

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA**

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químico – Virú – La Libertad

Línea de investigación:
Ingeniería de Transportes

Sub línea de Investigación:
Transportes

Autores:

Contreras Espejo, Cindy Janeth
De la Cruz Gonzales, Clarice Mercedes

JURADO EVALUADOR:

Presidente : Velásquez Diaz, Gilberto Anaximandro
Secretario : Henríquez Ulloa, Juan Paul Edward
Vocal : Vargas López, Segundo Alfredo

Asesor:

Rodríguez Ramos, Mamerto
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3024-0155>

**TRUJILLO – PERÚ
2023**

Fecha de sustentación: 2023/10/16

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA**

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa
Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químico – Virú
– La Libertad**

Línea de investigación:
Ingeniería de Transportes

Sub línea de Investigación:
Transportes

Autores:

Contreras Espejo, Cindy Janeth
De la Cruz Gonzales, Clarice Mercedes

JURADO EVALUADOR:

Presidente : Velásquez Díaz, Gilberto Anaximandro
Secretario : Henríquez Ulloa, Juan Paul Edward
Vocal : Vargas López, Segundo Alfredo

Asesor:

Rodríguez Ramos, Mamerto
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3024-0155>

**TRUJILLO – PERÚ
2023**


Fecha de sustentación: 2023/10/16

Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químico- Virú - La Libertad

INFORME DE ORIGINALIDAD

7 %	7 %	2 %	3 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uprit.edu.pe Fuente de Internet		2 %
2	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet		1 %
3	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet		1 %
4	repositorio.upeu.edu.pe Fuente de Internet		1 %
5	docplayer.es Fuente de Internet		1 %
6	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet		1 %
7	core.ac.uk Fuente de Internet	Rodríguez Ramos, Mamerto CIP: 3689	1 %
8	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante		1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

.....
Rodríguez Ramos, Mamerto

CIP: 3689

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

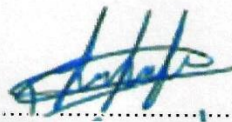
Yo, **Rodríguez Ramos, Mamerto**, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada: **Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químico – Virú – La Libertad**, de los autores **Contreras Espejo, Cindy Janeth** y **De la Cruz Gonzales, Clarice Mercedes**, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del 7%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 28 de Setiembre del 2023
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis **Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químico – Virú – La Libertad**, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

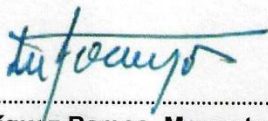
Trujillo, 28 de Octubre del 2023



Contreras Espejo, Cindy Janeth
DNI: 72316095



De la Cruz Gonzales, Clarice Mercedes
DNI: 77247751



Rodríguez Ramos, Mamerto
DNI: 18034417
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3024-0155>



DEDICATORIA

A mi madre Mónica Espejo Reyes de Contreras y mi padre Adelman Contreras Vergaray por su apoyo incondicional día a día para no rendirme en culminar este proyecto, aquellos consejos que me brindaron que a pesar de los obstáculos que se presenten en el camino, uno debe ser perseverante.

Bach. Contreras Espejo, Cindy Janeth

A mis padres AURELIA GONZALES LUCHO y BERNARDO DE LA CRUZ AGUILAR; por educarme con valores, buenos sentimientos y darme el aliento para seguir adelante, a mis hermanos por darme una palabra de aliento para no decaer en toda mi carrera universitaria.

Bach. De la Cruz Gonzales, Clarice Mercedes

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Jehová por darme fortaleza para culminar este proceso en mi vida, a mis padres; por todo el apoyo que me brindaron, la persistencia al decirme que culmine este gran paso.

También agradezco a mi novio; por siempre persistir y darme palabras de aliento para finalizar esta etapa en mi vida de obtener mi título profesional.

Bach. Contreras Espejo, Cindy Janeth

Agradezco a Dios; por darme salud y perseverancia para seguir adelante con este proyecto, a mis padres; por el apoyo incondicional que siempre me están brindando.

También agradezco a todas las personas que me dieron una palabra de aliento, para poder culminar de manera satisfactoria con mi tesis.

Bach. De la Cruz Gonzales, Clarice Mercedes

RESUMEN

La presente investigación se planteó como objetivo principal el analizar de qué manera el uso de estabilizadores químicos contribuyen en la estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el Sector Santa Enriqueta, Centro Poblado de Chao, Virú – La Libertad; para lo cual se realizó un estudio de tipo aplicado y experimental, el cual tuvo un enfoque cuantitativo y un nivel explicativo, para esto, la muestra de este proyecto estuvo conformada por 5 km de carretera; a nivel de afirmado, de dicho camino vecinal, equivaliendo al 50% de la longitud total; donde se realizaron calicatas por cada 1 km de carretera, con una profundidad de 3m; según normativa, para extraer las muestras que participaron en los distintos estudios experimentales; tales como: ensayos de contenido de humedad, ensayos de granulometría, ensayos de límites de Atterberg, ensayos de Proctor Modificado, ensayos de abrasión, que se realizaron en un laboratorio especializado; aplicando como instrumento la ficha de registro documental; donde se generó los ensayos correspondientes para la caracterización de suelos de la subrasante tal como los ensayos de granulometrías, límites de Atterberg, que se utilizó para la clasificación del método de SUCS Y AASHTO, obteniendo como resultado un suelo arcilloso con gravas. Se ha concluido que el uso de estabilizadores químicos; tales como el cemento portland tipo I y el perma-zyne, contribuyen en un incremento positivo en la estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal estudiado; donde la Muestra Estándar + 6% de Cemento obtuvo el mayor porcentaje de mejora con un 26.24% con respecto a los valores de la muestra estándar, del mismo modo la Muestra Estándar + Aditivo 1.0 L fue el que obtuvo un menor porcentaje de mejora con un 3.81% con respecto a la muestra estándar. También obtenemos una importante mejoría en cuanto a sus propiedades físicas, propiedades mecánicas y la resistencia al desgaste del suelo estudiado.

Palabras clave: Cemento, perma-zyne, estabilización del suelo, ensayos.

ABSTRACT

The main objective of this research was to analyze how the use of chemical stabilizers contributes to the stabilization of the wearing course of the local road in the Santa Enriqueta Sector, Chao Town Center, Viru - La Libertad; for which an applied and experimental study was carried out, which had a quantitative approach and an explanatory level, for this, the sample of this Project consisted of 5 km of road; at the level affirmed, of this local road, equivalent to 50% of the total length; where calicatas were made for each 1 km of road, with a Depth of 3m; according to regulations, to extract the samples that participated in the different experimental studies; such as: moisture content tests, granulometry tests, atterberg limit tests, modified Proctor tests, abrasión tests, which were carried out in a specialized laboratory; applying as an instrument the documentary record card; were the corresponding tests were generated for the characterization of subgrade soil such as granulometry tests, atterberg limits, which was used for the classification of the SUCS and AASHTO method, obtaining as a result a clayey soil with gravels. It has been concluded that the use of chemical stabilizers; such as portland cement type I and perma-zyme, contribute in a positive increase in the stabilization of the wearing course of the studied road; where the Standard Sample + 6% of Cement obtained the highest percentage of improvement with 26. 24% with respect to the values of the standard sample, in the same way the Standard Sample + additive 1.0 L was the one that obtained a lower percentage of improvement with 3.81% with respect to the standard sample. We also obtained a significant improvement in terms of physical properties, mechanical properties and wear resistance of the studied soil.

Keywords: Cement, perma-zyme, soil stabilization, tests.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado

Siguiendo con lo estipulado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego – UPAO, tenemos el agrado de presentarles la tesis titulada: “ESTABILIZACIÓN DE LA CAPA DE RODADURA DEL CAMINO VECINAL EN EL SECTOR SANTA ENRIQUETA CENTRO POBLADO DE CHAO MEDIANTE ESTABILIZADORES QUIMICO - VIRÚ- LA LIBERTAD”, que tiene como finalidad la obtención del **TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**.

La presente investigación Analizar de qué manera la aplicación de estabilizadores químicos contribuye en la estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el Sector Enriqueta, Centro Poblado de Chao, Virú - La libertad, para esto se determinó el emplear un enfoque cuantitativo, desarrollando de esta manera una investigación de tipo aplicada – Experimental, de enfoque cuantitativo y con un diseño Experimental Puro – De Laboratorio.

Del mismo modo a ustedes miembros del jurado, nuestro mayor y muy especial gratitud a la vez que reconocimiento por el dictamen que logremos merecer al momento de sustentar el presente estudio.

Bach. Contreras Espejo, Cindy
Janeth

Bach. De la Cruz Gonzales,
Clarice Mercedes

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
PRESENTACIÓN.....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDO	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema de la Investigación	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivo General.....	3
1.2.2. Objetivos Específicos	3
1.3. Justificación del Estudio.....	3
II. MARCO DE REFERENCIA.....	5
2.1. Antecedentes del Estudio	5
2.1.1. Antecedentes Internacionales	5
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	5
2.1.3. Antecedentes Locales	6
2.2. Marco Teórico.....	7
2.2.1. Estudios Geotécnicos.....	7
2.2.2. Tipos de Suelos.....	7
2.2.3. Mecánica de Suelos (EMS)	8

2.2.4. Ensayos de laboratorio	10
2.2.5. Clasificación de los Suelos	15
2.2.6. Proctor Modificado (ASTM D-1557).....	17
2.2.7. Ensayo de CBR (ASTM D-1883)	17
2.2.8. Ensayos de Abrasión.....	17
2.2.9. Caminos	18
2.2.10. Carreteras.....	19
2.2.11. Estabilización de suelos	20
2.2.12. Estabilización Química de Carreteras No Pavimentadas	21
2.3. Marco Conceptual.....	22
2.4. Sistema de Hipótesis	22
2.4.1. Hipótesis General de la Investigación	23
2.4.2. Hipótesis Especificas de la Investigación	23
2.5. Variables e Indicadores	23
2.5.1. Identificación de Variables.....	23
2.5.2. Operacionalización de Variables	24
III. METODOLOGÍA EMPLEADA.....	25
3.1. Tipo y Nivel de Investigación	25
3.1.1. Tipos de Investigación	25
3.1.2. Nivel de Investigación.....	25
3.2. Población y Muestra de Estudio	26
3.2.1. Población de Estudio.....	26
3.2.2. Muestra de Estudio.....	26
3.2.3. Unidad de Estudio	27
3.3. Diseño de investigación	27
3.4. Técnicas e Instrumentos de Investigación	27
3.4.1. Técnicas de Recolección de Datos	27

3.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos	28
3.4.3. Validación de los Instrumentos	28
3.5. Procesamiento y Análisis de Datos.....	29
3.5.1. Procesamiento de Datos	29
3.5.2. Análisis de Datos	29
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	31
4.1. Propuesta de Investigación.....	31
4.1.1. Fase N° 01 – Toma de muestra.....	31
4.1.2. Fase N° 02 – Análisis y evaluación de la muestra.....	32
4.1.3. Fase N° 03 – Ensayos de Abrasion de los Ángeles	32
4.1.4. Fase N° 04 – Ensayos para el contenido de humedad.....	32
4.1.5. Fase N° 05 – Ensayo para el cálculo de limites.....	32
4.1.6. Fase N° 06 – Ensayo Granulométrico	32
4.1.7. Fase N° 07 – Calculo de Proctor Modificado	32
4.1.8. Fase N° 08 – Calculo del CBR	33
4.1.9. Fase N° 09 – Elaboración del cuadro Resumen y Análisis de los Resultados	33
4.2. Análisis e Interpretación de Resultados.....	33
4.3. Docimasia de hipótesis	41
V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	42
CONCLUSIONES.....	43
RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
ANEXOS.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Clasificación de Suelos según tamaño de sus partículas</i>	8
Tabla 2	<i>Clasificación de los Suelos según su Textura</i>	8
Tabla 3	<i>Características de los Suelos</i>	9
Tabla 4	<i>Masa mínima recomendada</i>	11
Tabla 5	<i>Clasificación de los Suelos según SUCS</i>	15
Tabla 6	<i>Clasificación de los suelos según AASHTO</i>	15
Tabla 7	<i>Identificación de las Variables</i>	23
Tabla 8	<i>Matriz de Operacionalización de la Variable</i>	24
Tabla 9	<i>Características de las Muestras</i>	27
Tabla 10	<i>Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos</i>	28
Tabla 11	<i>Tabla de Interpretación de los Datos</i>	30
Tabla 12	<i>Vías de Acceso al Camino Vecinal</i>	31
Tabla 13	<i>Tabla Resumen de los Datos Recolectados</i>	34
Tabla 14	<i>Matriz de Datos para Normalización</i>	34
Tabla 15	<i>Matriz de Datos Normalizados</i>	35
Tabla 16	<i>Índice de Desempeño de las Muestras Analizadas</i>	36
Tabla 17	<i>Porcentaje de Diferencia de las Muestras</i>	37
Tabla 18	<i>Resultados del Ensayo de Abrasión de los Angeles</i>	38
Tabla 19	<i>Resultados de las Características Físicas de las muestras</i>	39
Tabla 20	<i>Resultados del Proctor Modificado - DMS</i>	40
Tabla 21	<i>Resultados de los Ensayos CBR</i>	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Valores de cantidad de material a emplear</i>	
<i>para el ensayo de Abrasión</i>	21
Figura 2 <i>Niveles de Investigación según Santiago Valderrama</i>	26
Figura 3 <i>Procesamiento de Datos</i>	29

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	<i>Calculo del Limite Liquido</i>	10
Ecuación 2	<i>Indice de la Masa Retenido</i>	12
Ecuación 3	<i>Indice de la Masa No Retenida</i>	12
Ecuación 4	<i>Calculo del Modulo de Finura</i>	12
Ecuación 5	<i>Calculo del Limite Liquido</i>	13
Ecuación 6	<i>Calculo del Limite Plastico</i>	14
Ecuación 7	<i>Calculo del Indice Plastico</i>	14
Ecuación 8	<i>Calcular el CBR</i>	17

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las carreteras no pavimentadas se han convertido en un serio crecimiento demográfico en el país (Chavarry-Vallejos , 2020); esto involucra en mejorar dichas carreteras para el beneficio de la población, por ello se evaluó el camino vecinal santa Enriqueta, encontrando una falla en la superficie de rodadura, lo cual es un serio problema para la población, poniendo en riesgo la salud debido a la contaminación ambiental generando levantamiento del polvo provocada por los vehículos que transitan al día.

Desde hace mucho tiempo se ha venido trabajando a nivel internacional, en las investigaciones de alternativas rentables para el desarrollo de los trabajos comprendidos en los procesos constructivos que se tiene para la construcción de carreteras afirmadas, que minimicen riesgos al momento de ejecutar las actividades del proceso constructivo, además estas deben cumplir con las especificaciones técnicas mínimas que logren garantizar el servicio a un largo plazo; dentro de las cuales tenemos lo descrito por Thenoux y Vera (2002), donde evaluaron como el cloruro de magnesio hexahidratado o Bischofita, el cual es una sal, posee propiedades que ayudan en la estabilización de las capas de rodadura granulares, considerándolo un estabilizador químico, el cual incrementa la tensión superficial del agua y reduce la presión de vapor del agua, a través de su capacidad de absorber la humedad del ambiente circundante.

Del mismo modo Sosa-Cutipá (2018), menciona que uno de los productos que son mayormente utilizados, como estabilizadores químicos, en el mercado son el Permazyme y el Cemento; debido a que estos mejoran la estabilidad y resistencia de la mezcla según el volumen de esta, como resultado de la densificación de la masa que realizan al momento de ser aplicados sobre la superficie de rodadura; por lo tanto, se aplicará en la ejecución de nuestro proyecto, siendo considerados dentro de los estabilizadores químicos, los cuales mejoraran la calidad de la base de afirmado para la construcción de caminos vecinales.

Según lo descrito por Alvaro y Cornejo (2021), el Permazyme es un producto ecológico y no tóxico, innovado desde hace más de 25 años en Estados Unidos, por lo tanto, en la actualidad se sigue favoreciendo los resultados en su aplicación,

mejorando la calidad del suelo afirmado y disminuyendo los costos en la construcción de carreteras. Por otro lado Carazas y Ponce-de-Leon-Ccoscco (2021), mencionaron que en distintos países de Sudamérica como Brasil, Chile, Colombia y Ecuador se viene investigando desde hace más de 10 años sobre este estabilizador PERMA-ZYME, siendo un producto rentable para el beneficio del suelo. Anteriormente se usaban estos químicos para mejorar el suelo, pero lograba afectar al medio ambiente.

Cabe mencionar también que Cruzado-Sagastegui (2021), menciona que el cemento es un buen estabilizador químico, al mismo tiempo que es muy recomendado en el sector construcción, debido a su apoyo resistente que está genera, repara y evita inestabilidad en un camino. Además, puede agilizar el proceso constructivo, al reducir los tiempos de fragua con el objetivo de mejorar la resistencia del suelo. Es de esta manera que los materiales que forman parte del suelo al ser mezclado con el cemento, logran reducir la permeabilidad, así como la manejabilidad, logrando mejorar su rigidez y por ende su durabilidad.

Es de esta manera que para la presente investigación busca analizar la estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el Sector Santa Enriqueta, Centro Poblado de Chao, mediante estabilizadores químicos, en Viru – La Libertad.

1.1. Problema de la Investigación

Este se elaboró según lo descrito por Arispe Alburqueque et al. (2020), se debe elaborar teniendo en cuenta el título de la investigación, el cual debe ser bien orientada para obtener resultados concretos (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

Por tal motivo se debe tener en cuenta lo descrito en la realidad problemática antes mencionada por lo que se determinó el siguiente problema de investigación:

¿De qué manera el uso de estabilizadores químicos contribuye en la estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el Sector Santa Enriqueta, Centro Poblado de Chao, Viru – La Libertad?

1.2. Objetivos

Para poder lograr responder la pregunta de la investigación, es necesario plantearse objetivos generales, el cual responderá directamente a la pregunta de investigación; y objetivos específicos, los cuales ayudaran a garantizar el cumplimiento del objetivo general, al mismo tiempo que amplía el contexto donde se desarrolla los fenómenos, con la finalidad de tener una mayor amplitud del fenómeno estudiado (Arias Gonzales y Covinos Gallardo, 2021).

1.2.1. Objetivo General

Analizar de qué manera el uso de estabilizadores químicos contribuye en la estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el Sector Santa Enriqueta, Centro Poblado de Chao, Viru – La Libertad.

1.2.2. Objetivos Específicos

Medir el nivel de resistencia de abrasión (ABRASIÓN DE LOS ÁNGELES) del suelo al aplicar los estabilizadores químicos.

Medir las características físicas que presenta el suelo luego de la aplicación de estabilizadores químicos.

Medir las propiedades mecánicas que presenta el suelo luego de la aplicación de estabilizadores químicos.

Evaluar la capacidad portante del CBR que presenta el suelo luego de la aplicación de estabilizadores químicos.

1.3. Justificación del Estudio

La justificación práctica de la tesis se basa en determinar una alternativa para la estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta; para posteriormente los gestores del proyecto puedan diseñar estrategias para una adecuada toma de decisiones enfocada en el cumplimiento de sus propósitos y mejora del producto final.

La justificación académica o teórica se basa en que el presente trabajo permite revisar la teoría y terminología básica sobre los estabilizadores químicos y los métodos de estabilización de la capa de rodadura que tiene un pavimento. Así mismo, permitirá al investigador ampliar su conocimiento y poder contrastar distintos conceptos que le permitan comprender las variables estudiadas.

La justificación metodológica está fundamentada en seguir un modelo sistémico basado en el método científico, lo cual permitirá ser utilizados en otros trabajos de investigación y en otras instituciones de salud; lo que permitirá generar información relevante para implementar medidas y acciones orientadas a mejorar el servicio y la experiencia de los clientes finales que tenga el camino vecinal, por lo que los principales beneficiarios son sus usuarios, justificándose de esta manera metodológica y socialmente.

La justificación Social está fundamentada en la utilidad de los resultados obtenidos, los cuales servirán para mejorar la capa de rodadura del pavimento en estudio, con esto mejorando la transitabilidad de este, lo que conlleva a un impacto favorable en el comercio del centro poblado Santa Enriqueta con los centros poblados aledaños a este, mejorando de esta manera la calidad de vida de sus pobladores.

La justificación ambiental se basa en proponer una alternativa óptima para la mejora de la capa de rodadura del pavimento en estudio, la cual no afecte de manera negativa la naturaleza del suelo.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del Estudio

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Llano y Restrepo (2022), presentaron el artículo científico titulado “Efecto del imperismo sobre las propiedades fisicoquímicas, el desempeño y la durabilidad de suelos viales aditiva dos con estabilizantes químicos”, para la revista Studies In Engineering and Exact Sciences de la ciudad de Curitiba en Brasil, donde se estudió el efecto del intemperismo acelerado en el desempeño y durabilidad de un suelo aditivado con estabilizantes químicos de diferentes naturalezas, para lo cual se utilizó una cama de envejecimiento acelerado, con la finalidad de recrear condiciones reales de exposición, al mismo tiempo que se lograba contralar ciertos parámetros como la temperatura, la exposición UV y la humedad, con la finalidad de determinar qué factores son relevantes al momento de seleccionar un determinado estabilizador químico; obteniendo como resultado que la caracterización fisicoquímica y la evaluación del desempeño mecánico del suelo aditivado con los mencionados productos, demuestran en todos los caos una mejora en las propiedades iniciales del suelo en estudio, así mismo determinaron que la selección del estabilizador químico dependerá de las propiedades fisicoquímicas del suelo y los factores a los que está expuesto por lo que recomendaron realizar estudios previos para cada suelo a mejorar.

Larrea-Olivero y Rivas-Cajo (2019), en su investigación de tesis “Estabilización de suelos arcillosos con Cloruro de Sodio y Cloruro de Calcio”, su principal objetivo fue estabilizar un suelo arcillo con un rango de índice de plasticidad de 16-18 con cloruro de sodio y cloruro de calcio para su implementación en vías, llegando a la conclusión, que los resultados obtenidos cumplen con las exigencias establecidas en el Ministerios de transportes y obras públicas, obteniendo los siguientes resultados en el límite líquido $39 > 35$, índice de plasticidad $17 > 9$, por ellos este suelo se comporta por los altos contenidos de finos (18.14%), cumpliendo con la norma al ser $< 20\%$.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Barriga-Serruto (2022), En su investigación de tesis “Análisis Comparativo de la Estabilización de suelos arcillosos empleando Cal y Cemento, Carretera Vecinal Chonta, Carretera Interoceánica, Madre De Dios, 2021”, llego a la

conclusión que el estabilizante que ofrece un mejor desempeño y a la vez mejores resultados al momento de mejorar las características físicas y de soporte, del suelo analizado, es el cemento con un porcentaje del 4% con respecto a los resultados de una muestra inicial conformado por el terreno natural, de esta manera logrando superar los resultados de resistencia, aplicando como estabilizador químico a la cal.

Carazas y Ponce-de-Leon-Ccoscco (2021), En su investigación de tesis titulada: “Mejoramiento Técnico- Económico en el diseño de la Subrasante Incorporando el producto Permazyme en el Sector Lastenia – Paucartambo – Cusco”, analizaron diferentes propiedades físicas y mecánicas que tuvo el suelo, antes y luego de emplear el aditivo Permazyme, como estabilizador químico, llegando a la conclusión que la aplicación del aditivo Permazyme produce un mejoramiento eficaz en las propiedades antes mencionadas, obteniendo un 93% con referencia a los datos obtenidos en la muestra base, además de esto siendo este aditivo orgánico y favorable en el nivel económico

Romero (2019), En su investigación de tesis “Análisis de Costos y Calidad del uso de estabilizadores de suelo en subrasante de la trocha carrozable Ichupampa - Lari, Provincia De Caylloma – Arequipa”; se tuvo como objetivo el determinar el impacto en el costo y la calidad que ofrece el uso de estabilizadores de suelos, para la subrasante de la trocha carrozable estudiada. Llegando a la conclusión, de todos los análisis comparativos se logró comprobar que el aditivo Permazyme 22 X, es el estabilizador del suelo más recomendable para ese determinado proyecto, el cual mejora las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de la trocha carrozable analizada.

2.1.3. Antecedentes Locales

Alvaro-Becerra y Cornejo-Correa (2021), realizaron la tesis titulada “Diseño de mezcla a nivel de afirmado aplicando el aditivo Permazyme 11 X en el tramo de la vía Manco Cápac, en el distrito de Huanchaco, provincia de Trujillo, departamento La Libertad, 2021”, realiza el diseño de mezcla a nivel de afirmado aplicando el aditivo PERMAZYME 11X, para 100 m aproximadamente en el tramo de la vía manco Cápac, del distrito huanchaco.

Cruzado-Sagastegui (2021), realizo la investigación de tesis titulada “Influencia del cemento Quisqueya, Inka y Banorte en la estabilización de suelos

para subrasante en los distritos de huanchaco y Trujillo” llego a la conclusión, con un porcentaje de 3% y 6% de cemento su resistencia a la comprensión del suelo arcilloso mejora con un promedio de 88.69%.

Rodriguez y Silva (2019), en su investigación de tesis “Estabilización de suelos adicionando cemento Portland Tipo I más cal hidratada en vías afirmadas, para el centro poblado alto Trujillo, el Porvenir- La Libertad”, donde luego del análisis de los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio, llegaron a la conclusión que, los suelos estabilizados mediante la aplicación de cemento portland tipo I y Cal hidratada, obtuvieron un aumento en sus capacidades físicas y mecánicas, así mismo un incremento en su capacidad de soporte en un 29.5%, logrando satisfacer sus necesidad de la base granular.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Estudios Geotécnicos

Se realizaron los estudios del suelo debido a la importancia que genera para la toma de datos, por ellos se sacó muestras a través de calicatas para ser llevados al laboratorio en el cual se realiza los análisis pertinentes para verificar si esta apto para ser ejecutado. Dicho eso se procesa los datos para tener datos precisos del terreno donde se desarrollará la obra.

2.2.2. Tipos de Suelos

Se le denomina suelo al estrato superficial que posee la corteza terrestre, los cuales se dividen en tipos según las siguientes condiciones:

a. Según el tamaño de sus partículas

Tabla 1

Clasificación de Suelos según tamaño de sus partículas

Organización	Grava	Arena	Limo	Arcilla
MIT	>2	2 a 0.06	0.06 a 0.002	< 0.002
USDA	>2	2 a 0.06	0.05 a 0.002	< 0.002
AASHTO	76.2 a 2	2 a 0.075	0.075 a 0.002	< 0.002
SUCS	76.2 a 2	2 a 0.075	Finos (o.ej. Limos y arcillas < 0.075)	

Nota. En la tabla anterior se muestra la Clasificación de los suelos según las distintas instituciones internacionales y su cantidad de volumen obtenido del tamizaje realizado. Extraído de Braja (2013)

b. Según su Textura

Tabla 2

Clasificación de los Suelos según su Textura

Suelos Gruesos (>1mm)	Suelos Finos (<1mm)
. Sus partículas componentes son visibles a simple vista	. Sus partículas componentes no son visibles a simple vista
. La forma de las partículas puede ser angular o redondeada	. La forma de las partículas puede ser laminar, angular o redondeada
. No poseen minerales arcillosos	. Pueden poseer minerales arcillosos
. Suelos no cohesivos	. Suelos cohesivos
. Muy alta permeabilidad: $k > 10^{-2}$ cm/seg	. Permeabilidad: Alta (arenas finas), media a baja(limos), muy baja o nula(arcillas) $k > 10^{-2}$ cm/seg
. El tamaño de los vacíos es mayor, pero el volumen total de vacíos es menor: $e < 0.85$. El tamaño de los vacíos es menor, pero el volumen total de vacíos es mayor: arcilla blanda $e > 1,2$; montmorillonita $e > 5$
. Si se aplica una sobrecarga importante, el asentamiento del suelo es instantáneo	. Si se aplica una sobrecarga importante, se tienen asentamientos diferidos en el tiempo

Nota. En la tabla anterior se muestra la Clasificación de los suelos según las propiedades físicas que presenta. Extraído de Braja (2013)

2.2.3. Mecánica de Suelos (EMS)

Es la encargada del estudio las fuerzas que están en interacción en la superficie terrestre, siendo un paso indispensable antes de levantar cualquier

edificación, también nos permite conocer las propiedades físicas – mecánicas de los suelos. Se dividen en:

a. Suelos no Cohesivos

Partículas que no se unen, llamados también suelos granulares y son los siguientes: Arenas, gravas y limos.

b. Suelos Cohesivos

Partículas que tienden a unirse, tales como los suelos arcillosos.

c. Suelos Orgánicos

Suelos grumosos, está prohibido para obras civiles.

Los resultados de laboratorio nos indican las diversas propiedades físicas y mecánicas que presentan los suelos evaluados para la realización de la presente tesis. Los ensayos realizados en laboratorio para obtener dichos resultados fueron los siguientes:

Tabla 3

Características de los Suelos

ENSAYOS	NUMEROS DE ENSAYOS	NORMAS	OBJETIVO
CLASIFICACION SEGUN AASHTO	5	-	
CLASIFICACION SEGÚN SUCS	5	NTP 339.134	
CONTENIDO DE HUMEDAD	5	NTP 339.127	Precisar Cuanto Porcentaje De Humedad Tiene La Muestra
GRANULOMETRIA	5	NTP 339.128	
LIMITE LIQUIDO	5	NTP 339.129	Determina El Límite Entre El Limite Plástico Y Limite Liquido
LIMITE PLASTICO	5	NTP 339.129	
INDICE PLASTICO	5	NTP 339.129	
PROCTOR MODIFICADO	5	NTP 339.141	
CBR	5	NTP 339.145	
ABRASION	5	NTP 400.019	

Nota. En la tabla anterior se muestra los indicadores mínimos que logran determinar las características fisicoquímicas de un suelo. Elaboración Propia

2.2.4. Ensayos de laboratorio

a. Contenido de Humedad (ASTM D-2216)

Para obtener el contenido de humedad de la muestra se realizaron los pasos que se encuentran detallados en la NTP 339.127 y son los siguientes:

- Primero necesitamos una muestra representativa; como se menciona en la tabla n° 4, además la muestra debe tener las mismas condiciones; en la que fue extraída y al momento de realizar el ensayo.
- Luego procedemos a pesar la tara, luego agregamos la muestra y pesamos por segunda vez.
- Por último, colocamos la muestra con la tara en el horno; para determinar la humedad, pasado el tiempo sacamos la muestra y dejamos enfriar por unos minutos para proceder a pesar por tercera vez.
- La fórmula para hallar el límite líquido se muestra a continuación:

Ecuación 1

Calculo del Limite Liquido

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{(W \text{ Tara} + Sh) - (W \text{ Tara} + Ss)}{(W \text{ Tara} + Ss) - (W \text{ Tara})} * 100$$

Nota. La anterior ecuación muestra la forma de calcular el límite líquido, donde Sh es Peso del material húmedo en gramos, Ss es Peso del material seco en gramos y Wtara es el peso de la tara del deposito en gramos. Extraído del Manual de Mecánica de suelos de Barrera-Bucio y Garnica-Anguas (2002)

Tabla 4*Masa mínima recomendada*

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados	
		a ± 0,1%	a ± 1%
2 mm o menos	2,00 mm (Nº 10)	20 g	20 g *
4,75 mm	4,760 mm (Nº 4)	100 g	20 g *
9,5 mm	9,525 mm (3/8")	500 g	50 g
19,0 mm	19,050 mm (3/4")	2,5 kg	250 g
37,5 mm	38,1 mm (1 1/2")	10 kg	1 kg
75,0 mm	76,200 mm (3")	50 kg	5 kg

Nota. En la tabla anterior se muestra la masa mínima recomendada del espécimen evaluar para el calculo de los contenidos de humedad. Extraído del Manual E-108 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC.

b. Granulometría (ASTM D-421)

- Para obtener la cantidad de finos que tiene la muestra se realizaron los pasos que se encuentran detallados en la NTP 339.128.
- Para realizar este ensayo se necesita de diferentes diámetros de tamices que son colocados en columna de menor a mayor, luego agregamos la muestra en la parte superior de la columna y sometemos a vibración con movimientos circulares e intensos.
- Después de algunos minutos, se separan los tamices y se pesa la muestra conservada en cada uno de los tamices, la suma total de cada tamiz te debe dar el peso total de la muestra que se colocó al inicio del ensayo.
- Para representar la curva granulométrica se hizo uso de las siguientes ecuaciones:

Ecuación 2*Índice de la Masa Retenido*

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso de material retenido en el tamiz}}{\text{Peso total de la muestra.}} * 100$$

Nota. En la ecuación anterior se muestra la forma de calcular el índice de masa retenida después del tamizaje realizado. Extraído del Manual E-108 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC.

Ecuación 3*Índice de la Masa No Retenida*

$$\% \text{ Pasa} = 100\% - \% \text{ Retenido acumulado}$$

Nota. En la ecuación anterior se muestra la forma de calcular el índice de masa que paso el tamizaje realizado. Extraído del Manual E-108 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC.

El análisis de granulometría nos permite conocer el valor de los criterios mencionados a continuación:

- Tamaño máximo: Partícula mayor que se encuentra en la muestra.
- Tamaño máximo nominal: es la muestra retenida en el tamiz con un 15% o más.
- Además, podemos calcular el Módulo de finura (Mf), el cual se obtiene mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 4*Cálculo del Módulo de Finura*

$$Mf = \frac{\sum \% \text{ Retenido Acumulado}}{100}$$

Nota. En la ecuación anterior se muestra la forma de calcular el módulo de finura de la masa retenida acumulada luego del tamizaje realizado. Extraído del Manual E-108 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC.

- Los tamices a utilizarse para el cálculo de la ecuación anterior son: n° 100, n° 50 n° 30, n° 16, n° 8, n° 4, 3/8", 3/4", 1 1/2", 3" y 6"

c. Determinación de los Límites de ATTERBERG

i. Coeficiente de Limite Líquido

- El límite líquido es el porcentaje del contenido de humedad, donde la muestra se encuentra en los estados líquidos y plástico, según nos indica la NTP 339.129.
- Para hallar el límite líquido se realizó el ensayo denominado la cuchara de Casa Grande; donde se mide la humedad de la muestra.
- La ecuación para hallar el límite líquido se muestra a continuación:

Ecuación 5

Calculo del Limite Líquido

$$LL = WN \frac{N}{25} \tan \beta$$

Nota. En la ecuación anterior se muestra la forma de calcular el Limite Líquido (LL), donde WN es el contenido de humedad natural y N es el número de golpes que se efectuó en el ensayo. Extraído del Manual de Mecánica de suelos de Barrera-Bucio y Garnica-Anguas (2002)

ii. Coeficiente de Limite Plástico

- Para este ensayo se toma la parte sobrante del ensayo de limite líquido, de los cuales se debe amasar y formar unos churritos o bastoncillos de 3.2 mm de diámetro Y 5 cm de longitud en un tiempo de 2 minutos.
- En el momento que los churritos se cuarteán, se colocan en taras; pesadas con anterioridad, y se pesan otra vez con la muestra, con un resultado cercano a 6gr, restando el peso de la tara.
- Después, colocamos estas muestras; en sus respectivas taras, al horno por 24 horas aproximadamente.
- Por último, pasadas las 24 horas se retiran las muestras del horno y los dejamos enfriar por unos minutos y luego se pesa otra vez para obtener su peso seco de la muestra.
- La ecuación para hallar el límite plástico se muestra a continuación:

Ecuación 6*Cálculo del Limite Plástico*

$$LP = \frac{Ph-Ps}{Ps} * 100 = \frac{Pw}{Ps} * 100$$

Nota. En la ecuación anterior se muestra la forma de calcular el Limite Plástico (LP), donde Ph es el Peso Húmedo de los bastones realizados en gramos, Ps es el Peso Seco de los bastones realizados en gramos y Pw es el peso del agua en gramos. Extraído del Manual de Mecánica de suelos de Barrera-Bucio y Garnica-Anguas (2002)

iii. Coeficiente de Índice Plástico

Después de haber hallado el límite líquido y límite plástico, se procede a obtener el índice plástico, el cual es el resultante de la diferencia de estos dos resultados; siendo su ecuación la siguiente:

Ecuación 7*Calculo del Índice Plástico*

$$IP = LL - LP$$

Nota. En la ecuación anterior se muestra la forma de calcular el Índice Plástico (IP), donde LL es el Limite Liquido y LP es el Limite Plástico. Extraído del Manual de Mecánica de suelos de Barrera-Bucio y Garnica-Anguas (2002).

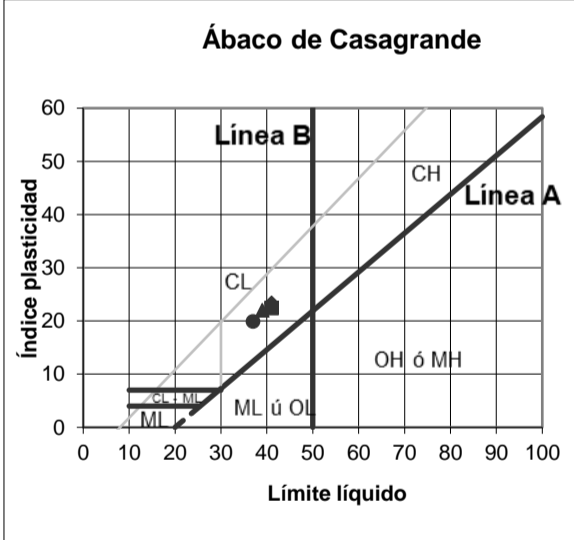
2.2.5. Clasificación de los Suelos

Los suelos se clasifican en base a la geología del suelo, con lo que se definen el tamaño de las partículas presentes en dicho suelo; teniendo como principales métodos de clasificación los siguientes:

a. Según SUCS

Tabla 5
Clasificación de los Suelos según SUCS

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO		
SUELOS DE GRANO GRUESO	Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	$Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3		
		GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.		
		GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.	Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$.		
		GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.	Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.		
		SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	$Cu = D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3		
		SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.		
		SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$.		
		SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.		
		SUELOS DE GRANO FINO Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad.	
				CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.	
OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.					
MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.					
CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.					
OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.					
PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.					
Suelos muy orgánicos						



Nota. En la tabla anterior se muestra la forma de Clasificación de Suelos según el método SUCS. Extraído del Manual E-108 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC.

b. Según AASHTO

Tabla 6

Clasificación de los suelos según AASHTO

CLASIFICACIÓN	MATERIALES GRANULARES (35% O MENOS PASA POR EL TAMIZ Nº 200)				MATERIALES LIMOSO ARCILLOSO (MÁS DEL 35% PASA EL TAMIZ Nº 200)						
	A-1		A-3	A-2-4		A-4	A-5	A-6	A-7	A-7-5	A-7-6
Grupo:	A-1-a	A-1-b	A-2-4		A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Porcentaje que pasa:											
Nº 10 (2mm)	50 máx	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nº 40 (0,425mm)	30 máx	50 máx	51 mín.	-	-	-	-	-	-	-	-
Nº 200 (0,075mm)	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	36 min						
Características de la fracción que pasa por el tamiz Nº 40											
Índice de plasticidad	-	-	-	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín (2)
	6 máx	NP (1)	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	11 mín
Constituyentes principales	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa			Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Características como subgrado	Excelente a bueno						Pobre a malo				

Nota. En la tabla Anterior se muestra la forma de clasificación de suelos según el método de AASHTO. Extraído del Manual E-108 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC.

2.2.6. Proctor Modificado (ASTM D-1557)

Este ensayo logra determinar la relación entre la densidad seca – humedad de una compactación.

El proceso que tiene este ensayo consta de los siguientes pasos:

- Secamos la muestra a utilizar por aproximadamente 24 horas, se pasarán por los tamices de 3/4" o 3/8" y n°4, luego sometemos a vibración y se pesa la cantidad retenida en el tamiz n°4.
- Procedemos al armado del cilindro; debe estar pesado con anterioridad, paralelamente se procede a humedecer la mezcla. Para continuar con el llenado del cilindro y se compacta en 5 partes dando 25 golpes por cada capa.
- Posteriormente se retira el collarín y se nivela la muestra; que sobresale del cilindro, mediante el uso de una regla metálica y se procede a pesar.
- Por último, se obtener la densidad húmeda de la muestra que ha sido compactada.

2.2.7. Ensayo de CBR (ASTM D-1883)

El ensayo de Relación de Soporte de California o California Bearing Ratio, tiene como objetivo determinar la capacidad de soporte que poseen los suelos que están compactados. Con este ensayo podemos calcular el índice de CBR, el cual se expresa de la siguiente manera:

Ecuación 8

Calcular el CBR

$$\text{CBR} = \frac{\text{carga unitaria de ensayo}}{\text{carga unitaria patron}} * 100\%$$

Nota. En la ecuación anterior se muestra la forma de calcular el CBR. Extraído del Manual de Mecánica de suelos de Barrera-Bucio y Garnica-Anguas (2002)

2.2.8. Ensayos de Abrasión

El ensayo por abrasión se basa en la acción y el efecto del desgaste por fricción de los agregados gruesos.

Para este ensayo se utiliza la máquina de abrasión de los ángeles, la cual determina la resistencia a la abrasión de los agregados, mediante el desgaste o pérdida de peso que tiene sus componentes, por consiguiente, se estimará el efecto perjudicial a través del grado de alteración de los componentes, baja resistencia estructural y forma de las partículas. Las pruebas bajo las normas son:

- Ensayos de Abrasión ASTM C-131:
- Ensayos de Abrasión ASTM C-535:

Figura 1

Valores de cantidad de material a emplear para el ensayo de Abrasión

METODO		A	B	C	D
DIÁMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL A EMPLEAR (gr)			
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz				
1 ½"	1"	1 250 ± 25			
1"	¾"	1 250 ± 25			
¾"	½"	1 250 ± 10	2 500 ± 10		
½"	3/8"	1 250 ± 10	2 500 ± 10		
3/8"	¼"			2 500 ± 10	
¼"	Nº4			2 500 ± 10	
Nº4	Nº8				5 000 ± 10
PESO TOTAL		5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10
Nº de esferas		12	11	8	6
Nº de revoluciones		500	500	500	500
Tiempo de rotación (minutos)		15	15	15	15

Nota. En la figura anterior se muestra las cantidades de material mínimo a emplear para el ensayo de abrasión. Extraído del Manual de Mecánica de suelos de Barrera-Bucio y Garnica-Anguas (2002)

2.2.9. Caminos

Son aquellos espacios utilizados para el acceso y tránsito de personas, vehículos, además estas vías suelen ser no pavimentadas, son tipos trochas carrozables y garantizan una durabilidad a largo plazo. Los cuales se pueden clasificar de la siguiente manera:

a. Caminos Vecinales

Son caminos conectados a una población, que pertenecen a un distrito

b. Caminos Rurales

Son caminos importantes para el agricultor, transitando sus productos de exportación, en épocas de lluvias suelen ser intransitables, formándose barro en dichos caminos

c. Caminos Forestales

Son caminos complejos cuyas estructuras dependen del transporte eficiente, con el fin de tener un acceso seguro al bosque y continuar con la explotación de madera

2.2.10. Carreteras

Son aquellos caminos para el pase de vehículos motorizados de dos a más ejes, además estas carreteras soportan la carga del tráfico vehicular, y tiene las siguientes características tales como: Pendientes transversales, Pendientes longitudinales, Sección transversal y Superficie de rodadura

a. Clasificación de las Carreteras:

Las carreteras se pueden clasificar en función de su demanda siendo estas:

- **Autopistas de Primera Clase**, estas carreteras son las que poseen un Índice Diario anual superior a 6,000 vehículos por día.
- **Autopistas de Segunda Clase**, estas carreteras son las que poseen un Índice diario anual cuyos valores están entre 6,000 a 4,001 vehículos por día.
- **Carreteras de Primera Clase**, estas carreteras son las que poseen un Índice diario anual cuyos valores están entre 4,000 a 2,001 vehículos por día.
- **Carreteras de Segunda Clase**, estas carreteras son las que poseen un Índice diario anual cuyos valores están entre 2,000 y 400 vehículos por día.
- **Carreteras de Tercera Clase**, estas carreteras son las que poseen un Índice diario anual cuyos valores son menores a 400 vehículos por día.
- **Trochas Carrozables**, estas carreteras son las que poseen un Índice diario anual cuyos valores son menores a 200 vehículos por día.

Por otro lado, las carreteras también pueden clasificarse según su orografía, siendo estas:

- **TIPO I** - Terreno plano,
- **TIPO II** - Terreno Ondulado
- **TIPO III** - Terreno accidentado,
- **TIPO IV** - Terreno escarpado

2.2.11. Estabilización de suelos

Estabilizar un suelo implica en mejorar las propiedades originales de un suelo de baja calidad, por ello implica incorporar una variedad de materiales que serán favorables para el suelo a mejorar. Por consecuencia en nuestra tesis utilizamos dos materiales de suma importancia, tal como Permazyme, y cemento.

Las mejoras que obtiene el suelo al ser estabilizado es aumentar su resistencia, logra soportar más cargas, mejorar el tránsito, y tiene mayor intensidad. El suelo estabilizado se clasifica en tres grupos:

a. Suelo con estabilización física

- Su fin es mejorar el suelo produciendo cambios físicos en el mismo.
- Los principales métodos de estabilización física son la Mezcla de suelos, el uso de Geotextiles, la Vibro flotación y la Consolidación previa.

b. Suelo con estabilización química

- Su mejora del suelo depende de la reacción química entre el estabilizador y el mineral del suelo, reduciendo su permeabilidad, y aumentando su resistencia al corte, también mejora la carga mediante los químicos tales como permazyme o cemento.
- Elabora un catalizador que agiliza y refuerza la unión del camino
- Incrementa la resistencia a la compresión con el tiempo, puesto que crea una base más estable y densa.
- De fácil manejo, no inflamable.
- Mejora la compactación, impermeabilización, la resistencia al CBR, homogenización.

- La base será más firme y compacta, resistiendo a la penetración del agua, siempre y cuando tenga un porcentaje de arcilla.
- Es más amigable con el medio ambiente, puesto que no es tóxico.

c. Suelo con estabilización mecánica

- Su densificación del suelo se logra mediante el proceso de compactación.
- Estabilizando con el fin de mejorar sus propiedades físicas del suelo, para obtener una estructura al corte y con relación de vacíos, sin cambiar su composición básica del mismo.

2.2.12. Estabilización Química de Carreteras No Pavimentadas

Las carreteras no pavimentadas son carreteras cuya superficie impacto o rodadura está conformado por materiales granulares, los cuales soportan directamente las cargas de impacto que tiene dicha carretera, que a su vez son sometidos a tratamientos superficiales, así como a previos trabajos con la finalidad de alinear adecuadamente la sección transversal y longitudinal, sin ningún tratamiento en los caminos.

Estas se clasifican en: De tierra, De Grava, Afirmadas Y Con superficies estabilizadas con materiales de origen industrial

a. Estabilización de suelo con cemento

- Es una mezcla del suelo seco, el cual posee determinadas características granulométricas, y del cemento, en dicha mezcla se adiciona un cierto porcentaje de agua para su manejabilidad, para proceder finalmente a compactarla.
- Los tipos de suelos que se utiliza en la estabilización se emplean mediante un bajo costo también son factibles, rápidos y resistentes de ejecutar en los diferentes suelos.

b. Estabilización de suelo con Permzyme

Se realiza esta estabilización en suelos cuyas propiedades físicas y mecánicas son deficientes, logrando minimizar los gastos y lograr una mejor capacidad en la capa de rodadura del suelo.

2.3. Marco Conceptual

Estudio de Mecánica de Suelos: Es aquella que nos permite determinar las propiedades físicas – mecánicas – químicas y así mismo, obtener el diseño estructural para una buena realización de la obra civil.

Estabilización de los suelos: La estabilización permite mejorar el suelo, aumentando su resistencia y durabilidad frente a distintos factores climáticos.

Contenido de humedad: Se determina la humedad con los ensayos de compactación estándar y modificada.

Caminos vecinales: Camino más angosto que una Carretera, sin señalizaciones, señalizar y su conservación depende de un ayuntamiento pequeño.

Afirmado: Mezcla de 3 tipos de materiales (piedra arena y finos) que necesitará de una buena combinación para que sea bueno.

Capa de rodadura: Soporta la circulación de los vehículos.

Base: Capa ubicada entre la sub base y la capa de rodadura.

Sub base: Soporta a la base y a la capa de rodadura.

PERMAZYME: Enzimas orgánicas que actúan como catalizador que se encuentran en los caminos que presentan problemas de inestabilidad, mejorando la compresión del suelo.

Cemento: Se emplea en las obras civiles, para juntar y asegurar pisos, paredes, etc. Al estar mezclado con agua, logra una rigidez que lo hace resistente a la compresión.

Abrasión: Acción y efecto de deteriorar por fricción, en los agregados gruesos son necesarios para el diseño de mezclas.

2.4. Sistema de Hipótesis

El sistema de hipótesis o hipotético, representa el conjunto de hipótesis que se plantean como una propuesta que responda a los problemas planteados, sugiriendo una explicación o respuesta sobre la cual se encamine la investigación

para obtener los resultados necesarios para el cumplimiento de los objetivos planteados. (Cabrejos y Robles, 2020)

2.4.1. Hipótesis General de la Investigación

El análisis determino que el uso de estabilizadores químicos contribuye positivamente en la estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el Sector Santa Enriqueta, Centro Poblado de Chao, Viru – La Libertad.

2.4.2. Hipótesis Específicas de la Investigación

El nivel de resistencia de abrasión (ABRASION DE LOS ÁNGELES) del suelo incremento luego de aplicar los estabilizadores químicos.

Las características físicas que presenta el suelo mejoraron luego de la aplicación de estabilizadores químicos.

Las propiedades mecánicas que presenta el suelo incrementaron luego de la aplicación de estabilizadores químicos.

La capacidad portante del CBR que presenta el suelo mejoro luego de la aplicación de estabilizadores químicos.

2.5. Variables e Indicadores

2.5.1. Identificación de Variables

Según Arispe Alburque et al. (2020), las variables constituyen un conjunto de patrones que son susceptibles a ser medidos; las cuales se descompondrán en dimensiones, las cuales serán medidas a través de la identificación de sus indicadores, por lo que todo esto con la finalidad de cambiar el nivel abstracto de la variable y llevarlo a un plano concreto. (Hernández Sampiero et al., 2014); por lo que procedemos a la identificación de las Variables

Tabla 7

Identificación de las Variables

Variable	Descripción	Dependencia	Categorización
1	Estabilizadores Químicos	Independiente	Cuantitativa
2	Capa de Rodadura	Dependiente	Cuantitativa

Nota. La tabla muestra la identificación de las Variables estudiadas en la presente investigación. Elaboración Propia

2.5.2. Operacionalización de Variables

Tabla 8

Matriz de Operacionalización de la Variable

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA
Estabilizadores Químicos	La estabilización química consiste en añadir al suelo otros materiales, o productos químicos, que modifican sus propiedades, ya sea por una reacción fisicoquímica, o mediante la creación de una matriz que aglomere las partículas del suelo (Bahar; Benazzoug; Kenai, 2004; Billong; Melo; Louvet; Njopwouo, 2009).	Producto químico, natural o sintético, que por su acción y/o combinación con el suelo, mejora una o más de sus propiedades de comportamiento.	Cemento	Muestra Estándar + 2% C	Cuantitativa de Razón
				Muestra Estándar + 4% C	
				Muestra Estándar + 6% C	
			Permazyme	Muestra Estándar + Aditivo 1.0L	
				Muestra Estándar + Aditivo 1.5L	
				Muestra Estándar + Aditivo 2.0L	
Capa de Rodadura	Es la consistencia y/o firmeza del suelo, mediante una capa natural procesado en el diseño, que se coloca sobre la subrasante de un camino. (MTC 2019)	Con la finalidad que la capa de rodadura soporte al tráfico en estas vías	Propiedades Fisicoquímicas	Limite Plástico Limite Liquido Índice de Plasticidad Ensayo de Proctor Modificado - DSM Ensayo de Proctor Modificado - OCH Ensayo CBR 0.1 al 100% Ensayo CBR 0.1 al 95% Ensayo CBR 0.2 al 100% Ensayo CBR 0.2 al 95%	

Nota. En la presente tabla se muestra la operacionalización de las variables. Elaboración Propia

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y Nivel de Investigación

En la elección del tipo y nivel de investigación que tendrá este proyecto se consideraron los objetivos a desarrollar, los recursos disponibles, el problema a estudiar y los tipos de hipótesis a realizar.

3.1.1. Tipos de Investigación

Para este punto se basó en lo descrito por Cabrejos y Robles (2020), los cuales plantearon el manual de redacción de tesis, el cual pertenece al fondo editorial de la Universidad Privada Antenor Orrego y nos describe la siguiente caracterización:

a. De acuerdo a la orientación o finalidad

Con respecto a este punto la investigación fue de tipo **aplicada**, la cual es aquella que se basa en el conocimiento teórico e investigaciones básicas, para luego buscar contrastarlas con la realidad observada. (Cabrejos y Robles, 2020)

b. De acuerdo a la Técnica de Contrastación

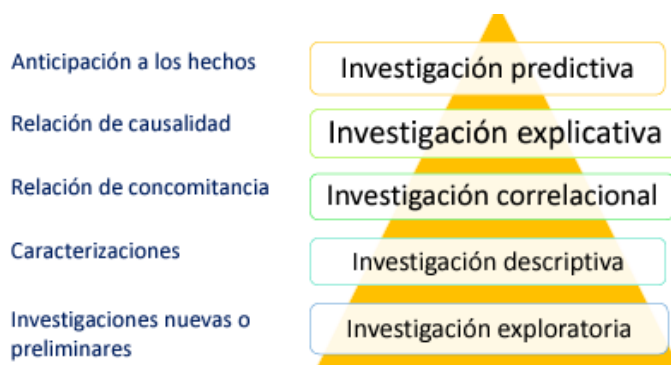
Con respecto a este punto la investigación fue de tipo **Experimental**, la cual se basa en la manipulación de una o más de las variables para poder producir el fenómeno esperado. (Cabrejos y Robles, 2020)

3.1.2. Nivel de Investigación

Según Condori-Ojeda (2020), nos indica que por su naturaleza o profundidad, el nivel de investigación está referido al nivel del conocimiento que desea adquirir el investigador con relación al problema, hecho o fenómeno evaluado; por otro lado esto puede interpretarse también al grado que espera obtener con la investigación. Teniendo en cuenta lo anterior se propuso para la presente investigación tomar en cuenta lo descrito por Santiago Valderrama el cual presenta en el 2016 sobre los niveles de investigación, por lo que se presenta la siguiente figura:

Figura 2

Niveles de Investigación según Santiago Valderrama



Nota. La imagen presenta los niveles de una investigación la cual parte de la exploratoria hacia la predictiva. Extraído de *Condori-Ojeda (2020)*.

Al tratarse de la aplicación de un análisis sobre una sola variable se determinó caracterizaciones, por lo que tiene un nivel **explicativo**.

Cabe mencionar que la presente investigación es de enfoque **Cuantiado**, la cual buscara la recolección de datos para producir resultados medibles, los cuales puedan ser analizados y auditados con la finalidad de contrastar posteriormente las hipótesis planteadas.

3.2. Población y Muestra de Estudio

3.2.1. Población de Estudio

Para la presente investigación la población estuvo conformada por la capa de rodadura del camino vecinal Santa Enriqueta del centro poblado de Chao, Viru – La Libertad, con una longitud aproximada de 10 km.

3.2.2. Muestra de Estudio

Una muestra se refiere al subconjunto de individuos que logran una cantidad representativa de la población, y una vez determinada la variación que representan sus constituyentes, se registran las características específicas medidas u observadas (Sánchez Carlessi et al., 2018)

Para realizar esta muestra se consideró 5 km de carretera del camino vecinal “SANTA ENRIQUETA”, lo que equivale al 50% de la población total, centro poblado de chao, distrito de chao – Virú- La libertad. Además se debe tener en cuenta que por cada Kilometro se realizó una calicata, para proceder a retirar la muestra y ser

procesada a estudios en el laboratorio, con el fin de establecer sus propiedades mecánicas y físicas (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018); por lo que presentamos el resumen de las características de las muestras extraídas:

Tabla 9

Características de las Muestras

Tipo de Carreteras	Profundidad (m)	N° de calicatas
TIPO IV IMDA <200 veh/día	1.50 m a nivel de la subrasante	1 calicata por 1 Km

Nota. En la Tabla anterior se muestra las características de las muestras extraídas para los ensayos presentes en la investigación. Elaboración Propia.

3.2.3. Unidad de Estudio

Para la presente investigación la unidad de estudio será la **capa de rodadura** extraída en las calicatas realizadas para la determinación de la muestra.

3.3. Diseño de investigación

Según lo mencionado por Arias y Covinos (2021), cuando el investigador plantea analizar el comportamiento de una variable mediante los ensayos de laboratorio y la aplicación de medidas controladas de la variable independiente, se determina que el diseño es **Experimental Puro – de Laboratorio**, en el cual se tendrá en cuenta un análisis basal de la muestra y los análisis determinados por el investigador a su conveniencia; con la finalidad de explicar el comportamiento que tiene la modificación en el estado base de la variable dependiente según los cambios ejecutados en la variable independiente.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Investigación

3.4.1. Técnicas de Recolección de Datos

Para la investigación se aplicó las siguientes técnicas de recolección de datos según la variable donde se aplicarían por lo que se distribuyen de la siguiente manera:

a. Análisis de documentos:

Según lo descrito por Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), esta técnica se describe como el análisis del contenido presentado en el documento fuente.

Extrae los aspectos más relevantes de la información de los documentos, los ordena y categoriza, y los analiza para comodidad del buscador.

3.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos

Estos fueron determinados según las técnicas antes mencionadas obteniendo los siguientes instrumentos que aplicamos:

a. Ficha de registro documental:

La ficha de permite la recolección de datos e información de las fuentes bajo investigación y puede ser desarrollado y diseñado con el propósito de recolectar la información que los investigadores deseen recolectar para su investigación. es decir, no hay modelo estable. (Arias Gonzales, 2020)

Tabla 10

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Técnica	Instrumento	Propósito del uso
Análisis documental	Ficha de Captura de Datos	Se registrará todos los datos relevantes provenientes de las distintas fuentes de información oficiales
	Registro Digital en Excel	Se registrará los datos relevantes en cuadros en Excel para su revisión posterior.

Nota. En la tabla se muestra el resumen de las técnicas e instrumentos que emplearemos para el desarrollo del presente proyecto. Elaboración Propia

3.4.3. Validación de los Instrumentos

Para la **Ficha de Registro Documental**, los archivos son creados y diseñados considerando la información que desea recuperar. En otras palabras, no existe un modelo estandarizado y está estructurado según la comodidad de los investigadores, según lo descrito por Arias Gonzales (2020), nos señala que las fichas de registro documental carecer de validación, por ser su objetivo el servir de apoyo para la transcripción, organización y resguardo de datos anteriormente analizados y obtenidos con instrumentos previamente validados, dicho de otra manera al tener como finalidad la recolección de datos científicos estos carecen de error o fiabilidad y al ser estos obtenidos de fuentes confiables carecen de validación. (López y Fachelli, 2017).

3.5. Procesamiento y Análisis de Datos

En este punto se describió el proceso que se tuvo en cuenta para el resguardo, ordenamiento y limpieza de los datos recolectados; así mismo la ruta que se siguió para obtener los resultados; para lo cual se tuvo en cuenta lo comentado por Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), donde determinan que primero se debe identificar el enfoque a utilizar, el cual será cuantitativo, al tener un diseño metodológico preestablecido, con procesos secuenciales y deductivos. (2018, p. 3)

3.5.1. Procesamiento de Datos

Para el procesamiento de los datos se tuvo conveniente realizar el siguiente procedimiento:

Figura 3

Procesamiento de Datos



Nota. En la figura anterior se muestra los pasos realizados para el procesamiento de los datos recolectados en la presente investigación. Elaboración Propia

3.5.2. Análisis de Datos

Para el análisis de los datos obtenidos y sus respectivos resultados, se procedió primeramente a realizar una tabla de interpretación de los datos la cual se muestra a continuación:

Tabla 11

Tabla de Interpretación de los Datos

ENSAYOS REALIZADOS	UNIDAD	DESCRIPCION	INTERPRETACION
Limite Liquido	%	Porcentaje de contenido de humedad con que un suelo cambia, al disminuir su humedad, de la consistencia liquida a la plástica, o al aumentar su humedad, de a consistencia plástica a la liquida	Entre menos valor posea este indicador menor será la plasticidad con la que se pueda manejar la muestra, imposibilitando su aplicación como material de refuerzo ante impactos externos.
Limite Plástico	%	El limite plástico se define como el contenido de humedad en la frontera entre los estados de consistencia plástica y semisólido.	Entre menos valor posea este indicador, la facilidad de entrar en un estado plástico será más rápido, facilitando de esta manera su manejo y modelamiento; esto influenciando en los momentos cuando se requiere que una mezcla contenga gran índice de plasticidad que lo mantenga en un estado donde pueda deformarse sin agrietarse.
Índice de Plasticidad	%	El índice de plasticidad se expresa con el porcentaje del peso en seco de la muestra de suelo, e indica el tamaño del intervalo de variación del contenido de humedad con el cual el suelo se mantiene plástico	Un índice de plasticidad bajo se interpreta como que un pequeño incremento en el contenido de humedad del suelo, lo transforma de semisólido a la condición de líquido, es decir, resulta muy sensible a los cambios de humedad.
Ensayo de Proctor Modificado - DSM	g/cm ³	Máxima densidad Seca (MDS): Máximo valor definido por la curva de compactación del ensayo usando el esfuerzo modificado	El OCH es el % ideal para poder obtener la MDSM de un suelo al momento de compactarlo, por lo que, si se logra obtener una densidad mayor, reduciendo su OCH, lograremos un elemento mucho más consistente con menor esfuerzo.
Ensayo de Proctor Modificado - OCH	%	Optimo Contenido de Humedad (OCH): Es el contenido de agua al cual el suelo puede ser compactado al máximo peso unitario seco usando el esfuerzo de compactación	
Ensayo CBR 0.1 al 100%			0-3 / Pobre / 3-7 Pobre Regular / Uso Subrasante
Ensayo CBR 0.1 al 95%			7-20 / Regular / Uso Sub Base
Ensayo CBR 0.2 al 100%	N°	Es la relación entre la carga determinada y la que se obtiene por el mismo procedimiento para una muestra tipo roca machacada	20-50 / Bueno / Uso Base - Sub Base
Ensayo CBR 0.2 al 95%			>50 / Excelente / Base

Nota. La tabla anterior muestra la unidad, descripción y la interpretación de los posibles datos obtenidos de los ensayos realizados en la presente investigación. Elaboración Propia

Una vez culminado el análisis descriptivo cualitativo de los datos, se procederá a realizar los análisis estadísticos para lograr cumplir con los objetivos planificados y del mismo modo contrastar las hipótesis planificadas, para lo cual se realizara una **Matriz de Datos**, en la cual se normalizaran, limpiaran, ordenaran y verificaran los datos obtenidos para su posterior ingreso al **Software IBM SPSS STATISTIC V.26**, el cual servirá para los cálculos necesarios para el análisis estadístico antes mencionado.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Propuesta de Investigación

Para la presente investigación se propone la siguiente metodología para el desarrollo correcto de la misma, la cual consta de las siguientes fases:

4.1.1. Fase N° 01 – Toma de muestra

Para realizar la toma de muestras es necesario acceder al área de estudio, la cual se encuentra ubicado en el Sector Santa Enriqueta- Centro Poblado de Chao- Viru- La Libertad. El tiempo de recorrido en automóvil es de 1h 53 min aproximadamente desde el ovalo Grau – Trujillo hasta Vía Panamericana- chao luego se continua con el recorrido por la Avenida chao (5min) dirigiéndose hasta el tramo de Santa Enriqueta, el recorrido del tramo de estudio es aproximadamente 20 min

Tabla 12

Vías de Acceso al Camino Vecinal

RECORRIDO	DISTANCIA	TIEMPO	TIPO DE CARRETERA
Trujillo (Ovalo grau) - Panamericana (chao)	66.1 km	1 h 53 min	Asfaltada
Panamericana – Avenida Chao	1.04 km	5min	Trocha Carrozable
Santa Enriqueta (Chao)	5.00 km	20 min	Trocha Carrozable

Nota. En la tabla se muestra las vías de acceso al camino vecinal del Sector Santa Enriqueta del Centro Poblado de Chao – Viru – La Libertad. Elaboración Propia

Luego de esto se realizarán las excavaciones a cielo abierto, hasta llegar a la profundidad que se desea, las muestras deben identificarse cuidadosamente con la respectiva perforación o calicata y con la profundidad a la cual fue tomada.

Guárdense muestras para la determinación de la humedad natural en recipientes de cierre hermético para evitar pérdidas de la misma. Cuando el secado de muestras puede afectar la clasificación y los resultados de los ensayos, las muestras deben ser protegidas para la pérdida de humedad. (Norma E101 – MTC)

4.1.2. Fase N° 02 – Análisis y evaluación de la muestra

Una vez culminado la toma de muestra se procede con el transporte, análisis y evaluación de la muestra, la cual será realizada en un laboratorio que contenga los equipos necesarios, los cuales deben estar debidamente calibrados y estén operativos según la normativa del MTC.

4.1.3. Fase N° 03 – Ensayos de Abrasion de los Ángeles

Este ensayo determina la degradación de agregados minerales de gradaciones normalizadas resultantes de una combinación de acciones. Los valores están establecidos en unidades del Sistema Internacional y serán considerados como estándar. (Norma E101 – MTC)

4.1.4. Fase N° 04 – Ensayos para el contenido de humedad

El ensayo de contenido de humedad de un suelo, demuestra la magnitud de contenido que se presenta en la muestra y es expresada como porcentaje; obteniéndose del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso del suelo que permanece del secado en horno, el cual es denominado como el peso de las partículas sólidas. Esta diferencia entre pesos es debido al secado de las partículas de agua presentes en la muestra. (Norma E101 – MTC)

4.1.5. Fase N° 05 – Ensayo para el cálculo de límites

En este punto se desarrollará los ensayos necesarios para la obtención de los límites líquidos y plásticos de las muestras extraídas

4.1.6. Fase N° 06 – Ensayo Granulométrico

Este ensayo determina el tamaño de las partículas que están contenidas dentro del suelo en estudio. (Norma E101 – MTC)

4.1.7. Fase N° 07 – Calculo de Proctor Modificado

Este ensayo determina la relación entre el contenido de agua y el peso seco unitario de un suelo, para determinar cuáles son los valores óptimos para la compactación. (Norma E101 – MTC)

4.1.8. Fase N° 08 – Calculo del CBR

Este ensayo se usa para determinar la capacidad portante que tiene el suelo y sus componentes (subrasante, sub base y material de base). El índice obtenido como valor de CBR forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible. (Norma E101 – MTC)

4.1.9. Fase N° 09 – Elaboración del cuadro Resumen y Análisis de los Resultados

Se realizará la confección de los distintos cuadros que contengan los resultados generados de la aplicación de los ensayos anteriormente mencionados así mismo como cuadros resumen, que ayudaran al momento de analizar e interpretar dichos resultados.

Luego de esto se realizará la **Matriz de Datos**, para su posterior ingreso al Software IBM SPSS STATISTIC V. 26, para la obtención de los resultados que darán respuesta a los objetivos planificados y así mismo poder contrastar las hipótesis planteadas.

4.2. Análisis e Interpretación de Resultados

En este punto se desarrolló los cálculos estadísticos que sirvieron para obtener el resultado de cada uno de los objetivos planteados, por lo que primero se deberá realizar la presentación del cuadro resumen de datos y la matriz de datos normalizados que ayudaran a poder realizar la valoración del desempeño del uso de las distintas formas de estabilización química efectuada, debido a que dichos datos se presentan en distintas unidades de medida.

Tabla 13

Tabla Resumen de los Datos Recolectados

Ensayos Realizados	Tipo de Muestra						
	Muestra Estándar	Muestra Estándar + 2% de Cemento	Muestra Estándar + 4% de Cemento	Muestra Estándar + 6% de Cemento	Muestra Estándar + Aditivo 1.0L	Muestra Estándar + Aditivo 1.5L	Muestra Estándar + Aditivo 2.0L
Limite Líquido	37.20%	36.35%	34.10%	33.85%	34.54%	33.89%	30.34%
Limite Plástico	23.55%	24.26%	25.55%	26.32%	22.92%	19.29%	20.22%
Índice de Plasticidad	13.65%	12.09%	8.55%	7.53%	11.62%	14.60%	10.12%
Ensayo de Proctor Modificado - OCH	9.50%	9.26%	8.99%	8.52%	9.32%	9.26%	9.07%
Ensayo de Proctor Modificado - DSM	2.07 (g/cm ³)	2.13 (g/cm ³)	2.20 (g/cm ³)	2.25 (g/cm ³)	2.08 (g/cm ³)	2.09 (g/cm ³)	2.10 (g/cm ³)
Ensayo CBR 0.1 al 100%	24.60	34.30	42.90	67.60	31.40	33.30	38.60
Ensayo CBR 0.1 al 95%	17.50	24.00	33.10	51.70	21.70	22.10	30.20
Ensayo CBR 0.2 al 100%	32.10	45.70	57.20	90.10	41.80	44.40	51.50
Ensayo CBR 0.2 al 95%	23.30	31.80	43.70	68.80	29.20	29.70	40.00

Nota. En la tabla anterior se muestra el resumen de los datos obtenidos para cada una de las muestras analizadas en la presente investigación. Elaboración Propia

De estos resultados se procede a realizar la matriz de datos normalizados, teniendo en cuenta los criterios de maximización o minimización según corresponda; para lo cual se tuvo que desarrollar las siguientes tablas:

Tabla 14

Matriz de Datos para Normalización

Tipo de Muestra Analizada	Ensayos Realizados								
	Limite Líquido	Limite Plástico	Índice de Plasticidad	Ensayo de Proctor Modificado - DSM	Ensayo de Proctor Modificado - OCH	Ensayo CBR 0.1 al 100%	Ensayo CBR 0.1 al 95%	Ensayo CBR 0.2 al 100%	Ensayo CBR 0.2 al 95%
Muestra Estándar	37.20%	23.55%	13.65%	2.07 (g/cm ³)	9.50%	24.60	17.50	32.10	23.30
Muestra Estándar + 2% de Cemento	36.35%	24.26%	12.09%	2.13 (g/cm ³)	9.26%	34.30	24.00	45.70	31.80
Muestra Estándar + 4% de Cemento	34.10%	25.55%	8.55%	2.20 (g/cm ³)	8.99%	42.90	33.10	57.20	43.70
Muestra Estándar + 6% de Cemento	33.85%	26.32%	7.53%	2.25 (g/cm ³)	8.52%	67.60	51.70	90.10	68.80
Muestra Estándar + Aditivo 1.0L	34.54%	22.92%	11.62%	2.08 (g/cm ³)	9.32%	31.40	21.70	41.80	29.20
Muestra Estándar + Aditivo 1.5L	33.89%	19.29%	14.60%	2.09 (g/cm ³)	9.26%	33.30	22.10	44.40	29.70
Muestra Estándar + Aditivo 2.0L	30.34%	20.22%	10.12%	2.10 (g/cm ³)	9.07%	38.60	30.20	51.50	40.00
CRITERIO	Minimizar	Minimizar	Maximizar	Maximizar	Minimizar	Maximizar	Maximizar	Maximizar	Maximizar
VALOR BASE	30.34%	19.29%	14.60%	2.25 (g/cm ³)	8.52%	67.60	51.70	90.10	68.80

Nota. En la Tabla anterior se presenta la matriz de datos de las muestras analizadas, a las cuales se les aplico el criterio para lograr normalizar los datos recolectados. Elaboración Propia.

Tabla 15

Matriz de Datos Normalizados

Tipo de Muestra Analizada	Limite Liquido	Limite Plástico	Índice de Plasticidad	Ensayo de Proctor Modificado - DSM	Ensayo de Proctor Modificado - OCH	Ensayo CBR 0.1 al 100%	Ensayo CBR 0.1 al 95%	Ensayo CBR 0.2 al 100%	Ensayo CBR 0.2 al 95%
Muestra Estándar	0.82	0.82	0.93	0.92	0.90	0.36	0.34	0.36	0.34
Muestra Estándar + 2% de Cemento	0.83	0.80	0.83	0.95	0.92	0.51	0.46	0.51	0.46
Muestra Estándar + 4% de Cemento	0.89	0.75	0.59	0.98	0.95	0.63	0.64	0.63	0.64
Muestra Estándar + 6% de Cemento	0.90	0.73	0.52	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Muestra Estándar + Aditivo 1.0L	0.88	0.84	0.80	0.92	0.91	0.46	0.42	0.46	0.42
Muestra Estándar + Aditivo 1.5L	0.90	1.00	1.00	0.93	0.92	0.49	0.43	0.49	0.43
Muestra Estándar + Aditivo 2.0L	1.00	0.95	0.69	0.93	0.94	0.57	0.58	0.57	0.58

Nota. En la tabla anterior se muestra la normalización de los datos recolectados de la ejecución de los distintos ensayos sobre las distintas muestras analizadas. Elaboración Propia.

Una vez normalizado los datos se puede calcular el puntaje final obtenido por cada muestra y el índice del desempeño en mejora según los criterios que tiene cada ensayo ejecutado obteniendo la siguiente tabla:

Tabla 16

Índice de Desempeño de las Muestras Analizadas

Tipo de Muestra Analizada	Puntaje Total	% Desempeño
Muestra Estándar	5.78	64.26%
Muestra Estándar + 2% de Cemento	6.27	69.62%
Muestra Estándar + 4% de Cemento	6.70	74.45%
Muestra Estándar + 6% de Cemento	8.14	90.50%
Muestra Estándar + Aditivo 1.0L	6.13	68.08%
Muestra Estándar + Aditivo 1.5L	6.59	73.21%
Muestra Estándar + Aditivo 2.0L	6.83	75.87%

Nota. En la tabla se muestra el puntaje final y el índice de Desempeño obtenido de cada una de las muestras analizadas según los criterios de cada ensayo efectuado. Elaboración Propia

Este índice de desempeño es calculado en base a un total de 9 ensayos realizados donde la muestra idónea debería obtener un puntaje máximo de 9 puntos, al cumplir óptimamente con todos los criterios determinados para cada ensayo.

Una vez concluido con el análisis previo se procede a obtener los resultados de cada uno de los objetivos planteados:

Objetivo General: Analizar de qué manera el uso de estabilizadores químicos contribuye en la estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el Sector Santa Enriqueta, Centro Poblado de Chao, Viru – La Libertad.

Para esto se calculó el porcentaje de diferencia que tiene cada una de las muestras con respecto a la muestra estándar, por lo que obtuvimos la siguiente tabla:

Tabla 17

Porcentaje de Diferencia de las Muestras

Tipo de Muestra Analizada	% Dif
Muestra Estándar	0.00%
Muestra Estándar + 2% de Cemento	5.35%
Muestra Estándar + 4% de Cemento	10.19%
Muestra Estándar + 6% de Cemento	26.24%
Muestra Estándar + Aditivo 1.0L	3.81%
Muestra Estándar + Aditivo 1.5L	8.94%
Muestra Estándar + Aditivo 2.0L	11.60%

Nota. En la tabla anterior se presenta el porcentaje de diferencia que tienen las muestras analizadas con respecto a la muestra estándar. Elaboración Propia

De la tabla anterior se puede determinar que el uso de estabilizadores químicos contribuye en un incremento positivo en la estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el Sector Santa Enriqueta, Centro Poblado de Chao, Viru – La Libertad, donde la Muestra Estándar + 6% de Cemento obtuvo el mayor porcentaje de mejora el cual fue del 26.24% con respecto a la muestra estándar; del mismo modo la Muestra Estándar+ Aditivo 1.0 L fue la que obtuvo el menor porcentaje de mejora siendo este del 3.81% con respecto a la muestra estándar.

Objetivo Específico N° 01: Medir el nivel de resistencia de abrasión (ABRACION DE LOS ÁNGELES) del suelo al aplicar los estabilizadores químicos.

Para el desarrollo del presente objetivo específico se tuvo en cuenta la extracción de los resultados obtenidos de la ejecución del ensayo de abrasión de los Ángeles, en el cual determina el porcentaje de resistencia al desgaste por fricción que manifiestan los elementos que conforman las muestras analizadas, donde obtuvimos la siguiente tabla:

Tabla 18

Resultados del Ensayo de Abrasión de los Ángeles

Muestra	% de Resistencia a la Abrasión
Muestra Estándar	39.56%
Muestra Estándar + 2% C	40.71%
Muestra Estándar + 4% C	42.04%
Muestra Estándar + 6% C	43.00%
Muestra Estándar + Aditivo 1.0L	39.75%
Muestra Estándar + Aditivo 1.5L	39.94%
Muestra Estándar + Aditivo 2.0L	40.13%

Nota. En la tabla se muestra el porcentaje de resistencia a la abrasión calculado luego de la ejecución del Ensayo de Abrasión de los Ángeles. Elaboración Propia

De la tabla anterior se puede determinar que la resistencia a la abrasión incremento en todos los casos donde se usaron estabilizadores químicos, siendo la Muestra Estándar + 6% C el que obtuvo un porcentaje de resistencia mayor a la abrasión siendo este del 43.00%; por otro lado, la Muestra Estándar + Aditivo 1.0L fue la que tuvo la resistencia a la abrasión más cercana a la muestra estándar con un 39.75%.

Objetivo Especifico N° 02: Medir las características físicas que presenta el suelo luego de la aplicación de estabilizadores químicos.

Para el desarrollo del presente objetivo específico se tomará en cuenta los índices de Plasticidad obtenidos de las muestras analizadas, donde se observará la diferencia que se tiene entre ellos, para posteriormente ser analizadas en base al criterio deseado del ensayo, lo que resulto en la siguiente tabla:

Tabla 19

Resultados de las Características Físicas de las muestras

Tipo de Muestra Analizada	Índice de Plasticidad
Muestra Estándar	13.65%
Muestra Estándar + 2% de Cemento	12.09%
Muestra Estándar + 4% de Cemento	8.55%
Muestra Estándar + 6% de Cemento	7.53%
Muestra Estándar + Aditivo 1.0L	11.62%
Muestra Estándar + Aditivo 1.5L	14.60%
Muestra Estándar + Aditivo 2.0L	10.12%

Nota. En la Tabla anterior se muestra los índices de plasticidad que presentaron cada una de las muestras analizadas. Elaboración Propia.

Del índice de plasticidad debemos tener en cuenta que mientras mas bajo sea este, más rápido cambiara de un estado semisólido a uno completamente liquido; por lo que el criterio en esta oportunidad es maximizar el índice obtenido de la muestra estándar; por lo que se observa que la Muestra Estándar + Aditivo 1.5 L es el único que logra mejorar este índice; no obstante es claro aclarar que la Muestras estándar a las que se les fue agregado cemento tendrán un efecto inverso por las mismas propiedades químicas del cemento el cual mejora la durabilidad perdiendo en el transcurso la plasticidad.

Objetivo Especifico N° 03: Medir las propiedades mecánicas que presenta el suelo luego de la aplicación de estabilizadores químicos.

Para el desarrollo del presente objetivo específico se analizó los resultados obtenidos del cálculo del Proctor modificado – DMS, el cual mide la mayor densidad que puede alcanzar un suelo al ser compactado con respecto a su humedad optima; por lo que la maximización de este valor determina una mejora las propiedades mecánicas que presentan las muestras; teniendo esto en cuenta se elaboró la siguiente tabla:

Tabla 20

Resultados del Proctor Modificado – DMS

Tipo de Muestra Analizada	Ensayo de Proctor Modificado - DSM	Dif
Muestra Estándar	2.07 (g/cm ³)	0.00
Muestra Estándar + 2% de Cemento	2.13 (g/cm ³)	0.06
Muestra Estándar + 4% de Cemento	2.20 (g/cm ³)	0.13
Muestra Estándar + 6% de Cemento	2.25 (g/cm ³)	0.18
Muestra Estándar + Aditivo 1.0L	2.08 (g/cm ³)	0.01
Muestra Estándar + Aditivo 1.5L	2.09 (g/cm ³)	0.02
Muestra Estándar + Aditivo 2.0L	2.10 (g/cm ³)	0.03

Nota. En la tabla se muestra los resultados del ensayo de Proctor modificado – DMS. Elaboración Propia

De la tabla anterior podemos determinar que en todos los casos los estabilizadores químicos lograron mejorar el valor del DMS de la muestra estándar; siendo el mayor incremento del DMS de la muestra fue la que estuvo expuesta al estabilizador químico cemento al 6% con un valor de 2.25 g/cm³; por otro lado, el valor mínimo de mejora fue obtenido por la Muestra Estándar + Aditivo 1.0L con un valor de 2.08 g/cm³

Objetivo Especifico N° 04: Evaluar la capacidad portante del CBR que presenta el suelo luego de la aplicación de estabilizadores químicos.

Para el desarrollo del presente objetivo específico se tendrá en cuenta los resultados obtenidos en los ensayos de CBR realizados a las distintas muestras, donde se espera que incremente el valor de la muestra estándar cuando es mezclada con los distintos estabilizadores químicos, por lo que se elaboró la siguiente tabla:

Tabla 21

Resultados de los Ensayos CBR

Tipo de Muestra Analizada	Ensayo			
	Ensayo CBR 0.1 al 100%	CBR 0.1 al 95%	Ensayo CBR 0.2 al 100%	Ensayo CBR 0.2 al 95%
Muestra Estándar	24.60	17.50	32.10	23.30
Muestra Estándar + 2% de Cemento	34.30	24.00	45.70	31.80
Muestra Estándar + 4% de Cemento	42.90	33.10	57.20	43.70
Muestra Estándar + 6% de Cemento	67.60	51.70	90.10	68.80
Muestra Estándar + Aditivo 1.0L	31.40	21.70	41.80	29.20
Muestra Estándar + Aditivo 1.5L	33.30	22.10	44.40	29.70
Muestra Estándar + Aditivo 2.0L	38.60	30.20	51.50	40.00

Nota. En la tabla anterior se muestra los resultados de los ensayos de CBR realizados. Elaboración Propia

De la tabla anterior se muestra que en todos los casos donde la muestra estándar fue expuesta a estabilizadores químicos; donde la Muestra Estándar + 6% de Cemento fue la que obtuvo un mayor incremento de los resultados del CBR; del mismo modo La Muestra Estándar + Aditivo 1.0L es la que obtuvo el menor incremento en los resultados obtenidos de los ensayos de CBR.

4.3. Docimasia de hipótesis

Este punto se refiere a la contrastación de los resultados obtenidos con cada una de las hipótesis planteadas, por lo que el presente punto se desarrollara en el orden en el que han establecido las hipótesis.

Hipótesis General: El análisis determino que el uso de estabilizadores químicos contribuye positivamente en la estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el Sector Santa Enriqueta, Centro Poblado de Chao, Viru – La Libertad.

Como se muestra en los resultados expuestos en la tabla N° 17, el uso de los estabilizadores químicos contribuyó positivamente en la estabilización de la capa de rodadura por lo que se procede a aceptar la hipótesis general planteada.

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos anteriormente se correlacionan con lo dicho por Cevallos Chaves, C. (2021), donde determino que el uso de estabilizantes químicos ayudó a mejorar la abrasión de los suelos mejorando así la resistencia de la vía y por ende beneficiando a la población de Zapan.

Los resultados obtenidos anteriormente se correlacionan con lo dicho por Cruzado Sagastegui, J. (2021), al determinar que con porcentajes de 3% y 6% de cemento se incrementaba significativamente las propiedades físicas de los suelos en un 88.69%, del mismo modo Yucra Callata A. (2017), determino que el uso del aditivo permazyme, logro mejorar las propiedades físicas en porcentajes del 2.69% al 11.14% según la concentración del mismo.

Los resultados obtenidos anteriormente se correlacionan con lo dicho por Rodriguez Yuapanqui V (2019), al demostrar que el suelo estabilizado con cemento portland tipo I mejora sus características mecánicas en un 29.50%; por otro lado, Carazas Chaves K. (2020), concluye también que la utilización del aditivo Permazyme logro tener un impacto favorable en las propiedades mecánicas del suelo evaluado en un 93%, determinando así su impacto positivo en su aplicación.

Los resultados obtenidos anteriormente se correlacionan con lo dicho por Olaya Bulla A. (2018), donde concluye que la utilización de agentes químicos como estabilizadores de suelos mejora la resistencia a la compresión del suelo inicial, además de ser rentable y eficiente disminuyendo el costo de la construcción de vías.

Según los investigadores consultados para la presente investigación todos concuerdan en que la aplicación de estabilizadores químicos contribuye significativamente en la estabilización de las distintas capas que posee un pavimento, dependiendo de las proporciones que se utilice que tienen relación con la capa que se va a estabilizar.

VI. CONCLUSIONES

Se concluye que existe una contribución significativa en la aplicación de estabilizadores químicos en la estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el Sector Enriqueta, centro poblado de Chao, Viru- La Libertad, del mismo modo se aclara que la menor incidencia en la contribución lo recibe la aplicación del Aditivo Perma-Zyme, por lo que para la estabilización de esta capa de rodadura del camino vecinal en el sector Enriqueta, Centro Poblado de Chao, Viru – La Libertad; es recomendable utilizar el cemento como estabilizador químico, al poseer una mayor influencia en todas sus proporciones evaluadas.

Se concluye que al aplicar el estabilizador químico (cemento o Perma-zyme), se obtuvo un incremento porcentual de 0.48%, al 8.70% con respecto al valor de abrasión base de la muestra; lo que se concluye en una influencia positiva y que genera un incremento en la resistencia al desgaste del suelo estudiado.

Se concluye que al aplicar el estabilizador químico (cemento o Perma-zyme), se incrementó las propiedades físicas de la muestra (reducción del índice de plasticidad), lo que originó un impacto positivo del 11.43% al 44.84%, con respecto al valor base.

Se concluye que al aplicar el estabilizador químico (cemento o Perma-zyme), se incrementó las propiedades mecánicas de la muestra (aumento de la densidad seca máxima), lo que originó un impacto positivo del 0.48% al 8.70%, con respecto al valor base.

Se concluye que al aplicar el estabilizador químico (cemento o Perma-zyme), se incrementó las propiedades mecánicas de la muestra (aumento del valor del CBR), lo que originó un impacto positivo del 30.22% al 180.69%, con respecto al valor base.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda en esta ocasión la utilización del Cemento como Estabilizador químico, al demostrar que tiene mejores resultados en aumentar las propiedades físicas y mecánicas de la muestra.

Se recomienda del mismo modo realizar pruebas con las distintas capas de la vía a fin de determinar que agente químico es mejor aplicar para cada una de ellas.

Se recomienda analizar los resultados sé que obtienen al aplicar distintos valores de concentración de los estabilizadores químicos evaluados, de esta manera poder ampliar la data obtenida con el fin de realizar un análisis económico posterior para asegurar la compra del agente que tenga la mejor incidencia en la mejora de las condiciones iniciales y tenga su análisis costo – beneficio sea el más adecuado.

Se recomienda el uso de otros estabilizadores químicos, en caso que no se tenga la posibilidad de adquirir los evaluados en la presente investigación; no obstante, se debe realizar las pruebas necesarias para la comparación con los resultados obtenidos en la presente investigación a fin de cuantificar su incidencia en el aporte de mejora.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvaro Becerra, C. E., y Cornejo Correa, E. J. (2021). *DISEÑO DE MEZCLA A NIVEL DE AFIRMADO APLICANDO EL ADITIVO PERMA-ZYME 11X EN EL TRAMO DE LA VIA MANCO CAPAC, EN EL DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD 2021* [Universidad Privada de Trujillo]. <http://www.upt.edu.pe/upt/web/home/contenido/100000000/65519409>
- Arias Gonzales, J. L. (2020). *Técnicas E Instrumentos De Investigación Científica Enfoques Consulting Eirl* (E. C. EIRL (ed.); Primera Ed). www.cienciaysociedad.org
- Arias Gonzales, J. L., y Covinos Gallardo, M. (2021). Diseño y metodología de la investigación. En *Enfoques Consulting EIRL*. <https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>
- Arispe Alburquerque, C. M., Yangali Vicente, J. S., Guerrero Bejarano, M. A., Lozada de Bonilla, O. R., Acuña Gamboa, L. A., y Arellano Sacramento, C. (2020). *LA INVESTIGACION CIENTIFICA: Una aproximacion para los estudios de posgrado* (U. I. del Ecuador (ed.); Primera Ed). <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>
- Barrera-Bucio, M., y Garnica-Anguas, P. (2002). Introducción a la mecánica de suelos no saturados en vías terrestres. En *Publicación técnica* (Número 198). <http://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt198.pdf>
- Barriga-Serruto, F. E. (2022). *Análisis comparativo de la estabilización de suelos arcillosos empleando cal y cemento, carretera vecinal Chonta carretera Interoceánica, Madre de Dios 2021* [Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/71578>
- Cabrejos, F., y Robles, B. (2020). *Manual de Redaccion de Tesis de Posgrado* (Universidad Privada Antenor Orrego (ed.); Primera Ed).
- Carazas, K., y Ponce-de-Leon-Ccoscco, E. (2021). *Mejoramiento técnico – económico en el diseño de la subrasante incorporando el producto Perma-Zyme en el sector Lastenia – Paucartambo – Cusco - 2020* [Universidad Cesar

Vallejo].

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Chavarry-Vallejos, C. M., Figueroa-Merino, R. A., y Reynaga-Tejada, R. E. (2020). Estabilización química de capas granulares con cloruro de calcio para vías no pavimentadas. *Polo del Conocimiento*, 5(06), 40–69. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i6.1465>

Condori-Ojeda, P. (2020). Niveles de investigación. En *Curso Taller*. http://grsanchez.blogspot.com/2013/06/niveles-de-investigacion_28.html%0Ahttp://grsanchez.blogspot.com/2013/06/niveles-de-investigacion_28.html%0Ahttps://www.youtube.com/watch?v=wind58OCg-c

Cruzado-Sagastegui, J. L. (2021). Influencia del Cemento Quisqueya, Inka y Viaforte en la estabilización de suelos para subrasante en los distritos de Huanchaco y Trujillo [Universidad Cesar Vallejo]. En *Universidad Cesar Vallejo*. http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hernández-Sampieri, R., y Mendoza, C. (2018). Las rutas Cuantitativa Cualitativa y Mixta. En *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. shorturl.at/mwS39

Hernandez Sampiero, R., Fernandez Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION* (McGraw-Hill (ed.); Sexta Edic). <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>

Ipince Cuevas, H. A. (2020). *Mejoramiento de la subrasante agregando ceniza de tusa de maíz en la calle 12 del distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo 2019*. Universidad Cesar Vallejo.

Larrea Olivero, B. R., y Rivas Cajo, J. C. (2019). *Estabilización de suelos arcillosos con Cloruro de Sodio y Cloruro de Calcio* [Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. <http://201.159.223.180/bitstream/3317/12607/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-293.pdf>

Llano, E., y Restrepo, G. (2022). Efecto del intemperismo sobre las propiedades fisicoquímicas, el desempeño y la durabilidad de suelos viales aditivados con

- estabilizantes químicos. *Studies in Engineering and Exact Sciences*, 3(1), 2–15. <https://doi.org/10.54021/seesv3n1-001>
- López, P., y Fachelli, S. (2017). Metodología de la Investigación. *Metodología de la Investigación Social Cuantitativa (2015)*, 0(17), 1–47. <https://acortar.link/2f5xu>
- Ramirez-Borbon, L. G. (2020). “PROCEDIMIENTO PARA MEJORAMIENTO DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZA VOLCÁNICA Y CAL PARA CUMPLIR CON LOS CRITERIOS DE ACEPTACIÓN QUE MARCA LA NORMA N-CMT-1-01/16”. Universidad Autonoma de Sinaloa.
- Rodriguez, V., y Silva, J. (2019). *Estabilización de suelos adicionando cemento portland tipo i mas cal hidratada en vias afirmadas, para el centro poblado alto trujillo, el porvenir - la libertad* [Universidad Privada Antenor Orrego]. http://www.gonzalezcabeza.com/documentos/CRECIMIENTO_MICROBIANO.pdf
- Romero, R. H. (2019). *ANALISIS DE COSTO Y CALIDAD DEL USO DE ESTABILIZADORES DE SUELO EN SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE ICHUPAMPA-LARI, PROVINCIA DE CAYLLOMA- AREQUIPA* [Universidad Alas Peruanas]. <https://www.google.com/maps/place/Universidad+Alas+Peruanas/@-5.7232368,-78.8050621,19z/data=!4m8!1m2!3m1!2sUniversidad+Alas+Peruanas!3m4!1s0x91b4fb6d6565fa81:0xe9eec4067064dc90!8m2!3d-5.7232551!4d-78.8049484>
- Sánchez Carlessi, H., Reyes Romero, C., y Mejía Sáenz, K. (2018). Manual de Términos en Investigación científico, Tecnología y humanística. En *Vicerrectorado de Investigación* (Vol. 1). <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>
- Sosa-Cutipa, R. (2018). *Estabilización de suelos en la superficie de rodadura con el perma (zyme 30X) de la carretera no pavimentada Chupa – Arapa, Azangaro, Puno* [Universidad Peruana Union]. <https://bit.ly/3HRftMQ>
- Thenoux, G., y Vera, S. (2002). Evaluación de la efectividad del cloruro de

magnesio hexahidratado (Bischofita) como estabilizador químico de capas de rodadura granulares. *Materiales de Construccion*, 52(265), 5–22.
<https://doi.org/10.3989/mc.2002.v52.i265.341>

ANEXOS

ANEXO A: PANEL FOTOGRAFICO**FIGURA 1***Calicata n°1***FIGURA 2***Calicata n°2*

FIGURA 3*Granulometría***FIGURA 4***Ensayo de Casa Grande*

FIGURA 5

Ensayo de Proctor

**FIGURA 5**

Tomar datos de ensayo



ANEXO B: ENSAYOS DE LABORATORIO

CONTENIDO TOTAL DE HUMEDAD EVAPORABLE EN LOS SUELOS
NTP 339.127

Proyecto : Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad

Ubicación : Chao- Virú- La Libertad

Autoras : Contreras Espejo, Cindy Janeth
De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes

Muestra : Material para afirmado

DATOS TÉCNICOS

ARENA ARCILLOSA CON GRAVAS

	M-1	M-2
Masa del Contenedor (g)	45.85	49.60
Masa de Suelo Húmedo + Contenedor (g)	753.69	802.17
Masa de Suelo Seco + Contenedor (g)	705.69	751.92
Masa de Suelo Seco (g), M_s	659.84	702.32
Masa de Agua (g), M_w	48.00	50.25
Contenido de Humedad (%)	7.27	7.15
	7.21	

ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-88)

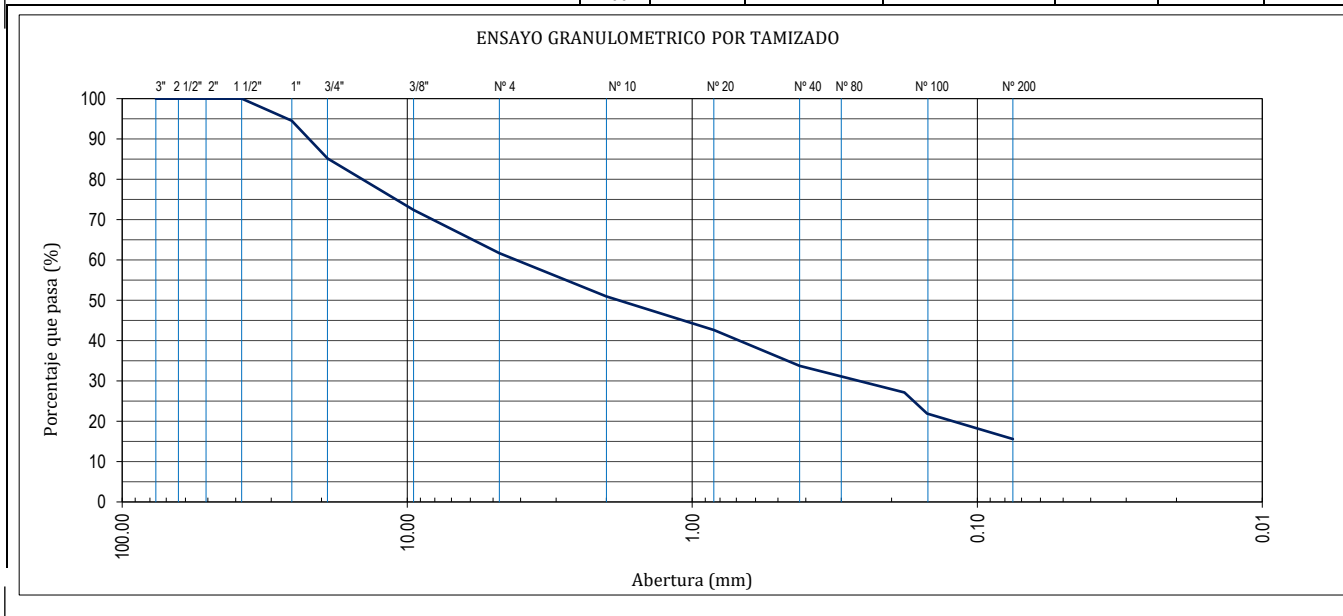
Proyecto : Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad

Ubicación : Chao- Virú- La Libertad

Autoras : Contreras Espejo, Cindy Janeth
De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes

Muestra : Material para afirmado

ARENA ARCILLOSA CON GRAVAS									
			Tamiz			Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido Parcial (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)
			Malla	Abert.(mm)	Serie				
PESO	3585.9 g.		3"	76.200	32854	0.0	0.0	0.0	100.0
			2"	50.800	33708	0.0	0.0	0.0	100.0
			1 1/2"	38.100	42260	0.0	0.0	0.0	100.0
SUCS:	SC		1"	25.400	42774	196.5	5.5	5.5	94.5
AASHTO:	A-2-6(0)		3/4"	19.050	46118	334.8	9.3	14.8	85.2
			3/8"	9.500	42967	458.9	12.8	27.6	72.4
%W	7.21	%Grava:	N° 4	4.750	34993	384.1	10.7	38.3	61.7
L.L	37.4	%Arena:	N° 10	2.000	45806	385.2	10.7	49.1	50.9
I.P.	13.65	%Finos:	N° 20	0.840	45149	298.5	8.3	57.4	42.6
			N° 40	0.420	43661	318.6	8.9	66.3	33.7
D₁₀ :	-	Cu :	N° 80	0.180	34874	236.5	6.6	72.9	27.1
D₃₀ :	0.26	Cc :	N° 100	0.150	34875	185.9	5.2	78.1	21.9
D₆₀ :	4.15		N° 200	0.075	44659	227.4	6.3	84.4	15.6
			< N° 200			559.5	15.6	100.0	0.0



CBR DE SUELOS

MTC E 132 - 2000

Proyecto : Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad

Ubicación : Chao- Virú- La Libertad

Autoras : Contreras Espejo, Cindy Janeth
: De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes

Datos de la Muestra												
Área Pistón de Penetración	: 19.4 cm ²	Método Proctor	: C									
Tipo de Muestra	: Alterada	Máxima densidad seca (gr/cm ³)	: 2.07									
Preparación de Muestra	: Húmeda	Óptimo cont. Humedad (%)	: 9.50%									
Compactación de Especímenes												
Molde N°	1			2			3					
N° Capa	5			5			5					
Golpes por capa N°	56			26			12					
Cond. de la muestra	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	
Peso molde + Suelo húmedo	12618	12618	12742	12742	12629	12629	12629	12629	12629	12629	12629	
Peso de molde (g)	8031			8172			8308					
Peso del suelo húmedo (g)	4587	4587	4570	4570	4321	4321	4321	4321	4321	4321	4321	
Volumen del molde (cc)	2022			2122			2110					
Densidad húmeda (gr/cc)	2.269	2.269	2.154	2.154	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	
Contenido de humedad de los especímenes												
Tarro N°												
Tarro + Suelo húmedo (g)	120.78	126.31	124.93	123.18	130.64	129.74	120.78	126.31	124.93	123.18	130.64	
Tarro + Suelo seco (g)	112.28	117.52	116.25	114.74	121.46	120.68	112.28	117.52	116.25	114.74	121.46	
Peso del Agua (g)	8.5	8.79	8.68	8.44	9.18	9.06	8.5	8.79	8.68	8.44	9.18	
Peso del tarro (g)	22.69	25.48	25.17	25.62	24.15	25.07	22.69	25.48	25.17	25.62	24.15	
Peso del suelo seco (g)	89.59	92.04	91.08	89.12	97.31	95.61	89.59	92.04	91.08	89.12	97.31	
Humedad (%)	9.49	9.55	9.53	9.47	9.43	9.48	9.49	9.55	9.53	9.47	9.43	
Densidad seca (gr/cc)	2.071			1.967			1.871					
Expansión												
Fecha	Hora lec.	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión		
				mm	%		mm	%		mm	%	
10/11/22	12:30	24	40	0.10	0.08	72.00	0.18	0.14	111.00	0.28	0.22	
11/11/22	12:35	48	88	0.22	0.18	146.00	0.37	0.29	205.00	0.52	0.41	
12/11/22	12:28	72	121	0.31	0.24	202.00	0.51	0.40	309.00	0.78	0.62	
13/11/22	12:27	96	159	0.40	0.32	271.00	0.69	0.54	419.00	1.06	0.84	
Penetración												
Penetración mm	Carga Estándar Kg/cm ²	Molde de 56 golpes/capa			Molde de 26 golpes/capa			Molde de 12 golpes/capa				
		Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kgf/cm ²	Corregida	Dial	Kgf/cm ²	Corregida		
0.63		40.00	1.98		30.00	1.49		22.00	1.09			
1.27		87.00	4.31		58.00	2.87		47.00	2.33			
1.90		162.00	8.02		98.00	4.85		74.00	3.67			
2.54	70.31	283.00	14.02	16.91	174.00	8.62	12.27	131.00	6.49	8.91		
3.17		349.00	17.29		241.00	11.94		177.00	8.77			
3.81		457.00	22.63		329.00	16.30		236.00	11.69			
5.08	105.46	706.00	34.97	33.83	481.00	23.82	24.54	365.00	18.08	17.83		
7.62		825.00	40.86		591.00	29.27		421.00	20.85			
10.16		1057.00	52.35		709.00	35.12		538.00	26.65			
12.70		1322.00	65.48		968.00	47.94		713.00	35.31			

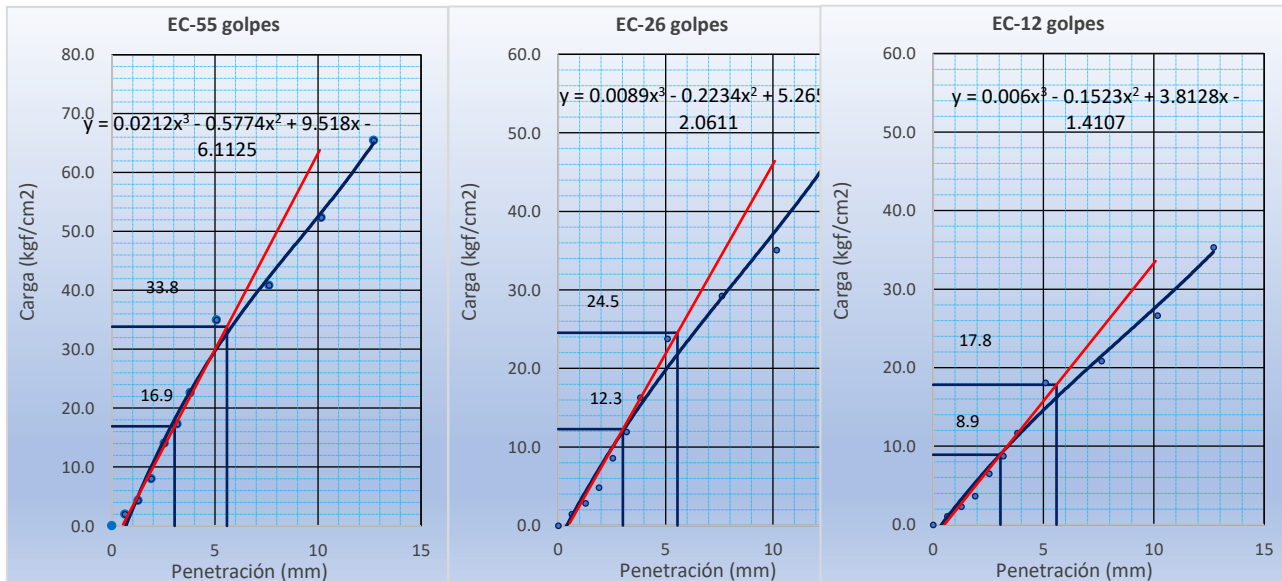
CBR DE SUELOS MTC E 132 - 2000

Proyecto : Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad

Ubicación : Chao- Virú- La Libertad

Autoras : Contreras Espejo, Cindy Janeth
: De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes

Gráfico Penetración CBR



Carga(2.54mm)	16.91	Carga(5.08mm)	33.83	Carga(2.54mm)	12.3	Carga(5.08mm)	24.5	Carga(2.54mm)	8.9	Carga(5.08mm)	17.8
---------------	-------	---------------	-------	---------------	------	---------------	------	---------------	-----	---------------	------

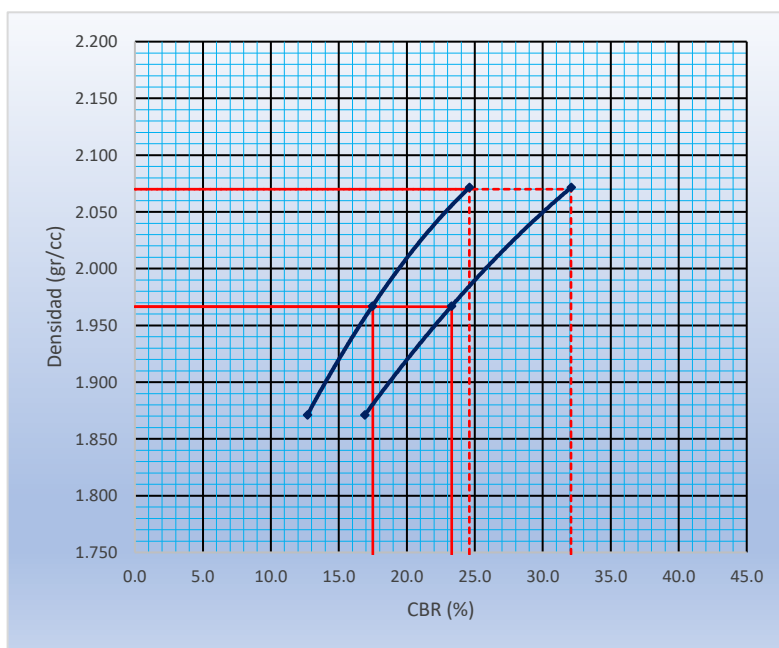
Proctor / Densidad Natural / O.C.H.	
Máxima Dens. Seca (gr/cc)	2.070
95% de la M.D.S. (gr/cc)	1.967
Densidad Natural (gr/cc)	-
Óptimo Humedad (%)	9.50%

N golpes	C.B.R. (1")	C.B.R. (2")	Densidad
56	24.6	32.1	2.071
26	17.5	23.3	1.967
12	12.7	16.9	1.871

RESULTADOS DE C.B.R. (0.1")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	24.6
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	17.5

RESULTADOS DE C.B.R. (0.2")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	32.1
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	23.3

% de Expansión	bajo
----------------	------



LÍMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D 4318)

Proyecto : Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad

Ubicación : Chao- Virú- La Libertad

Autoras : Contreras Espejo, Cindy Janeth
: De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes

Muestra : Material para afirmado

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (MTC E-111)									
N° Tarro	3	4							
Tarro + Suelo humedo. (g)	32.14	29.39							
Tarro + Suelo seco (g)	30.48	28.11							
Peso Agua (g)	1.66	1.28							
Peso del Tarro (g)	23.41	22.69							
Peso del suelo seco (g)	7.07	5.42							
Humedad (%)	23.48	23.62							
Limite Plastico (%)	23.55								
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E-110)									
N° Tarro	5	6	7						
Numero de Golpes	18	23	30						
Peso tarro + suelo humedo (g)	50.77	49.05	48.22						
Peso tarro+suelo seco (g)	45.67	44.85	44.29						
Peso del Agua (g)	5.1	4.2	3.93						
Peso del tarro (g)	32.44	33.74	33.49						
Peso del suelo seco (%)	13.23	11.11	10.8						
Humedad (%)	38.55	37.80	36.39						
Limite Liquido (%)	37.20								
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 60%;"> <p style="text-align: center;">Numero Golpes vs Humedad (%)</p> </div> <div style="width: 35%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Límites de Consistencia</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Límite Líquido (%)</td> <td style="text-align: center;">37.20</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Límite Plástico (%)</td> <td style="text-align: center;">23.55</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Índice de Plasticidad (%)</td> <td style="text-align: center;">13.65</td> </tr> </table> </div> </div>				Límite Líquido (%)	37.20	Límite Plástico (%)	23.55	Índice de Plasticidad (%)	13.65
Límite Líquido (%)	37.20								
Límite Plástico (%)	23.55								
Índice de Plasticidad (%)	13.65								

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

N.T.P. 339.141

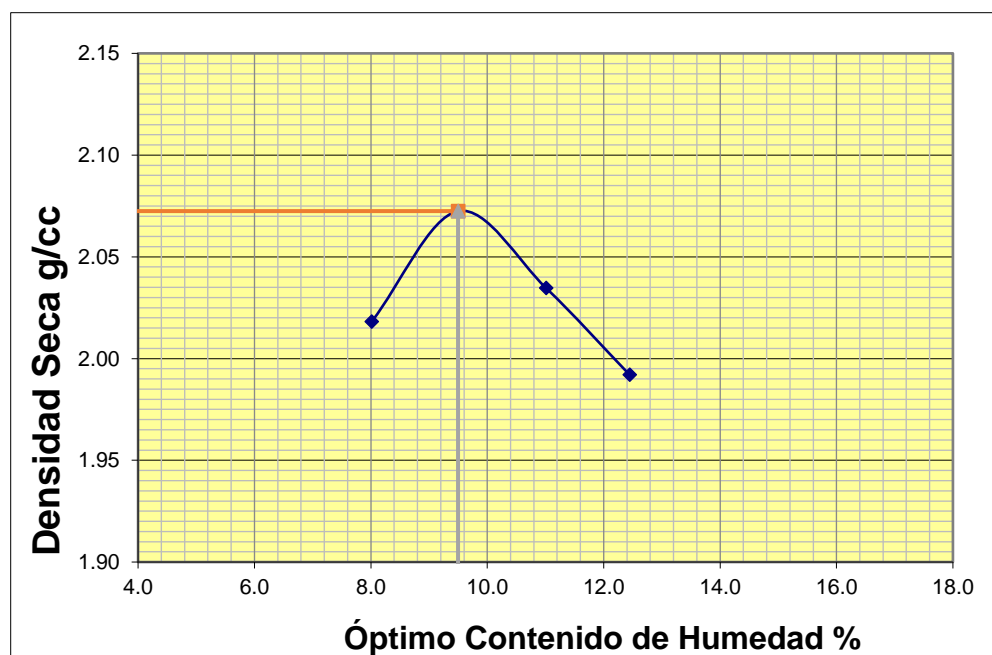
Proyecto: Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad

Ubicación: Chao- Virú- La Libertad

Muestra: Material para afirmado

Autoras: Contreras Espejo, Cindy Janeth
De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes

Nº DE ENSAYO	1		2		3		4	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	7395.20		7584.90		7562.30		7522.60	
Peso del Molde (g)	2764.90		2764.90		2764.90		2764.90	
Peso Suelo Húmedo (g)	4630.30		4820.00		4797.40		4757.70	
Volúmen del molde (cc)	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
Densidad Suelo humedo (g/cc)	2.180		2.269		2.259		2.240	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H₂O agregada	8%		9.5%		11%		12.5%	
Peso Tarro +Suelo humedo (g)	318.59	336.47	348.19	330.35	344.88	296.78	341.62	357.67
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	297.38	314.24	321.15	305.22	314.59	270.37	307.52	322.16
Peso Tarro (g)	35.29	34.18	40.42	36.82	35.75	33.69	34.78	35.41
Peso del agua	21.21	22.23	27.04	25.13	30.29	26.41	34.10	35.51
Peso de suelo seco	262.09	280.06	280.73	268.40	278.84	236.68	272.74	286.75
Humedad (%)	8.1	7.9	9.6	9.4	10.9	11.2	12.5	12.4
Humedad promedio (%)	8.015		9.497		11.011		12.443	
Densidad Seca (g/cc)	2.018		2.072		2.035		1.992	



METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	56
DSM (g/cm³)	2.07
OCH (%)	9.50

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	1

PESO(g):	2764.9
VOLUMEN(cc):	2124.0

DESGASTE POR ABRASIÓN

(NTP 400.019)

Proyecto: Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad

Ubicación: Chau - Virú - La Libertad

Autoras: Contreras Espejo Cindy Janeth
De la Cruz Gonzales Clarice Mercedes

Muestra: Material para afirmado

Tipo: GRADACIÓN "A".

Fecha: 10 de noviembre del 2022

PROCESAMIENTO DE DATOS:

$$A = 5,005.5 \text{ G}$$

$$B = 3,025.4 \text{ G}$$

$$\% \text{ Desgaste} = \frac{A - B}{A} * 100$$

% Desgaste = 39.56%

Tamaño del Agregado		MÉTODO					
Pasa Tamiz	Retenido T.	A	B	C	D	F	G
2"	1 1/2"					5000±50	
1 1/2"	1"	1250±25				5000±25	5000±25
1"	3/4"	1250±25					5000±25
3/4"	1/2"	1250±10	2500±10				
1/2"	3/8"	1250±10	2500±10				
3/8"	1/4"			2500±10			
1/4"	Nº4			2500±10			
Nº4	Nº8				5000±10		

CBR DE SUELOS
MTC E 132 - 2000

Proyecto : Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad

Ubicación : Chao- Virú- La Libertad

Autoras : Contreras Espejo, Cindy Janeth
: De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes

Datos de la Muestra											
Área Pistón de Penetración	: 19.4 cm ²	Método Proctor	: C								
Tipo de Muestra	: Alterada	Máxima densidad seca (gr/cm ³)	: 2.13								
Preparación de Muestra	: Húmeda	Óptimo cont. Humedad (%)	: 9.26%								
Compactación de Especímenes											
Molde N°		1		2		3					
N° Capa		5		5		5					
Golpes por capa N°		56		26		12					
Cond. de la muestra		Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada				
Peso molde + Suelo húmedo		12740	12740	12879	12879	12759	12759				
Peso de molde (g)		8031		8172		8308					
Peso del suelo húmedo (g)		4709	4709	4707	4707	4451	4451				
Volumen del molde (cc)		2022		2122		2110					
Densidad húmeda (gr/cc)		2.329	2.329	2.218	2.218	2.109	2.109				
Contenido de humedad de los especímenes											
Tarro N°											
Tarro + Suelo húmedo (g)		131.15	129.83	132.68	135.57	145.61	143.22				
Tarro + Suelo seco (g)		122.58	121.25	123.69	126.18	135.43	133.18				
Peso del Agua (g)		8.57	8.58	8.99	9.39	10.18	10.04				
Peso del tarro (g)		30.25	28.47	26.69	24.78	25.24	23.64				
Peso del suelo seco (g)		92.33	92.78	97	101.40	109.69	109.54				
Humedad (%)		9.28	9.25	9.27	9.26	9.28	9.17				
Densidad seca (gr/cc)		2.131		2.030		1.931					
Expansión											
Fecha	Hora lec.	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/11/22	10:36	24	30	0.08	0.06	59.00	0.15	0.12	85.00	0.22	0.17
17/11/22	10:34	48	71	0.18	0.14	105.00	0.27	0.21	143.00	0.36	0.29
18/11/22	10:36	72	94	0.24	0.19	153.00	0.39	0.31	213.00	0.54	0.43
19/11/22	10:35	96	117	0.30	0.23	201.00	0.51	0.40	342.00	0.87	0.68
Penetración											
Penetración mm	Carga Estándar Kg/cm ²	Molde de 56 golpes/capa			Molde de 26 golpes/capa			Molde de 12 golpes/capa			
		Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	Corregida	
0.63		141.00	6.98		94.00	4.66		69.00	3.42		
1.27		240.00	11.89		143.00	7.08		88.00	4.36		
1.90		360.00	17.83		204.00	10.10		138.00	6.84		
2.54	70.31	493.00	24.42	24.09	322.00	15.95	17.12	233.00	11.54	13.28	
3.17		594.00	29.42		383.00	18.97		344.00	17.04		

3.81		734.00	36.35		531.00	26.30		426.00	21.10	
5.08	105.46	938.00	46.46	48.18	711.00	35.22	34.24	579.00	28.68	26.56
7.62		1228.00	60.82		810.00	40.12		735.00	36.40	
10.16		1424.00	70.53		954.00	47.25		865.00	42.84	
12.70		1624.00	80.44		1075.00	53.24		1033.00	51.16	

Muestra : Material para afirmado con 2% de cemento

CBR DE SUELOS MTC E 132 - 2000

Proyecto : Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad

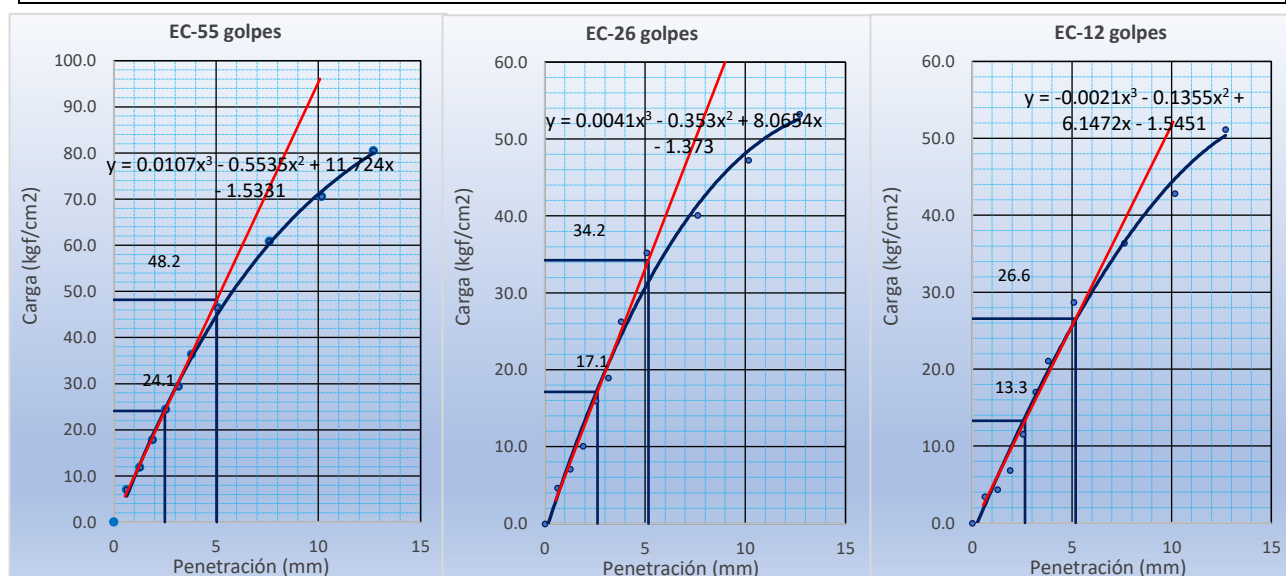
Ubicación : Chao- Virú- La Libertad

Autoras : Contreras Espejo, Cindy Janeth

: De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes

Muestra : Material para afirmado con 2% de cemento

Gráfico Penetración CBR



Carga(2.54mm)	24.09	Carga(5.08mm)	48.18	Carga(2.54mm)	17.1	Carga(5.08mm)	34.2	Carga(2.54mm)	13.3	Carga(5.08mm)	26.6
---------------	-------	---------------	-------	---------------	------	---------------	------	---------------	------	---------------	------

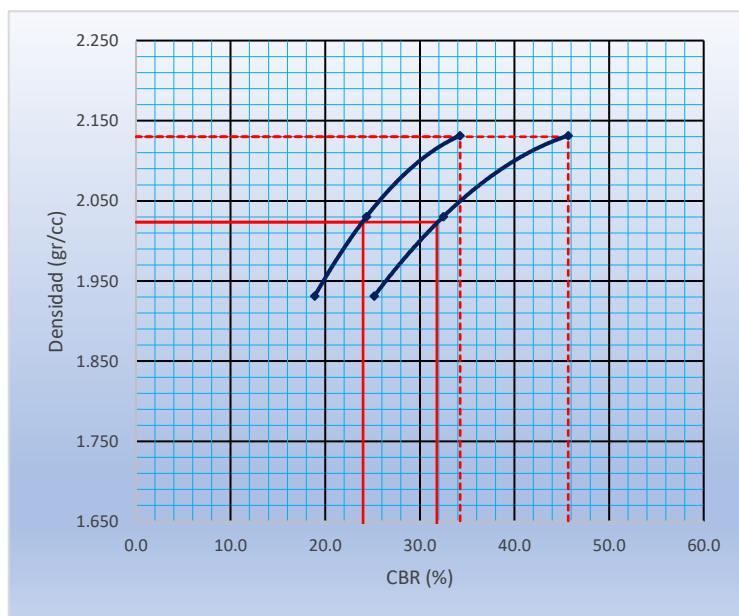
Proctor / Densidad Natural / O.C.H.			
Máxima Dens. Seca (gr/cc)			2.130
95% de la M.D.S. (gr/cc)			2.024
Densidad Natural (gr/cc)			-
Optimo Humedad (%)			9.26%

N golpes	C.B.R. (1")	C.B.R. (2")	Densidad
56	34.3	45.7	2.131
26	24.4	32.5	2.030
12	18.9	25.2	1.931

RESULTADOS DE C.B.R. (0.1")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	34.3
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	24.0

RESULTADOS DE C.B.R. (0.2")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	45.7
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	31.8
% de Expansión	bajo

LÍMITES DE

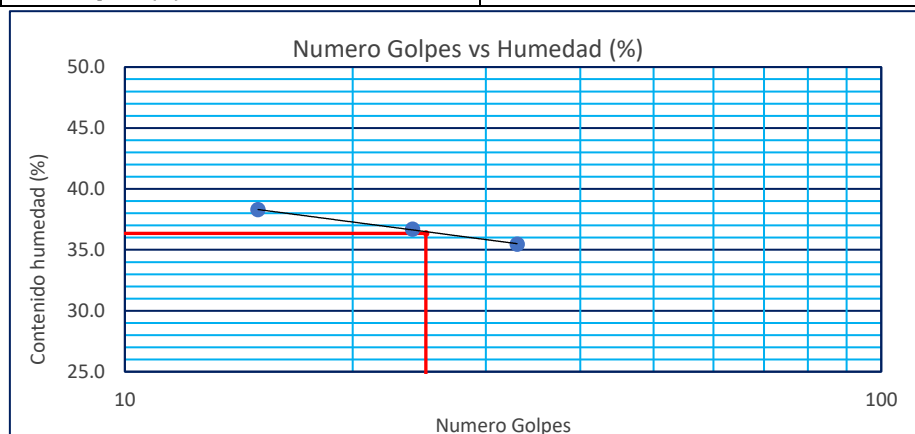


CONSISTENCIA - PASA MALLA N°40 (ASTM D 4318)

- Proyecto** : Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad
- Ubicación** : Chao- Virú- La Libertad
- Autoras** : Contreras Espejo, Cindy Janeth
De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes
- Muestra** : Material para afirmado con adición de 2% de cemento

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (MTC E-111)			
Nº Tarro	3	4	
Tarro + Suelo humedo. (g)	30.82	31.19	
Tarro + Suelo seco (g)	29.37	29.79	
Peso Agua (g)	1.45	1.40	
Peso del Tarro (g)	23.38	24.03	
Peso del suelo seco (g)	5.99	5.76	
Humedad (%)	24.21	24.31	
Limite Plastico (%)	24.26		
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E-110)			
Nº Tarro	5.00	6.00	7.00

Numero de Golpes	15	24	33
Peso tarro + suelo humedo (g)	51.20	48.28	50.43
Peso tarro+suelo seco (g)	45.17	43.73	45.23
Peso del Agua (g)	6.03	4.55	5.20
Peso del tarro (g)	29.42	31.33	30.57
Peso del suelo seco (%)	15.75	12.40	14.66
Humedad (%)	38.29	36.69	35.47
Limite Liquido (%)	36.35		



Limite de
Consistencia
de suelos

Limite liquido (%)	36.35
Limite Plástico (%)	24.26
Índice de Plasticidad (%)	12.09

ENSAYO DE COMPACTACIÓN N.T.P. 339.141

Proyecto: Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad

Ubicación: Chao- Virú- La Libertad

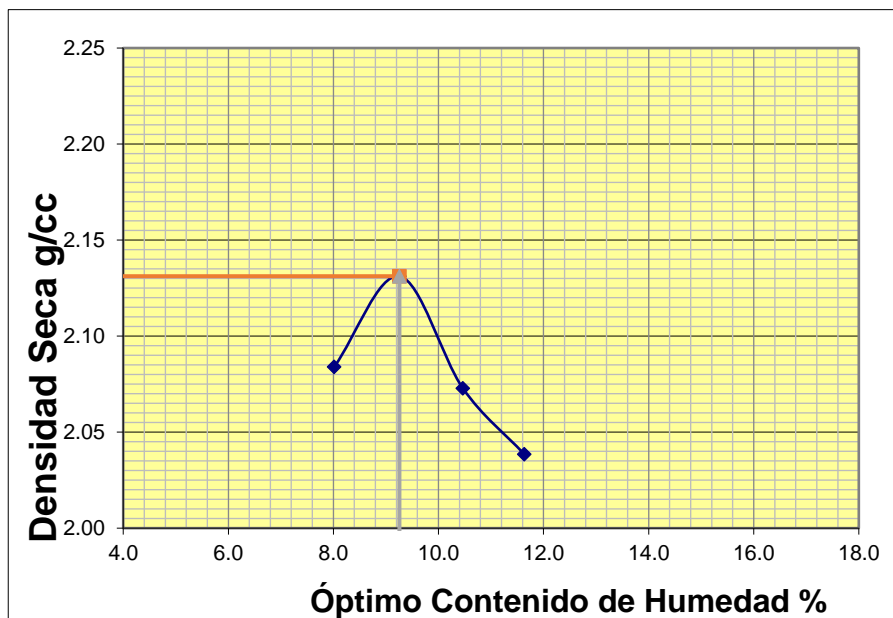
Muestra: Material para afirmado con adición de 2% de cemento

Autoras: Contreras Espejo, Cindy Janeth
De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	7546.00	7710.60	7628.40	7598.40
Peso del Molde (g)	2764.90	2764.90	2764.90	2764.90
Peso Suelo Húmedo (g)	4781.10	4945.70	4863.50	4833.50
Volúmen del molde (cc)	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00
Densidad Suelo humedo (g/cc)	2.251	2.328	2.290	2.276

Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H₂O agregada	8.0%		9.3%		10.5%		11.6%	
Peso Tarro +Suelo humedo (g)	267.51	274.89	261.94	277.84	272.93	261.15	260.15	280.29
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	250.69	257.49	244.14	258.63	251.46	240.86	238.59	257.45
Peso Tarro (g)	39.45	41.82	50.67	52.37	44.71	48.36	54.50	59.80

Peso del agua	16.82	17.40	17.80	19.21	21.47	20.29	21.56	22.84
Peso de suelo seco	211.24	215.67	193.47	206.26	206.75	192.50	184.09	197.65
Humedad (%)	8.0	8.1	9.2	9.3	10.4	10.5	11.7	11.6
Humedad promedio (%)	8.015		9.257		10.462		11.634	
Densidad Seca (g/cc)	2.084		2.131		2.073		2.039	



METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	56
DSM (g/cm³)	2.13
OCH (%)	9.26

DATOS DEL MOLDE	
N°:	1
PESO(g):	2764.9
VOLUMEN(cc):	2124.0

CBR DE SUELOS MTC E 132 - 2000

- Proyecto** : Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad
- Ubicación** : Chao- Virú- La Libertad
- Autoras** : Contreras Espejo, Cindy Janeth
: De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes

Datos de la Muestra						
Área Pistón de Penetración	: 19.4 cm ²	Método Proctor	:	C		
Tipo de Muestra	: Alterada	Máxima densidad seca (gr/cm ³)	:	2.2		
Preparación de Muestra	: Húmeda	Óptimo cont. Humedad (%)	:	8.99%		
Compactación de Especímenes						
Molde N°		1		2		3
N° Capa		5		5		5
Golpes por capa N°		56		26		12
Cond. de la muestra		Saturada		Saturada		Saturada
Peso molde + Suelo húmedo		12887		12887		13015
Peso de molde (g)		8031		8172		8308
Peso del suelo húmedo (g)		4856		4856		4843
Volumen del molde (cc)		2022		2122		2110
Densidad húmeda (gr/cc)		2.402		2.402		2.282
				2.282		2.070
						2.070
Contenido de humedad de los especímenes						
Tarro N°						
Tarro + Suelo húmedo (g)		132.96		131.74		140.29
Tarro + Suelo seco (g)		124.18		123.01		130.77
						126.84
						131.46
						128.12

Peso del Agua (g)	8.78	8.73	9.52	8.98	9.47	9.25					
Peso del tarro (g)	26.15	25.48	24.69	26.17	25.85	24.69					
Peso del suelo seco (g)	98.03	97.53	106.08	100.67	105.61	103.43					
Humedad (%)	8.96	8.95	8.97	8.92	8.97	8.94					
Densidad seca (gr/cc)	2.204		2.095		1.900						
Expansión											
Fecha	Hora lec.	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		Mm	%		mm	%
18/11/22	21:22	24	28	0.07	0.06	51.00	0.13	0.10	78.00	0.20	0.16
19/11/22	21:31	48	58	0.15	0.12	105.00	0.27	0.21	178.00	0.45	0.36
20/11/22	21:24	72	79	0.20	0.16	161.00	0.41	0.32	285.00	0.72	0.57
21/11/22	21:32	96	108	0.27	0.22	224.00	0.57	0.45	401.00	1.02	0.80
Penetración											
Penetración mm	Carga Estándar Kg/cm2	Molde de 56 golpes/capa			Molde de 26 golpes/capa			Molde de 12 golpes/capa			
		Dial	Kg/cm2	Corregida	Dial	Kgf/cm2	Corregida	Dial	Kgf/cm2	Corregida	
0.63		141.00	6.98		100.00	4.95		78.00	3.86		
1.27		246.00	12.18		157.00	7.78		118.00	5.84		
1.90		427.00	21.15		305.00	15.11		202.00	10.00		
2.54	70.31	657.00	32.54	30.18	489.00	24.22	23.33	367.00	18.18	17.71	
3.17		805.00	39.87		578.00	28.63		445.00	22.04		
3.81		919.00	45.52		725.00	35.91		556.00	27.54		
5.08	105.46	1159.00	57.40	60.37	908.00	44.97	46.65	689.00	34.13	35.41	
7.62		1436.00	71.12		1049.00	51.96		835.00	41.36		
10.16		1802.00	89.25		1385.00	68.60		976.00	48.34		
12.70		2196.00	108.77		1658.00	82.12		1259.00	62.36		

Muestra : Material para afirmado con 4% de cemento

CBR DE SUELOS MTC E 132 - 2000

Proyecto : Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad

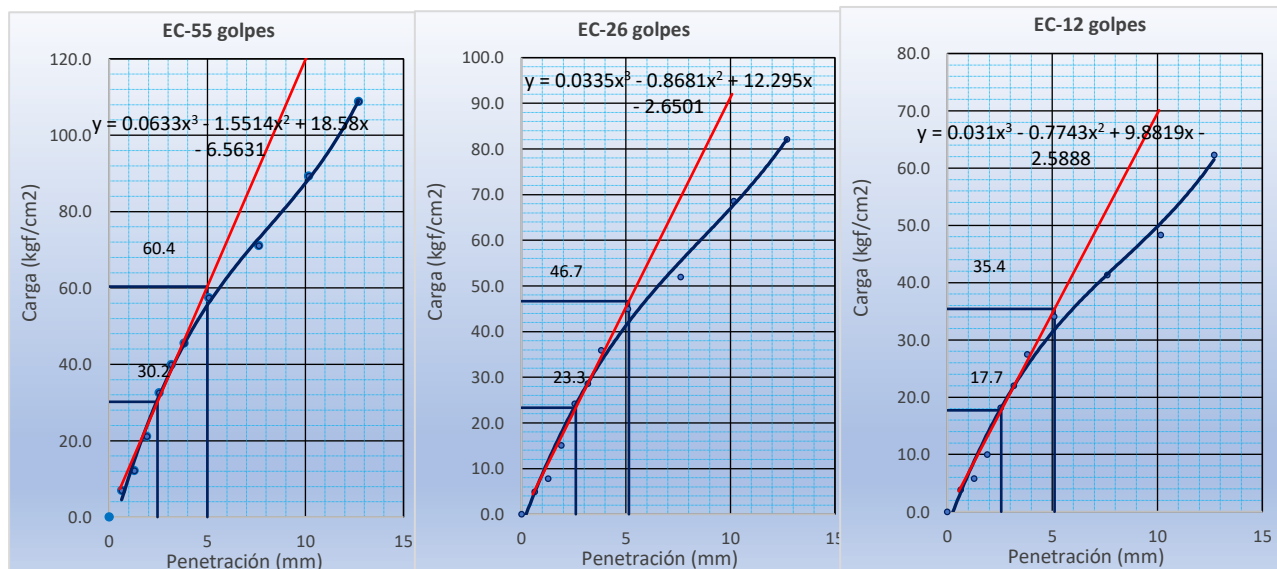
Ubicación : Chao- Virú- La Libertad

Autoras : Contreras Espejo, Cindy Janeth

: De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes

Muestra : Material para afirmado con 4% de cemento

Gráfico Penetración CBR



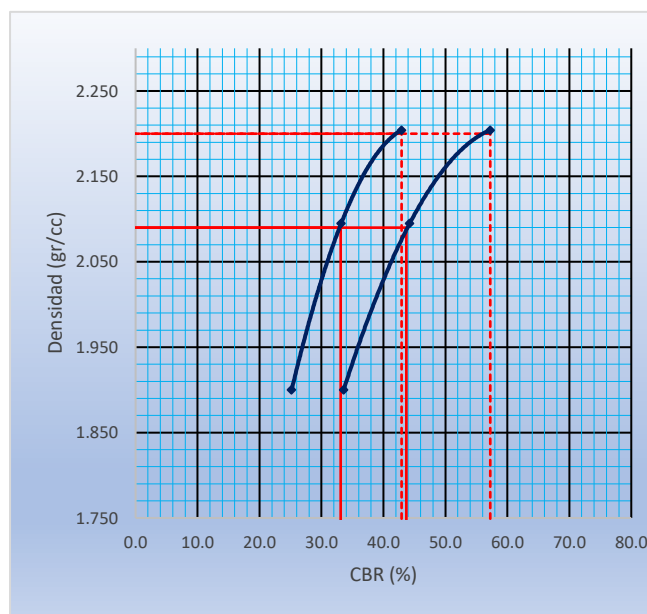
Carga(2.54mm)	30.18	60.37	Carga(2.54mm)	23.3	Carga(5.08mm)	46.7	Carga(2.54mm)	17.7	Carga(5.08mm)	35.4
---------------	-------	-------	---------------	------	---------------	------	---------------	------	---------------	------

Proctor / Densidad Natural / O.C.H.			
Máxima Dens. Seca (gr/cc)			2.200
95% de la M.D.S. (gr/cc)			2.090
Densidad Natural (gr/cc)			-
Optimo Humedad (%)			8.99%
N golpes	C.B.R. (0.1")	C.B.R. (0.2")	Densidad
55	42.9	57.2	2.204
26	33.2	44.2	2.095
12	25.2	33.6	1.900

RESULTADOS DE C.B.R. (0.1")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	42.9
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	33.1

RESULTADOS DE C.B.R. (0.2")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	57.2
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	43.7

% de Expansión	BAJA
----------------	------

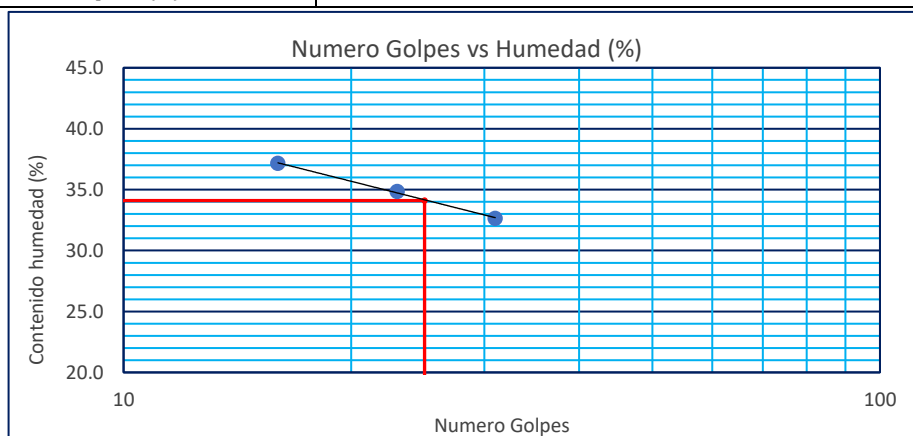


LÍMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N°40 (ASTM D 4318)

Proyecto	: Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad
Ubicación	: Chao- Virú- La Libertad
Autoras	: Contreras Espejo, Cindy Janeth : De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes
Muestra	: Material para afirmado con adición de 4% de cemento

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (MTC E-111)			
Nº Tarro	3	4	
Tarro + Suelo humedo. (g)	22.42	26.73	
Tarro + Suelo seco (g)	22.13	25.85	
Peso Agua (g)	0.29	0.88	
Peso del Tarro (g)	20.98	22.45	
Peso del suelo seco (g)	1.15	3.40	
Humedad (%)	25.22	25.88	

Limite Plastico (%)	25.55		
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E-110)			
Nº Tarro	5.00	6.00	7.00
Numero de Golpes	16	23	31
Peso tarro + suelo humedo (g)	53.58	47.54	52.30
Peso tarro+suelo seco (g)	48.14	44.21	47.71
Peso del Agua (g)	5.44	3.33	4.59
Peso del tarro (g)	33.50	34.65	33.65
Peso del suelo seco (%)	14.64	9.56	14.06
Humedad (%)	37.16	34.83	32.65
Limite Liquido (%)	34.10		



Límite de Consistencia de Suelos

Limite Liquido (%)	34.10
Limite Plástico (%)	25.55
Índice de Plasticidad (%)	8.55

ENSAYO DE COMPACTACIÓN N.T.P. 339.141

Proyecto: Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad

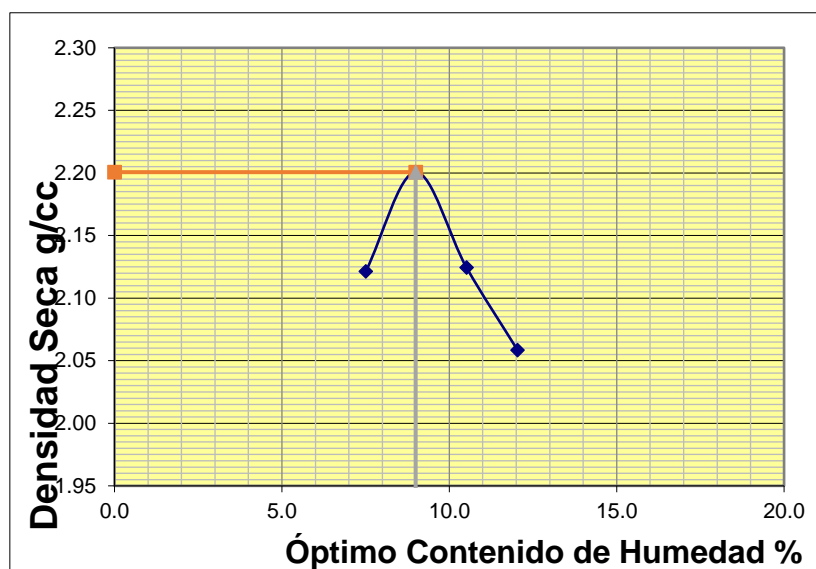
Ubicación: Chao- Virú- La Libertad

Muestra: Material para afirmado con adición de 4% de cemento

Autoras: Contreras Espejo, Cindy Janeth
De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	7609.25	7859.50	7751.50	7663.50
Peso del Molde (g)	2764.90	2764.90	2764.90	2764.90
Peso Suelo Húmedo (g)	4844.35	5094.60	4986.60	4898.60
Volúmen del molde (cc)	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00
Densidad Suelo humedo (g/cc)	2.281	2.399	2.348	2.306

Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H₂O agregada	7.5%		9.0%		10.5%		12.0%	
Peso Tarro + Suelo húmedo (g)	320.02	357.09	265.14	304.56	346.28	358.05	265.69	287.54
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	301.54	335.29	247.69	283.04	318.42	328.77	241.87	261.59
Peso Tarro (g)	51.64	49.21	50.85	47.21	52.62	51.19	42.71	47.38
Peso del agua	18.48	21.80	17.45	21.52	27.86	29.28	23.82	25.95
Peso de suelo seco	249.90	286.08	196.84	235.83	265.80	277.58	199.16	214.21
Humedad (%)	7.4	7.6	8.9	9.1	10.5	10.5	12.0	12.1
Humedad promedio (%)	7.508		8.995		10.515		12.037	
Densidad Seca (g/cc)	2.121		2.201		2.124		2.059	



METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	56
DSM (g/cm³)	2.20
OCH (%)	8.99

DATOS DEL MOLDE	
N°:	1
PESO(g):	2764.9
VOLUMEN(cc):	2124.0

CBR DE SUELOS MTC E 132 - 2000

- Proyecto** : Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad
- Ubicación** : Chao- Virú- La Libertad
- Autoras** : Contreras Espejo, Cindy Janeth
: De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes

Datos de la Muestra						
Área Pistón de Penetración	: 19.4 cm ²	Método Proctor	:	C		
Tipo de Muestra	: Alterada	Máxima densidad seca (gr/cm ³)	:	2.25		
Preparación de Muestra	: Húmeda	Óptimo cont. Humedad (%)	:	8.52%		
Compactación de Especímenes						
Molde N°		1		2		3
N° Capa		5		5		5
Golpes por capa N°		56		26		12
Cond. de la muestra		Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada
Peso molde + Suelo húmedo		13128	13128	13036	13036	12732
Peso de molde (g)		8124		8196		8242
Peso del suelo húmedo (g)		5004	5004	4830	4830	4490

Volumen del molde (cc)	2046		2066		2017						
Densidad húmeda (gr/cc)	2.446	2.446	2.338	2.338	2.226	2.026					
Contenido de humedad de los especímenes											
Tarro N°											
Tarro + Suelo húmedo (g)	137.96	127.36	126.74	135.56	138.88	135.75					
Tarro + Suelo seco (g)	129.28	119.75	119.02	127.23	130.11	127.52					
Peso del Agua (g)	8.68	7.61	7.72	8.33	8.77	8.23					
Peso del tarro (g)	28.14	30.69	28.49	30.14	27.49	30.64					
Peso del suelo seco (g)	101.14	89.06	90.53	97.09	102.62	96.88					
Humedad (%)	8.58	8.54	8.53	8.58	8.55	8.50					
Densidad seca (gr/cc)	2.253		2.154		2.051						
Expansión											
Fecha	Hora lec.	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		Mm	%		mm	%
19/11/22	15:22	24	18	0.05	0.04	38.00	0.10	0.08	42.00	0.11	0.08
20/11/22	15:24	48	42	0.11	0.08	57.00	0.14	0.11	82.00	0.21	0.16
21/11/22	15:22	72	53	0.13	0.11	92.00	0.23	0.18	105.00	0.27	0.21
22/11/22	15:21	96	75	0.19	0.15	112.00	0.28	0.22	132.00	0.34	0.26
Penetración											
Penetración mm	Carga Estándar Kg/cm2	Molde de 56 golpes/capa			Molde de 26 golpes/capa			Molde de 12 golpes/capa			
		Dial	Kg/cm2	Corregida	Dial	Kg/cm2	Corregida	Dial	Kg/cm2	Corregida	
0.63		108.00	8.11		72.00	4.55		46.00	2.33		
1.27		185.00	13.12		154.00	8.99		80.00	5.17		
1.90		295.00	28.42		251.00	21.08		180.00	10.33		
2.54	70.31	428.00	41.13	47.52	342.00	27.95	38.05	265.00	18.60	20.75	
3.17		576.00	52.18		465.00	46.29		375.00	21.44		
3.81		746.00	72.02		601.00	51.10		510.00	31.00		
5.08	105.46	874.00	90.88	95.04	745.00	70.73	76.10	652.00	40.82	41.51	
7.62		1125.00	133.09		935.00	107.16		849.00	53.99		
10.16		1425.00	174.32		1143.00	138.93		978.00	72.13		
12.70		1754.00	207.96		1458.50	184.40		1256.00	94.03		

Muestra : Material para afirmado con adición de 6% de cemento

CBR DE SUELOS MTC E 132 - 2000

Proyecto : Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad

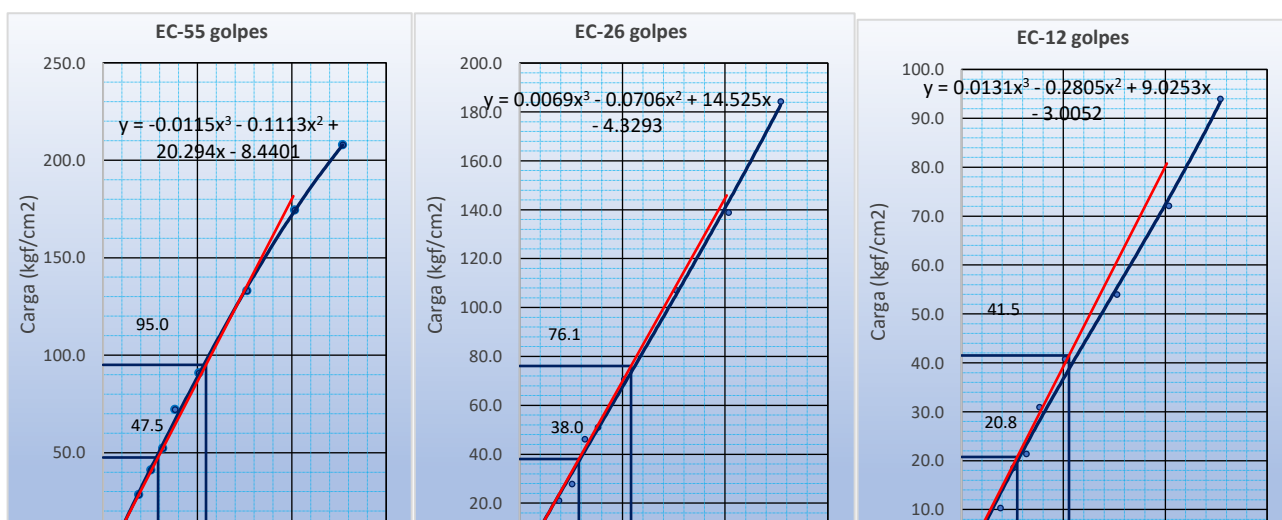
Ubicación : Chao- Virú- La Libertad

Autoras : Contreras Espejo, Cindy Janeth

: De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes

Muestra : Material para afirmado con 6% de cemento

Gráfico Penetración CBR



Carga(2.54mm)	47.52	Carga(5.08mm)	95.04	Carga(2.54mm)	38.0	Carga(5.08mm)	76.1	Carga(2.54mm)	20.8	Carga(5.08mm)	41.5
---------------	-------	---------------	-------	---------------	------	---------------	------	---------------	------	---------------	------

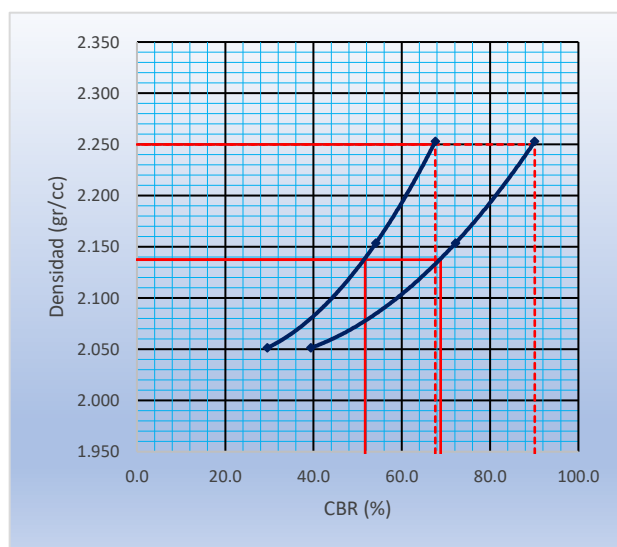
Proctor / Densidad Natural / O.C.H.			
Máxima Dens. Seca (gr/cc)			2.250
95% de la M.D.S. (gr/cc)			2.138
Densidad Natural (gr/cc)			-
Optimo Humedad (%)			8.52%

N golpes	C.B.R. (0.1")	C.B.R. (0.2")	Densidad
55	67.6	90.1	2.253
26	54.1	72.2	2.154
12	29.5	39.4	2.051

RESULTADOS DE C.B.R. (0.1")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	67.6
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	51.7

RESULTADOS DE C.B.R. (0.2")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	90.1
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	68.8

% de Expansión	BAJA
----------------	------



LÍMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N°40 (ASTM D 4318)

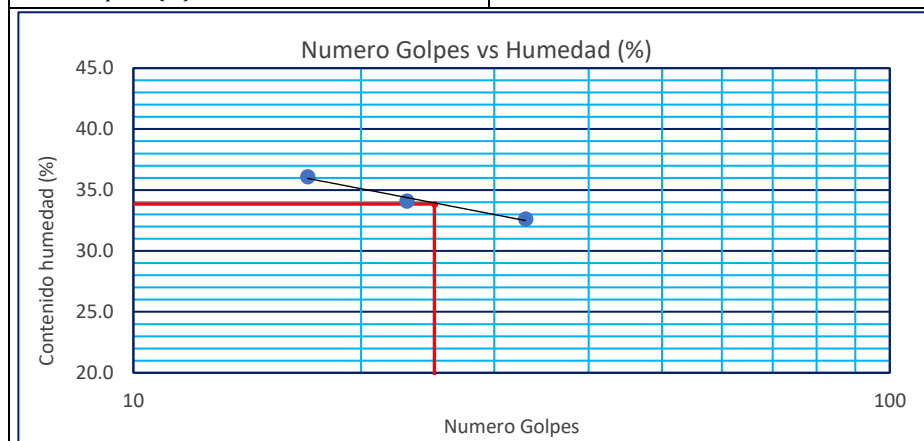
- Proyecto** : Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad
- Ubicación** : Chao- Virú- La Libertad
- Autoras** : Contreras Espejo, Cindy Janeth
: De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes
- Muestra** : Material para afirmado con adición de 6% de cemento

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (MTC E-111)			
Nº Tarro	3	4	
Tarro + Suelo humedo. (g)	27.91	27.65	
Tarro + Suelo seco (g)	25.55	25.53	

Peso Agua (g)	2.36	2.12	
Peso del Tarro (g)	16.58	17.48	
Peso del suelo seco (g)	8.97	8.05	
Humedad (%)	26.31	26.34	
Limite Plastico (%)	26.32		

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E-110)

Nº Tarro	2.00	3.00	4.00
Numero de Golpes	17	23	33
Peso tarro + suelo humedo (g)	47.38	46.66	46.81
Peso tarro+suelo seco (g)	41.78	41.62	42.25
Peso del Agua (g)	5.60	5.04	4.56
Peso del tarro (g)	26.27	26.84	28.27
Peso del suelo seco (%)	15.51	14.78	13.98
Humedad (%)	36.11	34.10	32.62
Limite Liquido (%)	33.85		



Límite de
Consistencia
de Suelos

Limite Liquido (%)	33.85
Limite Plástico (%)	26.32
Indice de Plasticidad (%)	7.53

ENSAYO DE COMPACTACIÓN N.T.P. 339.141

Proyecto: Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad

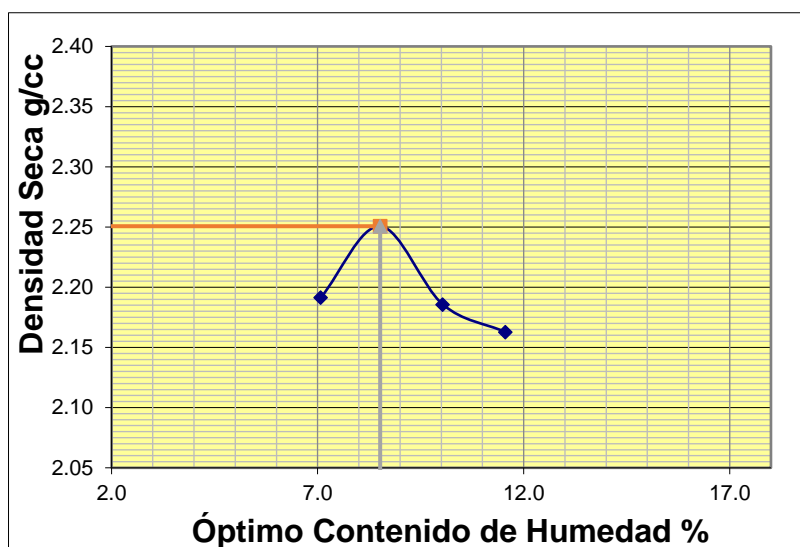
Ubicación: Chao- Virú- La Libertad

Muestra: Material para afirmado con adición de 6% de cemento

Autoras: Contreras Espejo, Cindy Janeth
De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	7749.14	7952.50	7873.30	7889.60
Peso del Molde (g)	2764.90	2764.90	2764.90	2764.90
Peso Suelo Húmedo (g)	4984.24	5187.60	5108.40	5124.70

Volúmen del molde (cc)	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
Densidad Suelo humedo (g/cc)	2.347		2.442		2.405		2.413	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H ₂ O agregada	7.1%		8.6%		10.1%		11.6%	
Peso Tarro + Suelo humedo (g)	283.77	315.29	314.07	286.38	300.25	288.96	325.22	277.53
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	268.34	297.73	293.87	268.45	278.59	268.29	297.58	254.59
Peso Tarro (g)	51.55	48.32	55.91	58.63	61.09	63.88	58.13	56.32
Peso del agua	15.43	17.56	20.20	17.93	21.66	20.67	27.64	22.94
Peso de suelo seco	216.79	249.41	237.96	209.82	217.50	204.41	239.45	198.27
Humedad (%)	7.1	7.0	8.5	8.5	10.0	10.1	11.5	11.6
Humedad promedio (%)	7.079		8.517		10.035		11.557	
Densidad Seca (g/cc)	2.191		2.251		2.186		2.163	



METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	56
DSM (g/cm³)	2.25
OCH (%)	8.52

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	1
PESO(g):	2764.9
VOLUMEN(cc):	2124.0

CBR DE SUELOS MTC E 132 - 2000

- Proyecto** : Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad
- Ubicación** : Chao- Virú- La Libertad
- Autoras** : Contreras Espejo, Cindy Janeth
: De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes

Datos de la Muestra			
Área Pistón de Penetración	: 19.4 cm ²	Método Proctor	: C
Tipo de Muestra	: Alterada	Máxima densidad seca (gr/cm ³)	: 2.08
Preparación de Muestra	: Húmeda	Óptimo cont. Humedad (%)	: 9.32%
Compactación de Especímenes			
Molde Nº	1	2	3
Nº Capa	5	5	5

Golpes por capa N°	56		26		12						
Cond. de la muestra	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada					
Peso molde + Suelo húmedo	12631	12631	12768	12768	12647	12647					
Peso de molde (g)	8031		8172		8308						
Peso del suelo húmedo (g)	4600	4600	4596	4596	4339	4339					
Volumen del molde (cc)	2022		2122		2110						
Densidad húmeda (gr/cc)	2.275	2.275	2.166	2.166	2.056	2.056					
Contenido de humedad de los especímenes											
Tarro N°											
Tarro + Suelo húmedo (g)	132.15	130.75	128.89	132.44	142.21	143.19					
Tarro + Suelo seco (g)	123.42	122.02	120.16	123.28	132.27	132.97					
Peso del Agua (g)	8.73	8.73	8.73	9.16	9.94	10.22					
Peso del tarro (g)	30.25	28.47	26.69	24.78	25.74	23.64					
Peso del suelo seco (g)	93.17	93.55	93.47	98.5	106.53	109.33					
Humedad (%)	9.37	9.33	9.34	9.30	9.33	9.35					
Densidad seca (gr/cc)	2.080		1.981		1.881						
Expansión											
Fecha	Hora lec.	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				Mm	%		Mm	%		mm	%
20/11/22	11:15	24	42	0.11	0.08	64.00	0.16	0.13	91.00	0.23	0.18
21/11/22	11:17	48	75	0.19	0.15	110.00	0.28	0.22	148.00	0.38	0.30
22/11/22	11:18	72	105	0.27	0.21	158.00	0.40	0.32	215.00	0.55	0.43
23/11/22	11:15	96	123	0.31	0.25	209.00	0.53	0.42	339.00	0.86	0.68
Penetración											
Penetración mm	Carga Estándar Kg/cm2	Molde de 56 golpes/capa			Molde de 26 golpes/capa			Molde de 12 golpes/capa			
		Dial	Kg/cm2	Corregida	Dial	Kg/cm2	Corregida	Dial	Kg/cm2	Corregida	
0.63		96.00	4.75		65.00	3.22		43.00	2.13		
1.27		165.00	8.17		114.00	5.65		62.00	3.07		
1.90		285.00	14.12		175.00	8.67		112.00	5.55		
2.54	70.31	405.00	20.06	22.06	287.00	14.21	15.34	202.00	10.00	12.26	
3.17		519.00	25.71		354.00	17.53		318.00	15.75		
3.81		659.00	32.64		502.00	24.86		400.00	19.81		
5.08	105.46	836.00	41.41	44.11	679.00	33.63	30.69	534.00	26.45	24.53	
7.62		1021.00	50.57		781.00	38.68		709.00	35.12		
10.16		1296.00	64.19		925.00	45.81		839.00	41.56		
12.70		1496.00	74.10		1046.00	51.81		1007.00	49.88		

Muestra : Material para afirmado con 1L de Perma-zyme

CBR DE SUELOS MTC E 132 - 2000

Proyecto : Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad

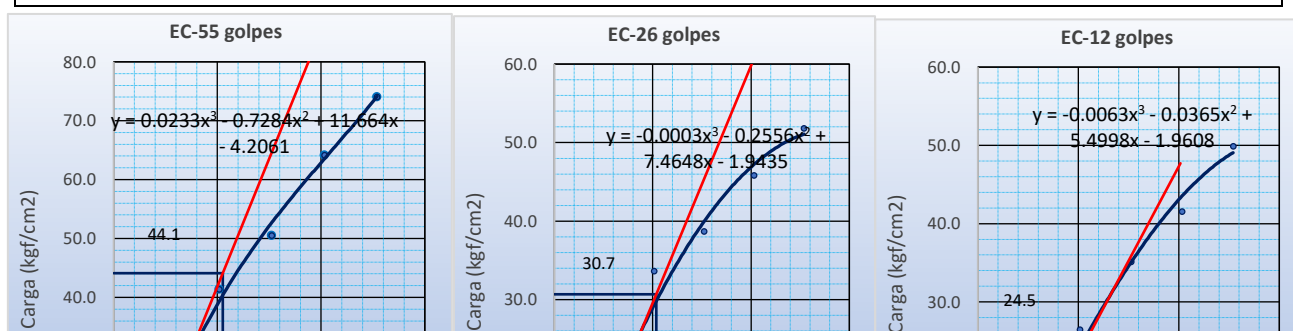
Ubicación : Chao- Virú- La Libertad

Autoras : Contreras Espejo, Cindy Janeth

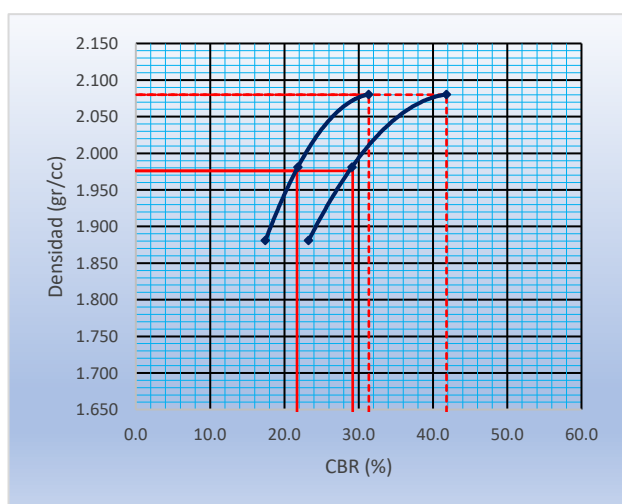
: De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes

Muestra : Material para afirmado con 1L de Perma-zyme

Gráfico Penetración CBR



Carga(2.54mm)	22.06	Carga(5.08mm)	44.11	Carga(2.54mm)	15.3	Carga(5.08mm)	30.7	Carga(2.54mm)	12.3	Carga(5.08mm)	24.5
---------------	-------	---------------	-------	---------------	------	---------------	------	---------------	------	---------------	------



Proctor / Densidad Natural / O.C.H.			
Máxima Dens. Seca (gr/cc)			2.080
95% de la M.D.S. (gr/cc)			1.976
Densidad Natural (gr/cc)			-
Optimo Humedad (%)			9.32%

N golpes	C.B.R. (0.1")	C.B.R. (0.2")	Densidad
55	31.4	41.8	2.080
26	21.8	29.1	1.981
12	17.4	23.3	1.881

RESULTADOS DE C.B.R. (0.1")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	31.4
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	21.7

RESULTADOS DE C.B.R. (0.2")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	41.8
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	29.2

% de Expansión	BAJA
----------------	------

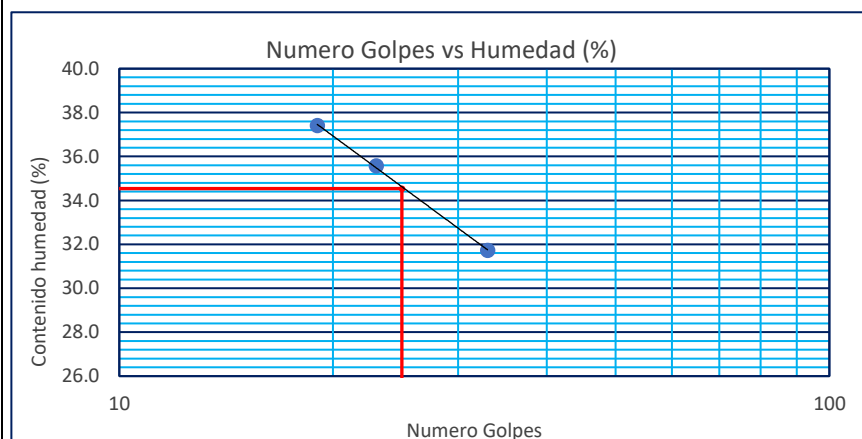
LÍMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D 4318)

- Proyecto** : Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad
- Ubicación** : Chao- Virú- La Libertad
- Autoras** : Contreras Espejo, Cindy Janeth
: De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes
- Muestra** : Material para afirmado con adición de 1L perma-zyme

Nº Tarro	10	11	
Tarro + Suelo humedo. (gr.)	31.94	33.73	
Tarro + Suelo seco (gr.)	30.57	31.55	
Peso Agua (gr.)	1.37	2.18	
Peso del Tarro (gr.)	24.58	22.06	
Peso del suelo seco (gr.)	5.99	9.49	
Humedad (%)	22.87	22.97	
Limite Plastico (%)	22.92		

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E-110)

Nº Tarro	12	13	14
Numero de Golpes	19	23	33
Peso tarro + suelo humedo (gr.)	42.74	44.05	45.77
Peso tarro+suelo seco (gr.)	40.29	41.67	42.82
Peso del Agua (gr)	2.45	2.38	2.95
Peso del tarro (gr)	33.74	34.98	33.52
Peso del suelo seco (%)	6.55	6.69	9.3
Humedad (%)	37.40	35.58	31.72
Limite Liquido (%)	34.54		



Limite de Consistencia de Suelos

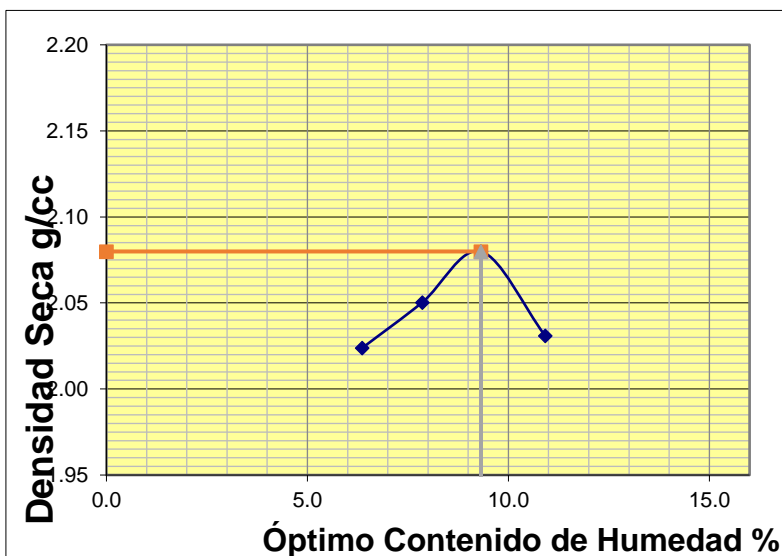
Limite liquido (%)	34.54
Limite plástico (%)	22.92
Índice plástico (%)	11.62

ENSAYO DE COMPACTACIÓN N.T.P. 339.141

- Proyecto:** Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad
- Ubicación:** Chao- Virú- La Libertad
- Muestra:** Material para afirmado con adición de 1L perma-zyme
- Autoras:** Contreras Espejo, Cindy Janeth
De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	7337.00	7462.00	7594.30	7549.50

Peso del Molde (g)	2764.90		2764.90		2764.90		2764.90	
Peso Suelo Húmedo (g)	4572.10		4697.10		4829.40		4784.60	
Volúmen del molde (cc)	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
Densidad Suelo humedo (g/cc)	2.153		2.211		2.274		2.253	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H₂O agregada	6.4%		7.9%		9.4%		10.9%	
Peso Tarro + Suelo humedo (g)	147.51	154.79	140.94	157.88	150.71	147.31	138.45	159.29
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	141.02	148.06	134.35	150.21	141.67	138.88	130.18	149.51
Peso Tarro (g)	39.45	41.82	50.67	52.37	44.71	48.36	54.50	59.80
Peso del agua	6.49	6.73	6.59	7.67	9.04	8.43	8.27	9.78
Peso de suelo seco	101.57	106.24	83.68	97.84	96.96	90.52	75.68	89.71
Humedad (%)	6.39	6.33	7.88	7.84	9.32	9.31	10.93	10.90
Humedad promedio (%)	6.362		7.857		9.318		10.915	
Densidad Seca (g/cc)	2.024		2.050		2.080		2.031	



METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	56
DSM (g/cm³)	2.08
OCH (%)	9.32

DATOS DEL MOLDE	
N°:	1
PESO(g):	2764.9
VOLUMEN(cc):	2124.0

CBR DE SUELOS MTC E 132 - 2000

- Proyecto** : Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad
- Ubicación** : Chao- Virú- La Libertad
- Autoras** : Contreras Espejo, Cindy Janeth
: De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes

Datos de la Muestra			
Área Pistón de Penetración	: 19.4 cm ²	Método Proctor	: C
Tipo de Muestra	: Alterada	Máxima densidad seca (gr/cm ³)	: 2.09
Preparación de Muestra	: Húmeda	Óptimo cont. Humedad (%)	: 9.26%
Compactación de Especímenes			

Molde Nº	1		2		3						
Nº Capa	5		5		5						
Golpes por capa Nº	56		26		12						
Cond. de la muestra	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada					
Peso molde + Suelo húmedo	12653	12653	12779	12779	12676	12676					
Peso de molde (g)	8031		8172		8308						
Peso del suelo húmedo (g)	4622	4622	4607	4607	4368	4368					
Volumen del molde (cc)	2022		2122		2110						
Densidad húmeda (gr/cc)	2.286	2.286	2.171	2.171	2.070	2.070					
Contenido de humedad de los especímenes											
Tarro Nº											
Tarro + Suelo húmedo (g)	140.49	134.53	142.38	137.29	142.68	147.69					
Tarro + Suelo seco (g)	131.08	125.68	132.58	127.76	132.74	137.39					
Peso del Agua (g)	9.41	8.85	9.8	9.53	9.94	10.3					
Peso del tarro (g)	29.68	30.14	26.58	25.14	25.46	26.02					
Peso del suelo seco (g)	101.4	95.54	106	102.62	107.28	111.37					
Humedad (%)	9.28	9.26	9.25	9.29	9.27	9.25					
Densidad seca (gr/cc)	2.092		1.987		1.895						
Expansión											
Fecha	Hora lec.	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				Mm	%		Mm	%		mm	%
21/11/22	16:05	24	30	0.08	0.06	54	0.14	0.11	81	0.21	0.16
22/11/22	16:07	48	60	0.15	0.12	107	0.27	0.21	181	0.46	0.36
23/11/22	16:06	72	81	0.21	0.16	163	0.41	0.33	293	0.74	0.59
24/11/22	16:05	96	112	0.28	0.22	228	0.58	0.46	427	1.08	0.85
Penetración											
Penetración mm	Carga Estándar Kg/cm2	Molde de 56 golpes/capa			Molde de 26 golpes/capa			Molde de 12 golpes/capa			
		Dial	Kg/cm2	Corregida	Dial	Kgf/cm2	Corregida	Dial	Kgf/cm2	Corregida	
0.63		96.00	4.75		68.00	3.37		51.00	2.53		
1.27		162.00	8.02		118.00	5.84		81.00	4.01		
1.90		303.00	15.01		178.00	8.82		125.00	6.19		
2.54	70.31	402.00	19.91	23.39	316.00	15.65	15.39	202.00	10.00	12.01	
3.17		529.00	26.20		364.00	18.03		305.00	15.11		
3.81		643.00	31.85		501.00	24.81		415.00	20.55		
5.08	105.46	804.00	39.82	46.78	664.00	32.89	30.78	527.00	26.10	24.02	
7.62		1014.00	50.22		774.00	38.34		674.00	33.38		
10.16		1263.00	62.56		941.00	46.61		851.00	42.15		
12.70		1461.00	72.36		1176.00	58.25		1023.00	50.67		

Muestra : Material para afirmado con adición de 1.5L perma-zyme

CBR DE SUELOS MTC E 132 - 2000

Proyecto : Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad

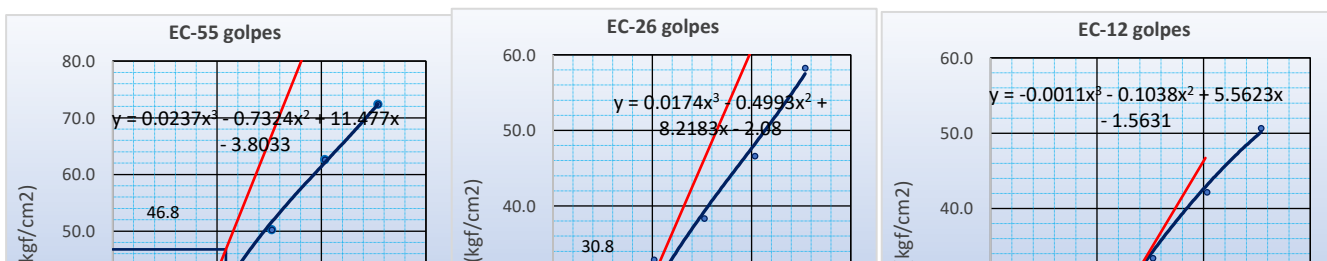
Ubicación : Chao- Virú- La Libertad

Autoras : Contreras Espejo, Cindy Janeth

: De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes

Muestra : Material para afirmado con 1.5L de Perma-zyme

Gráfico Penetración CBR



Carga(2.54mm)	23.39	Carga(5.08mm)	46.78	Carga(2.54mm)	15.4	Carga(5.08mm)	30.8	Carga(2.54mm)	12.0	Carga(5.08mm)	24.0
---------------	-------	---------------	-------	---------------	------	---------------	------	---------------	------	---------------	------

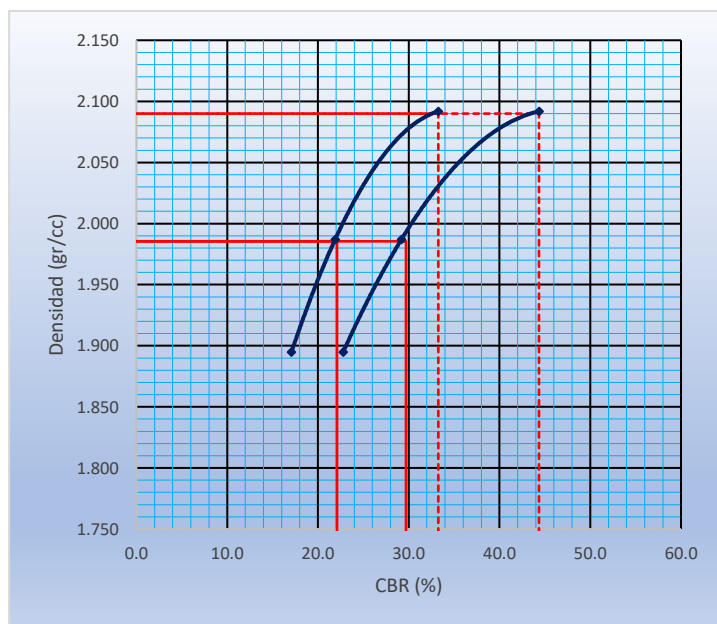
Proctor / Densidad Natural / O.C.H.			
Máxima Dens. Seca (gr/cc)			2.090
95% de la M.D.S. (gr/cc)			1.986
Densidad Natural (gr/cc)			-
Optimo Humedad (%)			9.26%

N golpes	C.B.R. (0.1")	C.B.R. (0.2")	Densidad
55	33.3	44.4	2.092
26	21.9	29.2	1.987
12	17.1	22.8	1.895

RESULTADOS DE C.B.R. (0.1")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	33.3
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	22.1

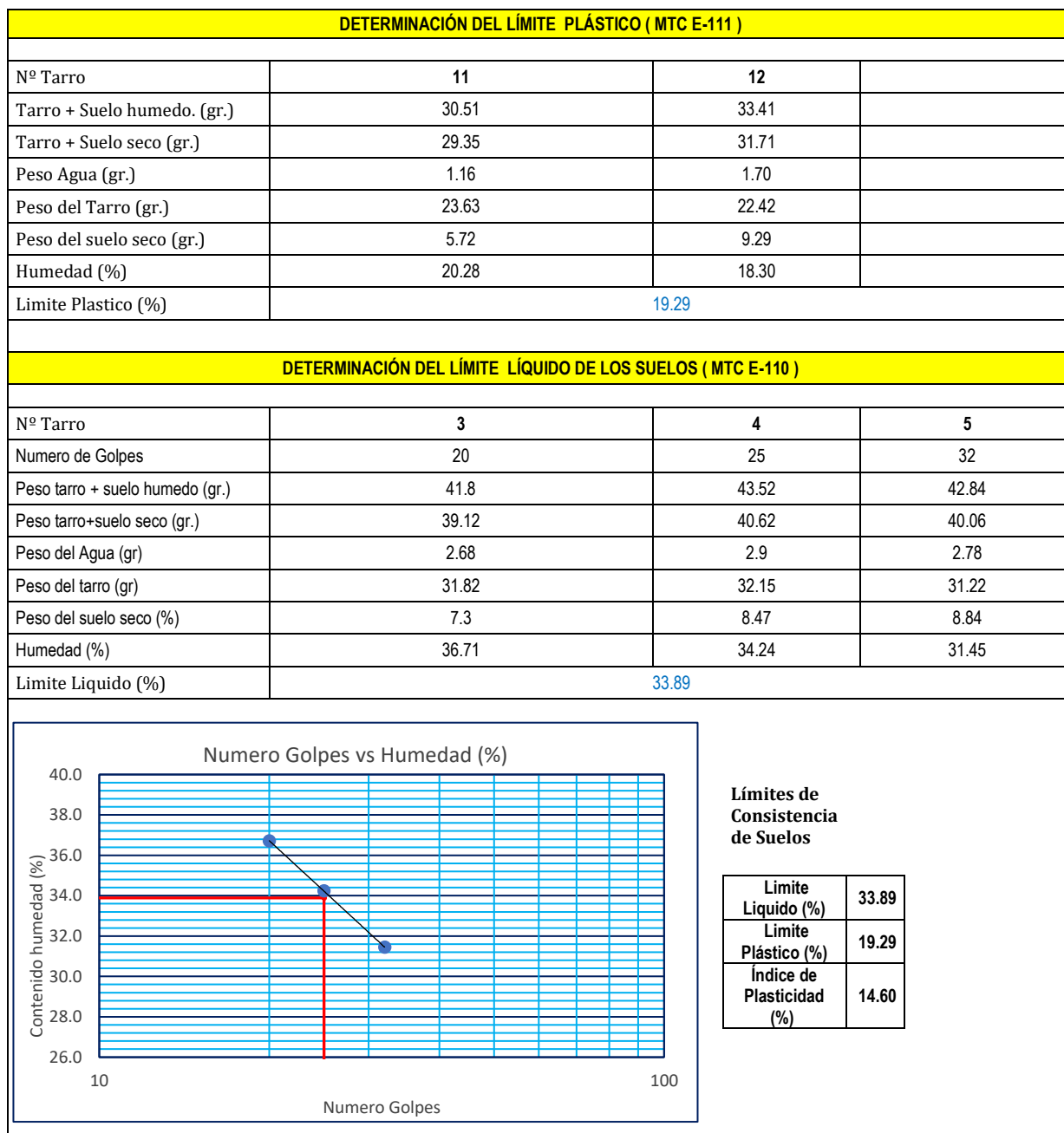
RESULTADOS DE C.B.R. (0.2")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	44.4
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	29.7

% de Expansión	BAJA
----------------	------



LÍMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N°40 (ASTM D 4318)

- Proyecto** : Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad
- Ubicación** : Chao- Virú- La Libertad
- Autoras** : Contreras Espejo, Cindy Janeth
De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes
- Muestra** : Material para afirmado con adición de 1.5L perma-zyme

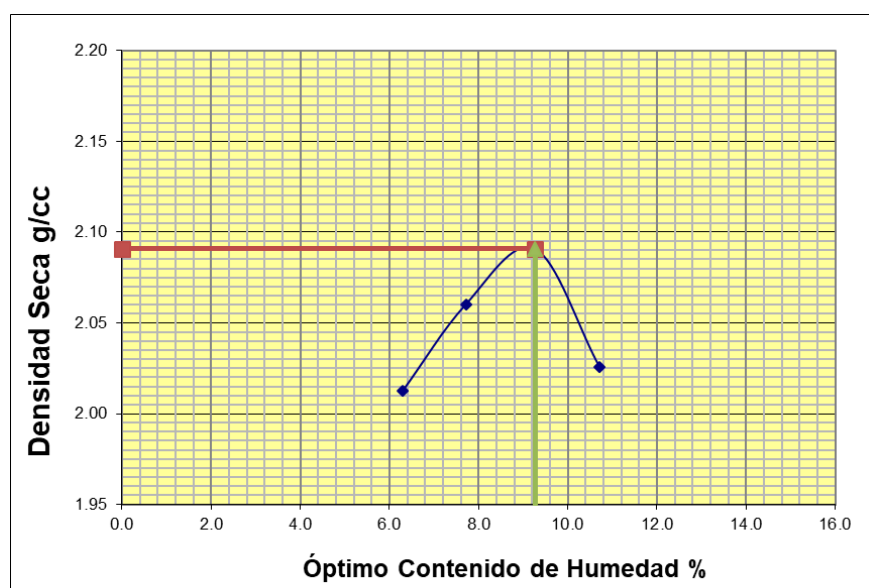


ENSAYO DE COMPACTACIÓN

N.T.P. 339.141

- Proyecto:** Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad
- Ubicación:** Chao- Virú- La Libertad
- Muestra:** Material para afirmado con adición de 1.5L perma-zyme
- Autoras:** Contreras Espejo, Cindy Janeth
De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4				
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	7308.91	7478.32	7617.50	7528.90				
Peso del Molde (g)	2764.90	2764.90	2764.90	2764.90				
Peso Suelo Húmedo (g)	4544.01	4713.42	4852.60	4764.00				
Volumen del molde (cc)	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00				
Densidad Suelo humedo (g/cc)	2.139	2.219	2.285	2.243				
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H₂O agregada	6.3%		7.8%		9.2%		10.7%	
Peso Tarro +Suelo humedo (g)	146.92	159.16	144.38	158.92	139.75	149.43	133.29	135.47
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	141.05	152.83	137.59	151.09	131.93	140.59	125.29	127.43
Peso Tarro (g)	48.30	51.97	50.32	48.76	47.49	45.21	50.69	52.41
Peso del agua	5.87	6.33	6.79	7.83	7.82	8.84	8.00	8.04
Peso de suelo seco	92.75	100.86	87.27	102.33	84.44	95.38	74.60	75.02
Humedad (%)	6.33	6.28	7.78	7.65	9.26	9.27	10.72	10.72
Humedad promedio (%)	6.302		7.716		9.265		10.721	
Densidad Seca (g/cc)	2.013		2.060		2.091		2.026	



METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	56
DSM (g/cm³)	2.09
OCH (%)	9.26

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	1
PESO(g):	2764.9
VOLUMEN(cc):	2124.0

CBR DE SUELOS **MTC E 132 - 2000**

Proyecto : Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad

Ubicación : Chao- Virú- La Libertad

Autoras : Contreras Espejo, Cindy Janeth
: De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes

Datos de la Muestra		
Área Pistón de Penetración	: 19.4 cm ²	Método Proctor
		: C

Tipo de Muestra	: Alterada	Máxima densidad seca (gr/cm ³)	: 2.10								
Preparación de Muestra	: Húmeda	Óptimo cont. Humedad (%)	: 9.07%								
Compactación de Especímenes											
Molde N°	1	2	3								
N° Capa	5	5	5								
Golpes por capa N°	56	26	12								
Cond. de la muestra	Saturada	Saturada	Saturada								
Peso molde + Suelo húmedo	12668	12668	12787								
Peso de molde (g)	8031	8172	8308								
Peso del suelo húmedo (g)	4637	4637	4615								
Volumen del molde (cc)	2022	2122	2110								
Densidad húmeda (gr/cc)	2.293	2.293	2.175								
Contenido de humedad de los especímenes											
Tarro N°											
Tarro + Suelo húmedo (g)	124.45	146.03	140.15								
Tarro + Suelo seco (g)	116.22	136.02	130.49								
Peso del Agua (g)	8.23	10.01	9.66								
Peso del tarro (g)	25.26	26.21	23.45								
Peso del suelo seco (g)	90.96	109.81	107.04								
Humedad (%)	9.05	9.12	9.02								
Densidad seca (gr/cc)	2.102	1.995	1.904								
Expansión											
Fecha	Hora lec.	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				Mm	%		Mm	%		mm	%
23/11/22	18:51	24	23	0.06	0.05	41.00	0.10		0.08	53.00	0.13
24/11/22	18:53	48	48	0.12	0.10	62.00	0.16		0.12	84.00	0.21
25/11/22	18:52	72	58	0.15	0.12	94.00	0.24		0.19	116.00	0.29
26/11/22	18:53	96	79	0.20	0.16	117.00	0.30		0.23	147.00	0.37
Penetración											
Penetración mm	Carga Estándar Kg/cm ²	Molde de 56 golpes/capa			Molde de 26 golpes/capa			Molde de 12 golpes/capa			
		Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kgf/cm ²	Corregida	Dial	Kgf/cm ²	Corregida	
0.63		126.00		6.24		72.00	3.57		54.00	2.67	
1.27		195.00		9.66		125.00	6.19		92.00	4.56	
1.90		363.00		17.98		236.00	11.69		154.00	7.63	
2.54	70.31	524.00		25.95	27.17	401.00	19.86	21.29	303.00	15.01	
3.17		697.00		34.52		529.00	26.20		385.00	19.07	
3.81		864.00		42.79		671.00	33.23		462.00	22.88	
5.08	105.46	1037.00		51.36	54.33	798.00	39.52	42.59	608.00	30.11	
7.62		1232.00		61.02		985.00	48.79		739.00	36.60	
10.16		1467.00		72.66		1174.00	58.15		869.00	43.04	
12.70		1711.00		84.74		1362.00	67.46		1037.00	51.36	

Muestra : Material para afirmado con 2L de Perma-zyme

CBR DE SUELOS **MTC E 132 - 2000**

Proyecto : Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad

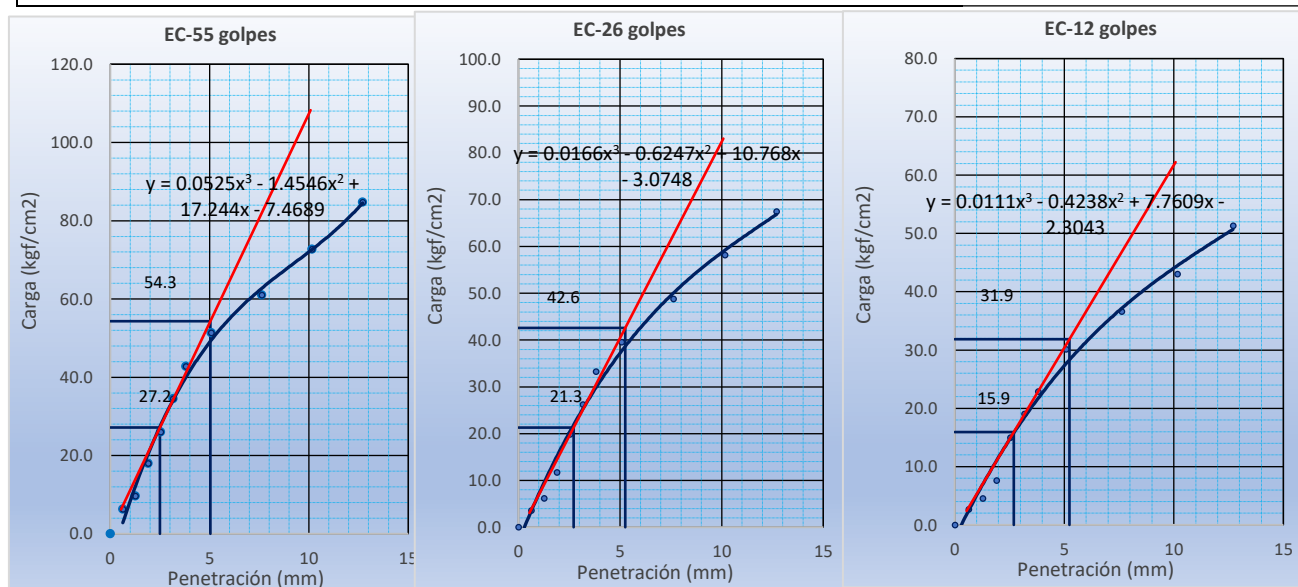
Ubicación : Chao- Virú- La Libertad

Autoras : Contreras Espejo, Cindy Janeth

: De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes

Muestra : Material para afirmado con 2L de Perma-zyme

Gráfico Penetración CBR



Carga(2.54mm)	27.17	Carga(5.08mm)	54.33	Carga(2.54mm)	21.3	Carga(5.08mm)	42.6	Carga(2.54mm)	15.9	Carga(5.08mm)	31.9
---------------	-------	---------------	-------	---------------	------	---------------	------	---------------	------	---------------	------

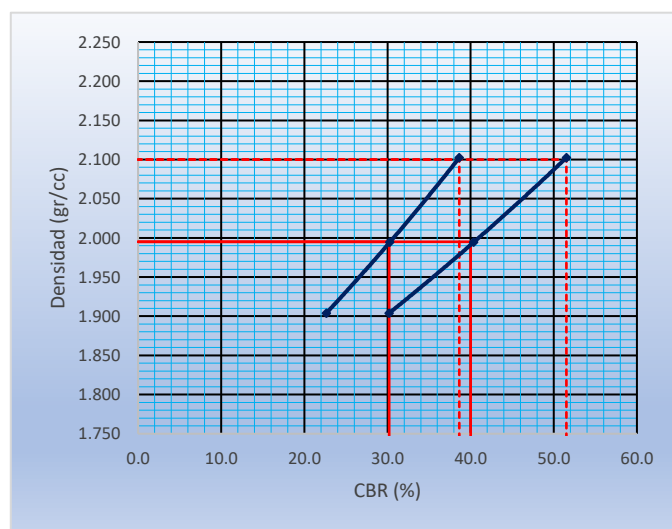
Proctor / Densidad Natural / O.C.H.			
Máxima Dens. Seca (gr/cc)			2.100
95% de la M.D.S. (gr/cc)			1.995
Densidad Natural (gr/cc)			-
Optimo Humedad (%)			9.07%

N golpes	C.B.R. (0.1")	C.B.R. (0.2")	Densidad
55	38.6	51.5	2.102
26	30.3	40.4	1.995
12	22.7	30.2	1.904

RESULTADOS DE C.B.R. (0.1")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	38.6
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	30.2

RESULTADOS DE C.B.R. (0.2")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	51.5
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	40.0

% de Expansión	BAJA
----------------	------



LÍMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N°40 (ASTM D 4318)

Proyecto : Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad

Ubicación : Chao- Virú- La Libertad

Autoras : Contreras Espejo, Cindy Janeth
: De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes

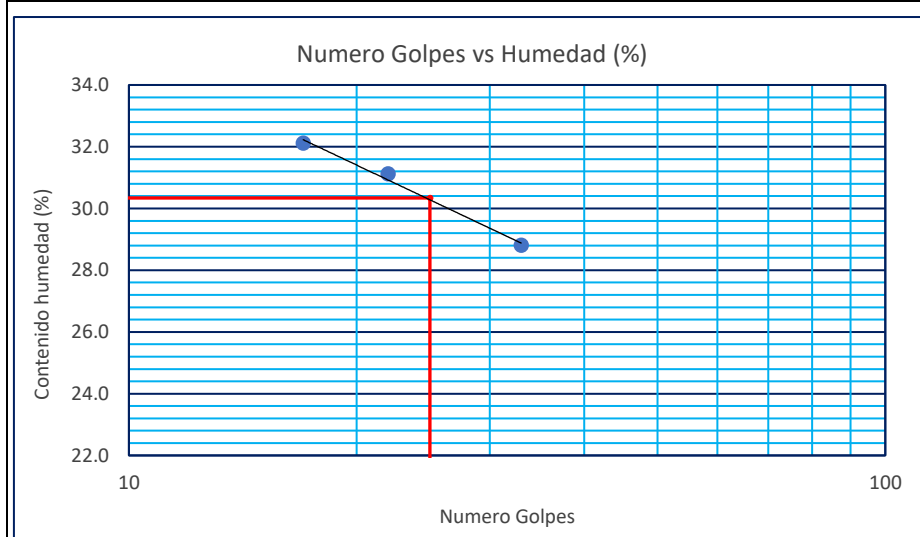
Muestra : Material para afirmado con adición de 2L Perma-zyme

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (MTC E-111)

Nº Tarro	19	20	
Tarro + Suelo humedo. (gr.)	30.26	31.74	
Tarro + Suelo seco (gr.)	29.41	30.37	
Peso Agua (gr.)	0.85	1.37	
Peso del Tarro (gr.)	25.21	23.59	
Peso del suelo seco (gr.)	4.20	6.78	
Humedad (%)	20.24	20.21	
Limite Plastico (%)	20.22		

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E-110)

Nº Tarro	21	22	23
Numero de Golpes	17	22	33
Peso tarro + suelo humedo (gr.)	45.76	47.11	48.57
Peso tarro+suelo seco (gr.)	43.31	44.21	45.58
Peso del Agua (gr)	2.45	2.9	2.99
Peso del tarro (gr)	35.68	34.89	35.2
Peso del suelo seco (%)	7.63	9.32	10.38
Humedad (%)	32.11	31.12	28.81
Limite Liquido (%)	30.34		



Límites de Consistencia de Suelos

Límite Líquido (%)	30.34
Límite Plástico (%)	20.22
Índice de Plasticidad (%)	10.12

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

N.T.P. 339.141

Proyecto: Estabilización de la capa de rodadura del camino vecinal en el sector Santa Enriqueta Centro Poblado de Chao mediante estabilizadores químicos - Virú - La Libertad

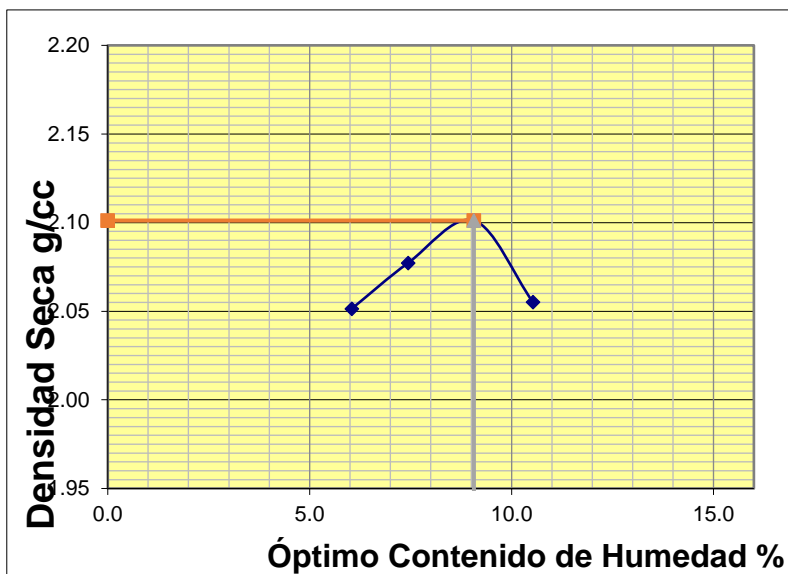
Ubicación: Chao- Virú- La Libertad

Muestra: Material para afirmado con adición de 2L perma-zyme

Autoras: Contreras Espejo, Cindy
Janeth

De la cruz Gonzales, Clarice Mercedes

Nº DE ENSAYO	1		2		3		4	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	7385.50		7505.20		7632.50		7589.60	
Peso del Molde (g)	2764.90		2764.90		2764.90		2764.90	
Peso Suelo Húmedo (g)	4620.60		4740.30		4867.60		4824.70	
Volúmen del molde (cc)	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
Densidad Suelo humedo (g/cc)	2.175		2.232		2.292		2.272	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H₂O agregada	6.0%		7.5%		9.0%		10.5%	
Peso Tarro +Suelo humedo (g)	183.60	172.10	152.94	169.34	157.49	175.25	165.34	143.53
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	175.48	164.95	145.24	160.74	147.80	164.40	154.33	134.54
Peso Tarro (g)	42.50	45.40	41.30	45.60	40.80	44.90	50.10	48.90
Peso del agua	8.12	7.15	7.70	8.60	9.69	10.85	11.01	8.99
Peso de suelo seco	132.98	119.55	103.94	115.14	107.00	119.50	104.23	85.64
Humedad (%)	6.11	5.98	7.41	7.47	9.06	9.08	10.56	10.50
Humedad promedio (%)	6.043		7.439		9.068		10.530	
Densidad Seca (g/cc)	2.051		2.077		2.101		2.055	



METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	56
DSM (g/cm ³)	2.10
OCH (%)	9.07

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	1
PESO(g):	2764.9
VOLUMEN(cc):	2124.0