



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Civil
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Análisis a nivel de subrasante de estabilización de suelos con melaza de caña de azúcar *Saccharum officinarum* en el Centro Poblado El Sol, Huaura, Lima, 2022

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor

Jose Miguel Rodriguez Trejo

Asesor

Ing. Hugo Serrano Rodas

Huacho – Perú
2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN



LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL ... INGENIERIA CIVIL

INFORMACIÓN DE METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Jose Miguel Rodriguez Trejo	70248376	06/12/2023
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Hugo Serrano Rodas	15587946	0000-0003-1138-9368
DATOS DE LOS MIEMROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Segundo Absalon Hernandez Molina	15589217	0009-0006-1931-671X
Christhian Benavente Leon	72228127	0000-0003-2416-4301
Alex Fidel Torres Calderon	40182411	0000-0003-3077-1159

ANÁLISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZÚCAR SACCHARUM OFFICINARUM EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	laccei.org Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	dspace.unach.edu.ec Fuente de Internet	1%
7	www.scielo.sa.cr Fuente de Internet	1%
8	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	1%

PRESIDENTE

HERNANDEZ MOLINA SEGUNDO ABSALON

SECRETARIO

BENAVENTE LEON CHRISTHIAN

VOCAL

TORRES CALDERON ALEX FIDEL

ASESOR

HUGO SERRANO RODAS

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos por apoyarme a lo largo
de la etapa universitaria.

Jose Rodriguez Trejo

AGRADECIMIENTO

A los docentes por los conocimientos y la formación brindada y a mis compañeros por acompañarme durante esta etapa.

Jose Rodriguez Trejo

ÍNDICE

DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	1
INDICE DE TABLAS	3
INDICE DE FIGURAS	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN	7
MARCO TEÓRICO	14
METODOLOGÍA	29
3.1. Diseño metodológico	29
3.1.1. Tipo de investigación	29
3.1.2. Diseño de la investigación	30
3.1.3. Enfoque de la investigación	30
3.2. Población y muestra	31
3.2.1. Población	31
3.2.2. Muestra	31
3.3. Técnicas de recolección de datos:	32
3.3.1. Técnicas a emplear:	32
3.4. Técnicas para el procesamiento de información:	32
CAPÍTULO IV	34
RESULTADOS	34
CAPÍTULO V	50
DISCUSIÓN	50
CAPÍTULO VI	55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS	58
ANEXOS	63
ANEXO 1: INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS	64

ANEXO 2: ENSAYOS DE LABORATORIO	65
ANEXO 3: PANEL FOTOGRAFICO	97
ANEXO 4: CERTIFICADO DE CALIBRACION DE EQUIPOS	106

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen del ensayo Proctor Modificado	24
Tabla 2. Cantidad de Especímenes	31
Tabla 3. Características del suelo inalterado	36
Tabla 4. Variación de características de límites de consistencia y plasticidad con uso de aditivo estabilizante melaza de caña de azúcar (Saccharum Officinarum)	38
Tabla 5. Variación de características de densidad del suelo con uso de aditivo estabilizante melaza de caña de azúcar (Saccharum Officinarum)	43
Tabla 6. Variación de características de capacidad portante del suelo con uso de aditivo estabilizante melaza de caña de azúcar (Saccharum Officinarum)	47

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Grafica de Plasticidad.....	20
Figura 2. Equipo requerido para ensayo CBR	25
Figura 3. Gráfico de barras comparativo entre los valores de limite líquido para cada muestra	40
Figura 4. Gráfico de barras comparativo entre los valores de limite plástico para cada muestra	41
Figura 5. Gráfico de barras comparativo entre los valores de índice de plasticidad para cada muestra	42
Figura 6. Gráfico de barras comparativo entre los valores de densidad máxima seca para cada muestra	45
Figura 7. Gráfico de barras comparativo entre los valores de humedad óptima para cada muestra	46
Figura 8. Gráfico de barras comparativo entre los valores de limite líquido para cada muestra	48

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue analizar a nivel de subrasante la estabilización con melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en el centro poblado El Sol, Huaura, Lima, 2022.

La investigación desarrollada fue de tipo aplicada, de diseño experimental y con un enfoque cuantitativo, la población, así como la muestra la constituyen un conjunto de 12 especímenes de suelo compactados en moldes según ensayo CBR (ASTM D-1883) mezcladas con melaza de caña de azúcar (*SACCHARUM OFFICINARUM*) en proporciones de 2%, 4% y 6% en peso seco del suelo.

Los resultados que se obtuvieron fueron las variaciones de resistencia de capacidad portante del suelo en 4.32%, 1.72% y -3.56% para la incorporación de aditivo de melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en 2%, 4% y 6% en peso respectivamente.

Se concluyo que la melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), produce un aumento en la capacidad de soporte de los suelos de 4.32% según ensayo CBR para una proporción de 2% de aditivo de melaza de caña de azúcar en peso, respecto a la resistencia máxima presentada por la muestra patrón sin aditivo. Así mismo para una proporción de aditivo agregado de 4% en peso se obtuvo un incremento de 1.72% en la capacidad de soporte, y para una proporción de aditivo agregado de 2% en peso, se obtuvo una reducción en la resistencia de capacidad de soporte de -3.56%.

Palabras clave: Estabilización de suelos, subrasante, suelo arcilloso, melaza de caña de azúcar, ensayo CBR.

ABSTRACT

The objective of the research was to analyze at the subgrade level the stabilization with sugar cane molasses (*Saccharum officinarum*) in the El Sol populated center, Huaura, Lima, 2022.

The development research was of an applied type, experimental design and with a quantitative approach, the population as well as the sample is made up of a set of 12 compacted soil specimens in molds according to the CBR test (ASTM D-1883) mixed with cane molasses. sugar (*SACCHARUM OFFICINARUM*) in proportions of 2%, 4% and 6% by weight.

The results that were obtained were the variations of resistance of soil bearing capacity in 4.32%, 1.72% and -3.56% for the addition of sugar cane molasses additive (*Saccharum officinarum*) in 2%, 4% and 6% in weight, respectively.

It was concluded that sugar cane molasses (*Saccharum officinarum*), produces an increase in the support capacity of soils of 4.32% according to CBR test for a proportion of 2% sugar cane molasses activity by weight, compared to the maximum resistance presented by the standard sample without additive. Likewise, for an added additive proportion of 4% by weight, an increase of 1.72% in the support capacity was obtained, and for an added additive proportion of 2% by weight, a reduction in the support capacity resistance was obtained. of -3.56%.

Keywords: Soil stabilization, subgrade, clay soil, sugar cane molasses. CBR test.

INTRODUCCIÓN

Los suelos empleados como subrasante en obras viales deben poseer ciertas propiedades que aseguren su correcto desempeño como base de soporte del volumen de tráfico de diseño, las características de un suelo que tienen una influencia directa con el comportamiento como subrasante para pavimentos son la tipología del mismo, los límites líquido y plástico, su índice plástico, porcentaje óptimo de humedad y su densidad máxima seca.

Los proyectos de pavimentación contemplan un mejoramiento del suelo como subrasante en los casos en los que este no cumpla con las propiedades necesarias para soportar el tráfico de diseño, entre los métodos de mejoramiento de suelo a través de aditivos están el mejoramiento con cemento, cenizas volantes, bituminosos, aditivos aglomerantes, cloruro de sodio, cal, desechos de construcción y demolición, telas geotextiles, desechos reciclados, entre otros se pueden utilizar como aditivos en este proceso. La incorporación de estos materiales o elementos alteran las características y propiedades del suelo, los más importantes, su resistencia, su densidad, sus límites, su índice plástico. El tipo de mejoramiento dependerá del tipo de suelo, y la reacción que este tenga con los aditivos para incrementar sus propiedades tal que logre un adecuado comportamiento como soporte para vías.

Existen casos de mejoramiento de suelos con aditivos reciclados con mínimo impacto ambiental, cuyos resultados en el aumento de capacidad de soporte de suelos han sido suficientes para motivar una investigación a nivel de ingeniería.

En el Perú actualmente se utilizan métodos de mejoramiento de suelo mediante aditivos tradicionales como cemento, cal, escorias de acería, cloruro de sodio, cloruro de calcio, productos asfálticos y geo sintéticos, sin embargo estos métodos de mejoramiento con aditivos no compensan sus resultados con su costo económico y ambiental en proyectos pequeños de pavimentación, por lo cual generalmente se opta por otros métodos de mejoramiento como sustitución de suelos por material de préstamo, método que encarece los proyectos de pavimentación.

En el distrito de Huaura, El Centro Poblado El Sol, está en proceso de urbanización, sus vías están constituidas por caminos de suelo natural sin mejoramiento cuyo principal material de composición es tierra arcillosa con un alto porcentaje de finos, sobre el que se le extendió una capa de afirmado que actualmente se encuentra deteriorado. Estas vías presentan un volumen de tránsito bajo y no cumplen con

condiciones para desarrollar un tránsito adecuado de vehículos destinados al transporte público y transporte de mercancías, lo que trae problemas a los pobladores para poder movilizarse ya sea en la misma zona o a las ciudades cercanas, también dificulta el transporte de productos, materiales de construcción, y otros recursos hacia las viviendas y negocios, afectando el desarrollo de este centro poblado.

A causa de lo planteado y pensando promover el desarrollo de este centro poblado se planteó una propuesta de mejoramiento de suelo como subrasante para un posible proyecto de pavimentación para las vías de este centro poblado, así se lograría un mayor desarrollo económico aumentando las oportunidades de intercambio comercial con las ciudades cercanas de los productos generados en los campos de cultivo de este centro poblado.

En base a la realidad problemática se formuló el siguiente problema general: ¿Cuál es el análisis a nivel de subrasante de estabilización con melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en el centro poblado El Sol, Huaura, Lima, 2022?

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Un camino se define como una vía terrestre destinado al tránsito vehicular, al tránsito de peatones y así también de animales (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

El suelo se caracteriza por su heterogeneidad, es decir las propiedades de aquel varía de un punto a otro, y en consecuencia el tipo de suelo. Es frecuente que los suelos en un estado inalterado no sean adecuados para los proyectos de infraestructura vial debido a su baja capacidad portante (Florez, 2006)

En el ámbito internacional, existen diversos casos en los que el suelo no tiene las propiedades requeridas para las obras de infraestructura vial, como la carretera 174 en Ottawa, Canadá, en donde se generaron forados en la vía, posterior a su puesta en servicio, debido a la mala identificación del suelo durante la ejecución del proyecto. Otro ejemplo se dio en la autopista interestatal I-10 en Los Ángeles, California, en donde una sección de un baipás elevado perteneciente a la vía colapso producto de estar construida sobre un humedal. (Khandker et al., 2013)

En el ámbito nacional, existen muchas regiones en las que la composición del suelo no es la ideal para la construcción de carreteras o vías de rodadura, tal es el caso de la Amazonía peruana, en donde el clima influye fuertemente en las propiedades del suelo, dicho clima se caracteriza por presentar elevadas temperaturas y abundantes precipitaciones. En estas regiones o zonas, el principal componente de los suelos son las arcillas y en menor porcentaje, arenas, el comportamiento de estos suelos determina sus propiedades como su resistencia, reacciones y variaciones en su volumen. (Palomino y Trujillo, 2022)

Estos suelos poseen capacidades de soporte bajas, las cuales en muchos casos son el factor determinante para las fallas en los pavimentos, como son fisuras y/o grietas, deslizamientos, aforados, entre otros. Por lo que, para poder viabilizar la construcción de infraestructuras viales, es necesario realizar mejoras en ellos mediante estabilización. (Palomino y Trujillo, 2022)

En el distrito de Huaura, provincia de Huaura, región Lima Provincias, se encuentra El Centro Poblado El Sol, cuya zona está en proceso de urbanización y aún posee en gran porcentaje de su extensión zonas de cultivo. La vía que involucrara el estudio es la calle de entrada a este centro poblado desde la Carretera Panamericana Norte a 3.7 Km del Puente Huaura, dicha calle tiene una longitud de 800m hasta el núcleo urbano del Centro Poblado El Sol.

Esta vía es colectora ya que reúne más calles de este centro poblado y las conecta a su vez a una de las principales vías de Huaura como es la Carretera Panamericana Norte. Está clasificada como vía urbana ya que forma parte de un asentamiento humano, y se administra mediante ordenanzas de un gobierno local como es la municipalidad provincial de Huaura. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2007)

Esta vía presenta un volumen de tránsito bajo, ya que su uso es mayormente de los mismos habitantes para trasladarse dentro de la zona o para salir hasta la Carretera Panamericana Norte con destino a otras localidades de Huaura, prevalecen vehículos ligeros como motos lineales y vehículos de 2 ejes como camiones de transporte mayormente agrícola debido a su extensión de zonas de cultivo.

Esta vía no presenta condiciones para desarrollar un tránsito adecuado de vehículos destinados al transporte público y transporte de mercancías, lo que trae problemas a los pobladores de este centro poblado para poder movilizarse ya sea en la misma zona o a las ciudades cercanas, también dificulta el transporte de productos, materiales de construcción, y otros recursos hacia las viviendas y negocios.

El principal problema es el mal desempeño del suelo de esta vía como capa portante para el tránsito de vehículos, ya que al contener un alto porcentaje de material fino (7%), como es la arcilla y el limo, presenta alta deformabilidad y baja capacidad de soporte debido a su alto grado de plasticidad. Esta situación se convierte en un problema de índole económica ya que la práctica más usada involucra el reemplazo de todo el material arcilloso que compone esta vía hasta una cierta profundidad y la sustitución de este por un material de préstamo más adecuado para una obra vial. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

Esta situación problemática generará un problema de desarrollo urbano a largo plazo, al tener malas condiciones y no cumplir con parámetros urbanísticos básicos, obstaculizaría la inversión y el desarrollo económico de este lugar.

Mediante el mejoramiento de los suelos naturales (estabilización) en las vías de este centro poblado a través de la adición dosificada de melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para aumentar su capacidad de soporte tal que este cumpla los requerimientos físicos y mecánicos de una subrasante, se promoverá el desarrollo de la pavimentación de estas vías, ya que facilita la realización de estas obras civiles al reemplazar a otros tratamientos más costosos como son la combinación o sustitución de suelos con material de préstamo. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general.

¿Cuál es el análisis a nivel de subrasante de estabilización con melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en el centro poblado El Sol, Huaura, Lima, 2022?

1.2.2. Problemas específicos.

¿Cuál es el comportamiento de la variación de la plasticidad al combinar melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) con los suelos del Centro Poblado El Sol, Huaura, Huaura, 2022?

¿Cómo incide la melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la variación de la densidad de los suelos en el Centro Poblado El Sol, Huaura, Lima, 2022?

¿Cuál es el análisis de estabilización con melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la variación de la capacidad de soporte de los suelos en el Centro Poblado El Sol, Huaura, Lima, 2022?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo general:

Analizar a nivel de subrasante la estabilización con melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en el centro poblado El Sol, Huaura, Lima, 2022

1.3.2. Objetivos específicos:

Describir el comportamiento de la variación de la plasticidad al combinar melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) con los suelos del Centro Poblado El Sol, Huaura, Lima, 2022.

Precisar la incidencia de la melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la variación de la densidad de los suelos en el Centro Poblado El Sol, Huaura, Lima, 2022.

Explicar el análisis de estabilización con melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la variación de la capacidad de soporte de los suelos en el Centro Poblado El Sol, Huaura, Lima, 2022

1.4. Justificación de la investigación

Justificación practica

En esta investigación se buscó mejorar las propiedades mecánicas de suelos naturales que no cumplan con las características necesarias para ser usados como capa de subrasante en una obra de pavimentación urbana. A través del método de estabilización con melaza de caña se busca alcanzar valores admisibles para tal finalidad, este método permite reutilizar el material propio del área disminuyendo costos al reemplazar a otros tratamientos más caros.

Justificación ambiental

Además de ser un material no contaminante, la melaza de caña puede destinar un nuevo uso para la industria de la construcción de obras viales y así disminuir su porcentaje de desecho resultado de la producción de azúcar.

Justificación Social

La realización de esta investigación consigue beneficiar a los pobladores del Centro Poblado El Sol, ya que al promover la ejecución de un proyecto de pavimentación para las vías de este centro poblado se logrará un mayor desarrollo económico reduciendo los casos de pobreza en la localidad e impulsando las oportunidades de intercambio comercial con las ciudades cercanas de los productos generados en los campos de cultivo de este centro poblado

1.5. Delimitación del estudio:

La extensión de esta investigación se desarrolló en los 800m de la vía de entrada al centro poblado El Sol, desde el Km. 3.7 de la Carretera Panamericana Norte, distrito de Huaura, Provincia de Huaura, departamento de Lima.

El periodo de desarrollo de esta investigación comprendió los meses de mayo a julio del 2023 .

Esta investigación involucra características de actividad económica principal y estructura ocupacional de los habitantes del centro poblado El Sol, Huaura, Huaura, Lima

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Investigaciones internacionales

Loaiza (2017). En su trabajo de titulación para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad de Especialidades Espíritu Santo de Ecuador titulado Mejoramiento de suelos GP con vinaza, cuyo objetivo fue mejorar la resistencia y capacidad de soporte de suelos gravosos pobremente gradados mediante el mejoramiento con vinaza para la ejecución de carreteras y caminos, y cuyas conclusiones fueron: La resistencia del suelo, capacidad de soporte (Ensayo CBR) se elevó 10% al usar una dosificación óptima de vinaza, además la cohesión disminuyó en 40% y se disminuye aún más con el incremento de la dosis de vinaza. También para la dosis adecuada de vinaza, el ángulo de fricción se incrementó en 43%, para incrementos de vinaza comenzó a disminuir este valor. El efecto descrito de la vinaza se puede emplear en la modificación de las características mecánicas y físicas de suelos pobremente gradados que cumplan la función de subrasante para proyectos de pavimentación.

Musinguzi and Makomuki (2019). En su tesis para el grado de Licenciatura en ciencias en ingeniería civil en la Universidad de Makerere de Uganda titulada: A study of the performance of subgrade expansive soils modified with molasses and cement cuyo objetivo fue evaluar el impacto de la estabilización de suelos expansivos de subrasante (suelos de algodón negro) con melaza y cemento y cuyas conclusiones fueron que la adición de cemento en el suelo de muestra mejoró significativamente la resistencia y eliminó las propiedades de hinchamiento del suelo nativo. La aplicación de melaza en la mezcla de suelo y cemento ocasionó una mejora en el proceso de reacción entre el cemento, el agua y el suelo, derivándose en partículas de mayor tamaño y de mayor resistencia, aumentando la resistencia del suelo. Para una muestra con 4% de cemento, se le adicionó de 4% de melaza y el valor del

CBR aumento en un 9.77%, además su índice de plasticidad se redujo en -32.30%. Se pudo concluir que dicha dosis de aditivos (cemento y melaza) mejoró las propiedades del suelo llegando a cumplir con los requisitos necesarios de una subrasante, además a nivel de costo representa una reducción en 189 672 000 Ughs por cada kilómetro de carretera.

Amunza (2020) En su tesis para el grado de Licenciatura en ciencias en ingeniería civil en la Universidad de Makerere de Uganda titulada: A study of the performance of subgrade expansive soils modified with molasses and cement, el objetivo de esta investigación se orientó a determinar la posibilidad de usar la melaza de caña como agente estabilizante de suelos compuestos por laterita usados como superficie carrozable no pavimentada, en las localidades de Mumias y Butere. Así también determinar la dosis más adecuada para la estabilización del suelo. Sus resultados arrojaron que la dosis óptima fue del 2%, y que este aditivo incrementó el valor del CBR y de la densidad del suelo, además redujo el contenido de humedad y el índice de plasticidad.

Kiran y colaboradores (2018), en su investigación realizada en India titulada Experimental Study on Stabilization of Black Cotton Soil with Molasses and Arecanut Fibers cuyo objetivo fue evaluar el mejoramiento de suelos utilizando el subproducto del manejo de la Caña de Azúcar con fibras de Nuez de Areca. Se determinaron las características del suelo originario como son los límites de plasticidad, CBR y resistencia a compresión no confinada. La muestra fue tratada con diferentes tasas (2%, 4%, 6%, 8% y 10%) de melaza, determinándose la dosis adecuada. Por otro lado, a la muestra también se le añadió dosis de 1%, 2%, 3% y 4% de fibra de nuez de Areca, determinando la proporción ideal. Posteriormente se experimentó con la muestra con dosis ideal de melaza adicionándole diferentes dosis de fibra de nuez de Areca. Se obtuvieron cambios significativos en la calidad de la tierra con estas dosis de aditivos. Por último, el fácil acceso a estos dos aditivos para mejoramiento de suelos le añade valor y justificación a la investigación desarrollada.

Bhardwaj y colaboradores (2021) en su investigación realizada en India titulada *Stabilization of Clayey Soil Using Waste Foundry Sand and Molasses* en su artículo plantearon mejorar las propiedades geotécnicas del suelo con la incorporación de Residuos de arena de fundición y Melaza; llegando a concluir que la adición del 20% en peso del compuesto aumenta el valor UCS del suelo arcilloso y disminuye el contenido de humedad.

2.1.2. Investigaciones nacionales

Cordova (2018). En su tesis para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Peruana Los Andes titulada *Utilización de la Vinaza de Caña Azúcar para Estabilizar Suelos Cohesivos, Huancayo* cuyo objetivo fue determinar los efectos de la utilización de la vinaza de caña de azúcar para estabilizar suelos cohesivos y cuya derivó en que el empleo del aditivo vinaza produce un efecto de estabilización en suelos cohesivos y cumple los criterios de aceptación para una subrasante según lo indicado en el manual de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Cahuana (2016). En su tesis para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo titulada *Dosificación óptima del cloruro de calcio y la melaza de caña para la estabilización de suelos en caminos vecinales no pavimentadas del distrito de Barranca 2016* cuyo objetivo fue determinar la dosificación óptima del cloruro de calcio y melaza de caña, como estabilizadores de suelos en los caminos vecinales no pavimentados en el distrito de Barranca y cuyas conclusiones fueron: Después de analizar en el laboratorio, se determinaron las dosificaciones óptimas de los aditivos cloruro de calcio y melaza de caña en el material de afirmado para lograr el máximo incremento de sus propiedades de resistencia, siendo aquellas 1% y 6% respecto al peso del material respectivamente.

Tuesta (2020). En su tesis para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Cesar Vallejo titulada *Diseño de la capa de rodadura con material romerillo y la adición de melaza de caña para su uso en la vía baños sulfurosos - Shucshuyacu, distrito de Japelacio, Moyobamba– 2020*, cuyo

objetivo fue determinar qué influencia produce el material romerillo y la adición de melaza de caña en el diseño de la capa de rodadura en la Vía Baños Sulfurosos y cuyas conclusiones la utilización de los aditivos melaza de caña y romerillo mejora las propiedades de adherencia y resistencia mecánica. Además se determinó la dosis óptima de romerillo con melaza de caña, resultando ser del 3%.

Córdova y Sánchez (2021). En su tesis para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo titulada Efecto de la melaza y carbón molido en la estabilización de subrasante en vía no pavimentada, distrito de Laredo, Trujillo, cuyo objetivo fue determinar el efecto del carbón molido y melaza de caña en la estabilización de suelos subrasante en vía no pavimentada, distrito de Laredo, Trujillo, y cuyas conclusiones que tanto la adición de melaza de caña como la de carbón molido a la muestra de suelo incrementa su capacidad de soporte, esto es, el valor de CBR. Se determinó que las dosis adecuadas de carbón molido y melaza de caña, siendo 6% y 9% respectivamente, y cuando se usó una combinación de ambos como aditivo, la dosis adecuada resultó ser de 6%.

Becerra (2019). En su tesis para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Privada del Norte titulada Adición de miel de caña sobre el CBR del afirmado de la cantera El Gavilán, Cajamarca 2017, cuyo objetivo fue determinar qué influencia produce el adicionar miel de caña sobre el CBR del afirmado de la cantera El Gavilán, y cuyas conclusiones fueron para la utilización del 2% de melaza de caña, la capacidad portante de la muestra se incrementó para una penetración de 0.1” en un 4.22% y para una penetración de 0.2” aumento en 44%.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Composición de la Melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

La melaza de caña tiene producción alrededor del mundo, es el producto secundario de la extracción de azúcar refinada, además tiene como uso principal la nutrición complementaria para animales como los rumiantes debido a su alto contenido energético (calorías, carbohidratos, proteínas y fibra). Está compuesta principalmente por agua, azúcares y proteína. (Palmonari et al., 2020)

2.2.2. Estabilización de Suelos con Melaza de Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

La melaza de caña de azúcar ha demostrado un comportamiento cohesivo en los agregados (partículas finas) del suelo, especialmente en suelos arcillosos. Conociendo que la melaza es realmente un líquido viscoso separable en agua, se añade cierta cantidad de melaza al contenido del agua óptima según ensayo Proctor. Sin embargo, el mejoramiento de suelos finos mediante adición de melaza encuentra su explicación en la fijación de los principales constituyentes orgánicos de la melaza en las arcillas del suelo. Esta fijación de los constituyentes podría ir acompañada de la modificación de la microestructura del suelo y de la porosidad, aumentando su densidad y consolidando los agregados como resultado de la formación de ligantes. (Malanda et al., 2022).

2.2.3. Mecánica de Suelos

Es una ciencia que busca proponer soluciones a problemas de ingeniería derivado de la degradación de las rocas. (Terzaghi, 1943)

(Villalaz, 2004) Es la capa exterior de la superficie terrestre que se encuentra activa biológicamente, que gracias al proceso de desintegración mecánica y química llego a tal resultado.

(Badillo y Rodríguez, 2005) Afirma que es la parte exterior de la superficie terrestre originada de la descomposición química y física de rocas, como también actividad de seres vivos en ella; sus propiedades varían verticalmente ya que presenta perfil estratigráfico y con ello se deduce hechos pasados. Bases filosóficas

2.2.4. Principales Tipos de Suelo

(Crespo Villalaz, 2004), indica que los suelos por su origen se dividen en dos: Orgánico e inorgánicos, Los suelos inorgánicos se originan a base de descomposición física y química de las rocas, si estas se mantienen en el sitio de origen, será llamadas suelo residual, pero si estas son trasladadas por acción del viento, agua, o gravedad; serán llamadas suelos transportados. Se describirá los tipos de suelos:

a) Gravetas. - Son partículas del suelo que están comprendidos entre 2mm a 75mm. (Crespo Villalaz, 2004), define a las gravetas como partículas amontonadas mayor a 2mm de diámetro, encontrándose en los márgenes de los ríos conocidos como canto rodado de manera circular por el desgaste causado por el acarreo de las aguas perdiendo sus aristas. Sus partículas varían desde 2 mm hasta 7.62 cm.

b) Arenas. - Son partículas del suelo que están comprendidos en 0.075mm hasta 2mm.

c) Limos. - Son partículas del suelo menores a 0.075 mm.

c) Arcillas. - (Crespo Villalaz, 2004), nos define la arcilla como cristales cuyos átomos son de forma laminar que posee propiedades coloidales, y que al ser mezclados con agua se vuelven plásticas, sus diámetros son menos de 0.005 mm.

2.2.5. Clasificación de los Suelos

Existen diferentes grupos y subgrupos para clasificar los suelos, en el presente existen 2 clasificadores principales, SUCS y AASHTO, estos sistemas clasifican los suelos de acuerdo a su composición granular y a su plasticidad.

AASHTO se usa principalmente en obras y proyectos de carreteras, este sistema utiliza 7 grupos para clasificar a los suelos: A-1 a A-7.

(Braja M. Das, 2013) SUCS, este sistema se usa por los geotécnicos bajo la Norma ASTM D-2487 y clasifica los suelos en; Grano grueso y Grano Fino.

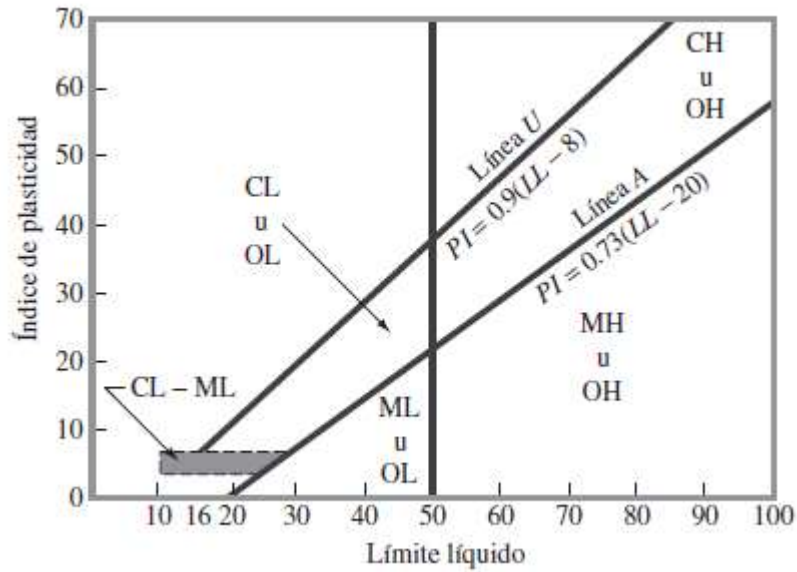


Figura 1. Grafica de Plasticidad

Fuente. Braja M. Das, 2013

2.2.6. Propiedades de los Suelos

El suelo posee propiedades físicas, químicas y mecánicas. Cada tipo de suelo presenta comportamientos diferentes, para ello debemos conocer mas acerca de las propiedades de un suelo que diferencia a uno de otro, algunas son:

Densidad: se definen 3 tipos de densidades:

Densidad absoluta: es la masa del suelo, sin considerar los vacíos dentro de él, dividida entre su volumen.

Densidad aparente: en esta si se considera el volumen de los vacíos para el cálculo de la densidad

Densidad relativa: es la división de la densidad aparente entre un valor de referencia, el cual es el valor de la densidad del agua a 4°C. (Villalaz, 2004).

Gravedad Especifica: se define como el peso de una masa por unidad de volumen. (Das, 2015) determino que, para la gran mayoría de minerales, la gravedad especifica oscila en el rango de 2.6 a 2.9 kg/cm³

Plasticidad: es la capacidad de deformarse sin cambiar el volumen y sin agrietarse, esta propiedad es característica de las arcillas (Badillo y Rodriguez, 2005).

Porosidad: es la división del volumen vacío entre el volumen total, en suelos granulares este valor se encuentra entre 26% y 48% y para suelos finos, como las arcillas y limos, este valor está en el orden de 35% y 83%.

Permeabilidad: propiedad de los suelos que hace que los líquidos se infiltren por los poros. En los diseños de presas de tierra, un valor importante es el de la infiltración de agua en el suelo por unidad de tiempo (Das, 2001)

Color: esta propiedad indica la presencia de determinadas sustancias en los suelos, por ejemplo, los suelos oscuros poseen alta concentración de materia orgánica, los suelos rojos contienen alto contenido de hierro, mientras que los suelos amarillos indican presencia de arcillas con bajo contenido orgánico.

Textura: se refiere a las partículas minerales presentes en el suelo, los principales son arenas, limos y arcillas.

2.2.7. Subrasante de Pavimentos

Los suelos denominados subrasantes son aquellos que se ubican debajo de un pavimento, esta base debe tener capacidad de carga necesaria para resistir el peso de los componentes del pavimento y las cargas que actúan encima de él. En los casos que las subrasantes no cumplan con la capacidad de carga requerida, necesitaran el cambio o el mejoramiento mediante la modificación de sus propiedades con el objetivo de alcanzar la capacidad de soporte requerida, de no ser así, resultaría en fallas de la carretera (Amakye et al., 2021).

2.2.8. Estabilización de Subrasante

El proceso de agregar sustancias o compuestos con el fin de modificar las características físicas, químicas y/o mecánicas de un suelo empleado como subrasante de un pavimento se denomina estabilización de subrasante. Estos aditivos cumplen roles específicos como aglomerantes, reacciones químicas, subestructuras de sostenimiento para suelos, etc., cuyo fin es optimizar las características de resistencia tal que pueda desempeñar su función para un pavimento. Algunos materiales estabilizantes usados son el cemento, las cenizas, la cal, restos de construcción y geotextiles. Estos materiales modifican las propiedades del suelo tales como la capacidad portante, la comprensibilidad, el potencial de expansión. (Amakye et al., 2021).

2.2.9. Compactación de los Suelos

La compactación de suelos se ejecuta en una gran variedad de tipos de suelos, algunos casos son:

En suelos cohesivos: En este tipo de suelos se aplica un carga suficiente tal que ocurre una reconfiguración de sus partículas, esta carga excede la resistencia de cohesión de las partículas de este suelo.

En suelos no cohesivos: En este tipo de suelos, el método correcto es la vibración, además, la carga necesaria para compactar un suelo en estado seco es mayor a la necesaria para compactar un suelo en estado húmedo. (Terzagui y Peck, 1986)

2.2.10. Resistencia al Corte

Los suelos se deforman bajo estados de esfuerzo, el esfuerzo cortante es el responsable de la mayoría de fallas en los suelos. Se define como valor límite al esfuerzo máximo de corte antes de que el suelo falle, este valor depende de la estructura del suelo, la presión de sus poros, etc. (González de Vallejo et al., 2002)

2.2.11. Ángulo de Fricción Interna

Es la representación matemática del coeficiente de rozamiento de un suelo, respecto al plano de falla del mismo, se representa:

$$\text{Coeficiente de rozamiento} = \tan \Phi$$

Además, los factores que influyen en el ángulo de fricción interna son la estructura de los granos del suelo, su dimensión, su distribución y su densidad. (Bilz, 1995)

2.2.12. Cohesión

Es la adherencia que tienen las partículas del suelo fino entre sí. En suelos granulares sin presencia de partículas de suelo fino no existe la cohesión. (Suarez, 1998).

2.2.13. Análisis Granulométrico

Este ensayo clasifica los suelos de acuerdo con las características granulométricas del mismo, es decir, según el diámetro de sus partículas, se pasa la muestra a través de tamices determinados, entonces estas porciones de suelo retenidos en los tamices se clasifican en gravas, arenas y limos o arcillas. Se halla el porcentaje del material retenido en cada tamiz, respecto del peso total de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

$$(\%) \text{Retenido} = \frac{W_{\text{tamiz}}}{W_s}$$

Donde:

W_{tamiz} : Peso retenido en el tamiz

W_s : Peso del suelo seco

2.2.14. Proctor Modificado

Este ensayo se basa en precisar las densidades secas realizadas a diversas probetas, que fueron compactadas en iguales disposiciones, pero con distintos

contenidos de humedad. Se obtendrá una curva Proctor en la que cada contenido de humedad tendrá su densidad definida, de tal manera que aquellos valores son presentados en coordenadas cartesianas. En la Tabla 1 se aprecia los parámetros involucrados durante un ensayo de CBR, de acuerdo con el método.

Tabla 1.

Resumen del ensayo Proctor Modificado

Método	A	B	C
Diámetro de molde	4 “.	4 “.	6 “.
Tipo de material utilizado	Menor al tamiz N° 4	Menor al tamiz 3/8”	Menor al tamiz 3/4”
# de capas	5	5	5
# de golpes	25	25	56
Energía de compactación (kg/cm) cm^3	27.485	27.485	27.363

Fuente: NTP 339.141, 1999

2.2.15. California Bearing Ratio (CBR)

En este ensayo se halla la capacidad de carga o soporte de los suelos, Las siglas significan California Bearing Ratio (Relación de soporte de California). El valor CBR se calcula dividiendo la carga necesaria para penetrar un pistón circular de una sección de área determinada dentro de la muestra de suelo a una profundidad de 0.1”.

$$CBR = \frac{\text{Carga unitaria del ensayo}}{\text{Carga unitaria patrón}} \times 100(\%)$$

El ensayo requerirá de los siguientes equipos:

- Moldes de 6 pulgadas de diámetro, de altura de 7 a 8 pulgadas y con un collarín de diámetro de 2 pulgadas.
- Pisón de compactación.

- Un pistón de peso de 10 libras con altura de caída de 18 pulgadas.
- Un disco espaciador de acero de diámetro de 5 15/16 pulgadas de diámetro exterior y de 2 1/2 pulgadas de altura.
- Un trípode y extensómetro con aprox. 0.001 pulgadas.
- Un instrumento para aplicar carga como una prensa hidráulica con anillo de carga. $v= 0.005$ pulg/min.
- Dos pesas de plomo anular de 5 libras cada una.
- Diales con recorrido mínimo de una pulgada.
- Equipos varios, balanza, espátulas, tamices, etc.

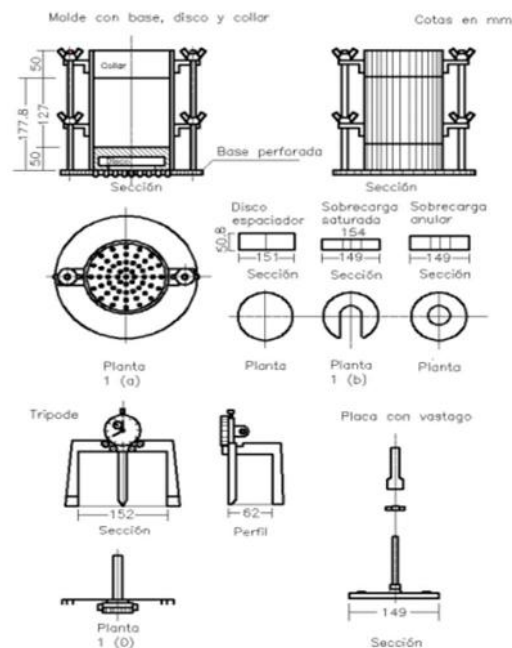


Figura 2. Equipo requerido para ensayo CBR

Fuente: Manual de ensayos de materiales, MTC. 2016.

2.3. Definición de términos básicos:

Transito: Conjunto de desplazamientos de personas, vehículos y animales por las vías terrestres de uso público. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

Suelo arcilloso: Suelo formado por partículas finas con tamaño de grano menor a 2 μm (0,002 mm) cuya plasticidad es variable (RNE E.050 Suelos, 2018)

Camino: Vía terrestre para el tránsito de vehículos motorizados y no motorizados, peatones y animales, con excepción de las vías férreas. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

Superficie de rodadura: Plano superficial del pavimento, que soporta directamente las cargas del tráfico. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

Base granular: La superficie acabada de un camino, preparada a una elevación de diseño para el soporte de la construcción, como pavimentación o tendido de un conducto. (Departamento de Transporte de Indiana, 1998)

CBR (California Bearing Ratio): Valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

Análisis granulométrico o mecánico: Procedimiento para determinar la granulometría de un material o la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

Aglomerante: Material capaz de unir partículas de material inerte por efectos físicos o transformaciones químicas o ambas. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

Aditivo: Producto químico o mineral (o mezcla de estos) que modifica una o más propiedades de un material. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

2.4. Hipótesis de investigación

2.4.1. Hipótesis general

La estabilización con melaza de caña produce un mejoramiento de los suelos como subrasante en el centro poblado El Sol, Huaura, Lima, 2022

2.4.2. Hipótesis específicas.

La melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) disminuye las deformaciones plásticas de los suelos como subrasante en el centro poblado El Sol, Huaura, Lima, 2022

La melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) aumenta la máxima densidad de los suelos como subrasante en el centro poblado El Sol, Huaura, Lima, 2022

La melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) aumenta la capacidad de soporte de los suelos como subrasante en el centro poblado El Sol, Huaura, Lima, 2022

2.5. Operacionalización de las variables

Variable Dependiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Desempeño del suelo como subrasante	Superficie de terreno con capacidad suficiente para soportar el peso del pavimento de la carretera y las cargas del tráfico.	El desempeño de un suelo como subrasante depende del grado de compactación, la composición, la plasticidad y resistencia de este.	• Compactación del suelo	Ensayo Proctor
			• Composición del suelo	Análisis granulométrico
			• Plasticidad del suelo	Límites de plasticidad
			• Resistencia del suelo	Ensayo CBR

Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Estabilización de suelo con aditivo Melaza de caña de azúcar (Saccharum officinarum)	Proceso de agregar aditivos para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de un suelo como subrasante.	Para la estabilización se añaden aditivos en cierta cantidad con el fin de lograr las propiedades requeridas	• Cantidad de aditivo	Porcentaje en peso respecto al suelo del aditivo a añadir.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de Investigación utilizado en el presente trabajo fue de tipo Aplicada ya que su objetivo fue desarrollar nuevos conocimientos con una aplicación específica y directa en la sociedad. Este tipo de investigaciones tienen un alto valor debido a la aplicación del conocimiento. A través de esto, además, se apoya al sector productivo, por ende, este tipo de investigaciones tiene una influencia en el nivel de vida de la población. (Lozada, 2014)

Su principal característica es la aplicación directa del conocimiento adquirido, mediante la implementación y sistematización de la práctica guiada por la investigación desarrollada (Vargas, 2009)

Se buscó el conocimiento acerca del comportamiento de los suelos del Centro Poblado El Sol, bajo la adición del aditivo estabilizante melaza de caña con el fin de aplicarlo para el mejoramiento de dicho suelo como subrasante para una obra de pavimentación.

3.1.2. Diseño de la investigación

El diseño escogido para la investigación fue de tipo pre experimental, debido a que manipularemos la variable independiente para obtener resultados de causa-efecto que nos describan cómo se comporta la variable dependiente ante tales cambios. (Ato, López & Benavente, 2013)

En el análisis de la tesis se estableció un grupo de control en el cual se modificó la variable independiente y se observó y registró la influencia en la variable dependiente.

GE	O ₁	X	O ₂
GC	O ₃		O ₄

GE: Grupo Experimental
GC: Grupo de Control
X: Estimulo
O1, O3: Observaciones pre estimulo
O2, O4: Observaciones post estimulo

3.1.3. Enfoque de la investigación

El enfoque cuantitativo fue el aplicado al presente trabajo, ya que, se evaluaron fenómenos medibles utilizando técnicas para el análisis de los datos obtenidos, así obtuvimos una descripción y explicación de las causas, obteniendo conclusiones fundamentadas en la recolección, análisis e interpretación de los datos. Sánchez (2019)

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Monje (2011) describe a la población como aquella agrupación conformada por un gran número de elementos con rasgos en común que pueden ser sometidas a un proyecto de investigación.

La población de la investigación fueron 12 especímenes de suelo compactados en moldes según ensayo CBR (ASTM D-1883). Los cuales tuvieron la siguiente distribución

Tabla 2.

Cantidad de Especímenes

Especímen	Densidad (% Proctor)			
	90%	95%	100%	Parcial
Sin aditivo	1 ejemplar	1 ejemplar	1 ejemplar	3 ejemplares
Con aditivo 2%	1 ejemplar	1 ejemplar	1 ejemplar	3 ejemplares
Con aditivo 4%	1 ejemplar	1 ejemplar	1 ejemplar	3 ejemplares
Con aditivo 6%	1 ejemplar	1 ejemplar	1 ejemplar	3 ejemplares
			Total	12 moldes

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Muestra

Es un fragmento de la población, que puede representarla al poseer sus características principales, por lo que los resultados derivados del estudio realizado se pueden generalizar a los elementos de la población. (Carrasco, 2019)

Castro (2003), por su parte, atribuye que para poblaciones inferiores a 50 individuos, se puede considerar como muestra a la totalidad de la población.

Por lo tanto, para esta investigación, la muestra fue la totalidad de los especímenes planteados $n = 12$

3.3. Técnicas de recolección de datos:

3.3.1. Técnicas empleadas:

La técnica que se utilizó para esta investigación fue la observación participante.

La observación participante el autor se involucra activamente durante el desarrollo de la investigación, el investigador tiene interacción constante con el objeto de estudio. (Kawulich, 2005)

En esta investigación se modificaron las muestras al añadir el aditivo estabilizante melaza de caña, además se sometieron a distintos grados de compactación y posteriormente se tomaron lecturas de los resultados de los ensayos CBR de estas muestras alteradas.

TECNICA	INSTRUMENTO
Observación participante	Guía de observación

3.4. Técnicas para el procesamiento de información:

El análisis de los datos se realizó de acuerdo con el siguiente procedimiento a continuación descrito:

- Recolección de valores numéricos producto de ensayos de límites, Proctor y CBR efectuados con la muestra patrón del suelo y con los especímenes de suelo alterados con aditivo estabilizante.
- Tabulación y ordenamiento de resultados en fichas de observación

- Elaboración de tablas comparativas mediante el software Microsoft Excel entre los resultados obtenidos de los especímenes alterados del suelo, para analizar la variación de resultados respecto de la variable modificada.
- Comparación de los resultados obtenidos con los especímenes alterados con la muestra patrón y contraste de las observaciones con los objetivos esperados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados

Objetivo General: Analizar a nivel de subrasante la estabilización con melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en el centro poblado El Sol, Huaura, Lima, 2022.

Resultados:

Tabla 3

Características del suelo inalterado (antes de estabilización)

Ensayo	Característica	Valor de muestra patrón
Análisis Granulométrico (ASTM D-422)	Porcentaje finos (%)	6.2
Determinación del Limite Liquido (ASTM D-4318)	Limite Liquido (%)	20.1
	Limite Plástico (%)	17.4
	Índice de Plasticidad (%)	2.8
Determinación del contenido de humedad del suelo. (ASTM D-2216)	Contenido de Humedad (%)	3.3
Proctor Modificado (ASTM D-1557)	Densidad Máxima Seca (gr/cm ³)	1.688
	Humedad óptima (%)	11.2
California Bearing Ratio (CBR) (ASTM D-1883)	Valor de relación de soporte al 95% (%)	24.7

Fuente. Elaboración propia

Según la tabla 3, las propiedades del suelo inalterado (antes de la estabilización), obtenido de los ensayos indicados, en el centro poblado El Sol, Huaura, Lima, 2022, son las siguientes:

Según Análisis Granulométrico (ASTM D-422), se obtuvo el porcentaje de finos del suelo inalterado (antes de estabilizar) cuyo resultado fue 6.2%.

Según Ensayo de Limite Líquido (ASTM D-4318), para el suelo inalterado (antes de estabilizar) resultó un valor de 20.1%.

Según Ensayo de Limite Plástico (ASTM D-4318), para el suelo inalterado (antes de estabilizar) resultó un valor de 17.4%.

Según Ensayo de Índice de Plasticidad (ASTM D-4318), para el suelo inalterado (antes de estabilizar) resultó un valor de 2.8%.

Según Ensayo de contenido de agua (humedad) (ASTM D-2216), para el suelo inalterado (antes de estabilizar) resultó un valor de 3.3%.

Según Ensayo de Proctor (ASTM D-1557), para el suelo inalterado (antes de estabilizar) resultó un valor de 1.688 gr/cm³.

Según Ensayo de contenido de agua (humedad) (ASTM D-2216), se obtuvo la Humedad óptima de compactación del suelo inalterado (antes de estabilizar) cuyo resultado fue 11.2%.

Según Ensayo CBR (ASTM D-1883), se obtuvo la capacidad de soporte del suelo inalterado (antes de estabilizar) cuyo resultado fue 24.7%.

Tabla 4

Cuadro comparativo entre valores de ensayos con muestra inalterada y muestra estabilizada (después de estabilización)

Ensayo	Característica	Valor de muestra patrón	Valor de muestra con aditivo al 2% (porcentaje óptimo)
Determinación del Limite Liquido (ASTM D-4318)	Limite Liquido (%)	20.1	20.6
	Limite Plástico (%)	17.4	18.5
	Índice de Plasticidad (%)	2.8	2.0
Proctor Modificado (ASTM D-1557)	Densidad Máxima Seca (gr/cm ³)	1.688	1.738
	Humedad óptima (%)	11.2	10.3
California Bearing Ratio (CBR) (ASTM D-1883)	Valor de relación de soporte al 95% (%)	24.7	30.46

Fuente. Elaboración propia

Según la tabla 4, las características del suelo estabilizado con adición de 2% en peso de melaza de caña, obtenido de los ensayos indicados, en el centro poblado El Sol, Huaura, Lima, 2022, son las siguientes:

Según Ensayo de Limite Liquido (ASTM D-4318), para el suelo estabilizado con adición de 2% en peso de melaza de caña resulto un valor de 20.6%.

Según Ensayo de Limite Plástico (ASTM D-4318), para el suelo estabilizado con adición de 2% en peso de melaza de caña resulto un valor de 18.5%.

Según Ensayo de Proctor (ASTM D-1557), para el suelo estabilizado con adición de 2% en peso de melaza de caña resulto un valor de 1.738 gr/cm³.

Según Ensayo de contenido de agua (humedad) (ASTM D-2216), se obtuvo la Humedad óptima de compactación del suelo estabilizado con adición de 2% en peso de melaza de caña cuyo resultado fue 10.3%.

Según Ensayo CBR (ASTM D-1883), se obtuvo la capacidad portante del suelo estabilizado con adición de 2% en peso de melaza de caña cuyo resultado fue 30.46%.

Existe un incremento en las propiedades del suelo del centro poblado El Sol como subrasante al añadirle el aditivo estabilizante melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), ya que para la adición del 2% en peso del agente estabilizante se disminuyó el índice de plasticidad del suelo en -0.8%, se incrementó la densidad máxima seca en +2.96%. y disminuyó la humedad óptima en un -0.9%, además aumento el valor de relación de soporte de California en un +5.76%, llegando al valor de CBR de 30.46%, siendo la proporción de aditivo de 2% respecto al peso seco de la muestra la más óptima.

Las características resultantes cumplen con las especificaciones técnicas para una subrasante establecidas en el manual de carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú (MTC) el cual establece un valor mínimo de CBR al 95% de 30% para una categoría de subrasante S5: subrasante excelente, parámetro que cumple el suelo estabilizado con melaza de caña de azúcar.

Objetivo específico primero: Describir el comportamiento de la variación de la plasticidad al combinar melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) con los suelos del Centro Poblado El Sol, Huaura, Lima, 2022.

Tabla 5.

Variación de características de límites de consistencia y plasticidad con uso de aditivo estabilizante melaza de caña de azúcar (Saccharum Officinarum)

Ensayo	Característica	MUESTRA			
		M1 – Muestra patrón (suelo inalterado)	M2 - Aditivo al 2% en peso	M3 - Aditivo al 4% en peso	M4- Aditivo al 6% en peso
Ensayo de Determinación del Limite Liquido (ASTM D-4318)	Limite Liquido (%)	20.1	20.6	21.4	Nulo
	Limite Plástico (%)	17.4	18.5	Nulo	Nulo
	Índice de Plasticidad (%)	2.8	2.0	Nulo	Nulo

Fuente. Elaboración propia

Según la tabla 5, las características de la muestra de suelo inalterado y muestras de suelo estabilizados con adición de 2%, 4% y 6% en peso de melaza de caña, obtenidos de los ensayos indicados, en el centro poblado El Sol, Huaura, Lima, 2022, son las siguientes:

Para ensayos con muestra M1 de suelo inalterado (antes de la estabilización):

Según Ensayo de Limite Liquido (ASTM D-4318), para el suelo inalterado (antes de estabilizar) cuyo resultado fue 20.1%.

Según Ensayo de Limite Plástico (ASTM D-4318), para el suelo inalterado (antes de estabilizar) resulto un valor de 17.4%.

Según Ensayo de Índice de Plasticidad (ASTM D-4318), para el suelo inalterado (antes de estabilizar) resulto un valor de 2.8%.

Para ensayos con muestra M2 de suelo estabilizado con adición de 2% en peso de melaza de caña:

Según Ensayo de Limite Liquido (ASTM D-4318), para el suelo estabilizado con adición de 2% en peso de melaza de caña resulto un valor de 20.6%.

Según Ensayo de Limite Plástico (ASTM D-4318), para el suelo estabilizado con adición de 2% en peso de melaza de caña resulto un valor de 18.5%.

Según Ensayo de Índice de Plasticidad (ASTM D-4318), para el suelo estabilizado con adición de 2% en peso de melaza de caña resulto un valor de 2.0%.

Para ensayos con muestra M3 de suelo estabilizado con adición de 4% en peso de melaza de caña:

Según Ensayo de Limite Liquido (ASTM D-4318), para el suelo estabilizado con adición de 4% en peso de melaza de caña resulto un valor de 21.4%.

Según Ensayo de Limite Plástico (ASTM D-4318), desarrollado con suelo estabilizado con adición de 4% en peso de melaza de caña, no fue posible determinar un valor dado que la muestra se volvió viscosa y no se le pudo dar forma de bastón.

Según Ensayo de Índice de Plasticidad (ASTM D-4318), desarrollado con suelo estabilizado con adición de 4% en peso de melaza de caña, no fue posible determinar un valor dado que la muestra carecía de limite plástico.

Para ensayos con muestra M4 de suelo estabilizado con adición de 6% en peso de melaza de caña:

Según Ensayo de Determinación del Limite Liquido (ASTM D-4318), desarrollado con suelo estabilizado con adición de 6% en peso de melaza de caña, no fue posible determinar un valor dado que la muestra se volvió viscosa y no se pudo extender en la cuchara de Casagrande.

Según Ensayo de Determinación del Limite Plástico (ASTM D-4318), desarrollado con suelo estabilizado con adición de 6% en peso de melaza de caña, no fue posible

determinar un valor dado que la muestra se volvió viscosa y no se le pudo dar forma de bastón.

Según Ensayo de Índice de Plasticidad (ASTM D-4318), desarrollado con suelo estabilizado con adición de 6% en peso de melaza de caña, no fue posible determinar un valor dado que la muestra carecía de limite líquido y plástico.

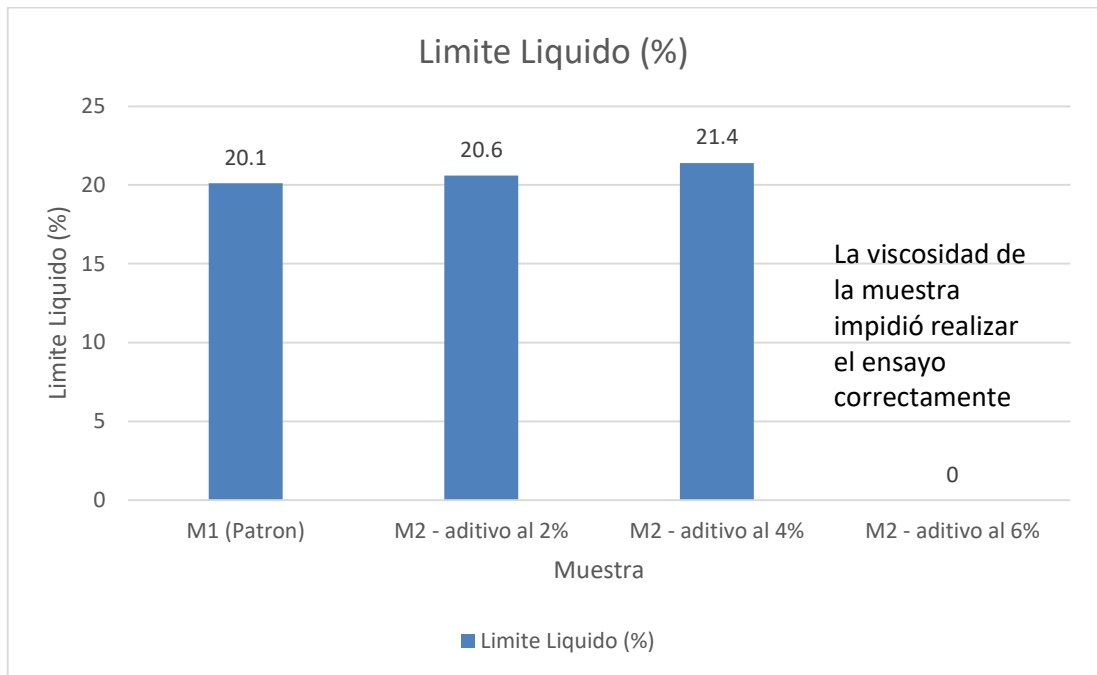


Figura 3. Gráfico de barras comparativo entre los valores de limite líquido para cada muestra

Fuente. Elaboración propia

Según la figura 3, de los resultados de los ensayos del Limite Líquido (ASTM D-4318) aplicados a la muestra inalterada y las muestras estabilizadas, se observa:

La incorporación de aditivo (Saccharum officinarum) en un 2% en peso aumentó el límite líquido en +0.05%.

La incorporación de aditivo (Saccharum officinarum) en un 4% en peso aumentó el límite líquido en +1.30%.

La incorporación de aditivo (Saccharum officinarum) en un 6% en peso ocasiono una elevada viscosidad de la muestra, lo cual impidió realizar correctamente el ensayo.

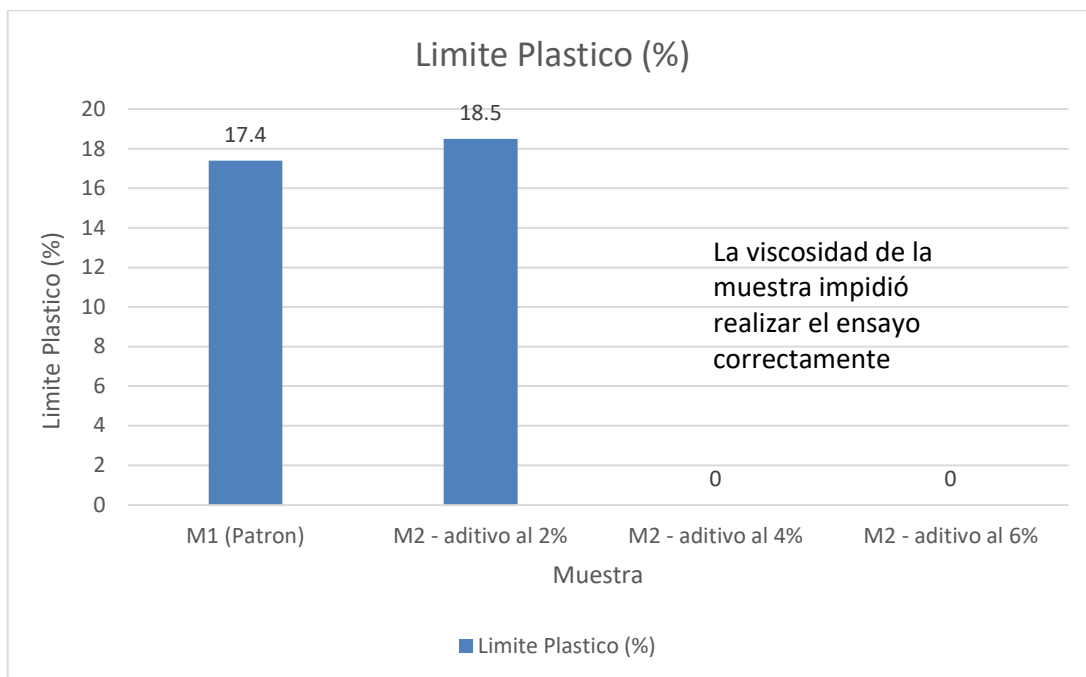


Figura 4. Gráfico de barras comparativo entre los valores de limite plástico para cada muestra

Fuente. Elaboración propia

Según la figura 4, de los resultados de los ensayos del Limite Plástico (ASTM D-4318) aplicados a la muestra inalterada y las muestras estabilizadas, se observa:

La incorporación de aditivo (*Saccharum officinarum*) en un 2% en peso aumentó el límite plástico en +1.10%.

La incorporación de aditivo (*Saccharum officinarum*) en un 4% en peso ocasiono una elevada viscosidad de la muestra, lo cual impidió realizar correctamente el ensayo.

La incorporación de aditivo (*Saccharum officinarum*) en un 6% en peso ocasiono una elevada viscosidad de la muestra, lo cual impidió realizar correctamente el ensayo.

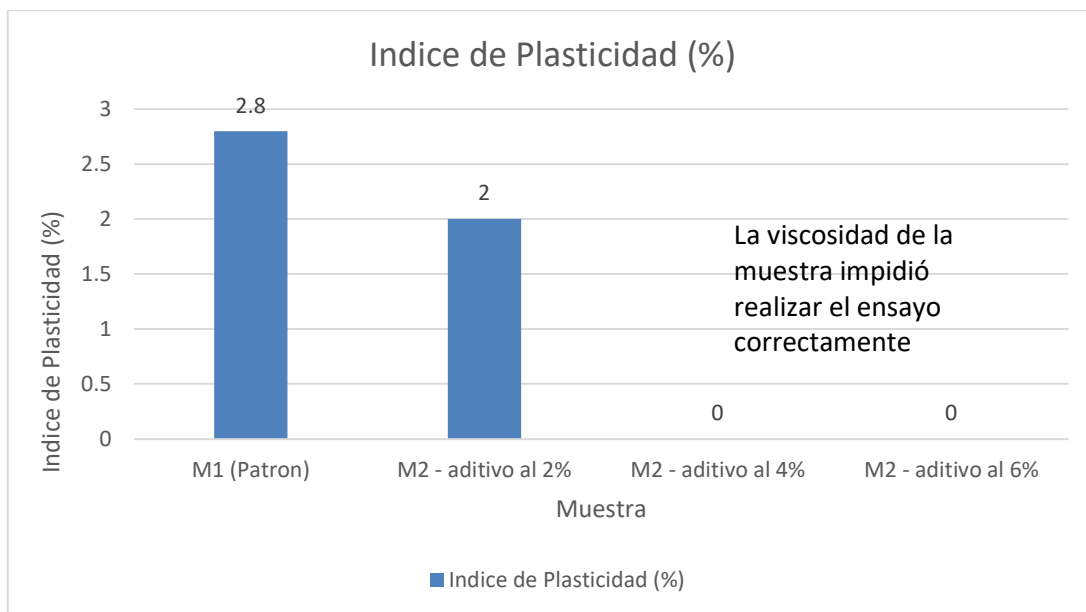


Figura 5. Gráfico de barras comparativo entre los valores de índice de plasticidad para cada muestra

Fuente. Elaboración propia

Según la figura 5, de los resultados de los ensayos del Índice de Plasticidad (ASTM D-4318) aplicados a la muestra inalterada y las muestras estabilizadas, se observa

La incorporación de aditivo (Saccharum officinarum) en un 2% en peso disminuyó el índice de plasticidad en -0.8%.

La incorporación de aditivo (Saccharum officinarum) en un 4% en peso no conllevó a ningún resultado ya que no se pudo determinar el límite plástico.

La incorporación de aditivo (Saccharum officinarum) en un 6% en peso no conllevó a ningún resultado ya que no se pudieron determinar el límite líquido y el límite plástico.

La variación de la plasticidad del suelo tiene un comportamiento desfavorable ya que la adición de la melaza de caña de azúcar (Saccharum officinarum) en un 2% en peso aumentó el límite líquido en +0.05% por lo que aumenta su compresibilidad y el potencial de expansión y contracción del suelo, además disminuyó su índice de plasticidad en -0.8%, por lo que aumenta la sensibilidad del suelo a los cambios de humedad. Para la adición de melaza de caña de azúcar (Saccharum officinarum) en un 4% en peso, aumentó el límite líquido en +1.3% y anuló su plasticidad, y para la adición del aditivo en 6% en peso, pierde aún más su

plasticidad por lo que no fue posible realizar los ensayos de limite liquido ni plástico.

Objetivo específico segundo: Precisar la incidencia de la melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la variación de la densidad de los suelos en el Centro Poblado El Sol, Huaura, Lima, 2022.

Tabla 6.

*Variación de características de densidad del suelo con uso de aditivo estabilizante melaza de caña de azúcar (*Saccharum Officinarum*)*

Ensayo	Característica	MUESTRA			
		M1 – Muestra patrón (suelo inalterado)	M2 - Aditivo al 2% en peso	M3 - Aditivo al 4% en peso	M4- Aditivo al 6% en peso
Ensayo de Proctor Modificado (ASTM D-1557)	Densidad Máxima Seca (gr/cm3)	1.688	1.738	1.744	1.694
	Humedad óptima (%)	11.2	10.3	8.2	6.3

Fuente. Elaboración propia

Según la tabla 6, las características de la muestra de suelo inalterado y muestras de suelo estabilizados con adición de 2%, 4% y 6% en peso de melaza de caña, obtenidos de los ensayos indicados, en el centro poblado El Sol, Huaura, Lima, 2022, son las siguientes:

Para ensayos con muestra M1 de suelo inalterado (antes de la estabilización):

Según Ensayo de Proctor (ASTM D-1557), para el suelo inalterado (antes de estabilizar) resulto un valor de 1.688 gr/cm3.

Según Ensayo de contenido de agua (humedad) (ASTM D-2216), se obtuvo la Humedad óptima de compactación del suelo inalterado (antes de estabilizar) cuyo resultado fue 11.2%.

Para ensayos con muestra M2 de suelo estabilizado con adición de 2% en peso de melaza de caña:

Según Ensayo de Proctor (ASTM D-1557), para el suelo estabilizado con adición de 2% en peso de melaza de caña resultó un valor de 1.738 gr/cm³.

Según Ensayo de contenido de agua (humedad) (ASTM D-2216), se obtuvo la Humedad óptima de compactación del suelo estabilizado con adición de 2% en peso de melaza de caña cuyo resultado fue 10.3%.

Para ensayos con muestra M3 de suelo estabilizado con adición de 4% en peso de melaza de caña:

Según Ensayo de Proctor (ASTM D-1557), para el suelo estabilizado con adición de 4% en peso de melaza de caña resultó un valor de 1.744gr/cm³.

Según Ensayo de contenido de agua (humedad) (ASTM D-2216), se obtuvo la Humedad óptima de compactación del suelo estabilizado con adición de 4% en peso de melaza de caña cuyo resultado fue 8.2%.

Para ensayos con muestra M4 de suelo estabilizado con adición de 6% en peso de melaza de caña:

Según Ensayo de Proctor (ASTM D-1557), para el suelo estabilizado con adición de 6% en peso de melaza de caña resultó un valor de 1.694/cm³.

Según Ensayo de contenido de agua (humedad) (ASTM D-2216), se obtuvo la Humedad óptima de compactación del suelo estabilizado con adición de 6% en peso de melaza de caña cuyo resultado fue 6.3%.

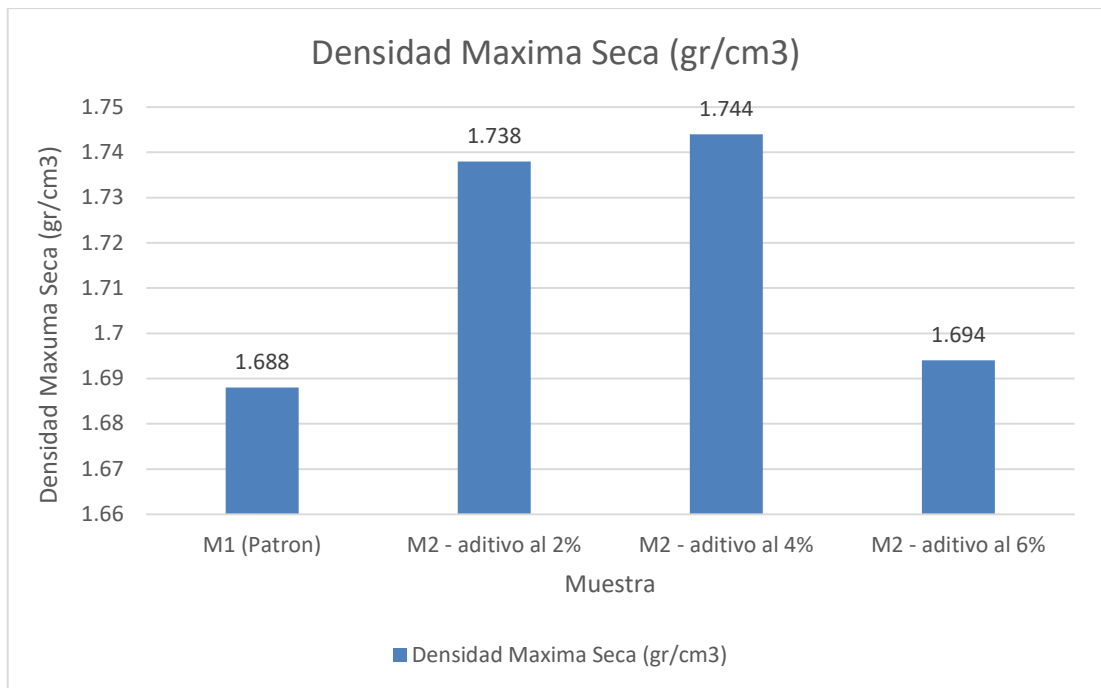


Figura 6. Gráfico de barras comparativo entre los valores de densidad máxima seca para cada muestra

Fuente. Elaboración propia

Según la figura 6, de los resultados del Ensayo de Proctor (ASTM D-1557) aplicados a la muestra inalterada y las muestras estabilizadas, se observa:

La incorporación de aditivo (Saccharum officinarum) en un 2% en peso aumentó la MDS en +0.05 gr/cm³.

La incorporación de aditivo (Saccharum officinarum) en un 4% en peso aumentó la MDS en +0.056 gr/cm³.

La incorporación de aditivo (Saccharum officinarum) en un 6% en peso aumentó la MDS en +0.006 gr/cm³.

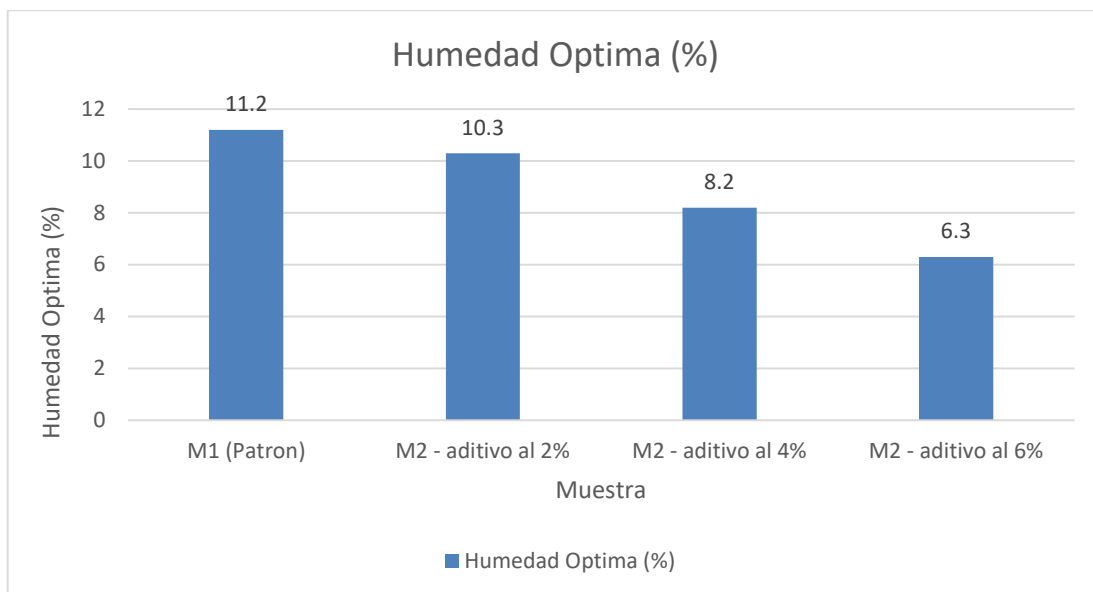


Figura 7. Gráfico de barras comparativo entre los valores de humedad óptima para cada muestra

Fuente. Elaboración propia

Según la figura 7, de los resultados del Ensayo de Proctor (ASTM D-1557) aplicados a la muestra inalterada y las muestras estabilizadas, se observa:

La incorporación de aditivo (Saccharum officinarum) en un 2% en peso disminuyó la humedad óptima de compactación en -0.9 %.

La incorporación de aditivo (Saccharum officinarum) en un 4% en peso disminuyó la humedad óptima de compactación en -3.0 %.

La incorporación de aditivo (Saccharum officinarum) en un 6% en peso disminuyó la humedad óptima de compactación en -4.9 %.

La variación de la densidad del suelo tiene un comportamiento favorable ya que la adición de la melaza de caña de azúcar (Saccharum officinarum) en un 2% en peso aumentó la máxima densidad seca en +2.96%. y disminuyó la humedad óptima en un -0.9%, para la adición de 4% en peso aumentó la máxima densidad seca en +3.32%. y disminuyó la humedad óptima en un -3.0 %, sin embargo, para la adición de 6% en peso aumentó la máxima densidad seca solo en +0.36%. y disminuyó la humedad óptima en un -4.2 %.

El incremento de la MDS del suelo está relacionado con el mejoramiento de la capacidad portante del suelo.

Objetivo específico tercero: Explicar el análisis de estabilización con melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la variación de la capacidad de soporte de los suelos en el Centro Poblado El Sol, Huaura, Lima, 2022

Tabla 7.

*Variación de características de capacidad portante del suelo con uso de aditivo estabilizante melaza de caña de azúcar (*Saccharum Officinarum*)*

Ensayo	Característica	MUESTRA			
		M1 – Muestra patrón (suelo inalterado)	M2 - Aditivo al 2% en peso	M3 - Aditivo al 4% en peso	M4- Aditivo al 6% en peso
Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) (ASTM D-1883)	Valor de relación de soporte al 95% (%)	24.7	30.46	27.01	19.61

Fuente. Elaboración propia

Según la tabla 7, las características de la muestra de suelo inalterado y muestras de suelo estabilizados con adición de 2%, 4% y 6% en peso de melaza de caña, obtenidos de los ensayos indicados, en el centro poblado El Sol, Huaura, Lima, 2022, son las siguientes:

Para ensayos con muestra M1 de suelo inalterado (antes de la estabilización):

Según Ensayo CBR (ASTM D-1883), se obtuvo la capacidad portante del suelo inalterado (antes de estabilizar) cuyo resultado fue 24.7%.

Para ensayos con muestra M2 de suelo estabilizado con adición de 2% en peso de melaza de caña:

Según Ensayo CBR (ASTM D-1883), se obtuvo la capacidad portante del suelo estabilizado con adición de 2% en peso de melaza de caña cuyo resultado fue 30.46%.

Para ensayos con muestra M3 de suelo estabilizado con adición de 4% en peso de melaza de caña:

Según Ensayo CBR (ASTM D-1883), se obtuvo la capacidad portante del suelo estabilizado con adición de 4% en peso de melaza de caña cuyo resultado fue 27.01%.

Para ensayos con muestra M4 de suelo estabilizado con adición de 6% en peso de melaza de caña:

Según Ensayo CBR (ASTM D-1883), se obtuvo la capacidad portante del suelo estabilizado con adición de 4% en peso de melaza de caña cuyo resultado fue 19.61%.

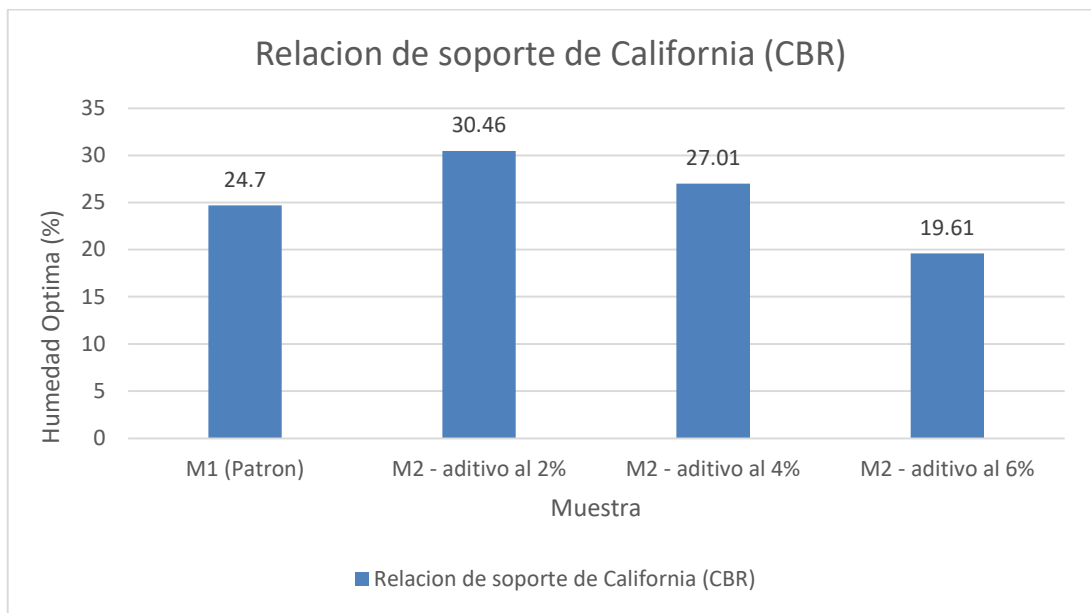


Figura 8. Gráfico de barras comparativo entre los valores de limite líquido para cada muestra

Fuente. Elaboración propia

Según la figura 8, de los resultados del ensayo de CBR (ASTM D-1883) aplicados a la muestra inalterada y las muestras estabilizadas, se observa:

La incorporación de aditivo (*Saccharum officinarum*) en un 2% en peso aumentó la capacidad portante en +5.76%.

La incorporación de aditivo (Saccharum officinarum) en un 4% en peso aumentó la capacidad portante en +2.31%.

La incorporación de aditivo (Saccharum officinarum) en un 6% en peso disminuyó la capacidad portante en -5.09%.

La variación de la capacidad portante tiene un comportamiento favorable ya que la adición de la melaza de caña de azúcar (Saccharum officinarum) en un 2% en peso aumentó el valor del CBR) en +5.76%, para la adición de 4% en peso aumentó en +2.31%., sin embargo, para la adición de 6% en peso disminuyo en un -5.09 %.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1. Discusión de resultados

De acuerdo con las figuras 1, 2, 3, 4 y 5, existe un incremento en las propiedades del suelo del centro poblado El Sol como subrasante al añadirle el aditivo estabilizante melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), ya que para la adición del 2% en peso del agente estabilizante se disminuyó el índice de plasticidad del suelo en -0.8%, se incrementó la densidad máxima seca en +2.96%. y disminuyó la humedad óptima en un -0.9%, además aumentó el valor de relación de soporte de California en un +5.76%, llegando al valor de CBR de 30.46%, siendo esta proporción de aditivo la más óptima. Esto guarda relación con lo que afirma Amunza (2020) ya que en su investigación la cual combinó melaza de caña con suelos inalterados de laterita, llegó a la conclusión que el porcentaje óptimo del aditivo fue del 2%, donde el índice de plasticidad se redujo en -2.1%, la densidad máxima seca se incrementó en 20.56%, y la humedad óptima se redujo en -2.6%, además se incrementó el valor de CBR en un 51.5%, obteniendo un valor de 40%.

Ambos resultados obtenidos cumplen con las especificaciones establecidas en el manual de carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú (MTC) el cual establece un valor mínimo de CBR al 95% de 30% para una categoría de subrasante S5: subrasante excelente.

El empleo de la metodología para realizar el análisis a nivel de subrasante de estabilización con melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en el centro poblado El Sol, Huaura, Lima, 2022 fue el adecuado ya que con los resultados obtenidos de los ensayos realizados junto con el procesamiento e interpretación de datos en gabinete se pudo lograr el objetivo planteado.

D1. De acuerdo a la tabla 4 el comportamiento de la variación de la plasticidad en los suelos del centro poblado El Sol al añadir melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) como agente estabilizante es el siguiente: la adición de la melaza de

caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en un 2% en peso aumentó el límite líquido en +0.05% además disminuyó su índice de plasticidad en -0.8%, para la adición de melaza de caña en un 4% en peso, aumento el límite líquido en +1.3% y anuló su plasticidad, y para la adición del aditivo en 6% en peso, pierde aún más su plasticidad por lo que no fue posible realizar los ensayos de límite líquido ni plástico, estos resultados concuerdan con la investigación de Cordova (2018), en la cual el límite líquido aumento en +0.2% y el índice de plasticidad disminuyó en un -3.03% para una adición de melaza de caña (con proporción 25% melaza y 75% agua) al 3% en peso de la muestra seca de suelo. Mientras que para la adición de melaza de caña en una proporción de 75% de melaza y 25% agua al 3% en peso de la muestra obtuvo un incremento mayor en el límite líquido de +0.5% y una reducción mayor en el índice de plasticidad de -4.76%.

Los valores de límite líquido e índice de plasticidad de las muestras con adición del 4% y 6% en peso de melaza de caña que no se pudieron determinar fue a causa de que la muestra no poseía suficiente cantidad de arcilla, por lo que al combinar con la melaza de caña en porcentajes mayores al 2%, el agua contenida en esta hacía perder la plasticidad a la muestra. Para suelos con mayor contenido de arcillas, se puede determinar el índice de plasticidad con niveles más altos de aditivo melaza de caña.

Otro aspecto para tener en cuenta acerca de la discrepancia entre resultados con la investigación de Cordova es que este utilizó muestras de suelo con aditivo al 3% en peso seco para todas las muestras, más lo que varió en cada una fue la relación entre agua y melaza que contenía cada aditivo.

La metodología usada para determinar el comportamiento de la variación de la plasticidad en los suelos con aditivo estabilizante melaza de caña fue la adecuada ya que, con los ensayos realizados y los resultados obtenidos junto con el análisis y la interpretación de estos en gabinete, se logró el objetivo planteado.

D2. De acuerdo con la tabla 5 la incidencia del aditivo melaza de caña (*Saccharum officinarum*) en la variación de la densidad de los suelos del centro poblado El Sol es la siguiente: para la adición del aditivo en un 2% en peso aumentó la máxima

densidad seca en +2.96%. y disminuyo la humedad optima en un -0.9%, para la adición de 4% en peso aumentó la máxima densidad seca en +3.32%. y disminuyo la humedad optima en un -3.0 %, para la adición de 6% en peso aumentó la máxima densidad seca +0.36%. y disminuyo la humedad optima en un -4.2 %.

Estos valores obtenidos como resultado del ensayo Proctor modificado para cada muestra concuerdan con los resultados del mismo ensayo en la investigación de Cordova y Sanchez (2021), en la cual se utilizó muestras de 2 calicatas distintas, en la muestra de la calicata 1 se obtuvo un incremento en la máxima densidad seca en +1.11%, y una disminución en la humedad optima de -1.65%, al añadir aditivo melaza de caña al 3% en peso; para una adición de 6% en peso del aditivo melaza de caña hubo un incremento de +2.00% en la máxima densidad seca y una reducción en la humedad optima de -1.76%; para una adición de 9% en peso del aditivo hubo un incremento de +2.68% en la máxima densidad seca y una reducción de -1.95% en la humedad optima. Para la muestra de la calicata 2 para la adición de 3% de aditivo en peso, hubo un incremento de 1.76% en la máxima densidad seca y una reducción de -0.12% en el contenido de humedad optima, para una adición de aditivo al 6% en peso se registró un incremento de +2.50% en la máxima densidad seca y una reducción de -0.2% en el contenido de humedad optima y para la adición de aditivo al 9% en peso hubo un incremento de +3.35% en la máxima densidad seca y una reducción de -0.28% en el contenido de humedad optima en la muestra.

Por otro lado, la investigación de Tuesta (2020), en la cual trabajo con la mezcla de romerillo y melaza de caña como agente estabilizante, en donde hizo variar el porcentaje de melaza de caña para cada muestra y los sometió a los respectivos ensayos, resulto en una reducción de -0.11% de la máxima densidad seca y un incremento de +0.03% en el contenido de humedad para la adición del agente estabilizante con 1% de melaza de caña en peso de la muestra seca; para una adición del agente estabilizante con 3% de melaza de caña resulto en una reducción de -3.94% de la máxima densidad seca y en la reducción de -0.34% del contenido de humedad, por ultimo para la adición del agente estabilizante con 4.5% de melaza de caña resulto en la reducción de -4.11% de la máxima densidad seca y en la reducción de -0.23% del contenido de humedad.

Estas discrepancias respecto a los resultados de la investigación de Tuesta (2020), se debe a las diferencias que hay tanto en el tipo de suelo que utilizo en su investigación, así como la composición del agente estabilizante en el que uso el romerillo junto con la melaza de caña.

D3. De acuerdo a la tabla 6, la variación de la capacidad de soporte de los suelos mediante estabilización con melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) se dio de la siguiente forma: la adición de la melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en un 2% en peso aumentó el valor de la relación de soporte de California (CBR) al 95% en +5.76%, llegando al valor de 30.56% siendo esta proporción de aditivo la más optima, ya que para la adición de 4% en peso aumentó en un valor menos de +2.31%. Llegando al valor de 27.01%, y para la adición de 6% en peso disminuyó en un -5.09 %, resultando en un valor de 19.61%. Estos resultados guardan relación con Cahuana (2016) en cuya investigación en donde uso melaza de caña como aditivo estabilizante obtuvo que el valor del CBR al 95% se incrementó en +0.4% para una adición del 2% de melaza de caña en peso, para una adición del 4% de melaza de caña hubo un incremento de +1.8% y para una adición del 6% hubo un incremento del +3.4% llegando el valor del CBR al 43.4%.

Los resultados obtenidos sobre el valor de la relación de soporte de California (CBR) en la presente investigación también muestra concordancia con los resultados del mismo ensayo en la investigación de Becerra (2019), en la cual trabajo con afirmado de una cantera utilizando melaza de caña como aditivo estabilizante, se registró un incremento del 44% del CBR al 95% para una adición del 2% de aditivo en peso; para la adición del 5% de aditivo en peso hubo una reducción del -28% en el CBR, y para la adición del aditivo del 10% en peso hubo una reducción de -91.80% del CBR. Llegando a la conclusión que para dicho estudio la cantidad

La diferencia entre los resultados del presente estudio comparados con los de la investigación de Cahuana (2016), se debe principalmente al porcentaje de arcilla en las muestras de suelo, para muestras con alto contenido de arcilla como las utilizadas en la investigación de Cahuana se logra un aumento continuo del CBR con adición de melaza de caña de azúcar como aditivo estabilizante en cantidades

de hasta 6% en peso, por otro lado en muestras con poco contenido de arcilla como las utilizadas en la investigación de Becerra (2019), así como en la presente investigación se aprecia una reducción del CBR con adición del mismo aditivo melaza de caña en cantidades mayores al 2% en peso, la causa de esto es que el bajo contenido de arcilla junto con la adición de melaza de caña afecta directamente al índice de plasticidad, el cual se reduce al incrementar el contenido de aditivo melaza de caña a la muestra, esto a su vez conlleva a la reducción de la resistencia y el aumento de la compresibilidad del espécimen.

La utilización de la metodología utilizada en el análisis de la variación de la capacidad portante mediante estabilización con melaza de caña fue la óptima ya que a través de los ensayos realizados se pudo obtener los registros necesarios y junto con la interpretación de datos en gabinete se pudo alcanzar el objetivo.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Dando respuesta al objetivo general, se concluye que el uso de la melaza de caña como agente estabilizante de suelos en la cantidad optima de 2% en peso seco del suelo, disminuyo el índice de plasticidad en -0.8%, aumento la densidad máxima seca en +2.96%, disminuyo la humedad optima en -0.9% y aumento el valor de relación de soporte de california (CBR) al 95% en +5.76% llegando a 30.46%, valor con el cual se considera a los suelos para subrasante como subrasante excelente (categoría S5, para valores de CBR mayor a 30%), según el manual de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC). Todos estos resultados nos indican una mejora de las características físicas y mecánicas de los suelos del centro poblado El Sol, Huaura. Lima como subrasante, bajo la utilización de melaza de caña (*Saccharum officinarum*) como agente estabilizante.

Dando respuesta al objetivo específico 1, se concluye que la adición de la melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en un 2% en peso aumentó el límite liquido en +0.05% además disminuyo su índice de plasticidad en -0.8%, para la adición de melaza de caña en un 4% en peso, aumento el límite liquido en +1.3% y anulo su plasticidad, y para la adición del aditivo en 6% en peso, pierde aún más su plasticidad por lo que no fue posible realizar los ensayos de limite liquido ni plástico.

Dando respuesta al objetivo específico 2, se concluye que la adición del aditivo en un 2% en peso aumentó la máxima densidad seca en +2.96%. y disminuyo la humedad optima en un -0.9%, para la adición de 4% en peso aumentó la máxima densidad seca en

+3.32%. y disminuyo la humedad optima en un -3.0 %, para la adición de 6% en peso aumentó la máxima densidad seca +0.36%. y disminuyo la humedad optima en un -4.2 %.

Dando respuesta al objetivo específico 3, se concluye que la adición de la melaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en un 2% en peso aumentó el valor de la relación de soporte de California (CBR) al 95% en +5.76%, llegando al valor de 30.56% siendo esta proporción de aditivo la más optima, ya que para la adición de 4% en peso aumentó en un valor menos de +2.31%. llegando al valor de 27.01%, y para la adición de 6% en peso disminuyo en un -5.09 %, resultando en un valor de 19.61%.

6.2. Recomendaciones:

Es recomendado el análisis de fluorescencia de rayos X para poder determinar con mayor exactitud la composición de los materiales a estudiar, es decir la composición del suelo y la del aditivo estabilizante melaza de caña (*Saccharum officinarum*) y profundizar más en la causa del fenómeno a estudiar a fin de poder explicarlo en términos de la interacción entre componentes de ambos objetos de estudio.

Se recomienda tener un grado de precisión alto al momento de elaborar las muestras combinadas con estabilizante y así mismo controlar el contenido de agua del aditivo, ya que este es un compuesto hidrófilo, por lo que la variación en la cantidad de agua puede causar variaciones en las magnitudes de los efectos de este.

Se recomienda para futuras investigaciones analizar los efectos del agente estabilizante melaza de caña (*Saccharum Officinarum*) considerando la variación del contenido de agua presente en el mismo.

Se recomienda para futuras investigaciones someter a ensayos de corte directo y ensayos de compresión triaxial a las muestras estabilizadas con el fin de analizar el comportamiento para cada propiedad de los suelos.

Se recomienda para futuras investigaciones analizar los efectos del agente estabilizante melaza de caña (*Saccharum Officinarum*) considerando el tiempo transcurrido en días con la finalidad de explicar el comportamiento de las muestras estabilizadas con el tiempo.

REFERENCIAS

7.1. Fuentes documentales

Ministerio de Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (2007). Reglamento de Jerarquización Vial. Lima, Perú.

Ministerio de Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (2014). Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos. Lima, Perú.

NTP 339.141 (1999) - Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (2016). Manual de ensayo de materiales. Lima, Perú.

RNE (2018). E.050 Suelos y Cimentaciones. Lima, Perú.

INDOT (1998). Apéndice A: Glosario de términos. Indiana, USA.

Loaiza J. (2017). Mejoramiento de suelos GP con vinaza. (tesis de título) Ecuador: Universidad de Especialidades Espíritu Santo

Musinguzi A. y Makomuki C. (2019). A study of the performance of subgrade expansive soils modified with molasses and cement. (tesis de título). Uganda: Makerere University

Cahuana F. (2016). Dosificación óptima del cloruro de calcio y la melaza de caña para la estabilización de suelos en caminos vecinales no pavimentadas del distrito de Barranca 2016. (tesis de título). Perú: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.

Tuesta C. (2020). Diseño de la capa de rodadura con material romerillo y la adición de melaza de caña para su uso en la vía baños sulfurosos - Shucshuyacu,

distrito de Jepelacio, Moyobamba– 2020. (tesis de título). Perú: Universidad Cesar Vallejo.

Córdova R. y Sánchez J. (2021). Efecto de la melaza y carbón molido en la estabilización de subrasante en vía no pavimentada, distrito de Laredo, Trujillo. (tesis de título). Perú: Universidad Cesar Vallejo

Becerra Y. (2019). Adición de miel de caña sobre el CBR del afirmado de la cantera El Gavilán, Cajamarca 2017. (tesis de título). Perú: Universidad Privada del Norte

Amunza A. (2020). Stabilization of Laterite Soil for Unpaved Roads Using Molasses in Butere and Mumias Sub Counties. (Tesis de título). Kenia: Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology

Cordova J. (2018). Utilización de la vinaza de caña de azúcar para estabilizar suelos cohesivos, Huancayo (tesis de título). Perú: Universidad Peruana los Andes

Florez, A. (2006). Estabilización de suelos con biocemento. (Tesis de posgrado). Colombia: Universidad de los Andes.

Palomino R. y Trujillo A. (2022). Mejoramiento de las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso a nivel de subrasante mediante el uso de PET chancado y triturado en la carretera Yurimaguas-Munichis, Loreto. (tesis de título). Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

7.2. Fuentes bibliográficas

Tterzaghi, K. (1943). Mecánica de Suelos y su Origen. México: Limusa

Villalaz, C. (2004). Mecánica de suelos y cimentaciones (5ª ed.). Ciudad de México, México: Limusa.

Juárez E., & Rico A. (2005). Mecánica de suelos: Fundamentos de la mecánica de suelos (Editorial). México.

Braja M. (2013). Fundamentos de ingeniería geotécnica. México, D.F.: Cengage Learning Latin America

Das, B. (2015). Fundamentos de ingeniería geotécnica (4ª. ed.). México, DF: CENGAGE Learning

Das, B. (2001). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. México: Thomson Learning

Terzagui, K., & Peck, R. (1986). Mecánica de suelos en la ingeniería práctica. Caracas: EL ATENEO

González de Vallejo, L., Ferrer, M., Ortuño, L., & Oteo, C. (2002). Ingeniería Geológica. España, Madrid: Pearson Educación

Bilz, P. (1995) Slope stability in partially saturated sandy soils, Proceedings of the first international conference on Unsaturated Soils, París.

Suarez, J. (1998). Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. 1º edición. Colombia. Ingeniería de Suelos Ltda.

Castro, M. (2003). El proyecto de investigación y su esquema de elaboración. (2ª.ed.). Caracas: Uyapal.

Carrasco, S. (2009). Metodología de la investigación científica. Lima: Editorial. San Marcos.

Monje, C. (2011). Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa: Guía. Universidad Surcolombiana.

7.3. Fuentes hemerográficas

Ortiz A. (2014). La relación hombre-naturaleza. Tendencias de su filosofar en cuba. *Revista de Ciencias Sociales, Universidad Arturo Prat de Chile*, 32, 63-76

Huerta A. (2018). El sentido de pertenencia y la identidad como determinante de la conducta, una perspectiva desde el pensamiento complejo. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 9(16), 83-97.

Morillo M. (2011). Turismo y producto turístico. Evolución, conceptos, componentes y clasificación. *Visión Gerencial, Universidad Los Andes, Venezuela*, 1, 2011, 135-158.

Vargas Z. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación, Costa Rica*, 33, 155-165

Kawulich, B. (2005). La observación participante como método de recolección de datos. *FQS, Universidad de Guadalajara, México*, 6(2), Art. 43.

Aparicio C., Jaramillo M. y San Román C. (2011). Desarrollo de la infraestructura y reducción de la pobreza: el caso peruano. *Perú: CIES*

Ato, M., López, J., & Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología*, 29(3), 1038-1059.

Sánchez, F. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: consensos y disensos. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 13(1), 102-122.

Amakye S. & Abbey S. (2021). *Revista Cleaner Engineering and Technology*, Volumen 4. Universidad West of England, Reino Unido.

Lozada J. (2014). Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CienciAmérica, Universidad Tecnológica Indoamérica, Ecuador*, 3(1), 47-50

Kiran, Harsha, S., Raju, K. V. S. B., y Kumar, N. (2018). Experimental Study on Stabilization of Black Cotton Soil with Molasses and Arecanut Fibers. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13(7), 219- 223. India

Bhardwaj, A., Sharma, A., y Sharma, R. (2021). Stabilization of Clayey Soil Using Waste Foundry Sand and Molasses. *En Sustainable Development Through Engineering Innovations* (pp. 641-649). Singapur

Malanda, N., Mfoutou, N., Madila, E. and Louzolo-Kimbembe, P. (2022) Microstructure of Fine Clay Soils Stabilized with Sugarcane Molasses. *Open Journal of Civil Engineering*, 12, 247-269.

Palmonari A., Cavallini D., Sniffen C.J., Fernandes L., Holder P., Fagioli L., Fusaro I., Biagi G., Formigoni A., Mammi L. (2020). Short communication: Characterization of molasses chemical composition, *Journal of Dairy Science*, 103(7), 6244-6249.

Khandker, A.; Anagnostou, J.; and Deo, P. (2013) "Geotechnical Challenges in Highway Engineering in Twenty First Century: Lessons from the Past Experiences and New Technologies". *International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering*. 1.28a, 1-11.

ANEXOS

ANEXO 1: INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



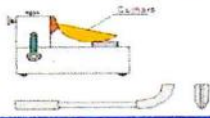
GUÍA DE OBSERVACIÓN N° 01	ELABORACION DE ESPECIMENES
---------------------------	----------------------------

CODIGO ESPECIMEN	ADITIVO (% EN PESO)	CBR AL 95% (%)	CBR AL 100% (%)
M-1	-	24.7%	26.0%
M-2	2%	30.46%	32.13%
M-3	4%	27.01%	28.49%
M-4	6%	19.61%	20.75%

ANEXO 2: ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO 01:

**ENSAYO GRANULOMETRICO
POR TAMIZADO (ASTM D-422)
M-1 (MUESTRA PATRON)**



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INGELCI PERU SAC.**
INGENIERIA ELECTROMECHANICA Y CIVIL
R.U.C. 20600224302



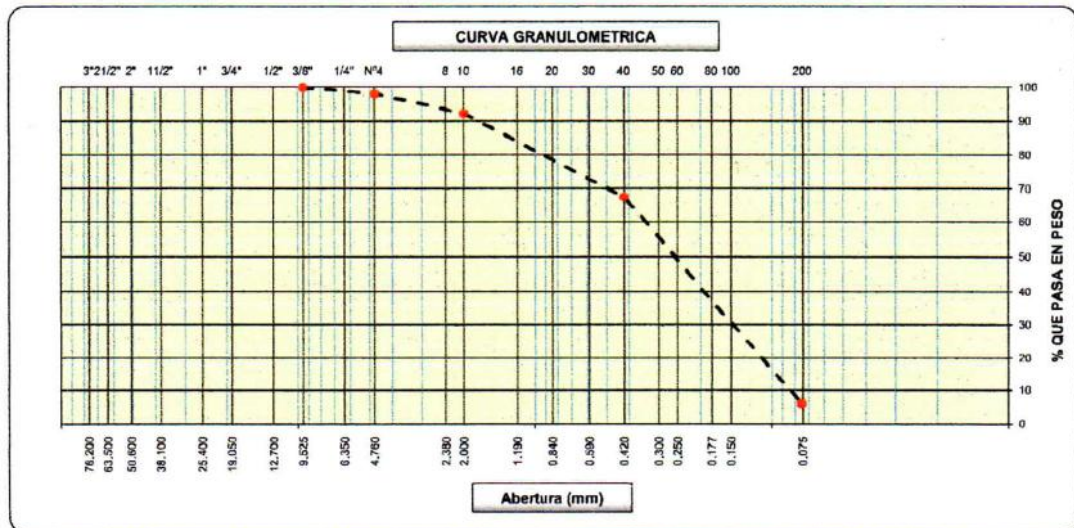
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

SOLICITANTE	: RODRIGUEZ TREJO JOSE MIGUEL	TÉCNICO ESPC.	: YONATHAN NIETO GARRO
PROYECTO	: "ANÁLISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZÚCAR (Saccharum officinarum) EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022"	ING° RESP.	: MACK C. CHAVEZ CASTILLO
DISTRITO	: HUAURA	FECHA	: 09 DE MAYO DEL 2023
UBICACIÓN	: C.P. EL SOL	N° ENSAYO	: 455 - 2023-LAB/MS-INGELCI
CALIGATA	: C-1		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	: CENTRAL		
MUESTRA	: M - 1		

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Materia sin Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 3,970
3"	73.000						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) 426.0
2 1/2"	60.300						2. Características
2"	50.800						Tamaño Máximo 3/8"
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo Nominal 1/4"
1"	25.400						Grava (%) 1.9
3/4"	19.000						Arena (%) 91.9
1/2"	12.700						Finos (%) 6.2
3/8"	9.520				100.0		Modulo de Fineza (%)
1/4"	6.350						3. Clasificación
N° 4	4.750	75.0	1.9	1.9	98.1		Límite Líquido (%) 20.1
N° 8	2.360						Límite Plástico (%) 17.4
N° 10	2.000	23.2	3.8	7.7	92.3		Índice de Plasticidad (%) 2.8
N° 16	1.190						Clasificación SUCS SP-SM
N° 20	0.850						Clasificación AASHTO A-2-4 (0)
N° 30	0.600						
N° 40	0.420	107.5	24.8	32.4	67.6		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.190						
N° 100	0.150	126.4	29.1	61.6	38.5		
N° 200	0.075	139.9	32.2	93.8	6.2		
Pasante		27.06	6.2	100.0			



Yonathan Nieto Garro
 Técnico de Laboratorio de Suelos
 DNI: 47430280

MACK CELÍ
 CHAVEZ CASTILLO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 296932

ENSAYO 02:

ENSAYO DE CONTENIDO DE

HUMEDAD (ASTM D-2216)

M-1 (MUESTRA PATRON)

		LABORATORIO MECANICA DE SUELOS INGELCI PERU SAC. INGENIERIA ELECTROMECHANICA Y CIVIL R.U.C. 20600224302			
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)					
SOLICITANTE	: RODRIGUEZ TREJO JOSE MIGUEL				
PROYECTO	: "ANALISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACION DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum) EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022"				
DISTRITO	: HUAURA				
UBICACIÓN	: C.P. EL SOL				
CALICATA	: C-1				
PROFUNDIDAD	: 1.50 m.		TÉCNICO ESPC.	: YONATHAN NIETO GARRO	
PTO. MUESTRI	: CENTRAL		ING° RESP.	: MACK C. CHAVEZ CASTILLO	
MUESTRA	: M - 1		FECHA	: 10 DE MAYO DEL 2023	
			N° ENSAYO	: 458 - 2022-LAB/MS-INGELCI	

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	500.0	500.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	484.0	484.0
Peso del agua contenida (gr)	16.0	16.0
Peso de la muestra seca (gr)	484.0	484.0
Contenido de Humedad (%)	3.3	3.3
Contenido de Humedad Promedio (%)	3.3	

OBSERVACIONES :

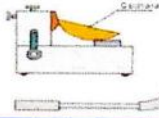
- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma.
- Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.
- Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin La autorización del Laboratorio INGELCI PERU S.A.C.



Yonathan Nieto Garro
 Técnico de Laboratorio de Suelos
 DNI 47423280


 MACK CELI
 CHAVEZ CASTILLO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 296932

ENSAYO 03:
ENSAYO DE LIMITES DE
CONSISTENCIA (ASTM D-4318)
M-1 (MUESTRA PATRON)



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INGELCI PERU SAC.**
INGENIERIA ELECTROMECHANICA Y CIVIL
R.U.C. 20600224302



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

SOLICITANTE : RODRIGUEZ TREJO JOSE MIGUEL
 PROYECTO : "ANALISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACION DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum) EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022"
 DISTRITO : HUAURA
 UBICACIÓN : C.P. EL SOL
 CALICATA : C-1
 PROFUNDIDAD : 1.50 m.
 PTO. MUESTRI : CENTRAL
 MUESTRA : M - 1

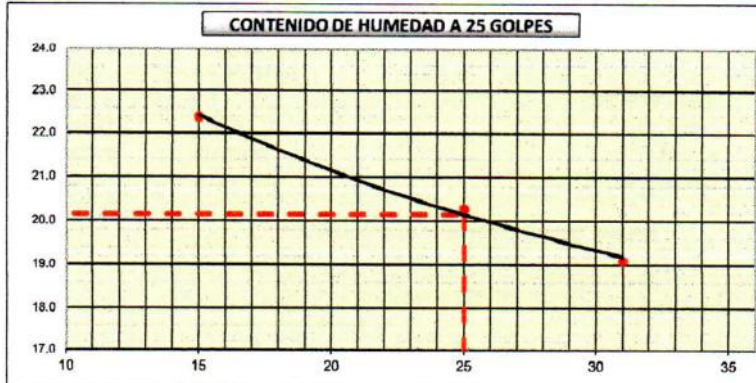
TÉCNICO ESPC. : YONATHAN NIETO GARRO
 ING° RESP. : MACK C. CHAVEZ CASTILLO
 FECHA : 10 DE MAYO DEL 2023
 N° ENSAYO : 457 - 2023-LAB/MS-INGELCI

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		1	2	3	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	29.55	29.83	30.47	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	27.88	28.25	28.89	
Peso de Tarro	gr.	20.42	20.43	20.59	
Peso de Agua	gr.	1.87	1.59	1.58	
Peso del Suelo Seco	gr.	7.46	7.82	8.30	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	22.39	20.28	19.09	20.1
Numero de Golpes		15	25	31	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		4	5	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	23.85	23.59	
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	23.29	23.14	
Peso de Tarro	gr.	20.34	20.26	
Peso de Agua	gr.	0.56	0.45	
Peso de Suelo seco	gr.	2.95	2.88	Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	18.98	15.75	17.4



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	20.1
Limite Plastico	17.4
Indice de Plasticidad	2.8
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	



Yonathan Nieto Garro
Técnico de Laboratorio de Suelos
DNI 47423280

Mack Celis Chavez Castillo
MACK CELIS
CHAVEZ CASTILLO
Ingeniero Civil
CIP N° 296932

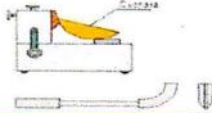
ENSAYO 04:

ENSAYO DE RELACION

HUMEDAD/DENSIDAD

(PROCTOR) (ASTM D-1557)

M-1 (MUESTRA PATRON)



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INGELCI PERU SAC.
INGENIERIA ELECTROMECHANICA Y CIVIL
R.U.C. 20600224302**



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)**

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

SOLICITANTE	: RODRIGUEZ TREJO JOSE MIGUEL	TÉCNICO ESPC.	: YONATHAN NIETO GARRO
PROYECTO	: "ANÁLISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZÚCAR (Saccharum officinarum) EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022"	ING° RESP.	: MACK C. CHAVEZ CASTILLO
DISTRITO	: HUAURA	FECHA	: 11 DE MAYO DEL 2023
UBICACIÓN	: C.P. EL SOL	N° ENSAYO	: 468 - 2023-LAB/MS-INGELCI
CALICATA	: C-1		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	: CENTRAL		
MUESTRA	: M - 1		

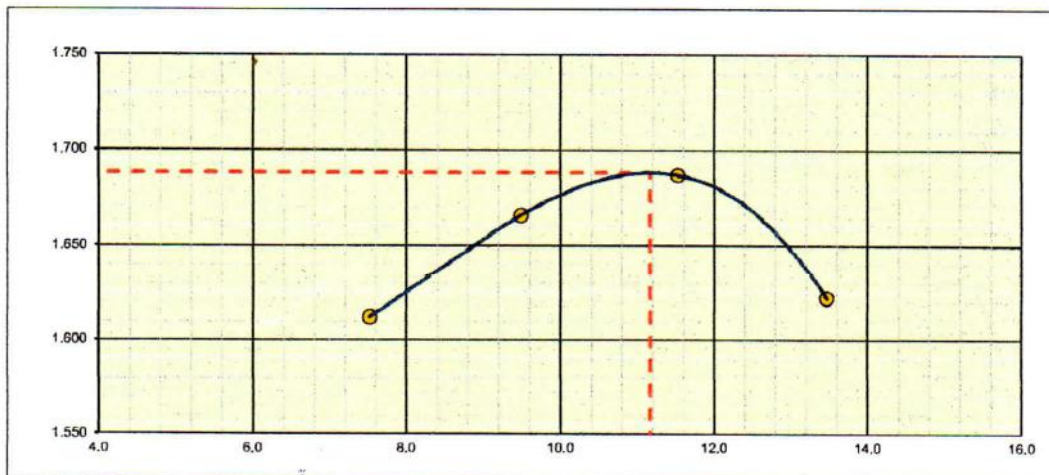
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	953	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	4451	gr.	N° de golpes	25 GIP

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	6,103	6,189	6,244	6,205
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,652	1,738	1,783	1,754
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,733	1,824	1,881	1,841
Recipiente Numero					
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	300	300	300	300
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	279	274	269	264
Peso de la Tara	gr.				
Peso del agua	gr.	21.0	26.0	31.0	35.6
Peso del suelo seco	gr.	279	274	269	264
Contenido de agua	%	7,5	9,5	11,5	13,5
Densidad Seca	gr/cc	1,612	1,666	1,687	1,622

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.688	(gr/cm3)	Humedad óptima	11.2	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

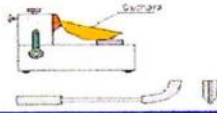
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Yonathan Nieto Garro
Técnico de Laboratorio de Suelos
DNI 47423280

Mack C. Chavez
MACK CELI
CHAVEZ CASTILLO
Ingeniero Civil
CIP N° 296932

ENSAYO 05:
ENSAYO DE RELACION DE
CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)
(ASTM D-1883)
M-1 (MUESTRA PATRON)



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INGELCI PERU SAC.
INGENIERIA ELECTROMECANICA Y CIVIL
R.U.C. 20600224302**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTE : RODRIGUEZ TREJO JOSE MIGUEL
PROYECTO : "ANÁLISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022"
DISTRITO : HUAURA
UBICACIÓN : C.P. EL SOL
CALICATA : C-1
PROFUNDIDAD : 1.50 m.
PTO. MUESTREO : CENTRAL
MUESTRA : M - 1

TÉCNICO ESPC. : YONATHAN NIETO GARRO
ING° RESP. : MACK C. CHAVEZ CASTILLO
FECHA : 13 DE MAYO DEL 2023
N° ENSAYO : 475 - 2023-LAB/MS-INGELCI

CALCULO DEL CBR

	1		7		8	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	1		7		8	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra						
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12606		11246		11190	
Peso de molde (g)	8660		7500		7644	
Peso del suelo húmedo (g)	3946		3746		3546	
Volumen del molde (cm³)	2099		2097		2096	
Densidad húmeda (g/cm³)	1.860		1.786		1.692	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	300		300		300	
Peso suelo seco + tara (g)	269		269		269	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	31.0		31.0		31.0	
Peso de suelo seco (g)	269.0		269.0		269.0	
Contenido de humedad (%)	11.5		11.5		11.5	
Densidad seca (g/cm³)	1.686		1.602		1.517	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
NO EXPANSIVO											

PENETRACION

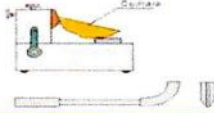
PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-07		MOLDE N°		M-08	
		STAND.	CARGA	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025		7	12			7	9			6	6			
1.270	0.050		20	114			19	106			18	98			
1.905	0.075		33	215			31	202			30	190			
2.540	0.100	70.455	50	348	352	19.6	48	329	335	18.6	46	309	317	17.6	
3.810	0.150		79	576			75	545			71	514			
5.080	0.200	105.68	95	701	701	26.0	90	664	664	24.6	86	627	627	23.3	
6.350	0.250		97	717			92	679			87	641			
7.620	0.300		98	724			93	686			88	648			
10.160	0.400														
12.700	0.500														

OBSERVACIONES : Anillo:



Mack C. Chavez Castillo
**MACK CELI
CHAVEZ CASTILLO**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 296932

Yonathan Nieto Garro
 Técnico de Laboratorio de Suelos
 DNI 47423280



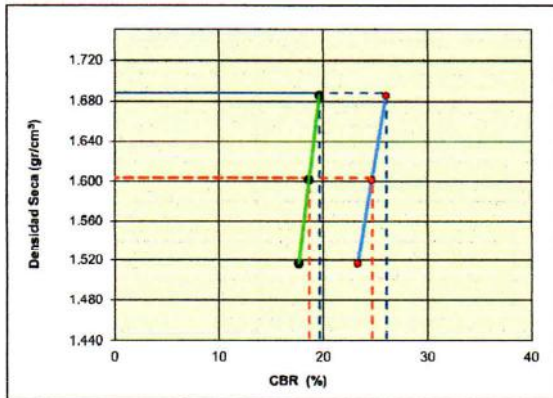
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INGELCI PERU SAC.
 INGENIERIA ELECTROMECANICA Y CIVIL
 R.U.C. 20600224302



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
 (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTE	: RODRIGUEZ TREJO JOSE MIGUEL	TÉCNICO ESPC.	: YONATHAN NIETO GARRO
PROYECTO	: "ANÁLISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZÚCAR (Saccharum officinarum) EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022"	ING° RESP.	: MACK C. CHAVEZ CASTILLO
DISTRITO	: HUAURA	FECHA	: 13 DE MAYO DEL 2023
UBICACIÓN	: C.P. EL SOL	N° ENSAYO	: 476 - 2023-LAB/MS-INGELCI
CALICATA	: C-1		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	: CENTRAL		
MUESTRA	: M - 1		

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR

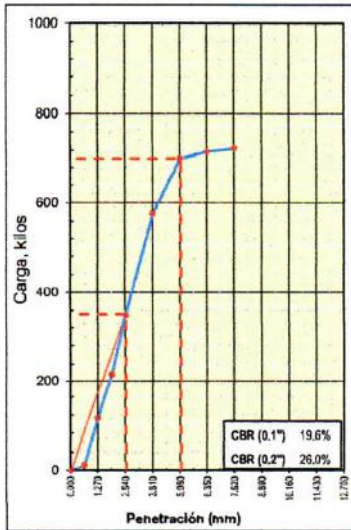


METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.688
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 11.2
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.604

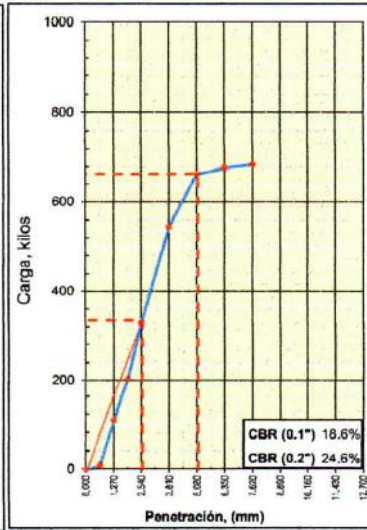
RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 19.6 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 18.6 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 26.0 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 24.7 %

OBSERVACIONES:

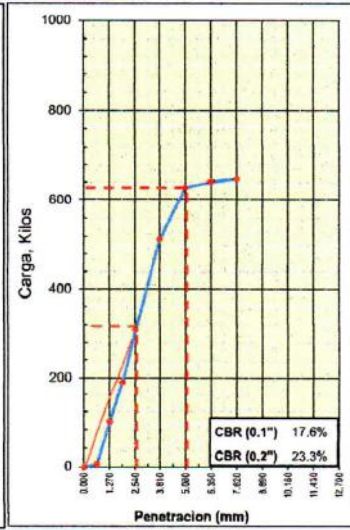
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Mack C. Chavez Castillo
MACK CELI
 CHAVEZ CASTILLO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 296932

Yonathan Nieto Garro
 Técnico de Laboratorio de Suelos
 DNI 47423280

ENSAYO 06:
ENSAYO DE LIMITES DE
CONSISTENCIA (ASTM D-4318)
M-2 (+2% DE ADITIVO)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
LIMITES DE CONSISTENCIA
 (MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

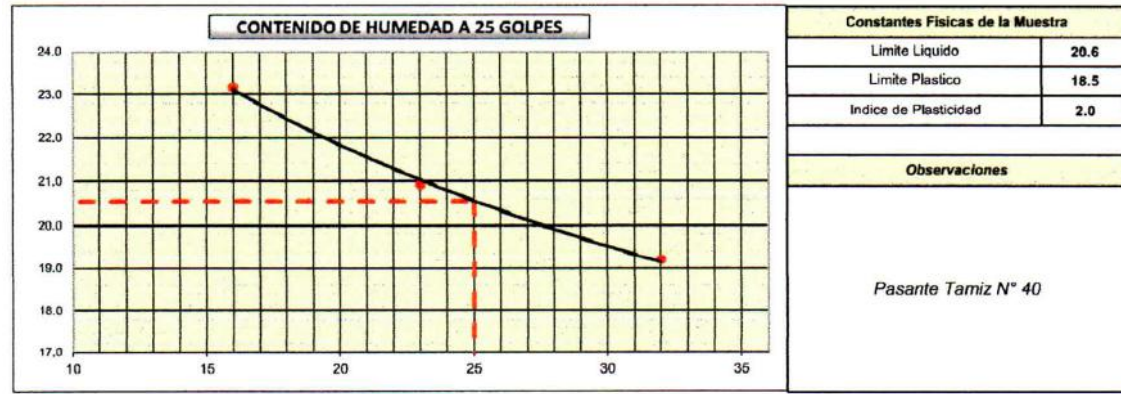
SOLICITANTE	: RODRIGUEZ TREJO JOSE MIGUEL	TÉCNICO ESPC.	: YONATHAN NIETO GARRO
PROYECTO	: "ANÁLISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZÚCAR (Saccharum officinarum) EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022"	ING° RESP.	: MACK C. CHAVEZ CASTILLO
DISTRITO	: HUAURA	FECHA	: 10 DE MAYO DEL 2023
UBICACIÓN	: C.P. EL SOL	N° ENSAYO	: 459 - 2023-LAB/MS-INGELCI
CALICATA	: C-1		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m.		
PTO. MUESTRI	: CENTRAL		
MUESTRA	: M - 1 + 2% MELAZA DE CAÑA		

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		1	2	3	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	29.62	29.85	30.46	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	27.89	28.22	28.87	
Peso de Tarro	gr.	20.42	20.43	20.59	
Peso de Agua	gr.	1.73	1.63	1.59	
Peso del Suelo Seco	gr.	7.47	7.79	8.28	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	23.16	20.92	19.20	20.6
Numero de Golpes		16	23	32	


DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		4	5	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	23.81	23.45	
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	23.27	22.95	
Peso de Tarro	gr.	20.34	20.26	
Peso de Agua	gr.	0.54	0.50	
Peso de Suelo seco	gr.	2.93	2.69	Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	18.43	18.59	18.5





Yonathan Nieto Garro
 Técnico de Laboratorio de Suelos
 DNI 47423280



MACK CELI
 CHAVEZ CASTILLO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 296932

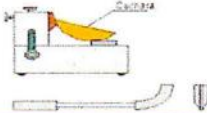
ENSAYO 07:

ENSAYO DE RELACION DE

DENSIDAD/HUMEDAD

(PROCTOR) (ASTM D-1557)

M-2 (+2% DE ADITIVO)



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INGELCI PERU SAC.
INGENIERIA ELECTROMECANICA Y CIVIL
R.U.C. 20600224302**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

SOLICITANTE	: RODRIGUEZ TREJO JOSE MIGUEL	TÉCNICO ESPC.	: YONATHAN NIETO GARRO
PROYECTO	: "ANÁLISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZÚCAR (Saccharum officinarum) EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022"	ING° RESP.	: MACK C. CHAVEZ CASTILLO
DISTRITO	: HUAURA	FECHA	: 11 DE MAYO DEL 2023
UBICACIÓN	: C.P. EL SOL	N° ENSAYO	: 469 - 2023-LAB/MS-INGELCI
CALICATA	: C-1		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	: CENTRAL		
MUESTRA	: M - 1 + 2% MELAZA DE CAÑA		

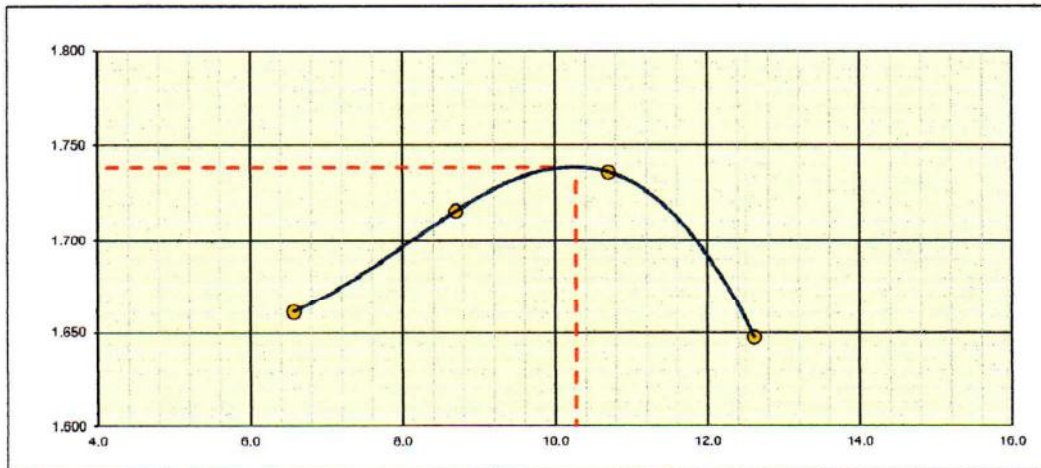
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	953	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	4451	gr.	N° de golpes	25 Glp

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	6,138	6,228	6,292	6,219
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,687	1,777	1,831	1,768
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,770	1,865	1,921	1,855
Recipiente Numero		-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	300	300	300	300
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	281.5	276.0	271.0	266.4
Peso de la Tara	gr.				
Peso del agua	gr.	18.5	24.0	29.0	33.6
Peso del suelo seco	gr.	282	276	271	266
Contenido de agua	%	6.6	8.7	10.7	12.6
Densidad Seca	gr/cc	1.661	1.715	1.736	1.647

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.738	(gr/cm3)	Humedad óptima	10.3	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

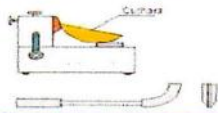
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Yonathan Nieto Garro
Técnico de Laboratorio de Suelos
DNI 47423280

Mack C. Chavez Castillo
MACK CELI
CHAVEZ CASTILLO
Ingeniero Civil
CIP N° 296932

ENSAYO 08:
ENSAYO DE RELACION DE
CAPACIDAD DE SOPORTE
(CBR) (ASTM D-1883)
M-2 (+2% DE ADITIVO)



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INGELCI PERU SAC.
INGENIERIA ELECTROMECANICA Y CIVIL
R.U.C. 20600224302**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTE : RODRIGUEZ TREJO JOSE MIGUEL
PROYECTO : "ANALISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACION DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum) EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022"
DISTRITO : HUAURA
UBICACIÓN : C.P. EL SOL
CALICATA : C-1
PROFUNDIDAD : 1.50 m.
PTO. MUESTREO : CENTRAL
MUESTRA : M - 1 + 2% MELAZA DE CAÑA

TÉCNICO ESPC. : YONATHAN NIETO GARRO
ING° RESP. : MACK C. CHAVEZ CASTILLO
FECHA : 15 DE MAYO DEL 2023
N° ENSAYO : 480 - 2023-LAB/MS-INGELCI

CALCULO DEL CBR

Molde N°	1		7		8	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra						
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12687		11320		11258	
Peso de molde (g)	8660		7500		7644	
Peso del suelo húmedo (g)	4027		3820		3614	
Volumen del molde (cm³)	2099		2097		2096	
Densidad húmeda (g/cm³)	1.919		1.822		1.724	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	300		300		300	
Peso suelo seco + tara (g)	272		272		272	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	28.0		28.0		28.0	
Peso de suelo seco (g)	272.0		272.0		272.0	
Contenido de humedad (%)	10.3		10.3		10.3	
Densidad seca (g/cm³)	1.739		1.652		1.563	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
NO EXPANSIVO											

PENETRACION

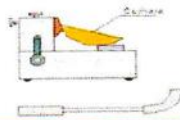
PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-07		MOLDE N°		M-08	
		STAND.	CARGA	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000			0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025			9	24			8	21			8	17		
1.270	0.050			24	149			23	139			22	129		
1.905	0.075			40	273			38	257			36	242		
2.540	0.100	70.455		61	436	-	24.26	58	412	-	22.93	55	388	-	21.59
3.810	0.150			97	714			92	676			87	638		
5.080	0.200	105.68		116	887	-	32.16	110	822	-	30.47	105	776	-	28.78
6.350	0.250			119	886			113	840			107	793		
7.620	0.300			120	896			114	848			108	802		
10.160	0.400														
12.700	0.500														

OBSERVACIONES : Anillo:



Mack C. Chavez Castillo
**MACK CELI
CHAVEZ CASTILLO**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 296932

Yonathan Nieto Garro
 Técnico de Laboratorio de Suelos
 DNI 47423280



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INGELCI PERU S.A.C.
 INGENIERIA ELECTROMECANICA Y CIVIL
 R.U.C. 20600224302

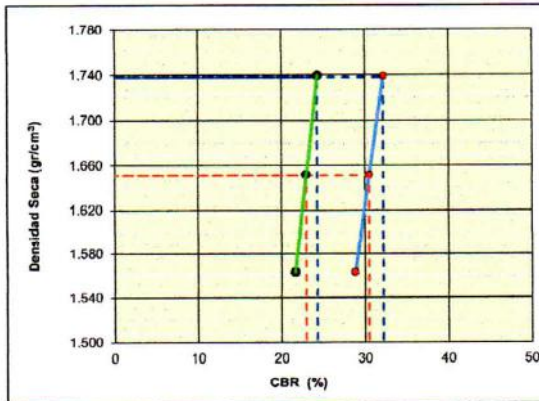


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
 (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTE : RODRIGUEZ TREJO JOSE MIGUEL
PROYECTO : "ANALISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACION DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum) EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022"
DISTRITO : HUAURA
UBICACIÓN : C.P. EL SOL
CALICATA : C-1
PROFUNDIDAD : 1.50 m.
PTO. MUESTREO : CENTRAL
MUESTRA : M - 1 + 2% MELAZA DE CAÑA

TÉCNICO ESPC. : YONATHAN NIETO GARRO
ING° RESP. : MACK C. CHAVEZ CASTILLO
FECHA : 15 DE MAYO DEL 2023
N° ENSAYO : 481 - 2023-LAB/MS-INGELCI

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 1.738
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 10.3
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 1.651

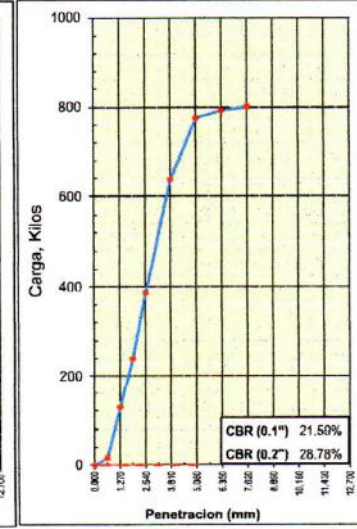
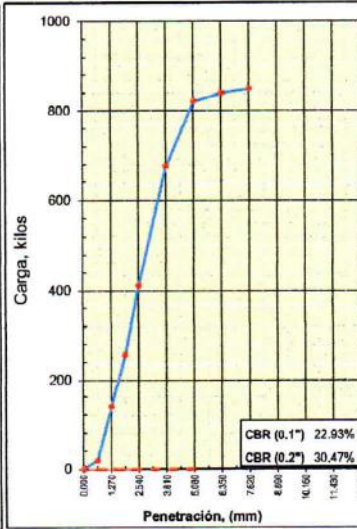
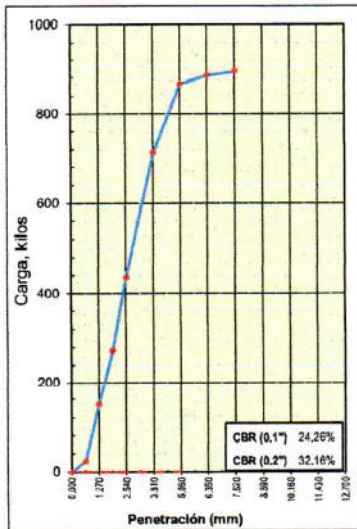
RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 24.24 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 22.92 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 32.13 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 30.46 %

OBSERVACIONES:

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

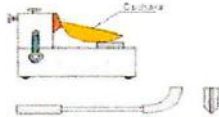
EC = 12 GOLPES



Mack C. Chavez Castillo
MACK CELI
 CHAVEZ CASTILLO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 296932

Yonathan Nieto Garro
 Técnico de Laboratorio de Suelos
 DNI 47423280

ENSAYO 09:
ENSAYO DE LIMITES DE
CONSISTENCIA (ASTM D-4318)
M-3 (+4% DE ADITIVO)



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INGELCI PERU SAC.
INGENIERIA ELECTROMECHANICA Y CIVIL
R.U.C. 20600224302**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

SOLICITANTE	: RODRIGUEZ TREJO JOSE MIGUEL	TÉCNICO ESPC.	: YONATHAN NIETO GARRO
PROYECTO	: "ANÁLISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZÚCAR (Saccharum officinarum) EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022"	ING° RESP.	: MACK C. CHAVEZ CASTILLO
DISTRITO	: HUAURA	FECHA	: 10 DE MAYO DEL 2023
UBICACIÓN	: C.P. EL SOL	N° ENSAYO	: 460 - 2023-LAB/MS-INGELCI
CALICATA	: C-1		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	: CENTRAL		
MUESTRA	: M - 1 + 4% MELAZA DE CAÑA		

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		1	2	3	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	29.70	29.85	30.51	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	27.85	28.25	28.92	
Peso de Tarro	gr.	20.42	20.43	20.59	
Peso de Agua	gr.	1.85	1.61	1.59	
Peso del Suelo Seco	gr.	7.43	7.82	8.33	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	24.90	20.54	19.09	21.4
Numero de Golpes		14	28	37	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		4	5	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.			
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.			
Peso de Tarro	gr.			
Peso de Agua	gr.			
Peso de Suelo seco	gr.			Limite Plastico
Contenido de Humedad	%			0.0



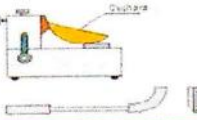
Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	21.4
Limite Plastico	0.0
Indice de Plasticidad	0.0
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	



Yonathan Nieto Garro
Técnico de Laboratorio de Suelos
DNI 47423280

Mack C. Chavez Castillo
MACK CELI
CHAVEZ CASTILLO
Ingeniero Civil
CIP N° 296932

ENSAYO 10:
ENSAYO DE RELACION DE
DENSIDAD/HUMEDAD
(PROCTOR) (ASTM D-1557)
M-3 (+4% DE ADITIVO)



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INGELCI PERU SAC.
 INGENIERIA ELECTROMECANICA Y CIVIL
 R.U.C. 20600224302



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
 (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

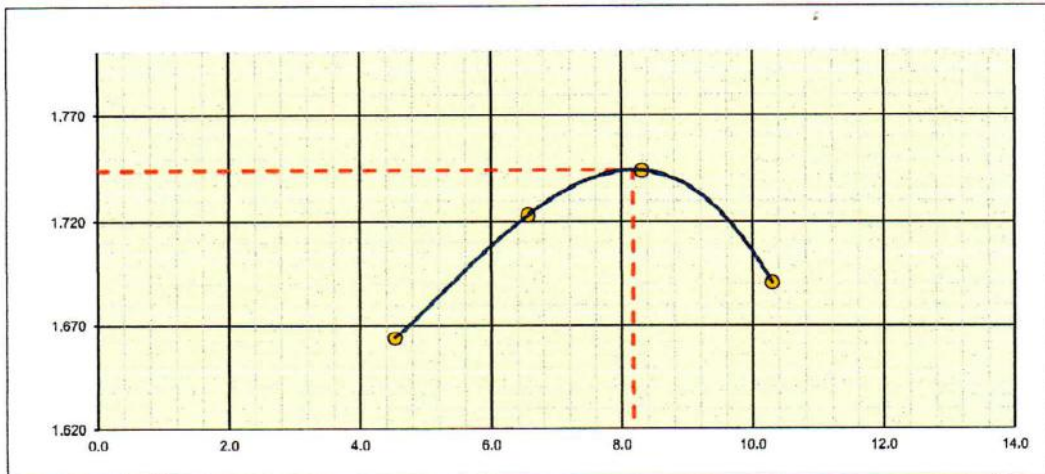
SOLICITANTE :	RODRIGUEZ TREJO JOSE MIGUEL	TÉCNICO ESPC. :	YONATHAN NIETO GARRO
PROYECTO :	"ANALISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACION DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum) EN EL CENTRO POBLADO EL SOL., HUAURA, LIMA, 2022"	ING° RESP. :	MACK C. CHAVEZ CASTILLO
DISTRITO :	HUAURA	FECHA :	11 DE MAYO DEL 2023
UBICACIÓN :	C.P. EL SOL	N° ENSAYO :	470 - 2023-LAB/MS-INGELCI
CALICATA :	C-1		
PROFUNDIDAD :	1.50 m.		
PTO. MUESTREO :	CENTRAL		
MUESTRA :	M - 1 + 4% MELAZA DE CAÑA		

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	953	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	4451	gr.	N° de golpes	25 GIP
NUMERO DE ENSAYOS						1		2	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,108	6,201	6,251	6,228				
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,657	1,750	1,800	1,777				
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,739	1,836	1,889	1,865				
Recipiente Numero									
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	300	300	300	300				
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	287.0	281.5	277.0	272.0				
Peso de la Tara	gr.								
Peso del agua	gr.	13.0	18.5	23.0	28.0				
Peso del suelo seco	gr.	287	282	277	272				
Contenido de agua	%	4.5	6.6	8.3	10.3				
Densidad Seca	gr/cc	1.663	1.723	1.744	1.691				

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.744	(gr/cm3)	Humedad óptima	8.2	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

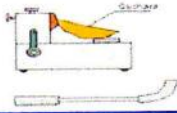
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Yonathan Nieto Garro
 Técnico de Laboratorio de Suelos
 DNI 47423280

Mack C. Chavez Castillo
 MACK CELI
 CHAVEZ CASTILLO
 Ingeniero Civil
 GIP N° 296932

ENSAYO 11:
ENSAYO DE RELACION DE
CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)
(ASTM D-1883)
M-3 (+4% DE ADITIVO)



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INGELCI PERU SAC.
INGENIERIA ELECTROMECANICA Y CIVIL
R.U.C. 20600224302**



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)**

SOLICITANTE : RODRIGUEZ TREJO JOSE MIGUEL
PROYECTO : "ANÁLISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZÚCAR (Saccharum officinarum) EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022"
DISTRITO : HUAURA
UBICACIÓN : C.P. EL SOL
CALICATA : C-1
PROFUNDIDAD : 1.50 m.
PTO. MUESTREO : CENTRAL
MUESTRA : M - 1 + 4% MELAZA DE CAÑA
TÉCNICO ESPC. : YONATHAN NIETO GARRO
ING° RESP. : MACK C. CHAVEZ CASTILLO
FECHA : 17 DE MAYO DEL 2023
N° ENSAYO : 492 - 2023-LAB/MS-INGELCI

CALCULO DEL CBR

Molde N°	1		7		8	
	5		5		5	
Capas N°	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12630		11295		11208	
Peso de molde (g)	8660		7500		7644	
Peso del suelo húmedo (g)	3970		3765		3564	
Volumen del molde (cm ³)	2099		2097		2096	
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.891		1.795		1.700	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	300		300		300	
Peso suelo seco + tara (g)	277		277		277	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	23.0		23.0		23.0	
Peso de suelo seco (g)	277.0		277.0		277.0	
Contenido de humedad (%)	8.3		8.3		8.3	
Densidad seca (g/cm ³)	1.746		1.658		1.570	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
NO EXPANSIVO											

PENETRACION

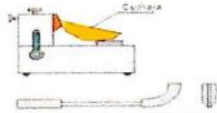
PENETRACION		CARGA	MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-07		MOLDE N°		M-08	
			STAND.	CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION			
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		8	17			7	14			7	11		
1.270	0.050		22	128			21	119			20	111		
1.905	0.075		36	239			34	225			32	211		
2.540	0.100	70.455	55	385	385	21.40	52	363	366	20.33	49	342	346	19.26
3.810	0.150		86	633			82	599			78	565		
5.080	0.200	105.68	104	769	769	28.53	99	729	729	27.03	93	688	688	25.53
6.350	0.250		106	786			101	745			95	703		
7.620	0.300		107	795			102	753			96	711		
10.160	0.400													
12.700	0.500													

OBSERVACIONES : Anillo:



Mack C. Chavez
**MACK CELI
CHAVEZ CASTILLO**
 Ingeniero Civil
 GIP N° 290032

Yonathan Nieto Garro
 Técnico de Laboratorio de Suelos
 DNI 47423280



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INGELCI PERU SAC.
 INGENIERIA ELECTROMECANICA Y CIVIL
 R.U.C. 20600224302

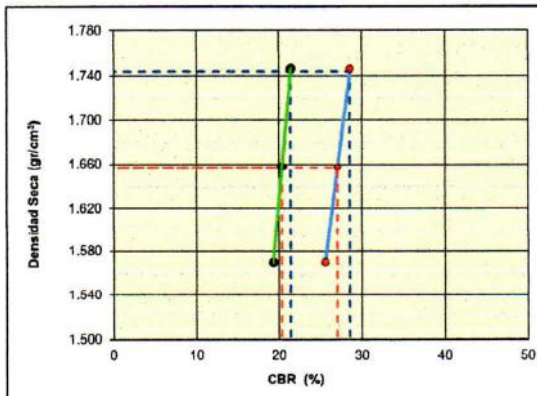


LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
 (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTE : RODRIGUEZ TREJO JOSE MIGUEL
PROYECTO : "ANALISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACION DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum) EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022"
DISTRITO : HUAURA
UBICACIÓN : C.P. EL SOL
CALICATA : C-1
PROFUNDIDAD : 1.50 m.
PTO. MUESTREO : CENTRAL
MUESTRA : M - 1 + 4% MELAZA DE CAÑA

TÉCNICO ESPC. : YONATHAN NIETO GARRO
ING° RESP. : MACK C. CHAVEZ CASTILLO
FECHA : 17 DE MAYO DEL 2023
N° ENSAYO : 493 - 2023-LAB/MS-INGELCI

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.744
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 8.2
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.657

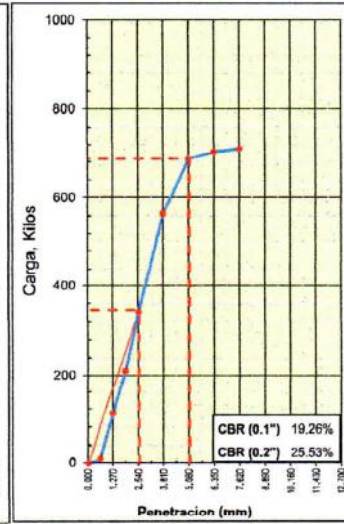
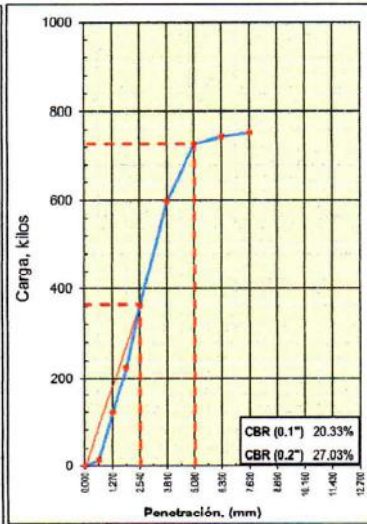
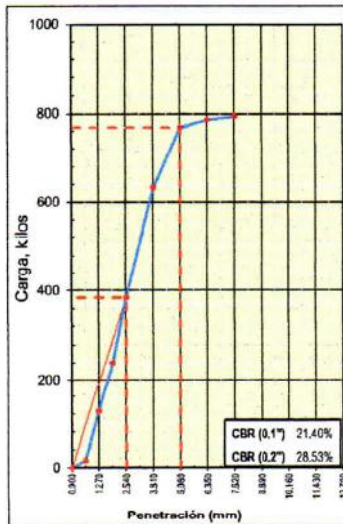
RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 21.37 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 20.32 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 28.49 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 27.01 %

OBSERVACIONES:

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



Yonathan Nieto Garro
 Técnico de Laboratorio de Suelos
 DNI 47423280

Mack Celis
 MACK CELI
 CHAVEZ CASTILLO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 296932

ENSAYO 12:
ENSAYO DE LIMITES DE
CONSISTENCIA (ASTM D-4318)
M-4 (+6% DE ADITIVO)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
LIMITES DE CONSISTENCIA
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

SOLICITANTE	: RODRIGUEZ TREJO JOSE MIGUEL	TÉCNICO ESPC.	: YONATHAN NIETO GARRO
PROYECTO	: "ANÁLISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZÚCAR (Saccharum officinarum) EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022"	ING° RESP.	: MACK C. CHAVEZ CASTILLO
DISTRITO	: HUAURA	FECHA	: 10 DE MAYO DEL 2023
UBICACIÓN	: C.P. EL SOL	N° ENSAYO	: 461 - 2023-LAB/MS-INGELCI
CALICATA	: C-1		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m.		
PTO. MUESTRI	: CENTRAL		
MUESTRA	: M - 1 + 6% MELAZA DE CAÑA		

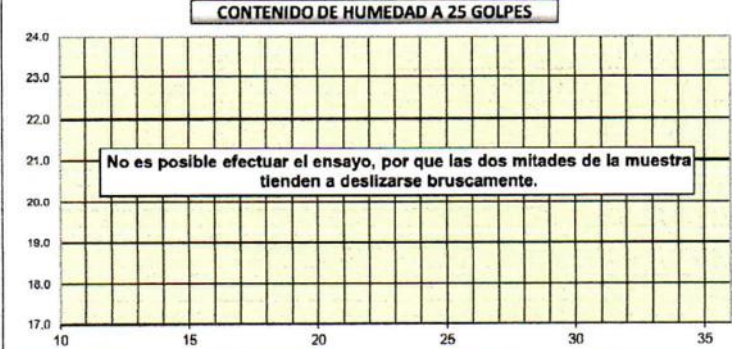
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro	1	2	3	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.			
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.			
Peso de Tarro	gr.			
Peso de Agua	gr.			
Peso del Suelo Seco	gr.			Limite Liquido
Contenido de Humedad	%			
Numero de Golpes				

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro	4	5	6	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.			
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.			
Peso de Tarro	gr.			
Peso de Agua	gr.			
Peso de Suelo seco	gr.			Limite Plastico
Contenido de Humedad	%			

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Constantes Físicas de la Muestra	
Limite Liquido	0.0
Limite Plastico	0.0
Indice de Plasticidad	0.0
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	


Yonathan Nieto Garro
Técnico de Laboratorio de Suelos
DNI 47423280


MACK CELI
CHAVEZ CASTILLO
Ingeniero Civil
CIP N° 296932

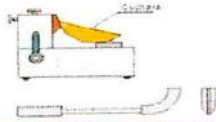
ENSAYO 13:

ENSAYO DE RELACION DE

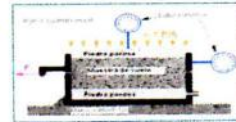
DENSIDAD/HUMEDAD

(PROCTOR) (ASTM D-1557)

M-4 (+6% DE ADITIVO)



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INGELCI PERU SAC.
 INGENIERIA ELECTROMECANICA Y CIVIL
 R.U.C. 20600224302



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

SOLICITANTE	: RODRIGUEZ TREJO JOSE MIGUEL	TÉCNICO ESPC.	: YONATHAN NIETO GARRO
PROYECTO	: "ANÁLISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZÚCAR (Saccharum officinarum) EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022"	ING° RESP.	: MACK C. CHAVEZ CASTILLO
DISTRITO	: HUAURA	FECHA	: 11 DE MAYO DEL 2023
UBICACIÓN	: C.P. EL SOL	N° ENSAYO	: 471 - 2023-LAB/MS-INGELCI
CALICATA	: C-1		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	: CENTRAL		
MUESTRA	: M - 1 + 6% MELAZA DE CAÑA		

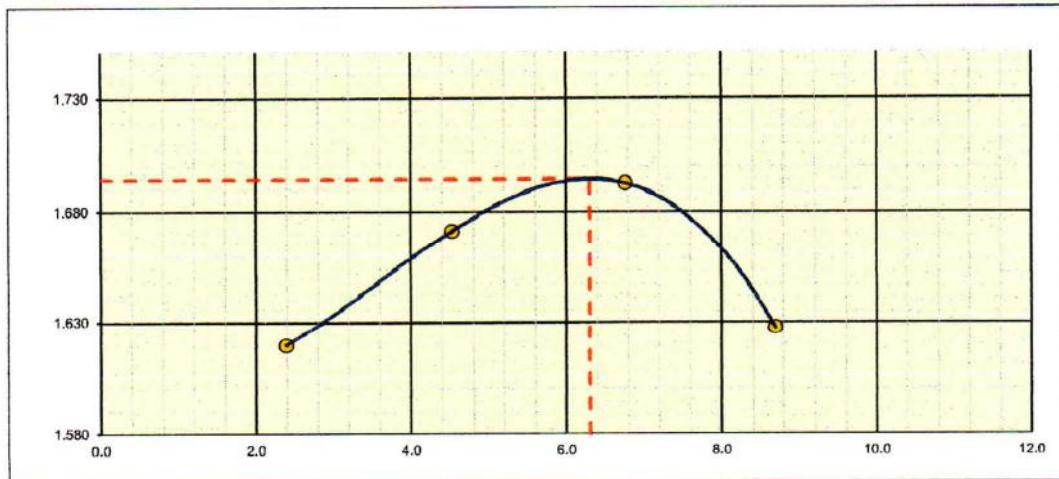
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	953	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	4451	gr.	N° de golpes	25 Glp

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	6,031	6,116	6,173	6,137
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,580	1,665	1,722	1,686
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,658	1,747	1,807	1,769
Recipiente Numero		-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	300	300	300	300
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	293.0	287.0	281.0	276.0
Peso de la Tara	gr.				
Peso del agua	gr.	7.0	13.0	19.0	24.0
Peso del suelo seco	gr.	293	287	281	276
Contenido de agua	%	2.4	4.5	6.8	8.7
Densidad Seca	gr/cc	1.619	1.671	1.692	1.628

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.694	(gr/cm3)	Humedad óptima	6.3	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

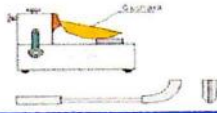
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Mack C. Chavez Castillo
 MACK CELI
 CHAVEZ CASTILLO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 296932

Yonathan Nieto Garro
 Técnico de Laboratorio de Suelos
 DNI 47423280

ENSAYO 14:
ENSAYO DE RELACION DE
CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)
(ASTM D-1883)
M-4 (+6% DE ADITIVO)



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INGELCI PERU SAC.
INGENIERIA ELECTROMECANICA Y CIVIL
R.U.C. 20600224302**



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1683 / AASTHO T-193)

SOLICITANTE : RODRIGUEZ TREJO JOSE MIGUEL
PROYECTO : "ANALISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACION DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum) EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022"
DISTRITO : HUAURA
UBICACIÓN : C.P. EL SOL
CALICATA : C-1
PROFUNDIDAD : 1.50 m.
PTO. MUESTREO : CENTRAL
MUESTRA : M - 1 + 6% MELAZA DE CAÑA

TÉCNICO ESPC. : YONATHAN NIETO GARRO
ING° RESP. : MACK C. CHAVEZ CASTILLO
FECHA : 19 DE MAYO DEL 2023
N° ENSAYO : 508 - 2023-LAB/MS-INGELCI

CALCULO DEL CBR

	1		7		8	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	1		7		8	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12418		11084		11028	
Peso de molde (g)	8660		7500		7644	
Peso del suelo húmedo (g)	3758		3584		3384	
Volumen del molde (cm³)	2099		2097		2096	
Densidad húmeda (g/cm³)	1.790		1.709		1.615	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	300		300		300	
Peso suelo seco + tara (g)	283		282		283	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	17.0		18.0		17.0	
Peso de suelo seco (g)	283.0		282.0		283.0	
Contenido de humedad (%)	6.0		6.4		6.0	
Densidad seca (g/cm³)	1.689		1.607		1.523	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
NO EXPANSIVO											

PENETRACION

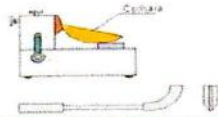
PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-07		MOLDE N°		M-08	
		STAND.	CARGA	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000			0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025			6	1			5	-1			5	-3		
1.270	0.050			16	83			15	77			15	70		
1.905	0.075			27	165			25	155			24	144		
2.540	0.100	70.455		40	273	284	15.80	38	257	270	15.01	36	241	256	14.23
3.810	0.150			64	456			60	431			57	406		
5.080	0.200	105.68		77	557	558	20.68	73	527	528	19.57	69	497	498	18.46
6.350	0.250			76	568			74	539			70	508		
7.620	0.300			79	576			75	545			71	514		
10.160	0.400														
12.700	0.500														

OBSERVACIONES : Anillo:



Mack C. Chavez Castillo
 MACK CELI
 CHAVEZ CASTILLO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 296932

Yonathan Nieto Garro
 Técnico de Laboratorio de Suelos
 DNI 47423280



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
INGELCI PERU SAC.
 INGENIERIA ELECTROMECÁNICA Y CIVIL
 R.U.C. 20600224302

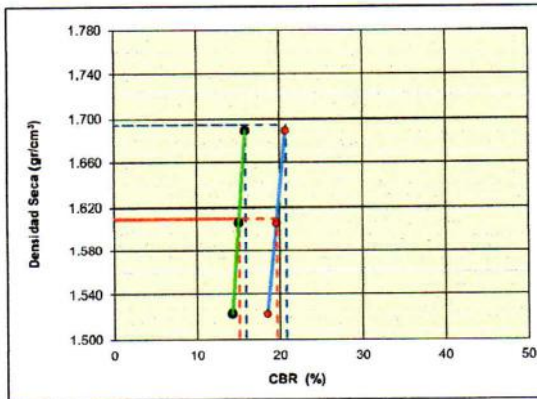


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
 (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTE : RODRIGUEZ TREJO JOSE MIGUEL
PROYECTO : "ANÁLISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZÚCAR (Saccharum officinarum) EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022"
DISTRITO : HUAURA
UBICACIÓN : C.P. EL SOL
CALICATA : C-1
PROFUNDIDAD : 1.50 m.
PTO. MUESTREO : CENTRAL
MUESTRA : M - 1 + 6% MELAZA DE CAÑA

TÉCNICO ESPC. : YONATHAN NIETO GARRO
ING° RESP. : MACK C. CHAVEZ CASTILLO
FECHA : 19 DE MAYO DEL 2023
N° ENSAYO : 509 - 2023-LAB/MS-INGELCI

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR

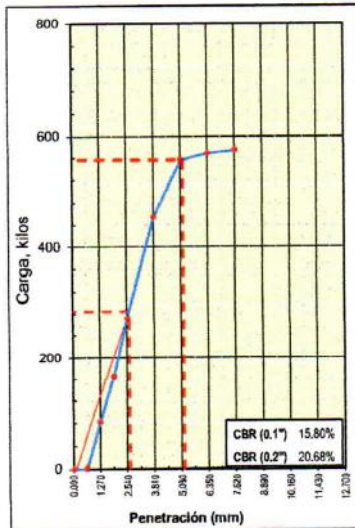


METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	1.694
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	6.3
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	1.610

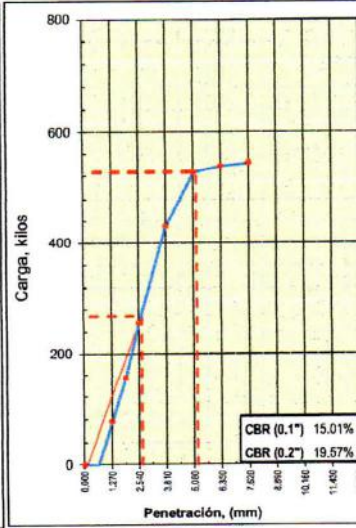
RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 15.86 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 15.04 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 20.76 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 19.61 %

OBSERVACIONES:

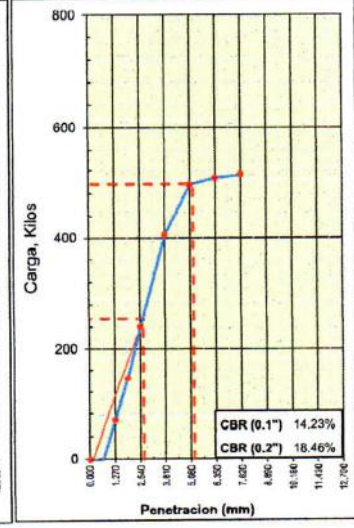
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES





EC = 12 GOLPES



Mack C. Chavez Castillo
MACK CELI
CHAVEZ CASTILLO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 296932

Yonathan Nieto Garro
 Técnico de Laboratorio de Suelos
 DNI 47423280

ANEXO 3: PANEL FOTOGRAFICO

 UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
PANEL FOTOGRAFICO			
TESIS		ANALISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACION DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZUCAR SACCHARUM OFFICINARUM EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022.	
AUTOR		RODRIGUEZ TREJO, JOSE MIGUEL	
RECOLECCION DE MUESTRAS Y OBTENCION DEL ADITIVO			
			
Foto N°01		Foto N°02	
Lugar de extracción de muestras.		Excavación de calicata	
			
Foto N°03		Foto N°04	
Recoleccion de muestras.		Melaza de caña.	



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS

ANALISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACION DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZUCAR SACCHARUM OFFICINARUM EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022.

AUTOR

RODRIGUEZ TREJO, JOSE MIGUEL

ENSAYO GRANULOMETRICO



Foto N°05

Muestra a ensayar



Foto N°06

Herramientas para el ensayo



Foto N°07

Pesado de suelo retenido en cada tamiz.



Foto N°08

Secado em horno para determinacion de humedad.



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS

ANALISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACION DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZUCAR SACCHARUM OFFICINARUM EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022.

AUTOR

RODRIGUEZ TREJO, JOSE MIGUEL

ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA



Foto N°09

Herramientas y equipos para el ensayo



Foto N°10

Preparacion de la muestra



Foto N°11

Agregado de aditivo.



Foto N°12

Colocacion de muestra mezclada.



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS

ANALISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACION DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZUCAR SACCHARUM OFFICINARUM EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022.

AUTOR

RODRIGUEZ TREJO, JOSE MIGUEL

ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA



Foto N°13

Aplicacion de golpes en la copa de Casagrande



Foto N°14

Cerrado de ranura en muestra.



Foto N°15

Formacion de bastoncillos para limite plastico.



Foto N°16

Muestras para determinar la humedad en horno



UNIVERSIDAD NACIONAL
 JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS

ANALISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACION DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZUCAR SACCHARUM OFFICINARUM EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022.

AUTOR

RODRIGUEZ TREJO, JOSE MIGUEL

ENSAYO DE RELACION HUMEDAD/DENSIDAD (PROCTOR)



Foto N°17

Pesado de muestra



Foto N°18

Agregado de aditivo.



Foto N°19

Medida de cantidad de agua para añadir.



Foto N°20

Extraccion de muestra para determinar contenido de humedad



UNIVERSIDAD NACIONAL
 JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS

ANALISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACION DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZUCAR SACCHARUM OFFICINARUM EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022.

AUTOR

RODRIGUEZ TREJO, JOSE MIGUEL

ENSAYO DE RELACION HUMEDAD/DENSIDAD (PROCTOR)



Foto N°21

Colocacion de muestra en molde



Foto N°22

Compactacion de la muestra por capas.



Foto N°23

Muestra compactada.



Foto N°24

Pesado de muestra para hallar la densidad



UNIVERSIDAD NACIONAL
 JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS

ANALISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACION DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZUCAR SACCHARUM OFFICINARUM EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022.

AUTOR

RODRIGUEZ TREJO, JOSE MIGUEL

ENSAYO DE RELACION DE CAPACIDAD DE CARGA (CBR)



Foto N°25

Molde para ensayo CBR



Foto N°26

Division de muestra en 5 capas



Foto N°27

Compactacion de muestra por capas.



Foto N°28

Muestra compactada



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS

ANALISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACION DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZUCAR SACCHARUM OFFICINARUM EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022.

AUTOR

RODRIGUEZ TREJO, JOSE MIGUEL

ENSAYO DE RELACION DE CAPACIDAD DE CARGA (CBR)



Foto N°29

Colocacion de disco espaciador



Foto N°30

Sumersion de la muestra por 96 horas y lectura de deformacion



Foto N°31

Muestra escurrida.



Foto N°32

Colocacion de muestra en prensa



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS

ANALISIS A NIVEL DE SUBRASANTE DE ESTABILIZACION DE SUELOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZUCAR SACCHARUM OFFICINARUM EN EL CENTRO POBLADO EL SOL, HUAURA, LIMA, 2022.

AUTOR

RODRIGUEZ TREJO, JOSE MIGUEL

ENSAYO DE RELACION DE CAPACIDAD DE CARGA (CBR)



Foto N°33

Ajuste de muestra em prensa

LECTURA N°	LECTURA PULGADA 0,001	TIEMPO MINUTOS	LECTURA ESP. mm.
1	0.025	30 Seg.	0.635
2	0.050	1 Min.	1.27
3	0.075	1 Min. 30 Seg.	1.91
4	0.100	2 Min.	2.54
5	0.125	2 Min. 30 Seg.	3.17
6	0.150	3 Min.	3.81
7	0.200	4 Min.	5.08
8	0.250	5 Min.	6.36
9	0.300	6 Min.	7.62
10	0.400	8 Min.	10.16
11	0.500	10 Min.	12.70

Foto N°34

Tabla de lecturas a registrar



Foto N°35

Deformimetro posicionado en cero.



Foto N°36

Lectura en dial

ANEXO 4: CERTIFICADO DE CALIBRACION DE EQUIPOS