



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

**“DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5
PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR (ES):

JONNATHAN ELIAS ALVIA MEJILLON

TUTOR:

ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO, MSc.

LA LIBERTAD, ECUADOR

2023

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TEMA:

“DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN
RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN
LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA
ELENA”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR:

JONNATHAN ELIAS ALVIA MEJILLON

TUTOR:


ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO, MSc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2023

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 
Ing. Jonny Raúl Villao Borbor, MSc.
DIRECTOR DE CARRERA

f. 
Ing. Vianna Andrea Pinoargote Rovello,
MSc.
DOCENTE TUTOR

f. 
Ing. Raúl Andres Villao Vera, MSc.
DOCENTE ESPECIALISTA

f. 
Ing. Lucrecia Cristina Moreno Alcívar, PhD
DOCENTE UIC

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **JONNATHAN ELIAS ALVIA MEJILLON**, declaro bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado “**DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**”, no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la Facultad de **Ciencias de la Ingeniería**, Carrera de **Ingeniería Civil**, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito y perteneciente de mi autoría.

Por medio de la presente declaración cedo los derechos de autoría y propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente,

f. Jonnathan Elias Alvia

Jonnathan Elias Alvia Mejillon

C.I. 2400267866

AUTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Vianna Andrea Pinoargote Rovello, MSc.

TUTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Universidad Estatal Península de Santa Elena

En mi calidad de Tutor del presente trabajo “**DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**” previo a la obtención del Título de **INGENIERO CIVIL** elaborado por el Sr. **JONNATHAN ELIAS ALVIA MEJILLON**, egresado de la **CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**, Facultad **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA** de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.

Atentamente,

f.



Ing. Vianna Andrea Pinoargote Rovello, MSc.

C.I. 2400061632

DOCENTE TUTOR

CERTIFICACIÓN DE GRAMATOLOGIA

Certificación de Gramatólogo

Lic. MARIANA MEDINA SUÁREZ

Magíster En Diseño Y Evaluación

De Modelos Educativos

La Libertad, noviembre 30 del 2023.

Certifica:

Que después de revisar el contenido del trabajo de titulación en opción al título de **INGENIERO CIVIL** de: **JONNATHAN ELIAS ALVIA MEJILLON**, cuyo tema es: **“DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA”**, me permito declarar que el trabajo investigativo se encuentra idóneo y puede ser expuesto ante el jurado respectivo para la defensa del tema en mención.

Es todo cuanto puedo manifestar en honor a la verdad.



Lic. Mariana Medina Suárez. MSc.

Docente de Español: Literatura

Cel: 0986380800

e-mail: marianoem1@hotmail.com

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema “**DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**” elaborado por el estudiante **Sr. JONNATHAN ELIAS ALVIA MEJILLON**, egresado de la carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, me permito declarar que una vez analizado en el sistema anti plagio **COMPILATIO**, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 5% de la valoración permitida.

Adjunto reporte de similitud,

TUTOR



Ing. Vianna Andrea Pinoargote Rovello, MSc.

C.I. 2400061632

Tesis Jonnathan Alvia

5%
Textos sospechosos



4% Similitudes
0% similitudes entre comillas
2% Idioma no reconocido
0% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: Tesis Jonnathan Alvia.pdf
ID del documento: 36b3f575abd9fa2467931f24172e2a0f05a474d8
Tamaño del documento original: 455,28 kB

Depositante: VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO
Fecha de depósito: 4/12/2023
Tipo de carga: Interface
fecha de fin de análisis: 4/12/2023

Número de palabras: 6444
Número de caracteres: 41.365

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

| N° | Descripciones | Similitudes | Ubicaciones | Datos adicionales |
|----|--|-------------|-------------|--|
| 1 | online.portoviejo.gob.ec https://online.portoviejo.gob.ec/docs/mec5.pdf 1 fuente similar | 1% | | Palabras idénticas: 1% (70 palabras) |
| 2 | losabaniles.com Cimentación - Los Abaniles https://losabaniles.com/diccionario-de-la-construccion/cimentacion/#:~:text=Profundas Cimentac... 13 fuentes similares | < 1% | | Palabras idénticas: < 1% (57 palabras) |
| 3 | repositorio.uta.edu.ec Análisis comparativo entre los valores del límite líquido o... https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/32493/1/Tesis_L.C.1458_-_Ramirez_M... | < 1% | | Palabras idénticas: < 1% (28 palabras) |
| 4 | 1library.co Plasticidad - Bases Teóricas - MARCO TEÓRICO https://1library.co/articulo/plasticidad-bases-teóricas-marco-teórico/#?en?by=&dest=Manual de Car... 6 fuentes similares | < 1% | | Palabras idénticas: < 1% (29 palabras) |

Fuentes con similitudes fortuitas

| N° | Descripciones | Similitudes | Ubicaciones | Datos adicionales |
|----|---|-------------|-------------|--|
| 1 | Documento de otro usuario #52479 El documento proviene de otro grupo | < 1% | | Palabras idénticas: < 1% (29 palabras) |
| 2 | Documento de otro usuario #6494c El documento proviene de otro grupo | < 1% | | Palabras idénticas: < 1% (18 palabras) |
| 3 | sildetodoc.com Generalidades Sistema unificado de clasificacn de suelos SUCS https://sildetodoc.com/generalidades-sistema-unificado-de-clasificacn-de-suelos-sucs/ | < 1% | | Palabras idénticas: < 1% (17 palabras) |
| 4 | aceroscrea.com Estos son los Tipos de Cimentación más usados en construcción https://aceroscrea.com/blog/tipos-de-cimentacion-en-construccion/ | < 1% | | Palabras idénticas: < 1% (12 palabras) |
| 5 | repository.ugc.edu.co https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3554/Caracterización_geotécnica_subsuelo_L... | < 1% | | Palabras idénticas: < 1% (12 palabras) |

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación va dedicado a mis padres Victor Hugo Alvia Zambrano y Maritza Geoconda Mejillon Perero, mis hermanas Nubia Alvia y Yulissa Alvia; quienes son la fuente de apoyo y aliento para que pueda impulsarme a seguir adelante durante todo este proceso de formación profesional.

JONNATHAN ALVIA

AGRADECIMIENTOS

Antes que todo quiero agradecer a mis padres por brindarme su apoyo y siempre estar a mi lado motivándome a seguir adelante superando todos los obstáculos que se presenten, a Ronald Cruz, Evelyn Rodríguez, Adolfo González, Daniel Vélez y demás compañeros que siempre me apoyaron para poder culminar exitosamente este trabajo de investigación.

JONNATHAN ALVIA

TABLA DE CONTENIDO

| | Pág. |
|-------------------------------------|-------------|
| TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN | ii |
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA..... | iii |
| CERTIFICACIÓN DEL TUTOR..... | iv |
| CERTIFICACIÓN DE GRAMATOLOGIA | v |
| CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO | vi |
| DEDICATORIA | viii |
| AGRADECIMIENTOS..... | ix |
| CAPITULO I: INTRODUCCIÓN | 21 |
| 1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... | 22 |
| 1.2 ANTECEDENTES..... | 24 |
| 1.3 HIPÓTESIS..... | 27 |
| 1.3.1 Hipótesis general..... | 27 |
| 1.3.2 Hipótesis específicas..... | 27 |
| 1.4 OBJETIVOS | 27 |
| 1.4.1 Objetivo General..... | 27 |
| 1.4.2 Objetivos Específicos..... | 27 |
| 1.5 ALCANCE | 28 |
| 1.6 VARIABLES | 29 |
| 1.6.1 Variables Dependientes..... | 29 |

| | | |
|---|--|-----------|
| 1.6.2 | Variables Independientes..... | 29 |
| CAPITULO II: MARCO TEÓRICO | | 30 |
| 2.1 | DEFINICIÓN DEL SUELO | 30 |
| 2.2 | IMPORTANCIA DEL SUELO EN OBRAS CIVILES | 30 |
| 2.3 | ENSAYOS DE LABORATORIO DEL MUESTREO | 31 |
| 2.3.1 | Contenido de humedad..... | 31 |
| 2.3.2 | Límites de Atterberg..... | 31 |
| 2.3.2.1 | <i>Límite líquido</i> | 32 |
| 2.3.2.2 | <i>Límite plástico</i> | 32 |
| 2.3.2.3 | <i>Límite de contracción</i> | 32 |
| 2.3.2.4 | <i>Índice de plasticidad</i> | 33 |
| 2.3.3 | Granulometría..... | 33 |
| 2.3.4 | Gravedad específica..... | 34 |
| 2.3.5 | Corte directo..... | 34 |
| 2.3.6 | Ensayo de consolidación..... | 35 |
| 2.3.7 | Ensayo de compresión simple..... | 36 |
| 2.4 | CLASIFICACIÓN DEL SUELO | 36 |
| 2.4.1 | Clasificación SUCS..... | 36 |
| 2.4.2 | Clasificación AASHTO..... | 37 |
| 2.5 | CIMENTACIÓN | 38 |
| 2.6 | TIPOS DE CIMENTACIONES..... | 38 |
| 2.6.1 | Cimentación directa o superficial..... | 39 |

| | | |
|--|---|----|
| 2.6.1.1 | <i>Zapata aislada</i> | 39 |
| 2.6.1.2 | <i>Zapatas corridas</i> | 40 |
| 2.6.1.3 | <i>Losas de cimentaciones</i> | 41 |
| 2.6.2 | Cimentación indirecta o profunda | 41 |
| 2.6.2.1 | <i>Pilotes</i> | 41 |
| 2.6.2.2 | <i>Muro pantallas</i> | 41 |
| 2.7 | DISEÑO DE LA CIMENTACION | 41 |
| 2.8 | ESTADOS LÍMITE DE FALLAS | 43 |
| 2.8.1 | Capacidad de carga | 43 |
| 2.8.2 | Factor de seguridad indirecto | 43 |
| CAPITULO III: METODOLOGÍA | | 44 |
| 3.1 | TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN | 44 |
| 3.1.1 | Tipo | 44 |
| 3.1.2 | Nivel | 44 |
| 3.2 | MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN | 44 |
| 3.2.1 | Método | 44 |
| 3.2.2 | Enfoque | 45 |
| 3.2.3 | Diseño | 45 |
| 3.3 | POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO | 45 |
| 3.3.1 | Población | 45 |
| 3.3.2 | Muestra | 46 |
| 2.1 | Muestreo | 46 |

| | |
|--|----|
| 3.4 METODOLOGIA DEL O.E.1: DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DE MUESTREO MEDIANTE ENSAYOS DE LABORATORIO QUE PERMITAN SU CLASIFICACIÓN SEGÚN LAS NORMATIVAS SUCS Y AASHTO. | 46 |
| 3.5 METODOLOGIA DEL O.E.2: DISEÑAR LA CIMENTACIÓN DE TIPO SUPERFICIAL MEDIANTE CÁLCULOS Y MODELADO EN EL SOFTWARE ETABS PARA OBTENER EL DISEÑO MÁS APROPIADO PARA DICHO TERRENO. | 48 |
| 3.5.1 Zapata aislada. | 49 |
| 3.5.1.1 Dimensionamiento de zapata aislada. | 49 |
| 3.5.1.2 Chequeo por punzonamiento bidireccional. | 50 |
| 3.5.2 Zapata combinada. | 52 |
| 3.5.2.1 Dimensionamiento de zapata combinada. | 52 |
| 3.5.2.2 Chequeo por punzonamiento bidireccional. | 53 |
| 3.5.3 Losa de cimentación. | 54 |
| 3.5.3.1 Dimensionamiento de losa. | 54 |
| 3.5.3.2 Chequeo por punzonamiento bidireccional. | 56 |
| 3.6 METODOLOGIA DEL O.E.3: EJECUTAR UN ANÁLISIS COMPARATIVO MIDIENDO LOS COSTOS DE ELABORACIÓN DE CADA DISEÑO. | 57 |
| 3.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | 58 |
| CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 59 |
| 4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.1, DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DE MUESTREO MEDIANTE ENSAYOS | |

| | |
|--|-----------|
| DE LABORATORIO QUE PERMITAN SU CLASIFICACIÓN SEGÚN LAS NORMATIVAS SUCS Y AASHTO. | 59 |
| 4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.2, DISEÑAR LA CIMENTACIÓN DE TIPO SUPERFICIAL MEDIANTE CÁLCULOS Y MODELADO EN EL SOFTWARE ETABS PARA OBTENER EL DISEÑO MÁS APROPIADO PARA DICHO TERRENO. | 61 |
| 4.2.1 Zapata aislada. | 61 |
| 4.2.1.1 <i>Dimensionamiento de zapata aislada.</i> | 61 |
| 4.2.1.2 <i>Chequeo por punzonamiento bidireccional.</i> | 62 |
| 4.2.1.3 <i>Diseño de la cimentación.</i> | 63 |
| 4.2.2 Zapata combinada. | 64 |
| 4.2.2.1 <i>Dimensionamiento de zapata combinada.</i> | 64 |
| 4.2.2.2 <i>Chequeo por punzonamiento bidireccional.</i> | 64 |
| 4.2.2.3 <i>Diseño de la cimentación.</i> | 66 |
| 4.2.3 Losa de cimentación. | 67 |
| 4.2.3.1 <i>Dimensionamiento de losa de cimentación.</i> | 67 |
| 4.2.3.2 <i>Chequeo por punzonamiento bidireccional.</i> | 69 |
| 4.2.3.3 <i>Diseño de la cimentación.</i> | 70 |
| 4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.3, EJECUTAR UN ANÁLISIS COMPARATIVO MIDIENDO LOS COSTOS DE ELABORACIÓN DE CADA DISEÑO. | 71 |
| CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. | 73 |
| 5.1 CONCLUSIONES. | 73 |
| 5.2 RECOMENDACIONES. | 74 |

| | |
|---|-----------|
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 75 |
| ANEXOS..... | 78 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Figura 1 <i>Límites de Atterberg</i> | 32 |
| Figura 2 <i>Clasificación de suelo según granulometría</i> | 33 |
| Figura 3 <i>Curva de consolidación</i> | 35 |
| Figura 4 <i>Esquema simplificado del SUCS</i> | 37 |
| Figura 5 <i>Zapata aislada</i> | 40 |
| Figura 6 <i>Zapata corrida</i> | 40 |
| Figura 7 <i>Calicata elaborada en terreno de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.</i> | 47 |
| Figura 8 <i>Muestra inalterada</i> | 48 |
| Figura 9 <i>Vista tridimensional de la zapata aislada</i> | 49 |
| Figura 10 <i>Vista tridimensional de la zapata combinada</i> | 52 |
| Figura 11 <i>Vista en planta de la losa de cimentación</i> | 55 |
| Figura 12 <i>Vista en planta y tridimensional de la zapata</i> | 63 |
| Figura 13 <i>Vista en planta y tridimensional de la zapata combinada</i> | 66 |
| Figura 14 <i>Vista en planta y tridimensional de la losa de cimentación.</i> | 70 |
| Figura 15 <i>Vista de reacción ante cargas</i> | 71 |

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Tabla 1 <i>Clasificación de suelos</i> | 38 |
| Tabla 2 <i>Clasificación de las unidades de construcción por categorías</i> | 42 |
| Tabla 3 <i>Número mínimo de sondeos y profundidad</i> | 42 |
| Tabla 4 <i>Factores de Seguridad Indirectos Mínimos</i> | 43 |
| Tabla 5 <i>Definición y simbología de las partes de la zapata</i> | 48 |
| Tabla 6 <i>Cálculo del cortante en dos direcciones</i> | 51 |
| Tabla 7 <i>Cargas aplicadas sobre la cimentación</i> | 54 |
| Tabla 8 <i>Cuadro de Operacionalización de Variables</i> | 58 |
| Tabla 9 <i>Cuadro de caracterización del terreno</i> | 60 |
| Tabla 10 <i>Cuadro de propiedades mecánicas del terreno</i> | 60 |
| Tabla 11 <i>Dimensionamiento de zapata</i> | 61 |
| Tabla 12 <i>Chequeo por punzonamiento</i> | 62 |
| Tabla 13 <i>Dimensionamiento de zapata</i> | 64 |
| Tabla 14 <i>Chequeo por punzonamiento</i> | 65 |
| Tabla 15 <i>Dimensionamiento de losa de cimentación</i> | 67 |
| Tabla 16 <i>Distribución por franja crítica</i> | 68 |
| Tabla 17 <i>Chequeo por punzonamiento</i> | 69 |
| Tabla 18 <i>Precios de la materia prima del concreto</i> | 71 |
| Tabla 19 <i>Análisis de precio de los tipos de cimentaciones</i> | 72 |

LISTA DE ECUACIONES

| | Pág. |
|---|-------------|
| Ecuación 1 <i>Índice de Plasticidad</i> | 33 |
| Ecuación 2 <i>Resistencia al corte</i> | 34 |
| Ecuación 3 <i>Relación para clasificación</i> | 39 |
| Ecuación 4 <i>Formula del área de la zapata</i> | 49 |
| Ecuación 5 <i>Peralte efectivo</i> | 50 |
| Ecuación 6 <i>Carga distribuida</i> | 50 |
| Ecuación 7 <i>Fuerza ultima de punzonamiento y área crítica</i> | 51 |
| Ecuación 8 <i>Cortante último</i> | 51 |
| Ecuación 9 <i>Fórmula para el acero mínimo</i> | 52 |
| Ecuación 10 <i>Formula de λ y de l</i> | 55 |

“DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA”

Autor: Alvia Mejillon Jonnathan Elias

Tutor: Ing. Pinoargote Rovello Vianna Andrea, Msc.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo realizar el diseño de cimentación para una edificación residencial de 5 pisos en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, se llevará a cabo mediante la determinación de las características que posee el terreno mediante la elaboración de ensayos de laboratorio del terreno muestreado, el análisis de los resultados de los diseños se realizara por medio del software Etabs 2019, cumpliendo con lo dispuesto en las normas NEC-15 y ACI 318-14; y elaborando una propuesta midiendo los costos que se generarían con las distintas opciones de diseños. Después de analizar los resultados se determinó que el tipo de suelo será limo - arcilloso de baja plasticidad y el diseño que más se adecua según el análisis sería una losa de cimentación debido a que cumplen con las verificaciones que se proponen en el ACI 318-14 finalizando con el análisis comparativo de gastos que se generan en la elaboración de los diseños, siendo la losa seleccionada por ser la más económica.

PALABRAS CLAVE: Diseño de cimentación, NEC-15, ACI 381-14, Losa de cimentación, Análisis comparativo, Ensayos de laboratorio.

“FOUNDATION DESIGN FOR A 5-STORY RESIDENTIAL BUILDING FOR STUDENT USE AT THE SANTA ELENA STATE UNIVERSITY”

Authors: Alvia Mejillon Jonnathan Elias

Tutor: Ing. Pinoargote Rovello Vianna Andrea, Msc.

ABSTRACT

The present research aims to carry out the foundation design for a 5-story residential building at the Santa Elena Peninsula State University. This will be accomplished by determining the characteristics of the terrain through laboratory tests on the sampled soil. The analysis of the design results will be conducted using the Etabs 2019 software, complying with the NEC-15 and ACI 318-14 standards. Additionally, a proposal will be developed, measuring the costs generated by various design options. After analyzing the results, it was determined that the soil type is low plasticity silt-clay. The design that best fits the analysis is a foundation slab, as it meets the verifications proposed in ACI 318-14. The work concludes with a comparative analysis of expenses generated in the design process, with the slab being selected as the most economical option.

KEYWORDS: Foundation Design, NEC-15, ACI 318-14, Foundation Slab, Comparative Analysis, Laboratory Tests.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción, es uno de los ámbitos que en la actualidad se encuentra en un su mayor apogeo debido al gran expansionismo y desarrollo que existe en estos tiempos, esto empuja que debido a las distintas necesidades que tienen las personas sea por trabajo o estudios tengan que dirigirse hacia distintos lugares, por lo que como una forma de contribuir al desarrollo se ha optado por realizar los estudios que sean necesarios para poder generar residencias estudiantiles que sean viables y de esta forma poder ayudar a estudiantes que residan lejos de la Universidad y que se encuentren comprometidos en sus estudios.

La idea se impulsa de las residencias que otras universidades poseen para sus estudiantes facilitando de este modo la estadía para quienes residan en otras provincias como, por ejemplo: (i) Residencia Universitaria Acacia, (ii) Residencia Universitaria Ilinizas y (iii) Residencia Estudiantil ESPOL

Al referirnos a una cimentación hablamos de la parte más importante en lo que comprende una estructura ya que esta debe estar bien diseñada para soportar grandes cargas que van a ser apoyadas sobre ella y a su vez van a ser transmitidas al suelo el cual debe tener un buen mejoramiento, si así lo requiere, para que no se efectúen grandes asentamientos los cuales ocasionarían daños a la súper estructura. (Vega Benavides et al., 2018, p. 4)

El presente proyecto se realizará en base al pre diseño de una estructura de 5 pisos para la residencia de estudiantes de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), en el cual se pretende elaborar por medio de la extracción de muestras de suelo (calicatas), los distintos ensayos que logren demostrar que el suelo puede ser apto para la construcción de dicha infraestructura o caso contrario que se llegue a necesitar de alguna ayuda externa. Para luego continuar en lo que es la elaboración del pre diseño de la cimentación a utilizar, el que deberá sostener la infraestructura por medio de la transferencia de cargas, que pueden ser cargas vivas como cargas muertas.

Se requerirá de tomar todo en cuenta para evitar futuros daños ya que normalmente en una edificación los fallas se encuentran ya cuando la construcción fue ejecutada y la aparición de estas lesiones ya son evidentes es decir existe un daño el cual ya es de consideración, por lo que los estudios a realizar deberán avalar un diseño ejecutado de forma correcta.

(Moreno Cansado, 2015, pp. 1–2) nos indica que: “Las principales causas de daños con origen en la cimentación, son: (i) Asientos uniformes o diferenciales, (ii) Rellenos estructurales: Deficiente compactación, (iii) Existencia de arcillas expansivas, (iv) Terrenos distintos del previo, (v) Materiales o soluciones constructivas inadecuadas y (vi) Causas extrínsecas de fallos de cimentación.”

Teniendo en cuenta todas las causantes que pueden estar generando algún fallo, se podrá elegir el tipo de cimentación que sea más adecuada para el proyecto, evitado cometer o causar algún tipo de error que pueda comprometer la integridad de la infraestructura ya diseñada y que de esta forma pueda usarse de forma segura antes de que se presente alguna falla naturalmente.

Por lo que como objetivo del proyecto será el realizar un correcto análisis del suelo, evaluar las características que este nos pueda brindar para de esta forma poder definir la cimentación más adecuada, generar los cálculos pertinentes y demostrar que la elaboración de la infraestructura puede ser llevada a cabo sin problema o de lo contrario dar a conocer porque no podría ser generada, para de este modo poder hacer una contribución con la universidad ya que este tipo de proyectos llegan a ser favorables por la acogida que le darán los estudiantes que sean de zonas alejadas a la propia universidad.

1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los suelos son recursos naturales, limitados y no renovables por lo que el crecimiento poblacional genera varios conflictos por su aprovechamiento, con esta primicia se sabe que es necesario utilizar cada espacio de suelo de la mayor forma posible, pero siempre teniendo en cuenta las distintas características que esta pueda tener, para poder evitar futuros problemas que esta pueda causarnos.

La elaboración de una infraestructura para un fin residencial tiene sus bases en el análisis de suelo que se debe realizar para poder garantizar de este modo que las

características que presenta no serán un impedimento en la elaboración del diseño, y si llegara a poseerlo darle una solución inmediata, para a través de esta poder identificar cual será el tipo de cimentación más adecuada a utilizar.

De acuerdo con (Uriel Ortiz, 1983, pp. 1–2) Entra en juego la interacción terreno-estructura y, ante las inevitables deformaciones diferentes entre unos apoyos y otros, la rigidez estructural modifica las acciones sobre el terreno a costa de unos esfuerzos suplementarios que pueden llegar a ser intolerables para los elementos estructurales. El diseño de las cimentaciones ha de ser tal que sus movimientos resulten aceptables por las estructuras.

El poder evitar los fallos que puedan presentarse será muy importante tener en cuenta las causas expuestas, evitando distracciones o algún tipo de alteración durante el proceso de elaboración de los ensayos ya que debido a cualquier motivo se pueden alterar las muestras, posterior a este trabajo se tendrá que seleccionar la cimentación que se adecue al tipo de suelo que nos de los ensayos y que esta logre distribuir el peso de las distintas cargas de la infraestructura final de una manera eficiente.

Para poder elaborar correctamente la cimentación se deberá de tener en cuenta todo tipo de factores que puedan afectarla como puede ser desde el estudio del propio suelo, la humedad, alteración del terreno, etc. Debido a que en la cimentación serán cargadas una gran cantidad de fuerzas. De acuerdo con (Yepes Piqueras, 2020, p. 14) la cimentación debe resistir las cargas y sujetar la estructura frente a acciones horizontales como el viento y el sismo, conservando su integridad. La interacción entre el suelo y la estructura depende de la naturaleza del propio suelo, de la forma y del tamaño de la cimentación y de la flexibilidad de la estructura.

Por lo que se buscara como objetivo el poder cumplir con normativas que ayuden a un buen desarrollo de la cimentación, debido a que esta como la base de cualquier edificación es muy importante ya que es quien recibe y transmite las cargas de los muros y columnas para sean transmitidas al suelo de una manera uniforme, por lo que la cimentación tendrá que proporcionar el medio para que las cargas que son generadas por todos los componentes de la estructura sean transmitidas al terreno produciendo en este un sistema de esfuerzos que podrán ser resistidos con seguridad

sin generar grandes asentamientos, o con asentamientos admisibles, ya sean estos uniformes o diferenciales.

1.2 ANTECEDENTES

Siempre que se emprende un estudio de cimentaciones o de estructuras caladas en el terreno, es de suma importancia conocer el comportamiento que tendrá el suelo con dicha estructura, pues así se hace indispensable conocer las características del suelo previo al diseño, para así tener valores exactos del coeficiente de balasto, y tener una clasificación exacta de la zona en construcción.

De las primeras técnicas que se utilizaron para la elaboración de una cimentación sin duda fueron la hinca de ramas, troncos y restos de animales que no alcanzaban una longitud de penetración mínima, siendo estos procesos carentes de intencionalidad, no es hasta alrededor de 12000 a.C. en Europa se descubrieron excavaciones pocas profundas para viviendas quizás con el fin de protegerse del viento, pero ya se le daba mayor importancia al suelo en la generación de estructuras. Para alrededor del 5000 y 4000 a.C. Aparecen viviendas elevadas en zonas cercanas a las orillas de los ríos en donde se encuentran troncos penetrando el terreno a una profundidad de entre 1m a 3m, lo que demuestra que ya de manera indirecta se percataban que dependiendo de la profundidad podrían elaborar viviendas más duraderas y proporcionando lo que serían los primeros datos sobre la resistencia a la penetración del suelo. A pesar de todo hacia el 1000a.C. en Grecia ya se usaban zapatas corridas como apoyo de edificaciones, buscando el sustrato rocoso como base de dicha cimentación, por lo que se puede decir que la cultura griega da origen a las técnicas de investigación directa del terreno en el proceso de edificación.

A partir de esto internacionalmente (Ana Maria García Gamallo, 1997) nos manifiesta en su trabajo titulado “LA EVOLUCIÓN DE LAS CIMENTACIONES EN LA HISTORIA DE LA ARQUITECTURA, DESDE LA PREHISTORIA HASTA LA PRIMERA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL”, teniendo como objetivo conocer la evolución de las técnicas de cimentación que han aparecido a lo largo de la historia de la Arquitectura, dentro del marco geográfico constituido por las antiguas provincias europeas. Se investigará de forma analítica recolectando información arqueológica que proporcionará datos referentes a restos de

construcciones, descubriendo los diferentes sistemas empleados, la documentación histórica proporcionará numerosas descripciones de núcleos urbanos y de construcciones que han construido el escenario de hechos notables. El resultado final de todos esos esfuerzos y ensayos constituye el cuerpo de doctrina que, en la época estudiada, determina el origen y la evolución de los conocimientos, tanto acerca de las propiedades del terreno como referentes a las técnicas de cimentación

Sabiendo que nuestro país, se encuentra en una zona con alta peligrosidad sísmica para poder diseñar de forma correcta se deben de realizar los estudios para ejecutar proyectos como edificaciones, o mega proyectos estructurales, deben realizarse de la mejor manera posible, empezando desde lo principal que es su cimentación, debido que son el grupo de elementos que van a transmitir las cargas de la construcción o elementos apoyados a este al suelo distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales.

En el ámbito nacional, el estudio realizado por (Vega Benavides et al., 2018) titulado como “ELABORACIÓN DE UN PLAN PARA CONSTRUIR LA CIMENTACIÓN DE UN EDIFICIO DE TRES PLANTAS”, tiene como objetivo el examinar minuciosamente los pasos a seguir en el plan constructivo, partiendo desde el estudio de planos y resultados de pruebas de laboratorio, para la cimentación de un edificio de tres plantas. Consiste en construir una cimentación la cual ya se le han realizado los estudios pertinentes como es la información geotécnica de los estudios de suelo, con lo cual se obtuvo el diseño adecuado de cimentación. Elaborar un plan para la elaboración de un proyecto es de gran utilidad al momento de llevar un control, ya que permite la elaboración de actividades de forma ordenada asignando un tiempo para su ejecución.

En el estudio realizado por (Cabrera et al., 2020) en el trabajo titulado “GEOTECNIA ENFOCADA A CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES DE 3 PISOS EN LA CIUDAD DE MACHALA” plantea como objetivo principal el poder determinar las características geotécnicas de la zona sur-este de Machala debido que a través de estas se podrá definir cuál es la alternativa técnica adecuada para la cimentación, para los estudios geotécnicos del suelo se lleva a cabo en campo y laboratorio usando las Normas Ecuatorianas de la Construcción NEC-SE-GC-Geotecnia-y-Cimentaciones 2015. Según los datos y resultados obtenidos, lo que se debe considerar en el proceso de construcción de edificios de tres niveles

con dimensiones mínimas de vigas de cimentación, es un trabajo de mejoramiento de suelo colocando capas compactadas de materiales granulares con propiedades mecánicas específicamente seleccionadas de $H_{mín} \geq 0,60m$ por debajo del replantillo conformado para la construcción de la cimentación.

En el país se utiliza el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual nos sirve para poder determinar las características que poseen los suelos por medio de los distintos ensayos de laboratorio que se llevaran a cabo de esta forma podremos definir si el material se trata de una arcilla, limo, si es que es un material granular o fino, etc. Para luego poder usar la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15) para poder definir las cualidades que deberá tener la cimentación y que de esta forma pueda resistir las cargas que recibirá de la infraestructura.

La tesis de (GONZABAY CARVAJAL JUAN GUSTAVO) desarrollada en el ámbito local determina las propiedades geotécnicas del suelo mediante estudios clasificándolo como de tipo C, determinando que el suelo soporta el tanque adjuntándole un anillo de hormigón armado de 36" de ancho por 48" de altura y que la cimentación para base de bomba 6HPX12A-1-1 de 100 HP, 3000 RPM, realizado el análisis dio como resultado que el suelo soporta la bomba añadiéndole una base de hormigón armado de 1,65 m de ancho, 0,8 de altura y 4,4 m de largo.

Con esto (Nilson & Darwin, 1997, p. 515) en el libro de DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO nos dice lo siguiente: Los dos requisitos esenciales en el diseño de una cimentación son: que el asentamiento total de la estructura esté limitado a una cantidad tolerable pequeña y que en lo posible el asentamiento diferencial de las distintas partes de la estructura se elimine o reduzca. Pues con esto podemos decir que lo más transcendental reside en localizar los asentamientos, de forma que las cargas que estén en la estructura se transmitan adecuadamente hasta un estrato de suelo competente, esto se logra distribuyendo la carga sobre un área, con el fin de minimizar las presiones de contacto.

Tomando en cuenta lo antes mencionado, se decidió realizar un diseño de cimentación para una propuesta presentada por estudiantes de la universidad, la cual no cuenta con los estudios respectivos para lo que sería el diseño de la cimentación por lo que estudiaremos la estructura prediseñada para realizar un buen diseño para el proyecto y que las cargas estén equilibradas y de esta forma evitar cualquier falla

momentánea o futura, así logrando en conjunto un buen proyecto que beneficiara a toda la comunidad universitaria.

1.3 HIPÓTESIS

1.3.1 Hipótesis general.

La elaboración del diseño de cimentación mediante el software Etabs permitirá solucionar la falta de una propuesta apropiado para la edificación residencial, considerando las características del suelo en la que se va a construir.

1.3.2 Hipótesis específicas.

H.E.1.: La elaboración de los ensayos de laboratorio y el respectivo análisis permitirán determinar las características que posee el suelo donde estará ubicada la cimentación.

H.E.2.: El diseño de la zapata aislada se ajusta de mejor manera a las características del terreno siendo las más idónea a implementar.

H.E.3.: La elaboración de un análisis comparativo permite la selección del diseño más apropiado para elaborar.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General.

Diseñar la cimentación de una edificación residencial de 5 pisos, para el uso estudiantil en la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

1.4.2 Objetivos Específicos.

O.E.1.: Determinar las características del suelo de muestreo mediante ensayos de laboratorio que permitan su clasificación según las normativas SUCS y AASHTO.

O.E.2.: Diseñar la cimentación de tipo superficial mediante cálculos y modelado en el software Etabs para obtener el diseño más apropiado para dicho terreno.

O.E.3.: Ejecutar un análisis comparativo midiendo los costos de elaboración de cada diseño.

1.5 ALCANCE

El proyecto a continuación tratará de contribuir en el desarrollo de la universidad y beneficiar de forma directa a los estudiantes de la misma, los cuales no cuenten con un lugar para residir. Aportando los datos y resultados faltantes al estudio anterior, como son los datos que se obtendrán de las calicatas extraídas de la zona del muestreo, que brindarán los resultados de los ensayos hechos, como son el ensayo de compresión simple, ensayo de límites, granulometría, resistencia de suelo, y de esta forma sabiendo si el lugar escogido para la elaboración de la infraestructura será el óptimo para dicha acción.

Se definirá a través de los resultados de los ensayos cual será la cimentación que se adapte mejor a las características brindadas por el tipo de suelo, por lo que se generarán las propuestas de cimentaciones las cuales podrán ser cimentaciones directas o superficiales como: (i) zapata aislada, (ii) zapata combinada y (iii) losa de cimentación; se escogerá después del análisis de las características obtenida por parte de los ensayos de laboratorio. Basándonos en lo aprendido en los campos de mecánica de suelo para todo lo que compete con el estudio y análisis de las características que tenga el suelo a trabajar y cimentaciones para poder interpretar estos resultados logrando elegir qué tipo será y realizar los cálculos pertinentes para que de esta forma sea viable poder generar el proyecto anteriormente propuesto de forma segura.

Para poder finalizar realizando un análisis comparativo de las propuesta de diseño, analizando lo que podría llegar a ser el costo que tendría el generar dichas cimentaciones evaluadas, el tiempo que se tomaría implementarlas; la cantidad de acero que se estaría usando al momento de la construcción y dependiendo del precio que tenga en el mercado buscar y generar la propuesta que sea más accesible con

respecto al acero y demás materiales que se tendrán que usar, siempre que se tenga en cuenta la calidad que pueda tener el material ,ya que solo por abaratar costos se comete el error de seleccionar materiales que podrían estar causando futuros problemas para la infraestructura que se desea construir.

Los resultados y conclusiones obtenidos en este proyecto, complementándose del trabajo anterior podrán dar el visto bueno para lo que podría ser una futura implementación de un pabellón dirigido para la residencia estudiantil, pero por ahora con el presente trabajo se trata de definir las cualidades que presenta el suelo donde se podría estar generando y luego poder elegir correctamente cual sería la cimentación a diseñar, que por medio de los cálculos comprobar que es viable el avanzar con el proyectó logrando que sea funcional.

1.6 VARIABLES

1.6.1 Variables Dependientes.

- ✓ Diseño de la cimentación

1.6.2 Variables Independientes.

- ✓ Carga estructural de edificación
- ✓ Características del material de muestra de suelo

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 DEFINICIÓN DEL SUELO

(Duque & Escobar, 2016) , nos dice que, el suelo es el material de construcción más abundante dentro de las prácticas de la ingeniería Civil, y constituye el soporte de las estructuras como edificaciones, vías, puentes, canales, torres, entre otros, además se utiliza como el material de terraplenes viales, muros de tierra reforzada con geotextil, diques, rellenos de adecuación de terrenos en relieves pendientes para áreas urbanas. Debido a esto sabemos que tanto el suelo, los materiales y pasos para la construcción merecen su debida importancia al momento de querer generar una infraestructura.

2.2 IMPORTANCIA DEL SUELO EN OBRAS CIVILES

Los distintos proyectos constructivos necesitan tener que apoyarse en el terreno, para poder tener estabilidad y funcionalidad; por lo que el suelo donde esta se establecerá toma un papel de suma importancia debido a que en muchas ocasiones el terreno donde se desea establecer una estructura no cumple con las condiciones óptimas para que se pueda necesitar el proyecto, por lo que se tendrá que encontrar una alternativa que sea viable para poder generar el proyecto.

Por lo que el principal enfoque debe recaer es en la composición y las propiedades del suelo y como serán las reacciones que tendrá a los distintos factores que podrían afectar a la cimentación y puedan provocar una mayor degeneración o el eventual colapso. En consecuencia, las condiciones del suelo como elemento de sustentación y construcción y las del cimiento como dispositivo de transición entre aquel y la supra estructura, han de ser siempre observadas, aunque esto se haga en proyectos pequeños fundados sobre suelos normales a la vista de datos estadísticos y experiencias locales, y en proyectos de mediana a gran importancia o en suelos dudosos, infaliblemente, al través de una correcta investigación de mecánica de suelos. (Iparraguirre, 2020)

2.3 ENSAYOS DE LABORATORIO DEL MUESTREO

(Cárdenas, 2019), Nos indica que, los estudios de suelo permiten conocer las características físicas, químicas y mecánicas del terreno donde se piensa construir, esto es, la composición estratigráfica, es decir, las capas o estratos de diferentes características que componen el suelo y su profundidad, además del nivel de profundidad al que deben realizarse las fundiciones en la construcción.

2.3.1 Contenido de humedad.

El contenido de humedad determina la cantidad de humedad o agua que se encuentra contenida por una masa de suelo, donde la reducción de masa al secado es por la pérdida de agua, es una relación expresada en porcentaje. Se basa en la normativa ASTM D2216, asegurando que el ensayo será de manera estandarizada y confiable.

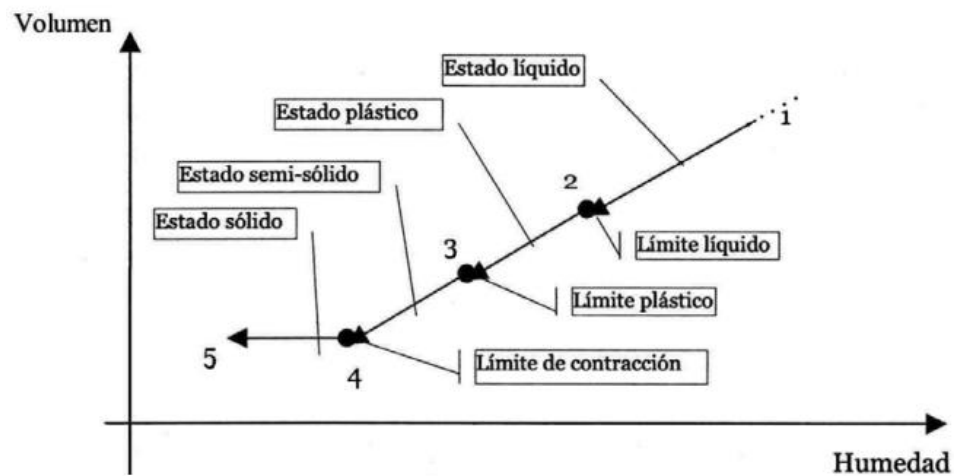
2.3.2 Límites de Atterberg.

Los límites de Atterberg son del tipo de ensayos que permiten identificar la plasticidad y plasticidad limite que puede tener un suelo, permitiendo clasificarlo como arcilla, limo y arena, según nos manifiesta (Puy Santín, 2005, p. 4) Atterberg definió la plasticidad como la capacidad de un suelo de ser deformado, y observó que los suelos arcillosos en condiciones húmedas son plásticos y se vuelven muy duros en condiciones secas, que los limos no son necesariamente plásticos y se vuelven menos duros con el secado, y que las arenas son friables en condiciones sueltas y secas. También observó que existían arcillas altamente plásticas y otras de baja plasticidad.

Debido al comportamiento del material ante el grado de humedad que tenga presente estableció distintos estados de consistencia de los suelos plásticos los que se muestran en la figura 1; por lo que este ensayo sigue las normas especificadas en ASTM D4318.

Figura 1

Límites de Atterberg



Nota: Tomado de (Puy Santín, 2005)

2.3.2.1 Límite líquido.

Contenido de humedad en el cual el suelo pasa de un estado plástico a un estado líquido. En términos prácticos es el contenido de humedad en el cual una ranura de 2 mm de ancho en su base en una pasta de suelo, se cierra por una distancia de 12.7 mm (1/2") cuando una copa de latón (aparato de Casagrande) se deja caer a 1 cm de altura 25 veces a razón de 2 golpes por segundo. (Acosta Romero Eduardo Isaías et al., 2018, p. 2)

2.3.2.2 Límite plástico.

Contenido de humedad en el cual el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido. En términos prácticos, es el contenido de humedad del suelo en el cual un cordón de suelo de 11 cm de longitud, se empieza a agrietar y se desmorona si se rueda en un diámetro de 3.175 mm (1/8" de pulgada). (Acosta Romero Eduardo Isaías et al., 2018, p. 2)

2.3.2.3 Límite de contracción.

Conocido como "límite de contracción lineal" es el contenido de humedad que posee el suelo cuando ya no experimenta contracción al secarse, se

expresa en porcentaje, es útil para comprender el comportamiento del suelo y evitar problemas de asentamiento.

2.3.2.4 Índice de plasticidad.

Es el resultado de la diferencia numérica entre el límite líquido y límite plástico, este resultado nos proporciona la cantidad de agua que se necesita para poder cambiar las propiedades plásticas del suelo. Se determina con la Ecuación 1 mostrada a continuación:

Ecuación 1

Índice de Plasticidad

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

2.3.3 Granulometría.

Este ensayo se usa para poder encontrar la distribución del tamaño de las partículas en una muestra de suelo, se puede realizar el procedimiento manualmente como también por medio de una tamizadora, en la cual se separarán las partículas del agregado dependiendo de su tamaño logrando conocer el peso que aportara al peso total. El ensayo sigue la norma ASTM D-421 y AASHTO T-88 el cual nos describe el método a usar para poder determinar el porcentaje que pasara por los tamices hasta la malla N° 200 (75 mm). La Figura 2 nos muestra cómo se clasifican los suelos según su granulometría:

Figura 2

Clasificación de suelo según granulometría



2.3.4 Gravedad específica.

También es conocido como ensayo de densidad relativa, es definida como la relación de la masa de una unidad de volumen de un material a una temperatura determinada, a la masa del mismo volumen de agua destilada libre de gas a la misma temperatura. (ASTM D-854). La densidad del agua usada en este cálculo debe ser constante y usualmente se escoge el valor a 4°C. El valor típico de la gravedad específica de las partículas sólidas de la mayoría de suelos se encuentra entre 2,5 y 2,8.” (W, 2013).

2.3.5 Corte directo.

Se realiza el ensayo con la finalidad de definir la resistencia de los materiales bajo el efecto de cargas combinadas, donde a lo largo de la superficie horizontal se genera la fuerza de corte, siguiendo los lineamientos planteados por la norma ASTM D-3080.

(Patiño Romero Carlos Alberto, 2006) describe el ensayo como: Este ensayo consiste en colocar el espécimen en una caja de corte directo(CD) aplicando un esfuerzo normal determinado, humedeciendo o drenando el espécimen de ensayo, o ambas cosas, consolidando el espécimen bajo el esfuerzo normal, soltando los marcos que contienen la muestra y desplazando un marco horizontal respecto al otro a una velocidad constante de deformación y medir la fuerza de corte y los desplazamientos horizontales a medida que la muestra es llevada a la falla.

Al concluir se obtendrán los valores de cohesión (c) y el ángulo de rozamiento interno (φ); para determinar la resistencia a la tensión tangencial o resistencia al corte (τ) que según la ley de Coulomb se define con la siguiente ecuación:

Ecuación 2

Resistencia al corte

$$\tau = c + \sigma \tan \varphi$$

Donde:

c = Cohesión del material

σ = Valor de la tensión normal

φ = ángulo de rozamiento interno

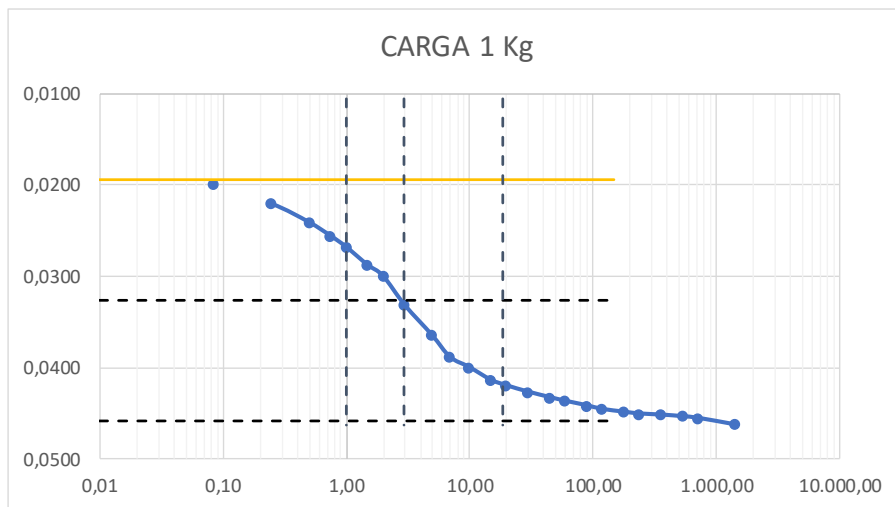
2.3.6 Ensayo de consolidación.

Simula la compresión de un terreno de características blandas entre dos estratos permeables, consiste en colocar una muestra de suelo en un anillo de acero entre dos placas de piedras porosas que permitirán la salida del agua, se sumergirá y se emulara condiciones de saturación aplicando cargas que van aumentando sucesivamente para luego retirar decreciendo las cargas.

Los autores (Poliotti & Sierra, 2007) definen que: Para cada escalón de carga, se realizan mediciones de la deformación para diversos tiempos, y luego se traza con los datos obtenidos la gráfica de deformación versus el logaritmo del tiempo o la gráfica deformación versus raíz del tiempo. Dichas graficas son las llamadas curvas de consolidación. Al finalizar el ensayo se tienen tantas curvas de consolidación como escalones de cargas aplicadas, como la mostrada en la Figura 3. Se rige bajo los lineamientos planteados por las normativas ASTM D2435 y AASHTO T216.

Figura 3

Curva de consolidación



2.3.7 Ensayo de compresión simple.

Denominado también como ensayo de compresión uniaxial o compresión no confinada, permite determinar el valor de carga última del suelo, como también los parámetros de cohesión, el ángulo de fricción interna; se encuentra regido por la norma ASTM D-2166. El ensayo es necesario para poder conocer el comportamiento del suelo a la compresión debido a que de esto se obtiene la tensión admisible del terreno para la estabilidad de las estructuras que se construyan sobre el mismo, sabiendo el comportamiento que tendrá frente a esfuerzos y deformaciones.

2.4 CLASIFICACIÓN DEL SUELO

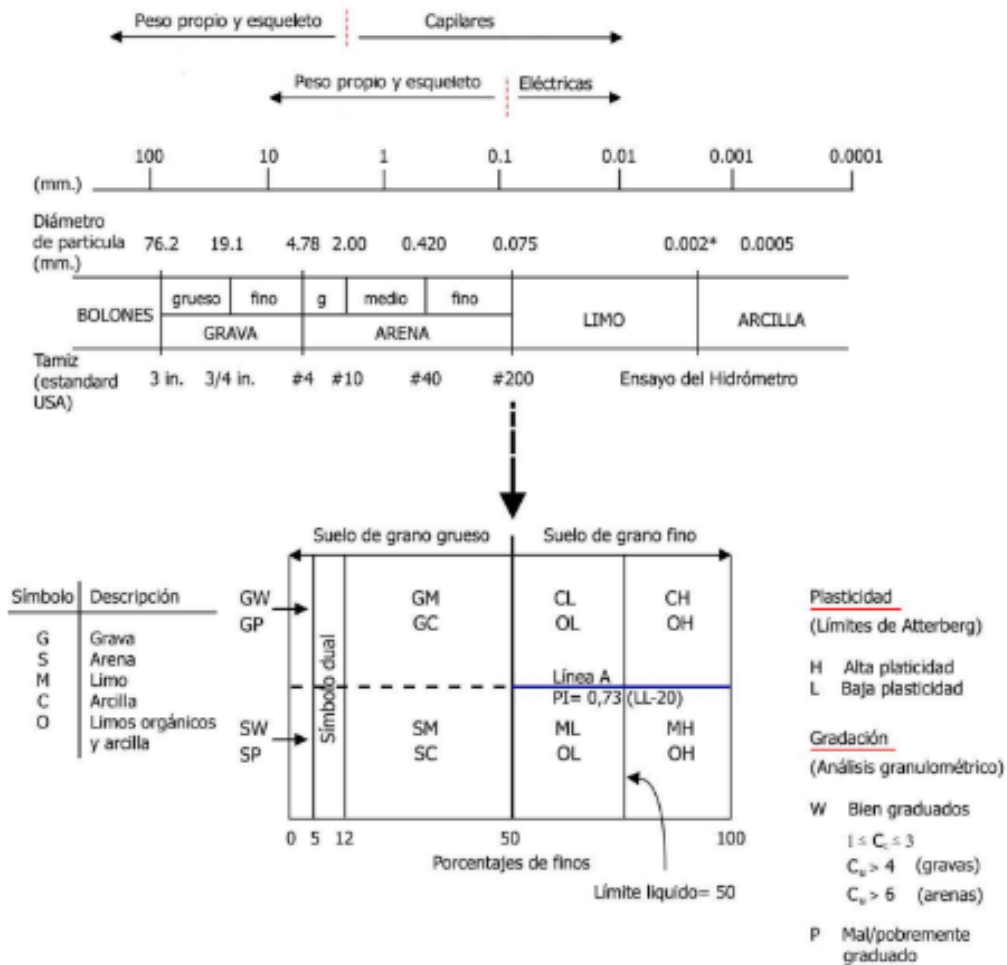
Es el proceso por el cual los suelos son categorizados dependiendo de las propiedades físicas, químicas y mecánicas que posean; entre los sistemas de clasificación más reconocidos están: (i) Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS) y (ii) Sistema de Clasificación de Suelos AASHTO.

2.4.1 Clasificación SUCS.

El sistema SUCS es ampliamente utilizado en el mundo, clasifica los suelos dependiendo de tres características principales que son: el tamaño de la partícula, la plasticidad y la cantidad de materia orgánica; por lo que está basado en el análisis granulométrico y límite de Atterberg. El sistema divide entre suelos gruesos y suelos finos, considerando el porcentaje pasante por el tamiz #200 (0,075 mm). Si menos del 50% en peso del suelo pasa por dicho tamiz, entonces el suelo es grueso, y se subclasifica en arena o grava por medio del tamiz #4. Caso contrario, el suelo es fino, y se subclasifica en limo o arcilla según los valores de los límites líquido y plástico. (Narsilio & Santamarina, n.d., p. 2). En la Figura 4 se muestra un esquema de cómo se clasifican los suelos según el sistema SUCS.

Figura 4

Esquema simplificado del SUCS



Nota: Tomado de (Narsilio & Santamarina, n.d.)

2.4.2 Clasificación AASHTO.

Desarrollado por la Asociación de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte (AASHTO), utilizado normalmente en la construcción de carreteras evaluando el tamaño de las partículas y la plasticidad presentes en el suelo evaluado. En el sistema AASHTO, los suelos pueden clasificarse según ocho (8) grupos principales A-1 a A-8, en base a su distribución granulométrica, límite líquido e índice de plasticidad. Los suelos de los grupos A-1, A-2 y A-3 son materiales de grano grueso, mientras que los incluidos en los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7 son de grano fino. El grupo A-8, por su parte, incluye suelos como la turba, compostas orgánicas y otros suelos con alto contenido de materia orgánica, los

cuales se identifican mediante inspección visual. (Boiero, s.f.). La Tabla 1 a continuación nos muestra de forma más clara dicha clasificación

Tabla 1

Clasificación de suelos

| General Classification | Granular Materials (35% or less passing No. 200) | | | | | | Silt-Clay Materials (More than 35% passing No. 200) | | | | |
|---|---|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|------------------|------------------|--|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| | A-1 | | A-3 | A-2 | | | A-4 | A-5 | A-6 | A-7 | |
| Group Classification | A-1-a | A-1-b | | A-2-4 | A-2-5 | A-2-6 | A-2-7 | | | A-7-5: A-7-6 | |
| Sieve analysis: Percent passing: No. 10 No. 40 No. 200 | 50 max 30 max 15 max | — 50 max 25 max | — 51 min 10 max | — — 35 max | — — 35 max | — — 35 max | — — 35 max | — — 36 min | — — 36 min | — — 36 min | — — 36 min |
| Characteristics of fraction passing No. 40: Liquid limit Plasticity index | — 6 max | — 6 max | — NP | 40 max 10 max | 41 min 10 max | 40 max 11 min | 41 min 11 min | 40 max 10 max | 41 min 10 max | 40 max 11 min | 41 min 11 min* |
| Group index | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 max | 8 max | 12 max | 16 max | 20 max | | |
| Usual types of significant constituent materials | Stone fragments gravel and sand | | Fine sand | Silty or clayey gravel and sand | | | Silty soils | | Clayey soils | | |
| General Rating as subgrade | Excellent to good | | | | | | Fair to poor | | | | |

*Plasticity index of A-7-5 subgroup is equal to or less than L.L. minus 30. Plasticity index of A-7-6 subgroup is greater than L.L. minus 30.

Nota: Tomado de (Liu, n.d., p. 6)

2.5 CIMENTACIÓN

Las cimentaciones son el conjunto de elementos estructurales con mayor importancia dentro de edificación, debido a que generalmente la resistencia del suelo es menor que la carga que soportará por parte de la estructura, por lo que la finalidad que tendrá una cimentación es proporcionar un adecuado comportamiento entre el suelo y la cimentación.

La finalidad con la que se genera una cimentación es: (i) Transmitir las cargas estáticas y dinámicas hacia el terreno, (ii) Resistir esfuerzos de flexión generados por el terreno, (iii) Adaptar la infraestructura a posibles movimientos del terreno y (iv) Resistir la influencia de factores externos.

2.6 TIPOS DE CIMENTACIONES

Dependiendo de las particularidades mecánicas que tenga el terreno como son la cohesión, ángulo de rozamiento interno, posición del nivel freático y la magnitud

de las cargas existentes, se podrá seleccionar el tipo de cimentación más adecuado. Las cimentaciones pueden clasificarse en: (i) Cimentaciones directas o superficiales y (ii) Cimentaciones indirectas o profundas; diferenciándose entre sí por la ecuación:

Ecuación 3

Relación para clasificación

$$\frac{D_f}{B} \leq 4 = \text{cimentación superficial}$$

$$\frac{D_f}{B} > 4 = \text{cimentación profunda}$$

Donde:

D_f = Profundidad de desplante

B = Ancho de cimentación

2.6.1 Cimentación directa o superficial.

(Diaz-Segura, 2022, p. 1) El diseño de cimentaciones superficiales es quizás uno de los requerimientos más habituales en la práctica profesional en ingeniería geotécnica, lo que ha motivado el desarrollo de un importante número de investigaciones de tipo experimental, teórico y numérico, hasta la fecha. Son aquellas que se posan en las capas superficiales o poco profundas del suelo, por tener éste suficiente capacidad portante o por tratarse de construcciones de importancia secundaria y relativamente livianas.

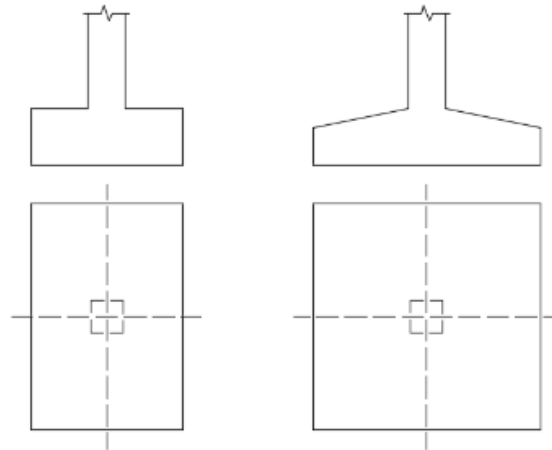
2.6.1.1 Zapata aislada.

Son un tipo de cimentación superficial el cual sirve como base para un solo elemento estructural como son los pilares, puede tener forma cuadrada cuando se transmite una carga con excentricidad nula o dirección arbitraria, o de forma rectangular cuando se conoce la dirección de la excentricidad.

Pueden tener variedad de dimensiones las cuales van desde 0.5 a 1 metro para cimentaciones de viviendas unifamiliares o hasta los 10 metros que se pueden encontrar en puentes, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 5

Zapata aislada

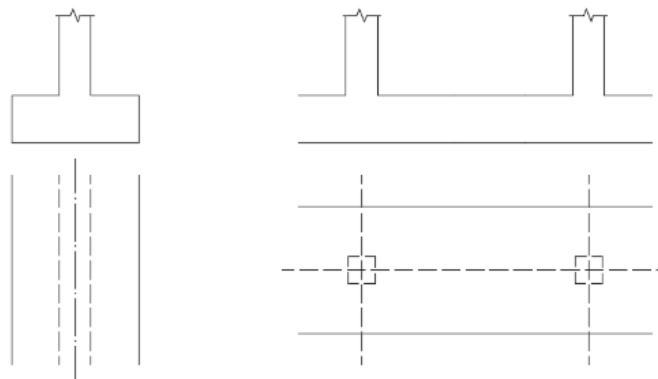


2.6.1.2 Zapatas corridas.

Se emplean cuando la proximidad de las zapatas es mucha por lo que es preferible hormigonar una sola zanja continua, sus dimensiones dependerá de la carga a soportar, la resistencia del material y la admisión del suelo; son comúnmente usadas para cimientos de muros, paredes portantes o de cargas e hileras de pilares; la Figura 6 muestra una vista a la zapata.

Figura 6

Zapata corrida



2.6.1.3 Losas de cimentaciones.

Se trata de una placa apoyada directamente en el terreno que transmitirá la carga directamente al suelo, se la usa en casos extremos cuando la estructura tiene una superficie menor con respecto al volumen de la edificación.

2.6.2 Cimentación indirecta o profunda.

La cimentación profunda es el elemento estructural que recibe las cargas de la estructura y las transmite en profundidad a un terreno capaz de recibir dichas cargas. Estos elementos estructurales presentan en general una esbeltez (longitud/ancho) superior a 8, según el CTE. Existen diversos modos de llevar a cabo esta transmisión: con pilotes o con micropilotes. (Perez Caballo, 2010). Se apoyan en el esfuerzo cortante entre el terreno y la cimentación para soportar las cargas aplicadas, o más exactamente en la fricción vertical entre la cimentación y el terreno.

2.6.2.1 Pilotes.

Son un tipo de base esbelta que se hincan en el terreno o construyen en una cavidad anteriormente abierta en el terreno para rellenar posteriormente con concreto, con la finalidad de transferir la carga al suelo siendo cuadradas de 30x30 cm o 45x45 cm.

2.6.2.2 Muro pantallas.

Son muros diseñados para contener cargas laterales y mantener el suelo detrás de ellos, están contruidos para poder contener e impermeabilizar la superficie del muro y limitar posibles movimientos del terreno.

2.7 DISEÑO DE LA CIMENTACION

Para el diseño estructural de toda cimentación deben calcularse las excentricidades que se genere entre el punto de aplicación de las cargas resultantes y el centroide geométrico de la cimentación. Dichas excentricidades tienen que tenerse en cuenta

en el cálculo de la capacidad ante falla, capacidad admisible y asentamientos totales, diferenciales y giros. Se debe de minimizar las excentricidades en el diseño geométrico de la cimentación. (NEC, 2015)

El diseño deberá garantizar que pueda soportar las cargas de la estructura de manera segura logrando evitar asentamientos excesivos, para lo cual se deberá definir qué tipo de cimentación será la más adecuada a diseñar, por lo que según la Tabla 2 se tendrá que clasificar según la categoría de la edificación:

Tabla 2

Clasificación de las unidades de construcción por categorías

| Clasificación | Según los niveles de construcción | Según las cargas máximas de servicios en columnas (kN) |
|----------------------|--|---|
| Baja | Hasta 3 niveles | Menores de 800 |
| Media | Entre 4 y 10 niveles | Entre 801 y 4000 |
| Alta | Entre 11 y 20 niveles | Entre 4001 y 8000 |
| Especial | Mayor de 20 niveles | Mayores de 8000 |

Nota: Tomado de (NEC, 2015)

Es necesario la elaboración de sondeos para obtener el conocimiento que sea necesario del subsuelo en el que se desea trabajar, por lo que la Tabla 3 muestra el número de sondeos a realizar.

Tabla 3

Número mínimo de sondeos y profundidad

| CATEGORÍA DE LA UNIDAD DE CONSTRUCCIÓN | | | |
|---|--|---|---|
| Baja | Media | Alta | Especial |
| Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. | Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. | Profundidad Mínima de sondeos: 25 m | Profundidad Mínima de sondeos: 30 m |
| Número mínimo de sondeos: 3 | Número mínimo de sondeos: 4 | Número mínimo de sondeos: 4 | Número mínimo de sondeos: 5 |

Nota: Tomado de (NEC, 2015)

2.8 ESTADOS LÍMITE DE FALLAS

2.8.1 Capacidad de carga.

Es el punto en el que la estructura alcanzará su capacidad de carga máxima de este modo no podrá sostener mayor carga adicional sin sufrir una falla o colapso, según nos dice (NEC, 2015) La capacidad de carga última o resistencia al cortante del suelo en el punto de falla deberá ser sustentada con el empleo de cualquiera de los métodos basados en teoría plástica o análisis de equilibrio límite. Deberán ser considerados en el análisis todos los mecanismos posibles de falla, a saber: plano de falla general, plano de falla local y falla por punzonamiento.

2.8.2 Factor de seguridad indirecto.

El Factor de Seguridad Indirecta Mínimos (FSIM) para la capacidad portante de cimientos superficiales y de punta de cimentaciones profundas son según la Tabla 4 de:

Tabla 4

Factores de Seguridad Indirectos Mínimos

| CONDICIÓN | F.S.I.M ADMISIBLE |
|---|-------------------|
| Carga Muerta + Carga Viva Normal | 3.0 |
| Carga Muerta + Carga Viva Máxima | 2.5 |
| Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño pseudo estático | 1.5 |

Nota: Tomado de (NEC, 2015)

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo.

El tipo de investigación para el presente trabajo de titulación es experimental como menciona (QuestioPro, 2021) El diseño de la investigación experimental se utiliza para establecer una relación entre la causa y el efecto de una situación. Es un diseño de investigación donde se observa el efecto causado por la variable independiente sobre la variable dependiente.

Se emplea este tipo de investigación debido a que se realizarán ensayos de las muestras obtenidas determinando así sus características las cuales posteriormente influirán en el futuro diseño de la cimentación.

3.1.2 Nivel.

El tema de estudio abarca un nivel investigativo aplicativo-explicativo, debido a que el enfoque aplicativo está centrado en la elaboración de los ensayos y posteriormente determinación de las características del suelo, mientras que el enfoque explicativo se centraría en el análisis de los resultados de ensayos para la determinación de la cimentación más apropiada.

3.2 MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1 Método.

El método a utilizar para realizar el estudio será del tipo analítico ya que se basará en la descomposición y verificación de los datos que componen el tema de estudio, de manera que se pueda conocer, explicar y verificar las características estudiadas de cada una de las partes del proyecto, según el autor (Calduch, 2013, p. 25) se basa en el supuesto de que el todo permite conocer y explicar las características de cada una de sus partes y de las relaciones que existen entre ellas.

3.2.2 Enfoque.

En la presente investigación se tendrá un enfoque mixto, por lo que se combinarán tanto el enfoque cualitativo como cuantitativo, ya que cada enfoque complementará al otro, debido a que el enfoque cuantitativo nos permitirá determinar la clasificación del terreno mediante los ensayos y diseño de cimentación, mientras que el enfoque cualitativo al realizar la investigación de las normativas que rigen al momento de clasificar el terreno y diseñar la cimentación.

3.2.3 Diseño

Para la investigación se implementará un diseño experimental como nos dice (Hernández et al., 2018, p. 4) Aquí se manipulan intencionalmente la variable independiente (supuesta causa antecedente), para analizar los efectos sobre la variable dependiente (supuesto efecto consecuente), dentro de una situación de control para el investigador. Incluirá la descripción de los ensayos de laboratorio que se realizarán al material de muestra que afectarán directamente al diseño de la cimentación.

3.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

3.3.1 Población.

De acuerdo con (López-Roldán & Fachelli, 2015, p. 13) son expresiones equivalentes para referirse al conjunto total de elementos que constituyen el ámbito de interés analítico y sobre el que queremos inferir las conclusiones de nuestro análisis, conclusiones de naturaleza estadística y también sustantiva o teórica. En particular se habla de población marco o universo finito, al conjunto preciso de unidades del que se extrae la muestra.

Para la presente investigación tomaremos como la población de estudios las calicatas del suelo muestreado que se extrajeron para evaluar perteneciendo al suelo de la Universidad Estatal Península de Santa Elena y las cargas generadas por la edificación residencial.

3.3.2 Muestra.

De acuerdo con (López-Roldán & Fachelli, 2015, p. 12) es una parte o subconjunto de unidades representativas de un conjunto llamado población o universo, seleccionadas de forma aleatoria, y que se somete a observación científica con el objetivo de obtener resultados válidos para el universo total investigado. En la investigación la muestra sería el material al que se le determinará las características que posee a través de los ensayos de laboratorio y la carga que será transmitida por la estructura.

2.1 Muestreo.

Como nos dice (López-Roldán & Fachelli, 2015, p. 12) El objetivo general de todo muestreo es llegar a conocer determinadas características de una población, a partir de una selección de unidades de ésta, Mediante las técnicas estadísticas, las leyes probabilísticas y los diseños muestrales basados en varios métodos de muestreo, podemos aproximarnos al conocimiento de estas características sin necesidad de tener que obtener la información exhaustiva de toda la población.

En la investigación se usó dos tipos de muestras una alterada e inalterada, estas nos permitirán determinar las características del material por medio de calicatas y la elaboración de ensayos como: análisis granulométrico, límites de Atterberg, contenido de humedad y gravedad específica; las inalteradas extraídas por medio de tubo shelby en las calicatas permitirán elaborar los ensayos de consolidación, compresión simple y corte directo.

3.4 METODOLOGIA DEL O.E.1: DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DE MUESTREO MEDIANTE ENSAYOS DE LABORATORIO QUE PERMITAN SU CLASIFICACIÓN SEGÚN LAS NORMATIVAS SUCS Y AASHTO.

Para cumplir con el primer objetivo de la propuesta investigativa se procedió a determinar las características que posee el suelo del que se obtuvieron las muestras para clasificarlos por SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) y

AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials). Para poder determinar las características que tendría el terreno se realizaron 3 calicatas a una profundidad de 2.00 m como se muestra en la Figura 7, pero debido que para un proyecto de esta naturaleza se deben de seguir las normativas planteadas por NEC-15 para el diseño de una cimentación como se muestra en la Tabla 2 y Tabla 3, pero por la falta de implementos se optó por realizar un muestreo por medio de calicatas para posteriormente elaborar los ensayos que determinarían las características correspondientes.

Figura 7

Calicata elaborada en terreno de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



Se realizó la extracción de muestras inalteradas como muestra la figura para poder obtener la clasificación del suelo mediante la elaboración de los ensayos de: Granulometría (ASTM D-421 y AASHTO T-88), Límites de Atterberg (ASTM D4318), Contenido de humedad (ASTM D2216), Gravedad específica (ASTM D-854). Para poder determinar características mecánicas del suelo se elaboraron ensayos de: Consolidación (ASTM D2435 y AASHTO T216), Corte Directo (ASTM D-3080) y Compresión simple (ASTM D-2166).

Figura 8

Muestra inalterada



3.5 METODOLOGIA DEL O.E.2: DISEÑAR LA CIMENTACIÓN DE TIPO SUPERFICIAL MEDIANTE CÁLCULOS Y MODELADO EN EL SOFTWARE ETABS PARA OBTENER EL DISEÑO MÁS APROPIADO PARA DICHO TERRENO.

Usando las dimensiones de las columnas, características del acero y concreto que se obtuvieron del trabajo previo se planea realizar el dimensionamiento apropiado que tendría la zapata para la edificación residencial, manejando la simbología de la tabla siguiente:

Tabla 5

Definición y simbología de las partes de la zapata

| Simbología | Definición |
|-------------------|------------------------------|
| B y L | Dimensiones de la zapata |
| b y h | Dimensiones de la columna |
| H | Peralte de la zapata |
| D | Peralte útil de la zapata |
| Qadm | Esfuerzo admisible del suelo |
| P | Carga axial actuante |

Para definir qué tipo de cimentación usar se deberá verificar por medio de la Ecuación 3 que se define como la relación entre la profundidad que estará la

cimentación y el ancho de la estructura una vez verificado se continua con el proceso de dimensionamiento de la zapata.

$$\frac{D_f}{B} \leq 4 = \text{cimentación superficial}$$

$$\frac{2}{23.40} \leq 4$$

$$0.086 \leq 4 = \text{cimentación superficial}$$

3.5.1 Zapata aislada.

3.5.1.1 Dimensionamiento de zapata aislada.

Primer se definió el área que tendría la zapata aislada que resulta de la división entre de la carga que se aplica sobre la columna y el esfuerzo admisible del terreno, para a continuación poder definir las dimensiones que tendrá la zapata.

Ecuación 4

Formula del área de la zapata

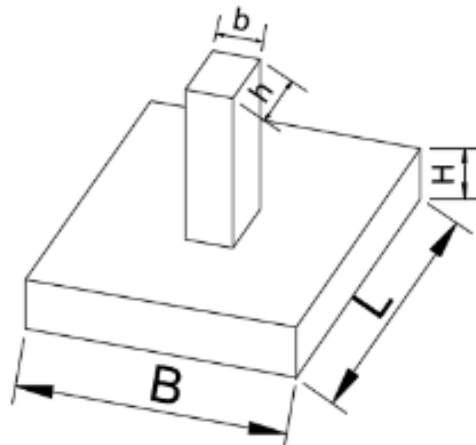
$$A_z = \frac{P}{\sigma_{\text{neto}}}$$

P= Peso de la columna sin mayorar

σ_{neto} = Esfuerzo neto del suelo

Figura 9

Vista tridimensional de la zapata aislada



Para obtener las dimensiones de B y L al ser zapatas cuadradas se obtendrán valores iguales al sacar la raíz del área, usando siempre valores redondeados en unidades de 5 superior al valor hallado; para H se asumió el valor de 50cm para luego determinar el peralte efectivo d por medio de la ecuación:

Ecuación 5

Peralte efectivo

$$d = H - \frac{\Phi barra}{2} - rec$$

d= Peralte efectivo

Φ barra= Diámetro de la varilla

rec= recubrimiento

Una vez dimensionado se deberá determinar la carga que se distribuirá por el largo de la zapata obteniéndolo con la Ecuación 6 que es la relación entre la carga mayorada que se ejerce sobre las columnas dividido para el área de la zapata:

Ecuación 6

Carga distribuida

$$Wu = \frac{P_{ult}}{Az}$$

Pult= Peso de columna mayorado

Az= Área de zapata

3.5.1.2 Chequeo por punzonamiento bidireccional.

Para verificar que no aparecerán fallas en la zapata en la zona alrededor de la columna se debe de chequear por el método de punzonamiento bidireccional que es calcular el cortante resistente del concreto que deberá de ser mayor al cortante último; para el cálculo del cortante (Vc) se emplean las formulas presentes en la normativa ACI 318S-14 y del que se tomara el valor mínimo de las tres ecuaciones presentes en la Tabla 6.

Tabla 6*Cálculo del cortante en dos direcciones.*

| Sistema SI Esfuerzo en MPA | Sistema mks esfuerzos en kgf/cm ³ | Sistema de Unidades |
|--|--|--|
| $V_c = 0.33\lambda\sqrt{f'c}$ | $V_c = 1.1\lambda\sqrt{f'c}$ | $V_c = 4\lambda\sqrt{f'c}$ |
| $V_c = 0.17\left(1 + \frac{2}{\beta}\right)\lambda\sqrt{f'c}$ | $V_c = 0.53\left(1 + \frac{2}{\beta}\right)\lambda\sqrt{f'c}$ | $V_c = \left(2 + \frac{4}{\beta}\right)\lambda\sqrt{f'c}$ |
| V_c $= 0.083\left(2 + \frac{\alpha_s d}{b_o}\right)\lambda\sqrt{f'c}$ | $V_c = 0.27\left(2 + \frac{\alpha_s d}{b_o}\right)\lambda\sqrt{f'c}$ | $V_c = \left(2 + \frac{\alpha_s d}{b_o}\right)\lambda\sqrt{f'c}$ |

Nota: Tomado de (ACI 318, 14 C.E.)

Para determinar el cortante último se deberá obtener primero la fuerza última de punzonamiento y el área crítica de punzonamiento, para poder de esta forma hallar el cortante último y verificar si cumple con el condicionamiento.

Ecuación 7*Fuerza ultima de punzonamiento y área critica*

$$Fvu = P_{u1} - Wu * m1 * n1$$

$$Ac = b_o * d$$

Wu= Reacción neta del suelo

bo= Área critica de punzonamiento

Ecuación 8*Cortante último*

$$Vu = \frac{Fvu}{Ac}$$

$$Vu < \phi Vc$$

El acero mínimo a usar para la zapata se calculará por medio de la siguiente ecuación, usando el diámetro del acero que se utilizó para la elaboración de

las columnas y la cuantía a usar será de $p_{min} = 0.0018$ que es el utilizado para losas y zapatas.

Ecuación 9

Fórmula para el acero mínimo

$$A_{s_{min}} = 0.0018 * B * d$$

3.5.2 Zapata combinada.

3.5.2.1 Dimensionamiento de zapata combinada.

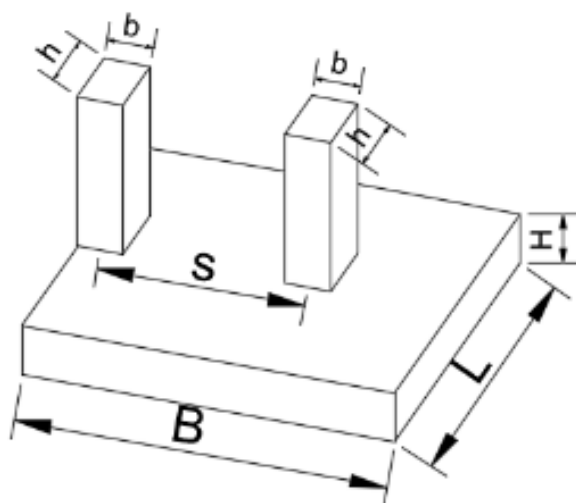
Primer se definió el área que tendría la zapata combinada que resulta de la división entre la suma de las cargas que se aplican sobre las dos columnas y el esfuerzo admisible del terreno, para a continuación poder definir las dimensiones que tendrá la zapata combinada.

Formula del área de la zapata

$$A_z = \frac{P_1 + P_2}{\sigma_{neto}}$$

Figura 10

Vista tridimensional de la zapata combinada



Para obtener las dimensiones de B , L y H se realizó una sumatoria de momentos permitiéndonos determinar dichos valores y de H se asumió el

valor de 50cm para determinar el peralte efectivo de d por medio de la ecuación:

Peralte efectivo

$$d = H - \frac{\Phi barra}{2} - rec$$

Una vez dimensionado se deberá determinar la carga que se distribuirá por el largo de la zapata obteniéndolo con la siguiente ecuación que es la relación entre la carga mayorada que se ejerce sobre las columnas dividido para el área de la zapata:

Carga distribuida

$$Wu = \frac{P_{ult}}{Az}$$

3.5.2.2 Chequeo por punzonamiento bidireccional.

Para determinar el cortante último se deberá obtener primero la fuerza ultima de punzonamiento y el área critica de punzonamiento para poder de esta forma hallar el cortante último y verificar si cumple con el condicionamiento esto se verificará para las dos columnas en las que se está dimensionando.

Fuerza ultima de punzonamiento y área critica

$$Fvu = P_{u1} - Wu * m1 * n1$$

$$Ac = b_o * d$$

Cortante último

$$Vu = \frac{Fvu}{Ac}$$

$$Vu < \phi Vc$$

Usando el diámetro del acero que se utilizó para la elaboración de las columnas y la cuantía a usar será de $p_{min} = 0.0018$ que es el utilizado para losas y zapatas.

Fórmula para el acero mínimo

$$A_{s_{min}} = 0.0018 * B * d$$

3.5.3 Losa de cimentación.

Una losa de cimentación es un elemento que podrá soportar el peso que tenga la estructura y pueda garantizar su estabilidad ante cualquier acontecimiento que pueda generar el colapso de la misma, es apropiado usarlas cuando las cargas son muy grandes, la capacidad portante es baja o por que se generen demasiadas zapatas que se sobreponen.

3.5.3.1 Dimensionamiento de losa.

Por medio del programa ETABS se obtienen la Tabla 7 donde se encuentran las cargas vivas y muertas que soportan las columnas, las dimensiones que tendrá la losa se determinan considerando los límites del área que ocupa la edificación lo que se encuentra por medio del plano arquitectónico.

Tabla 7

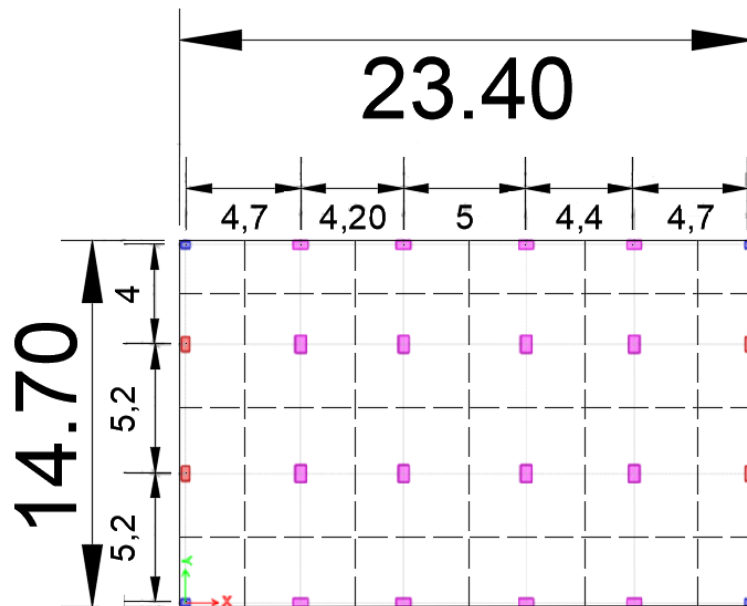
Cargas aplicadas sobre la cimentación

| | CM | CV | PS Ton |
|------------|-----------|-----------|---------------|
| C1 | 92,00 | 39,42 | 131,42 |
| C2 | 82,87 | 34,66 | 117,53 |
| C3 | 93,63 | 40,28 | 133,91 |
| C4 | 82,74 | 32,86 | 115,60 |
| C5 | 95,33 | 41,18 | 136,51 |
| C6 | 87,59 | 35,44 | 123,03 |
| C7 | 93,65 | 40,29 | 133,94 |
| C8 | 84,41 | 35,46 | 119,87 |
| C9 | 50,86 | 20,34 | 71,20 |
| C10 | 45,83 | 17,82 | 63,65 |
| C11 | 47,93 | 18,95 | 66,88 |
| C12 | 48,74 | 19,38 | 68,11 |
| C13 | 49,59 | 19,06 | 68,65 |
| C14 | 48,75 | 19,36 | 68,11 |
| C15 | 50,79 | 20,31 | 71,10 |
| C16 | 45,72 | 17,76 | 63,49 |
| C17 | 39,27 | 14,47 | 53,73 |

| | | | |
|------------|-------|-------|-------|
| C18 | 31,95 | 9,23 | 41,18 |
| C19 | 39,11 | 13,16 | 52,27 |
| C20 | 40,13 | 14,90 | 55,03 |
| C21 | 20,86 | 7,22 | 28,08 |
| C22 | 20,84 | 7,21 | 28,05 |
| C23 | 25,59 | 9,56 | 35,15 |
| C24 | 25,54 | 9,54 | 35,08 |

Figura 11

Vista en planta de la losa de cimentación



Se deberá de cumplir con la condicionante de que la separación entre columnas sea menor o igual a $1,75$ que divide para λ ($L_i \leq 1,75/\lambda$) que estará definida por la ecuación 10 considerando los valores de L_i y B_s como las dimensiones de la losa, pero para la distribución de franjas se considerará para los valores más críticos, si la condición no se cumple deberá variarse la altura de la losa.

Ecuación 10

Formula de λ y de I

$$\lambda = \left(\frac{K_s}{4E_c I} \right)^{0,25}$$

$$I = \frac{B_s H^3}{12}$$

k_s = Coeficiente de balasto

E_c = Modulo de elasticidad

Peralte efectivo

$$d = H - \frac{\Phi \text{barra}}{2} - rec$$

3.5.3.2 Chequeo por punzonamiento bidireccional.

Para determinar el cortante último se deberá obtener primero la fuerza última de punzonamiento y el área crítica de punzonamiento, para poder de esta forma hallar el cortante último y verificar si cumple con el condicionamiento.

Fuerza ultima de punzonamiento y área critica

$$Fvu = P_{u1} - Wu * m1 * n1$$

$$Ac = b_o * d$$

Cortante último

$$Vu = \frac{Fvu}{Ac}$$

$$Vu < \phi Vc$$

Usando el diámetro del acero que se utilizó para la elaboración de las columnas y la cuantía a usar será de $p_{min} = 0.0018$ que es el utilizado para losas y zapatas.

Fórmula para el acero mínimo

$$As_{min} = 0.0018 * B * d$$

3.6 METODOLOGIA DEL O.E.3: EJECUTAR UN ANÁLISIS COMPARATIVO MIDIENDO LOS COSTOS DE ELABORACIÓN DE CADA DISEÑO.

Se llevará a cabo un análisis comparativo de los resultados que tendrá el costo de producción de los diseños analizados. La evaluación precisa de los costos significa descomponer el costo por unidad de medida por cada elemento que esté involucrado, identificando el rendimiento que tendrá para poder seleccionarlo, el costo que podría generar y la cantidad del elemento que se necesitara; se buscara determinar los distintos costos que estarían asociados al proyecto como lo son el costo del material, la mano de obra y otros costos indirectos.

Para los valores de los precios unitarios se considerará los valores comerciales con los que se trabajan en la provincia de Santa Elena. Esto permitirá tener un enfoque más preciso en la evaluación de los costos asociados al proyecto, permitiendo garantizar una planificación financiera más sólida y eficiente.

3.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 8

Cuadro de Operacionalización de Variables

| Variables | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala | |
|-------------------------------|---|---|--|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Variable independiente | Características del suelo | Es la primera fase para cada tipo de instalación de ingeniería. Las propiedades del suelo se determinan por métodos de prueba de campo y laboratorio. Estas propiedades son esenciales para el diseño de cimientos y estructuras de tierra. (Alfaro & Espinoza, 2021) | Se definirá por medio de los ensayos de laboratorio, siguiendo los requerimientos del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). | Resistencia del suelo | Ángulo de Fricción | ° |
| | | | | | Cohesión | Kpa |
| | | | | | Compresión Simple | Kg/cm² |
| | | | | Comportamiento del suelo | Coefficiente de consolidación | m²/año |
| | | | | | Índice de consolidación | Adimensional |
| | | | | | Límites de Atterberg | % |
| | | | | | Gravedad específica | Adimensional |
| Clasificación del suelo | Contenido de Humedad | % | | | | |
| Variable dependiente | Carga estructural de edificación | Son las cargas que actúan en la edificación que serán transmitidas hacia el suelo por medio de la cimentación. | Análisis de los resultados definidos mediante el diseño estructural previo. | Diseño estructural. | Carga puntual | Kg/m² |
| | | | | | Diseño de cimentación | Etabs |

CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se darán a conocer los resultados que se obtuvieron de realizar los objetivos, como son las características que posee el terreno del muestreo, el diseño de la cimentación superficial que se adapten al terreno y el análisis comparativo que medirá cual resultaría más conveniente de implementar, mostrando la información recolectada por medio de tablas y figuras que apoyen y complementen la información.

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.1, DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DE MUESTREO MEDIANTE ENSAYOS DE LABORATORIO QUE PERMITAN SU CLASIFICACIÓN SEGÚN LAS NORMATIVAS SUCS Y AASHTO.

En la Tabla 9 y 10 se presenta un resumen de los resultados que se obtuvieron después de realizar los ensayos de laboratorio a las muestras obtenidas de las calicatas realizadas en las instalaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena. Los ensayos que se elaboraron primero fueron: contenido de humedad (ASTM D2216), granulometría (ASTM D-421 y AASHTO T-88), límites de Atterberg (ASTM D4318), gravedad específica (ASTM D-854); la realización de estos ensayos permitió determinar la clasificación del terreno tanto por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y por la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO).

A continuación, se realizaron los ensayos de consolidación (ASTM D2435 y AASHTO T216), compresión simple (ASTM D-2166) y corte directo (ASTM D-3080); debido que con estos ensayos se podrá determinar la resistencia que tendrá el terreno, permitiéndonos diseñar la cimentación más adecuada y de forma correcta.

Tabla 9*Cuadro de caracterización del terreno.*

| CARACTERIZACIÓN DEL TERRENO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------------------|-------------------------------------|-------------|-----------|-------|--------|----------------|---------------|-------|---------------|-------|-------|-------|---------|----------------------|-------|-------|---------------------|
| MUESTRA | Sitio de muestreo | Ubicación de los puntos de muestreo | COORDENADAS | | | | Descripción | CLASIFICACIÓN | | GRANULOMETRÍA | | | | Humedad | Límites de Atterberg | | | Gravedad específica |
| | | | N | E | Z [M] | NF [M] | | SUCS | AASHT | % PASANTE | | | | W% | L.L | L.P | I.P | |
| | | | | | | | | | | N°4 | N°10 | N°40 | N°200 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M1 | | | 513173,3 | 9753161,9 | 2,0 | - | Limo-Arcilloso | CL | A-6 | 100 | 99,81 | 97,83 | 82,38 | 16,42 | 28,43 | 17,83 | 10,60 | 2,60 |
| M2 | LA LIBERTAD | UPSE | 513166,2 | 9753169,8 | 2,0 | - | Limo-Arcilloso | CL | A-6 | 96,34 | 95,46 | 95,09 | 80,00 | 10,76 | 29,66 | 19,07 | 10,59 | 2,65 |
| M3 | | | 513161,4 | 9753173,3 | 2,0 | - | Limo-Arcilloso | CL | A-6 | 99,79 | 99,40 | 98,90 | 87,59 | 24,85 | 34,82 | 20,38 | 14,44 | 2,60 |

Tabla 10*Cuadro de propiedades mecánicas del terreno*

| PROPIEDADES MECÁNICAS DEL TERRENO | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|-------|-----------------------------|--|--|----------------------------------|------------------|
| MUESTRA | CONSOLIDACIÓN | | COMPRESIÓN SIMPLE | | | CORTE DIRECTO | |
| | C.V. m ² /año | C.C. | Módulo de elasticidad (ε) % | Resistencia a la compresión no confinada (qu) Kg/cm ² | | Ángulo de fricción interna (φ) ° | Cohesión (c) KPA |
| M1 | 1,8208 | 0,272 | 9,07 | 1,03 | | 27,0 | 2,29 |
| M2 | 3,4334 | 0,207 | 5,44 | 1,23 | | 27,0 | 2,29 |
| M3 | 2,7666 | 0,306 | 6,89 | 1,33 | | 27,0 | 2,29 |

Los valores de corte directo se obtuvieron de un análisis previo debido a que no fue posible realizar el ensayo directamente ya que no se contaba con alguien que estuviera capacitado para dicho ensayo. En su lugar se optó por usar los datos de un estudio previamente elaborado en la misma zona de trabajo, los cuales fueron extraídos del Repositorio de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.2, DISEÑAR LA CIMENTACIÓN DE TIPO SUPERFICIAL MEDIANTE CÁLCULOS Y MODELADO EN EL SOFTWARE ETABS PARA OBTENER EL DISEÑO MÁS APROPIADO PARA DICHO TERRENO.

4.2.1 Zapata aislada.

4.2.1.1 Dimensionamiento de zapata aislada.

Para definir las dimensiones que tendrá zapata aislada cuadrada se calculó el esfuerzo neto del suelo y de obtener la carga sin mayorar de la columna más crítica para poder dimensionar de la manera más apropiada. Para H que es la altura total de la zapata se asumió el valor de 50cm para poder determinar el peralte efectivo d, mientras que para el diámetro de la varilla se usó el empleado para el diseño de las columnas que fue $\Phi 2.2$ cm y un recubrimiento de 7.5 cm.

Tabla 11

Dimensionamiento de zapata.

| Dimensiones de la zapata | | | | | |
|---------------------------------|---|--------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Pu (Tn) | σ_{neto} (Tn/m ²) | Az (m ²) | B (m) | L (m) | d (m) |
| 136,51 | 6,9 | 19,80 | 4,45 | 4,45 | 0,414 |

Con las dimensiones de la zapata determinadas se calculará la carga que se distribuirá por todo el largo de la zapata:

$$W_u = \frac{P_{ult}}{Az}$$

$$W_u = \frac{1881,57}{19,78}$$

$$W_u = 95,02 \frac{Tn}{m^2}$$

4.2.1.2 Chequeo por punzonamiento bidireccional.

Para la verificación por punzonamiento se tomó el valor mínimo de las tres ecuaciones de corte último para comparar con corte por punzonamiento actuante.

Tabla 12

Chequeo por punzonamiento.

| Chequeo por punzonamiento | | | |
|----------------------------------|--------------------------------|--|---|
| Ac (m²) | F_{vu} (Tn) | V_{ua} (Tn/m²) | V_c (Tn/m²) |
| 1,64 | 45,06 | 27,51 | 184,07 |

Obteniendo los valores de cortante último y de punzonamiento actuante se podrá verificar si cumple con el condicionamiento.

$$V_u < \phi V_c$$

$$27,51 < 156,46$$

Se finalizará calculando el acero mínimo a usar para la zapata, usando el diámetro del acero que se utilizó para la elaboración de las columnas.

$$A_{S_{min}} = 0.0018 * B * d$$

$$A_{S_{min}} = 0.0018 * 445 * 41,4$$

$$A_{s_{min}} = 33,1614 \text{ cm}^2$$

Para poder determinar cuántas varillas se usará y cuanta separación deberá tener.

$$\#varillas = \frac{A_{s_{min}}}{A_{s_{var}}}$$

$$\#varillas = \frac{33,1614}{2,2}$$

$$\#varillas = 12$$

Separación que tendrán las varillas:

$$sep = \frac{B}{\#varillas}$$

$$sep = \frac{4,45}{12}$$

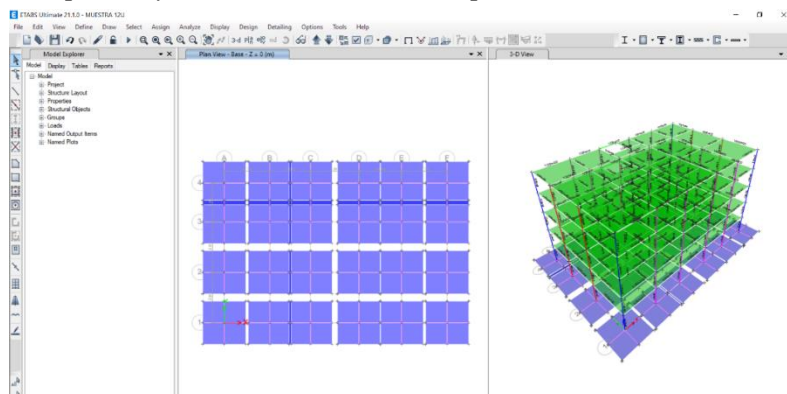
$$sep = 0,30m$$

4.2.1.3 Diseño de la cimentación.

Mediante el modelado por el software Etabs se puede observar que debido al tamaño que poseen las zapatas aisladas estas se superponen entre si resultando de este modo un diseño inapropiadas para implementar debido también a la gran cantidad de zapatas que se generan.

Figura 12

Vista en planta y tridimensional de la zapata



4.2.2 Zapata combinada.

4.2.2.1 Dimensionamiento de zapata combinada.

Para definir las dimensiones que tendrá zapata combinada se calculó con la carga sin mayorar de las dos columnas más crítica para poder dimensionar de la manera más apropiada. Para determinar el peralte efectivo d se utilizó el criterio empleado anteriormente.

Tabla 13

Dimensionamiento de zapata.

| Dimensiones de la zapata | | | | | | |
|--------------------------|--------------------|--|--------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Pu1 (Tn) | Pu2 (Tn) | σ_{neto} (Tn/m ²) | Az (m ²) | B (m) | L (m) | d (m) |
| 131,42 | 133,91 | 6,9 | 38,69 | 7,30 | 5,30 | 0,414 |

Con las dimensiones de la zapata determinadas se calculará la carga que se distribuirá por todo el largo de la zapata:

$$W_u = \frac{P_{ult}}{Az}$$

$$W_u = \frac{1881,57}{38,83}$$

$$W_u = 48,63 \frac{Tn}{m^2}$$

4.2.2.2 Chequeo por punzonamiento bidireccional.

Para la verificación por punzonamiento se tomó el valor mínimo de las tres ecuaciones de corte ultimo para comparar con corte por punzonamiento actuante se deberá evaluar para las dos columnas que se está trabajando.

Tabla 14*Chequeo por punzonamiento.*

| Chequeo por punzonamiento | | | |
|-------------------------------------|---------------------------|---|--|
| Ac (m²) | Fvu (Tn) | Vua (Tn/m²) | Vc (Tn/m²) |
| 0,80 | 110,35 | 138,25 | 184,07 |

Verificación del cumplimiento del condicionamiento.

$$Vu < \phi Vc$$

$$138,25 < 156,46$$

| Chequeo por punzonamiento | | | |
|-------------------------------------|---------------------------|---|--|
| Ac (m²) | Fvu (Tn) | Vua (Tn/m²) | Vc (Tn/m²) |
| 1,64 | 87,10 | 53,18 | 184,07 |

Verificación del cumplimiento del condicionamiento.

$$Vu < \phi Vc$$

$$53,18 < 156,46$$

Se finalizará calculando el acero mínimo a usar para la zapata, al no ser cuadrada se calculará para los dos lados de la zapata; usando el diámetro del acero con el mismo criterio usado anteriormente.

$$As_{min} = 0.0018 * B * d \quad As_{min} = 0.0018 * B * d$$

$$As_{min} = 0.0018 * 730 * 41,4 \quad As_{min} = 0.0018 * 530 * 41,4$$

$$As_{min} = 54,3996 \text{ cm}^2 \quad As_{min} = 39,4956 \text{ cm}^2$$

Para poder determinar cuántas varillas se usará y cuanta separación deberá tener.

$$\#varillas = \frac{A_{Smin}}{A_{Svar}}$$

$$\#varillas = \frac{A_{Smin}}{A_{Svar}}$$

$$\#varillas = \frac{54,3996}{2,2}$$

$$\#varillas = \frac{39,4956}{2,2}$$

$$\#varillas = 25$$

$$\#varillas = 18$$

Separación que tendrán las varillas:

$$sep = \frac{B}{\#varillas}$$

$$sep = \frac{L}{\#varillas}$$

$$sep = \frac{7,3}{25}$$

$$sep = \frac{5,3}{18}$$

$$sep = 0,30m$$

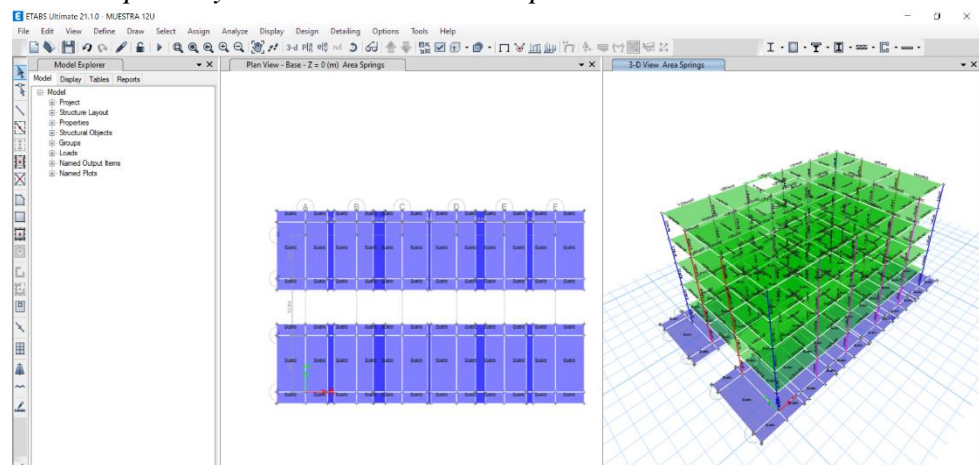
$$sep = 0,30m$$

4.2.2.3 Diseño de la cimentación.

A través del modelado en el software Etabs se observar que por el tamaño que poseen las zapatas combinadas estas chocan unas con otras por lo que de este modo son inapropiado para implementar teniendo de este modo inconvenientes iguales al anterior diseño.

Figura 13

Vista en planta y tridimensional de la zapata combinada



4.2.3 Losa de cimentación.

4.2.3.1 Dimensionamiento de losa de cimentación.

Las dimensiones que tendrá la losa se las considera con los límites de área que tendrá la estructura, pero deberá ser verificado por la condición de $L_i \leq 1,75/\lambda$ considerando las dimensiones totales de la estructura.

Calculo de peralte efectivo

$$d = H - \frac{\phi barra}{2} - rec$$

$$d = 35 - \frac{2,2}{2} - 7,5$$

$$d = 26,4cm$$

Tabla 15

Dimensionamiento de losa de cimentación.

| Dimensiones de losa de cimentación | | | | | | |
|------------------------------------|--------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|
| Sentido | Longitud (m) | k_s (kg/cm ³) | E_c (kg/cm ²) | I_x (cm ⁴) | I_y (cm ⁴) | $1,75/\lambda$ |
| B | 23,40 | 1,6 | 250998,08 | 8360625 | - | 26,49 |
| L | 14,70 | | | - | 5252187,5 | 23,58 |

Verificación del cumplimiento del condicionamiento.

$$L \leq \frac{1,75}{\lambda} \quad L \leq \frac{1,75}{\lambda}$$

$$14,70 \leq 26,49 \quad 23,40 \leq 23,58$$

A continuación, se procede a distribuir por franjas entre las columnas para verificar que cumplan el condicionamiento y demás verificaciones ya analizadas previamente, usando los valores en las condiciones más críticas para obtener mejores resultados.

Tabla 16*Distribución por franja crítica.*

| Distribución por franja crítica | | | | | | |
|--|-------------------|--|-----------------------------------|-------------------------------|----------|--------------------|
| Bs (m) | Li (m) | k_s (kg/cm³) | Ec (kg/cm²) | I (cm⁴) | λ | 1.75/ λ |
| 4,70 | 5 | 1,6 | 250998,008 | 1679270,833 | 0,000987 | 17,73 |

$$L \leq \frac{1,75}{\lambda}$$

$$5 \leq 17,73$$

| Distribución por franja crítica | | | | | | |
|--|-------------------|--|-----------------------------------|-------------------------------|----------|--------------------|
| Bs (m) | Li (m) | k_s (kg/cm³) | Ec (kg/cm²) | I (cm⁴) | λ | 1.75/ λ |
| 5,20 | 5,2 | 1,6 | 250998,008 | 1857916,667 | 0,000962 | 18,18 |

$$L \leq \frac{1,75}{\lambda}$$

$$5,2 \leq 18,18$$

Con las dimensiones de la zapata determinadas se calculará la carga que se distribuirá de las secciones en franjas con los valores críticos para un mejor análisis.

$$Wu = \frac{P_{ult}}{Az} \quad Wu = \frac{P_{ult}}{Az}$$

$$Wu = \frac{1881,57}{11,75} \quad Wu = \frac{1881,57}{27,04}$$

$$Wu = 160,13 \frac{Tn}{m^2} \quad Wu = 69,58 \frac{Tn}{m^2}$$

4.2.3.2 Chequeo por punzonamiento bidireccional.

Para la verificación por punzonamiento se tomó el valor mínimo de las tres ecuaciones de corte ultimo para comparar con corte por punzonamiento actuante se deberá evaluar para las franjas de columnas críticas que se está trabajando.

Tabla 17

Chequeo por punzonamiento.

| Chequeo por punzonamiento | | | |
|----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Ac (m²) | Fvu (Tn) | Vua (Tn/m²) | Vc (Tn/m²) |
| 0,71 | 61,94 | 87,15 | 184,07 |

Verificación del cumplimiento del condicionamiento.

$$Vu < \phi Vc$$

$$87,15 < 156,46$$

| Chequeo por punzonamiento | | | |
|----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Ac (m²) | Fvu (Tn) | Vua (Tn/m²) | Vc (Tn/m²) |
| 0,89 | 88,62 | 100,02 | 184,07 |

Verificación del cumplimiento del condicionamiento.

$$Vu < \phi Vc$$

$$100,02 < 156,46$$

Se finalizará calculando el acero mínimo a usar para la losa, al ser del tamaño del área que ocupará la estructura se calculará para los dos lados; usando el diámetro del acero con el mismo criterio usado anteriormente.

$$As_{min} = 0.0018 * B * d \quad As_{min} = 0.0018 * L * d$$

$$As_{min} = 0.0018 * 2340 * 26,4 \quad As_{min} = 0.0018 * 1470 * 26,4$$

$$A_{s_{min}} = 111,1968 \text{ cm}^2 \quad A_{s_{min}} = 69,8544 \text{ cm}^2$$

Para poder determinar cuántas varillas se usará y cuanta separación deberá tener.

$$\#varillas = \frac{A_{s_{min}}}{A_{s_{var}}} \quad \#varillas = \frac{A_{s_{min}}}{A_{s_{var}}}$$

$$\#varillas = \frac{111,1968}{2,2} \quad \#varillas = \frac{69,8544}{2,2}$$

$$\#varillas = 51 \quad \#varillas = 32$$

Separación que tendrán las varillas:

$$sep = \frac{B}{\#varillas} \quad sep = \frac{L}{\#varillas}$$

$$sep = \frac{23,40}{51} \quad sep = \frac{14,70}{32}$$

$$sep = 0,46m \quad sep = 0,46m$$

4.2.3.3 Diseño de la cimentación.

El modelado por el software Etabs nos muestra que la losa de cimentación se adecua de mejor manera a las condiciones de la estructura debido a que esta ocupa toda el área de la misma y se mantiene estable ante las cargas existentes.

Figura 14

Vista en planta y tridimensional de la losa de cimentación.

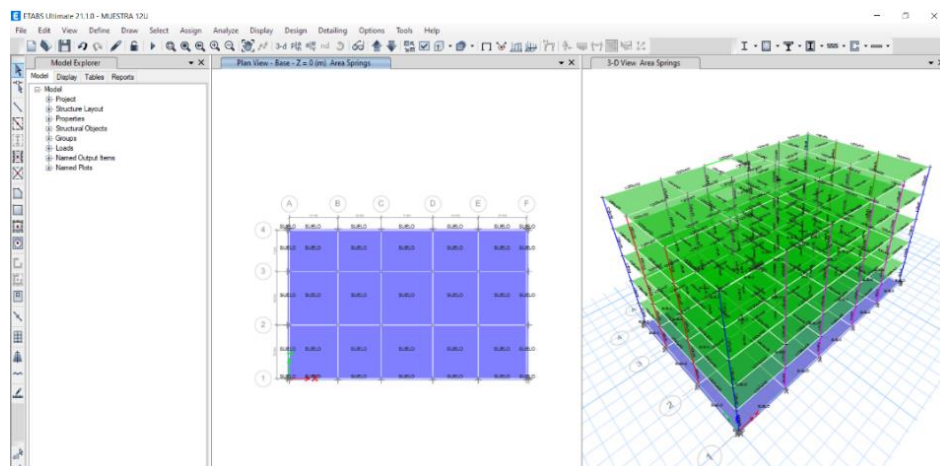
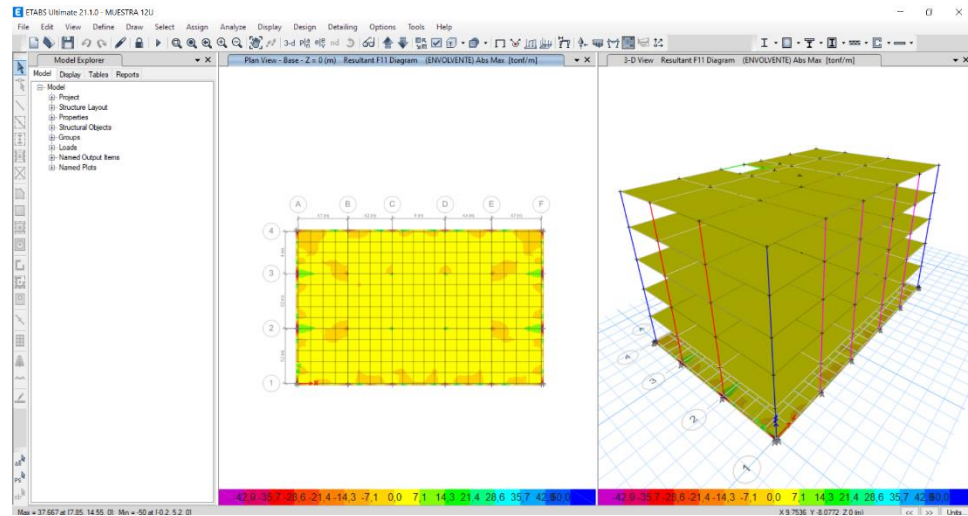


Figura 15

Vista de reacción ante cargas



4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.3, EJECUTAR UN ANÁLISIS COMPARATIVO MIDIENDO LOS COSTOS DE ELABORACIÓN DE CADA DISEÑO.

A continuación, en la Tabla 18 se detallarán los precios de los materiales considerados para la elaboración del concreto, distribuyendo la cantidad de material a usar por m³, para luego poder sacar el precio para toda la cimentación y realizar el análisis de costo.

Tabla 18

Precios de la materia prima del concreto.

| Materia prima | | | | |
|----------------------------|----------------|-----------------|------------------------|-----------------|
| Material | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Subtotal |
| Cemento tipo I (50kg) | Kg | 532,0 | 0,170 | 90,440 |
| Piedra ¾” | m ³ | 0,527 | 22,700 | 11,960 |
| Arena | m ³ | 0,527 | 21,00 | 11,070 |
| Agua | m ³ | 0,234 | 0,500 | 0,120 |
| Subtotal Materiales | | | | 113,59 |

Al realizar el análisis por costo de la elaboración de los distintos tipos de cimentación dados en la Tabla 19, se denota un menor precio para la cimentación tipo losa sobre las zapatas aisladas y combinadas siendo esta la más conveniente a implementarse.

Tabla 19

Análisis de precio de los tipos de cimentaciones.

| Tipo de cimentación | Precio |
|----------------------------|---------------|
| Zapata Aislada | \$36.084,71 |
| Zapata Combinada | \$36.232,55 |
| Losa de cimentación | \$27.361,36 |

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Del objetivo general planteado, se ha llegado a la conclusión de que el diseño de una losa de cimentación resulta ser la más adecuada para implementar en la edificación residencial de 5 pisos en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, este diseño mediante sigue las normas establecidas por Nec-15 y cumple con las verificaciones dadas por el ACI 318-14; por lo que se concluye que dicho diseño es el más apropiado para la residencia.

Del primer objetivo específico “Determinar las características del suelo de muestreo mediante ensayos de laboratorio que permitan su clasificación según las normativas SUCS y AASHTO.” se llegó a la conclusión mediante el análisis de los resultados obtenidos de los distintos ensayos de laboratorio, se determinó que el material de muestreo es un suelo de tipo limo - arcilloso de baja plasticidad, calificándolo como un suelo de una calidad regular, teniendo un promedio de capacidad de carga de 1.20 kg/cm^2 .

Del segundo objetivo específico “Diseñar la cimentación de tipo superficial mediante cálculos y modelado en el software Etabs para obtener el diseño más apropiado para dicho terreno.” se llevó a cabo el diseño de los tres tipos de cimentación superficial: zapatas aisladas, combinadas y losa de cimentación; las cuales fueron dimensionadas y verificadas por punzonamiento concluyendo que el diseño de losa de cimentación es el más apropiado a implementar, debido a que los otros dos diseños presentaban una gran cantidad de elementos y dimensiones demasiado grandes resultando en que choquen entre ellas haciéndolas inadecuadas para implementar.

Del tercer objetivo específico “Ejecutar un análisis comparativo midiendo los costos de elaboración de cada diseño” se realizó el cálculo previo del precio unitario por

m³ del hormigón siendo \$113.59, y para poder determinar el precio de cada tipo de diseño se incluyeron los costos de la varilla a usar que fue de un Φ 2.2cm y el alambra para los amarres. Los valores generados fueron de: zapata aislada \$36084.71, zapata combinada \$36232,55 y losa \$27361.36. Concluyendo que la losa de cimentación sería la opción más económica para implementar.

5.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda que para la elaboración de los ensayos se siga los lineamientos dados por la NEC-15 al momento de la toma de las muestras de este modo se aseguran resultados más precisos, además de realizar los ensayos con la mayor rapidez de ejecución para poder preservar las propiedades de las muestras de suelo minimizando cualquier alteración posible.
- ✓ Se recomienda adherirse a todas las especificaciones y verificaciones proporcionadas por el ACI 318, para poder diseñar de forma correcta la cimentación, esto asegurara que el diseño sea el más apropiada para implementar.
- ✓ Se recomienda contar con el conocimiento adecuado o con supervisión durante el proceso de diseño para poder elaborar el trabajo de forma correcta siguiendo todo tipo de especificaciones y realizando de la forma más minuciosa posible para una mejor comprensión del trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACI 318. (14 C.E.). *ACI 318S-14*.

Acosta Romero Eduardo Isaías, Cuevas Matus Guillermo De Jesús, Magallanes López Juan Francisco, Ortiz Sandoval Verónica, Patiño Espejel Rámses Jaccobaá, & Rosales Guerrero Gilberto Antonio. (2018). *Practica_Limites_Atterberg*.

Alfaro, R., & Espinoza, A. E. (2021). Caracterización geotécnica de suelos mediante ensayos de laboratorio. *Universidad Nacional Del Altiplano, Puno, Febrero*.

Ana Maria García Gamallo. (1997). *LA EVOLUCION DE LAS CIMENTACIONES EN LA HISTORIA DE LA ARQUITECTURA, DESDE LA PREHISTORIA HASTA LA PRIMERA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL*.

Cabrera, P., Ordoñez, J., Carrión, L., & Lima, R. (2020). Geotecnia enfocada a cimentaciones de edificaciones de 3 pisos en la ciudad de Machala. *Conference Proceedings (Machala)*, 4(1). <https://doi.org/10.48190/cp.v4n1a6>

Calduch, R. (2013). Métodos y técnicas de investigación en relaciones internacionales - Doctorado. *UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID*.

Cárdenas, N. (2019). *¿Cuál es la importancia de realizar un “estudio de suelo” para construir?* Universidad Técnica Particular de Loja.

NEC. (2015). *GEOTÉCNIA Y CIMENTACIONES*.

Díaz-Segura, E. G. (2022). Actuales requerimientos para el diseño geotécnico de cimentaciones superficiales. *Gaceta Técnica*, 23(2). <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica232.1>

Duque, G., & Escobar, C. (2016). Geomecánica. *Universidad Nacional de Colombia*.

- Hernández, C., Fernández, C., & Baptista, P. (2018). Metodología de la investigación. In *Introducción a la seguridad informática y el análisis de vulnerabilidades*.
- Liu, T. K. (n.d.). *A Review of Engineering Soil Classification Systems*.
- López-Roldán, P., & Fachelli, S. (2015). Metodología De La Investigación Social Cuantitativa. In *Metodología De La Investigación Social Cuantitativa*.
- Moreno Cansado, A. (2015). *Cimentación*.
- Narsilio, G. A., & Santamarina, J. C. (n.d.). *CLASIFICACIÓN DE SUELOS: FUNDAMENTO FÍSICO, PRÁCTICAS ACTUALES Y RECOMENDACIONES*.
- Nilson, A. H., & Darwin, David. (1997). *Design of concrete structures*. McGraw-Hill.
- Patiño Romero Carlos Alberto. (2006). *Ensayo de Corte Directo*.
- Perez Caballo, P. (2010). 2 PILOTES “IN SITÚ”, TIPOLOGÍA. *ESCUELA SUPERIOR DE INGENIEROS DE SEVILLA*.
- Poliotti, M., & Sierra, P. (2007). Consolidación unidimensional de suelos. *Universidad Nacional de Rosario*.
- Puy Santín, A. J. (2005). *Influencia de la temperatura en el límite líquido para suelos con diferentes índices de plasticidad*.
- QuestioPro. (2021). Diseño de investigación. Elementos y características. *CUENTA GRATUITA (/A/SHOWENTRY.DO?LAN=ES_LA)*.
- Uriel Ortiz, Á. (1983). Patología de las cimentaciones. *Informes de La Construcción*, 35(350). <https://doi.org/10.3989/ic.1983.v35.i350.2019>
- Vega Benavides, L. M., Almendáriz Rodríguez, C. E., Navarro Veliz, I. A., & Almendáriz Rodríguez, D. X. (2018). Elaboración de un plan para construir la

cimentación de un edificio de tres plantas. *RECIMUNDO*.
[https://doi.org/10.26820/recimundo/2.\(2\).2018.326-355](https://doi.org/10.26820/recimundo/2.(2).2018.326-355)

Yepes Piqueras, Víctor. (2020). *Procedimientos de construcción de cimentaciones y estructuras de contención*. Universidad Politécnica de Valencia.

ANEXOS



ANEXO I.

DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

- ✓ HUMEDAD
- ✓ GRAVEDAD ESPECIFICA
- ✓ LÍMITES DE ATTERBERG
- ✓ ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
- ✓ CONSOLIDACIÓN
- ✓ COMPRESIÓN SIMPLE



Anexo 1

Humedad - Muestra 1

| | | |
|---|---|---|
|  | UNIVERSIDAD ESTADAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL |  |
| TEMA: DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA | | |
| TESISTA: ALVIA MEJILLON JONNATHAN ELIAS | | |
| TUTOR: ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO MSc. | | |
| CALICATA 1 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | |
| CALICATA N° 1 | | Estrato 1 |
| N° de recipiente | | B |
| Peso de recipiente [gr] (Wr) | | 95,00 |
| Peso de rec. + Peso de suelo hum. [gr] (W1) | | 530,58 |
| Peso de rec. + Peso de suelo seco. [gr] (W2) | | 469,16 |
| Peso de agua [gr] (Ww= W1 - W2) | | 61,42 |
| Peso de suelo seco [gr] (Ws= W2 - Wr) | | 374,16 |
| Contenido de humedad [%] $\omega = (Ww/Ws)*100$ | | 16,42 |


Anexo 2

Humedad - Muestra 2


| | | |
|---|---|---|
|  | UNIVERSIDAD ESTADAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL |  |
| TEMA: DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA | | |
| TESISTA: ALVIA MEJILLON JONNATHAN ELIAS | | |
| TUTOR: ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO MSc. | | |
| CALICATA 2 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | |
| CALICATA N° 2 | | Estrato 1 |
| N° de recipiente | | MG |
| Peso de recipiente [gr] (Wr) | | 90,09 |
| Peso de rec. + Peso de suelo hum. [gr] (W1) | | 415,25 |
| Peso de rec. + Peso de suelo seco. [gr] (W2) | | 383,66 |
| Peso de agua [gr] (Ww= W1 - W2) | | 31,59 |
| Peso de suelo seco [gr] (Ws= W2 - Wr) | | 293,57 |
| Contenido de humedad [%] $\omega = (Ww/Ws)*100$ | | 10,76 |

Anexo 3

Humedad - Muestra 3



UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

TESISTA: ALVIA MEJILLON JONNATHAN ELIAS

TUTOR: ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO MSc.


CALICATA 3

CONTENIDO DE HUMEDAD


| CALICATA N° 3 | Estrato 1 |
|---|-----------|
| N° de recipiente | RT |
| Peso de recipiente[gr] (Wr) | 93,77 |
| Peso de rec. + Peso de suelo hum. [gr] (W1) | 408,37 |
| Peso de rec. + Peso de suelo seco. [gr] (W2) | 345,76 |
| Peso de agua [gr] (Ww= W1 - W2) | 62,61 |
| Peso de suelo seco [gr] (Ws= W2 - Wr) | 251,99 |
| Contenido de humedad [%] $\omega = (Ww/Ws)*100$ | 24,85 |

Anexo 4

Gravedad Especifica - Muestra 1



UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

TESISTA: ALVIA MEJILLON JONNATHAN ELIAS

TUTOR: ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO MSc.



CALICATA 1

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA DE LAS MUESTRAS

| DATOS DEL ENSAYO | |
|--|----------|
| RECIPIENTE N° | MATRAZ 1 |
| TEMPERATURA °C | 28,8 |
| PESO RECIPIENTE [gr] | 159,05 |
| RECIPIENTE + Ws | 323,65 |
| FRASCO + AGUA [Wbw] | 659,8 |
| FRASCO + AGUA + SUELO [Wbw s] | 761,3 |
| CALCULOS | |
| Ws | 164,6 |
| Ws + Wbw | 824,4 |
| Ws + Wbw - Wbw s | 63,1 |
| FACTOR DE CORRECCION K | 0,99788 |
| $G_s = W_s * K / (W_s + W_{bw} - W_{bw\ s})$ | 2,603 |



Anexo 5

Gravedad Especifica - Muestra 2

|  | UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|------------------|--|---------------|----------|----------------|------|----------------------|--------|-----------------|--------|---------------------|-------|-------------------------------|-----|----------|--|----|-----|----------|-------|------------------|------|------------------------|---------|--|-------|
| TEMA: DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TESISTA: ALVIA MEJILLON JONNATHAN ELIAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TUTOR: ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO MSc. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CALICATA 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA DE LAS MUESTRAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"><thead><tr><th colspan="2">DATOS DEL ENSAYO</th></tr></thead><tbody><tr><td>RECIPIENTE N°</td><td>MATRAZ 2</td></tr><tr><td>TEMPERATURA °C</td><td>28,8</td></tr><tr><td>PESO RECIPIENTE [gr]</td><td>166,36</td></tr><tr><td>RECIPIENTE + Ws</td><td>366,36</td></tr><tr><td>FRASCO + AGUA [Wbw]</td><td>663,3</td></tr><tr><td>FRASCO + AGUA + SUELO [Wbw s]</td><td>788</td></tr><tr><th colspan="2">CALCULOS</th></tr><tr><td>Ws</td><td>200</td></tr><tr><td>Ws + Wbw</td><td>863,3</td></tr><tr><td>Ws + Wbw - Wbw s</td><td>75,3</td></tr><tr><td>FACTOR DE CORRECCION K</td><td>0,99788</td></tr><tr><td>$G_s = W_s * K / (W_s + W_{bw} - W_{bw\ s})$</td><td>2,650</td></tr></tbody></table> | | | DATOS DEL ENSAYO | | RECIPIENTE N° | MATRAZ 2 | TEMPERATURA °C | 28,8 | PESO RECIPIENTE [gr] | 166,36 | RECIPIENTE + Ws | 366,36 | FRASCO + AGUA [Wbw] | 663,3 | FRASCO + AGUA + SUELO [Wbw s] | 788 | CALCULOS | | Ws | 200 | Ws + Wbw | 863,3 | Ws + Wbw - Wbw s | 75,3 | FACTOR DE CORRECCION K | 0,99788 | $G_s = W_s * K / (W_s + W_{bw} - W_{bw\ s})$ | 2,650 |
| DATOS DEL ENSAYO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RECIPIENTE N° | MATRAZ 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TEMPERATURA °C | 28,8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PESO RECIPIENTE [gr] | 166,36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RECIPIENTE + Ws | 366,36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FRASCO + AGUA [Wbw] | 663,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FRASCO + AGUA + SUELO [Wbw s] | 788 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CALCULOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ws | 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ws + Wbw | 863,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ws + Wbw - Wbw s | 75,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FACTOR DE CORRECCION K | 0,99788 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $G_s = W_s * K / (W_s + W_{bw} - W_{bw\ s})$ | 2,650 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Anexo 6

Gravedad Especifica - Muestra 3

|  | UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|------------------|--|---------------|----------|----------------|------|----------------------|--------|-----------------|--------|---------------------|-------|-------------------------------|-----|----------|--|----|-------|----------|-------|------------------|------|------------------------|---------|--|-------|
| TEMA: DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TESISTA: ALVIA MEJILLON JONNATHAN ELIAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TUTOR: ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO MSc. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CALICATA 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA DE LAS MUESTRAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"><thead><tr><th colspan="2">DATOS DEL ENSAYO</th></tr></thead><tbody><tr><td>RECIPIENTE N°</td><td>MATRAZ 3</td></tr><tr><td>TEMPERATURA °C</td><td>29,3</td></tr><tr><td>PESO RECIPIENTE [gr]</td><td>159,05</td></tr><tr><td>RECIPIENTE + Ws</td><td>348,45</td></tr><tr><td>FRASCO + AGUA [Wbw]</td><td>659,9</td></tr><tr><td>FRASCO + AGUA + SUELO [Wbw s]</td><td>776</td></tr><tr><th colspan="2">CALCULOS</th></tr><tr><td>Ws</td><td>189,4</td></tr><tr><td>Ws + Wbw</td><td>849,3</td></tr><tr><td>Ws + Wbw - Wbw s</td><td>73,3</td></tr><tr><td>FACTOR DE CORRECCION K</td><td>0,99774</td></tr><tr><td>$G_s = W_s * K / (W_s + W_{bw} - W_{bw\ s})$</td><td>2,578</td></tr></tbody></table> | | | DATOS DEL ENSAYO | | RECIPIENTE N° | MATRAZ 3 | TEMPERATURA °C | 29,3 | PESO RECIPIENTE [gr] | 159,05 | RECIPIENTE + Ws | 348,45 | FRASCO + AGUA [Wbw] | 659,9 | FRASCO + AGUA + SUELO [Wbw s] | 776 | CALCULOS | | Ws | 189,4 | Ws + Wbw | 849,3 | Ws + Wbw - Wbw s | 73,3 | FACTOR DE CORRECCION K | 0,99774 | $G_s = W_s * K / (W_s + W_{bw} - W_{bw\ s})$ | 2,578 |
| DATOS DEL ENSAYO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RECIPIENTE N° | MATRAZ 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TEMPERATURA °C | 29,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PESO RECIPIENTE [gr] | 159,05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RECIPIENTE + Ws | 348,45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FRASCO + AGUA [Wbw] | 659,9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FRASCO + AGUA + SUELO [Wbw s] | 776 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CALCULOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ws | 189,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ws + Wbw | 849,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ws + Wbw - Wbw s | 73,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FACTOR DE CORRECCION K | 0,99774 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $G_s = W_s * K / (W_s + W_{bw} - W_{bw\ s})$ | 2,578 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Anexo 7

Límite Líquido, Plástico e Índice de Plasticidad - Muestra 1



UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

TESISTA: ALVIA MEJILLON JONNATHAN ELIAS

TUTOR: ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO MSC.

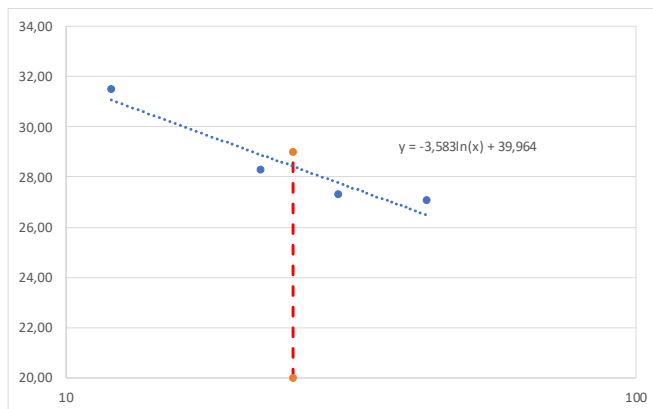
CALICATA 1

LIMITE LÍQUIDO

| RECIPIENTE N.º | C8 | P | O | F | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|--|--|--|
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) | 46,55 | 43,52 | 52,31 | 49,36 | | | |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2) | 39,7 | 37,53 | 44,46 | 42,5 | | | |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2) | 6,85 | 5,99 | 7,85 | 6,86 | | | |
| MASA DEL RECIPIENTE (P4) | 17,95 | 16,37 | 15,72 | 17,18 | | | |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4) | 21,75 | 21,16 | 28,74 | 25,32 | | | |
| % DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5) | 31,49 | 28,31 | 27,31 | 27,09 | | | |
| # DE GOLPES | 12 | 22 | 30 | 43 | | | |

LIMITE PLÁSTICO

| RECIPIENTE N.º | L3 | 8 | M | N1 | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|--|--|--|
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) | 13,72 | 13,96 | 13,22 | 12,73 | | | |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2) | 12,86 | 13,08 | 12,71 | 12,35 | | | |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2) | 0,86 | 0,88 | 0,51 | 0,38 | | | |
| MASA DEL RECIPIENTE (P4) | 9,11 | 9,13 | 9,09 | 9,19 | | | |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4) | 3,75 | 3,95 | 3,62 | 3,16 | | | |
| % DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5) | 22,93 | 22,28 | 14,09 | 12,03 | | | |



RESULTADOS

| | |
|------------------|-------|
| L. Líquido = | 28,43 |
| L. Plástico = | 17,83 |
| I. Plasticidad = | 10,60 |

Anexo 8

Límite Líquido, Plástico e Índice de Plasticidad - Muestra 2



UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

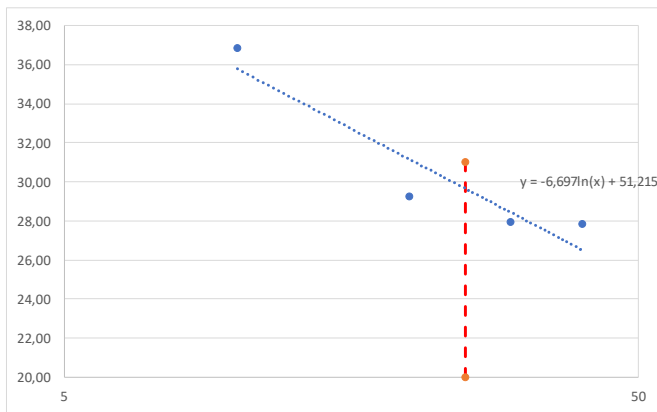
TESISTA: ALVIA MEJILLON JONNATHAN ELIAS

TUTOR: ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO MSC.

CALICATA 2

| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|--|--|--|
| RECIPIENTE N.º | 2 | 1A | 15 | DW | | | |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) | 32,15 | 31,26 | 28,76 | 38,22 | | | |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2) | 28,05 | 27,93 | 24,49 | 33,77 | | | |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2) | 4,1 | 3,33 | 4,27 | 4,45 | | | |
| MASA DEL RECIPIENTE (P4) | 16,92 | 16,55 | 9,22 | 17,78 | | | |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4) | 11,13 | 11,38 | 15,27 | 15,99 | | | |
| % DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5) | 36,84 | 29,26 | 27,96 | 27,83 | | | |
| # DE GOLPES | 10 | 20 | 30 | 40 | | | |

| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|--|--|--|
| RECIPIENTE N.º | R | P8 | 3s | 4 | | | |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) | 14,26 | 12,11 | 12,84 | 12,77 | | | |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2) | 13,46 | 11,65 | 12,26 | 12,2 | | | |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2) | 0,8 | 0,46 | 0,58 | 0,57 | | | |
| MASA DEL RECIPIENTE (P4) | 9,52 | 9,08 | 9,22 | 9,2 | | | |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4) | 3,94 | 2,57 | 3,04 | 3 | | | |
| % DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5) | 20,30 | 17,90 | 19,08 | 19,00 | | | |



| RESULTADOS | |
|------------------|-------|
| L. Líquido = | 29,66 |
| L. Plástico = | 19,07 |
| I. Plasticidad = | 10,59 |

Anexo 9

Límite Líquido, Plástico e Índice de Plasticidad - Muestra 3



UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

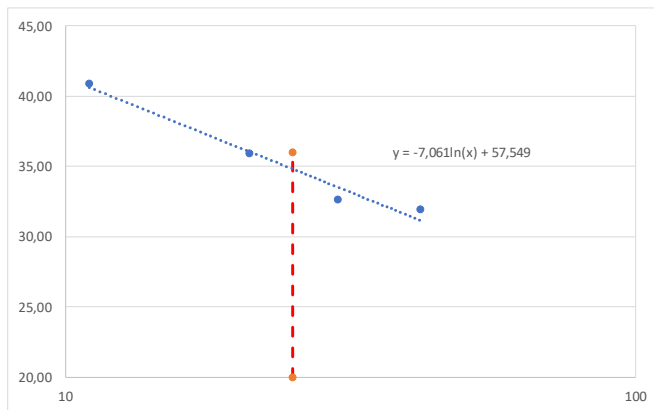
TESISTA: ALVIA MEJILLON JONNATHAN ELIAS

TUTOR: ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO MSC.

CALICATA 3

| LIMITE LÍQUIDO | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|--|--|--|
| RECIPIENTE N.º | Q | J | C1 | R | | | |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) | 41,15 | 38,86 | 41,53 | 45,34 | | | |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2) | 34,16 | 33,12 | 35,32 | 38,47 | | | |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2) | 6,99 | 5,74 | 6,21 | 6,87 | | | |
| MASA DEL RECIPIENTE (P4) | 17,08 | 17,13 | 16,29 | 16,94 | | | |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4) | 17,08 | 15,99 | 19,03 | 21,53 | | | |
| % DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5) | 40,93 | 35,90 | 32,63 | 31,91 | | | |
| # DE GOLPES | 11 | 21 | 30 | 42 | | | |

| LIMITE PLÁSTICO | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|--|--|--|
| RECIPIENTE N.º | 6 | W2 | 11 | N1 | | | |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) | 13,93 | 12,97 | 12,68 | 13,14 | | | |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2) | 12,95 | 12,15 | 12,04 | 12,94 | | | |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2) | 0,98 | 0,82 | 0,64 | 0,2 | | | |
| MASA DEL RECIPIENTE (P4) | 9,33 | 9,03 | 9,25 | 9,12 | | | |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4) | 3,62 | 3,12 | 2,79 | 3,82 | | | |
| % DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5) | 27,07 | 26,28 | 22,94 | 5,24 | | | |



| RESULTADOS | |
|------------------|-------|
| L. Líquido = | 34,82 |
| L. Plástico = | 20,38 |
| I. Plasticidad = | 14,44 |

Anexo 10

Granulometría del Suelo - Muestra 1



UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

TESISTA: ALVIA MEJILLON JONNATHAN ELIAS

TUTOR: ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO MSC.

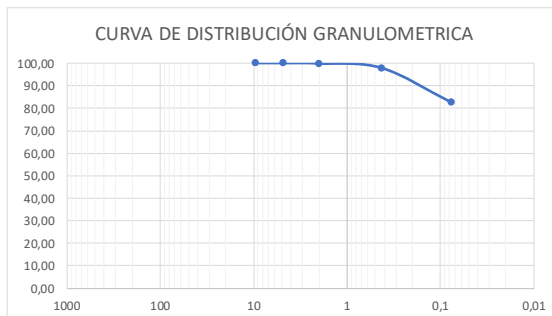
CALICATA 1

| Ensayo de Contenido de Humedad | Serie Fina |
|--|------------|
| Recipiente N° | B |
| Masa de Recipiente + Muestra Húmeda (P1) | 530,58 |
| Masa de Recipiente + Muestra Seca (P2) | 469,16 |
| Masa de Agua (P3 = P1 - P2) | 61,42 |
| Masa del Recipiente (P4) | 95 |
| Masa de Muestra Seca (P5 = P2 - P4) | 374,16 |
| % de Humedad (W = P3 × 100 ÷ P5) | 16,42 % |

| SERIE GRUESA | | | | |
|--------------|---------|---------------|-----------|-----------|
| TAMIZ ASTM | | Masa Retenida | | % Pasante |
| mm | No. | Parcial | Acumulada | acumulado |
| 600 | 24" | | | |
| 300 | 12" | | | |
| 150 | 3 1/2" | | | |
| 75 | 3" | | | |
| 63 | 2 1/2 " | | | |
| 50 | 2" | | | |
| 38,1 | 1 1/2" | | | |
| 25 | 1" | | | |
| 19 | 3/4" | | | |
| 12,5 | 1/2" | | | |
| 9,5 | 3/8" | 0 | 0,0 | 100,00 |
| 4,75 | No.4 | 0 | 0,0 | 100,00 |
| Pasa No 4 | | 374,16 | 321,40 | |

| SERIE FINA | | | | | |
|-------------|-----|---------------|-----------|-----------|-----------|
| TAMIZ ASTM | | Masa Retenida | | % Pasante | % Pasante |
| mm | No. | Parcial | Acumulada | acumulado | corregido |
| 2,36 | 8 | | | | |
| 2 | 10 | 0,71 | 0,71 | 99,81 | 99,81 |
| 1,18 | 16 | | | | |
| 0,85 | 20 | | | | |
| 0,6 | 30 | | | | |
| 0,425 | 40 | 8,12 | 8,12 | 97,83 | 97,83 |
| 0,3 | 50 | | | | |
| 0,15 | 100 | | | | |
| 0,075 | 200 | 65,94 | 65,94 | 82,38 | 82,38 |
| Pasa No 200 | | | | | |

| | |
|---|-----------|
| Masa inicial del material para Lavado = | 435,58 gr |
| Masa final corregida por Humedad de los finos = | 374,16 gr |
| Masa seca Total del Material utilizados para el Ensayo (gr) | 321,40 gr |




| Distribución del Tamaño de las Partículas (%) | | | |
|---|-------------------|-------|-------|
| Pedrón Rodado (> 12") | | 0,0 | |
| Canto Rodado (12"-3") | | 0,0 | |
| Grava(3"-N°4) | Gruesa (3"-3/4") | 0,0 | 0,00 |
| | Fina(3/4"-N°4) | 0,0 | |
| Arena (N°4- N°200) | Gruesa (N°4-N°10) | 0,2 | 17,62 |
| | Media (N°10-N°40) | 2,0 | |
| | Fina (N°40-N°200) | 15,5 | |
| Finos (> N°200) | | 82,38 | |

| Condiciones de Filtro | | | |
|-----------------------|--|------|--|
| D 15 = | | Cu = | |
| D 30 = | | | |
| D 60 = | | Cc = | |
| D 50 = | | | |


| CLASIFICACIÓN AASHTO | |
|----------------------|------------------|
| A - 6 | Suelo Arcilloso |
| CLASIFICACIÓN SUCS | |
| CL | Baja Plasticidad |

Anexo 11

Granulometría del Suelo - Muestra 2



UNIVERSIDAD ESTADAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

TESISTA: ALVIA MEJILLON JONNATHAN ELIAS

TUTOR: ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO MSc.

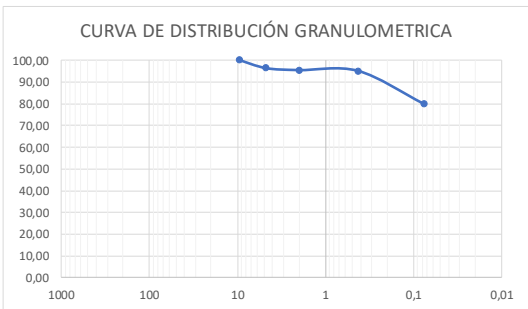
CALICATA 2

| Ensayo de Contenido de Humedad | | Serie Fina |
|--|--|------------|
| Recipiente N° | | MG |
| Masa de Recipiente + Muestra Húmeda (P1) | | 415,25 |
| Masa de Recipiente + Muestra Seca (P2) | | 383,66 |
| Masa de Agua (P3 = P1 - P2) | | 31,59 |
| Masa del Recipiente (P4) | | 90,09 |
| Masa de Muestra Seca (P5 = P2 - P4) | | 293,57 |
| % de Humedad (W = P3 × 100 ÷ P5) | | 10,76 % |

| SERIE GRUESA | | | | |
|--------------|---------|---------------|-----------|-----------|
| TAMIZ ASTM | | Masa Retenida | | % Pasante |
| mm | No. | Parcial | Acumulada | acumulado |
| 600 | 24" | | | |
| 300 | 12" | | | |
| 150 | 3 1/2" | | | |
| 75 | 3" | | | |
| 63 | 2 1/2 " | | | |
| 50 | 2" | | | |
| 38,1 | 1 1/2" | | | |
| 25 | 1" | | | |
| 19 | 3/4" | | | |
| 12,5 | 1/2" | | | |
| 9,5 | 3/8" | 0 | 0,0 | 100,00 |
| 4,75 | No.4 | 11,14 | 10,1 | 96,34 |
| Pasa No 4 | | 293,57 | 265,05 | |

| SERIE FINA | | | | | |
|-------------|-----|---------------|-----------|-----------|-----------|
| TAMIZ ASTM | | Masa Retenida | | % Pasante | % Pasante |
| mm | No. | Parcial | Acumulada | acumulado | corregido |
| 2,36 | 8 | | | | |
| 2 | 10 | 2,7 | 2,70 | 99,08 | 95,46 |
| 1,18 | 16 | | | | |
| 0,85 | 20 | | | | |
| 0,6 | 30 | | | | |
| 0,425 | 40 | 3,82 | 3,82 | 98,70 | 95,09 |
| 0,3 | 50 | | | | |
| 0,15 | 100 | | | | |
| 0,075 | 200 | 49,79 | 49,79 | 83,04 | 80,00 |
| Pasa No 200 | | | | | |

| | |
|---|-----------|
| Masa inicial del material para Lavado = | 325,16 gr |
| Masa final corregida por Humedad de los finos = | 293,57 gr |
| Masa seca Total del Material utilizados para el Ensayo (gr) | 275,11 gr |



| CLASIFICACIÓN AASHTO | |
|----------------------|------------------|
| A - 6 | Suelo Arcilloso |
| CLASIFICACIÓN SUCS | |
| CL | Baja Plasticidad |

| Distribución del Tamaño de las Partículas (%) | | | |
|---|-------------------|-------|-------|
| Pedrón Rodado (> 12") | | 0,0 | |
| Canto Rodado (12"-3") | | 0,0 | |
| Grava(3"-N°4) | Gruesa (3"-3/4") | 0,0 | 3,66 |
| | Fina(3/4"-N°4) | 3,7 | |
| Arena (N°4-N°200) | Gruesa (N°4-N°10) | 0,9 | 16,34 |
| | Media (N°10-N°40) | 0,4 | |
| | Fina (N°40-N°200) | 15,1 | |
| Finos (> N°200) | | 80,00 | |

| Condiciones de Filtro | | | |
|-----------------------|--|------|--|
| D 15 = | | Cu = | |
| D 30 = | | | |
| D 60 = | | Cc = | |
| D 50 = | | | |

Anexo 12

Granulometría del Suelo - Muestra 3



UNIVERSIDAD ESTADAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

TESISTA: ALVIA MEJILLON JONNATHAN ELIAS

TUTOR: ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO MSC.

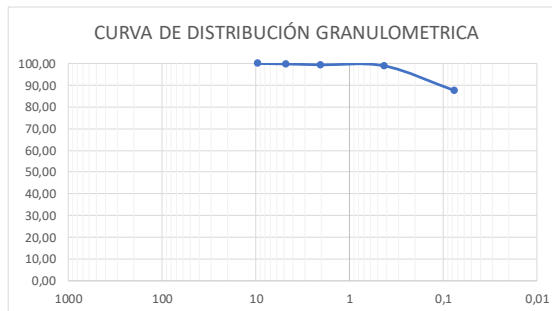
CALICATA 3

| Ensayo de Contenido de Humedad | Serie Fina |
|--|------------|
| Recipiente N° | RT |
| Masa de Recipiente + Muestra Húmeda (P1) | 408,37 |
| Masa de Recipiente + Muestra Seca (P2) | 345,76 |
| Masa de Agua (P3 = P1 - P2) | 62,61 |
| Masa del Recipiente (P4) | 93,77 |
| Masa de Muestra Seca (P5 = P2 - P4) | 251,99 |
| % de Humedad (W = P3 × 100 ÷ P5) | 24,85 % |

| SERIE GRUESA | | | | |
|--------------|---------|---------------|-----------|---------------------|
| TAMIZ ASTM | | Masa Retenida | | % Pasante acumulado |
| mm | No. | Parcial | Acumulada | |
| 600 | 24" | | | |
| 300 | 12" | | | |
| 150 | 3 1/2" | | | |
| 75 | 3" | | | |
| 63 | 2 1/2 " | | | |
| 50 | 2" | | | |
| 38,1 | 1 1/2" | | | |
| 25 | 1" | | | |
| 19 | 3/4" | | | |
| 12,5 | 1/2" | | | |
| 9,5 | 3/8" | 0 | 0,0 | 100,00 |
| 4,75 | No.4 | 0,53 | 0,4 | 99,79 |
| Pasa No 4 | | 251,99 | 201,84 | |

| SERIE FINA | | | | | |
|-------------|-----|---------------|-----------|---------------------|---------------------|
| TAMIZ ASTM | | Masa Retenida | | % Pasante acumulado | % Pasante corregido |
| mm | No. | Parcial | Acumulada | | |
| 2,36 | 8 | | | | |
| 2 | 10 | 0,99 | 0,99 | 99,61 | 99,40 |
| 1,18 | 16 | | | | |
| 0,85 | 20 | | | | |
| 0,6 | 30 | | | | |
| 0,425 | 40 | 2,25 | 2,25 | 99,11 | 98,90 |
| 0,3 | 50 | | | | |
| 0,15 | 100 | | | | |
| 0,075 | 200 | 30,8 | 30,80 | 87,78 | 87,59 |
| Pasa No 200 | | | | | |

| | |
|---|-----------|
| Masa inicial del material para Lavado = | 314,60 gr |
| Masa final corregida por Humedad de los finos = | 251,99 gr |
| Masa seca Total del Material utilizados para el Ensayo (gr) | 202,26 gr |



| CLASIFICACIÓN AASHTO | |
|----------------------|-----------------|
| A - 6 | Suelo Arcilloso |

| CLASIFICACIÓN SUCS | |
|--------------------|------------------|
| CL | Baja Plasticidad |

| Distribución del Tamaño de las Partículas (%) | | |
|---|-------------------|-------|
| Pedrón Rodado (> 12") | | 0,0 |
| Canto Rodado (12"-3") | | 0,0 |
| Grava(3"-N°4) | Gruesa (3"-3/4") | 0,0 |
| | Fina(3/4"-N°4) | 0,2 |
| Arena (N°4-N°200) | Gruesa (N°4-N°10) | 0,4 |
| | Media (N°10-N°40) | 0,5 |
| | Fina (N°40-N°200) | 11,3 |
| Finos (> N°200) | | 87,59 |

| Condiciones de Filtro | | | |
|-----------------------|--|------|--|
| D 15 = | | Cu = | |
| D 30 = | | | |
| D 60 = | | Cc = | |
| D 50 = | | | |

ENSAYO DE CONSOLIDACION (REGISTRO DE ENSAYO)

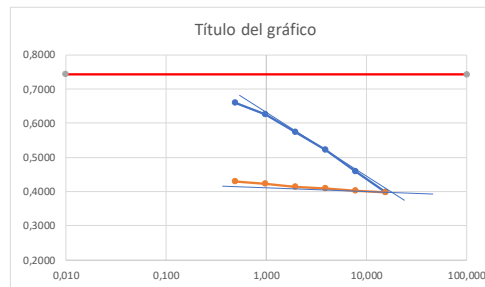
| PESO ESPECIFICO | | CALCULOS | | | |
|-----------------|-------|--|--------|----------|--------|
| Wh = | 99,19 | GRAVEDAD ESPECIFICA | 2,65 | Wf = | 17,07% |
| Ws = | 77,72 | | | Vt = | 51,071 |
| Ww = | 21,47 | $V_s = \frac{w_s}{G} = \frac{74,40}{2,58}$ | 29,32 | Vs = | 29,32 |
| Vw = | 21,47 | | | Vp = | 21,75 |
| A0 = | 20,43 | HUMEDAD INICIAL Wi = | 27,62% | ALTURA = | 2,5 |

| NOMENCLATURA | FORMULA | RESULTADOS | |
|--------------------|---------|------------------------|--------|
| RELACION DE VACIOS | e_0 | V_v/V_s | 0,7416 |
| SATURACION INICIAL | S | $(V_w/V_v) \times 100$ | 98,73 |
| ALTURA DEL SOLIDO | H_s | V_s/A_0 | 1,435 |
| ALTURA DE POROS | H_p | V_p/A_0 | 1,06 |
| ALTURA DE MUESTRAS | H_T | $H_s + H_p$ | 2,500 |

| CARGA | | | | | |
|-----------|----------|-----------------------------------|--------------------|-----------------|------------|
| CICLO No. | CARGA kg | PRESIÓN K/cm ² 1:10 | LECTURA DE DIAL Dh | Dh/Hs pulg/pulg | e=eo-Dh/Hs |
| 1 | 1,00 | 0,490 | 0,0463 | 0,0819 | 0,6597 |
| 2 | 2,00 | 0,979 | 0,0658 | 0,1164 | 0,6252 |
| 3 | 4,00 | 1,958 | 0,0955 | 0,1690 | 0,5726 |
| 4 | 8,00 | 3,916 | 0,1239 | 0,2192 | 0,5224 |
| 5 | 16,00 | 7,832 | 0,1604 | 0,2838 | 0,4578 |
| 6 | 32,00 | 15,665 | 0,1943 | 0,3438 | 0,3978 |

| CARGA | | | | | |
|-----------|----------|-----------------------------------|--------------------|-----------------|------------|
| CICLO No. | CARGA kg | PRESIÓN K/cm ² 1:10 | LECTURA DE DIAL Dh | Dh/Hs pulg/pulg | e=eo-Dh/Hs |
| 5 | 16,00 | 7,832 | 0,1916 | 0,3390 | 0,4026 |
| 4 | 8,00 | 3,916 | 0,1885 | 0,3335 | 0,4081 |
| 3 | 4,00 | 1,958 | 0,1850 | 0,3274 | 0,4143 |
| 2 | 2,00 | 0,979 | 0,1804 | 0,3192 | 0,4224 |
| 1 | 1,00 | 0,490 | 0,1767 | 0,3127 | 0,4289 |

CURVA ESFUERZO-RELACION DE VACIOS



$$H_s = \frac{w_s}{A G_s \gamma_w}$$

| eo | |
|------|--------|
| 0,01 | 0,7416 |
| 100 | 0,7416 |

| DATOS Cc | |
|----------|--------|
| P1 | 8 |
| P2 | 32 |
| e1 | 0,522 |
| e2 | 0,40 |
| Δe | -0,125 |

ENSAYO DE CONSOLIDACION (REGISTRO DE ENSAYO)

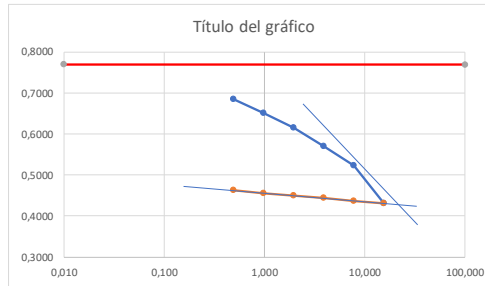
| PESO ESPECIFICO | | CALCULOS | | | |
|-----------------|-------|--|--------|----------|--------|
| Wh = | 98,72 | GRAVEDAD ESPECIFICA | 2,58 | Wf = | 20,73% |
| Ws = | 74,40 | | | Vt = | 51,071 |
| Ww = | 24,32 | $V_s = \frac{w_s}{G} = \frac{74,40}{2,58}$ | 28,86 | Vs = | 28,86 |
| Vw = | 24,32 | | | Vp = | 22,21 |
| A0 = | 20,43 | HUMEDAD INICIAL Wi = | 32,69% | ALTURA = | 2,5 |

| NOMENCLATURA | FORMULA | RESULTADOS | |
|--------------------|---------|------------------------|--------|
| RELACION DE VACIOS | e_0 | V_v/V_s | 0,7697 |
| SATURACION INICIAL | S | $(V_w/V_v) \times 100$ | 109,49 |
| ALTURA DEL SOLIDO | H_s | V_s/A_0 | 1,413 |
| ALTURA DE POROS | H_p | V_p/A_0 | 1,09 |
| ALTURA DE MUESTRAS | H_T | $H_s + H_p$ | 2,500 |

| CARGA | | | | | |
|-----------|----------|---------------|--------------------|-----------------|------------|
| CICLO No. | CARGA kg | PRESIÓN K/cm² | LECTURA DE DIAL Dh | Dh/Hs pulg/pulg | e=e0-Dh/Hs |
| | | 1:10 | | | |
| 1 | 1,00 | 0,490 | 0,0472 | 0,0849 | 0,6848 |
| 2 | 2,00 | 0,979 | 0,0661 | 0,1188 | 0,6508 |
| 3 | 4,00 | 1,958 | 0,0863 | 0,1552 | 0,6145 |
| 4 | 8,00 | 3,916 | 0,1108 | 0,1992 | 0,5704 |
| 5 | 16,00 | 7,832 | 0,1372 | 0,2467 | 0,5230 |
| 6 | 32,00 | 15,665 | 0,1884 | 0,3387 | 0,4309 |

| CARGA | | | | | |
|-----------|----------|---------------|--------------------|-----------------|------------|
| CICLO No. | CARGA kg | PRESIÓN K/cm² | LECTURA DE DIAL Dh | Dh/Hs pulg/pulg | e=e0-Dh/Hs |
| | | 1:10 | | | |
| 5 | 16,00 | 7,832 | 0,1853 | 0,3332 | 0,4365 |
| 4 | 8,00 | 3,916 | 0,1815 | 0,3263 | 0,4433 |
| 3 | 4,00 | 1,958 | 0,1783 | 0,3206 | 0,4491 |
| 2 | 2,00 | 0,979 | 0,1745 | 0,3137 | 0,4559 |
| 1 | 1,00 | 0,490 | 0,1704 | 0,3064 | 0,4633 |

CURVA ESFUERZO-RELACION DE VACIOS



$$H_s = \frac{w_s}{A G_s \gamma_w}$$

| e0 | |
|------|--------|
| 0,01 | 0,7697 |
| 100 | 0,7697 |

| DATOS Cc | |
|----------|--------|
| P1 | 16 |
| P2 | 32 |
| e1 | 0,523 |
| e2 | 0,43 |
| Δe | -0,092 |

Anexo 15

Consolidación del Suelo - Muestra 3

| UNIVERSIDAD ESTADAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | UNIVERSIDAD ESTADAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|--------------------|-------------------------|---|--|---------------|-------------------------|--|-------------------------|---------------|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TEMA: DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA TESIS: ALVIA MEJILLON JONNATHAN ELIAS TUTOR: ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO MSc. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CARGA (REGISTRO DE ENSAYO) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PERIODO | CARGA | 1 | CARGA | 2 | CARGA | 4 | CARGA | 8 | CARGA | 16 | CARGA | 32 | | | | | |
| | ESFUERZO | 0,50 kg/cm ² | ESFUERZO | 1,00 kg/cm ² | ESFUERZO | 2,00 kg/cm ² | ESFUERZO | 4,00 kg/cm ² | ESFUERZO | 8,00 kg/cm ² | ESFUERZO | 16,00 kg/cm ² | | | | | |
| | TIEMPO | DIAL | TIEMPO | DIAL | TIEMPO | DIAL | TIEMPO | DIAL | TIEMPO | DIAL | TIEMPO | DIAL | | | | | |
| | | 0,0001 '' | | 0,0001 '' | | 0,0001 '' | | 0,0001 '' | | 0,0001 '' | | 0,0001 '' | | | | | |
| 0 | ##### | 0,0000 | ##### | 0,0420 | ##### | 0,0589 | ##### | 0,0840 | ##### | 0,1113 | ##### | 0,1507 | | | | | |
| 5 seg | ##### | 0,0217 | ##### | 0,0457 | ##### | 0,0666 | ##### | 0,0945 | ##### | 0,1239 | ##### | 0,1779 | | | | | |
| 15 | ##### | 0,0222 | ##### | 0,0462 | ##### | 0,0677 | ##### | 0,0966 | ##### | 0,1294 | ##### | 0,1783 | | | | | |
| 30 | ##### | 0,0228 | ##### | 0,0467 | ##### | 0,0685 | ##### | 0,0972 | ##### | 0,1310 | ##### | 0,1785 | | | | | |
| 45 | ##### | 0,0232 | ##### | 0,0470 | ##### | 0,0693 | ##### | 0,0979 | ##### | 0,1318 | ##### | 0,1788 | | | | | |
| 1 minuto | ##### | 0,0236 | ##### | 0,0473 | ##### | 0,0699 | ##### | 0,0985 | ##### | 0,1327 | ##### | 0,1796 | | | | | |
| 1.5 | ##### | 0,0242 | ##### | 0,0476 | ##### | 0,0705 | ##### | 0,0989 | ##### | 0,1336 | ##### | 0,1799 | | | | | |
| 2 | ##### | 0,0247 | ##### | 0,0480 | ##### | 0,0710 | ##### | 0,0999 | ##### | 0,1345 | ##### | 0,1804 | | | | | |
| 3 | ##### | 0,0256 | ##### | 0,0485 | ##### | 0,0720 | ##### | 0,1010 | ##### | 0,1359 | ##### | 0,1812 | | | | | |
| 5 | ##### | 0,0270 | ##### | 0,0493 | ##### | 0,0734 | ##### | 0,1025 | ##### | 0,1376 | ##### | 0,1822 | | | | | |
| 7 | ##### | 0,0289 | ##### | 0,0500 | ##### | 0,0745 | ##### | 0,1036 | ##### | 0,1394 | ##### | 0,1830 | | | | | |
| 10 | ##### | 0,0303 | ##### | 0,0509 | ##### | 0,0759 | ##### | 0,1048 | ##### | 0,1403 | ##### | 0,1840 | | | | | |
| 15 | ##### | 0,0325 | ##### | 0,0519 | ##### | 0,0775 | ##### | 0,1056 | ##### | 0,1418 | ##### | 0,1848 | | | | | |
| 20 | ##### | 0,0343 | ##### | 0,0527 | ##### | 0,0785 | ##### | 0,1071 | ##### | 0,1426 | ##### | 0,1853 | | | | | |
| 30 | ##### | 0,0366 | ##### | 0,0537 | ##### | 0,0797 | ##### | 0,1080 | ##### | 0,1436 | ##### | 0,1858 | | | | | |
| 45 | ##### | 0,0384 | ##### | 0,0546 | ##### | 0,0804 | ##### | 0,1087 | ##### | 0,1443 | ##### | 0,1864 | | | | | |
| 1 hora | ##### | 0,0393 | ##### | 0,0551 | ##### | 0,0808 | ##### | 0,1091 | ##### | 0,1448 | ##### | 0,1869 | | | | | |
| 1.5 h | ##### | 0,0399 | ##### | 0,0558 | ##### | 0,0812 | ##### | 0,1096 | ##### | 0,1454 | ##### | 0,1872 | | | | | |
| 2 h | 1:25:00 p. m. | 0,0409 | 1:25:00 p. m. | 0,0561 | 1:25:00 p. m. | 0,0815 | 1:25:00 p. m. | 0,1099 | 1:25:00 p. m. | 0,1457 | 1:25:00 p. m. | 0,1876 | | | | | |
| 3 h | 2:25:00 p. m. | 0,0412 | 2:25:00 p. m. | 0,0566 | 2:25:00 p. m. | 0,0818 | 2:25:00 p. m. | 0,1102 | 2:25:00 p. m. | 0,1463 | 2:25:00 p. m. | 0,1880 | | | | | |
| 4 h | 3:25:00 p. m. | 0,0413 | 3:25:00 p. m. | 0,0569 | 3:25:00 p. m. | 0,0820 | 3:25:00 p. m. | 0,1104 | 3:25:00 p. m. | 0,1466 | 3:25:00 p. m. | 0,1884 | | | | | |
| 6 h | 5:25:00 p. m. | 0,0414 | 5:25:00 p. m. | 0,0571 | 5:25:00 p. m. | 0,0822 | 5:25:00 p. m. | 0,1105 | 5:25:00 p. m. | 0,1470 | 5:25:00 p. m. | 0,1886 | | | | | |
| 9 h | 8:25:00 p. m. | 0,0415 | 8:25:00 p. m. | 0,0574 | 8:25:00 p. m. | 0,0825 | 8:25:00 p. m. | 0,1106 | 8:25:00 p. m. | 0,1476 | 8:25:00 p. m. | 0,1888 | | | | | |
| 12 h | ##### | 0,0416 | ##### | 0,0577 | ##### | 0,0828 | ##### | 0,1108 | ##### | 0,1482 | 1:25:00 p. m. | 0,1891 | | | | | |
| 24 h | ##### | 0,0420 | ##### | 0,0589 | ##### | 0,0840 | ##### | 0,1113 | ##### | 0,1507 | ##### | 0,1901 | | | | | |
| DATOS PARA CALCULO DE GRAVEDAD ESPECIFICA | | | | | | DATOS PARA CALCULO PRELIMINARES DE CONSOLIDACION | | | | | | | | | | | |
| DATOS DEL ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA $W_c = 164,6$ $W_{bw} = 659,8$ $W_{bws} = 761,3$ $T^0 = 28,8$ $K = 0,99788$ | | | | | | FORMULA $G_s = \frac{w_s \cdot k}{w_s + w_{bw} - w_{bws}}$ $G_s = 2,603$ | | | | | | EQUIPO UTILIZADO EN EL ENSAYO ANILLO N-2 AREA ALTURA (cm) Peso (gr) Radio (cm) ANILLO N-2 20,4 2,5 173,41 2,55 | | | | | |
| | | | | | | ANTES DEL ENSAYO Wh + anillo = 278,63 W Anillo = 173,41 | | | DESPUES DEL ENSAYO Wh + recipiente = 139,41 Ws + recipiente = 118,85 Recipiente = 53,92 | | | | | | | | |
| DESCARGA (REGISTRO DE ENSAYO) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PERIODO | CARGA | 16 | CARGA | 8 | CARGA | 4 | CARGA | 2 | CARGA | 1 | | | | | | | |
| | ESFUERZO | 8,00 kg/cm ² | ESFUERZO | 4,00 kg/cm ² | ESFUERZO | 2,00 kg/cm ² | ESFUERZO | 1,00 kg/cm ² | ESFUERZO | 0,50 kg/cm ² | | | | | | | |
| | TIEMPO | DIAL | TIEMPO | DIAL | TIEMPO | DIAL | TIEMPO | DIAL | TIEMPO | DIAL | | | | | | | |
| | | 0,0001 '' | | 0,0001 '' | | 0,0001 '' | | 0,0001 '' | | 0,0001 '' | | | | | | | |
| 0 | 12:05:00 p. m. | 0,1895 | 12:35:00 p. m. | 0,1872 | 1:15:00 p. m. | 0,1784 | 1:45:00 p. m. | 0,172 | 2:15:00 p. m. | 0,1738 | | | | | | | |
| 15 minuto | 12:20:00 p. m. | 0,1872 | 12:50:00 p. m. | 0,1849 | 1:30:00 p. m. | 0,1784 | 2:00:00 p. m. | 0,1719 | | | | | | | | | |
| 30 | | | 1:05:00 p. m. | 0,1848 | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 hora | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1:15' | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1:30' | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1:45' | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 hora | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2:15' | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2:30' | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2:45' | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 hora | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CALCULOS Y RESULTADOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | ANTES DEL ENSAYO | | DESPUES DEL ENSAYO | | | | | | | | | | | | | | |
| | Wh + anillo = 278,63 gr anillo = 173,41 gr Wh = 105,22 Ws = 64,93 P. Agua Ww = 40,29 w = Ww/Ws = 62,05% Yh = 2,060 | Wh + recipiente = 139,41 gr Ws + recipiente = 118,85 gr recipiente = 53,92 gr Wh = 85,49 Peso Agua Ww = 20,56 Peso seco Ws = 64,93 w = Ww/Ws = 31,66% Yh = 1,674 | | | | | | | | | | | | | | | |
| V=A*h 51,071 | GRAVEDAD ESPECIFICA (Gs) 2,60 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | RESULTADOS $\Delta\sigma = 0,0000$ ◉ NORMALMENTE CONSOLIDADO ◉ PRECONSOLIDADO Relación de vacíos inicial eo = 1,0474 Presión vertical similar a la del sitio ovo = 0,124 Presión de Preconsolidación ovm = 0,124 Relación de vacíos evm = 0,248 Presión efectiva final ovf = 0,1240 Coeficiente de Compresibilidad Cc = 0,272 Coef. - Descompresión Cs = 0,0343 CR = Cc / (1+eo) 0,13298 SR = Cs / (1+eo) 0,0167 Asentamiento s= 0,00000 Asentamiento Ss= 0,0000 Asentamiento Total= 0,0000 | | | | | | | | | | | | |

ENSAYO DE CONSOLIDACION (REGISTRO DE ENSAYO)

| PESO ESPECIFICO | | CALCULOS | | | |
|-----------------|--------|--|--------|----------|--------|
| Wh = | 105,22 | GRAVEDAD ESPECIFICA | 2,60 | Wf = | 31,66% |
| Ws = | 64,93 | | | Vt = | 51,071 |
| Ww = | 40,29 | $V_s = \frac{W_s}{G} = \frac{74,40}{2,58}$ | 24,94 | Vs = | 24,94 |
| Vw = | 40,29 | | | Vp = | 26,13 |
| Ao = | 20,43 | HUMEDAD INICIAL WI = | 62,05% | ALTURA = | 2,5 |

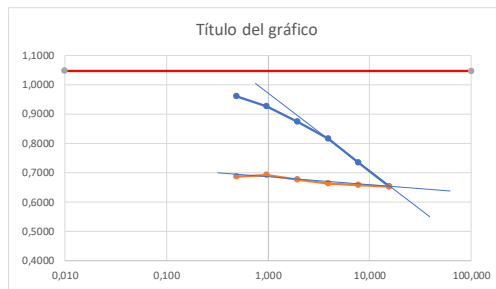
| NOMENCLATURA | FORMULA | RESULTADOS | |
|--------------------|---------|------------------------|--------|
| RELACION DE VACIOS | e_0 | V_v/V_s | 1,0474 |
| SATURACION INICIAL | S | $(V_w/V_p) \times 100$ | 154,21 |
| ALTURA DEL SOLIDO | H_s | V_s/A_0 | 1,221 |
| ALTURA DE POROS | H_p | V_p/A_0 | 1,28 |
| ALTURA DE MUESTRAS | H_T | $H_s + H_p$ | 2,500 |

x

| CARGA | | | | | |
|-----------|----------|-----------------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|
| CICLO No. | CARGA kg | PRESIÓN K/cm ² 1:10 | LECTURA DE DIAL Dh | Dh/Hs pulg/pulg | e=e ₀ -Dh/Hs |
| 1 | 1,00 | 0,490 | 0,0420 | 0,0874 | 0,9600 |
| 2 | 2,00 | 0,979 | 0,0589 | 0,1225 | 0,9249 |
| 3 | 4,00 | 1,958 | 0,084 | 0,1747 | 0,8727 |
| 4 | 8,00 | 3,916 | 0,1113 | 0,2315 | 0,8159 |
| 5 | 16,00 | 7,832 | 0,1507 | 0,3135 | 0,7339 |
| 6 | 32,00 | 15,665 | 0,1901 | 0,3954 | 0,6520 |

| CARGA | | | | | |
|-----------|----------|-----------------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|
| CICLO No. | CARGA kg | PRESIÓN K/cm ² 1:10 | LECTURA DE DIAL Dh | Dh/Hs pulg/pulg | e=e ₀ -Dh/Hs |
| 5 | 16,00 | 7,832 | 0,1872 | 0,3894 | 0,6580 |
| 4 | 8,00 | 3,916 | 0,1848 | 0,3844 | 0,6630 |
| 3 | 4,00 | 1,958 | 0,1784 | 0,3711 | 0,6763 |
| 2 | 2,00 | 0,979 | 0,1719 | 0,3576 | 0,6898 |
| 1 | 1,00 | 0,490 | 0,1738 | 0,3615 | 0,6859 |

CURVA ESFUERZO-RELACION DE VACIOS




$$H_s = \frac{W_s}{AG_s \gamma_w}$$

| e ₀ | |
|----------------|--------|
| 0,01 | 1,0474 |
| 100 | 1,0474 |


| DATOS Cc | |
|----------|--------|
| P1 | 8 |
| P2 | 32 |
| e1 | 0,816 |
| e2 | 0,65 |
| Δe | -0,164 |

Anexo 16

Compresión Simple - Muestra 1



UNIVERSIDAD ESTADAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

TESISTA: ALVIA MEJILLON JONNATHAN ELIAS

TUTOR: ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO MSc.

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

| | | | | | |
|------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|------------|-------------------------------------|
| Contenido de Humedad Inicial | Recipiente | M | | | |
| | Masa Húmeda + Recipiente | 173,44 | Anillo de Carga: | 2554 (kgf) | Velocidad de aplicación de la carga |
| | Masa Seca + Recipiente | 149,96 | Unidad: | kgf | 1,80 mm/min |
| | Masa Recipiente | 32,09 | Constante de Calibración | | $y = mx + b$ |
| | % Humedad | 19,92 | m= 0,199 | | b= 0 |
| Humedad Promedio | 19,92 | Unidad de medida del dial de la deformación | | | pulgadas x 10 ⁻³ |

| | | | | |
|--|---|---------------------------------------|---|--|
| DEFORMACIÓN UNITARIA $e = (\Delta L/L) * 100$ | ÁREA CORREGIDA $A_c = A_i/[1 - (e/100)]$ | ESFUERZO DESVIADO $\sigma = P/A_c$ | FACTOR DE CORRECCIÓN $C = \frac{0,88}{0,24 * (D/H)}$ | ESFUERZO DESVIADO CORREGIDO $\sigma_1 = \sigma * C$ |
|--|---|---------------------------------------|---|--|

| LECTURA DIAL DEFORMACIÓN ΔL | LECTURA DIAL DE CARGA | CARGA P (Kg) | DEFORMACIÓN UNITARIA ϵ | ÁREA CORREGIDA (cm^2) | ESFUERZO DESVIADOR (Kg/cm^2) | FACTOR DE CORRECCIÓN | ESFUERZO DESVIADOR CORREGIDO |
|-------------------------------------|-----------------------|--------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------|------------------------------|
| 0 | | 0,000 | 0,00 | 9,77 | 0,00 | 0,99 | 0,00 |
| 10 | | 0,402 | 0,36 | 9,81 | 0,04 | 0,99 | 0,04 |
| 20 | | 0,755 | 0,73 | 9,84 | 0,08 | 0,99 | 0,08 |
| 30 | | 1,153 | 1,09 | 9,88 | 0,12 | 0,99 | 0,12 |
| 40 | | 1,492 | 1,45 | 9,91 | 0,15 | 0,99 | 0,15 |
| 50 | | 1,804 | 1,81 | 9,95 | 0,18 | 0,99 | 0,18 |
| 60 | | 2,139 | 2,18 | 9,99 | 0,21 | 0,99 | 0,21 |
| 70 | | 2,477 | 2,54 | 10,02 | 0,25 | 0,99 | 0,25 |
| 80 | | 2,809 | 2,90 | 10,06 | 0,28 | 0,99 | 0,28 |
| 90 | | 3,245 | 3,26 | 10,10 | 0,32 | 0,99 | 0,32 |
| 100 | | 3,737 | 3,63 | 10,14 | 0,37 | 0,99 | 0,37 |
| 110 | | 4,218 | 3,99 | 10,18 | 0,41 | 0,99 | 0,41 |
| 120 | | 4,698 | 4,35 | 10,21 | 0,46 | 0,99 | 0,46 |
| 130 | | 5,195 | 4,72 | 10,25 | 0,51 | 0,99 | 0,50 |
| 140 | | 5,835 | 5,08 | 10,29 | 0,57 | 0,99 | 0,56 |
| 150 | | 6,419 | 5,44 | 10,33 | 0,62 | 0,99 | 0,62 |
| 160 | | 7,015 | 5,80 | 10,37 | 0,68 | 0,99 | 0,67 |
| 170 | | 7,576 | 6,17 | 10,41 | 0,73 | 0,99 | 0,72 |
| 180 | | 8,190 | 6,53 | 10,45 | 0,78 | 0,99 | 0,78 |
| 190 | | 8,801 | 6,89 | 10,49 | 0,84 | 0,99 | 0,83 |
| 200 | | 9,295 | 7,25 | 10,53 | 0,88 | 0,99 | 0,88 |
| 210 | | 9,927 | 7,62 | 10,58 | 0,94 | 0,99 | 0,93 |
| 220 | | 10,422 | 7,98 | 10,62 | 0,98 | 0,99 | 0,98 |
| 230 | | 10,802 | 8,34 | 10,66 | 1,01 | 0,99 | 1,01 |
| 240 | | 11,094 | 8,70 | 10,70 | 1,04 | 0,99 | 1,03 |
| 250 | | 11,117 | 9,07 | 10,74 | 1,03 | 0,99 | 1,03 |

| DATOS DE LA PRUEBA | | |
|-------------------------------|--------------|--------|
| DIAMETRO cm | SUPERIOR | 3,527 |
| | CENTRO | 3,527 |
| | INTERIOR | 3,527 |
| | (Ø) PROMEDIO | 3,527 |
| ALTURA cm | SUPERIOR | 7,003 |
| | CENTRO | 7,003 |
| | INTERIOR | 7,003 |
| | (L) PROMEDIO | 7,003 |
| RELACIÓN altura/diámetro | | 1,99 |
| ÁREA INICIAL (A) (cm^2) | | 9,77 |
| VOLUMEN (cm^3) | | 68,42 |
| PESO gr | | 141,82 |
| DENSIDAD HÚMEDA (Kg/cm^3) | | 2073 |
| DENSIDAD SECA (Kg/cm^3) | | 2192 |

GRAFICA ESFUERZO VS DEFORMACION

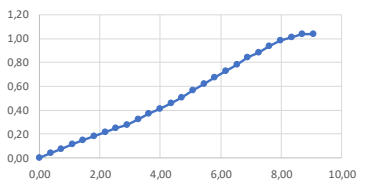
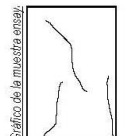


Gráfico de la muestra ensayada



Módulo Elástico
437

| RESULTADOS | |
|--------------|--------------------|
| $q_u =$ | 1,03 (Kg/cm^2) |
| $\epsilon =$ | 9,07 % |

Anexo 17

Compresión Simple - Muestra 2



UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

TESISTA: ALVIA MEJILLON JONNATHAN ELIAS

TUTOR: ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO MSc.

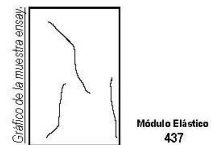
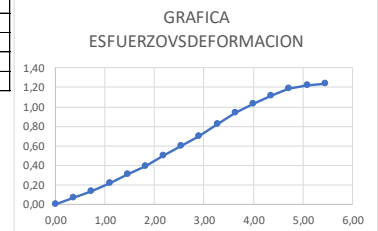
ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

| | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------|--------|---|------------|-------------------------------------|-------------|
| Contenido de Humedad Inicial | Recipiente | T | Anillo de Carga: | 2554 (kgf) | Velocidad de aplicación de la carga | 1,80 mm/min |
| | Masa Húmeda + Recipiente | 191,44 | Unidad: | kgf | | |
| | Masa Seca + Recipiente | 171,57 | Constante de Calibración | | y = mx + b | |
| | Masa Recipiente | 50,82 | m= | 0,199 | b= | 0 |
| | % Humedad | 16,46 | Unidad de medida del dial de la deformación | | | |
| Humedad Promedio | 16,46 | | | | | |

| | | | | |
|--|--|---------------------------------------|---|--|
| DEFORMACIÓN UNITARIA $e = (\Delta L/L) * 100$ | ÁREA CORREGIDA $A_c = A_i/[1 - (\epsilon/100)]$ | ESFUERZO DESVIADO $\sigma = P/A_c$ | FACTOR DE CORRECCIÓN $C = \frac{0,88}{0,24 * (D/H)}$ | ESFUERZO DESVIADO CORREGIDO $\sigma_1 = \sigma * C$ |
|--|--|---------------------------------------|---|--|

| LECTURA DIAL DEFORMACIÓN ΔL | LECTURA DIAL DE CARGA | CARGA P (Kg) | DEFORMACIÓN UNITARIA ϵ | ÁREA CORREGIDA (cm^2) | ESFUERZO DESVIADOR (Kg/cm^2) | FACTOR DE CORRECCIÓN | ESFUERZO DESVIADOR CORREGIDO |
|-------------------------------------|-----------------------|--------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------|------------------------------|
| 0 | | 0,000 | 0,00 | 9,77 | 0,00 | 0,99 | 0,00 |
| 10 | | 0,691 | 0,36 | 9,81 | 0,07 | 0,99 | 0,07 |
| 20 | | 1,338 | 0,73 | 9,84 | 0,14 | 0,99 | 0,14 |
| 30 | | 2,148 | 1,09 | 9,88 | 0,22 | 0,99 | 0,22 |
| 40 | | 3,089 | 1,45 | 9,91 | 0,31 | 0,99 | 0,31 |
| 50 | | 3,925 | 1,81 | 9,95 | 0,39 | 0,99 | 0,39 |
| 60 | | 5,017 | 2,18 | 9,99 | 0,50 | 0,99 | 0,50 |
| 70 | | 6,006 | 2,54 | 10,02 | 0,60 | 0,99 | 0,60 |
| 80 | | 7,028 | 2,90 | 10,06 | 0,70 | 0,99 | 0,69 |
| 90 | | 8,333 | 3,26 | 10,10 | 0,83 | 0,99 | 0,82 |
| 100 | | 9,541 | 3,63 | 10,14 | 0,94 | 0,99 | 0,94 |
| 110 | | 10,467 | 3,99 | 10,18 | 1,03 | 0,99 | 1,02 |
| 120 | | 11,337 | 4,35 | 10,21 | 1,11 | 0,99 | 1,10 |
| 130 | | 12,213 | 4,72 | 10,25 | 1,19 | 0,99 | 1,18 |
| 140 | | 12,533 | 5,08 | 10,29 | 1,22 | 0,99 | 1,21 |
| 150 | | 12,745 | 5,44 | 10,33 | 1,23 | 0,99 | 1,23 |

| DATOS DE LA PRUEBA | | |
|-------------------------------|---------------------|-------|
| DIAMETRO cm | SUPERIOR | 3,527 |
| | CENTRO | 3,527 |
| | INTERIOR | 3,527 |
| | (Φ) PROMEDIO | 3,527 |
| ALTURA cm | SUPERIOR | 7,003 |
| | CENTRO | 7,003 |
| | INTERIOR | 7,003 |
| | (L) PROMEDIO | 7,003 |
| RELACIÓN altura/diámetro | 1,99 | |
| ÁREA INICIAL (A) (cm^2) | 9,77 | |
| VOLUMEN (cm^3) | 68,42 | |
| PESO gr | 140,89 | |
| DENSIDAD HÚMEDA (Kg/cm^3) | 2059 | |
| DENSIDAD SECA (Kg/cm^3) | 2508 | |



| RESULTADOS | | |
|--------------|------|---------------|
| $q_u =$ | 1,23 | (Kg/cm^2) |
| $\epsilon =$ | 5,44 | % |

Anexo 18

Compresión Simple - Muestra 3



UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

TESISTA: ALVIA MEJILLON JONNATHAN ELIAS

TUTOR: ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO MSc.

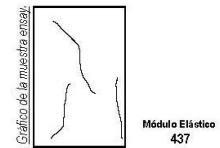
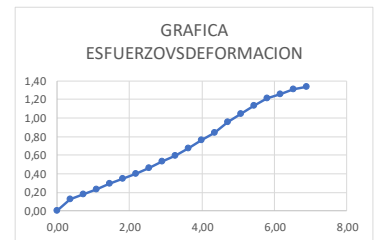
ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

| | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------|--------|---|------------|-------------------------------------|-------------|
| Contenido de Humedad Inicial | Recipiente | IA | Anillo de Carga: | 2554 (kgf) | Velocidad de aplicación de la carga | 1,80 mm/min |
| | Masa Húmeda + Recipiente | 177,46 | Unidad: | kgf | | |
| | Masa Seca + Recipiente | 155,94 | Constante de Calibración | | y = mx + b | |
| | Masa Recipiente | 34,22 | m= | 0,199 | b= 0 | |
| | % Humedad | 17,68 | Unidad de medida del dial de la deformación | | pulgadas x 10-3 | |
| Humedad Promedio | 17,68 | | | | | |

| | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| DEFORMACIÓN UNITARIA | ÁREA CORREGIDA | ESFUERZO DESVIADO | FACTOR DE CORRECCIÓN | ESFUERZO DESVIADO CORREGIDO |
| $e = (\Delta L/L) * 100$ | $A_c = A_i/[1 - (\epsilon/100)]$ | $\sigma = P/A_c$ | $C = \frac{0,88}{0,24 * (D/H)}$ | $\sigma_1 = \sigma * C$ |

| LECTURA DIAL DEFORMACIÓN ΔL | LECTURA DIAL DE CARGA | CARGA P (Kg) | DEFORMACIÓN UNITARIA ϵ | ÁREA CORREGIDA (cm^2) | ESFUERZO DESVIADOR (Kg/cm^2) | FACTOR DE CORRECCIÓN | ESFUERZO DESVIADOR CORREGIDO |
|-------------------------------------|-----------------------|--------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------|------------------------------|
| 0 | | 0,00 | 0,00 | 9,77 | 0,00 | 0,99 | 0,00 |
| 10 | | 1,226 | 0,36 | 9,81 | 0,13 | 0,99 | 0,12 |
| 20 | | 1,757 | 0,73 | 9,84 | 0,18 | 0,99 | 0,18 |
| 30 | | 2,317 | 1,09 | 9,88 | 0,23 | 0,99 | 0,23 |
| 40 | | 2,884 | 1,45 | 9,91 | 0,29 | 0,99 | 0,29 |
| 50 | | 3,415 | 1,81 | 9,95 | 0,34 | 0,99 | 0,34 |
| 60 | | 4,027 | 2,18 | 9,99 | 0,40 | 0,99 | 0,40 |
| 70 | | 4,620 | 2,54 | 10,02 | 0,46 | 0,99 | 0,46 |
| 80 | | 5,328 | 2,90 | 10,06 | 0,53 | 0,99 | 0,53 |
| 90 | | 6,013 | 3,26 | 10,10 | 0,60 | 0,99 | 0,59 |
| 100 | | 6,833 | 3,63 | 10,14 | 0,67 | 0,99 | 0,67 |
| 110 | | 7,771 | 3,99 | 10,18 | 0,76 | 0,99 | 0,76 |
| 120 | | 8,604 | 4,35 | 10,21 | 0,84 | 0,99 | 0,84 |
| 130 | | 9,835 | 4,72 | 10,25 | 0,96 | 0,99 | 0,95 |
| 140 | | 10,718 | 5,08 | 10,29 | 1,04 | 0,99 | 1,04 |
| 150 | | 11,676 | 5,44 | 10,33 | 1,13 | 0,99 | 1,12 |
| 160 | | 12,571 | 5,80 | 10,37 | 1,21 | 0,99 | 1,21 |
| 170 | | 13,102 | 6,17 | 10,41 | 1,26 | 0,99 | 1,25 |
| 180 | | 13,675 | 6,53 | 10,45 | 1,31 | 0,99 | 1,30 |
| 190 | | 13,978 | 6,89 | 10,49 | 1,33 | 0,99 | 1,33 |

| DATOS DE LA PRUEBA | | |
|-------------------------------|--------------|-------|
| DIAMETRO cm | SUPERIOR | 3,527 |
| | CENTRO | 3,527 |
| | INTERIOR | 3,527 |
| | (Ø) PROMEDIO | 3,527 |
| ALTURA cm | SUPERIOR | 7,003 |
| | CENTRO | 7,003 |
| | INTERIOR | 7,003 |
| | (L) PROMEDIO | 7,003 |
| RELACIÓN altura/diámetro | 1,99 | |
| ÁREA INICIAL (A) (cm^2) | 9,77 | |
| VOLUMEN (cm^3) | 68,42 | |
| PESO gr | 143,73 | |
| DENSIDAD HÚMEDA (Kg/cm^3) | 2101 | |
| DENSIDAD SECA (Kg/cm^3) | 2279 | |



| RESULTADOS | | |
|--------------|------|---------------|
| $q_u =$ | 1,33 | (Kg/cm^2) |
| $\epsilon =$ | 6,89 | % |

ANEXO II.

FOTOGRAFICOS

- ✓ TOMA DE MUESTREO
- ✓ ENSAYOS DE LABORATORIO

Anexo 19

Toma de muestra



UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

TESISTA: ALVIA MEJILLON JONNATHAN ELIAS

TUTOR: ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO MSc.

ANEXO II. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS



Anexo 20

Ensayo de Limites



UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

TESISTA: ALVIA MEJILLON JONNATHAN ELIAS

TUTOR: ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO MSc.

ANEXO II. ENSAYO DE LIMITES



Anexo 21

Ensayo de Gravedad específica



UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

TESISTA: ALVIA MEJILLON JONNATHAN ELIAS

TUTOR: ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO MSc.

ANEXO II. ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA



Anexo 22

Ensayo de Compresión simple



UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

TESISTA: ALVIA MEJILLON JONNATHAN ELIAS

TUTOR: ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO MSc.

ANEXO II. ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE





ANEXO III.

ANÁLISIS DE PRECIOS



Anexo 23

Tabla de precios de zapata aislada

|  UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | |  | | | |
|---|----------|---|-------------------|--------------------|--------------|
| TEMA: DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA | | | | | |
| TESISTA: ALVIA MEJILLON JONNATHAN ELIAS | | | | | |
| TUTOR: ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO MSc. | | | | | |
| Equipo, Maquinaria y Herramienta | Cantidad | Tarifa USD/h | Costo Horario USD | Rendimiento m/hora | SUBTOTAL USD |
| Herramienta menor | | | | | 1,736 |
| Vibrador de Manguera | 1,00 | 4,000 | 4,000 | 0,976801 | 3,910 |
| Concreteira 1 saco | 1,00 | 5,000 | 5,000 | 0,976801 | 4,880 |
| Cortadora - dobladora | 1,00 | 0,700 | 0,700 | 0,276642 | 0,190 |
| SUBTOTAL : Equipo, Maquinaria y Herramienta : | | | | M = | 10,716 |
| Mano de Obra | Cantidad | Jornal USD/h | Costo Horario USD | Rendimiento m/hora | SUBTOTAL USD |
| Peon en general (estr.oc e2) | 5,00 | 3,83 | 19,150 | 0,976801 | 18,710000 |
| Albañil (Est. Ocu. D2) | 2,00 | 3,87 | 7,740 | 0,976801 | 7,560000 |
| Maestro mayor de ejecucion de | 1,00 | 4,29 | 4,290 | 0,976801 | 4,190000 |
| Peon en general (estr.oc e2) | 3,00 | 3,83 | 11,490 | 0,276642 | 3,180000 |
| Albañil (Est. Ocu. D2) | 1,00 | 3,87 | 3,870 | 0,276642 | 1,070000 |
| SubTotal : Mano de Obra | | | | N = | 34,71 |
| Costo Unitario de Equipo y Mano de Obra : | | | | (M + N) = | 45,426 |
| ELEMENTO | Unidad | Cantidad | P.U. | Importe | |
| Material | | | | | |
| Concreto F´C= 280 Kg/cm2 | m3 | 249,5115 | 113,59 | 28342,01129 | |
| Varilla 22mm | kg | 328,2519 | 1,46 | 479,2478266 | |
| Alambre | kg | 1,08108 | 1 | 1,08108 | |
| SubTotal : Materiales: | | | O = | 28.822,34 | |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O) = | | | | 28.867,77 | |
| COSTO INDIRECTO y UTILIDADES = | | | 25% | 7.216,94 | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO - (Dólares) = | | | | 36.084,71 | |
| ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA VALOR OFERTADO - (Dólares) = | | | | 36.084,71 | |



Anexo 24

Tabla de precios de zapata combinada

|   | | | | | |
|---|----------|--------------|-------------------|--------------------|------------------|
| UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | |
| TEMA: DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA | | | | | |
| TESISISTA: ALVIA MEJILLON JONNATHAN ELIAS | | | | | |
| TUTOR: ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO MSc. | | | | | |
| Equipo, Maquinaria y Herramienta | Cantidad | Tarifa USD/h | Costo Horario USD | Rendimiento m/hora | SUBTOTAL USD |
| Herramienta menor | | | | | 1,872 |
| Vibrador de Manguera | 1,00 | 4,000 | 4,000 | 0,976801 | 3,910 |
| Concreteira 1 saco | 1,00 | 5,000 | 5,000 | 0,976801 | 4,880 |
| Cortadora - dobladora | 1,00 | 0,700 | 0,700 | 0,453817 | 0,320 |
| SUBTOTAL : Equipo, Maquinaria y Herramienta : | | | | M = | 10,982 |
| Mano de Obra | Cantidad | Jornal USD/h | Costo Horario USD | Rendimiento m/hora | SUBTOTAL USD |
| Peon en general (estr.oc e2) | 5,00 | 3,83 | 19,150 | 0,976801 | 18,710000 |
| Albañil (Est. Ocu. D2) | 2,00 | 3,87 | 7,740 | 0,976801 | 7,560000 |
| Maestro mayor de ejecucion de | 1,00 | 4,29 | 4,290 | 0,976801 | 4,190000 |
| Peon en general (estr.oc e2) | 3,00 | 3,83 | 11,490 | 0,453817 | 5,210000 |
| Albañil (Est. Ocu. D2) | 1,00 | 3,87 | 3,870 | 0,453817 | 1,760000 |
| SubTotal : Mano de Obra | | | | N = | 37,43 |
| Costo Unitario de Equipo y Mano de Obra : | | | | (M + N) = | 48,412 |
| ELEMENTO | Unidad | Cantidad | P.U. | Importe | |
| Material | | | | | |
| Concreto F´C= 280 Kg/cm2 | m3 | 243,747 | 113,59 | | 27687,22173 |
| Varilla 22mm | kg | 854,1312 | 1,46 | | 1247,031564 |
| Alambre | kg | 3,378375 | 1 | | 3,378375 |
| SubTotal : Materiales: | | | O = | 28.937,63 | |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O) = | | | | 28.986,04 | |
| COSTO INDIRECTO y UTILIDADES = | | | 25% | 7.246,51 | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO - (Dólares) = | | | | - | 36.232,55 |
| ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA VALOR OFERTADO - (Dólares) = | | | | 36.232,55 | |

Anexo 25

Tabla de precios de losa de cimentación

|   | | UNIVERSIDAD ESTADAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|---|----------|---|-------------------|--------------------|------------------|
| TEMA: DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE 5 PISOS PARA USO ESTUDIANTIL EN LA UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA | | | | | |
| TESISTA: ALVIA MEJILLON JONNATHAN ELIAS | | | | | |
| TUTOR: ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO MSC. | | | | | |
| Equipo, Maquinaria y Herramienta | Cantidad | Tarifa USD/h | Costo Horario USD | Rendimiento m/hora | SUBTOTAL USD |
| Herramienta menor | | | | | 2,225 |
| Vibrador de Manguera | 1,00 | 4,000 | 4,000 | 0,976801 | 3,910 |
| Concreteira 1 saco | 1,00 | 5,000 | 5,000 | 0,976801 | 4,880 |
| Cortadora - dobladora | 1,00 | 0,700 | 0,700 | 0,913850 | 0,640 |
| SUBTOTAL : Equipo, Maquinaria y Herramienta : | | | | | M = 11,655 |
| Mano de Obra | Cantidad | Jornal USD/h | Costo Horario USD | Rendimiento m/hora | SUBTOTAL USD |
| Peon en general (estr.oc e2) | 5,00 | 3,83 | 19,150 | 0,976801 | 18,710000 |
| Albañil (Est. Ocu. D2) | 2,00 | 3,87 | 7,740 | 0,976801 | 7,560000 |
| Maestro mayor de ejecucion de | 1,00 | 4,29 | 4,290 | 0,976801 | 4,190000 |
| Peon en general (estr.oc e2) | 3,00 | 3,83 | 11,490 | 0,913850 | 10,500000 |
| Albañil (Est. Ocu. D2) | 1,00 | 3,87 | 3,870 | 0,913850 | 3,540000 |
| SubTotal : Mano de Obra | | | | | N = 44,50 |
| Costo Unitario de Equipo y Mano de Obra : | | | | | (M + N) = 56,155 |
| ELEMENTO | Unidad | Cantidad | P.U. | Importe | |
| Material | | | | | |
| Concreto F´C= 280 Kg/cm2 | m3 | 126,4127 | 113,59 | 14359,21291 | |
| Varilla 22mm | kg | 5113,723 | 1,46 | 7466,034961 | |
| Alambre | kg | 7,68768 | 1 | 7,68768 | |
| SubTotal : Materiales: | | | O = | 21.832,94 | |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O) = | | | | | 21.889,09 |
| COSTO INDIRECTO y UTILIDADES = | | | 25% | 5.472,27 | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO - (Dólares) = | | | | | 27.361,36 |
| ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA VALOR OFERTADO - (Dólares) = | | | | | 27.361,36 |