



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de
Mollebaya – Arequipa 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Meneses Sandoval Jack Jerrison (orcid.org/0000-0002-1372-6092)

ASESOR:

Mgtr. Sigüenza Abanto Robert Wilfredo (orcid.org/0000-0001-8850-8463)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

A mi padre celestial quien mi guía mí camino, el que me levanta de mis tropiezos y me permite continuar con mis logros y objetivos con salud y fuerza.

A Dios.

Por el apoyo y la motivación de seguir adelante en todo momento, por sus consejos, sus valores y principios en la vida, para ser una persona de bien ante la sociedad y los ojos de Dios.

A Mis Padres Wilfredo Y Marleny.

Agradecimiento

Primeramente, a Dios gracias doy por haberme permitido continuar en el camino del bien y darme la fortaleza para culminar mi carrera profesional y poder superar las adversidades que se me presenta en la vida y no dejarme caer y ponerme siempre de pie.

Al Mg. Sigüenza Abanto Robert Wilfredo, por el apoyo brindado para culminar la investigación de mi tesis y la dedicación que me brindo

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA	8
3.1. Tipo y diseño de investigación	8
3.2. Variables y operacionalización	8
3.3. Población y muestra	9
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos	10
3.5. Procedimientos	10
3.6. Método de análisis de datos.....	16
3.7. Aspectos éticos.....	16
IV. RESULTADOS.....	17
V. DISCUSIÓN	24
VI. CONCLUSIONES	28
VII. RECOMENDACIONES	29
REFERENCIAS	30
ANEXOS.....	34

Índice de tablas

Tabla 1: Ensayos realizados en laboratorio	9
Tabla 2: Ensayos realizados	10
Tabla 4: Clasificación de suelos en relación al índice de plasticidad.....	12
Tabla 5: Correlación de los tipos de suelos en los métodos AASHTO - SUCS .	13
Tabla 6: Clasificación de suelos - AASHTO	14
Tabla 7: Clasificación de suelos SUCS.....	15
Tabla 8: Categoría de subrasante.....	16
Tabla 9: Componentes minerales de la concha de abanico	18
Tabla 10: Resultado De Los Ensayos De Atterberg	21
Tabla 11: Clasificación del suelo.....	21
Tabla 12: Contenido de humedad optima de los suelos.....	22
Tabla 13: Resultados del CBR sin corrección	22
Tabla 14; resultados del CBR corregidos.....	22
Tabla 15: Diferencia de costos por metro cuadrado	23
Tabla 16: Operación de variables	34

Índice de figuras

Figura 1: Mapa de ubicación	9
Figura 2: Signos convencionales para perfil de calicatas – clasificación AASHTO	11
Figura 3: Signos convencionales para perfil de calicatas – clasificación SUCS ..	11
Figura 4: Ubicación del estudio	17
Figura 5: Lavado de las conchas de abanico	18
Figura 6: Secado a lo natural las conchas de abanico	19
Figura 7: Las conchas de abanico triturado para ser molido fácilmente	19
Figura 8: Conchas de abanico molido en polvo.....	19
Figura 9: Empresa distribuidora en el Perú	20
Figura 10: El aditivo terrazyme en liquido.....	20
Figura 11: Granulometría de las muestras de las tres calicatas.	21

Resumen

La presente investigación se excusa en la comparación de dos estabilizantes de suelos, terrazyme como estabilizante industrial y las conchas de abanico como estabilizante natural. Para el uso y mejoría de las calles de asociación de ladrilleros del cono sur Arequipa – ALCOSA - calle N°09, del distrito de Mollebaya departamento y provincia de Arequipa. Se realizaron tres calicatas en las progresivas 0+000, 0+500 y 1+000 de la calle en mención, para proceder a realizar los ensayos respectivos en laboratorio con los estabilizantes terrzyme y conchas de abanico a una proporción de 5% y 10% en relación al suelo natural. En la clasificación de suelos por medio de la granulometría y limites se tiene en AASHTO A-1-b (0) y SUCS tipo SM-SC, al incorporar las conchas de abanico a una proporción de 5% y 10% la humedad optima del suelo natural aumenta de 7.99% a 10.37% y 11.85%. el CBR a 0.1” al 100% se tiene del suelo natural a 25.7%, terrazyme a 25.9%, 5% de conchas de abanico da 39.8% y al 10% de las conchas de abanico 62.4%. se concluye que las conchas de abanico es mejor que el terrazyme.

Palabras clave: Estabilizante, aditivo, terrazyme. Conchas de abanico.

Abstract

This research is based on the comparison of two soil stabilizers, terrazyme as an industrial stabilizer and fan shells as a natural stabilizer. For the use and improvement of the street N° 09 of the Asociación de ladrilleros del cono sur Arequipa - ALCOSA, of the district of Mollebaya department and province of Arequipa. Three test pits were made in the progressive 0+000, 0+500 and 1+000 of the mentioned street, to proceed to carry out the respective tests in laboratory with the stabilizers terrzyme and fan shells at a proportion of 5% and 10% in relation to the natural soil. In the classification of soils by means of the granulometry and limits we have in AASHTO A-1-b (0) and SUCS type SM-SC, when incorporating the fan shells at a proportion of 5% and 10% the optimum humidity of the natural soil increases from 7.99% to 10.37% and 11.85%. The CBR at 0.1" at 100% is 25.7% of the natural soil, terrazyme at 25.9%, 5% of fan shells gives 39.8% and at 10% of fan shells 62.4%. It is concluded that fan shells are better than terrazyme.

Keywords: Stabilizer, additive, terrazyme. Fan shells.

I. INTRODUCCIÓN

Las condiciones de una vía para movilización de bienes y personas están relacionadas con el progreso, productividad y competitividad de una ciudad y su nación.

El mal estado de las calles no pavimentadas detalla la realidad y problemática en que se encuentran ciudades de cada departamento del Perú, también repercute mucho en la calidad de vida de los ciudadanos.

El mal estado en el que se encuentran las calles de la asociación de ladrilleros del cono sur Arequipa – **ALCOSA** – calle N° 9, del distrito de Mollebaya, es debido a varios factores; transpirabilidad de vehículos, económicos, mantenimientos, climáticos, suelos arcillosos y limosos. Los cueles están relacionados unos con otros.

La estabilización de suelos es un método utilizado para mejorar sus propiedades, dependiendo de las características que se quieran mejorar, en función a la forma de una estabilización más eficiente. Existen estabilizantes industriales y naturales las cueles proponen mejor el suelo.

La presente investigación permitirá la comparación de estabilizante industrial terrazyme y natural conchas de abanico, para mejorar algunos factores que afectan el deterioro de la calle N° 09 – ALCOSA. desde el inicio de su apertura para la transpirabilidad vehicular y peatonal.

Justificación social. Con el crecimiento de una población se va requerir nuevas líneas de comunicación como la apertura de calles, en un buen estado que permite a la población tener una mejor calidad de vida para su mejor desarrollo social.

El problema principal para un mantenimiento de calles o vial, es el bajo nivel de transitabilidad de vehículos y atribuida principalmente a la mala gestión institucional, en vista que las autoridades no prestan atención para estas calles o vías, para poder gestionar calles pavimentadas, esto es debido al costo y proceso administrativo que se tiene realizar logras una calle o vía pavimentada.

La tecnología del uso de aditivos estabilizantes de suelos como una alternativa de solución para mejorar las propiedades físico mecánicas del suelo de las carreteras

no pavimentadas. En otros países está muy desarrollada a comparación del Perú y el departamento de Arequipa en especial, donde su aplicación es limitada. A pesar de tener estabilizantes industriales como el terrazyme y estabilizantes naturales como las conchas de abanico.

Formulación del problema: ¿Cuál de los estabilizantes, terrazyme o conchas de abanico, mejorará las propiedades físico mecánicas de la Subrasante, de la calle N°9 -ALCOSA, del distrito de Mollebaya – Arequipa, (mejorar el CBR)?

¿Cuánto mejorará la estabilidad de la sub rasante con la adición de conchas de abanico en relación a 5% y 10% y el terrazyme, en la calle N° 9- ALCOSA, del distrito de Mollebaya - Arequipa?

¿Cómo aumentará el rendimiento a bajo costo con la aplicación de estabilizantes terrazyme y conchas de abanico la calle N° 9 ALCOSA – del distrito de Mollebaya - Arequipa?

El objetivo de esta investigación es mejorar las propiedades físico mecánicas (aumentar el CBR), de la subrasante de la calle N° 9 – ALCOSA, del distrito de Mollebaya - Arequipa, utilizando estabilizantes de suelos como terrazyme y concha de abanico, para hacer un comparativo entre ambos estabilizantes y ver cuál es el mejor.

II. MARCO TEÓRICO

Rumano, (2012). En su proyecto de investigación “estabilización de suelcos cohesivos por medio de cal viva y arenas volcánicas – Guatemala “. Se consiguió estabilizar el suelo cohesivo con el aditivo o estabilizante. En la investigación se dieron dosificaciones de 10%, 25% y 50% de arena volcánica sobre el suelo y teniendo como resultado de CBR de 52.6% a 91.5%, en el cual la investigación es favorable.

Rodriguez, (2016). En su proyecto de investigación “Análisis comparativo de la compactación y humedad de la subrasante natural y de la subrasante utilizando productos químicos biodegradables (Terrazyme) de la vía ecológica de Cantón Quevedo, provincia De los Ríos- Ecuador”, se llegó a la siguiente conclusión, que la aplicación del terrazyme mejora el suelo en un 14% la capacidad de resistencia del suelo después de los 7 días de realizar el ensayo, disminuyendo en 27.86% la humedad, por lo consiguiente aumento su densidad y el CBR y su compactación en el suelo.

Solminhac, Echevarria, & Thenoux, (2013). A realizado su investigación “Estabilización química de suelos; aplicación de estructuras de pavimentos”, obtiene un incremento de 25% en su límite de carga con la aplicación de estabilizantes como la cal, yeso y cemento.

Sánchez, Castro Ureña & Azañón, (2014). Hace mención en su artículo de investigación que “Estabilización de suelos arcillosos y margas, utilizando residuos industriales: PH e indicadores granulométricos”, concluyo que el uso de la cal artesanal y la industrial son tan similares para mejorar la propiedad de los distintos tipos de suelos.

Seco, Ramirez, Miqueleiz, Garcia & Prieto (2010). Hace mención en su artículo de investigación “uso de aditivos no convencionales en la estabilización de suelos”, concluyo que la proporción ideal de cal es 3%, mejora sus propiedades físico mecánicas del suelo, el CBR y la prueba de presión no confinada.

Rojas & Camargo, (2004). A realizado una investigación “estabilización físico – mecánica de suelos finos para subrasante en vías rurales”, determino que los

aditivos estabilizantes de suelos en proporciones indicadas llegan a mejorar sus propiedades, el aditivo a la cual hace referencia es la partícula d calcio (cal viva), proporción indicada para disminuir la flexibilidad del 47% al 5% y mejorando el CBR del 1.1% al 24.5% tras 15 días de transcurrido el ensayo.

Dias & Mejia, (2004). A realizado una investigación “estabilizante de suelos mediante el uso de aditivo químico a base compuestos inorgánicos” concluye que el mejoramiento del suelo es notable mediante el soporte del suelo con gran capacidad y disminuye la expansión del suelo con el uso del estabilizante.

Junco del Pinto & Tejada, (2011). Hace mención en uno de sus artículos que el uso de los aditivos químicos obtenido de sales cuaternarias empleado para la estabilización de suelos arcillosos para subrasantes, disminuyes la penetración de suelos en un 15% lo que es muy rentable en ejecución de obras viales, en viste que con ello podemos dar mayor garantía a futuros costos de mantenimiento.

Velarde, (2015). A realizado su investigación en el tema del uso de la metodología de superficie de respuesta en la determinación de la resistencia a la compresión simple de suelos arcillosos estabilizados con cemento y cal”, determinando el mejoramiento en un uso de un 10% 15 % los resultados.

Sanchez, Castro, Ureña & Azañon, (2014). Realizo la investigación concerniente a la eficiencia de los aditivos químicos para usos de vías no pavimentadas para una buena conservación se la subrasante, los aditivos químicos compuestos de cloruro de calcio, enzimas (terrazyme). Mediante un monitoreo durante 17 dias de aplicado ambos aditivos se tiene, el suelo natural presenta una variación de 45% en su CBR, aplicando el cloruro de calcio aumenta en 107 % y el terrazyme en un 62%. en su CBR.

Gutierrez, (2010). Especifica la estabilización de la calles o vías sin pavimentar en el Perú presentan beneficios similares entre el cloruro de magnesio (bichofita) y el cloruro de calcio. Aumentando su máxima densidad seca en relación al porcentaje añadido de cualquiera de las sustancias (3%, 4% y 5%),

Espinoza, (2012). Propone en su investigación que el uso de los aditivos, mejora sus propiedades físicas mecánicas de la subrasante, limosa o arcillosa, dando una

variación al soporte que tiene el suelo que va entre 75% a 125% a 98 días de su compactación.

Chaves, (2014). Realiza su investigación basándose en la influencia del uso de yeso y cal como aditivos estabilizantes de suelos arcillosos en la carretera Cajamarca a Cumbe Mayo. Determino que aumenta su capacidad de soporte de 60^a 90%.

Nieto Vega, (2019). En su investigación propone el uso de dos aditivos no tradicionales para estabilizar suelos limosos y mejorar su soporte de carga, cuyos aditivos son como la cal viva y cemento portland.

En la ejecución del proyecto para mejorar la carretera Huanuco – Tingo María – Paucallpa Sector Aguaytia – Pucallpa, del año 2001 en los departamentos de Huánuco y Ucayali, se utilizó el estabilizante en la subrasante la cal a un porcentaje de 3.5% a 6% debido a su variación de la plasticidad que posee el suelo.

En la ejecución para un mejoramiento de la carreta Chongoyape Cochabamba – Cajamarca del año 2011 del departamento de Cajamarca en el cual se estabilizó con cal la subrasante en un porcentaje de 4% a 5%.

Ahora presentamos la teoría relacionada

En el estudio de la mecánica de suelos Mayoral, Leyva y Sanchez, (2016). Describe que el análisis de suelos fue fundado por Terzaghi a partir del año de 1925, en donde nos indica que es inevitable que las obras de ingeniería civil descansen sobre algún tipo de suelo dando uso también al suelo es un componente para la construcción de diques, terraplenes y todo tipo de rellenos en obras civiles, por lo que están determinados su funcionalidad.

El MTC en el año de 2012, indica que la subrasante es un elemento estructural monocapa o multicapa que está apoyada en todas las superficies de diseños de construcciones civiles, que están dispuestos a soportar cargas móviles y estáticas durante un tiempo determinado, periodo en el cual tendrá que recibir un mantenimiento para poder prolongar su vida de servicio, en calles o vías.

El MTC en el año de 2016, indica que la subrasante es una porción superior al suelo de fundación que ha sido nivelada, perfilada y compactada y que sirve de apoyo a las distintas capas de pavimentos flexibles o rígidos.

Bases Teóricas

En nuestro país existe información vigente para la estabilización de suelos, una es la "CE.020 Estabilización de suelos y taludes", en el cual nos recomienda el uso de aditivos estabilizantes físicos y químicos para mejorar las características físico mecánicas de los suelos. El manual de "Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2013", recomienda algunos métodos para estabilizar el suelo, sin embargo, estos documentos no hacen mención acerca del uso de los residuos de las conchas de abanico como material estabilizante.

El MTC clasifica en dos tipos de subrasante: Para subrasante: suelos o materias no blandos e inestables que no sean fáciles de compactar pedrones y lechos de rocas. Para sub rasante especial: suelos que cumplan gradaciones indicadas cuyas partículas serán duras, piedras o gravas tamizada libre de escorias vegetales o partículas de arcilla.

La subrasante se mide con la capacidad de resistencia del suelo y se mide con el ensayo de CBR (California Bearing Radio con la Norma ASHHTO T 193-81). Donde se determina la calidad de la sub rasante y se mide por buna, regular, mala y mala calidad dependiendo de su CBR que comprende entre 60% y 100% y 60% o 0% y 10% respectivamente

El MTC del año 2012, especifica 95% como mínimo en su máxima densidad seca, proctor modificado (AASHTO T180) cuando el suelo a estabilizar tiene un máximo de 10% que pasa la malla N°200, con el IP menor a 6%, y mayor a 10% cuando el suelo es limoso, limo arenoso.

En la clasificación de suelos AASHTO del año 1990, indica a las gravas como A-1, arenas como A-2-4, A-2-5 y limos como A-3, serán utilizadas en la subrasante a una compactación no menor del 95% de su máxima densidad seca.

La subrasante es de carácter indispensable en la existencia de los distintos tipos de pavimentos. Las fallas encontradas en los distintos tipos de vías o calles pavimentadas están relacionadas al tratamiento y compactación que se le da a la subrasante.

El suelo estabilizado lo define cuando las propiedades físicas y mecánicas estén mejorados con el uso de aditivos, estabilizantes, o productos químicos, naturales o sintéticos que se incorporan al suelo a través de procedimientos mecánicos. El suelo estabilizado por lo general es la subrasante inadecuada o de baja resistencia, en ese caso son llamados estabilizantes de suelos como el cemento, cal, asfalto y diversos productos. La estabilización de la sub base granular debe contar con una buena calidad para que sea un buen material acorde a las obras civiles, para poder ser usar los suelos de mala calidad se tendrá que mejorar con el uso de aditivos o estabilizantes.

Tipos de estabilización de suelos.

Los suelos estabilizados por medios mecánicos su proceso es por la compactación, se debe de utilizar este proceso a todas las obras civiles, donde el suelo es la materia prima, también es muy común la mezcla de suelos para obtener un mejor suelo con buenas propiedades físico mecánicas del.

El suelo estabilizado por combinar dos o más materiales para poder conseguir un suelo adecuado para el uso de vías u otras obras civiles.

La estabilización por medios electrónicos esta estabilización de electroósmosis y la utilización de pilotes electro metálicos, son probablemente los más conocidos.

La estabilización por medios químicos generalmente se logra mediante la combinación de aditivos tales como el cemento, la cal, el sulfato y otros químicos que actúan como agentes. Se tiene unos diferentes tipos de suelos, Teniendo en cuenta la gran variedad de los suelos es de esperar que cada uno de los métodos sea aplicable en un limitado números de suelos.

La estabilización volumétrica, refiere a la expansión o contracción de los suelos, por lo que se origina con el cambio de humedad.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Se busca comparar los resultados entre los estabilizantes industriales y naturales mediante un simple esquema que tiene la forma:



Dónde:

M: muestra obtenida.

L: laboratorio, donde se realizará los ensayos respectivos en función a las normas vigentes.

R: resultados obtenidos de los ensayos, para poder analizar y comparar.

3.2. Variables y operacionalización

La variable independiente: el uso del aditivo terrazyme, y conchas de abanico con 5% 10% en proporción al suelo.

Variable Dependiente: mejorar el la sub rasante CBR

Definición Conceptual: Este estudio permitirá conocer el comportamiento del suelo con la incorporación de un estabilizante terrazyme y conchas de abanico en proporciones de 5% y 10%, y poder comprender mediante los resultados de laboratorio el mejoramiento de la subrasante.

Definición Operacional: se determinará los resultados con las proporciones de 5% y 10% para el uso de las conchas de abanico como estabilizante natura y la proporción del terrazyme está determinado por ser un estabilizante industrial para poder mejorar el suelo.

Indicadores:

Tabla 1: Ensayos realizados en laboratorio

Granulometría	ASTM C136
Clasificación de suelos	NTP 339.134
Índice de plasticidad	NTP 339.129
Proctor modificado	NTP 339.141
CBR	ASTM D1883 - 16

Fuente: Elaboración propia

3.3. Población y muestra

El estudio se realiza en la calle N° 9- ALCOSA, del distrito de Mollebaya - Arequipa, con una población de 4756 habitantes y está ubicado por el norte 8173753 y el este 233470:



Figura 1: Mapa de ubicación

Muestra

La muestra se obtuvo realizando 3 calicatas en las progresivas 0+000, 0+500 y 1+000, respectivamente a una profundidad de 1.50 metros de profundidad, para poder tomar la muestra y realizar los ensayos respectivos según el manual de carreteras.

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

Se observa en la zona de trabajo que está ubicada calle N° 9 – ALCOSA, del distrito de Mollebaya - Arequipa, para poder recolectar muestras para su estudio, y una observación en sitio del estado de la vía de estudio.

Las muestras obtenidas en campo serán procesadas en laboratorio, para poder obtener datos los cuales serán procesados en las plantillas de Excel o programas que nos den resultados y así poder interpretar dicho resultado.

3.5. Procedimientos

El proceso de la investigación fu ejecutado en dos etapas.

Primera etapa consta del recorrido a pie para poder reconocer y verificar el estado de la via, realizando tres calicatas a una profundidad de 1.50 metro en las siguientes progresivas 0+000,0+500 y 1+000.

La segunda etapa se desarrolló con los trabajos de laboratorio y trabajo de gabinete, donde se procesó toda la información obtenida de los ensayos de laboratorio:

Tabla 2: Ensayos realizados

ENSAYOS DE LABORATORIO	NORMA TECNICA
Muestreo de suelos	ASTM D – 420 MTC E 101
Análisis granulométrico	ASTM D – 422 MTC E 107
Contenido de humedad	ASTM D – 2216 MTC E 108
Limite liquido	ASTM D – 4318 MTC E 110
Limite plástico	ASTM D – 4318 MTC E 111
Clasificación de suelos SUCS Y AASHTO	ASTM D – 2487 MTC E 145
Proctor Modificado	ASTM D – 1557 MTC E 115
California Bearing Ratio CBR	ASTM D – 1883 MTC E 132

Fuente: Manual de carreteras: suelos geología y pavimentos R.D. N-°10-2014-MTC-14

Muestreo de suelos ASTM D – 420 MTC E 101

Nos permite establecer un procedimiento adecuado para el muestreo de suelos y rocas, nos permite identificar las propiedades de los suelos.

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A-1-a		A-5
	A-1-b		A-6
	A-3		A-7-5
	A-2-4		A-7-6
	A-2-5		Materia Orgánica
	A-2-6		Roca Sana
	A-2-7		Roca Desintegrada
	A-4		

Figura 2: Clasificación AASHTO

	Grava bien graduada, mezcla de grava con poco o nada de materia fina, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediana, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico
	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa		
	Arcilla orgánica de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico		
	Turba, suelo considerablemente orgánico		

Figura 3: Clasificación SUCS

Análisis granulométrico ASTM D – 422 MTC E 107

Este ensayo granulométrico de suelo por tamizado. Nos indica la distribución de tamaños que posee el suelo extraído de las calicatas que se realizan. Se determina también la clasificación de suelos en relación a su tamaño de partícula de suelo.

Contenido De Humedad ASTM D-2216 MTC E 108

El contenido de humedad del suelo obtenido como muestra, de lo que tomamos el peso de la muestra de suelo, pesamos y procedemos secado de la muestra, para posteriormente pesar la muestra seca, la diferencia de peso que existe es el contenido de peso del agua

Ensayos de límites de Atterberg (ASTM D4318)

Estos límites de Atterberg que miden la cohesión del suelo son:

Ensayo de límite líquido “LL”, cuando el suelo fino pasa a un estado semilíquido a un estado semisólido y se fractura.

Ensayo de límite plástico “LP”, cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe.

El índice de plasticidad “IP”, se obtiene de la diferencia en límites líquido y plástico.

$$IP = LL - LP$$

Tabla 3: Clasificación de suelos en relación al índice de plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP ≤ 20	Media	Suelos arcillosos
IP > 7		
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual de carreteras de suelos, Geología, geotecnia y pavimentos

Clasificación de suelos SUCS Y AASHTO ASTM D – 2487 MTC E 145

Con los valores del ensayo de análisis granulométrico y el ensayo de Ensayos de límites de Atterberg, se puede identificar los suelos en dos; primer método SUCS nos indica que estamos frente a un suelo grava arcillosa, mezcla grava – arena – arcillosa y segundo el método AASHTO que nos permite identificar el tipo de suelo, grava y arena limo arcillosas

Tabla 4: Correlación de los tipos de suelos en los métodos AASHTO - SUCS

Clasificación de suelos AASHTO	Clasificación de suelos SUCS
AASHTO M-145	ASTM –D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A – 2	GM, GC, SM, SC
A – 3	SP
A – 4	CL, ML
A – 5	ML, MH, CH
A – 6	CL, CH
A – 7	OH, MH, CH

Fuente: Manual de carreteras de Suelos, Geología, geotecnia y Pavimentos

Tabla 5: Clasificación de suelos - AASHTO

CLASIFICACION GENERAL	Materiales Granulares (igual o menor del 35% pasa el tamiz N° 200)							Materiales Limo - Arcillosos (más del 35% que pasa el tamiz N° 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
GRUPOS	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
SUB - GRUPOS	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7
% que pasa el Tamiz:											
N° 10	50 máx.										
N° 40	30 máx.	50 máx.	51 máx.								
N° 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características del Material que pasa el tamiz N° 40											
Límite Líquido			NO PLÁSTICO	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 máx.
Índice de Plasticidad	6máx.	6 máx.		10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Índice de Grupo	0	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
Tipos de Material	fragmentos de piedra grava y arena		Arena fina	Grava, arenas limosas y arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
Terreno de Fundación	Excelente a Bueno						Regular a Deficiente				

NOTA: El índice de plasticidad de los suelos A-7-5 es igual o menor que su Límite Líquido 30, el de los A-7-6 mayor que su Límite Líquido (fig. 1) se halla indicada la relación ente lo LL e IP de los materiales finos. Dicho de otro modo, el grupo A-7 es subdividido en A-7-5 ó A-7-6 dependiendo del Límite Plástico (L.P.)
 Si el LP \geq 30, la clasificación es A-7-6
 Si el LP < 30, la clasificación es A-7-5

Fuente: Manual de carreteras de Suelos, Geología, geotecnia y Pavimentos

Tabla 6: Clasificación de suelos SUCS

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LA BORA TORIO	
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS	Gravas limpias	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: $Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} D_{60}$ entre 1 y 3 No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW. Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble s mbo b. Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$. $Cu = D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} D_{60}$ entre 1 y 3 Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW. Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos límite medios que precisan 	
		(sin o con pocos finos)	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena pocos finos o sin finos.		
		Gravas con finos	Gravas limpias, mezclas grava-arena-limo.		
	MÁS DE LA MITAD DE LA FRACCIÓN GRUESA ES RETENIDA POR EL TAMIZ NÚMERO 4 (4.76 mm)	ARENAS	Arenas limpias		Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
			(pocos o sin finos)		Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
			Arenas con finos		Arenas limpias, mezclas de arena y limo.
	MÁS DE LA MITAD DEL MATERIAL PASA POR EL TAMIZ NÚMERO 200	ARENAS	Arenas con finos		Arenas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.
			Arenas limpias		Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
			(pocos o sin finos)		Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
			Arenas con finos		Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.
SUELOS DE GRANO FINO	Limos y arcillas:	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.		
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.		
		OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.		
	Límite líquido menor de 50	Limos y arcillas:	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomas, limos eásticos.	
			CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.	
			OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada, limos orgánicos.	
			PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.	

Fuente: Manual de carreteras de suelos, geología, geotecnia y pavimento

Proctor Modificado ASTM D – 1557 MTC E 115

Nos permite determinar la relación del contenido de humedad óptima que requiere el suelo para una buena compactación (curva de compactación), en moldes de 4 ó 6 pulgadas (101,6 ó 152,4 mm), pisón 10 lbf (44,5 N), altura de 18 pulgadas (457 mm).

Este ensayo se aplica sólo para suelos que tienen 30% ó menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de 3/4" pulg (19,0 mm).

Ensayo de California Bearing Ratio (ASTM D – 1883 MTC E 132

El Ensayo de CBR, se realiza una vez clasificado el suelo, se podrá establecer los ensayos de CBR, que es el valor de soporte o resistencia del suelo que esta dado a un 95% de la máxima densidad seca.

Para poder tener los valores del CBR de una subrasante, se debe de tener en cuenta lo siguiente:

Tabla 7: Categoría de subrasante

Categorías de Subrasante	CBR
S 0 : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S 1 : Subrasante Pobre	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: Manual de carreteras de Suelos, Geología, geotecnia y Pavimentos

3.6. Método de análisis de datos

Los resultados de laboratorio, serán procesadas en programas o plantillas donde nos ayudara a obtener resultados para la interpretación de datos. .

3.7. Aspectos éticos

Este proyecto de investigación cuenta con la integridad y honor de haber sido elaborados por mi persona con el apoyo de los profesionales de laboratorio para poder realizar los ensayos competentes en función a la norma peruana y al MTC.

En esta investigación, la ética se considera parte fundamental de la y respetando los resultados obtenidos en los ensayos que son reales, teniendo mucho en cuenta la responsabilidad y honestidad para investigaciones posteriores.

IV. RESULTADOS

Ubicación del estudio del proyecto

Se ubica en la calle N°9 de ALCOSA, ubicado en la municipalidad distrital de Mollebaya provincia y departamento de Arequipa.

Norte: 8173753

Este: 233470

Altitud: 2505 msnm

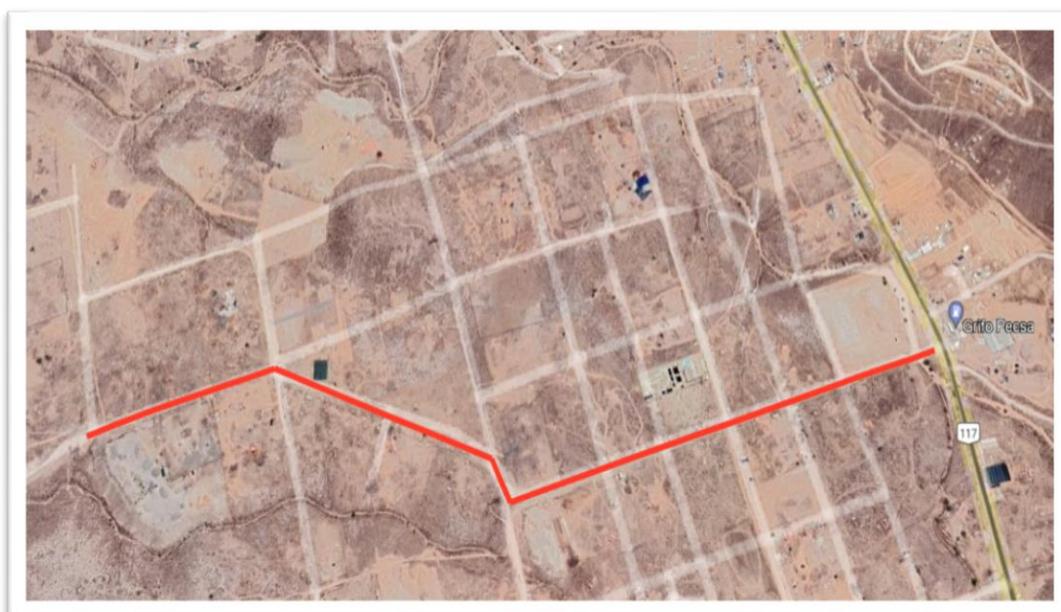


Figura 4: Ubicación del estudio

Se realizó tres calicatas a una profundidad de 1.5 metros cada uno, para poder realizar los estudios respectivos y conseguir una mejora con la utilización de estabilizantes industriales terrazyme y naturales conchas de abanico.

Análisis de la cal – conchas de abanico

Las conchas de abanico hay en diferentes variedades. La que más predomina es el carbonato de calcio (CaCO_3); según la prueba de laboratorio, que son los mismos minerales que contiene la cal el cual es el estabilizante más usado para mejorar los suelos.

Componentes minerales de la concha de abanico

Tabla 8: Componentes minerales de la concha de abanico

MACROELEMENTO	PROMEDIO (%)
Sodio	10
(mg/100g)	1.7
Potasio	26
(mg/100g)	9.4
Calcio	11
(mg/100g)	7
Magnesio	33
(mg/100g)	9

Fuente: (IIP, 1996, pág. 120)

La preparación de las conchas de abanico para el uso como estabilizante en proporciones de 5% y 10%, con relación al suelo, se procedió a la compra, lavado, secado y molido a nivel de polvo de las conchas de abanico.



Figura 5: Lavado de las conchas de abanico



Figura 6: Secado a lo natural las conchas de abanico



Figura 7: Las conchas de abanico, triturado para ser molido fácilmente.



Figura 8: Conchas de abanico molido en polvo.

Estabilizante Industrial Terrazyme

Es un estabilizante fabricado mediante de la fermentación de extractos de plantas naturales, el producto final es el proceso metabólico microbioal, incluyendo enzimas.



Figura 9: Empresa distribuidora en el Perú



Figura 10: El aditivo terrazyme en liquido

Análisis Granulométrico

El resultado de cada muestra obtenida por calicata, obteniendo lo siguiente:

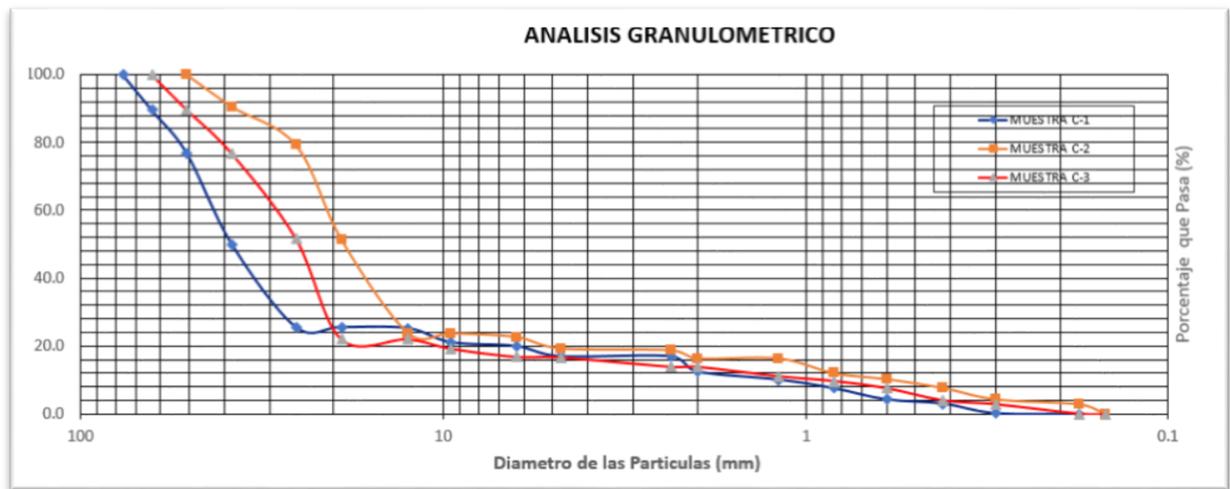


Figura 11: Granulometría de las muestras de las tres calicatas.

Ensayos de límites de Atterberg

Se realizó el ensayo de límite líquido y límite plástico al suelo natural, suelo 95% + 5% de conchas de abanico, suelo 90% + 10% de conchas de abanico. Obteniendo los siguientes:

Tabla 9: Resultado De Los Ensayos De Atterberg

LIMITES	LIQUIDO	PLASTICO	INDICE PLASTICO
Suelo natural	19.6	18.3	1.3
Suelo natural más terrazyme	19.6	18.3	1.3
Suelo natural 95% + 5% conchas de abanico	19.4	18	1.4
Suelo natural 90% + 10% conchas de abanico	18.9	17.9	1.0

Fuente: Elaboración propia

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Se realiza la clasificación en función de los datos obtenidos con la granulometría y los límites líquido y plástico.

Tabla 10: Clasificación del suelo

Clasificación	AASHTO	SUCS
Suelo Natural	A-1-b (0)	SM-SC

Fuente: Elaboración propia

Proctor Modificado

Se tiene:

Tabla 11: Contenido de humedad óptima de los suelos

	Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
Suelo natural	2.235	7.99
Suelo natural 95% + 5% conchas de abanico	2.299	10.37
Suelo natural 90% + 10% conchas de abanico	2.399	11.85

Fuente: Elaboración propia

CBR

El CBR del suelo natural con relación al suelo natural 95% + 5% de conchas de abanico, suelo natural 90% + 10% de conchas de abanico, mejora significativamente:

Tabla 12: Resultados del CBR sin corrección

	CBR a 0.1"	
	95%	100%
Suelo natural	18	20.2
Suelo natural + terrazyme	14	25
Suelo natural 95% + 5% conchas de abanico	22.1	36.8
Suelo natural 90% + 10% conchas de abanico	44.5	52.6

Fuente; Elaboración propia

CBR CORREGIDOS

Tabla 13; resultados del CBR corregidos

	CBR a 0.1"	
	95%	100%
Suelo natural	21.7	25.7
Suelo natural + terrazyme	14	25.9
Suelo natural 95% + 5% conchas de abanico	24.	39.8
Suelo natural 90% + 10% conchas de abanico	53.1	62.4

Fuente: elaboración propia

COSTO DEL TERRAZYME Y CONCHAS DE ABANICO

El costo será por cada estabilizante será por un metro cuadrado con espesor de 0.10 metros, en un volumen total de 0.1 metro cúbicos, para el uso de cada estabilizante

El costo del terrazyme en el mercado está en 140.00 dólares americano por un litro:

1 litro de terrazyme ----- 30 m3 compactado
 X litro de terrazyme ----- 0.1 m3 compactado
X = 0.003333 litro de terrazyme

Costos:

1 litro de terrazyme ----- 140 dólares
 0.003333 litros de terrazyme -----X dólares
X = 0.4667 dólares
X = 1.83 nuevos soles

Costo de las conchas de abanico en el mercado, sin coto. La trituración y molienda si tiene costos a 0.50 S/. nuevos soles por un kilo de conchas de abanico. Un kilogramo de conchas de abanico equivale a 0.0416 metros cúbicos.

0.10 m3 compactado ----- 100%
 X m3 compactado -----5%
X = 0.005 m3 compactado

De

0.0416 m3 de conchas de abanico ----- 1 kilogramo
 0.005 m3 de conchas de abanico -----X kilogramo
X = 0.12 kilogramo

Costo:

0.50 nuevo soles ----- 1 kilogramo
 X nuevos soles ----- 0.12 kiligramo
X = 0.06 nuevos soles

Tabla 14: Diferencia de costos por metro cuadrado

Estabilizante	Costo por 1 m2/espeso de 0.10 metros
Terrazyme	1.83 nuevos soles
Conchas de abanico	0.06 nuevos soles

Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

Como objetivo principal de la presente investigación es determinar el comportamiento de los estabilizantes terrazyme y conchas de abanico, para el uso y mejoramiento de las vías de la asociación de ladrilleros del cono sur Arequipa-alcosa de la calle N° 9, del distrito de Mollebaya provincia y departamento de Arequipa. Realizando los estudios a las muestras obtenidas de las calicatas en las progrecivas 0+00, 0+500 y 1+000 se determinó la clasificación de suelos de las tres calicatas en SUCS el tipo SM – SC y AASHTO (A-1-b (0)), las clasificaciones de las muestras de las tres calicatas dan por resultado la misma clasificación.

En la obtención del contenido de humedad óptima para poder obtener o realizar los ensayo de CBR, se obtuvo la humedad optima del suelo con 7.99 % sin el uso de los estabilizantes, la humedad optima la combinación o uso del estabilizante terrazyme nos dalo mismo e vista de que el estabilizante es líquido y se vierte en el agua, para el contenido de humedad optima del suelo al 95 % mas 5% de conchas a abanico se obtiene una humedad de 10.37% y para suelo de 90% más el 10% de conchas de abanico se obtiene una humedad optima de 11.85% , lo que nos indica que a mayor uso de las conchas de abanico con relación al suelo crece la humedad optima

Realizando los ensayos al suelo natural obteniendo en CBR al 95% 18% y corregido al 21.7 %, incorporando del estabilizante terrazyme al suelo natural se obtiene un CBR al 95% 14% y corregido al 14 %, incorporando las conchas de abanico en un 5% al suelo natural 95% se obtiene un CBR al 95% CBR al 95% 21.2% y corregido al 24 % y por último se incorporando las conchas de abanico en un 10% al suelo natural 90% se obtiene un CBR al 95% CBR al 95% 44.5% y corregido al 53.1 %.

Se vio por conveniente realizar la investigación que nos demuestre que al aplicar los estabilizantes en las proporciones mencionadas no de buenos resultados, observando y comparando los resultados en el uso del estabilizante terrazyme para esta investigación no demuestra mejoras en el suelo natural dando la proporción de uso del terrazyme indicado por el fabricante, en relación al uso de las conchas de abanico (cal) como aditivo estabilizante se usó en las proporciones de 5% y 10% obteniendo buenos resultados con la mezcla del suelo natural y las conchas de

abanico, también se nota que aumenta la humedad óptima en relación o proporción al uso de las conchas de abanico, pudiendo observar el comportamiento en los ensayos de límite líquido y límite plástico disminuyendo los resultados en relación a la proporción de uso de las conchas de abanico con el suelo.

A partir de los resultados obtenidos en esta investigación, se procede a debatir y comparar los resultados obtenidos con las teorías en relación al tema y los antecedentes que se elaboraron previamente.

Con los resultados obtenidos, las conchas de abanico como estabilizante de la subrasante, tiende a mejorar las propiedades del suelo a una proporción significativa tal como lo menciona en su artículo Sanchez, Castro Ureña & Azañón 2014. En donde nos indica que el uso de las conchas de abanico artesanal e industrial mejora las propiedades del suelo.

La proporción de las conchas de abanico, con relación al suelo natural, es de 5% al 10%, se ve observa la mejora del suelo con las dos proporciones, como lo menciona Espinoza 2012, donde nos indica que el uso de aditivos para mejorar el suelo en proporciones mejora la capacidad de soporte del suelo en porcentaje de 75% al 125% un determinado tiempo.

Sanchez, Castro, Ureña & Azañón, (2014). Realizo la investigación concerniente a la eficiencia de los aditivos químicos para usos de vías no pavimentadas para una buena conservación de la subrasante, los aditivos químicos compuestos de cloruro de calcio, enzimas (terrazyme). Mediante un monitoreo durante 17 días de aplicado ambos aditivos se tiene, el suelo natural presenta una variación de 45% en su CBR, aplicando el cloruro de calcio aumenta en 107 % y el terrazyme en un 62%. en su CBR.

La forma de aplicar los estabilizantes al suelo varía demasiado, el uso del terrazyme en el suelo a mejorar. Se procede a disolver en el agua para humedecer el suelo a compactar, en la dosis determinada en función al tipo de suelo, la utilización o a la aplicación del estabilizante es muy sencillo, se procede a humedecer el suelo para posteriormente realizar la nivelación del suelo y compactado, cuyo procedimiento es más simple en relación a las conchas de abanico, pero su costo del estabilizante terrazyme es muy elevado y varía en función del cambio de dólar del día cuyo costo

fluctúa entre 140 dólares americanos el litro que nos rinde para 33 metros cúbicos de suelo compactado y en relación a un metro cuadrado el costo fluctúa en 1.83 nuevos soles en un espesor de 10 centímetros de suelo compactado.

Otra de las consecuencias del costo o la utilización el aditivo industrial terrazyme está en relación a la importación que se realiza la empresa o uno mismo lo hace la adquisición del estabilizante terrazyme, ya que su fabricación se realiza fuera del país.

La forma de utilizar las conchas de abanico es más tediosa en relación a la cantidad de uso que se dará para el mejoramiento que se dará a un suelo. el procedimiento para obtener en polvo las conchas de abanico sin incluir ningún tipo de aditivo o producto químico al polvo obtenido de las conchas de abanico ni exponer a altas temperaturas.

Obtenemos las conchas de abanico en los mercados o desechos de algunos centros portuarios, para luego proceder a lavar, triturar hasta que quede en polvo y su uso es en relación al porcentaje de que requiera dar al suelo a mejorar.

El costo de las conchas de abanico es de cero costos salvo el costo de molido que fluctúa entre 0.5 nuevos soles por cada kilogramo de conchas de abanico. Y por un metro cuadrado de suelo a un porcentaje de uso al 5% de conchas de abanico y 95% de suelo natural el costo es de 0.06 nuevos soles en un espesor de 10 centímetros. No llegando ni a los 10 céntimos de nuevos soles por metro cuadrado.

Como el objetivo principal es la comparación de estabilizante industrial terrazyme y natural las conchas de abanico, en como mejora el suelo o la subrasante de la calle N° 9 de la asociación de ladrilleros cono sur Arequipa –alcosa del distrito de Mollebaya provincia y departamento de Arequipa con los resultados obtenidos demostramos que las conchas de abanico superan en un gran porcentaje al terrazyme tanto en los costos por metro cuadrado como en el mejoramiento de sus propiedades físico mecánicas del suelo , como mejorando los limites liquidos y plásticos, al mismo tiempo morando el CBR del suelo natural con el uso de las conchas de abanico en relación a su porcentaje de uso.

En el uso del terrazyme se tendría que obtener dosificaciones de laboratorio dependiendo al tipo de suelo para obtener mejores resultados con relación al uso de las conchas de abanico .

VI. CONCLUSIONES

El estudio realizado a las muestras obtenidas en las calicatas de las progresivas 0+000, 0+500 y 1+000, se llegó a la conclusión en el ensayo granulometría y límites líquido y plástico, que las tres muestras eran de igual similitud con forma a la clasificación SUCS SM – SC y AASHTO (A-1-b (0)).

Con la utilización del estabilizante de conchas de abanico en las proporciones de 5% y 10% aumenta el contenido de humedad óptimo en relación al suelo natural de 7.99 % de contenido de humedad óptima, la aplicación de 5% de conchas de abanico y 95 % suelo natural se tiene 10.37% de contenido de humedad y con 10% de conchas de abanico y 90% suelo natural se obtiene 11.85% de contenido de humedad óptima.

En los ensayos de límites de Atterberg, disminuye en la relación del uso de las conchas de abanico a diferencia al uso del terrazyme.

El proyecto de investigación logra determinar las mejoras con la aplicación de los estabilizantes terrazyme y conchas de abanico en proporciones de 5% y 10%, en relación al suelo natural. Mejorando el CBR a 0.1" del suelo natural al 95% de 21.7% a ,14% con terrazyme, 24% con 5% de conchas de abanico y 53.1% con 10% de conchas de abanico, es notable el mejoramiento del suelo natural sin la utilización de estabilizantes.

Se concluye que el estabilizante conchas de abanico al combinar con el suelo natural en las proporciones de 5% y 10% mejora significativamente en comparación el terrazyme.

La diferencia de costos en los estabilizantes es notable, las conchas de abanico su costo refiere en un 0.06 nuevos soles y terrazyme de 1.83 nuevo soles costo por metro cuadrado.

Se concluye que las conchas de abanico como estabilizante natural es mejor que el terrazyme como estabilizante industrial.

VII. RECOMENDACIONES

En esta investigación demostramos que las conchas de abanico como estabilizante natural es mejor que el terrazyme, por lo que recomendamos profundizar más la investigación del uso de las conchas de abanico en diferentes tipos de suelos.

Se recomienda hacer la investigación en los diferentes porcentajes el uso de las conchas de abanico para poder dar con su contenido de humedad óptima a las diferentes proporciones de uso.

Se recomienda su estudio con diversos estabilizantes naturales y ver si las conchas de abanico dan los mismos resultados en diferentes tipos de suelos.

Se recomienda realizar una investigación o monitoreo de los estabilizantes naturales e industriales para ver su comportamiento durante su periodo de uso o vida útil.

REFERENCIAS

- Arias, A. (s.f.). Colección Biológica del ICMAN. BASE DE DATOS TERMINOLÓGICOS Y DE IDENTIFICACIÓN. ICMAN.
- Braja, M. D. (2012). Fundamentos de Ingeniería en Cimentaciones. (Septima Edición ed.).
- Carnero López; Matías, Fernández Rodríguez M. Elena, Carreira Pérez, Xoan Carlos, Méndez Lodos. (2009). MEZCLAS DE ZAHORRAS NATURALES Y CONCHA DE MEJILLÓN. XIII CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA DE PROYECTOS (Badajoz).
- Castro Valencia, M. C. (1992). Suelos Expansivos en Talara. (F. d. Civil, Ed.) Piura: Tesis Grado. Cotecno. (2019). Máquina de abrasión Los Ángeles. Máquina de abrasión Los Ángeles.
- Datea.es. (25 de Enero de 2018). Datea. Obtenido de Datea: <https://www.datea.es/tipologia-de-los-suelos-en-la-construccion/>
- De paz, J. R. (2010). Estabilización de suelos con cloruro de sodio para bases y sub bases. Guatemala: Universidad de san carlos de guatemala.
- Dominicana, E. p. (2017). Educando. Obtenido de <http://www.educando.edu.do/portal/el-suelo-sus-capas-otras-caracteristicas/>
- Dr. Hassan H. Jony, Mays F. Al-Rubaie & Israa Y. Jahad. (2011). The Effect of Using Glass Powder Filler on Hot Asphalt. Eng. & Tech. Journal.
- Duque Escobar, G., & Escobar Potes, C. E. (2002). MECANICA DE LOS SUELOS. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Duque, E. G., & Escobar, P. C. (2002). Texto para la asignatura mecánica de mecanica de suelos I. Manizales, Colombia:
- Universidad Nacional Sede Manizales. esacademic.com. (08 de noviembre de 2010). esacademic.com. Recuperado el 10 de 03 de 2020, de <https://esacademic.com/dic.nsf/eswiki/1204643>

Espinoza, H. (31 de 07 de 2017). Toda construcción debe tener un previo estudio de suelos. (UNI, Entrevistador) UNI. Recuperado el 15 de septiembre de 2019, de <http://www.lms.uni.edu.pe/EXPOSICIONES/entrevista-HEC.pdf>

Foinquinos, J., & Hurtado, J. (2011). Arcillas y lutitas expansivas en el norte y nororiente Peruano. Universidad Nacional de Ingeniería Civil. Obtenido de http://www.jorgealvahurtado.com/files/labgeo04_a.pdf

FONDEPES. (2018). Manual de conchas de Abanico. Lima: Ministerio de la Producción

Rico, A., y Del Castillo, H. (1977). La ingeniería de suelos en las vías terrestres: Carreteras, ferrocarriles y autopistas. (2 ed.) México: Limusa.

Bustos, G. (2002). Pg-3: Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes. (3 ed.) España: Liteam.

Bañon, L y Beviá, j. (2000). Manuales de carreteras. Volumen 2: Construcción y mantenimiento. Alicante España: Ortiz e hijos, contratistas de obras, S.A.

Montejo, A. (2002). Ingeniería de pavimentos para carreteras. (2 ed.). Bogotá: Universidad católica de Colombia ediciones y publicaciones.

Torres, M., y Hidalgo, F. (2007). Sistema de pavimentos carreteras vías terrestres diseño de estructuras climatología. Tesis para título de Ingeniero civil, Escuela Politécnica del ejército, Sangolquí.

Gutiérrez, F. (2004). Rediseño geométrico del distribuidor vial de la UDLA-P en la ruta Quetzalcóat. Tesis para título de Ingeniero civil, Universidad de las Américas Puebla, Puebla.

Ravines, M. (2010). Pruebas con un producto enzimático como agente estabilizador de suelos para carreteras. Tesis para título de Ingeniero civil, Universidad de Piura, Piura.

En Sechura se arrojan 100 mil toneladas al año de residuos de concha de abanico. (2014, 12 de agosto). El comercio, pp. 3

Si no para la contaminación, no renovarían permisos a las procesadoras en Sechura. (2014, 13 de agosto). El comercio, pp. 3.

Canero, M., Fernández, M., y Carreira, X. (2009). Mezclas de zahorras naturales y concha de mejillón para firmes de vías forestales. XIII congreso internacional de ingeniería de proyectos, Badajoz.

Rowland, G., y Ifechukwude, E. (2014). Mechanical stabilization of a deltaic clayey soil using crushed waste periwinkle shells. International journal of engineering and technology research, 2, 1-7.

Londoño, C., y Tabares, J. (1992). Mecánica de suelos para ingenieros de vías. (2ª ed.). Medellín: Instituto colombiano de productores de cemento.

Half Associates (2004). 02500- Flexible base. Texas.

Florida department of transportation. (2015). Standard specifications for road and bridge construction: Section 913,913A y 914. Florida.

Orange County Utilities. (2013). Technical specifications: Section 02570 Stabilized subgrade. Florida.

INDECOPI (1999). NTP. 339.128 – SUELOS: Método de ensayo para el análisis granulométrico.

INDECOPI (1999). NTP. 339.129 – SUELOS: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e Índice de plasticidad de los suelos.

INDECOPI (1999). NTP. 339.134 – SUELOS: Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).

INDECOPI (1999). NTP. 339.135 – SUELOS: Método para la clasificación de suelos con para uso de vías de transporte.

INDECOPI (1999). NTP. 339.141 – SUELOS: Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2,700 KN-m/m³))³

INDECOPI (2001). NTP. 400.012 – AGREGADOS: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

INTINTEC (1977). NTP. 400.020 – AGREGADOS: Determinación al desgaste de agregado grueso de gran tamaño por medio de la máquina de los ángeles.

INDECOPI (1999). NTP. 400.040 – AGREGADOS: Partículas chatas o alargadas en el agregado grueso

NIZAMA, Douglas. Valoración de residuos crustáceos para concretos de baja resistencia. Tesis (Título de Ingeniero civil). Disponible en <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2194>

NGUYEN, Dang, BOUTOUIL, Mohamed, SEBAIBI, Nassim, LELEYTER, Lydia y BARAUD, Fabienne. Valorization of seashell by-products in pervious concrete pavers. Revista internacional de investigación [en línea]. Diciembre 2013, N° 49. [Fecha de consulta: 4 de diciembre de 2018]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061813007472>

REVISTA Asociación nacional de fabricantes de cal (ANFACAL) [en línea]. México: 2007. Disponible en <http://anfocal.org/pages/usos-y-aplicaciones-de-la-cal.php>.

SAAVEDRA, José. Interacción de la concha de abanico triturada con los agregados triturados y redondeados en mezclas de concreto. Tesis (pregrado en Ingeniería Civil). Disponible en https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2582/ICI_222.pdf?sequence=1&isA

ANEXOS

Tabla 15: Operación de variables

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Variable Independiente “Incorporación del aditivo estabilizante terrazyme y las conchas de abanico”	se determina que el terrazyme es de composición orgánica es de estado líquido y de color café, compuesto por enzimas y las conchas de abanico esta compuesto por carbonato de calcio, molido en polvo blanco.	para determinar una dosificación o mezcla entre el suelo y el aditivo estabilizante terrazyme y conchas de abanico, para mejorar los suelos.	El CBR de la subrasante con y sin los aditivos estabilizantes	Según den los resultados de laboratorio	Se medirá en los términos; excelente, regular e insuficiente
			Aditivo terrazyme y conchas de abanico	Porcentaje adecuado del terrazyme y las conchas de abanico 10% en suelo natural 90% y 5% y 95%	
Variable dependiente “mejorar la resistencia de la subrasante CBR”	Resistencia al deterioro por el paso de vehículos y agua. Desgaste al deterioro para reducir el costo de mantenimiento	La condición de un estado de la carretera, estar en óptimas condiciones, ya que la superficie de rodadura depende de un buen mejoramiento de la resistencia de la subrasante	Granulometría	Cuantitativa	kg, ml, lts, %, ...etc.
			Índice de plasticidad		
			Proctor modificado		
			Clasificación de suelos		
			Costos		

Anexos: resultados de laboratorio



ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO

ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

CONSTANCIA

El que suscribe, Ing. Roberto Cáceres Flores, gerente del Laboratorio RCF S.R.L.

HACE CONSTAR:

Que el Sr. Tesista de Ingeniería Civil que nuestra representada le ha brindado las instalaciones, equipos y asesoría al Sr. Bachiller:

JACK JERRISON MENESES SANDOVAL

DNI: 43115830

Para la ejecución de los ensayos de su tesis denominada: **Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya - Arequipa 2022** con fines de obtener el título profesional, realizado del 20 junio al 01 de julio de 2022.

Se expide la presente constancia a favor de la interesada para los fines pertinentes.

Arequipa, 16 de julio de 2022

ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.

Ing. Roberto Cáceres Flores
GERENTE GENERAL

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27**

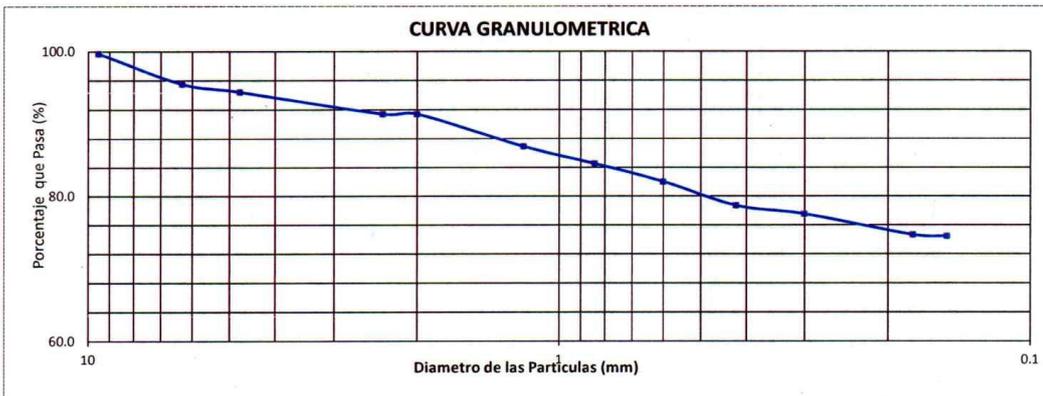
Solicitante: TESISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL
Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya - Arequipa 2022
Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA
Calicata: C-1 - SUELO NATURAL
Profundidad: 1.50 m.
Eje proyecto: Calle
Progresiva: 0+000

Certificado : -
Hecho Por : -
Ing. Responsable : -
Fecha de Muestreo : 22/06/2022
Fecha de Ensayo : 24/06/2022

Tamaño Máximo : -
Peso Inicial Seco : 1799.9 g
Fracción : - g

Muestra : 0+000

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000					Límite Líquido (LL) : 19.6
4"	101.600					Límite Plástico (LP) : 18.3
3"	76.200					Índice Plástico (IP) : 1.3
2 1/2"	63.300					Clasificación (SUCS) : SM-SC
2"	50.800					Clasificación (AASHTO) : A-1-b (0)
1 1/2"	38.100					Max. Dens. Seca : 2.235
1"	25.400					Opt. Cont. Humedad : 7.99
3/4"	19.050	227.0	12.6	12.6	87.4	CBR 0.1" (95%) : 21.7
1/2"	12.500	486.0	27.0	39.6	60.4	CBR 0.1" (100%) : 25.7
3/8"	9.500	438.0	24.3	63.9	36.1	% Grava : 0.3
1/4"	6.300					% Arena : 25.1
Nº 4	4.750	5.5	0.3	0.3	99.7	% Fino : 74.6
Nº 8	2.360	74.8	4.2	4.5	95.5	Cu : -----
Nº 10	2.000	20.0	1.1	5.6	94.4	Cc : -----
Nº 16	1.190	54.3	3.0	8.6	91.4	Pot. de Expansión: Estable
Nº 20	0.840	0.0		8.6	91.4	OBSERVACIONES :
Nº 30	0.600	80.5	4.5	13.1	86.9	
Nº 40	0.420	43.1	2.4	15.5	84.5	
Nº 50	0.300	45.3	2.5	18.0	82.0	
Nº 80	0.177	59.7	3.3	21.3	78.7	
Nº 100	0.150	21.4	1.2	22.5	77.5	
Nº 200	0.075	51.8	2.9	25.4	74.6	
Pletillo		3.5	0.2	25.6	74.4	





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS
MTC E 108 / ASTM D 2216**

Solicitante: TESISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL
Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya – Arequipa 2022
Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA
Calicata: C-1 - SUELO NATURAL
Profundidad: 1.50 m.
Eje proyecto: Calle
Progresiva: 0+000

Muestra : 0+000

Certificado : -
Hecho Por : -
Ing. Responsable : -
Fecha de Muestreo : 22/06/2022
Fecha de Ensayo : 24/06/2022

DATOS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION	UND.	01	02	03
Número de Tara	Nro.			
Masa de la muestra húmeda+tara	g.	600.0		
Masa de la muestra seca+tara	g.	592.8		
Masa de la tara	g.			
Masa del agua	g.	7.2		
Masa de la muestra seca	g.	592.8		
Contenido de humedad	%	1.2		
PROMEDIO	%		1.2	
OBSERVACIONES:				



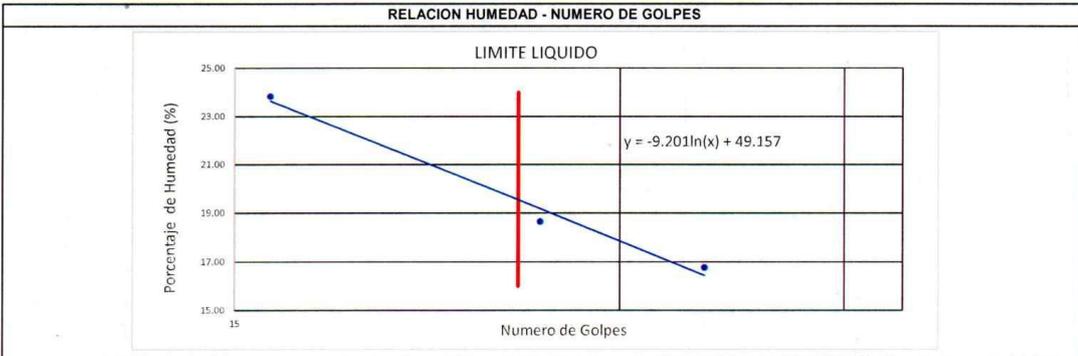


LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD MTC E 110 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89 MTC E 111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 90		
Solicitante: TESISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL		
Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya - Arequipa 2022		
Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA		Certificado : -
Calicata: C-1 - SUELO NATURAL		Hecho Por : -
Profundidad: 1.50 m.		Ing. Responsable : -
Eje proyecto: Calle	Muestra : G+000	Fecha de Muestreo : 22/06/2022
Progresiva: 0+000		Fecha de Ensayo : 24/06/2022

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40			LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	
		1	2	3	4	5		
Recipiente	N°							
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	34.40	33.70	37.30	30.80	31.00		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	31.30	31.20	34.60	29.70	30.00		
Peso de Recipiente (C)	gr.	18.30	17.80	18.50	24.00	24.20		
Peso del Agua (A-B)	gr.	3.10	2.50	2.70	1.10	1.00		
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	13.00	13.40	16.10	5.70	5.80		
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	23.85	18.66	16.77	19.30	17.24		
Golpes	N°	16	26	35				

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	19.6	18.3	1.3



OBSERVACIONES :



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO
MTC E 115 / ASTM D 1557**

Solicitante: TESISISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL

Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya – Arequipa 2022

Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA

Calicata: C-1 - SUELO NATURAL

Profundidad: 1.50 m.

Eje proyecto: Calle

Progresiva: 0+000

Muestra : 0+000

Certificado : -

Hecho Por : -

Ing. Responsable : -

Fecha de Muestreo : 22/06/2022

Fecha de Ensayo : 24/06/2022

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ""

NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 56

NUMERO DE CAPAS : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1 (2%)	2 (4%)	3 (6%)	4 (8%)
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10856	11071	11169	11196
PESO DE MOLDE (gr)	6405	6405	6405	6405
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4451	4666	4764	4791
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1961	1961	1961	1961
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.270	2.379	2.429	2.443
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.165	2.227	2.231	2.205

RESULTADOS OBTENIDOS

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.235
Óptimo Contenido de Humedad (%)	7.99

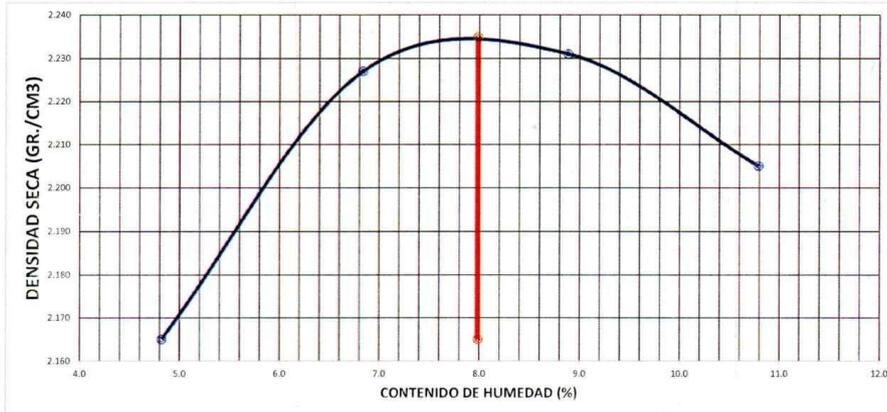
CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	477.0	468.0	459.2	451.3
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	23.0	32.0	40.8	48.7
PESO DE SUELO SECO (gr)	477.0	468.0	459.2	451.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.8	6.8	8.9	10.8

**RESULTADOS CORREGIDOS PARA CAMPO
ASTM D 4718**

Retenido en Tamiz de 3/4" (%)	-----
Peso específico de Grava > 3/4" (gr.)	-----
Humedad de la Grava > 3/4" (%)	-----
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	-----
Óptimo Contenido de Humedad (%)	-----

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES:



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C. B. R.)
MTC E 132 / ASTM D 1883**

Solicitante: TESISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL
Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya - Arequipa 2022
Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA
Calicata: C-1 - SUELO NATURAL
Profundidad: 1.50 m.
Eje proyecto: Calle
Progresiva: 0+000
Muestra : 0+000
Certificado : -
Hecho Por : -
Ing. Responsable : -
Fecha de Muestreo : 22/06/2022
Fecha de Ensayo : 24/06/2022

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3								
	5		5		5								
Número de capas													
Número de golpes	56		25		12								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso suelo + molde (gr.)	12,765	12,829	12,977	13,018	11,859	11,912							
Peso molde (gr.)	7,843	7,843	8,111	8,111	8,069	8,069							
Peso suelo compactado (gr.)	4,922	4,986	4,866	4,907	3,790	3,843							
Volumen del molde (cm ³)	2,129	2,129	2,123	2,123	2,123	2,123							
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,312	2,342	2,292	2,311	1,785	1,810							
Humedad (%)	8.6	11.4	8.6	10.4	8.6	10.7							
Densidad Seca (gr./cm ³)	2.128	2.102	2.110	2.094	1.643	1.635							
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Tara+suelo húmedo (gr.)	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0							
Tara+suelo seco (gr.)	460.2	448.7	460.2	452.9	460.2	451.5							
Peso de agua (gr.)	39.8	51.3	39.8	47.1	39.8	48.5							
Peso de tara (gr.)													
Peso de suelo seco (gr.)	460.2	448.7	460.2	452.9	460.2	451.5							
Humedad (%)	8.6	11.4	8.6	10.4	8.6	10.7							
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
24-jun	14:50	0	650	0.00	0.00	676	0.00	0.00	687	0.00	0.00		
25-jun	14:50	24	650	0.00	0.00	676	0.00	0.00	688	0.03	0.00		
26-jun	14:50	48	651	0.03	0.00	677	0.03	0.00	688	0.03	0.00		
27-jun	14:50	72	651	0.03	0.00	678	0.05	0.00	691	0.10	0.00		
28-jun	14:50	96	653	0.08	0.00	680	0.10	0.00	693	0.15	0.01		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Dial	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	Dial	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	Dial	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		32	1.6			53	2.6			8	0.4		
0.050		93	4.6			122	6.0			32	1.6		
0.075		175	8.6			186	9.2			51	2.5		
0.100	70.307	280	13.8	14.2	20.2	256	12.6	12.5	17.7	69	3.4	2.8	3.9
0.150		476	23.5			354	17.5			89	4.4		
0.200	105.460	697	34.4			466	23.0			142	7.0		
0.300		1017	50.2			613	30.2			295	14.6		
0.400		1285	63.4			709	35.0			492	24.3		
0.500		1520	75.0			826	40.8			690	34.0		
OBSERVACIONES :													



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C. B. R.)
MTC E 132 - ASTM D 1883

Solicitante: TESISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL

Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya – Arequipa 2022

Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA

Calicata: C-1 - SUELO NATURAL

Profundidad: 1.50 m.

Eje proyecto: Calle

Progresiva: 0+000

Muestra : 0+000

Certificado : -

Hecho Por : -

Ing. Responsable : -

Fecha de Muestreo : 22/06/2022

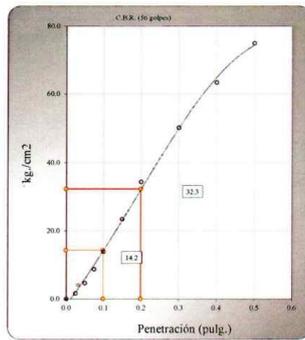
Fecha de Ensayo : 24/06/2022

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca 2.235 gr./cm^3

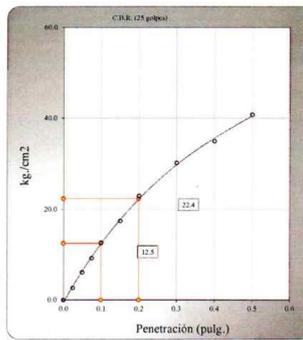
Óptimo Contenido de Humedad 7.99%

Máxima Densidad Seca al 95% 2.123 gr./cm^3



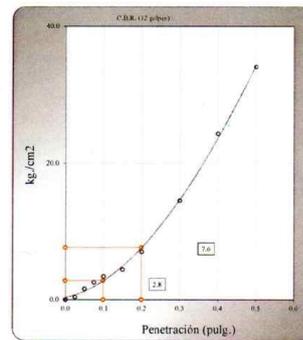
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES :

20.2 %



C.B.R. (0.1") 25 GOLPES :

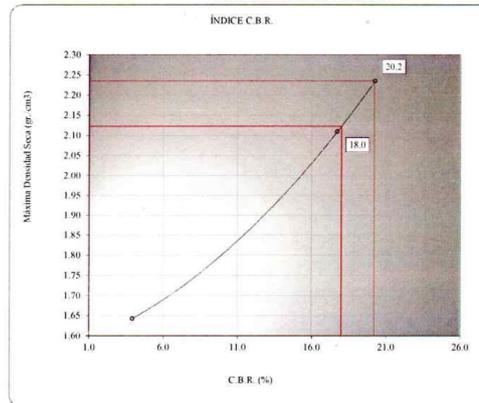
17.7 %



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES :

3.9 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 20.2 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 18.0 %

OBSERVACIONES :



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C. B. R.)

MTC E 132 / ASTM D 1883

Solicitante: TESISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL

Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya - Arequipa 2022

Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA

Calicata: C-1 - SUELO NATURAL

Profundidad: 1.50 m.

Eje proyecto: Calle

Progresiva: 0+000

Muestra : 0+000

Certificado : -

Hecho Por : -

Ing. Responsable : -

Fecha de Muestreo : 22/06/2022

Fecha de Ensayo : 24/06/2022

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Número de capas						
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,765	12,829	12,977	13,018	11,859	11,912
Peso molde (gr.)	7,843	7,843	8,111	8,111	8,069	8,069
Peso suelo compactado (gr.)	4,922	4,986	4,866	4,907	3,790	3,843
Volumen del molde (cm ³)	2,129	2,129	2,123	2,123	2,123	2,123
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,312	2,342	2,292	2,311	1,785	1,810
Humedad (%)	8.6	11.4	8.6	10.4	8.6	10.7
Densidad Seca (gr./cm ³)	2.128	2.102	2.110	2.094	1.643	1.635

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tara+suelo húmedo (gr.)	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0
Tara+suelo seco (gr.)	460.2	448.7	460.2	452.9	460.2	451.5
Peso de agua (gr.)	39.8	51.3	39.8	47.1	39.8	48.5
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	460.2	448.7	460.2	452.9	460.2	451.5
Humedad (%)	8.6	11.4	8.6	10.4	8.6	10.7

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
24-jun	14:50	0	650	0.00	0.00	676	0.00	0.00	687	0.00	0.00
25-jun	14:50	24	650	0.00	0.00	676	0.00	0.00	688	0.03	0.00
26-jun	14:50	48	651	0.03	0.00	677	0.03	0.00	688	0.03	0.00
27-jun	14:50	72	651	0.03	0.00	678	0.05	0.00	691	0.10	0.00
28-jun	14:50	96	653	0.08	0.00	680	0.10	0.00	693	0.15	0.01

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		Dial	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	Dial	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	Dial	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		32	1.6			53	2.6			8	0.4		
0.050		93	4.6			122	6.0			32	1.6		
0.075		175	8.6			186	9.2			51	2.5		
0.100	70.307	280	13.8	18.1	25.7	256	12.6	14.9	21.2	69	3.4	3.8	5.4
0.150		476	23.5			354	17.5			89	4.4		
0.200	105.460	697	34.4			466	23.0			142	7.0		
0.300		1017	50.2			613	30.2			295	14.6		
0.400		1285	63.4			709	35.0			492	24.3		
0.500		1520	75.0			826	40.8			690	34.0		

OBSERVACIONES :



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C. B. R.)
MTC E 132 - ASTM D 1883

Solicitante: TESISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL

Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya – Arequipa 2022

Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA

Calicata: C-1 - SUELO NATURAL

Profundidad: 1.50 m.

Eje proyecto: Calle

Progresiva: 0+000

Muestra : 0+000

Certificado : -

Hecho Por : -

Ing. Responsable : -

Fecha de Muestreo : 22/06/2022

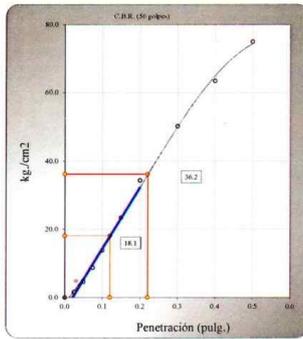
Fecha de Ensayo : 24/06/2022

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca = 2.235 gr/cm³

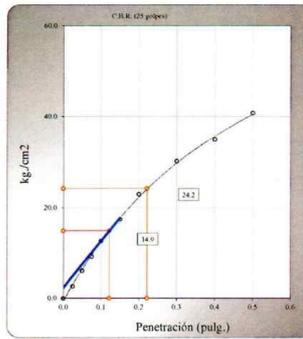
Óptimo Contenido de Humedad = 7.99 %

Máxima Densidad Seca al 95% = 2.123 gr/cm³



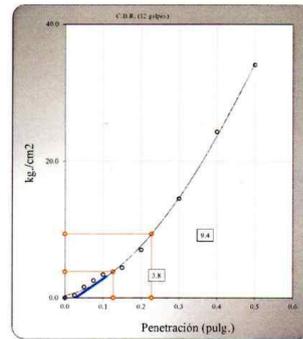
C.B.R. (0.1*) 56 GOLPES :

25.7 %



C.B.R. (0.1*) 25 GOLPES :

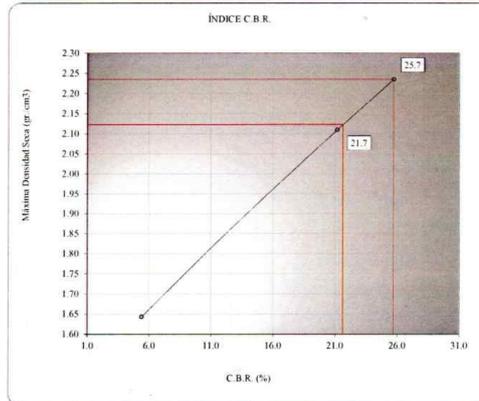
21.2 %



C.B.R. (0.1*) 12 GOLPES :

5.4 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1* : 25.7 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1* : 21.7 %

OBSERVACIONES :



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27**

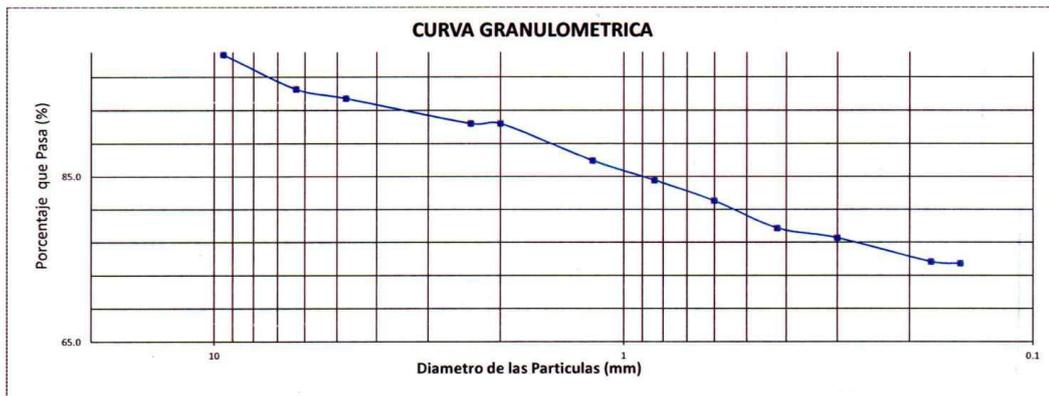
Solicitante: TESISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL
Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya – Arequipa 2022
Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA
Calicata: C-1 - SUELO NATURAL - TERRAZZYME
Profundidad: 1.50 m.
Eje proyecto: Distrito de Mollet
Progresiva: 0+000

Certificado : -
Hecho Por : -
Ing. Responsable : -
Fecha de Muestreo : 20/06/2022
Fecha de Ensayo : 22/06/2022

Muestra : 0+000

Tamaño Máximo : -
Peso Inicial Seco : 1799.9 g
Fracción : - g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000					Límite Líquido (LL) : 19.5
4"	101.600					Límite Plástico (LP) : 18.3
3"	76.200					Índice Plástico (IP) : 1.3
2 1/2"	63.300					Clasificación (SUCS) : SM-SC
2"	50.800					Clasificación (AASHTO) : A-1-b (0)
1 1/2"	38.100				100.0	Max. Dens. Seca : 2.235
1"	25.400	189.0	10.5	10.5		Opt. Cont. Humedad : 7.99
3/4"	19.050	227.0	12.6	23.1	76.9	CBR 0.1" (95%) : 14.0
1/2"	12.500	486.0	27.0	50.1	49.9	CBR 0.1" (100%) : 25.0
3/8"	9.500	438.0	24.3	74.4	25.6	% Grava : 0.3
1/4"	6.300					% Arena : 25.1
Nº 4	4.750	5.5	0.3	0.3	99.7	% Fino : 74.6
Nº 8	2.360	74.8	4.2	4.5	95.5	Cu : -----
Nº 10	2.000	20.0	1.1	5.6	94.4	Índice de Consistencia
Nº 16	1.190	54.3	3.0	8.6	91.4	Cc : -----
Nº 20	0.840	0.0		8.6	91.4	Pot. de Expansión: Estable
Nº 30	0.600	80.5	4.5	13.1	86.9	OBSERVACIONES :
Nº 40	0.420	43.1	2.4	15.5	84.5	
Nº 50	0.300	45.3	2.5	18.0	82.0	
Nº 80	0.177	59.7	3.3	21.3	78.7	
Nº 100	0.150	21.4	1.2	22.5	77.5	
Nº 200	0.075	51.8	2.9	25.4	74.6	
Platillo		3.5	0.2	25.6	74.4	





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS MTC E 108 / ASTM D 2216

Solicitante: TESISISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL

Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya – Arequipa 2022

Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA

Calicata: C-1 - SUELO NATURAL - TERRAZYME

Profundidad: 1.50 m.

Eje proyecto: Calle

Muestra : 0+000

Progresiva: 0+000

Certificado : -

Hecho Por : -

Ing. Responsable : -

Fecha de Muestreo : 22/06/2022

Fecha de Ensayo : 24/06/2022

DATOS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION	UND.	01	02	03
Número de Tara	Nro.			
Masa de la muestra húmeda+tara	g.	600.0		
Masa de la muestra seca+tara	g.	592.8		
Masa de la tara	g.			
Masa del agua	g.	7.2		
Masa de la muestra seca	g.	592.8		
Contenido de humedad	%	1.2		
PROMEDIO	%		1.2	
OBSERVACIONES:				



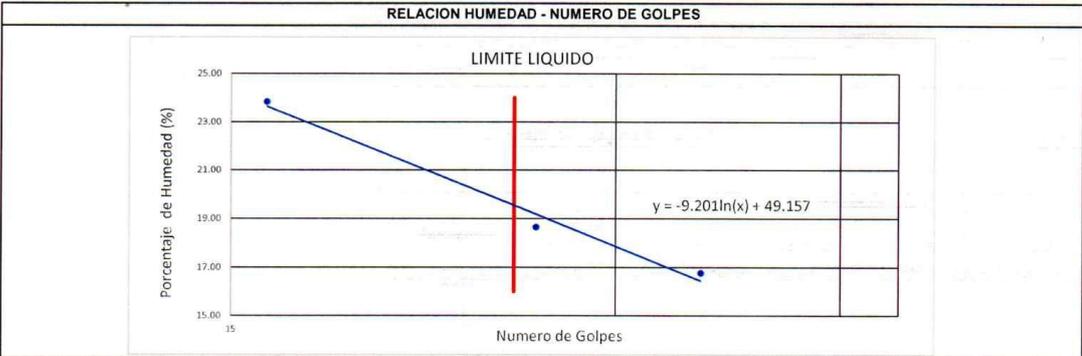


LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD MTC E 110 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89 MTC E 111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 90	
Solicitante: TESISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL	
Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya – Arequipa 2022	
Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA	
Calicata: C-1 - SUELO NATURAL - TERRAZZYME	
Profundidad: 1.50 m.	
Eje proyecto: Distrito de Mollebaya - Asoci	Muestra : 0+000
Progresiva: 0+000	
	Certificado : - Hecho Por : - Ing. Responsable : - Fecha de Muestreo : 20/06/2022 Fecha de Ensayo : 22/06/2022

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40			LIMITE PLASTICO	
		LIMITE LIQUIDO			4	5
Recipiente	N°	1	2	3		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	34.40	33.70	37.30	30.80	31.00
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	31.30	31.20	34.60	29.70	30.00
Peso de Recipiente (C)	gr.	18.30	17.80	18.50	24.00	24.20
Peso del Agua (A-B)	gr.	3.10	2.50	2.70	1.10	1.00
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	13.00	13.40	16.10	5.70	5.80
Contenido Humedad [W=(A-B)/(B-C)*100	%	23.85	18.66	16.77	19.30	17.24
Golpes	N°	16	26	35		

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	19.5	18.3	



OBSERVACIONES :



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO
MTC E 115 / ASTM D 1557**

Solicitante: TESISISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL
Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya – Arequipa 2022
Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA
Calicata: C-1 - SUELO NATURAL - TERRAZYME
Profundidad: 1.50 m.
Eje proyecto: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros c **Muestra :** 0+000
Progresiva: 0+000

Certificado : -
Hecho Por : -
Ing. Responsable : -
Fecha de Muestreo : 20/06/2022
Fecha de Ensayo : 22/06/2022

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ""
NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 56
NUMERO DE CAPAS : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1 (2%)	2 (4%)	3 (6%)	4 (8%)
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10856	11071	11169	11196
PESO DE MOLDE (gr)	6405	6405	6405	6405
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4451	4666	4764	4791
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1961	1961	1961	1961
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.270	2.379	2.429	2.443
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.165	2.227	2.231	2.205

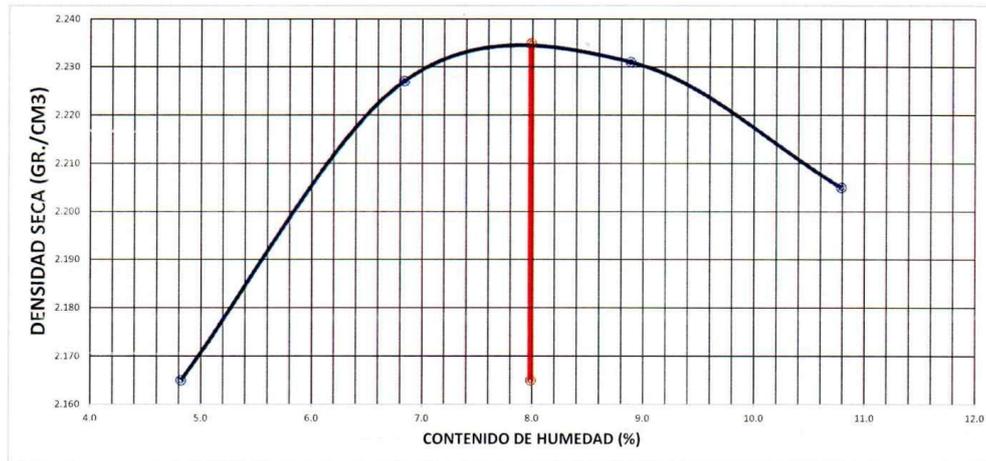
RESULTADOS OBTENIDOS	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.235
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8.0

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	477.0	468.0	459.2	451.3
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	23.0	32.0	40.8	48.7
PESO DE SUELO SECO (gr)	477.0	468.0	459.2	451.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.8	6.8	8.9	10.8

RESULTADOS CORREGIDOS PARA CAMPO ASTM D 4718	
Retenido en Tamiz de 3/4" (%)	-----
Peso específico de Grava > 3/4" (gr.)	-----
Humedad de la Grava > 3/4" (%)	-----
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	-----
Óptimo Contenido de Humedad (%)	-----

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES:



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C. B. R.)
MTC E 132 / ASTM D 1883**

Solicitante: TESISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL

Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya – Arequipa 2022

Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA

Calicata: C-1 - SUELO NATURAL - TERRAZYME

Profundidad: 1.50 m.

Eje proyecto: Distrito de Mollebaya - Asoci

Muestra : 0+000

Progresiva: 0+000

Certificado : -

Hecho Por : -

Ing. Responsable : -

Fecha de Muestreo : 20/06/2022

Fecha de Ensayo : 22/06/2022

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Número de capas	56		25		12	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	11,837	11,889	12,926	12,959	12,656	12,745
Peso molde (gr.)	7,843	7,843	8,111	8,111	8,069	8,069
Peso suelo compactado (gr.)	3,994	4,046	4,815	4,848	4,587	4,676
Volumen del molde (cm ³)	2,129	2,129	2,123	2,123	2,123	2,123
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1.876	1.901	2.268	2.283	2.161	2.202
Humedad (%)	8.6	10.9	8.6	10.3	8.6	11.7
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.727	1.714	2.087	2.070	1.989	1.972

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tara+suelo húmedo (gr.)	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0
Tara+suelo seco (gr.)	460.2	450.8	460.2	453.2	460.2	447.6
Peso de agua (gr.)	39.8	49.2	39.8	46.8	39.8	52.4
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	460.2	450.8	460.2	453.2	460.2	447.6
Humedad (%)	8.6	10.9	8.6	10.3	8.6	11.7

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
22-jun	14:50	0	649	0.00	0.00	648	0.00	0.00	649	0.00	0.00
23-jun	14:50	24	649	0.00	0.00	648	0.00	0.00	649	0.00	0.00
24-jun	14:50	48	950	7.65	0.36	649	0.03	0.00	650	0.03	0.00
25-jun	14:50	72	950	7.65	0.36	650	0.04	0.00	651	0.05	0.00
26-jun	14:50	96	650	0.03	0.00	650	0.05	0.00	653	0.10	0.00

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Dial	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	Dial	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	Dial	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		65	3.2			30	1.5			17	0.8		
0.050		158	7.8			45	2.2			21	1.0		
0.075		250	12.3			80	3.9			29	1.4		
0.100	70.307	372	18.4	17.6	25.0	110	5.4	8.1	11.5	85	4.2	5.2	7.4
0.150		499	24.6			250	12.3			235	11.6		
0.200	105.460	740	36.5			413	20.4			384	18.9		
0.300		1050	51.8			642	31.7			670	33.1		
0.400		1380	68.1			780	38.5			876	43.2		
0.500		1850	91.3			1405	69.3			1020	50.3		

OBSERVACIONES :



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C. B. R.)

MTC E 132 - ASTM D 1883

Solicitante: TESISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL

Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya - Arequipa 2022

Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA

Calicata: C-1 - SUELO NATURAL - TERRAZYME

Profundidad: 1.50 m.

Eje proyecto: Distrito de Mollebaya - /

Muestra : 0+000

Progresiva: 0+000

Certificado : -

Hecho Por : -

Ing. Responsable : -

Fecha de Muestreo : 20/06/2022

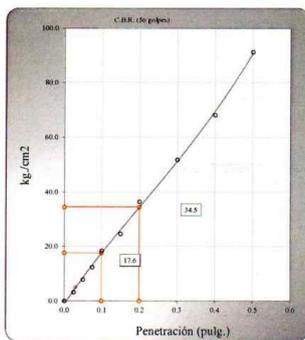
Fecha de Ensayo : 22/06/2022

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca 2.235 gr./cm³

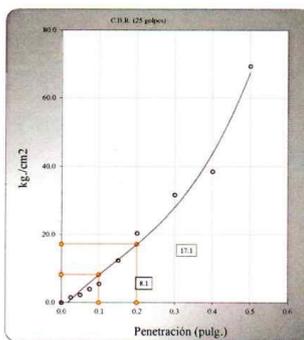
Óptimo Contenido de Humedad 7.99 %

Máxima Densidad Seca al 95% 2.123 gr./cm³



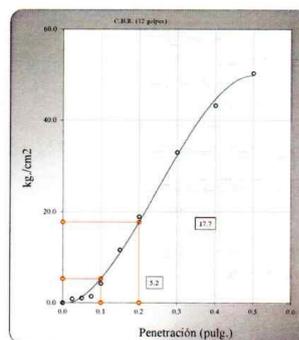
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES :

25.0 %



C.B.R. (0.1") 25 GOLPES :

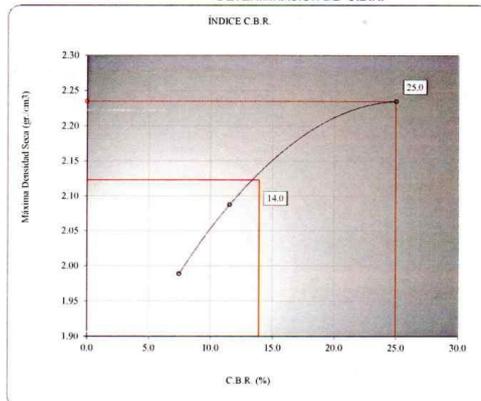
11.5 %



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES :

7.4 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 25.0 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 14.0 %

OBSERVACIONES :



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C. B. R.)
MTC E 132 / ASTM D 1883**

Solicitante: TESISISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL

Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya – Arequipa 2022

Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA

Calicata: C-1 - SUELO NATURAL - TERRAZyme

Profundidad: 1.50 m.

Eje proyecto: Distrito de Mollebaya - Asoci

Muestra : 0+000

Progresiva: 0+000

Certificado : -

Hecho Por : -

Ing. Responsable : -

Fecha de Muestreo : 20/06/2022

Fecha de Ensayo : 22/06/2022

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3								
	5		5		5								
Número de capas	56		25		12								
Número de golpes	56		25		12								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso suelo + molde (gr.)	11,837	11,889	12,926	12,959	12,656	12,745							
Peso molde (gr.)	7,843	7,843	8,111	8,111	8,069	8,069							
Peso suelo compactado (gr.)	3,994	4,046	4,815	4,848	4,587	4,676							
Volumen del molde (cm ³)	2,129	2,129	2,123	2,123	2,123	2,123							
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1.876	1.901	2.268	2.283	2.161	2.202							
Humedad (%)	8.6	10.9	8.6	10.3	8.6	11.7							
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.727	1.714	2.087	2.070	1.989	1.972							
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Tara+suelo húmedo (gr.)	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0							
Tara+suelo seco (gr.)	460.2	450.8	460.2	453.2	460.2	447.6							
Peso de agua (gr.)	39.8	49.2	39.8	46.8	39.8	52.4							
Peso de tara (gr.)													
Peso de suelo seco (gr.)	460.2	450.8	460.2	453.2	460.2	447.6							
Humedad (%)	8.6	10.9	8.6	10.3	8.6	11.7							
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
22-jun	14:50	0	649	0.00	0.00	648	0.00	0.00	649	0.00	0.00		
23-jun	14:50	24	649	0.00	0.00	648	0.00	0.00	649	0.00	0.00		
24-jun	14:50	48	950	7.65	0.36	649	0.03	0.00	650	0.03	0.00		
25-jun	14:50	72	950	7.65	0.36	650	0.04	0.00	651	0.05	0.00		
26-jun	14:50	96	650	0.03	0.00	650	0.05	0.00	653	0.10	0.00		
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Dial	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	Dial	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	Dial	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		65	3.2			30	1.5			17	0.8		
0.050		158	7.8			45	2.2			21	1.0		
0.075		250	12.3			80	3.9			29	1.4		
0.100	70.307	372	18.4	18.2	25.9	110	5.4	8.9	12.6	85	4.2	10.2	14.5
0.150		499	24.6			250	12.3			235	11.6		
0.200	105.460	740	36.5			413	20.4			384	18.9		
0.300		1050	51.8			642	31.7			670	33.1		
0.400		1380	68.1			780	38.5			876	43.2		
0.500		1850	91.3			1405	69.3			1020	50.3		
OBSERVACIONES :													



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C. B. R.)

MTC E 132 - ASTM D 1883

Solicitante: TESISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL

Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya – Arequipa 2022

Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA

Calicata: C-1 - SUELO NATURAL - TERRAZYME

Profundidad: 1.50 m.

Eje proyecto: Distrito de Mollebaya - /

Muestra : 0+000

Progresiva: 0+000

Certificado : -

Hecho Por : -

Ing. Responsable : -

Fecha de Muestreo : 20/06/2022

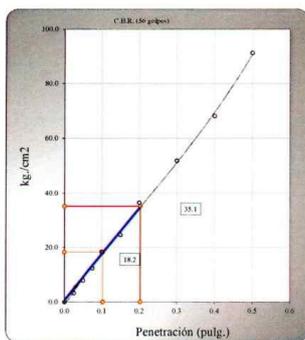
Fecha de Ensayo : 22/06/2022

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca = 2.235 gr/cm³

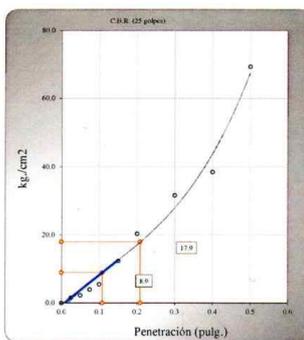
Optimo Contenido de Humedad = 7.99 %

Máxima Densidad Seca al 95% = 2.123 gr/cm³



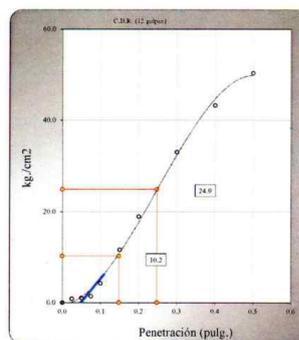
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES :

25.9 %



C.B.R. (0.1") 25 GOLPES :

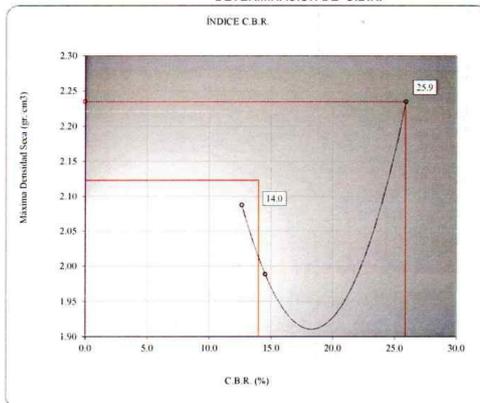
12.6 %



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES :

14.5 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 25.9 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 14.0 %

OBSERVACIONES :



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27**

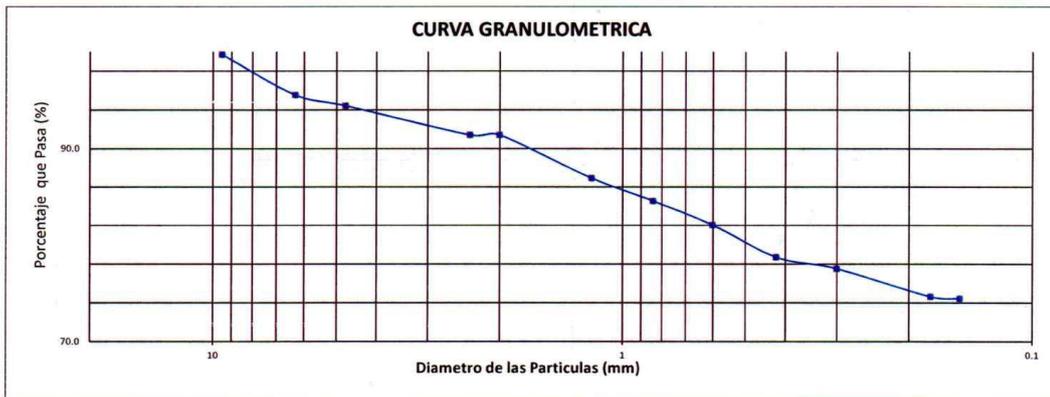
Solicitante: TESISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL
Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya – Arequipa 2022 -
Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA
Calicata: C-1 - SUELO NATURAL 95% + 5 % CONCHAS DE ABANICO (CAL)
Profundidad: 1.50 m.
Eje proyecto: Calle
Progresiva: 0+000

Certificado : -
Hecho Por : -
Ing. Responsable : -
Fecha de Muestreo : 20/06/2022
Fecha de Ensayo : 22/06/2022

Muestra : 0+000

Tamaño Máximo :
Peso Inicial Seco : 1799.9 g
Fracción : - g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000					Limite Líquido (LL) : 19.4
4"	101.600					Limite Plástico (LP) : 18.0
3"	76.200					Indice Plástico (IP) : 1.4
2 1/2"	63.300					Clasificación (SUCS) : SM-SC
2"	50.800					Clasificación (AASHTO) : A-1-b (0)
1 1/2"	38.100				100.0	Max. Dens. Seca : 2.299
1"	25.400	189.0	10.5	10.5		Opt. Cont. Humedad : 10.37
3/4"	19.050	227.0	12.6	23.1	76.9	CBR 0.1" (95%) : 24.0
1/2"	12.500	486.0	27.0	50.1	49.9	CBR 0.1" (100%) : 39.8
3/8"	9.500	438.0	24.3	74.4	25.6	% Grava : 0.3
1/4"	6.300					% Arena : 25.1
Nº 4	4.750	5.5	0.3	0.3	99.7	% Fino : 74.6
Nº 8	2.360	74.8	4.2	4.5	95.5	Cu : -----
Nº 10	2.000	20.0	1.1	5.6	94.4	Cc : -----
Nº 16	1.190	54.3	3.0	8.6	91.4	Pot. de Expansión: Estable
Nº 20	0.840	0.0		8.6	91.4	OBSERVACIONES :
Nº 30	0.600	80.5	4.5	13.1	86.9	
Nº 40	0.420	43.1	2.4	15.5	84.5	
Nº 50	0.300	45.3	2.5	18.0	82.0	
Nº 80	0.177	59.7	3.3	21.3	78.7	
Nº 100	0.150	21.4	1.2	22.5	77.5	
Nº 200	0.075	51.8	2.9	25.4	74.6	
Platillo		3.5	0.2	25.6	74.4	

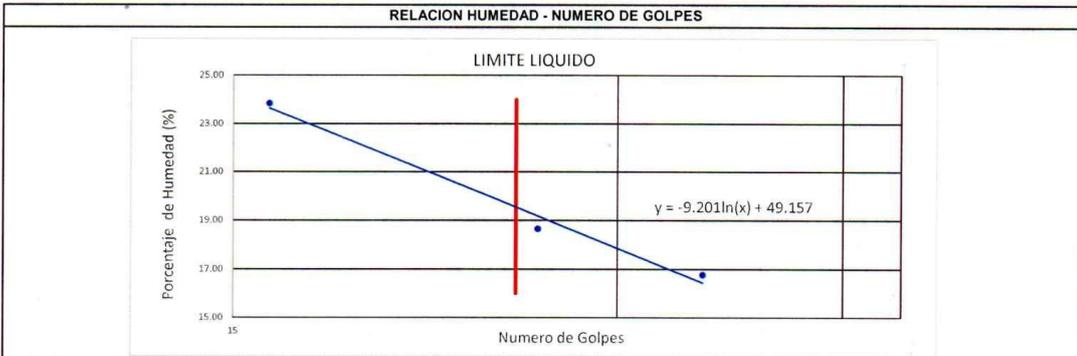


LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD MTC E 110 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89 MTC E 111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 90	
Solicitante: TESISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL	Certificado : -
Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya – Arequipa 2022	Hecho Por : -
Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA	Ing. Responsable : -
Calicata: C-1 - SUELO NATURAL 95% + 5 % CONCHAS DE ABANICO (CAL)	Fecha de Muestreo : 20/06/2022
Profundidad: 1.50 m.	Fecha de Ensayo : 22/06/2022
Eje proyecto: Calle	Muestra : 0+000
Progresiva: 0+000	

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40			LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	
		1	2	3	4	5		
Recipiente	N°							
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	34.40	33.70	37.30	30.80	31.00		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	31.30	31.20	34.60	29.70	30.00		
Peso de Recipiente (C)	gr.	18.30	17.80	18.50	24.00	24.20		
Peso del Agua (A-B)	gr.	3.10	2.50	2.70	1.10	1.00		
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	13.00	13.40	16.10	5.70	5.80		
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	23.85	18.66	16.77	19.30	17.24		
Golpes	N°	16	26	35				

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	19.4	18.0	



OBSERVACIONES :



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO
MTC E 115 / ASTM D 1557**

Solicitante: TESISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL

Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya - Arequipa 2022

Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA

Calicata: C-1 - SUELO NATURAL 95% + 5 % CONCHAS DE ABANICO (CAL)

Profundidad: 1.50 m.

Eje proyecto: Calle

Progresiva: 0+000

Muestra : 0+000

Certificado : -

Hecho Por : -

Ing. Responsable : -

Fecha de Muestreo : 20/06/2022

Fecha de Ensayo : 22/06/2022

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ----

NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 56

NUMERO DE CAPAS : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1 (2%)	2 (4%)	3 (6%)	4 (8%)
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	11040	11342	11398	11300
PESO DE MOLDE (gr)	6405	6405	6405	6405
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4635	4937	4993	4895
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1961	1961	1961	1961
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.363	2.517	2.546	2.496
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.198	2.294	2.291	2.217

RESULTADOS OBTENIDOS

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.299
Óptimo Contenido de Humedad (%)	10.37

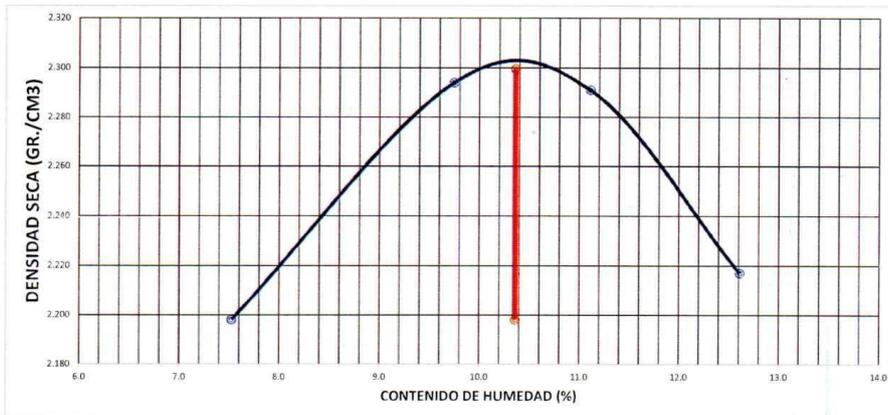
CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	465.0	455.6	450.0	444.0
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	35.0	44.4	50.0	56.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	465.0	455.6	450.0	444.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.5	9.7	11.1	12.6

**RESULTADOS CORREGIDOS PARA CAMPO
ASTM D 4718**

Retenido en Tamiz de 3/4" (%)	-----
Peso específico de Grava > 3/4" (gr.)	-----
Humedad de la Grava > 3/4" (%)	-----
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	-----
Óptimo Contenido de Humedad (%)	-----

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES:



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C. B. R.)
MTC E 132 / ASTM D 1883**

Solicitante: TESISISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL

Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya – Arequipa 2022

Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA

Calicata: C-1 - SUELO NATURAL 95% + 5 % CONCHAS DE ABANICO (CAL)

Profundidad: 1.50 m.

Eje proyecto: Calle

Progresiva: 0+000

Muestra : 0+000

Certificado : -

Hecho Por : -

Ing. Responsable : -

Fecha de Muestreo : 20/06/2022

Fecha de Ensayo : 22/06/2022

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3								
	5		5		5								
Número de capas	56		25		12								
Número de golpes	56		25		12								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso suelo + molde (gr.)	13,036	13,066	13,150	13,100	12,908	13,040							
Peso molde (gr.)	7,843	7,843	8,111	8,111	8,069	8,069							
Peso suelo compactado (gr.)	5,193	5,223	5,039	4,989	4,839	4,971							
Volumen del molde (cm ³)	2,129	2,129	2,123	2,123	2,123	2,123							
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2.440	2.454	2.373	2.350	2.279	2.341							
Humedad (%)	8.6	12.0	8.6	9.1	8.6	9.1							
Densidad Seca (gr./cm ³)	2.245	2.191	2.185	2.155	2.098	2.147							
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Tara+suelo húmedo (gr.)	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0							
Tara+suelo seco (gr.)	460.2	446.4	460.2	458.5	460.2	458.4							
Peso de agua (gr.)	39.8	53.6	39.8	41.5	39.8	41.6							
Peso de tara (gr.)													
Peso de suelo seco (gr.)	460.2	446.4	460.2	458.5	460.2	458.4							
Humedad (%)	8.6	12.0	8.6	9.1	8.6	9.1							
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
22-jun	14:50	0	650	0.00	0.00	676	0.00	0.00	687	0.00	0.00		
23-jun	14:50	24	650	0.00	0.00	676	0.00	0.00	688	0.03	0.00		
24-jun	14:50	48	651	0.03	0.00	677	0.03	0.00	688	0.03	0.00		
25-jun	14:50	72	651	0.03	0.00	678	0.05	0.00	691	0.10	0.00		
26-jun	14:50	96	653	0.08	0.00	680	0.10	0.00	693	0.15	0.01		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		Dial	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	Dial	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	Dial	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		98	4.8			50	2.5			33	1.6		
0.050		189	9.3			135	6.7			75	3.7		
0.075		293	14.5			215	10.6			140	6.9		
0.100	70.307	455	22.4	25.9	36.8	353	17.4	15.5	22.1	205	10.1	10.3	14.7
0.150		826	40.8			428	21.1			310	15.3		
0.200	105.460	1145	56.5			635	31.3			409	20.2		
0.300		1359	67.1			862	42.5			508	25.1		
0.400		1599	78.9			1095	54.0			662	32.7		
0.500		1897	93.6			1389	68.5			907	44.7		
OBSERVACIONES :													



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C. B. R.)
MTC E 132 - ASTM D 1883

Solicitante: TESISISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL

Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya – Arequipa 2022

Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA

Calicata: C-1 - SUELO NATURAL 95% + 5 % CONCHAS DE ABANICO (CAL)

Profundidad: 1.50 m.

Eje proyecto: Calle

Progresiva: 0+000

Muestra : 0+000

Certificado : -

Hecho Por : -

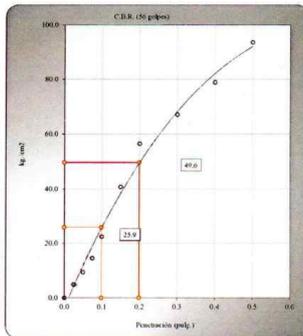
Ing. Responsable : -

Fecha de Muestreo : 20/06/2022

Fecha de Ensayo : 22/06/2022

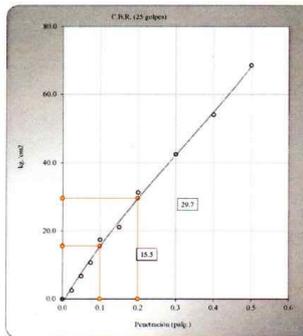
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca 2.299 gr/cm^3
 Optimo Contenido de Humedad 10.4%
 Máxima Densidad Seca al 95% 2.184 gr/cm^3



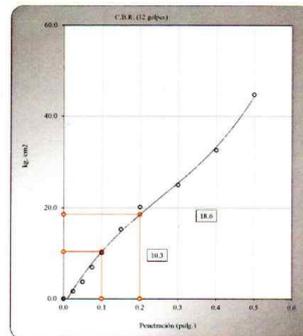
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES :

36.8 %



C.B.R. (0.1") 25 GOLPES :

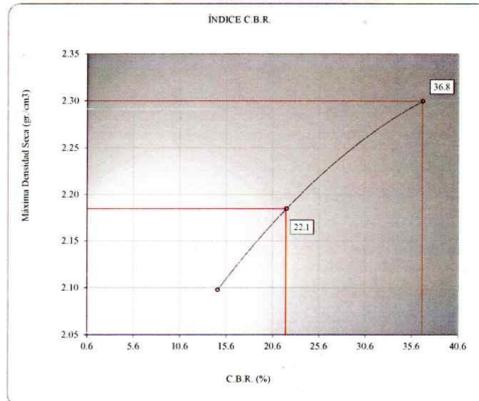
22.1 %



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES :

14.7 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 36.8 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 22.1 %

OBSERVACIONES :



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C. B. R.)
MTC E 132 / ASTM D 1883**

Solicitante: TESISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL

Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya – Arequipa 2022

Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA

Calicata: C-1 - SUELO NATURAL 95% + 5 % CONCHAS DE ABANICO (CAL)

Profundidad: 1.50 m.

Eje proyecto: Calle

Progresiva: 0+000

Muestra : 0+000

Certificado : -

Hecho Por : -

Ing. Responsable : -

Fecha de Muestreo : 20/06/2022

Fecha de Ensayo : 22/06/2022

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Número de capas	56		25		12	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	13,036	13,066	13,150	13,100	12,908	13,040
Peso molde (gr.)	7,843	7,843	8,111	8,111	8,069	8,069
Peso suelo compactado (gr.)	5,193	5,223	5,039	4,989	4,839	4,971
Volumen del molde (cm ³)	2,129	2,129	2,123	2,123	2,123	2,123
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,440	2,454	2,373	2,350	2,279	2,341
Humedad (%)	8.6	12.0	8.6	9.1	8.6	9.1
Densidad Seca (gr./cm ³)	2.245	2.191	2.185	2.155	2.098	2.147

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tara+suelo húmedo (gr.)	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0
Tara+suelo seco (gr.)	460.2	446.4	460.2	458.5	460.2	458.4
Peso de agua (gr.)	39.8	53.6	39.8	41.5	39.8	41.6
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	460.2	446.4	460.2	458.5	460.2	458.4
Humedad (%)	8.6	12.0	8.6	9.1	8.6	9.1

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
22-jun	14:50	0	650	0.00	0.00	676	0.00	0.00	687	0.00	0.00
23-jun	14:50	24	650	0.00	0.00	676	0.00	0.00	688	0.03	0.00
24-jun	14:50	48	651	0.03	0.00	677	0.03	0.00	688	0.03	0.00
25-jun	14:50	72	651	0.03	0.00	678	0.05	0.00	691	0.10	0.00
26-jun	14:50	96	653	0.08	0.00	680	0.10	0.00	693	0.15	0.01

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga				Carga				Carga			
		Dial	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	Dial	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	Dial	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		98	4.8			50	2.5			33	1.6		
0.050		189	9.3			135	6.7			75	3.7		
0.075		293	14.5			215	10.6			140	6.9		
0.100	70.307	455	22.4	25.9	36.8	353	17.4	15.5	22.1	205	10.1	10.3	14.7
0.150		826	40.8			428	21.1			310	15.3		
0.200	105.460	1145	56.5			635	31.3			409	20.2		
0.300		1359	67.1			862	42.5			508	25.1		
0.400		1599	78.9			1095	54.0			662	32.7		
0.500		1897	93.6			1389	68.5			907	44.7		

OBSERVACIONES :



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C. B. R.)
MTC E 132 - ASTM D 1883

Solicitante: TESISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL

Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya – Arequipa 2022

Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA

Calicata: C-1 - SUELO NATURAL 95% + 5 % CONCHAS DE ABANICO (CAL)

Profundidad: 1,50 m.

Eje proyecto: Calle

Progresiva: 0+000

Muestra : 0+000

Certificado : -

Hecho Por : -

Ing. Responsable : -

Fecha de Muestreo : 20/06/2022

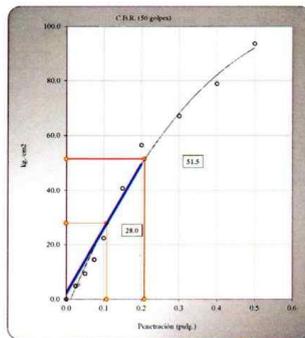
Fecha de Ensayo : 22/06/2022

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca = 2,299 gr./cm³

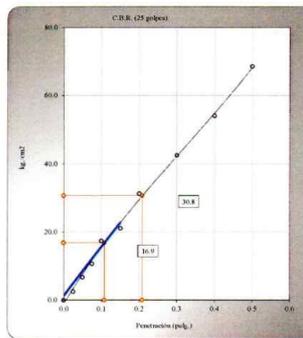
Óptimo Contenido de Humedad = 10.4 %

Máxima Densidad Seca al 95% = 2,184 gr./cm³



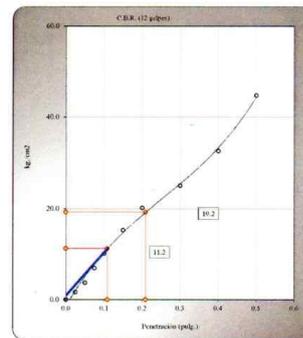
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES :

39.8 %



C.B.R. (0.1") 25 GOLPES :

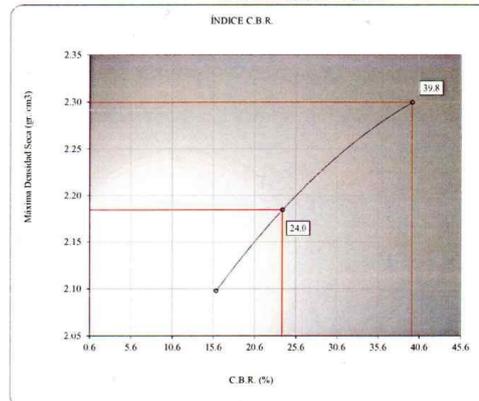
24.0 %



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES :

16.0 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 39.8 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 24.0 %

OBSERVACIONES :



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27**

Solicitante: TESISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL

Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya – Arequipa 2022

Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA

Calicata: C-1 - SUELO NATURAL 90% + 10 % CONCHAS DE ABANICO (CAL)

Profundidad: 1.50 m.

Eje proyecto: Calle

Progresiva: 0+000

Certificado: -

Hecho Por: -

Ing. Responsable: -

Fecha de Muestreo: 20/06/2022

Fecha de Ensayo: 25/06/2022

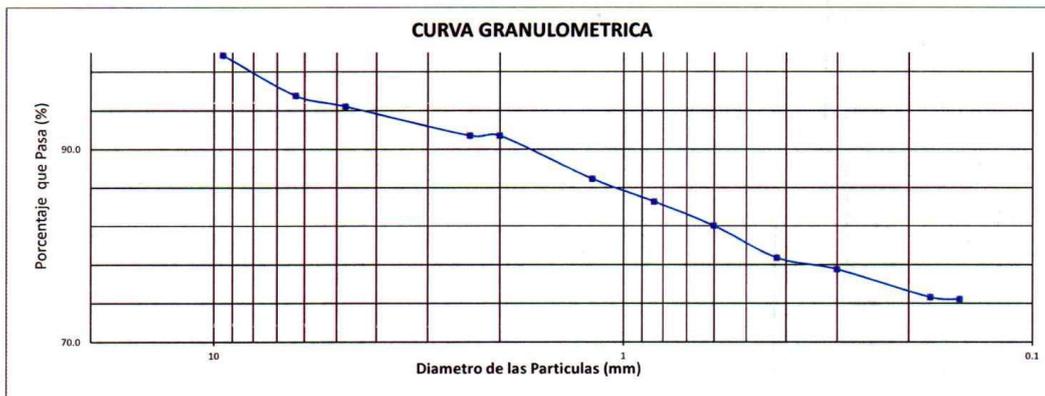
Muestra: 0+000

Tamaño Máximo: -

Peso Inicial Seco: 1799.9 g

Fracción: - g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000					Limite Líquido (LL) : 18.9
4"	101.600					Limite Plástico (LP) : 17.9
3"	76.200					Indice Plástico (IP) : 1.0
2 1/2"	63.300					Clasificación (SUCS) : SM-SC
2"	50.800					Clasificación (AASHTO) : A-1-b (0)
1 1/2"	38.100				100.0	Max. Dens. Seca : 2.399
1"	25.400	189.0	10.5	10.5		Opt. Cont. Humedad : 11.85
3/4"	19.050	227.0	12.6	23.1	76.9	CBR 0.1" (95%) : 44.5
1/2"	12.500	486.0	27.0	50.1	49.9	CBR 0.1" (100%) : 52.6
3/8"	9.500	438.0	24.3	74.4	25.6	% Grava : 0.3
1/4"	6.300					% Arena : 25.1
Nº 4	4.750	5.5	0.3	0.3	99.7	% Fino : 74.6
Nº 8	2.360	74.8	4.2	4.5	95.5	Cu : -----
Nº 10	2.000	20.0	1.1	5.6	94.4	Cc : -----
Nº 16	1.190	54.3	3.0	8.6	91.4	Pot. de Expansión: Estable
Nº 20	0.840	0.0		8.6	91.4	OBSERVACIONES :
Nº 30	0.600	80.5	4.5	13.1	86.9	
Nº 40	0.420	43.1	2.4	15.5	84.5	
Nº 50	0.300	45.3	2.5	18.0	82.0	
Nº 80	0.177	59.7	3.3	21.3	78.7	
Nº 100	0.150	21.4	1.2	22.5	77.5	
Nº 200	0.075	51.8	2.9	25.4	74.6	
Platillo		3.5	0.2	25.6	74.4	





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS MTC E 108 / ASTM D 2216

Solicitante: TESISISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL

Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya – Arequipa 2022

Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA

Calicata: C-1 - SUELO NATURAL 90% + 10 % CONCHAS DE ABANICO (CAL)

Profundidad: 1.50 m.

Eje proyecto: Calle

Progresiva: 0+000

Muestra : 0+000

Certificado : -

Hecho Por : -

Ing. Responsable : -

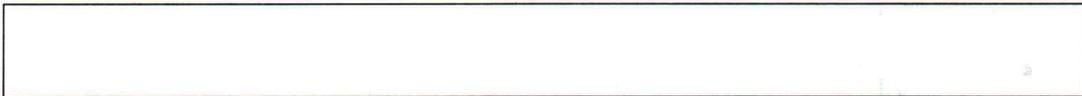
Fecha de Muestreo : 20/06/2022

Fecha de Ensayo : 25/06/2022

DATOS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION	UND.	01	02	03
Número de Tara	Nro.			
Masa de la muestra húmeda+tara	g.	600.0		
Masa de la muestra seca+tara	g.	584.4		
Masa de la tara	g.			
Masa del agua	g.	15.6		
Masa de la muestra seca	g.	584.4		
Contenido de humedad	%	2.7		
PROMEDIO	%		2.7	
OBSERVACIONES:				



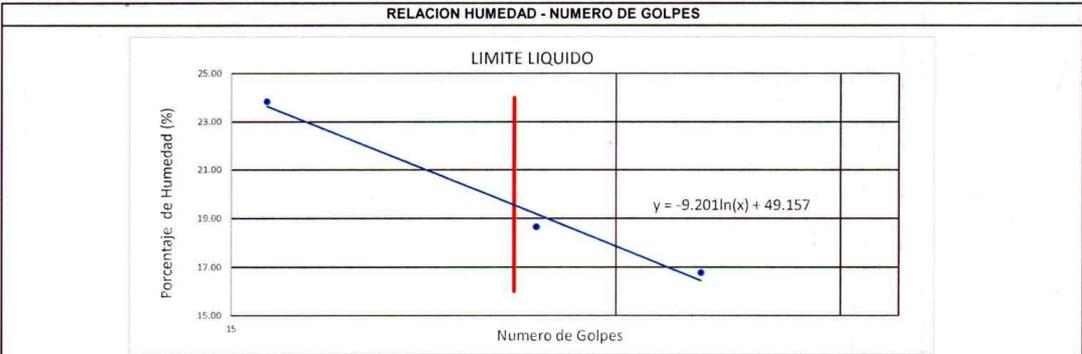


LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD MTC E 110 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89 MTC E 111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 90	
Solicitante: TESISISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL	
Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya - Arequipa 2022	
Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA	
Calicata: C-1 - SUELO NATURAL 90% + 10 % CONCHAS DE ABANICO (CAL)	
Profundidad: 1.50 m.	
Eje proyecto: Calle	Muestra : 0+000
Progresiva: 0+000	
	Certificado : - Hecho Por : - Ing. Responsable : - Fecha de Muestreo : 20/06/2022 Fecha de Ensayo : 25/06/2022

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40			LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	
		1	2	3	4	5		
Recipiente	N°							
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	34.40	33.70	37.30	30.80	31.00		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	31.30	31.20	34.60	29.70	30.00		
Peso de Recipiente (C)	gr.	18.30	17.80	18.50	24.00	24.20		
Peso del Agua (A-B)	gr.	3.10	2.50	2.70	1.10	1.00		
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	13.00	13.40	16.10	5.70	5.80		
Contenido Humedad [W=(A-B)/(B-C)*100	%	23.85	18.66	16.77	19.30	17.24		
Golpes	N°	16	26	35				

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	18.9	17.9	



OBSERVACIONES :



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO
MTC E 115 / ASTM D 1557**

Solicitante: TESISISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL

Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya – Arequipa 2022

Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA

Calicata: C-1 - SUELO NATURAL 90% + 10 % CONCHAS DE ABANICO (CAL)

Profundidad: 1.50 m.

Eje proyecto: Calle

Progresiva: 0+000

Muestra : 0+000

Certificado : -

Hecho Por : -

Ing. Responsable : -

Fecha de Muestreo : 20/06/2022

Fecha de Ensayo : 25/06/2022

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ""

NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 56

NUMERO DE CAPAS : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1 (2%)	2 (4%)	3 (6%)	4 (8%)
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	11209	11585	11680	11504
PESO DE MOLDE (gr)	6405	6405	6405	6405
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4804	5180	5275	5099
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1961	1961	1961	1961
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.450	2.641	2.690	2.600
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.259	2.384	2.384	2.268

RESULTADOS OBTENIDOS

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.399
Óptimo Contenido de Humedad (%)	12

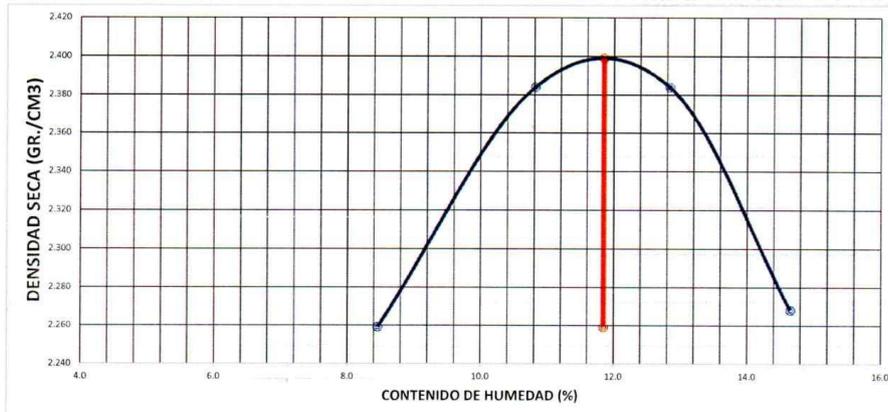
CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	461.0	451.2	443.1	436.1
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	39.0	48.8	56.9	63.9
PESO DE SUELO SECO (gr)	461.0	451.2	443.1	436.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.5	10.8	12.8	14.7

**RESULTADOS CORREGIDOS PARA CAMPO
ASTM D 4718**

Retenido en Tamiz de 3/4" (%)	-----
Peso específico de Grava > 3/4" (gr.)	-----
Humedad de la Grava > 3/4" (%)	-----
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	-----
Óptimo Contenido de Humedad (%)	-----

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES:



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C. B. R.)

MTC E 132 / ASTM D 1883

Solicitante: TESISISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL

Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya – Arequipa 2022

Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA

Calicata: C-1 - SUELO NATURAL 90% + 10 % CONCHAS DE ABANICO (CAL)

Profundidad: 1.50 m.

Eje proyecto: Calle

Progresiva: 0+000

Muestra : 0+000

Certificado : -

Hecho Por : -

Ing. Responsable : -

Fecha de Muestreo : 20/06/2022

Fecha de Ensayo : 25/06/2022

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3								
	5		5		5								
Número de capas	56		25		12								
Número de golpes	56		25		12								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso suelo + molde (gr.)	12,835	12,922	13,190	12,946	12,701	12,920							
Peso molde (gr.)	7,843	7,843	8,111	8,111	8,069	8,069							
Peso suelo compactado (gr.)	4,992	5,079	5,079	4,835	4,632	4,851							
Volumen del molde (cm ³)	2,129	2,129	2,123	2,123	2,123	2,123							
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2.345	2.386	2.392	2.277	2.182	2.285							
Humedad (%)	8.6	10.5	8.6	10.8	8.6	10.5							
Densidad Seca (gr./cm ³)	2.158	2.158	2.202	2.055	2.008	2.067							
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Tara+suelo húmedo (gr.)	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0							
Tara+suelo seco (gr.)	460.2	452.3	460.2	451.2	460.2	452.3							
Peso de agua (gr.)	39.8	47.7	39.8	48.8	39.8	47.7							
Peso de tara (gr.)													
Peso de suelo seco (gr.)	460.2	452.3	460.2	451.2	460.2	452.3							
Humedad (%)	8.6	10.5	8.6	10.8	8.6	10.5							
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
25-jun	14:50	0	650	0.00	0.00	676	0.00	0.00	687	0.00	0.00		
26-jun	14:50	24	650	0.00	0.00	676	0.00	0.00	688	0.03	0.00		
27-jun	14:50	48	651	0.03	0.00	677	0.03	0.00	688	0.03	0.00		
28-jun	14:50	72	651	0.03	0.00	678	0.05	0.00	691	0.10	0.00		
29-jun	14:50	96	653	0.08	0.00	680	0.10	0.00	693	0.15	0.01		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Dial	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	Dial	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	Dial	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		136	6.7			80	3.9			44	2.2		
0.050		310	15.3			229	11.3			99	4.9		
0.075		546	26.9			401	19.8			153	7.5		
0.100	70.307	782	38.6	37.0	52.6	590	29.1	26.5	37.6	217	10.7	10.7	15.2
0.150		1106	54.6			760	37.5			320	15.8		
0.200	105.460	1412	69.7			965	47.6			415	20.5		
0.300		1770	87.3			1275	62.9			543	26.8		
0.400		2355	116.2			1472	72.6			649	32.0		
0.500		2807	138.5			1610	79.4			721	35.6		
OBSERVACIONES :													



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C. B. R.)
MTC E 132 - ASTM D 1883

Solicitante: TESISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL

Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya – Arequipa 2022

Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA

Calicata: C-1 - SUELO NATURAL 90% + 10 % CONCHAS DE ABANICO (CAL)

Profundidad: 1.50 m.

Eje proyecto: Calle

Progresiva: 0+000

Muestra : 0+000

Certificado : -

Hecho Por : -

Ing. Responsable : -

Fecha de Muestreo : 20/06/2022

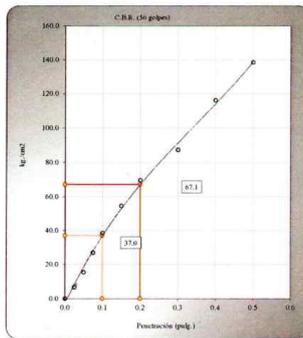
Fecha de Ensayo : 25/06/2022

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca 2.399 gr./cm³

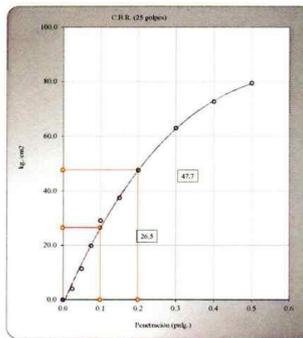
Óptimo Contenido de Humedad 11.9 %

Máxima Densidad Seca al 95% 2.279 gr./cm³



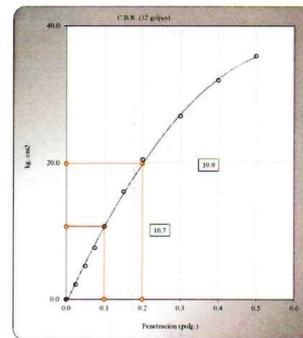
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES :

52.6 %



C.B.R. (0.1") 25 GOLPES :

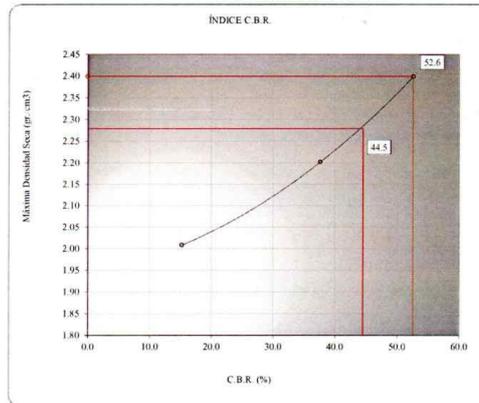
37.6 %



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES :

15.2 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 52.6 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : 44.5 %

OBSERVACIONES :



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C. B. R.)
MTC E 132 / ASTM D 1883**

Solicitante: TESISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL

Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya - Arequipa 2022

Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA

Calicata: C-1 - SUELO NATURAL 90% + 10 % CONCHAS DE ABANICO (CAL)

Profundidad: 1.50 m.

Eje proyecto: Calle

Progresiva: 0+000

Muestra : 0+000

Certificado : -

Hecho Por : -

Ing. Responsable : -

Fecha de Muestreo : 20/06/2022

Fecha de Ensayo : 25/06/2022

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Número de capas						
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,835	12,922	13,190	12,946	12,701	12,920
Peso molde (gr.)	7,843	7,843	8,111	8,111	8,069	8,069
Peso suelo compactado (gr.)	4,992	5,079	5,079	4,835	4,632	4,851
Volumen del molde (cm ³)	2,129	2,129	2,123	2,123	2,123	2,123
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2.345	2.386	2.392	2.277	2.182	2.285
Humedad (%)	8.6	10.5	8.6	10.8	8.6	10.5
Densidad Seca (gr./cm ³)	2.158	2.158	2.202	2.055	2.008	2.067

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tara+suelo húmedo (gr.)	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0
Tara+suelo seco (gr.)	460.2	452.3	460.2	451.2	460.2	452.3
Peso de agua (gr.)	39.8	47.7	39.8	48.8	39.8	47.7
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	460.2	452.3	460.2	451.2	460.2	452.3
Humedad (%)	8.6	10.5	8.6	10.8	8.6	10.5

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
25-jun	14:50	0	650	0.00	0.00	676	0.00	0.00	687	0.00	0.00
26-jun	14:50	24	650	0.00	0.00	676	0.00	0.00	688	0.03	0.00
27-jun	14:50	48	651	0.03	0.00	677	0.03	0.00	688	0.03	0.00
28-jun	14:50	72	651	0.03	0.00	678	0.05	0.00	691	0.10	0.00
29-jun	14:50	96	653	0.08	0.00	680	0.10	0.00	693	0.15	0.01

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		Dial	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	Dial	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	Dial	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		136	6.7			80	3.9			44	2.2		
0.050		310	15.3			229	11.3			99	4.9		
0.075		546	26.9			401	19.8			153	7.5		
0.100	70.307	782	38.6	43.9	62.4	590	29.1	31.4	44.7	217	10.7	11.2	16.0
0.150		1106	54.6			760	37.5			320	15.8		
0.200	105.460	1412	69.7			965	47.6			415	20.5		
0.300		1770	87.3			1275	62.9			543	26.8		
0.400		2355	116.2			1472	72.6			649	32.0		
0.500		2807	138.5			1610	79.4			721	35.6		

OBSERVACIONES :



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C. B. R.)
MTC E 132 - ASTM D 1883

Solicitante: TESISISTA JACK JERRISON MENESES SANDOVAL

Proyecto: Comparación de Estabilizante Industrial y Natural en el Distrito de Mollebaya – Arequipa 2022

Ubicación: Distrito de Mollebaya - Asociación de Ladrilleros del Cono Sur Arequipa -ALCONSA

Calicata: C-1 - SUELO NATURAL 90% + 10 % CONCHAS DE ABANICO (CAL)

Profundidad: 1.50 m.

Eje proyecto: Calle

Progresiva: 0+000

Muestra : 0+000

Certificado : -

Hecho Por : -

Ing. Responsable : -

Fecha de Muestreo : 20/06/2022

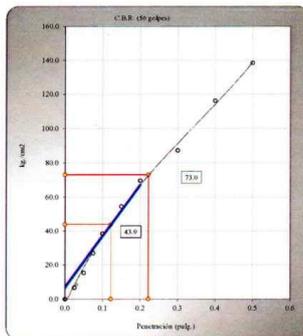
Fecha de Ensayo : 25/06/2022

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca 2.399 gr./cm^3

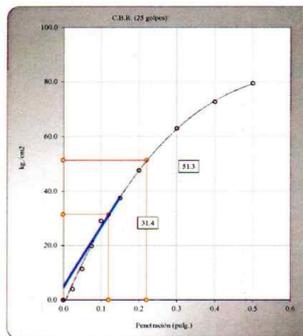
Óptimo Contenido de Humedad 11.9%

Máxima Densidad Seca al 95% 2.279 gr./cm^3



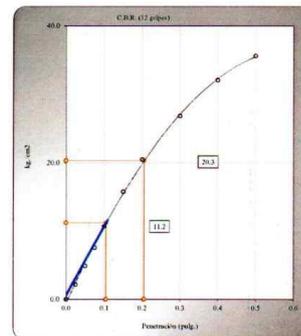
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES :

62.4 %



C.B.R. (0.1") 25 GOLPES :

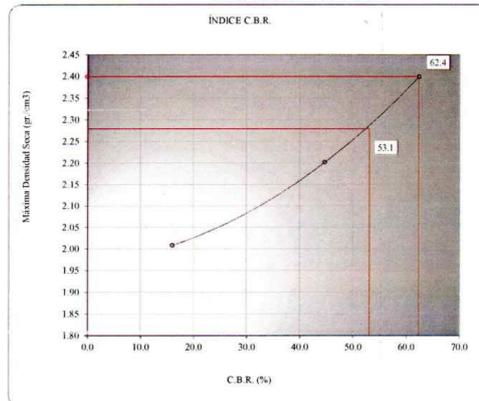
44.7 %



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES :

16.0 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



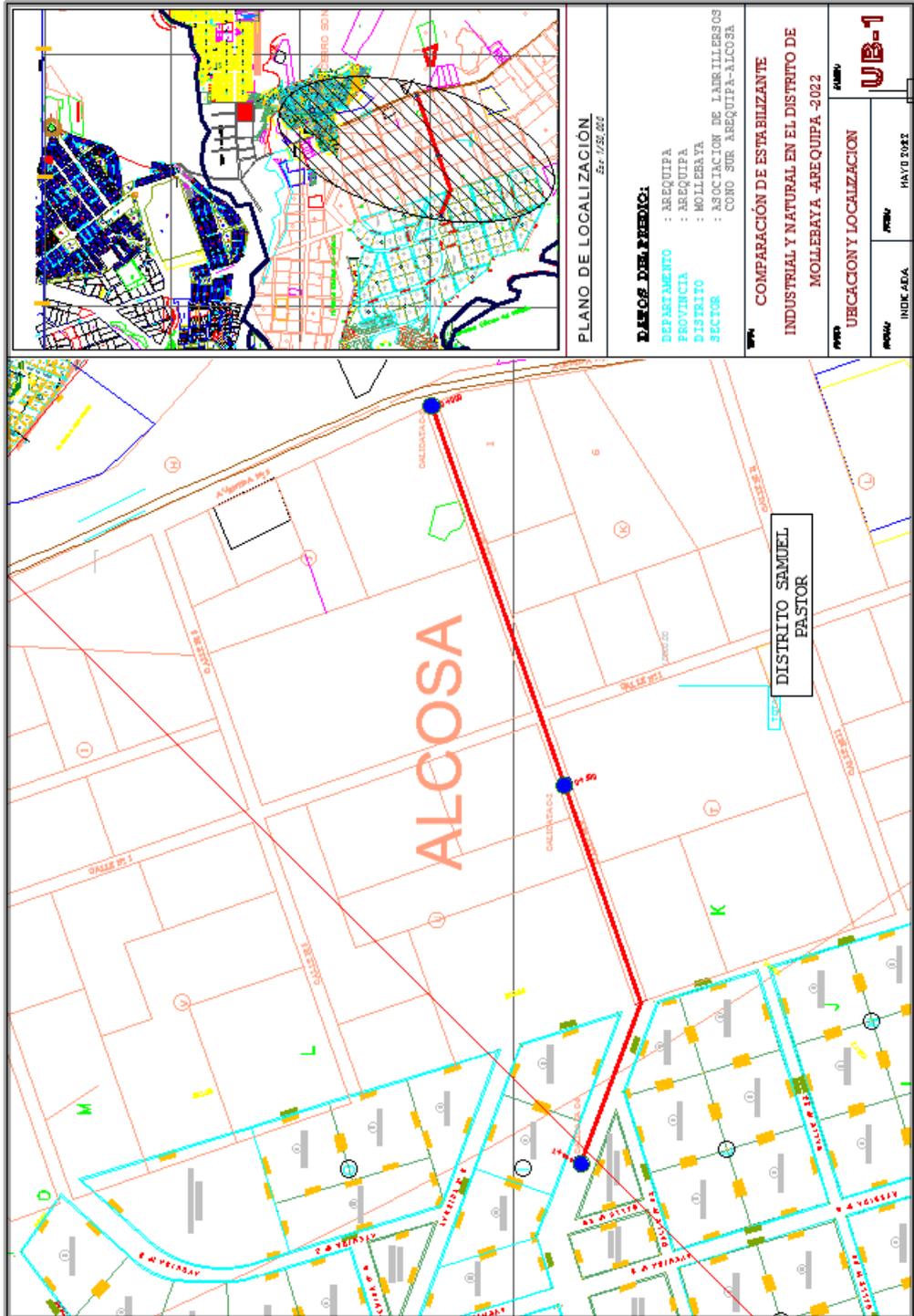
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 62.4 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 53.1 %

OBSERVACIONES :



Anexo: Plano De Ubicación



Anexo: Panel fotográfico



Figura 12: Muestra de suelo con las conchas de abanico



Figura 13: Muestreo del suelo y las conchas de abanico.

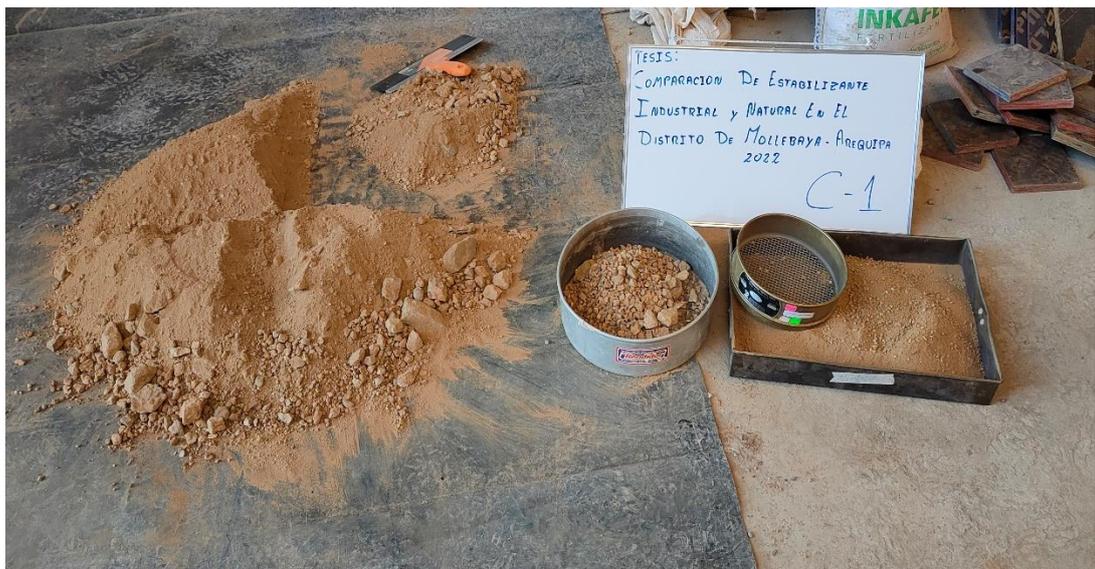


Figura 14: Cuarteo y tamizado de la muestra



Figura 15: Muestra pesada para tamizar.



Figura 16: Muestra de suelo tamizado.



Figura 17: Lavado de material para tamizar – finos



Figura 18: Secamos el suelo lavado

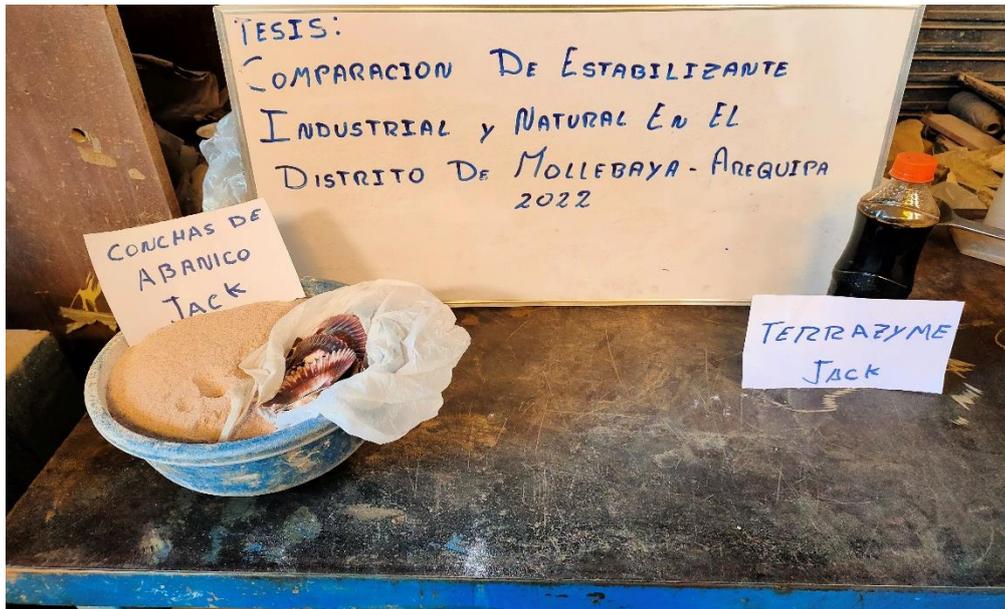


Figura 19: Los aditivos estabilizantes las conchas de abanico en polvo y el terrazyme en liquido.



Figura 20: Se realiza el ensayo de proctor modificado para la humeda optima con el uso de los estabilizantes.



Figura 21: Proctor modificado con la combinación de estabilizantes, conchas de abanico al 5% y 10%



Figura 22: Equipo que se utilizó para el proctor modificado



Figura 23; Muestra del material de proctor modificado del suelo natural y terrazyme



Figura 24: Equipos para elaborar el ensayo de limites



Figura 25: Se realiza el ensayo de límites.



Figura 26: Muestras para el horno de los ensayos de los límites líquidos y plásticos.



Figura 27: Moldes para realizar el ensayo de CBR, suelo natural, terrazyme, conchas de abanico al 5% y 10% un total de 212 moldes.

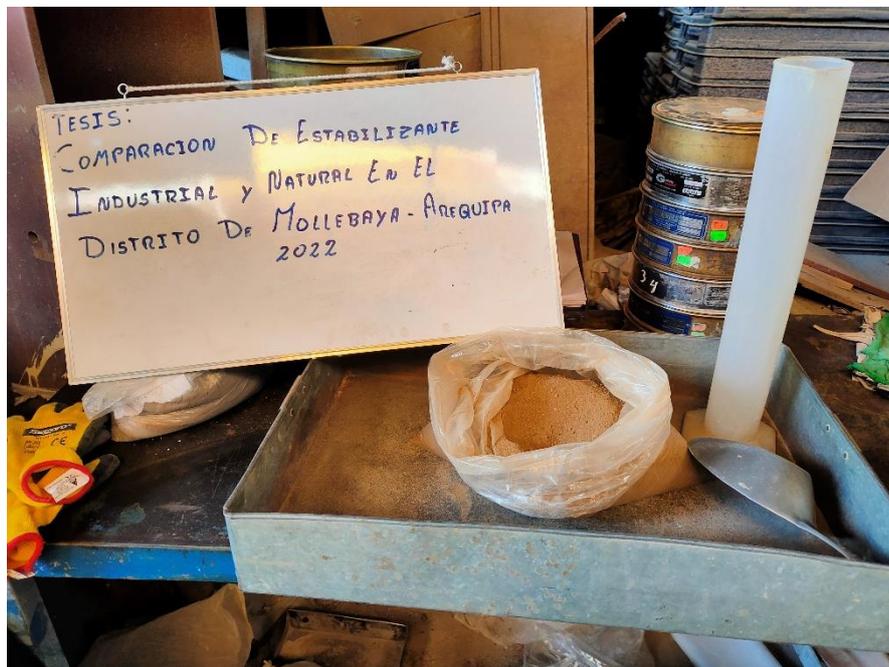


Figura 28: Humedeciendo la muestra con el óptimo contenido de humedad.



Figura 29: Dosificación del suelo con las conchas de abanico a 5% y 10 %.



Figura 30: Mescla del suelo natural con el 5% y 10 % de conchas de abanico.

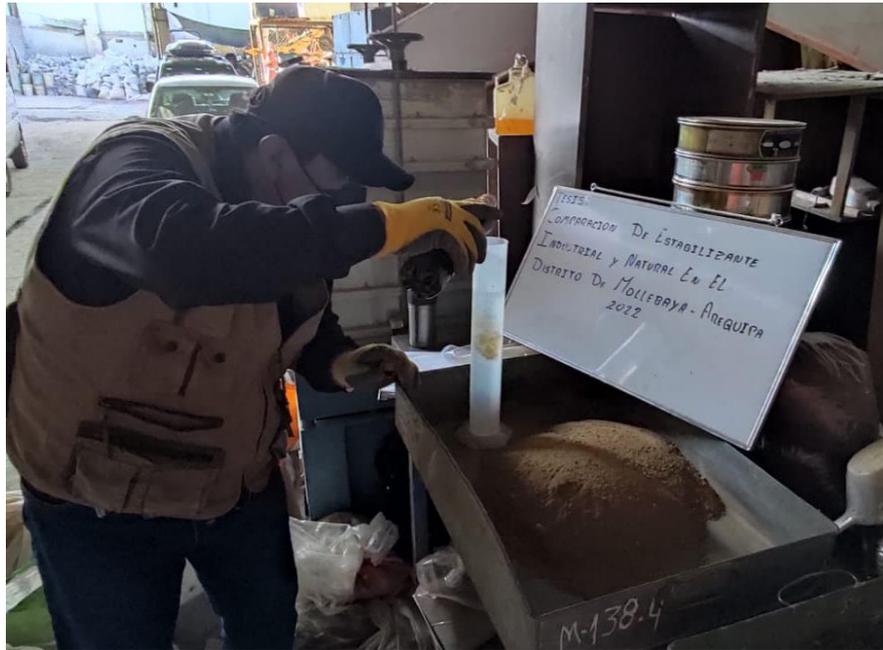


Figura 31: Incorporando el terrazyme al agua en la proporción indicada.



Figura 32: Equipos y moldes para realizar el ensayo de CBR.



Figura 33: Realizando el ensayo de CBR con las muestras preparadas.

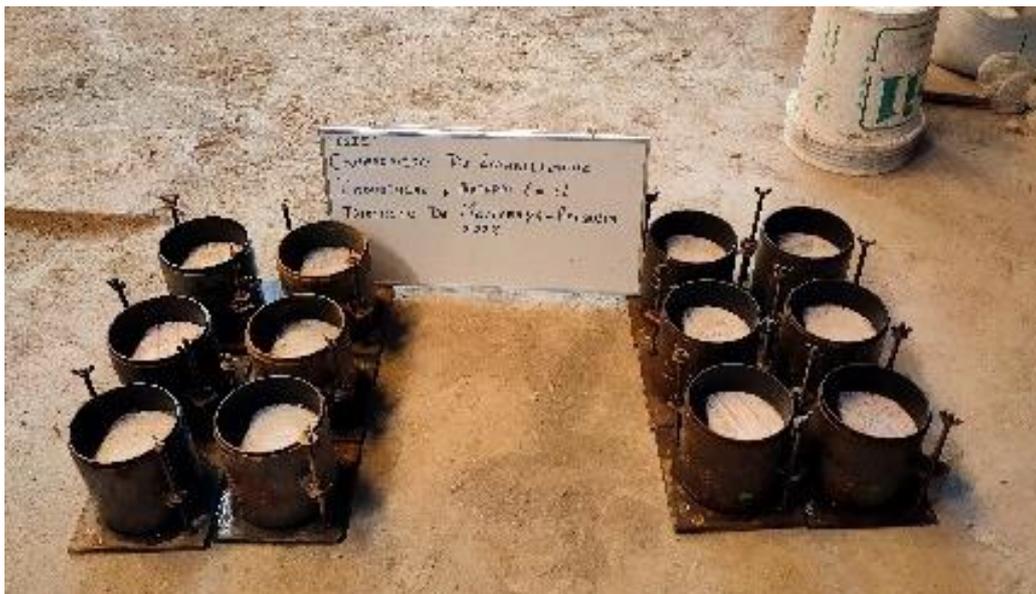


Figura 34: Moldes con la muestra compactada a 12, 25 y 56 golpes, en los cuatro mezclas.



Figura 35: muestras saturadas por 96 horas



Figura 36: Muestras saturadas después de los 96 horas.



Figura 37: Peso de las muestras saturada-CBR



Figura 38: Muestras listas al esfuerzo de compresión – CBR



Figura 39: Ensayo del CBR con muestras saturadas.



Figura 40: Ensayo del CBR.



Figura 41: Muestras ya realizadas con el ensayo de penetración CBR.



Figura 42: Obtención de muestra para mandar al horno y cuanto saturo.