

**UNIVERSIDAD CATOLICA DE TRUJILLO**

**BENEDICTO XVI**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**CAL Y ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE LABORATORIO DE  
SUBRASANTE PARA EL CAMINO VECINAL EN TROCHA CARROZABLE TRAMO  
CURVA - EL SAUCE, DISTRITO DE CHALACO - PROVINCIA DE MORROPON-  
PIURA 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR**

**Br. Córdova Román Diana Elizabeth**

**ASESOR**

**Ing. Acosta Sánchez Luis Alberto**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

**Vivienda saneamiento y transporte**

**Piura- Perú**

**2021**

## ***AUTORIDADES UNIVERSITARIAS***

***Monseñor Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.  
Fundador y Gran Canciller de la UCT Benedicto XVI***

***R.P. Dr. Jhon Joseph Lydon McHugh, O.S.A.  
Rector***

***Dra. Silvia Valverde Zavaleta  
Vicerrectora Académica***

***Dr. Carlos Alfredo Cerna Muñoz PhD.  
Vicerrector de Investigación***

***Mg. Carlos Leandro Jave Gutiérrez  
Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura***

***Mons. Ricardo Exequiel Angulo Bazauri  
Gerente de Desarrollo Institucional***

***Ing. Marco Antonio Dávila Cabrejos  
Gerente de Administración y Finanzas***

***Mg. José Andrés Cruzado Albarrán  
Secretario General***



## **EQUIPO DE TRABAJO**

### **AUTOR**

Cordova Román Diana Elizabeth

universidad católica de Trujillo Benedicto XVI

### **ASESOR**

Dr. Acosta Sánchez, Luis Alberto

### **JURADO**

Mg. Panduro Alvarado Elka

PRESIDENTE

Mg. Castillo Chávez Juan Humberto

SECRETARIO

Dr. Acosta Sanchez Luís Alberto

VOCAL

## **HOJA DE FIRMA DEL JURADO Y ASESOR**

---

Mg. Panduro Alvarado Elka

PRESIDENTE

---

Mg. Castillo Chávez Juan Humberto

SECRETARIO

---

Dr. Acosta Sanchez Luís Alberto

VOCAL

---

Dr. Acosta Sanchez Luís Alberto

ASESOR

## **DEDICATORIA**

Dedicada a la memoria de mi padre Augusto Cordova  
García, por confiar en mí y siempre estar presente  
apoyándome en todos mis proyectos académicos,  
dedicado a su gran amor de padre a su apoyo constante  
durante toda mi vida.

A mi madre por apoyarme e incentivar me a lograr mis metas,  
mi esposo por su apoyo incondicional en la realización de mis  
proyectos académicos, mis hijos Rodrigo y Celso que son las  
razones de superación como profesional y como madre,  
a mis hermanos por su apoyo.

## AGRADECIMIENTO

A Dios por darnos la vida y la oportunidad  
De llegar a la etapa cumbre de nuestra carrera  
profesional, a nuestros docentes por la ardua labor  
para nuestra formación, al docente asesor Doctor  
Luis Alberto Acosta Sánchez, por las pautas dadas  
para la realización de esta tesis.

A la UCT por permitirnos ser parte de su casa de  
Estudios y con la bendición de dios llegar a esta etapa.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Diana Elizabeth Cordova Roman con DNI 42456555, egresados del Programa de estudios de ingeniería civil de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, damos fe que hemos seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos emanados por la Facultad de ingeniería, para la elaboración y sustentación del informe de tesis titulado: Cal y estabilización de suelos arcillosos a nivel de laboratorio de subrasante para el camino vecinal en trocha carrozable tramo curva - el Sauce, distrito de Chalaco - provincia de Morropón, el cual consta de un total de 160 páginas, en las que se incluye 23 tablas y 16 gráficos , más un total de páginas en anexos 86. Dejamos constancia de la originalidad y autenticidad de la mencionada investigación y declaramos bajo juramento en razón a los requerimientos éticos, que el contenido de dicho documento corresponde a nuestra autoría respecto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizamos que los fundamentos teóricos están respaldados por el referencial bibliográfico, asumiendo un mínimo porcentaje de omisión involuntaria respecto al tratamiento de cita de autores, lo cual es de nuestra entera responsabilidad. Se declara también que el porcentaje de similitud o coincidencia es de 16 %, el cual es aceptado por la Universidad Católica de Trujillo.

El autor



DNI: 42456555

# INDICE

## Contenido

EQUIPO DE TRABAJO.....	6
HOJA DE FIRMA DEL JURADO Y ASESOR.....	7
DEDICATORIA.....	8
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	10
INDICE.....	11
ÍNDICE DE GRAFICOS.....	13
RESUMEN.....	15
<b>I. PROBLEMA DE INVESTIGACION.....</b>	<b>17</b>
1.1.1 Planteamiento del problema.....	17
1.1.2 Formulación del problema.....	18
1.1.3 Problema general.....	18
1.1.4 Problemas específicos.....	18
1.1.5 Formulación de objetivos.....	19
1.1.6 Objetivo general.....	19
1.1.7 Objetivos específicos.....	19
1.1.8 Justificación de la investigación.....	19
<b>II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>21</b>
2.1 Antecedentes de la investigación.....	21
2.2 Bases teórico-científicas.....	25
2.3 Definición de términos básico.....	28
2.4 Formulación de hipótesis.....	30
<b>III. Metodología.....</b>	<b>33</b>
3.1 Tipo de investigación.....	33
3.2 Diseño de investigación.....	33
3.3 Población, muestra.....	33
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	35
3.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	41
3.6 Ética investigativa.....	42
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>43</b>
<b>4.1 Análisis de resultados.....</b>	<b>53</b>
<b>4.3 Discusión de resultados.....</b>	<b>70</b>

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	71
5.1 Conclusiones .....	71
5.2 Recomendaciones .....	72
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	73
Bibliografía .....	73
ANEXOS.....	75

## ÍNDICE DE GRAFICOS

- Gráfico 01 índice plasticidad calicata 01
- Gráfico 02 índice plasticidad calicata 02
- Gráfico 03 índice plasticidad calicata 03
- Gráfico 04 índice plasticidad calicata 04
- Gráfico 05 Dmax seca calicata 01
- Gráfico 06 Dmax seca calicata 02
- Gráfico 07 Dmax seca calicata 03
- Gráfico 08 Dmax seca calicata 04
- Gráfico 09 Optimo de humedad calicata 01
- Gráfico 10 Optimo de humedad calicata 02
- Gráfico 11 Optimo de humedad calicata 03
- Gráfico 12 Optimo de humedad calicata 04
- Gráfico 13 CBR calicata 01
- Gráfico 14 CBR calicata 02
- Gráfico 15 CBR calicata 03
- Gráfico 16 CBR calicata 04

## ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 01. Clasificación de suelos- elaboración propia
- Tabla 02. Clasificación SUCS
- Tabla 03. Resultados de ensayos de calicatas.
- Tabla 03.- calicata 01
- Tabla 04.- calicata 02
- Tabla 05.- calicata 03
- Tabla 06.- calicata 04
- Tabla 07. Límites de Atterberg
- Tabla 08. Estadística de grupo
- Tabla 09. Pruebas de muestras independientes (T STUDENT)
- Tabla 10. Prueba de muestras independientes (T STUDENT)
- Tabla 11 Prueba de muestras independientes (T STUDENT)



- Tabla 12. Prueba de normalidad
- Tabla 13. Estadística de grupo
- Tabla 14. Prueba de muestras independientes. (t student)
- Tabla 15. Prueba de muestras independientes (T STUDENT)
- Tabla 16 Prueba de muestras independientes (T STUDENT)
- Tabla 17 Máxima densidad: Prueba de normalidad
- Tabla 18 Estadística de grupo
- Tabla 19 Prueba de muestras independientes (t- student)
- Tabla 20 Prueba de muestras independientes (T STUDENT)
- Tabla 21 Prueba de muestras independientes (T STUDENT)
- Tabla 22 Humedad Prueba de normalidad
- Tabla 23 Estadística de grupo
- Tabla 24 Prueba de muestras independientes ( T STUDENT)
- Tabla 25 Prueba de muestras independientes (t student)
- Tabla 26 Prueba de muestras independientes (t student)

### **INDICE DE FOTOS**

- Foto01. Google maps.2017
- Foto 02: camino vecinal el sauce- distrito Chalaco
- Foto03: muestra recolectada en campo
- Figura 04. Cal de obra- maestro Piura.
- Foto 05: Tamizado del suelo retenido en la malla N° 200 entre las mallas N°4, 10, 20, 40, 60, 100, 200.
- Foto 06. limite plástico
- Foto 07: Ensayo de Proctor
- Foto 08 ensayo de CBR.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación está dirigido a estudiar y practicar a nivel del laboratorio la influencia de la cal para la estabilización de suelos arcilloso y así determinar el contenido adecuado del estabilizante que proporcione un aumento en la capacidad de soporte de la subrasante del camino vecinal en trocha carrozable tramo curva - el sauce, distrito de Chalaco - provincia de Morropón. Como es de referencia los suelos arcillosos tienen en su mayoría un alto índice de plasticidad y un CBR (California Bearing Ratio) pobre o regular, para lo cual buscamos un método para bajar su índice de plasticidad así mismo aumentar la capacidad de soporte del suelo.

La cal como químico estabilizante mejora la resistencia de los suelos arcillosos mediante el encapsulado de las partículas de arcilla. El objetivo principal de la tesis es determinar la influencia de la cal en la estabilización de suelos arcillosos a nivel de laboratorio de subrasante para el camino vecinal en trocha carrozable tramo curva - El sauce, distrito de Chalaco - provincia de Morropón. Asimismo, se realizó los ensayos en el laboratorio de suelos como granulometría, límites de consistencia, Proctor modificado y ensayo de CBR (California Bearing Ratio), tanto para las muestras en estado natural como en los porcentajes propuestos en la tesis como 4%, 8%, y 12% de cal.

El porcentaje para alcanzar el mayor rendimiento del suelo arcilloso fue hallado al 8 % de cal con lo que se logra incrementar el valor de CBR de suelo natural a 0.1” al 100% es de 8.6 % a un CBR con adición del 8% de cal a 0.1” al 100% es igual a 19.8, lo que justifica que la adición del 8% de cal es adecuada ya que pasaría de ser regular a bueno. También corroboramos que el IP bajo de 25.4 a un promedio de 13.8.

**Palabras claves:** estabilización, cal, subrasante

## ABSTRACT

This research work is aimed at studying and practicing at the laboratory level the influence of lime for the stabilization of clay soils and thus determine the adequate content of the stabilizer that provides an increase in the support capacity of the subgrade of the neighborhood road in curved section carriageway - el sauce, district of Chalaco - province of Morropón. As a reference, clay soils mostly have a high plasticity index and a poor or regular CBR, for which we are looking for a method to lower their plasticity index as well as increase the bearing capacity of the soil.

Lime as a stabilizing chemical improves the strength of clay soils by encapsulating the clay particles. The main objective of the thesis is to determine the influence of lime and the stabilization of clay soils at the subgrade laboratory level for the curved section carriageway local road - el sauce, district of chalaco - province of Morropón. Likewise, tests were carried out in the soil laboratory such as granulometry, consistency limits, modified Proctor and CBR test, both for the samples in the natural state and in the percentages proposed in the thesis such as 4%, 8%, and 12 % of lime.

The optimal percentage of lime was found at 8% of lime, with which it is possible to increase the CBR value to that of natural soil at 100% is 8.6% to a CBR with the addition of 8% of lime at 100% is equal to 19.8 , which justifies that the addition of 8% lime is adequate since it would go from being regular to very good. We also corroborate that the IP dropped from 25.4 to an average of 13.8.

Keywords: stabilization, lime, subgrade