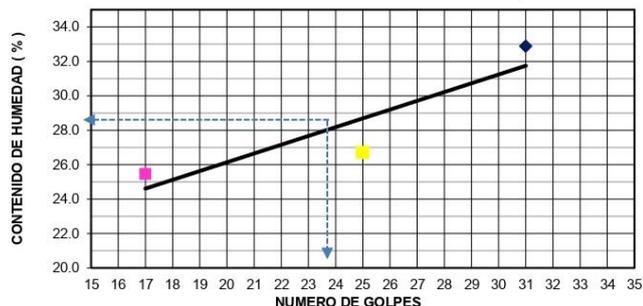
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION DE LA CAPSULA	UNIDAD	TARA 11	TARA 12	TARA 13	TARA 14
PESO DE LA CAPSULA	g	16.80	16.52	17.25	
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + CAPSULA	g	27.55	29.00	28.09	
PESO DE LA MUESTRA SECA + CAPSULA	g	24.89	26.37	25.89	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	8.09	9.85	8.64	
PESO DEL AGUA EN LA MUESTRA	g	2.66	2.63	2.20	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	32.88	26.70	25.46	
NUMERO DE GOLPES	unid.	31	25	17	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION DE LA CAPSULA	UNIDAD	TARA 11	TARA 12	TARA 13	TARA 14
PESO DE LA CAPSULA	g	12.05	11.95	12.32	
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + CAPSULA	g	17.88	18.28	18.78	
PESO DE LA MUESTRA SECA + CAPSULA	g	16.95	17.14	17.83	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	2.63	2.66	2.20	
PESO DEL AGUA EN LA MUESTRA	g	2.63	2.66	2.20	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	26.70	32.88	25.46	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ $y = 0.5097x + 15.943$



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	28.35%
LIMITE PLÁSTICO	19.40%
INDICE DE PLASTICIDAD	8.95%

GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILSON K. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855
ALFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

OBS :
*LA MUESTRA TIENE 8.95 % DE PLASTICIDAD.

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720 / #979589720
-Correo: GEOTECNIAYPAVIMENTOSDELSUR@HOTMAIL.COM
-RUC: 20532877947



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG (90% DE MUCILAGO DE TUNA)

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ
: BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANI
TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFÁLTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESAVIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"
UBICACIÓN: DEPARTAMENTO MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2022 **ADICIÓN**: 90%

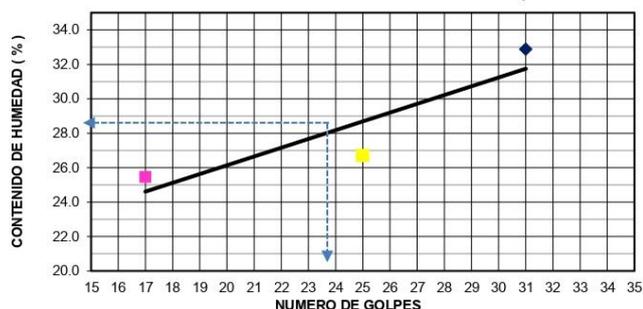
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION DE LA CAPSULA	UNIDAD	TARA 11	TARA 12	TARA 13	TARA 14
PESO DE LA CAPSULA	g	16.80	16.52	17.25	
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + CAPSULA	g	27.55	29.00	28.09	
PESO DE LA MUESTRA SECA + CAPSULA	g	24.89	26.37	25.89	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	8.09	9.85	8.64	
PESO DEL AGUA EN LA MUESTRA	g	2.66	2.63	2.20	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	32.88	26.70	25.46	
NUMERO DE GOLPES	unid.	31	25	17	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION DE LA CAPSULA	UNIDAD	TARA 11	TARA 12	TARA 13	TARA 14
PESO DE LA CAPSULA	g	12.05	11.95	12.32	
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + CAPSULA	g	17.88	18.28	18.78	
PESO DE LA MUESTRA SECA + CAPSULA	g	16.95	17.14	17.83	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	2.63	2.66	2.20	
PESO DEL AGUA EN LA MUESTRA	g	2.63	2.66	2.20	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	26.70	32.88	25.46	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ $y = 0.5097x + 15.943$



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	28.35%
LIMITE PLÁSTICO	19.40%
INDICE DE PLASTICIDAD	8.95%

GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILSON K. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855
ALFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

OBS :
*LA MUESTRA TIENE 8.95 % DE PLASTICIDAD.

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720 / #979589720
-Correo: GEOTECNIAYPAVIMENTOSDELSUR@HOTMAIL.COM
-RUC: 20532877947



ENSAYO DE MESA VIBRATORIA (90% MUCILAGO)

ASTM D4253

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

FRECUENCIA DE VIBRACION	315: 3600	VPM
ELECTRICO	800	voltios
CAPACIDAD DE CARGA	750	lbs

DETALLES DEL MOLDE

PESO DE LA SOBRECARGA	45.50	kg
VOLUMEN DEL MATERIAL	14,160	cm3
TIEMPO DE VIBRADO	8	min
DIAMETRO	30	cm
AREA	707	cm2

ALTURA INICIAL DE MUESTRA (D1)	97	mm.
ALTURA INICIAL DE MUESTRA (D2)	97	mm.
ALTURA INICIAL DE MUESTRA (D3)	96	mm.
	97	mm.
ALTURA FINAL DE MUESTRA (D1)	87	mm.
ALTURA FINAL DE MUESTRA (D2)	86	mm.
ALTURA FINAL DE MUESTRA (D3)	87	mm.
	87	mm.

ASENTAMIENTO	10	mm.
ALTURA	10	mm.
VOLUMEN CORREGIDO	7,069	cm3
PESO DE MUESTRA	13,625	gr
DENSIDAD DE MUESTRA	1.93	gr/cm3



DENSIDAD MAXIMA DE SUELO : 1.93 gr/cm3
HUMEDAD MAXIMA DE PROCTOR : 4.80 %



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILBERT X. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D1557

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ
BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANÍ

TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFÁLTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORA LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"

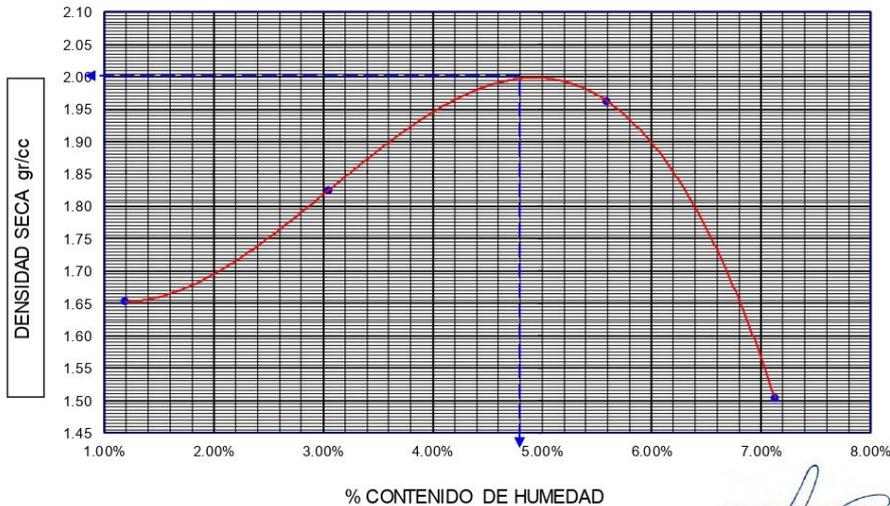
UBICACIÓN : DISTRITO MOQUEGUA-PROVINCIA MARISCAL NIETO-DEPARTAMENTO MOQUEGUA

FECHA : MAYO DEL 2022 **ADICIÓN 90% - MUCILAGO DE PENCA DE TUNA - M-01**

MOLDE N° N° DE CAPAS	1		VOLUMEN DEL MOLDE		2110	cm3
	5		GOLPES POR CAPA		56	golpes
DETERMINACION	N°	1	2	3	4	
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	9971	10411	10815	9841	
Peso del Molde	gr.	6442	6442	6442	6442	
Peso del Suelo Humedo	gr/cc	3529	3969	4373	3399	
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.673	1.881	2.073	1.611	
CAPSULA	N°	5	6	7	8	
Suelo Humedo + Tara	gr.	492.5	492.8	517.6	502.0	
Peso del Suelo Seco + Tara	gr.	486.7	478.2	490.2	468.6	
Peso del Agua	gr.	5.80	14.60	27.40	33.40	
Peso de la Tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso del Suelo Seco	gr.	486.70	478.20	490.20	468.60	
Humedad	%	1.19%	3.05%	5.59%	7.13%	
Promedio de Humedad	%	1.19%	3.05%	5.59%	7.13%	
Densidad del Suelo Seco	gr/cc	1.653	1.825	1.963	1.504	

DENSIDAD SECA : 2.00 g/cm3

HUMEDAD OPTIMA : 4.80 %



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILSON PAREDES CADONUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 18786
ALERE DE CHAUQUO Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE CBR.

M E T O D O A S T M D - 1883

SOLICITA : BACH. ELIDA QUISPE RAMIREZ

BACH. MARIA MERCEDES ARPASI MAMANI

TESIS : "APLICACION DE EMULSION ASFÁLTICA - MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CUANTIFICANDO LA DENSIDAD CON MESA VIBRATORIA, CARRETERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"

UBICACIÓN: DISTRITO MOQUEGUA-PROVINCIA MARISCAL NIETO-DEPARTAMENTO MOQUEGUA

FECHA : MAYO DEL 2022

ADICION 90% - MUCILAGO DE PENCA DE TUNA - M 01

ENSAYO	1		2		3	
	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
COND. DE LA MUESTRA	SECA		SECA		SECA	
Peso molde + suelo humedo	11483		11780		13400	
Peso del Molde	6989.6		7087.8		8182.9	
Peso del Suelo humedo	4493.4		4692.2		5217.1	
Volumen del Molde	2100.9		2103.99		2078.6	
Densidad humeda	2.14		2.23		2.51	
% de humedad	14.8		13.55		13.60	
DENSIDAD SECA	1.86		1.952		2.209	
Tara + suelo humedo	300.00		300.00		300.00	
Tara + suelo seco	310.02		310.15		314.50	
Peso del agua	45.9		44.3		21.8	
Peso de tara	0.0		0.0		0.0	
Peso del suelo seco	310.0		310.2		314.5	
% de humedad	14.8		14.27		6.93	

EXPANSION

FECHA	FECHA	TIEMPO	EXPANSION			EXPANSION			EXPANSION		
INICIAL	FINAL	DIAS	A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%

PENETRACION

UNIDADES		12 GOLPES			25 GOLPES			56 GOLPES		
mm.	pulg.	LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION	
		DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2
0.00	0.000	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0
0.64	0.025	1.0	38	13	3.8	64	21	4.0	66	22
1.27	0.050	2.0	47	16	5.5	81	27	9.0	114	38
1.91	0.075	4.2	68	23	9.2	116	39	15.8	178	59
2.54	0.100	6.5	95	32	14.0	161	54	28.5	298	99
5.08	0.200	37.0	374	125	43.0	436	145	101.0	985	328
7.62	0.300	118.0	1145	382	121.0	1174	391	287.0	2745	915
10.16	0.400	287.0	2745	915	268.0	2565	855	428.0	4080	1360
12.70	0.500	329.0	3148	1049	319.0	3048	1016	493.0	4695	1565

OBSERVACIONES :

° EL CBR DEL MATERIAL ES 8.7%.

GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

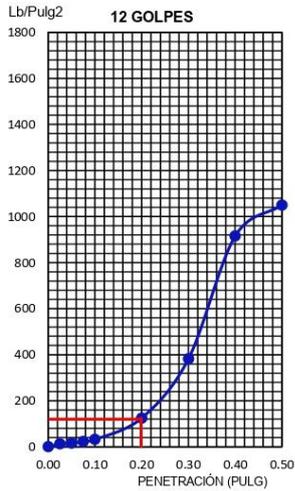
WILBERT PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157893
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

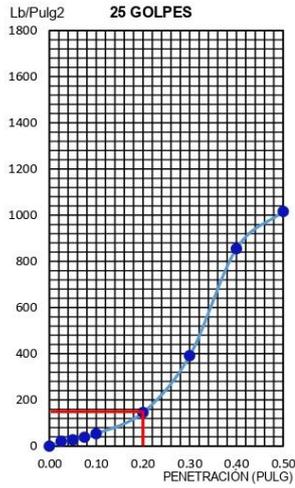
-Teléfono: 979589720 / #979589720
-Correo: GEOTECNIAYPAVIMENTOSDELSUR@HOTMAIL.COM
-RUC: 20532877947



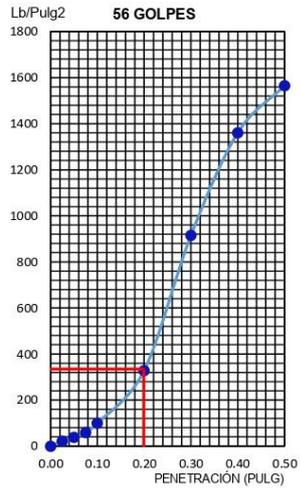
ENSAYO DE CBR



0.2" (%) = 7.33



0.2" (%) = 9.95

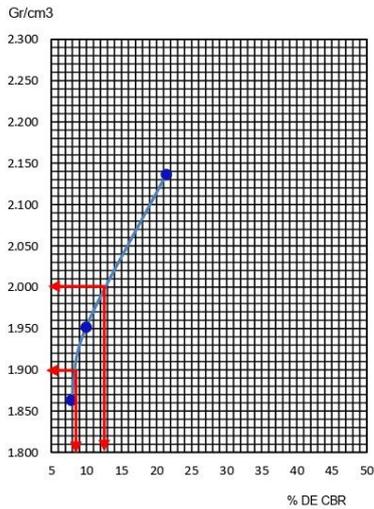


0.2" (%) = 21.38

DETERMINACION DE CBR

Datos de Proctor:

Densidad seca	2.00	gr/cm3
Humedad Optima	4.80	%



CBR AL 95% 8.7

CBR AL 100% 13.2

GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
 VILBERTO X. PAREDES CHOQUEHUANCA
 INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157965
 OFIPE DE CALIDAD Y LABORATORIO

Anexo 8. Certificado de calibración del equipo



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033

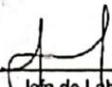


CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 566 - 2021

Página: 1 de 3

Expediente	: 163-2020	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
Fecha de Emisión	: 2021-11-05	
1. Solicitante	: GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
Dirección	: CAL JORGE CHAVEZ MZA, S LOTE. 01 P.J. SAN FRANCISCO - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	
2. Instrumento de Medición	: BALANZA	Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.
Marca	: OHAUS	
Modelo	: R31P30	PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Número de Serie	: 8335410496	
Alcance de Indicación	: 30000 g	
División de Escala de Verificación (e)	: 1 g	
División de Escala Real (d)	: 1 g	
Procedencia	: CHINA	
Identificación	: NO INDICA	
Tipo	: ELECTRÓNICA	
Ubicación	: LOCAL	
Fecha de Calibración	: 2021-11-04	
3. Método de Calibración	La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del INACAL-DM.	
4. Lugar de Calibración	JR. LAS SILVITAS 276 - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA	




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2018 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Escaneado con CamScanner



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 566 - 2021

Página: 1 de 3

Expediente : 163-2020
 Fecha de Emisión : 2021-11-05

1. Solicitante : GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
 Dirección : CALJORGE CHAVEZ MZA. S LOTE. 01 P.J. SAN FRANCISCO - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

2. Instrumento de Medición : BALANZA
 Marca : OHAUS
 Modelo : R31P30
 Número de Serie : 8335410496
 Alcance de Indicación : 30000 g
 División de Escala de Verificación (e) : 1 g
 División de Escala Real (d) : 1 g
 Procedencia : CHINA
 Identificación : NO INDICA
 Tipo : ELECTRÓNICA
 Ubicación : LOCAL
 Fecha de Calibración : 2021-11-04

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

JR. LAS SILVITAS 276 - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

PT-06 F06 / Diciembre 2018 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Escaneado con CamScanner



Punto de Precisión SAC

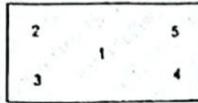
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro MLC-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 566 - 2021

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Carga mínima (g)	Temp. (°C)				
		Inicial		Final		
		19,9				
		Determinación de E _g				
		Kg	ΔI(g)	E(g)	E _c (g)	
1	10	10	0,7	-0,2		
2		10	0,8	-0,3		
3		10	0,8	-0,3		
4		10	0,6	-0,1		
5		10	0,7	-0,2		
		Determinación del Error corregido				
		Carga (g)	Kg	ΔI(g)	E(g)	E _c (g)
		10 000	10 000	0,5	0,0	0,2
			10 002	0,9	1,6	1,9
			10 007	0,7	1,8	2,1
			9 999	0,5	-1,0	-0,9
			9 999	0,9	-1,4	-1,2
		Error máximo permitido: ± 2 g				

(*) valor entre 0 y 10 s

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	Carga (kg)	Temp. (°C)					emp(*)		
		CRECIENTES		DECRECIENTES					
		ΔI(g)	E(g)	E _c (g)	Kg	ΔI(g)		E(g)	E _c (g)
10	10	0,6	-0,1			1			
50	50	0,8	-0,3	-0,2	50	0,7	-0,2	-0,1	1
500	500	0,8	-0,3	-0,2	500	0,7	-0,2	-0,1	1
2 000	2 000	0,5	0,0	0,1	2 000	0,8	-0,3	-0,2	1
5 000	5 000	0,8	-0,3	-0,2	5 000	0,8	-0,3	-0,2	1
7 000	7 000	0,7	-0,2	-0,1	7 000	0,9	-0,4	-0,3	2
10 000	10 000	0,5	0,0	0,1	10 000	0,8	-0,3	-0,2	2
15 000	15 000	0,6	-0,1	0,0	15 000	0,8	-0,3	-0,2	2
20 000	20 000	0,8	-0,3	-0,2	19 999	0,6	-1,1	-1,0	2
25 000	25 000	1,1	-0,6	-0,5	24 999	0,8	-1,3	-1,2	3
30 000	29 999	0,9	-1,4	-1,3	29 999	0,9	-1,4	-1,3	3

(*) error máximo permitido

Lectura corregida e Incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,0000136 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0,439 \text{ g}^2 + 0,0000000415 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔI: Carga Incrementada E: Error encontrado E_c: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06 F06 / Diciembre 2020 / Rev 02

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Escaneado con CamScanner



MG
LABORATORIOS S.A.C.
RUC: 20000318079

COMERCIALIZACION DE EQUIPOS DE LABORATORIO
DE SUELOS CONCRETO ASFALTO Y MINERIA
TELF.: 017644215 - CEL.: 934839621

REPRESENTANTES DE:



PAG. 1 de 2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MG - 0515-2021

1. - SOLICITANTE : GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C

DIRECCIÓN : CALLE JORGE CHAVEZ MZA. S LOTE 01 P.J. SAN FRANCISCO

CERTIFICA QUE : Los instrumentos de medición indicados líneas abajo, han sido calibrados, probados y verificados utilizando patrones certificados con trazabilidad en el Instituto Nacional de Calidad INACAL.

2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

EQUIPO: TAMICES DE GRANULOMETRIA DE ACERO INOXIDABLE AGREGADO GRUESO

3.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

**FECHA : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021
(VIGENCIA 1 AÑO)**

LUGAR : Instalaciones de MG LABORATORIOS S.A.C

4.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN

- Método de Calibración se realizó por comparación directa tomando como referencia los procedimientos descritos en la norma ASTM E11, "Estándar Specification for Woven Wire Test Sieves Cloth and Test Sieves".

5.- TRAZABILIDAD

- Los patrones (certificados) son emitidos por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL)

6.- CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

- Temperatura promedio : 23.6 °C
- Humedad Relativa promedio : 41 HR%

MG LABORATORIOS S.A.C.
Los Directores Generales y Gerentes
GERENTE GENERAL

JR LAS BILVITAS N° 276 - SAN JUAN DE LURIGANCHO -LIMA
TEL.017644215 - CEL.: 934839621

Scanned by CamScanner
Escaneado con CamScanner



MG
LABORATORIOS SAC
RUC: 20000318079

COMERCIALIZACION DE EQUIPOS DE LABORATORIO
DE SUELOS CONCRETO ASFALTO Y MINERIA
TELF.: 017644215 - CEL.: 021839621

REPRESENTANTES DE:



PAG. 2 de 2

7.- RESULTADO DE LA MEDICIÓN

- Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos por la norma arqueológica metrológica consultada.

ITEM	ID	MARCA	SERIE	N°	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	7 mm	8 mm	PROMEDIO mm	STANDAR mm	ERROR mm
1	LL240	LVA	NO INDICA	4	4,74	4,74	4,74	4,74	4,74	4,74	4,74	4,74	4,74	4,75	0,00
2	LL241	LVA	NO INDICA	8	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,39	2,36
3	LL242	LVA	NO INDICA	10	2,07	2,06	2,07	2,05	2,0	2,07	2,07	2,07	2,07	2,00	0,09
4	LL243	LVA	NO INDICA	16	37,62	37,64	39,98	39,43	40,65	41,09	40,08	39,85	39,54	37,50	2,04
5	LL244	LVA	NO INDICA	20	850	850	850	850	850	850	850	850	850,50	850	0,52
6	LL245	LVA	NO INDICA	30	600	600	600	600	600	600	600	600	600,63	600	0,63
7	LL246	LVA	NO INDICA	40	400	440	425	420	430	430	420	420	423,38	425	0,63
8	LL247	LVA	NO INDICA	50	310	300	290	300	290	300	310	290	300	300	0,05
9	LL248	LVA	NO INDICA	60	250	250	255	240	250	250	250	250	249,38	250	0,63
10	LL249	LVA	NO INDICA	80	180	170	190	180	180	180	180	180	180,00	180	0,02
11	LL248	LVA	NO INDICA	100	160	155	145	150	150	145	150	145	150	150	0,01
12	LL249	LVA	NO INDICA	200	75	74	75	74	75	74	75	75	74,63	75	0,38

MG LABORATORIOS S.A.C.

Lima, 01 de Julio del 2018
CENTRO GENERAL

JR LAS BILVITAS N° 276 - SAN JUAN DE LURIOANCHO -LIMA
TEL.017644215 - CEL.: 934839621



MG
LABORATORIOS S.A.C.
RUC: 20000310079

COMERCIALIZACION DE EQUIPOS DE LABORATORIO
DE SUELOS CONCRETO ASFALTO Y MINERIA
TELF.: 017644215 - CEL.: 934839621

REPRESENTANTES DE:



Husavarna

PAG. 1 de 2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MG - 521 - 2021

1.- SOLICITANTE : GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C

DIRECCIÓN : CALLE JORGE CHAVEZ MZA. S LOTE 01 P.J. SAN FRANCISCO

CERTIFICA QUE : Los instrumentos de medición indicados líneas abajo, han sido calibrados, probados y verificados utilizando patrones certificados con trazabilidad en el Instituto Nacional de Calidad INACAL.

2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

EQUIPO: TAMICES DE GRANULOMETRIA DE ACERO INOXIDABLE AGREGADO FINO

3.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

FECHA : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021
(VIGENCIA 1 AÑO)

LUGAR : Instalaciones de MG LABORATORIOS S.A.C

4.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN

- Método de Calibración se realizó por comparación directa tomando como referencia los procedimientos descritos en la norma ASTM E11, "Estándar Specification for Woven Wire Test Sieves Cloth and Test Sieves".

5.- TRAZABILIDAD

- Los patrones (certificados) son emitidos por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL)

6.- CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

- Temperatura promedio : 23.6 °C
- Humedad Relativa promedio : 41 HR%

MG LABORATORIOS S.A.C.
Lea atentamente y Anudele
CIENTIFICAMENTE

JR LAS SILVITAS N° 276 - SAN JUAN DE LURIGANCHO -LIMA
TEL.017644215 - CEL.: 934839621



MG
LABORATORIOS SAC
RUC: 20600310079

COMERCIALIZACION DE EQUIPOS DE LABORATORIO
DE SUELOS CONCRETO ASFALTO Y MINERIA
TEL.: 0176442115 - CEL.: 934839621

REPRESENTANTES DE:



Husqvarna

PAG. 2 de 2

7.- RESULTADO DE LA MEDICIÓN

- Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos por la norma arqueológica metrológica consultada.

ITEM	ID	MARCA	SERIE	N	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	7 mm	8 mm	PROMEDIO mm	STANDARD mm	ERROR mm
1	LL240	LVA	NO INDICA	3"	75,25	74,16	74,13	72,77					74,08	75,00	0,92
2	LL241	LVA	NO INDICA	2 1/2"	62,87	62,47	62,50	62,35	62,78	63,02	63,03	62,89	62,75	63,00	0,25
3	LL242	LVA	NO INDICA	2"	50,94	49,95	50,02	49,64	50,21	49,71	51,34	50,08	50,24	50,00	0,24
4	LL243	LVA	NO INDICA	1 1/2"	37,62	37,64	39,98	39,43	40,65	41,09	40,08	39,85	39,54	37,50	2,04
5	LL244	LVA	NO INDICA	1"	24,46	24,97	24,98	24,31	24,86	25,04	24,66	24,99	24,78	25,00	0,22
6	LL245	LVA	NO INDICA	3/4"	18,90	19,02	18,93	19,11	19,01	19,01	19,00	18,99	19,00	19,00	0,00
7	LL246	LVA	NO INDICA	3/4"	18,97	18,99	18,99	18,94	19,02	19,01	18,97	18,92	18,98	19,00	0,02
8	LL247	LVA	NO INDICA	1/2"	12,59	12,54	12,61	12,56	12,51	12,60	12,52	12,64	12,57	12,50	0,07
9	LL248	LVA	NO INDICA	3/8"	9,61	9,35	9,35	9,56	9,48	9,57	9,64	9,47	9,53	9,50	0,03
10	LL249	LVA	NO INDICA	1/4"	6,39	6,45	6,36	6,32	6,43	6,30	6,35	6,12	6,34	6,30	0,04

MG LABORATORIOS S.A.C.
Luis Pineda
GERENTE GENERAL

JR LAS SILVITAS N° 276 - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
TEL. 0176442115 - CEL.: 934839621



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 382 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : T 073-2022
Fecha de emisión : 2022-02-09

1. Solicitante : GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

Dirección : CAL. JORGE CHAVEZ MZA. S LOTE. 01 P.J. SAN FRANCISCO -
MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : ELE INTERNATIONAL
Modelo de Copa : NO INDICA
Serie de Copa : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

CARRETERA BINACIONAL MZ. LL LOTE 01 CHEN CHEN - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA
01 - FEBRERO - 2022

4. Método de Calibración

Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM. Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,4	24,4
Humedad %	44	44

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 332 al LL - 335 - 2019

Página 1 de 3

Expediente : T 178-2019
Fecha de emisión : 2019-04-12

1. Solicitante : GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

Dirección : CAL. JORGE CHAVEZ MZA. S LOTE. 01 P.J. SAN FRANCISCO - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

2. Instrumento de Medición : MESA VIBRATORIA DE 760 mm x 760 mm x 12 mm

Marca de Motor de 1hp : SIEMENS

Revoluciones : 0 rpm a 3600 rpm

Marca de Variador de Frecuencia : EPLI

Frecuencia : 0 Hz a 60 Hz

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
TALLER DE MG LABORATORIO - ATE
12 - ABRIL - 2019

4. Método de Calibración

Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM C 39.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 1098 - 2018	INACAL - DM
REGLA METÁLICA	MITUTOYO	LLA - 080 - 2018	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

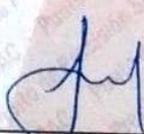
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,2	24,3
Humedad %	52	52

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



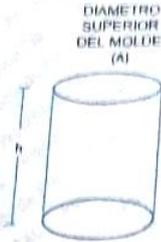
Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S A C

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

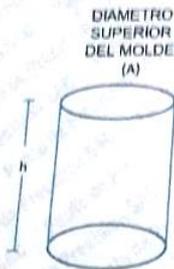
Página: 2 de 2

Resultados de Verificación



N° DE MEDICIONES	LL-332-2019	
	DIAMETRO SUPERIOR A	ALTURA H
	mm	mm
1	152,21	153,64
2	151,14	153,76
3	152,11	153,36
4	152,04	154,06
5	152,01	153,21
6	151,76	154,01
PROMEDIO	151,88	153,59

LL-334-2019
Peso de sobrecarga + Base Plato
25,12 kg



N° DE MEDICIONES	LL-333-2019	
	DIAMETRO SUPERIOR A	ALTURA H
	mm	mm
1	279,05	228,21
2	279,01	228,41
3	279,12	227,32
4	279,23	228,12
5	279,08	229,32
6	279,36	229,41
PROMEDIO	279,14	228,47

LL-335-2019
Peso de sobrecarga + Base Plato
95,25 kg

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 336 - 2019

Página : 1 de 2

Expediente : T 178-2019
Fecha de emisión : 2019-04-15

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

1. Solicitante : GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
Dirección : CAL. JORGE CHAVEZ MZA. S LOTE. 01 P.J. SAN FRANCISCO - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

2. Instrumento de Medición : COMPARADOR DE CUADRANTE

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Tipo de Indicación : ANALÓGICO
Alcance de Indicación : 0 mm a 50 mm
División de Escala : 0,01 mm
Marca : KALER
Modelo : NO INDICA
Serie : NO INDICA
Procedencia : ALEMANIA

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
TALLER DE MG LABORATORIO - ATE
12 - ABRIL - 2019

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el Procedimiento de calibración de Comparadores de cuadrante PC-014 (2da Edición. 2001) del servicio nacional de metrología, del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
BLOQUES PLANOPARALELOS	INSIZE	LLA - C - 045	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,3	24,4
Humedad %	59	59

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



to de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 336 - 2019

Página : 2 de 2

Resultados

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (f_e)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
0,00	0,00	0,00
1,00	1,00	0,00
2,00	2,00	0,00
5,00	5,01	0,01
8,00	8,01	0,01
10,00	10,01	0,01
20,00	20,02	0,02
30,00	30,01	0,01
40,00	40,01	0,01
50,00	50,01	0,01

Alcance de error de indicación (f_e) : 0,02 mm
Incertidumbre del error de indicación : $\pm 3 \mu\text{m}$

ERROR DE REPETIBILIDAD (f_w)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
25,00	25,01	0,01
	25,02	0,02
	25,01	0,01
	25,01	0,01
	25,00	0,00

Error de Repetibilidad (f_w) : 0,02 mm
Incertidumbre de medición : $\pm 3 \mu\text{m}$

La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Anexo 9. Boleta y/o factura de ensayos de laboratorio (doc. que sustente)

:: Factura Electronica - Impresion ::

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C. CAL. JORGE CHAVEZ MZA. S LOTE. 01 R.J. SAN FRANCISCO ALTURA DE ANTIGUA MUN. DE SAN FRANCISCO MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA		FACTURA ELECTRONICA RUC: 20532877947 E001-39																								
Fecha de Vencimiento :	: 27 / 05 / 2022																									
Fecha de Emisión :	: MARIA MERCEDES ARPASI MAMANI																									
Señor(es) :	: ELIDA QUISPE RAMIREZ																									
RUC :	: 10723085654																									
Dirección del Cliente :	: "Aplicación de emulsión asfáltica - mucilago de tuna para mejorar la subrasante, cuantificando la densidad con mesa vibratoria, carretera Quellaveco, Moquegua 2022"																									
Tipo de Moneda :	: SOLES																									
Observación :	:																									
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario	ICBPER																						
2.00	UNIDAD	ENSAYO DE GRANULOMETRIA	80.00	0.00																						
8.00	UNIDAD	ENSAYO DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD	80.00																							
8.00	UNIDAD	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO	120.00																							
8.00	UNIDAD	ENSAYO DE MESA VIBRATORIA	97.50																							
8.00	UNIDAD	ENSAYO DE CBR	120.00																							
Valor de Venta de Operaciones Gratuitas : S/ 0.00		<table border="1"> <tr> <td>Sub Total Ventas :</td> <td>S/ 2,870.00</td> </tr> <tr> <td>Anticipos :</td> <td>S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Descuentos :</td> <td>S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Valor Venta :</td> <td>S/ 2,870.00</td> </tr> <tr> <td>ISC :</td> <td>S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>IGV :</td> <td>S/ 630.00</td> </tr> <tr> <td>ICBPER :</td> <td>S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Otros Cargos :</td> <td>S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Otros Tributos :</td> <td>S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Monto de redondeo :</td> <td>S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Importe Total :</td> <td>S/ 3,500.00</td> </tr> </table>			Sub Total Ventas :	S/ 2,870.00	Anticipos :	S/ 0.00	Descuentos :	S/ 0.00	Valor Venta :	S/ 2,870.00	ISC :	S/ 0.00	IGV :	S/ 630.00	ICBPER :	S/ 0.00	Otros Cargos :	S/ 0.00	Otros Tributos :	S/ 0.00	Monto de redondeo :	S/ 0.00	Importe Total :	S/ 3,500.00
Sub Total Ventas :	S/ 2,870.00																									
Anticipos :	S/ 0.00																									
Descuentos :	S/ 0.00																									
Valor Venta :	S/ 2,870.00																									
ISC :	S/ 0.00																									
IGV :	S/ 630.00																									
ICBPER :	S/ 0.00																									
Otros Cargos :	S/ 0.00																									
Otros Tributos :	S/ 0.00																									
Monto de redondeo :	S/ 0.00																									
Importe Total :	S/ 3,500.00																									
SON: TRES MIL QUINIENTOS Y 00/100 SOLES																										
Esta es una representación impresa de la factura electrónica, generada en el Sistema de SUNAT. Puede verificarla utilizando su clave SOL.																										

Anexo 10. Conteo vehicular

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO																					
Proyecto :		"APLICACIÓN DE EMULSION ASFALTICA Y MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"																			
Tramo		16+000 - 17+000										Ubicacion		17°12'39.0"S - 70°49'07.9"W							
Cod Estación		E - 1										Sentido		TOTAL							
Estación		Interc. Quebr.										Dia		Del 03/04/2022 AL 09/04/2022							
HORA	AUTO	STATION		CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL
		WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	2E		>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DOMINGO																					
03/04/2022																					
ENTRADA	22	5	23	1	1	0	0	9	1	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	67	
SALIDA	11	3	6	1	2	0	0	7	1	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	36	
Ambos	33	8	29	2	3	0	0	16	2	3	0	0	7	0	0	0	0	0	0	103	
LUNES																					
04/04/2022																					
ENTRADA	10	5	18	0	1	0	0	5	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	43	
SALIDA	5	5	18	0	1	0	0	5	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	37	
Ambos	15	10	36	0	2	0	0	10	2	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	80	
MARTES																					
05/04/2022																					
ENTRADA	8	8	22	0	1	0	0	4	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	47	
SALIDA	8	8	22	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	44	
Ambos	16	16	44	0	2	0	0	8	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	91	
MIERCOLES																					
06/04/2022																					
ENTRADA	22	5	12	0	2	0	2	6	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	53	
SALIDA	8	2	12	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	26	
Ambos	30	7	24	0	2	0	4	6	2	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	79	
JUEVES																					
07/04/2022																					
ENTRADA	9	8	22	0	1	0	0	4	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	48	
SALIDA	7	5	7	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	24	
Ambos	16	13	29	0	2	0	0	7	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	72	
VIERNES																					
08/04/2022																					
ENTRADA	11	4	10	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	31	
SALIDA	9	4	10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	25	
Ambos	20	8	20	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	56	
SABADO																					
09/04/2022																					
ENTRADA	11	4	10	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	
SALIDA	9	3	14	0	0	0	2	1	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	33	
Ambos	20	7	24	0	0	0	3	3	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	62	
TOTAL	150	69	206	2	11	0	8	53	9	8	0	0	8	0	19	0	0	0	0	543	

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

Carretera "APLICACIÓN DE EMULSION ASFALTICA Y MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERERA QUELLAVECO, MOQUEGUA, 2022"

Tramo 16+000 - 17+000
Cod Estación E - 1
Estación Interc. Quebr.

Ubicacion 17°12'39.0"S - 70°49'07.9"W
Sentido AMBOS
Dia Del 03/04/2022 AL 09/04/2022

DIA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER			TRAYLERS				TOTAL	PORC. %		
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2			>=3T3	
DOMINGO	33	8	29	2	3	0	0	16	2	3	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	103	18.97
LUNES	15	10	36	0	2	0	0	10	2	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	80	14.73
MARTES	16	16	44	0	2	0	0	8	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	91	16.76
MIERCOLES	30	7	24	0	2	0	4	6	2	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	79	14.55
JUEVES	16	13	29	0	2	0	0	7	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	72	13.26
VIERNES	20	8	20	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	56	10.31
SABADO	20	7	24	0	0	0	3	3	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	62	11.42
TOTAL	150	69	206	2	11	0	8	53	9	8	0	0	8	0	19	0	0	0	0	0	543	100.00
IMD	21	10	29	0	2	0	1	8	1	1	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	77	
%	27.27	12.99	37.66	0.00	2.60	0.00	1.30	10.39	1.30	1.30	0.00	0.00	1.30	0.00	3.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

VEHICULOS LIGEROS

VEHICULOS PESADOS

TRAFICO VEHICULAR
IMD Sin Corrección
(Veh/dia)

Tipo de Vehiculos	IMDS	Distrib. %
Autos	21	27.3%
Satation Wagon	10	13.0%
Camioneta Pick Up	29	37.7%
Camioneta Panel	0	0.0%
COMBI RURAL	2	2.6%
Micro	0	0.0%
Omnibus 2E y 3E	9	11.7%
Camión 2E	1	1.3%
Camión 3E	1	1.3%
Camión 4E	0	0.0%
Semi trayler	4	5.2%
Trayler	0	0.0%
TOTAL IMD	77	100.0%

CALCULO DEL IMD
Resumen de Metodologia

$$IMD = \frac{VS}{7}$$

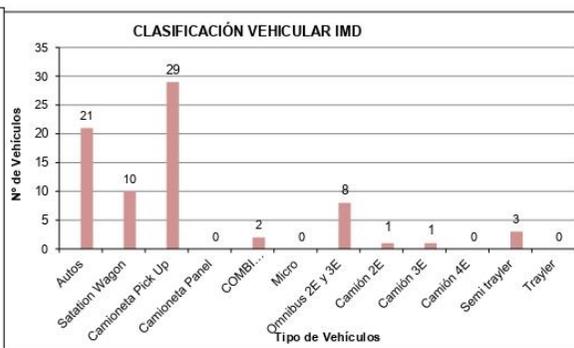
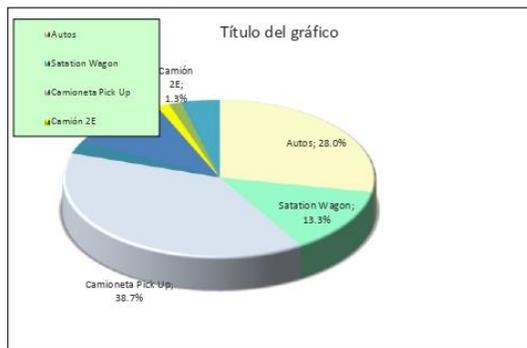
VS = Volumen Promedio Semanal

Fc Veh. Ligeros = 1.016381
Fc Veh. Pesados = 0.839594

IMD = 75 Vehiculos por día
27,375 V. x año

TRAFICO VEHICULAR
IMD ANUAL Y CLASIFICACION VEHICULAR
(Veh/dia)

Tipo de Vehiculos	IMD	Distrib. %
Autos	21	28.0%
Satation Wagon	10	13.3%
Camioneta Pick Up	29	38.7%
Camioneta Panel	0	0.0%
COMBI RURAL	2	2.7%
Micro	0	0.0%
Omnibus 2E y 3E	8	10.7%
Camión 2E	1	1.3%
Camión 3E	1	1.3%
Camión 4E	0	0.0%
Semi trayler	3	4.0%
Trayler	0	0.0%
TOTAL IMD	75	100.0%



EMULSION ASFALTICA CRS-2
FICHA TECNICA

1.- DESCRIPCION

La emulsión CRS-2 es una emulsión asfáltica catiónica, de quiebre rápido y de color café oscuro y estado líquido-viscoso. Poseen b buena estabilidad al almacenamiento así como excelente adherencia y cubrimiento con materiales pétreos de diferente naturaleza mineralógica. No se recomienda su uso cuando la temperatura ambiente este por debajo los 10°C, tampoco debe trabajarse con neblina o lluvia.

2.-USOS.-

Principalmente para tratamientos superficiales simples y dobles. La emulsión CRS-2 es un ligante versátil que no contamina y ahorra energía. Permite hacer tratamientos superficiales con las técnicas tradicionales, se usa incluso con áridos húmedos. La emulsión CRS-2 presenta las siguientes características:

- Al estar almacenada tiene escasa sedimentación de asfalto.
- Viscosidad adecuada para los diferentes usos.
- De acuerdo a su tamaño de partícula no obstruye filtros ni tuberías.
- Muy buena adherencia árido-asfalto.
- Se obtiene rápidamente la adhesión del tratamiento
- El agregado debe estar **limpio, libre de polvo y libre de materia orgánica**

3.- APLICACIONES.-

- Tratamiento Superficial simples: aplicación de un sello de gravilla, es un método de mantenimiento de bajo costo. Se puede usar en todo tipo de climas, renueva la superficie de un pavimento, mejora la resistencia al deslizamiento, sella y protege el pavimento de las inclemencias del tiempo.
- Tratamiento Superficial dobles: se trata de dos aplicaciones de ligante y agregado, La segunda aplicación de gravilla usa un tamaño menor que la primera. Proporciona un efecto nivelante, se obtiene un pavimento delgado y flexible de alta durabilidad, debido a su rugosidad tiene efectos antideslizantes.

4.- MODO DE EMPLEO.-

Para una buena dosificación de la emulsión se utilizan camiones diseñados específicamente para usar en riegos. La temperatura de aplicación es la que permita obtener una viscosidad entre 100 y 400 ssf. , lo que generalmente es entre 55 y 65°C, la viscosidad baja es recomendable utilizarla en climas fríos y la viscosidad alta se utiliza en climas calurosos. El diseño del tratamiento debe ser realizado por un laboratorio especializado, y este debe considerar las condiciones topográficas, condiciones de tránsito y tipo de árido.

5.- ALMACENAMIENTO. -

Estanques de almacenamiento: Deben cumplir con las características necesarias que permitan asegurar la estabilidad de la emulsión durante su almacenamiento. Estos deben mantenerse cerrados para evitar la contaminación de tierra, arena o material vegetal.

La emulsión debe cargarse del estanque de despacho directo al fondo del estanque de almacenamiento. La succión del estanque también debe hacerse desde el fondo del estanque, esto es para evitar la contaminación con la nata superficial que se forma en los estanques de

3.- APLICACIONES.-

- Tratamiento Superficial simples: aplicación de un sello de gravilla, es un método de mantenimiento de bajo costo. Se puede usar en todo tipo de climas, renueva la superficie de un pavimento, mejora la resistencia al deslizamiento, sella y protege el pavimento de las inclemencias del tiempo.
- Tratamiento Superficial dobles: se trata de dos aplicaciones de ligante y agregado, La segunda aplicación de gravilla usa un tamaño menor que la primera. Proporciona un efecto nivelante, se obtiene un pavimento delgado y flexible de alta durabilidad, debido a su rugosidad tiene efectos antideslizantes.

4.- MODO DE EMPLEO.-

Para una buena dosificación de la emulsión se utilizan camiones diseñados específicamente para usar en riegos. La temperatura de aplicación es la que permita obtener una viscosidad entre 100 y 400 ssf. , lo que generalmente es entre 55 y 65°C, la viscosidad baja es recomendable utilizarla en climas fríos y la viscosidad alta se utiliza en climas calurosos. El diseño del tratamiento debe ser realizado por un laboratorio especializado, y este debe considerar las condiciones topográficas, condiciones de tránsito y tipo de árido.

5.- ALMACENAMIENTO. -

Estanques de almacenamiento: Deben cumplir con las características necesarias que permitan asegurar la estabilidad de la emulsión durante su almacenamiento. Estos deben mantenerse cerrados para evitar la contaminación de tierra, arena o material vegetal.

La emulsión debe cargarse del estanque de despacho directo al fondo del estanque de almacenamiento. La succión del estanque también debe hacerse desde el fondo del estanque, esto es para evitar la contaminación con la nata superficial que se forma en los estanques de

9.- CARACTERISTICAS TECNICAS. -

La emulsión CRS-2 producida por ASFALTOS J&E cumple con las exigencias de NTP a través del Manual de Carreteras

Análisis	Unidad	NORMA MC	ESPECIFICACIONES	
			Mín.	Máx.
Viscosidad Saybolt Furol a 50°C, (s)	s	8.302.12	100	400
Carga de Partícula		8.302.5	Positiva	
Estabilidad 1 día ()	%	8.302.5		1
Tamizado, ()	%	8.302.5		0,1
Residuo por Destilación, ()	%	8.302.5	65	
Demulsibilidad, 35 ml Dioctil Sulfosuccinato de Sodio (0,8)		8.302.5	40	
Análisis al Residuo				
Penetración a 25°C, 100g, 5s	dmm	8.302.16	100	250
Ductilidad a 25°C, 5cm/min	°C	8.302.17	40	
Solubilidad en Tricloroetileno ()	%	8.302.11	97,5	
Ensayo de la mancha (□ Xilol)	%	8.302.7	NEGATIVO PARA 30	