



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

TEMA:

“AMPLIACIÓN DEL LABORATORIO DE SUELOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA, APLICANDO LA NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN NEC- 2015.”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR (ES):

MARIUXI JAMÍN POZO RIVERA
FERNANDA LISSETE SALVATIERRA COMANICHO

TUTOR:

ING. RAÚL ANDRÉS VILLO VERA, MS.c

LA LIBERTAD, ECUADOR

2024

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

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

TEMA:

AMPLIACIÓN DEL LABORATORIO DE SUELOS DE LA CARRERA
DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA, APLICANDO LA NORMA
ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN NEC- 2015.

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR:

MARIUXI JAMÍN POZO RIVERA

FERNANDA LISSETE SALVATIERRA COMANICHO

TUTOR:

ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, MS.c

LA LIBERTAD – ECUADOR

2024

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



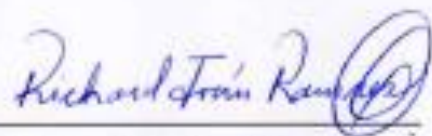
Ing. Lucrecia Moreno Alcivar, PhD.
DIRECTOR DE CARRERA



Ing. Raúl Andrés Villao Vera, Msc.
DOCENTE TUTOR



Ing. Luis Pérez Panchez, MSc.
DOCENTE ESPECIALISTA



Ing. Richard Ramírez Palma, Msc.
SECRETARIA DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

A Dios por darme la sabiduría e inteligencia de llegar a culminar mi carrera universitaria. Dedicado con todo el amor a mis abuelos maternos Segundo Comanicho y Zenovia Figueroa que vivirán siempre en mis recuerdos y me acompañan desde el cielo, a mi madre Loydita Comanicho por todo su amor, comprensión, tiempo de entrega y sobre todo sacrificio que hizo para ayudarme a cumplir esta meta, por demostrarme que los sueños se cumplen y por ser mi fuente de inspiración para salir adelante en todo lo que me proponga. A mi hermano y amigos que creen fielmente en mí y en la memoria de todos los recuerdos compartidos que en su momento fueron motivos de alegrías y enseñanzas.

FERNANDA SALVATIERRA COMANICHO

Le dedico este logro en primer lugar a Dios por darme las fuerzas, valentía y constancia de levantar siempre que caigo. A mis dos Ángeles, Martina Rivera y Victoriano Pozo quienes me apoyan desde lo más alto e impulsaron con enseñanza y valores a no rendirme nunca, pues eternamente les agradeceré su amor incondicional; también a mi hermana mayor María Pozo, quien fue y es mi principal apoyo moral, pues siempre ha sido una segunda madre para mí y sus constantes consejos me animaron a seguir mis sueños. Le dedico más que todo este triunfo a mi pequeña hija Milena Borbor, que es la luz de mi vida y la fuente de inspiración para seguir teniendo éxito en mi vida laboral, pues espero ser un ejemplo para ella en el futuro. Y principalmente me dedico este logro a mí por todas las veces que quise tirar la toalla, pero me mantuve en pie por mi familia

MARIUXI POZO RIVERA

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema **“AMPLIACIÓN DEL LABORATORIO DE SUELOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA, APLICANDO LA NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN NEC- 2015”**, elaborado por los estudiantes **MARIUXI JAZMÍN POZO RIVERA** y **FERNANDA LISSETE SALVATIERRA COMANICHO**, egresados 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 **3%** de la valoración permitida.



Ing. Raúl Andrés Villao Vera, Msc.

C.I.: 0924204290



Tesis Salvatierra-Pozo

3%
Textos sospechosos



- 1% Similitudes
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
- < 1% Idiomas no reconocidos
- 1% Textos potencialmente generados por la IA (ignorado)

Nombre del documento: Tesis Salvatierra-Pozo.docx
 ID del documento: 7f15a1d07e3ba4ee0de1a6066188bf161277b882
 Tamaño del documento original: 107,23 kB
 Autores: []

Depositante: RAUL ANDRES VILLAO VERA
 Fecha de depósito: 20/11/2024
 Tipo de carga: Interface
 fecha de fin de análisis: 20/11/2024

Número de palabras: 18.395
 Número de caracteres: 115.363

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	es.slideshare.net 1.Estructuras de acero mc comac.pdf 13 fuentes similares	6%		Palabras idénticas: 0% (1131 palabras)
2	ecoarín.com Ventajas y Desventajas Del Acero Como Material Estructural - Ecoarín 11 fuentes similares	4%		Palabras idénticas: 4% (802 palabras)
3	ferrosiapobla.com Tipos de Perfiles Estructurales o Vigas Blog Ferros La Pobia 1 fuente similar	2%		Palabras idénticas: 2% (457 palabras)
4	maxacero.com Columnas de acero para construcción ¿sabes cómo se hacen? 1 fuente similar	2%		Palabras idénticas: 2% (408 palabras)
5	es.slideshare.net Ensayo - Construcción de Estructuras de Acero PDF 2 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (328 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.grupohierrosalfonso.com Perfiles HEB Grupo Hierros Alfonso	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (39 palabras)
2	www.cmic.org.mx	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (18 palabras)
3	Documento de otro usuario #611a2d El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (24 palabras)
4	dSPACE.upa.edu.ec	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (24 palabras)
5	habitatyvienda.gob.ec	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **MARIUXI JAZMÍN POZO RIVERA** y **FERNANDA LISSETE SALVATIERRA COMANICHO**, declaramos bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado **"AMPLIACIÓN DEL LABORATORIO DE SUELOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA, APLICANDO LA NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN NEC- 2015"**, 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 nuestra autoría.

Por medio de la presente declaración cedemos 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,



Mariuxi Jazmín Pozo Rivera

Autor de Tesis

Cédula: 2450013590



Fernanda Lissete Salvatierra Comanicho

Autor de Tesis

Cédula: 2450417924

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Raúl Andrés Villao Vera, Msc.

TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Universidad Estatal Península de Santa Elena

En mi calidad de Tutor del presente trabajo “**AMPLIACIÓN DEL LABORATORIO DE SUELOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA, APLICANDO LA NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN NEC- 2015**” previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil elaborado por el Srtas. **MARIUXI JAZMÍN POZO RIVERA** y **FERNANDA LISSETE SALVATIERRA COMANICHO**, egresados 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.



Ing. Raúl Andrés Villao Vera, Msc.

TUTOR

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

VALIDACIÓN GRAMATICAL Y ORTOGRÁFICA

CERTIFICO

Que, he revisado el trabajo de Integración Curricular de título: **AMPLIACIÓN DEL LABORATORIO DE SUELOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA, APLICANDO LA NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN NEC- 2015**, elaborado por las estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal Península de Santa Elena: **MARIUXI JAMÍN POZO RIVERA Y FERNANDA LISSETE SALVATIERRA COMANICHO**, previo a la obtención del título de Ingenieras.

Que, he realizado las observaciones pertinentes en los ámbitos de la gramática, ortografía y puntuación del documento, mismas que han sido acogidas proactivamente por las mencionadas señoritas, corroborando así, que han sido introducidos los ajustes correspondientes en el trabajo en mención.

Por lo expuesto, autorizo a las peticionarias, hacer uso de este certificado como a bien convengan.

Atentamente,



PhD. MARIANA MEDINA SUÁREZ

Licenciada en Ciencias de la Educación
Magister en Diseño y Evaluación de Modelos Educativos
Doctora en Educación
Registro Senescyt 1050-14-86052912
Teléfono: 0986380800
e-mail: marianoem1@hotmail.com

La Libertad, a los 21 días del mes de noviembre del 2024

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios en primer lugar por permitirme llegar hasta este punto de mi vida y dejarme cumplir con uno de los tantos propósitos que anhelo; por ayudarme a terminar mi carrera universitaria y por ponerme a grandes amigos en el camino.

A mis Abuelos que fueron una parte esencial de mi formación, principios y valores, a mi hermano y más que todo a mi madre por ser mi refugio y fortaleza en momentos difíciles, por las palabras de aliento y a no dejarme desmayar en este largo proceso.

Agradecer a la vida por presentarme a mis dos mejores amigos Luis Suárez y Ángel Bernardino gracias por ser un curita en momentos de flaqueza y no dejar que desista, de igual manera a Jonathan Zambrano y Félix Tomalá por la ayuda prestada cuando acudimos a ellos, a mi compañera de tesis porque a pesar de toda adversidad pudimos culminar este proyecto, gracias a cada uno de ellos por el conocimiento que han aportado en el transcurso de este hermoso viaje profesional.

Agradecer también a la Universidad Estatal Península de Santa Elena por abrirme las puertas a la que considere mi segundo hogar y dejarme ser parte de su fila de profesionales, también a mi tutor de tesis, Ing. Raúl Villao, quien ha sido pieza clave para lograr el desarrollo de este tema, gracias a su apoyo, paciencia y conocimientos profesionales brindados; y sin dejar atrás a todos los catedráticos de la carrera de Ingeniería Civil por su gran labor, dedicación continúa, arduo trabajo y enseñanzas invaluable compartidas en el aula de clases, para lograr forjar el camino de grandes profesionales.

FERNANDA SALVATIERRA COMANICHO

Agradezco principalmente a Dios por estar presente en todo momento y no dejar que flaquezca, en mis momentos más duros.

Agradezco infinitamente a mis hermanos mayores, Washington, Darwin, Edin, Jimmy, Wilson, Jorge, Juan Pozo Rivera, quienes fueron mi pilar y cabeza de familia, siendo ellos una fuente de inspiración, respeto y admiración todo mi camino de aprendizaje de vida.

Agradezco a todas las personas que me brindaron apoyo en este proceso, a mis allegados, cuñadas, amigos y futuros colegas como Ángel Bernardino y Félix Soriano quienes a pesar de la distancia no olvidan los buenos lazos hechos en el alma Mater y no dudaron en brindar su ayuda.

A mi amiga Johana Orrala y compañera tesista por seguir siendo tan auténticas y brindarme palabras de lucha para seguir adelante y cumplir nuestro más grande sueño anhelado.

Le agradezco este logro a mi compañero de vida Dorian Borbor por seguir a mi lado en este duro camino de aprendizaje por estar en los momentos más difíciles que he tenido que pasar y sobrellevar; dándome el cariño más sincero para lograr pasar esos golpes duros que da la vida y más que nada a mi hija mi amor sincero que con su sonrisa me alegra el día

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena mi alma mater, al Ing. Raúl Villao y a todos los docentes que nos compartieron sus experiencias y sabidurías de vida profesional real, y que a pesar de lo duro de las enseñanzas supimos aprender cosas de calidad para aplicarlas a la vida profesional y nos ayudan a mejorar nuestra vida.

MARIUXI POZO RIVERA

CONTENIDO

	Pág.
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO	v
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	vii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	viii
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA	ix
AGRADECIMIENTOS	x
RESUMEN	xxii
ABSTRACT	xxiii
1 CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	24
1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	26
1.2 ANTEDECENTES	29
1.3 HIPÓTESIS GENERAL	32
1.3.1 HIPOTESIS ESPECIFICOS.....	32
1.4 OBJETIVOS	33
1.4.1 Objetivo General.....	33
1.4.2 Objetivos Específicos	33
1.5 ALCANCE.....	33
1.6 VARIABLES	35
1.6.1 Variables Dependientes:	35
1.6.2 Variables Independientes.....	35
2 CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	37
2.1 LABORATORIO DE SUELOS	37
2.2 LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL UPSE	38
2.3 LA IMPORTANCIA DE LAS ÁREAS DE TRABAJO PARA UN LABORATORIO DE SUELO	38
2.4 AMPLIACIÓN DE LABORATORIO EN UNIVERSIDADES	38

2.5	CONSTRUCCIÓN EN ACERO.....	39
2.6	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL ACERO COMO MATERIAL ESTRUCTURAL.....	40
2.6.1	Ventajas.....	40
2.6.2	Desventajas.....	42
2.7	ESTRUCTURAS	43
2.8	CALCULO ESTRUCTURAL	43
2.8.1	¿Qué es diseño y cálculo estructural?.....	44
2.9	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS.....	44
2.9.1	Cimentación.....	44
2.9.2	Diseño de cimentación.....	45
2.9.3	Perfiles de acero.....	47
2.9.4	Perfiles de lámina delgada de acero doblados en frío.	48
2.9.5	Columnas de acero.....	49
2.9.6	Vigas.....	53
2.9.7	Losa Steel Deck.....	57
2.9.8	Muros.....	58
2.9.9	Conexiones base-columnas.....	58
2.9.10	Placa base.	59
2.9.11	Viga columna conexión.....	59
2.10	ESTUDIOS DE SUELO.	60
2.11	ENSAYOS DE LABORATORIOS.	60
2.11.1	Ensayo de SPT.....	60
2.11.2	Ensayo de humedad.....	61
2.11.3	Ensayo de granulometría.	62
2.11.4	Ensayo límite de Atterberg.....	63
2.11.5	Ensayo de gravedad especifica.....	64
2.12	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	65
2.12.1	Método SUCS.....	65
2.13	NORMATIVAS DE CONSTRUCCIÓN NEC-15	67
2.14	DISEÑO DE ESTRUCTURAS	67
2.14.1	Método LFRD.....	68

2.14.2	Método ASD.....	68
2.15	TIPOS DE ESTRUCTURAS DE ACERO UTILIZADAS PARA EDIFICIOS 69	
2.15.1	Estructura apoyada en muros de carga.	69
2.15.2	Estructuras de acero de grandes claros.	70
2.15.3	Estructuras combinadas de acero y concreto.	71
2.16	CARGAS.....	71
2.16.1	Cargas de diseño.	71
2.16.2	Cargas permanentes o muerta (D).	71
2.16.3	Carga viva (L).....	71
2.16.4	Carga de viento (W).	72
2.16.5	Carga por sismo (E).....	72
2.16.6	Combinación de carga.	72
2.17	DISEÑO SÍSMICO.	73
2.17.1	Factor z (zonificación).....	73
2.17.2	Tipos de perfil de suelo para diseño sísmico.	73
2.17.3	Cortante Basal.....	74
2.17.4	Derivas.....	74
2.17.5	Torsiones.	75
2.18	ETABS.	75
2.19	DISEÑOS PLANOS EN SOFTWARE AUTOCAD	76
2.20	ANÁLISIS FINANCIERO	76
2.21	ANÁLISIS PRESUPUESTARIO	76
2.21.1	Presupuesto.....	77
2.21.2	Costos directos.....	77
2.21.3	Costos indirectos.....	77
3	CAPITULO III: METODOLOGÍA.....	78
3.1	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	78
3.1.1	Tipo.....	78
3.1.2	Nivel.	78
3.2	MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	78
3.2.1	Método.....	78

3.2.2	Enfoque.....	79
3.3	DISEÑO.....	79
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	79
3.4.1	Población.....	79
3.4.2	Muestra.....	79
3.5	UBICACIÓN DEL SECTOR DE ESTUDIO.....	79
3.5.1	Ubicación de sondeos.....	81
3.6	PROCESO DE METODOLOGÍA.....	81
3.6.1	Descripción.....	81
3.7	METODOLOGÍA DEL OE.1: ELABORAR UN DISEÑO ARQUITECTÓNICO Y ESTUDIO DE SUELO PARA LA AMPLIACIÓN DEL LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTO CONSIDERANDO LA EDIFICACIÓN ACTUAL MEDIANTE UN RELEVAMIENTO ARQUITECTÓNICO, ESTRUCTURAL, ELÉCTRICO Y SANITARIO QUE SE ADAPTE A LAS NECESIDADES FUTURAS.....	82
3.7.1	Diseño Arquitectónico actual.....	82
3.7.2	Estudio de suelo.....	86
3.7.3	Obtención de Muestras y Ensayos.....	87
3.8	METODOLOGÍA DEL OE.2: ELABORAR EL DISEÑO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA AMPLIACIÓN DEL LABORATORIO MEDIANTE EL SOFTWARE ETABS APLICANDO LA NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN NEC-15.....	92
3.8.1	Descripción y distribución arquitectónica del proyecto.....	92
3.8.2	Diseño de cimentación superficial.....	95
3.8.4	Diseño de escalera.....	105
3.8.5	Diseño estructural.....	107
3.8.6	Determinación de cargas.....	108
3.8.7	Diseño sísmico.....	109
3.8.8	Diseño de vigas a flexión y cortante.....	114
3.8.9	Losa Steel Deck.....	115
3.8.10	Diseño de cubierta.....	117
3.8.11	Diseño de Cercha Plana.....	119

3.9	METODOLOGÍA DEL OE.3: ESTABLECER EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO FINAL DE LA NUEVA ESTRUCTURA PARA REALIZAR UN ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIO Y A SU VEZ GENERAR UN PRESUPUESTO REFERENCIAL PARA EL PROYECTO.....	122
4	CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	123
4.1	ANÁLISIS DE RESULTADOS O.E.1.....	123
4.2	ANÁLISIS DE RESULTADOS O.E.2.....	126
4.2.1	Especificaciones de la estructura existente.....	126
4.2.2	Predimensionamiento de losa.....	128
4.2.3	Predimensionamiento de vigas secundaria.....	131
4.2.4	Predimensionamiento de vigas principales.....	133
4.2.5	Predimensionamiento de columnas	138
4.2.6	Datos del sistema estructural, para el modelado en el software Etab. ..	139
4.2.7	Espectro de diseño.....	147
4.2.8	Cortante basal.....	149
4.2.9	Diseño estructural.....	151
4.3	ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DEL LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTO.....	165
4.3.1	Presupuesto referencial.....	165
4.4	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	168
5	CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	170
5.1	CONCLUSIONES	170
5.2	RECOMENDACIONES.....	172
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	174
7	ANEXOS.....	177

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1</i>	48
<i>Figura 2</i>	48
<i>Figura 3</i>	49
<i>Figura 4</i>	50
<i>Figura 5</i>	51
<i>Figura 6</i>	51
<i>Figura 7</i>	52
<i>Figura 8</i>	52
<i>Figura 9</i>	53
<i>Figura 10</i>	54
<i>Figura 11</i>	54
<i>Figura 12</i>	55
<i>Figura 13</i>	55
<i>Figura 14</i>	56
<i>Figura 15</i>	56
<i>Figura 16</i>	57
<i>Figura 17</i>	59
<i>Figura 18</i>	61
<i>Figura 19</i>	66
<i>Figura 20</i>	66
<i>Figura 21</i>	70
<i>Figura 22</i>	70
<i>Figura 23</i>	73
<i>Figura 24</i>	80
<i>Figura 25</i>	80
<i>Figura 26</i>	83
<i>Figura 27</i>	83
<i>Figura 28</i>	84

<i>Figura 29</i>	84
<i>Figura 30</i>	85
<i>Figura 31</i>	85
<i>Figura 32</i>	93
<i>Figura 33</i>	94
<i>Figura 34</i>	96
<i>Figura 35</i>	97
<i>Figura 36</i>	97
<i>Figura 37</i>	103
<i>Figura 38</i>	103
<i>Figura 39</i>	104
<i>Figura 40</i>	104
<i>Figura 41</i>	106
<i>Figura 42</i>	106
<i>Figura 43</i>	107
<i>Figura 44</i>	107
<i>Figura 45</i>	110
<i>Figura 46</i>	117
<i>Figura 47</i>	118
<i>Figura 48</i>	118
<i>Figura 49</i>	119
<i>Figura 50</i>	119
<i>Figura 51</i>	121
<i>Figura 52</i>	122
<i>Figura 53</i>	126
<i>Figura 54</i>	129
<i>Figura 55</i>	133
<i>Figura 56</i>	135
<i>Figura 57</i>	138
<i>Figura 58</i>	140
<i>Figura 59</i>	141
<i>Figura 60</i>	141

<i>Figura 61</i>	141
<i>Figura 62</i>	142
<i>Figura 63</i>	142
<i>Figura 64</i>	143
<i>Figura 65</i>	143
<i>Figura 66</i>	144
<i>Figura 67</i>	144
<i>Figura 68</i>	144
<i>Figura 69</i>	145
<i>Figura 70</i>	145
<i>Figura 71</i>	145
<i>Figura 72</i>	146
<i>Figura 73</i>	146
<i>Figura 74</i>	146
<i>Figura 75</i>	147
<i>Figura 76</i>	152
<i>Figura 77</i>	164

LISTA DE TABLAS

	Pág.
<i>Tabla 1</i>	46
<i>Tabla 2</i>	67
<i>Tabla 3</i>	72
<i>Tabla 4</i>	81
<i>Tabla 5</i>	86
<i>Tabla 6</i>	87
<i>Tabla 7</i>	88
<i>Tabla 8</i>	98
<i>Tabla 9</i>	99
<i>Tabla 10</i>	99
<i>Tabla 11</i>	101
<i>Tabla 12</i>	101
<i>Tabla 13</i>	102
<i>Tabla 14</i>	105
<i>Tabla 15</i>	108
<i>Tabla 16</i>	109
<i>Tabla 17</i>	110
<i>Tabla 18</i>	111
<i>Tabla 19</i>	111
<i>Tabla 20</i>	112
<i>Tabla 21</i>	112
<i>Tabla 22</i>	113
<i>Tabla 23</i>	124
<i>Tabla 24</i>	125
<i>Tabla 25</i>	127
<i>Tabla 26</i>	128
<i>Tabla 27</i>	128
<i>Tabla 28</i>	129

<i>Tabla 29</i>	130
<i>Tabla 30</i>	130
<i>Tabla 31</i>	139
<i>Tabla 32</i>	147
<i>Tabla 33</i>	148
<i>Tabla 34</i>	148
<i>Tabla 35</i>	148
<i>Tabla 36</i>	149
<i>Tabla 37</i>	149
<i>Tabla 38</i>	150
<i>Tabla 39</i>	151
<i>Tabla 40</i>	151
<i>Tabla 41</i>	152
<i>Tabla 42</i>	155
<i>Tabla 43</i>	164
<i>Tabla 44</i>	166

“AMPLIACIÓN DEL LABORATORIO DE SUELOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA, APLICANDO LA NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN NEC- 2015”

Autores: Mariuxi Jazmín Pozo Rivera

Fernanda Lisete Salvatierra Comanicho

Tutor: Ing. Raúl Andrés Villao Vera, Msc.

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo principal presentar una propuesta de ampliación para el Laboratorio de Suelos, Hormigones y Asfalto de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal Península de Santa Elena aplicando la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC-15. A través de un relevamiento arquitectónico se determinó que la edificación actual carece de espacio para sus diversas áreas de ensayos; se establece la elaboración de un diseño arquitectónico que cumpla con las necesidades actuales y futuras del laboratorio. Por medio de un estudio de suelos se obtendrá un perfil estratigráfico que detallara las condiciones de un suelo cohesivo y no cohesivo que se presentan en los diferentes tipos de suelo, de la misma forma permitirá establecer una cimentación adecuada que cumpla con las especificaciones de las normas NEC-15. Mediante el análisis estructural se establece el tipo de cargas que se ejercen sobre la estructura, a su vez se realiza un cálculo de predimensionamiento, para obtener el diseño de un perfil estructural adecuado para la estructura, en el software Etabs se pueden corroborar los resultados obtenidos, debido a que es una herramienta utilizada para simular un modelado de la estructura, permitiendo mostrar tablas de resultados de esfuerzos, momentos y deformaciones que se presentan en cada uno de los elementos estructurales. Finalizando con el proyecto se hace una estimación de costos de materiales, equipos y mano de obra para generar un presupuesto referencial.

PALABRAS CLAVE: *relevamiento arquitectónico, perfil estratigráfico, suelos cohesivos, análisis estructural*

“EXPANSION OF THE SOILS LABORATORY OF THE CIVIL
ENGINEERING DEGREE OF THE STATE UNIVERSITY OF SANTA
ELENA PENINSULA, APPLYING THE ECUADORIAN
CONSTRUCTION STANDARD NEC-2015”

Authors: Mariuxi Jazmín Pozo Rivera

Fernanda Lisete Salvatierra Comanicho

Tutor: Ing. Raúl Andrés Villao Vera, Msc.

ABSTRACT

The main objective of this project is to present an expansion proposal for the Soil, Concrete and Asphalt Laboratory of the Civil Engineering career of the Santa Elena Peninsula State University applying the Ecuadorian Construction Standard NEC-15. Through an architectural survey, it was determined that the current building lacks space for its various test areas; The elaboration of an architectural design that meets the current and future needs of the laboratory is established. By means of a soil study, a stratigraphic profile will be obtained that will detail the conditions of a cohesive and non-cohesive soil that occur in the different types of soil, in the same way it will allow establishing an adequate foundation that complies with the specifications of the NEC-15 standards. Through the structural analysis, the type of loads that are exerted on the structure is established, in turn a pre-dimensioning calculation is carried out, to obtain the design of an adequate structural profile for the structure, in the Etabs software the results obtained can be corroborated, because it is a tool used to simulate a modeling of the structure, allowing to show tables of results of stresses, moments and deformations that occur in each of the structural elements. At the end of the project, an estimate of the costs of materials, equipment and labor is made to generate a reference budget.

KEYWORDS: *architectural survey, stratigraphic profile, cohesive soils, structural analysis*

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de Análisis Estructural tiene como objetivo principal Ampliar el laboratorio de suelos, hormigones y asfalto de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal Península de Santa Elena aplicando la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC-15. Dicho tema tiene como finalidad adecuar un dimensionamiento que se adapte a las necesidades existentes del laboratorio de suelos con el afán de establecer un entorno adecuado y de calidad para los estudiantes, docentes, tesis y pasantes.

Existe actualmente una gran demanda de aspirantes tanto a la facultad de ciencias de la ingeniería como a sus otras ofertas académicas que ingresan semestralmente a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, esto se da porque es la única universidad pública en la provincia, la misma que se encuentra en constante ampliación y modificación en las diversas áreas: departamentos, facultades y laboratorios. Hoy en día se encuentra en categoría B gozando de prestigio y reconocimientos gracias a los diferentes logros que ha obtenido en competencia estudiantiles a nivel de universidades, siendo una de las razones de su foco de atención a los jóvenes Bachilleres.

La carrera de ingeniería civil abarca áreas enfocadas a temas de análisis constructivos y diseño, que permiten la creación de diferentes edificaciones con una debida planificación anterior, además que todo ingeniero civil tiene que adquirir conocimientos prácticos que ayuden a sus bases teóricas y que les faciliten realizar proyectos micro-macro de forma estable, segura y confiable. La base experimental se la realiza en laboratorios especializados y las actividades que se llevan a cabo son pruebas de laboratorios que permiten verificar el cumplimiento de los resultados en base a especificaciones técnicas que garantizan la confiabilidad del trabajo.

Generalmente los laboratorios de suelo son de gran importancia para el estudio de suelos en los campos de mecánica de suelo y la cimentación, así como también para el estudio del comportamiento de los materiales en donde interviene el tipo de hormigón y sus respectivas dosificaciones, de la misma manera influye para temas de pavimentos y estructural, los cuales son esenciales en la rama de la ingeniería civil, por ende, nos ayudará a determinar si el mismo es apto o no para un proceso de edificación y para prevenir a futuro un colapso de la estructura.

La Universidad Estatal Península de Santa Elena cuenta con un laboratorio experimental ubicado en la carrera de ingeniería civil de una sola planta en donde se realiza una variedad de Pruebas y Ensayos además se llevan a cabo diferentes labores, si bien en este momento su funcionamiento es óptimo, también radica la necesidad de una debida ampliación y reestructuración del mismo. En años anteriores se realizó una implementación en algunas áreas, pero esta solo fue mínima, por lo que hoy en día el laboratorio carece de espacio suficiente y debido a su constante aumento de estudiantes de distintos semestres, requiere de un rediseño estructural.

De esta manera el tema propuesto parte de la necesidad de ampliar y dimensionar adecuadamente el laboratorio de suelos actual, tanto en perspectiva horizontal y elevación, puesto que es esencial dar una mejor área de trabajo a los estudiantes; además que existen equipos nuevos que no están siendo objeto de enseñanza debido a la carencia de espacio, que en perspectiva necesitan un lugar adecuado para su utilización.

Todo proceso constructivo debe empezar por un análisis geotécnico que estudie el suelo, permitiendo al ingeniero conocer su naturaleza en base a sus conocimientos y equipos que respalden la actividad experimental. En el proceso de ejecución se requirió el sondeo de perforación SPT, cuyo ensayo se encarga de determinar los parámetros geotécnicos del suelo y es usado a nivel mundial ya que permite recuperar muestras alteradas de suelo. (Das, Fundamentos de Ingeniería geotécnica, 1984-1985).

El equipo se encarga de utilizar un dispositivo de penetración estándar a 45 cm por determinado número de golpes en cada estrato, el ensayo In Situ consistió en realizar 1 sondeo obteniendo 5 muestras a 5 metros de profundidad, los mismo que fueron analizados en pruebas de ensayos de Contenido Humedad, Limite Liquido y plástico, granulometría y gravedad específica. Mediante clasificación SUCS se logró determinar la simbología de las muestras encontradas como CL (arcilla inorgánica), ML (limo arenoso) y SM (arena limosa), estableciendo que 3 muestras eran no plásticas. (Das, Fundamentos de Ingeniería geotécnica, 1984-1985)

En base a resultados obtenidos se estableció conocer la capacidad de carga y el esfuerzo admisible mediante el cálculo y tabla de Terzaghi se conoció el ángulo de fricción, (qu) resistencia a la compresión simple y deformación unitaria, con lo que se estableció diseñar zapatas aisladas cuadradas a 1.05 metros de profundidad para una adecuada cimentación. (Das, Fundamentos de la Ingeniería de Cimentaciones, 2012)

Para la debida evaluación estructural se usará el software Etabs, programa usado para el modelado de edificaciones, el cual se encargará de realizar una simulación en 3D de las vigas, pilares y estructura en general, basándose en la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC 2015; (Norma Ecuatoriana de la Contrucción (NEC), 2015), dicho análisis obtendrá como resultado las deformaciones, momentos y esfuerzos con respecto a las cargas que soportara la estructura, mismos que ayudaran a realizar un adecuado planteamiento en los planos estructurales.

Este proyecto tiene como finalidad la reestructuración del laboratorio de suelos, mediante el diseño y elaboración de planos arquitectónicos, estructurales, de cimentación, eléctrico y sanitario, partiendo de la edificación existente; de este modo se ampliará y dimensionará correctamente las secciones, las mismas que serán divididas para diversos equipos, áreas de oficina y estudio.

1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Por el crecimiento constante de estudiantes en la carrera de ingeniería civil, la Universidad Estatal Península de Santa Elena surge la necesidad de reestructurar y

ampliar el dimensionamiento de las diversas áreas existentes del laboratorio de suelos tanto en perspectiva horizontal y elevación, determinando que actualmente esté, carece de espacio suficiente y no satisface la cantidad de estudiantes, docentes, tesis y pasantes que cumplen labores en el mismo. Con el afán de establecer principalmente un entorno adecuado a los estudiantes, la Universidad prioriza el bienestar y el aprendizaje de los futuros profesionales ofreciendo una enseñanza de calidad teniendo en cuenta el número de jóvenes que ingresan semestralmente, además que es esencial dar una mejor área de prácticas que no dificulte el aprendizaje y ayude a complementar sus actividades experimentales.

En la rama de la ingeniería civil se deben realizar ensayos de laboratorio que son primordiales para la ejecución de los proyectos en distintas asignaturas que ayudan en la comprensión experimental y refuerzan los conocimientos del estudiante, así mismo certifican los resultados teóricos en bases prácticas. No obstante, existen equipos nuevos de diferentes ensayos que no están siendo objeto de enseñanza, debido a la carencia de espacio y que en perspectiva necesitan un lugar adecuado para su enseñanza y desempeño.

Los ensayos de laboratorios ayudan a dar resultados y constancia experimental a los proyectos de obras civiles, siendo primordial su ejecución al momento de manipular los equipos, ya que ciertos ensayos requieren protección y un área adecuada para su utilización. Se debe tener en cuenta que es necesario dividir las áreas de estudios para los diferentes ensayos, puesto que estos requieren parámetros de uso e instrucciones específicas, teniendo presente la importancia de tener el equipo y herramientas necesarias para determinar la seguridad de los estudiantes y a su vez que no perjudique su salud, dado que mantienen contacto y se usan los sentidos del tacto, vista, oído y olor.

Posteriormente a esto la utilización de las instalaciones del laboratorio varía debido al uso, tal como lo es para reuniones por partes de docentes o personal administrativo, impartir o proyectar clases, reuniones o sustentaciones con tesis y sus tutores; lo que lleva a cerrar momentáneamente las labores en el mismo, esto retrasa los ensayos previstos para determinado día y deben ser reprogramados para no perder su turno en el laboratorio.

Se debe tomar en cuenta que el laboratorio en ciertas ocasiones es usado como salón de clases por parte de los ingenieros para impartir conocimientos prácticos y teóricos en materias como: mecánica de suelo, pavimento, cimentación, comportamiento de materiales y hormigón, debido a esto se restringe el ingreso de estudiantes ajenos a la materia impartida en ese momento, puesto que, no se aprecian las enseñanzas del docente por el ruido generado de los diferentes equipos. El exceso de estudiantes en el laboratorio en estas horas de enseñanzas provoca que los demás estudiantes no pueden ejercer sus labores, ya que por seguridad se debe mantener cierta distancia por la utilización de equipos, además que el personal que labora ahí mismo debe de supervisar a los estudiantes para que no exista ningún acto indebido o hurto de los materiales.

De la misma manera pasa en las reuniones con docentes o miembros administrativos que en diversas ocasiones repentinamente ejercen sesiones con extrema urgencia, para tratar temas relacionados a la carrera por esta razón se cierran el laboratorio por completo y ningún alumno puede ingresar al mismo, estas por lo general demoran entre 2 a 3 horas en culminar haciendo que se pierdan casi medio día de trabajo. Si bien el laboratorio abre sus puertas de 9:00am a 5:00pm este es más usado en el periodo de la mañana, debido a que las clases de los estudiantes son en la tarde y se debe tomar en consideración que existe otro grupo de estudiantes que usan con más frecuencia las instalaciones del laboratorio son de los cursos superiores desde el rango de 4to a 8vo semestre de la carrera.

Hoy por hoy distintas facultades de la universidad cuentan con un departamento de Posgrado que les permite realizar reuniones de tesis y sus tutores que ayudan a preparar y guiar a los estudiantes, de la misma manera permite llevar a cabo las sustentaciones de los trabajos de titulación de los tesis, por esta razón el reducido espacio del lugar no permite tener una buena devolución de presentación por parte de los estudiantes, siendo el área de posgrado un lugar momentáneo para sustentar, determinando así que la carrera de ingeniería civil no cuenta con un lugar propio para generar este tipo de programas.

Por estos motivos se vio la necesidad de buscar una solución que no genere problema en cuanto a la enseñanza docente-alumno y que a futuro sirva como representación general de la facultad para realizar temas de importancia como los proyectos de vinculación o titulación de tesis en temas experimentales. Se llegó a la resolución de ampliar el laboratorio actual y dividir las áreas de enseñanzas, eventos, realización de ensayos, utilización de oficinas, bodega para material del personal o de los mismos estudiantes que llevan para realizar sus ensayos y para guardar muestras de diferentes canteras. Con respecto a esto se tendría un dimensionamiento adecuado en perspectiva horizontal y elevación, determinando la estructura en 2 plantas con el respectivo análisis geotécnico, cimentación y estructural se establecerán su edificación beneficiando a la comunidad estudiantil de la carrera de ingeniería civil.

1.2 ANTEDECENTES

La importancia del comportamiento del suelo y sus componentes al momento de llevar a cabo una construcción se ha vuelto indispensable, ya que, sin un previo estudio la estructura podría colapsar, se debe tomar en cuenta que hay normas de proceso constructivo en el cual se tienen que cumplir ciertos parámetros tanto para la implantación de una cimentación como la de una estructura.

A lo largo de la historia desde los romanos, mayas, egipcios hasta los chinos, le daban mucha importancia al suelo debido a sus componentes y minerales. En el siglo XVIII en varias ciudades de Europa se desarrollaban numerosos análisis de suelos los mismos que determinaron diferentes áreas de estudio; en Francia e Inglaterra el estudio de suelo era dirigido a el sector agrícola y químico, mientras que en Alemania el estudio se basaba en el área de geotécnica.

Las propiedades físicas y mecánicas del suelo con sus respectivos ensayos de laboratorio nos permiten tener una valoración e ideas más clara sobre el comportamiento de este, a través de ellos se puede prevenir eventuales colapsos. La interacción suelo-estructura están ligados al comportamiento del suelo y las respectivas fuerzas aplicadas al mismo; toda estructura está sujeta a soportar y

mantener cargas permitiendo que las edificaciones sean sostenibles y seguras para el uso de ellas.

Este análisis geotécnico y estructural tiene como objetivo principal la ampliación del laboratorio de suelos, hormigones y asfalto de la carrera de ingeniería civil, en donde se determinara el diseño y reestructuración del mismo; en base a ensayos de suelos In Situ y laboratorio logrando obtener un estudio detallado del comportamiento del suelo para la debida cimentación sobre el cual será implementada la estructura de la edificación, bajo el cumplimiento establecido por las Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15).

La Universidad Estatal Península de Santa Elena abrió en oferta académica la carrera de Ingeniería Civil el 11 de enero de 2008, al momento de la creación de dicha carrera, esta no constaba con un laboratorio experimental que respalden los proyectos y que certifiquen sus resultados teóricos en bases prácticas, ya que, todo era netamente teórico. Debido a esta necesidad de tener practica en campo y aprender los respectivos estudios de suelos que conlleva levantar una infraestructura.

En la Universidad Estatal Península de Santa Elena nace la necesidad de implementar y construir un laboratorio de suelos, hormigón y asfalto para dicha carrera, puesto que la constante demanda de estudiantes que ingresaban a la carrera de ingeniería civil lo ameritaba. De igual manera se encuentra en total ampliación en diversas áreas como: departamentos, facultades y diversos tipos de laboratorios para el confort de la comunidad estudiantil.

El 03 de junio de 2014 empezaron los respectivos tramites de evalúo para la nueva “Construcción del Laboratorio de Suelos, Hormigón y Asfalto de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería”, dicha obra estuvo a cargo del Ing. Joffre Miguel Muñoz Catuto con un presupuesto estimado de \$57.573,90. Fue así como en agosto del mismo año se hizo la apertura de esta obra, mediante el cual se iban a beneficiar: docentes, estudiantes, pasantes y tesisistas de la carrera de Ingeniería Civil.

Existen diversos tipos de ensayos de suelos que se deben considerar al momento de llevar a cabo una construcción, así como también hay normativas, especificaciones técnicas y requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir las edificaciones como lo son las Normas Ecuatoriana de la Construcción (NEC); misma que se encarga de establecer a nivel nacional todas las etapas del proceso constructivo.

Los ensayos que se realizaron en este estudio geotécnico fueron; un ensayo de prueba de penetración estándar: SPT In Situ que consiste en una perforación del suelo para extraer muestras de los diferentes estratos que tiene este para luego realizar análisis más detallados, se llevaron a cabo los ensayos de contenido de humedad, granulometría fina, límites de Atterberg y el ensayo de gravedad específica, para sacar el perfil estratigráfico del suelo.

Prueba de penetración estándar: SPT es uno de los métodos de encuesta más conocidos y utilizados del mundo, desarrollado por Terzaghi a finales del siglo XX. Esta prueba consiste en calcular el número de golpes necesarios para insertar el tubo de muestreo en el suelo a varias profundidades (variaciones de medio metro) para determinar la capacidad de carga, el ángulo de fricción y la licuefacción del fondo del tubo de muestreo.

En la actualidad hay diversos métodos para el cálculo de una cimentación, para establecer el tipo de cimentación que se llevara a cabo en este proyecto se utilizara el método de Terzaghi. Determinar la carga o el peso que soportará la cimentación en una construcción nos ayudará a determinar también el tipo de carga estructural de soporte que tendrá la estructura.

Aparte del análisis geotécnico también se debe tener en cuenta y realizar un análisis estructural para una construcción, misma que ayuda a determinar las fuerzas internas y externas que puedan afectar la estabilidad y seguridad de la estructura durante su vida útil. A través del tiempo se han ido desarrollando softwares que van de la mano con el estudio de la ingeniería civil; tales que entre ellos tenemos el software Etabs, en el cual se hacen modelados y visualizaciones en 3D.

Mediante este software se puede realizar dimensionamientos, modelados, calculo y análisis estructural de edificios. Todo esto tiene que regirse a los parámetros de la

NEC-15, para el cumplimiento tanto geotécnico como estructural de la edificación que se quiere implantar de este proyecto.

1.3 HIPÓTESIS GENERAL

La nueva proyección de ampliación para el laboratorio de suelos tendrá un impacto de vital importancia tanto para los docentes como para los estudiantes puesto que tendrán áreas divididas para los diversos ensayos y zonas de estudio que demanda la carrera de ingeniería civil.

La implementación de un laboratorio amplio y equipado para la carrera de ingeniería civil, será de gran ayuda para fomentar estudios de investigación en temas relevantes con respecto a la carrera, de la misma forma incentivaría a los estudiantes a desarrollar las habilidades aprendidas en las aulas de clases.

La ampliación del laboratorio permitirá mejorar la calidad de los resultados de ensayos y cantidad de tiempo en realizar dichos ensayos, puesto que un área optima de trabajo ayuda a obtener resultados más precisos y confiables.

1.3.1 HIPOTESIS ESPECIFICOS

H.E.1.: El relevamiento arquitectónico, estructural, eléctrico y sanitario nos permitirá considerar las condiciones de la edificación actual para establecer un estudio de suelos previo y a su vez el diseño arquitectónico de la futura estructura en general, dichos factores cumplirán las necesidades que requiere el laboratorio de suelos.

H.E.2.: El análisis en el software Etabs nos permitirá modelar y evaluar los cálculos previamente realizados para determinar el diseño estructural, el mismo que dará cumplimiento a los parámetros establecidos en la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC-15.

H.E.3.: Mediante el análisis de precios unitarios (APU) obtendremos el presupuesto referencial del proyecto, basándose en el diseño de

planos arquitectónicos, así mismo se determinará la proyección de costo de la obra.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Propuesta de ampliación para el laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal Península de Santa Elena aplicando la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC-15.

1.4.2 Objetivos Específicos

O.E1.: Elaborar un diseño arquitectónico y estudio de suelo para la ampliación del laboratorio de suelos, hormigones y asfalto considerando la edificación actual mediante un relevamiento arquitectónico, estructural, eléctrico y sanitario que se adapte a las necesidades futuras.

O.E2.: Elaborar el diseño y análisis estructural de la ampliación del laboratorio mediante el software ETABS aplicando la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC-15.

O.E3.: Establecer el diseño arquitectónico final de la nueva estructura para realizar un análisis de precios unitario y a su vez generar un presupuesto referencial para el proyecto.

1.5 ALCANCE

Este proyecto esta direccionado al análisis geotécnico y estructural para la ampliación del laboratorio de suelos, hormigón y asfalto de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, el mismo que beneficiara a la comunidad estudiantil de la carrera de Ingeniería Civil. Asimismo, será de un gran apoyo para reforzar el conocimiento

teórico impartido por los docentes de la carrera en las aulas de clases, con experiencia efectiva que a futuro el desempeño como profesional sea más eficiente. A través del método de Terzaghi se determinará el tipo de cimentación, la capacidad de carga y el ángulo de fricción, para la compacidad y capacidad de soporte del suelo. Por medio del análisis estructural se podrá evaluar los tipos cargas que soportará la estructura para lograr un análisis de diseño estructural que cumpla con las especificaciones de la NEC-15.

Por medio del software Etabs se hará un análisis estructural, a través de una simulación del programa se podrá saber el tipo de cargas que se ejercerán en la estructura a construir, el análisis de las cargas vivas y muertas tienen sus diferentes esfuerzos, momentos y deformaciones, los mismo que ayudan a averiguar en donde está situada la mayor carga de la estructura.

Se tiene como propuesta realizar una ampliación del laboratorio de suelos, hormigón y asfalto partiendo de la estructura existente en la carrera de Ingeniería Civil, dado que, el espacio actual ya no cumple con el abasto de todos los estudiantes, se ha visto que la falta de espacio entorpece el aprendizaje de los estudiantes, debido a la poca práctica con los diversos ensayos y por la escasez de áreas para poder trabajar, puesto que, el laboratorio de suelos se satura, tanto de estudiantes de los primeros semestres como de los últimos semestres y aparte los tesis que necesitan desarrollar diversos ensayos, acorde a sus temas de investigaciones.

La elaboración de los planos arquitectónicos nos ayuda a determinar las áreas de trabajo que se van a tener presente en la nueva estructura, así mismo se tendrá en cuenta todas las especificaciones de la Norma de Construcción NEC-15, se brinda como propuesta construir una losa Steel Deck con 12cm de espesor debido al peso de las cargas y a una gran luz de 11 metros existente en el área hueca del diseño original del laboratorio de suelos, hormigón y asfalto.

1.6 VARIABLES

1.6.1 Variables Dependientes:

Propuesta de ampliación del laboratorio de suelos de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

1.6.2 Variables Independientes

Análisis estructural y estudio de suelo, aplicando la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC-15.

Variable Dependiente				Instrumento de investigación
Definición Conceptualización	Definición Dimensiones	Indicadores	Ítems	
Ampliar la estructura actual que carece de espacio y adecuar áreas que se adapten a las necesidades del laboratorio de suelos con el afán de establecer un entorno adecuado y de calidad.	Dimensionamiento de área de 435 metros cuadrados en perspectiva horizontal y elevación, determinando una edificación de 2 plantas	Diseño y elaboración de planos arquitectónicos, estructurales, de cimentación, eléctrico y sanitario, partiendo de la edificación actual.	¿Cómo se llevará a cabo el diseño de la nueva Edificación?	Software Etabs Software AutoCAD Norma Ecuatoriana de Construcción NEC 2015

Variable Independiente				
Definición	Definición	Indicadores	Ítems	Instrumento de investigación
Conceptualización	Dimensiones			
Establecer un Análisis geotécnico y estructural que dependerá del diseño de la edificación	Estudio de los parámetros de suelo y cálculo de cimentación	Ensayo de laboratorio SPT, Contenido Humedad, Limite Liquido y plástico, granulometría y gravedad específica	¿Cómo se determina la clasificación del suelo encontrado?	Clasificación se suelo por el Método Sucs
		Zapata aislada cuadrada	¿Qué teoría se emplea para el dimensionamiento de la zapata?	Teoría de Meyerhof y Terzaghi
	Cálculo de diseño y análisis estructural	Tipología de sección en Acero: Vigas, Columnas y Losa Steel Deck	¿Cuál es el tipo de diseño de la estructura?	Estructura Acero
			¿Qué tipo de norma se aplica?	Norma Ecuatoriana de Construcción NEC 2015
			¿Qué tipo de columnas y vigas se usa?	Perfiles laminados en caliente.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

Mediante la investigación pertinente que contiene este capítulo determinaremos las bases fundamentales para el planteamiento y/o resolución del proyecto; considerando los factores y parámetros que faciliten realizar obras civiles de forma estable, segura y confiable, en temas enfocados a los análisis constructivos y sus diseños. De la misma manera se deben cumplir normativas, especificaciones técnicas y requisitos mínimos de seguridad al efectuar la implantación de nuevas edificaciones.

El ingeniero civil como tal; debe realizar estudios detallados en las etapas del proceso constructivo de forma descriptiva y analítica que le permitan obtener óptimos resultados; que a su vez le ayude a fundamentar las bases teóricas al momento de ejecutar la metodología del proyecto.

2.1 LABORATORIO DE SUELOS

Los laboratorios de suelos son lugares o espacios físicos con equipo especializado que nos permiten conocer la naturaleza o cualidades de una muestra, por medio de pruebas o ensayos que nos ayudan a entender su comportamiento y anticipar cualquier anomalía futura, garantizando la seguridad, durabilidad y sostenibilidad de los proyectos de infraestructura para los diseños de edificaciones, estudios geotécnico y lastrado vial. (Departamento de Arquitectura, 2019)

(GÓMEZ, 2006) los define como sitios equipados para las determinadas investigaciones a las tareas experimentales, comprobando mediante técnicas didácticas, cuya finalidad es conocer las características de los materiales.

2.2 LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL UPSE

La Universidad Estatal Península de Santa Elena tiene actualmente un laboratorio de suelo, hormigones y asfalto; perteneciente al departamento de Ingeniería Civil cuyos recursos y equipos permite el desarrollo de investigaciones para realizar pruebas o ensayos de laboratorios y campo; los cuales son desarrolladas por profesores de la misma carrera; a su vez cuenta con la intervención de estudiantes con el objetivo de determinar las propiedades físicas y mecánicas (estáticas y dinámicas) de los materiales utilizados en la construcción de obras civiles. (Empresa Pública UPSE, 2024)

2.3 LA IMPORTANCIA DE LAS ÁREAS DE TRABAJO PARA UN LABORATORIO DE SUELO

(Científicos & TELNAL, 2024) La debida planificación y diseño de un laboratorio de suelo es fundamental para garantizar su eficiencia y seguridad; así como también el lugar y la distribución de sus áreas que influyen en la capacidad del laboratorio. El espacio de estas, deben proporcionar un ambiente específico para almacenar productos químicos, equipos y herramientas; cumpliendo debidamente las normas de seguridad.

La distribución del laboratorio debe elevar la eficiencia del flujo de trabajo; las áreas del mismo deben ser organizadas por etapas y procesos de utilización. Las mesas de trabajo deben ser diseñadas para el acomodo de equipos de ensayos con un espacio adecuado para el análisis; además que se debe de apartar ensayos o pruebas de otras para evitar contaminación entre ellos y establecer seguridad a los practicantes. (Científicos & TELNAL, 2024)

2.4 AMPLIACIÓN DE LABORATORIO EN UNIVERSIDADES

Para la debida ampliación de un laboratorio de suelo es importante considerar la edificación actual; así como la implementación de protocolos de seguridad y

calidad para el debido diseño con un adecuado predimensionamiento que con áreas especializadas, equipos modernos y personal capacitado.

(GÓMEZ, 2006) dice que la implementación de un Laboratorio de Suelos constituye precisamente al complemento para la formación de los estudiantes del programa de Ingeniería Civil, pues es allí donde se ejecutan las experiencias básicas que dan origen al entendimiento mismo de las áreas que se desarrollan a lo largo de la carrera y se logran establecer los parámetros de desarrollo de los investigadores en su proceso inicial de interacción con el suelo, en su carrera profesional.

2.5 CONSTRUCCIÓN EN ACERO

Las estructuras de acero son aquellas que están conformadas por un conjunto de perfiles, cuya función es ser la parte sustentante de una construcción. Este sistema estructural, marco o esqueleto está compuesto, en su mayoría, por columnas y vigas de acero, elementos de gran resistencia y durabilidad.

Las estructuras de acero son sistemas constructivos que utilizan perfiles y elementos de acero como componente principal para soportar cargas y proporcionar estabilidad a edificaciones, puentes, torres y otras obras civiles. Este material, conocido por su resistencia y versatilidad, se caracteriza por su capacidad para soportar grandes cargas, su durabilidad ante condiciones climáticas adversas y su maleabilidad, que permite una amplia variedad de diseños arquitectónicos. (DG Design Modeling, 2024)

En la actualidad la construcción en acero estructural es más practico debido a la facilidad de rápida ejecución en obra, la versatilidad de este material permite la creación de estructuras industriales e infraestructuras de gran envergadura. Teniendo en cuenta su alta resistencia a las cargas de tracción y compresión, su vida útil y eficiencia al momento de la planeación en tiempo, costo y diseño.

2.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL ACERO COMO MATERIAL ESTRUCTURAL

Según (McCORMAC & CSERNAK, 2012), el acero estructural tiene ventajas y desventajas.

2.6.1 Ventajas.

2.6.1.1 Alta resistencia.

La alta resistencia del acero por unidad de peso implica que será relativamente bajo el peso de las estructuras; esto es de gran importancia en puentes de grandes claros, en edificios altos y en estructuras con condiciones deficientes en la cimentación.

2.6.1.2 Uniformidad.

Las propiedades del acero no cambian apreciablemente con el tiempo, como es el caso de las estructuras de concreto reforzado.

2.6.1.3 Elasticidad.

El acero se acerca más en su comportamiento a las hipótesis de diseño que la mayoría de los materiales, debido a que sigue la ley de Hooke hasta esfuerzos bastante altos. Los momentos de inercia de una estructura de acero se pueden calcular exactamente, en tanto que los valores obtenidos para una estructura de concreto reforzado son relativamente imprecisos.

2.6.1.4 Durabilidad.

Si el mantenimiento de las estructuras de acero es adecuado durarán indefinidamente. Investigaciones realizadas en los aceros modernos, indican que bajo ciertas condiciones no se requiere ningún mantenimiento a base de pintura.

2.6.1.5 Ductilidad.

La *ductilidad* es la propiedad que tiene un material para soportar grandes deformaciones sin fallar bajo esfuerzos de tensión altos. Cuando se prueba a tensión un acero *dulce o con bajo contenido de carbono*, ocurre una reducción considerable de la sección transversal y un gran alargamiento en el punto de falla, antes de que se presente la fractura. Un material que no tenga esta propiedad por lo general es inaceptable y probablemente será duro y frágil y se romperá al someterlo a un golpe repentino.

2.6.1.6 Tenacidad.

Los aceros estructurales son tenaces, es decir, poseen resistencia y ductilidad. Un miembro de acero cargado hasta que se presentan grandes deformaciones será aun capaz de resistir grandes fuerzas. Ésta es una característica muy importante porque implica que los miembros de acero pueden someterse a grandes deformaciones durante su fabricación y montaje, sin fracturarse, siendo posible doblarlos, martillarlos, cortarlos y taladrarlos sin daño aparente. La propiedad de un material para absorber energía en grandes cantidades se denomina *tenacidad*.

2.6.1.7 Ampliaciones de estructuras existentes.

Las estructuras de acero se adaptan muy bien a posibles ampliaciones. Se pueden añadir nuevas crujías e incluso alas enteras a estructuras de acero ya existentes, y con frecuencia se pueden ampliar los puentes de acero.

2.6.1.8 Propiedades diversas.

Algunas otras ventajas importantes del acero estructural son: a) gran facilidad para unir diversos miembros por medio de varios tipos de conexión simple, como son la soldadura y los pernos; b) posibilidad de prefabricar los miembros; c) rapidez de montaje; d) capacidad para laminarse en una gran cantidad de tamaños y formas, e) es posible utilizarlo nuevamente después de desmontar una estructura; y f)

posibilidad de venderlo como chatarra, aunque no pueda utilizarse en su forma existente. El acero es el material reciclable por excelencia.

2.6.2 Desventajas.

2.6.2.1 Corrosión.

La mayor parte de los aceros son susceptibles a la corrosión al estar expuestos al aire y al agua y, por consiguiente, deben pintarse periódicamente. Sin embargo, el uso de aceros intemperizados para ciertas aplicaciones, tiende a eliminar este costo.

2.6.2.2 Costo de la protección contra el fuego.

Aunque los miembros estructurales son incombustibles, sus resistencias se reducen considerablemente en temperaturas que comúnmente se alcanzan en incendios, cuando los otros materiales de un edificio se queman. Han ocurrido muchos incendios devastadores en inmuebles vacíos en los que el único material combustible es el mismo inmueble. Además, el acero es un excelente conductor del calor, de manera que los miembros de acero sin protección pueden transmitir suficiente calor de una sección o compartimiento incendiado de un edificio a secciones adyacentes del mismo edificio e incendiar el material presente. En consecuencia, la estructura de acero de un edificio debe protegerse mediante materiales con ciertas características aislantes, y el edificio deberá acondicionarse con un sistema de rociadores para que cumpla con los requisitos de seguridad del código de construcciones de la localidad en que se halle.

2.6.2.3 Susceptibilidad al pandeo.

Cuanto más largos y esbeltos sean los miembros a compresión, tanto mayor es el peligro de pandeo. En la mayoría de las estructuras, el uso de columnas de acero es muy económico debido a sus relaciones elevadas de resistencia a peso. Sin embargo, en forma ocasional, se necesita algún acero adicional para rigidizarlas y que no se pandeen. Esto tiende a reducir su economía.

2.6.2.4 Fatiga

Otra característica inconveniente del acero es que su resistencia se puede reducir si se somete a un gran número de inversiones del sentido del esfuerzo, o bien, a un gran número de cambios en la magnitud del esfuerzo de tensión. (Se tienen problemas de fatiga sólo cuando se presentan tensiones.) En la práctica actual se reducen las resistencias estimadas de tales miembros, si se sabe de antemano que estarán sometidos a un número mayor de ciclos de esfuerzo variable, que cierto número límite.

2.6.2.5 Fractura frágil

Bajo ciertas condiciones, el acero puede perder su ductilidad y la fractura frágil puede ocurrir en lugares de concentración de esfuerzos. Las cargas que producen fatiga y muy bajas temperaturas agravan la situación. Las condiciones de esfuerzo triaxial también pueden conducir a la fractura frágil.

2.7 ESTRUCTURAS

Conjunto de elementos estructurales ensamblados para resistir cargas verticales, sísmicas y de cualquier otro tipo. Las estructuras pueden clasificarse en estructuras de edificación y otras estructuras distintas a las de edificación (puentes, tanques, etc.). (NEC-SE-DS, 2015)

Las estructuras en construcción son de vital importancia debido a que es como la columna vertebral de la edificación. Aparte que son las bases de un proyecto, estas garantizan la solidez, estabilidad y durabilidad de una edificación. Existen diferentes tipos de estructuras, tales como son: estructura de hormigón armado, acero y madera.

2.8 CALCULO ESTRUCTURAL

El cálculo de estructuras es una etapa crucial en el proceso de diseño y construcción de edificios y otras estructuras. Consiste en analizar las cargas y fuerzas internas y externas que actúan sobre estas, con el objetivo de garantizar su seguridad y

estabilidad. Un cálculo estructural adecuado es fundamental para asegurar una ejecución óptima y segura de las obras. (Inesa Tech, 2023)

2.8.1 ¿Qué es diseño y cálculo estructural?

El diseño y cálculo estructural es el proceso de diseñar y calcular la resistencia y estabilidad de una estructura. Este proceso implica analizar las cargas y fuerzas que actúan sobre la estructura, seleccionar los materiales adecuados y determinar las dimensiones y distribución de los elementos estructurales. El diseño y cálculo estructural es esencial para garantizar la seguridad y durabilidad de las construcciones. (Inesa Tech, 2023)

2.9 ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Para la implantación de una nueva edificación se deben considerar los siguientes elementos constructivos:

2.9.1 Cimentación.

Las cimentaciones tienen como objeto principal transmitir y repartir las cargas que sostiene la estructura evitando que no sobrepase el peso admisible; siendo sus elementos el éxito de un buen proyecto constructivo su calidad en dotar seguridad y solidez a una edificación. (FERROVIAL, 2024)

2.9.1.1 Tipos de cimentación.

Existen 2 tipos de cimentación a usarse en construcciones civiles.

2.9.1.2 Cimentaciones profundas.

Se utilizan para estructuras muy pesadas. Se instalan en zonas más profundas y resistentes del suelo y se deposita en ellas la mayor carga. Este tipo de cimentaciones tiene más capacidad portante.

2.9.1.3 Cimentaciones superficiales.

Las cimentaciones superficiales reparten la fuerza o cargas que le transmite la estructura a través de sus elementos de apoyo (pilares) sobre una superficie de terreno; a su vez se considera cimentación superficial cuando tienen entre 0,50 m. y 4 m. de profundidad, y cuando las tensiones admisibles de las diferentes capas del terreno que se hallan hasta esa cota permiten apoyar el edificio de forma directa sin provocar asentamientos excesivos de la estructura que puedan afectar la funcionalidad de la estructura; de no ser así, se harán cimentaciones profundas. (Ortiz, 2024)

- **Zapatas aisladas**

Sirven como base de elementos estructurales específicos, como los pilares. Amplían la superficie de apoyo hasta lograr que el suelo soporte la carga transmitida. (FERROVIAL, 2024)

- **Zapatas corridas.**

Sus dimensiones dependen de la carga a soportar, la resistencia del material al esfuerzo de compresión y a la admisión sobre el suelo. Si suponen dos o más pilares se habla de combinadas; si se agrupan en tres pilares de forma alineada, se habla de corridas. (FERROVIAL, 2024)

2.9.1.4 Losas de cimentaciones.

Se trata de una plataforma apoyada sobre el terreno para la transmisión de la carga. Suelen tener una armadura en la parte superior para reducir el contrapeso del terreno. Se utilizan cuando una estructura tiene una superficie menor respecto al volumen de la edificación. (FERROVIAL, 2024)

2.9.2 Diseño de cimentación.

En el diseño de cimentación se deberá calcular las excentricidades producidas por la carga que se genere, las cuales serán determinadas en métodos y cálculos que

permitirán conocer la capacidad de carga y esfuerzo admisible; a su vez se diseña una zapata que cumpla con la capacidad de resistencia de la estructura a implantarse. (Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), 2015)

La siguiente tabla se establecen parámetros regidos por estas normas.

Tabla 1

Clasificación de las unidades de construcción por categorías

<i>Clasificación</i>	<i>Según los niveles de construcción</i>	<i>Según las cargas máximas de servicio en columnas (KN)</i>
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* (Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), 2015)

2.9.2.1 Capacidad de carga o Esfuerzo admisible

Representa a la mayor capacidad que resiste la estructura en general; siendo este un punto importante puesto que la edificación no podría soportar mayor carga y posteriormente sufrir fallas o colapso de la estructura. (Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), 2015) Nos comenta que la resistencia al cortante del suelo se basa en métodos basados en teorías de plasticidad o análisis de límites, se debe considerar las fallas en plano general, local y por punzamiento.

2.9.2.2 Capacidad Portante.

La capacidad portante del suelo es esencial cuando se planea cualquier tipo de construcción, desde una simple casa hasta un rascacielos. Esta medida crítica puede determinar si el terreno es lo suficientemente resistente para soportar el peso de la estructura prevista. (COMPOSTELA, 2023)

2.9.3 Perfiles de acero.

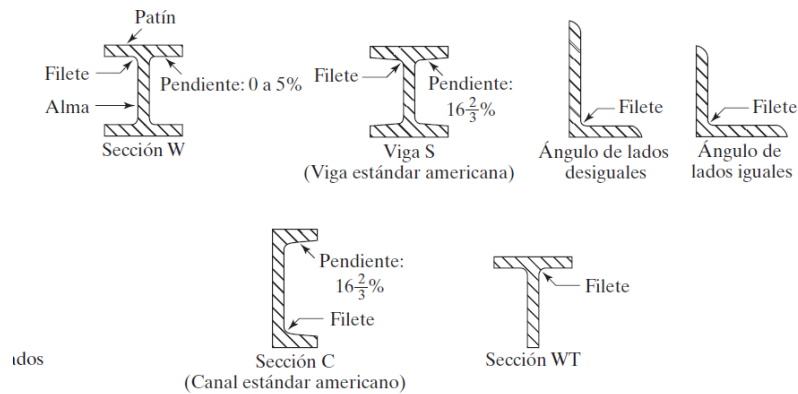
En la actualidad casi todos los perfiles estructurales se encuentran estandarizados, aunque sus dimensiones exactas pueden variar un poco de laminadora a laminadora. El acero estructural puede laminarse en forma económica en una gran variedad de formas y tamaños sin cambios apreciables en sus propiedades físicas. Generalmente los miembros estructurales más convenientes son aquellos con grandes momentos de inercia en relación con sus áreas. Los perfiles I, T, y C, que son de uso tan común, se sitúan en esta clase.

Por lo general los perfiles de acero se designan por la forma de sus secciones transversales. Por ejemplo, se tienen perfiles en ángulo, tes, zetas y placas. Sin embargo, es necesario hacer una distinción clara entre las vigas estándar americanas (llamadas vigas S) y las vigas de patín ancho (llamadas vigas W), ya que ambas tienen la forma de I. La superficie interna del patín de una sección W es paralela a la superficie externa o bien, casi paralela con una pendiente máxima de 1 a 20 en el interior, dependiendo del fabricante.

Las vigas S, que fueron los primeros perfiles de vigas laminadas en Estados Unidos, tienen una pendiente de 1 a 6 en la superficie interior de sus patines. Debe notarse que los espesores constantes (o casi constantes) de los patines de las vigas W, a diferencia de los patines ahusados de las vigas S, facilitan las conexiones. Las vigas de patín ancho representan hoy en día casi el 50% de todos los perfiles estructurales laminados. Los perfiles W y S se muestran en la Figura 1 junto con otros perfiles comunes de acero. (McCORMAC & CSERNAK, 2012)

Figura 1

Perfiles laminados de acero



Nota. Tomado de (McCORMAC & CSERNAK, 2012).

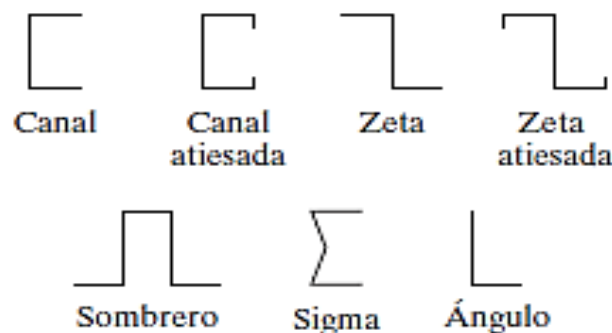
2.9.4 Perfiles de lámina delgada de acero doblados en frío.

Éstos se fabrican doblando láminas delgadas de acero de bajo carbono o baja aleación en prácticamente cualquier sección transversal deseada, como las mostradas en la Figura 2. El trabajado en frío reduce algo la ductilidad, también incrementa en alguna medida la resistencia.

El detalle de este tipo de perfiles los podemos encontrar en el AISI (AMERICAN IRON AND INSTITUTE). También se las usa como “Steel framing” y son con forma de “C”, se lo puede usar como esqueleto de la estructura.

Figura 2

Perfiles doblados en frío



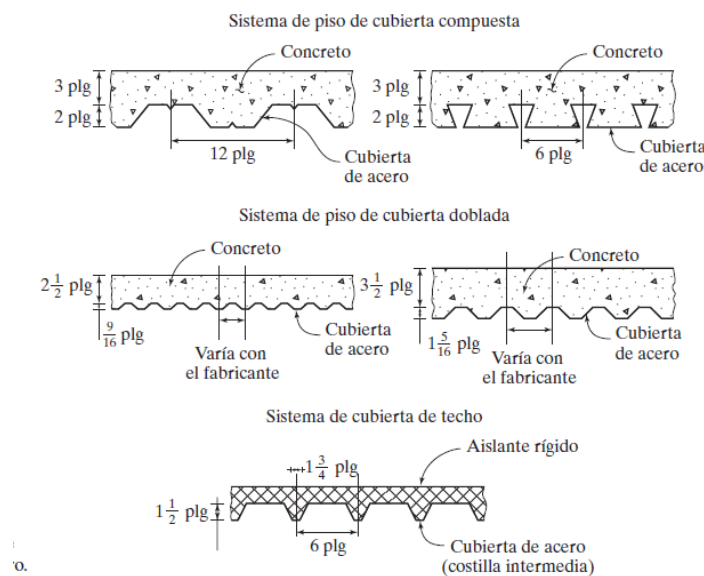
Nota. Tomado de (McCORMAC & CSERNAK, 2012).

Las losas de concreto para piso frecuentemente se cuelan sobre cubiertas de acero doblado que sirven como cimbras económicas para el concreto húmedo y que se dejan en el sitio después de que el concreto fragua. Se dispone de varios tipos de estas cubiertas, algunas de las cuales se muestran en la Figura 3. Las secciones con las celdas más profundas tienen la útil característica de que los conductos eléctricos y mecánicos pueden alojarse en ellas.

(McCORMAC & CSERNAK, 2012) establece que, en este tipo de construcción, las vigas de acero se convierten en compuestas con las losas de concreto suministrando transferencia al cortante entre las dos para que actúen conjuntamente como una unidad.

Figura 3

Tipos de cubiertas de acero



Nota. Tomado de (McCORMAC & CSERNAK, 2012).

2.9.5 Columnas de acero.

Las columnas de acero son materiales de construcción esenciales para las estructuras de cualquier tipo. Su posición es vertical y su función es soportar las cargas de la estructura para trasladarlas a los cimientos y al suelo. Este material se puede cortar, soldar, desoldar y perforar con gran facilidad. Puede ser unido a otros

elementos de acero utilizando soldadura, remaches o pernos y nada de esto compromete la integridad del material. (Aguilar, 2023)

2.9.5.1 Tipos de columnas de acero y sus usos.

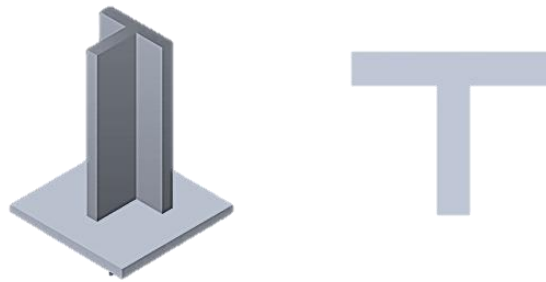
En cuanto a los tipos de columnas de acero existen muchos y están pensados para adaptarse a todo tipo de construcciones. A continuación, te diremos cuáles son las más comunes y qué características tiene cada una de ellas.

- **Columnas en forma de T.**

Son denominadas así por su forma, que se compone de un soporte central y una sección transversal constante. Este tipo de pilares se utiliza a menudo en puentes, pero también se puede encontrar en las construcciones que utilizan muros prefabricados.

Figura 4

Columna de acero tipo T



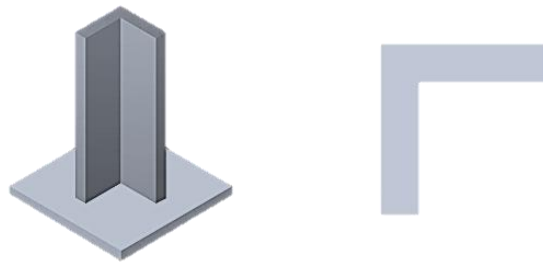
Nota. Tomado de (Acero, 2022).

- **Columnas en forma de L.**

Son denominadas así por su forma con dos patas en ángulo recto que pueden ser iguales o desiguales. Este tipo de pilares se utiliza a menudo en las esquinas de las edificaciones o como remates en muros de contención.

Figura 5

Columna de acero tipo L



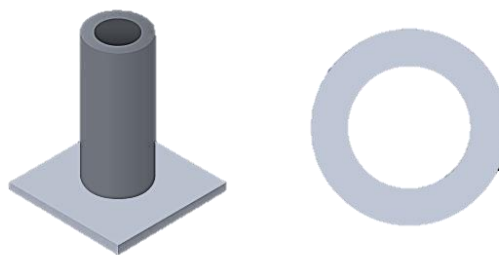
Nota. Tomado de (Acero, 2022).

- **Columnas Circulares.**

Como su nombre lo indica, la forma de su base es un círculo, por lo que el cuerpo de la columna es un cilindro. Este tipo de columnas suelen tener una mejor resistencia a la flexión que las de ángulos rectos como las cuadradas o rectangulares. A modo de refuerzo se colocan barras de acero longitudinales. Es común verlas en puentes o anuncios espectaculares.

Figura 6

Columna de acero tipo circular



Nota. Tomado de (Acero, 2022).

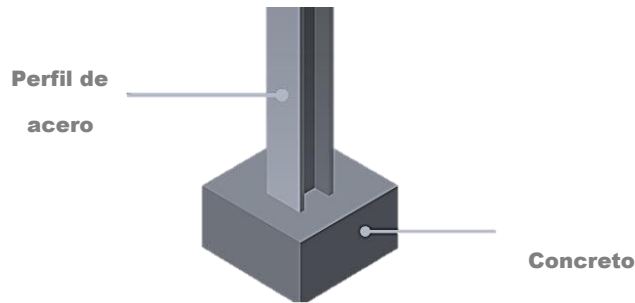
- **Columnas compuestas.**

Son columnas de refuerzo que se hacen con acero estructural y concreto armado. Tienen una enorme capacidad de carga y proporcionan un refuerzo longitudinal por lo que se utiliza con frecuencia en la construcción de rascacielos. Este tipo de

elementos incluyen a todas las otras aquí mencionadas, pues la columna de acero queda ahogada en el concreto.

Figura 7

Columna de refuerzo compuestas



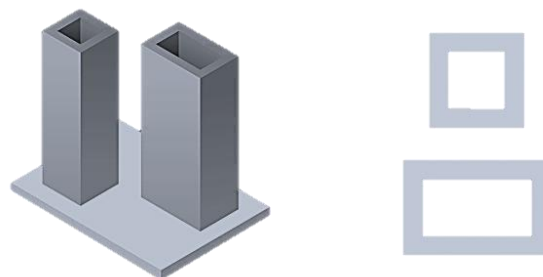
Nota. Tomado de (Acero, 2022).

- **Cuadradas y rectangulares.**

Como su nombre lo indica, tiene una base con cuatro ángulos de 90 grados, que pueden ser cuadrados (de lados iguales) o rectangulares. Al igual que las circulares llevan barras de acero longitudinales a manera de refuerzo, pues tienen una menor resistencia a la flexión que las formas circulares.

Figura 8

Columnas cuadradas y rectangulares



Nota. Tomado de (Acero, 2022).

- **Poliédricas.**

Pueden tener varias formas, pero la más común es que la base tenga una forma de cruz debido a la unión de columnas T o de vigas. Este tipo de columnas buscan

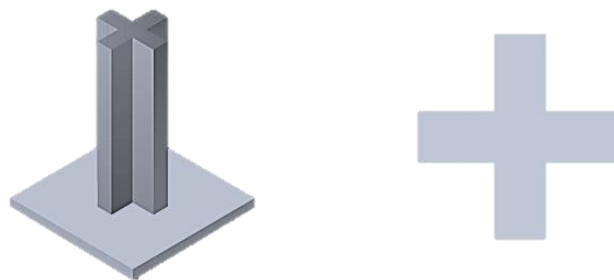
mejorar la resistencia a la flexión de los perfiles agregando refuerzos en más direcciones.

Los perfiles más utilizados para construir todos estos tipos de columnas son las vigas IPR y vigas IPS, además de otras piezas como la placa de acero, la solera, el canal C.P.S. y por supuesto el ángulo de acero.

Algunas de ellas pueden ser sencillas, es decir, fabricadas con los perfiles estructurales de acero como único elemento; producidas en fábricas para tamaños especiales; o compuestas, para las que se utilizan combinaciones con otros perfiles de acero.

Figura 9

Columna poliédrica con forma de cruz



Nota. Tomado de (Acero, 2022).

2.9.6 Vigas.

Los perfiles estructurales o vigas como se conocen comúnmente, se tratan de tipo de productos fabricados por la técnica de laminación en caliente. El tipo de espesor o la forma que vaya a tener la viga de acero, así como sus cualidades, son los factores que determinarán su aplicación en la ingeniería y la arquitectura. Entre sus características principales destacan la forma, el peso, sus particularidades y la composición química del material con que está hecho.

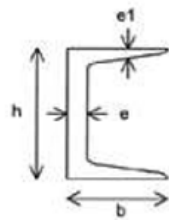
2.9.6.1 Viga de acero UPN.

Los perfiles de este tipo se denominan con las letras “UPN” seguidas de un número que va a representar la altura total nominal (h) en milímetros. Este tipo de perfiles

son usados como soportes y pilares soldando los extremos de las alas. De este modo se forma un tubo con una sección prácticamente cuadrada. Además, su espacio interior puede ser utilizado para realizar conducciones.

Figura 10

Viga de acero UPN



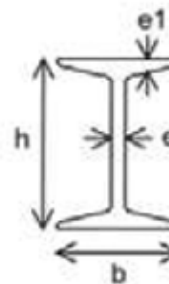
Nota. Tomado de (Ferros, 2018).

2.9.6.2 Viga de acero IPN.

El perfil IPN es un perfil cuya sección tiene una forma de doble “T”, su espesor se denomina “normal”. Las caras exteriores de las alas cruzan perpendicularmente al alma y las interiores tienen un 14% de inclinación, en este caso, su espesor disminuye hacia los bordes. Las uniones entre las caras interiores de las alas y las del alma son redondeadas.

Figura 11

Viga de acero IPN



Nota. Tomado de (Ferros, 2018).

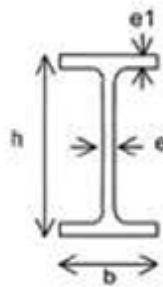
2.9.6.3 Viga de acero IPE.

La viga de acero IPE también es conocida como perfil “Doble T”, y a su espesor se le conoce como “europeo” de forma común. Sus caras, tanto exteriores como

interiores, son paralelas entre sí, siendo también perpendiculares al alma. Este tipo de perfiles se caracteriza por su espesor constante. La relación entre la anchura de las alas y la altura del perfil tiene que ser menor que 0,66.

Figura 12

Viga de acero IPE



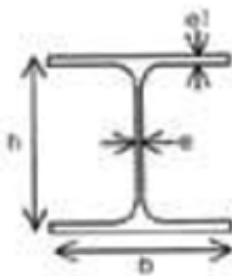
Nota. Tomado de (Ferros, 2018).

2.9.6.4 Vigas de acero HEB.

El perfil HEB tiene forma de H y es de serie normal. Sus caras exteriores e interiores de las alas son paralelas entre sí y, a su vez, son perpendiculares al alma, por lo que en este caso sus alas tienen un espesor constante. Su principal aplicación reside en la industria y la construcción civil de edificios (pórticos, cerchas, vigas, columnas).

Figura 13

Viga de acero HEB



Nota. Tomado de (Ferros, 2018).

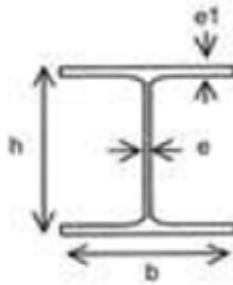
2.9.6.5 Vigas de acero HEA.

La viga de acero HEA es de serie ligera. Presenta unas caras exteriores e interiores de sus alas paralelas entre sí, siendo perpendiculares al alma también. Al igual que

los anteriores perfiles, su espesor es constante. Estos perfiles son utilizados principalmente en la industria y la construcción civil de edificios, como por ejemplo cerchas, columnas, vigas, pórticos, etc.). También se suelen utilizar para la construcción de infraestructura y carrocería.

Figura 14

Viga de acero HEA



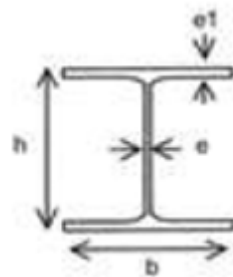
Nota. Tomado de (Ferros, 2018).

2.9.6.6 Vigas de acero HEM:

La viga de acero HEM presenta unas caras exteriores e interiores de las alas paralelas entre sí, siendo perpendiculares al alma a su vez. Las uniones que hay entre el alma y las caras internas de las alas son también de forma redondeada. Las principales aplicaciones del perfil HEM son la construcción de dinteles, refuerzos estructurales, correas, las estructuras para escaleras y para la construcción de maquinaria.

Figura 15

Viga de acero HEM



Nota. Tomado de (Ferros, 2018).

2.9.7 Losa Steel Deck.

2.9.7.1 NOVALOSA.

Novalosa es una lámina de acero estructural galvanizado de forma trapezoidal, fabricada por NOVACERO, que es utilizada para la construcción de losas compuestas, como refuerzo, eliminando la necesidad de varillas inferiores, alivianamientos y encofrados.

▪ Diseño de Novalosa

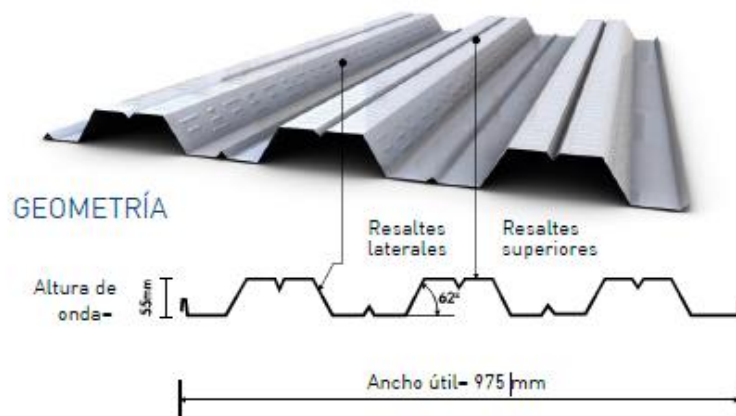
NOVALOSA es diseñada y fabricada de acuerdo a las normas: ANSI/ ASCE 3-91(Standard for the Structural Design of Composite Slabs), NTE - INEN 2397 (Placa Colaborante de Acero), y a las especificaciones del Steel Deck Institute (SDI) para Placa Colaborante de Acero.

El acero usado para la fabricación de NOVALOSA es de grado estructural y cumple con la norma ASTM A653, con galvanizado G90 (Z275) y un límite de fluencia mínimo de 37 ksi (2600 kg/cm²).

El hormigón a utilizarse debe estar conforme con los capítulos correspondientes del ACI 318, con un esfuerzo mínimo a la compresión $f'c=210$ kg/cm². No deberán usarse aditivos que contengan sales con cloruros que puedan corroer la NOVALOSA. (NOVACERO, 2019)

Figura 16

NOVALOSA 55



Nota. Tomado de (NOVACERO, 2019).

2.9.8 Muros.

Un muro de contención es una estructura que sirve para evitar que una masa de materia, generalmente tierra o roca en una pendiente, se precipite o se derrumbe. (FERROVIAL, 2024)

Dependiendo de su funcionalidad cambian respecto al proyecto constructivo, diseñados principalmente para asegurar la capacidad de carga de la estructura, desempeñando un papel de importancia que determina su resistencia y estabilidad.

2.9.9 Conexiones base-columnas.

Las conexiones en estructuras son elementos que unen o interceptan las uniones, cuya finalidad es transmitir los esfuerzos en conjunto, estas pueden ser atornilladas y/o soldadas. (Rosario, 2010) nos comenta que éstas forman parte fundamental de las edificaciones de acero: tanto los tornillos de alta resistencia como las soldaduras son las que se encargaran de que las conexiones funcionen de manera adecuada.

Anteriormente se conocía la unión de miembros estructurales de acero a los remaches, no obstante, con el paso del tiempo la soldadura y los tornillos lo superaron no solo por el costo sino por su duración. (McCORMAC & CSERNAK, 2012)

2.9.9.1 Conexiones soldadas

El proceso de soldadura consiste en unir partes metálicas mediante el calentamiento de la superficie a un estado plástico que permite que las partes se unan; es decir es una etapa en donde el metal es fundido a cierta temperatura. (McCORMAC & CSERNAK, 2012)

2.9.9.2 Conexiones atornilladas

El armado de una estructura de acero por medio de tornillo se considera como un proceso que aparte de ser muy rápido requiere de mano de obra especializada; aunque el costo de adquisición de tornillos de alta resistencia es mayor que al hacer

un remachado; a su vez el costo total de la construcción es mucho menor; el cual es requerido para soportar las cargas. (McCORMAC & CSERNAK, 2012)

2.9.10 Placa base.

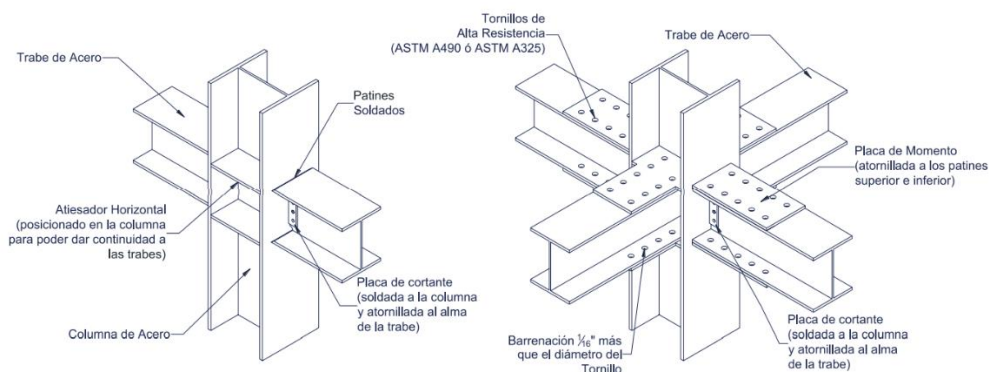
Se denomina placa base al elemento de acero cuya función es fundamental en las la edificaciones de estructuras metálicas; denominándolas como pieza plana de acero que se instala en la base de las columnas; se decir que estas también son de acero para que se realice la respectiva unión ya que van a estar apoyadas sobre ellas; a la vez estas están unidas al pedestal de la zapata mediante anclajes de expansión de pernos, distribuyendo las cargas y proporcionándole estabilidad a la estructura. (Dibujante Estructural , 2023)

2.9.11 Viga columna conexión.

Conjunto de elementos que se interceptan en un nodo con el fin de transmitir esfuerzos entre sí apegándose a las condiciones del modelo ideal de la estructuración, las conexiones pueden ser unidas mediante tornillos de alta resistencia y/o soldadura.

Figura 17

Ejemplos de conexiones atornilladas y soldadas



Nota. Tomado de (Cházaro, 2021).

Las conexiones forman una parte fundamental en las edificaciones de acero, ya que estas unen todos los elementos constitutivos de la estructura. La seguridad de las

conexiones depende de un diseño adecuado y naturalmente de los procesos subsecuentes como es la fabricación y el montaje, en ocasiones se piensa que la seguridad de las conexiones depende si se hacen con tornillos o con soldaduras. (Cházaro, 2021)

2.10 ESTUDIOS DE SUELO.

El estudio de suelos o también llamado estudio geotécnico, es una investigación previa a construcciones de proyectos civiles; el mismo que vincula las de actividades de campo y laboratorio permitiendo conocer propiedades y cualidades del terreno donde se implantará la infraestructura. El estudio y evaluación del suelo logra determinar cuál es el tipo de cimentación apropiada para la obra y también cuáles son los asentamientos ideales para soportar la estructura. (P & H, 2021)

2.11 ENSAYOS DE LABORATORIOS.

Los ensayos de laboratorios tienen como objetivo principal el estudio de muestras representativas de los suelos, para luego obtener los parámetros requeridos del mismo para el diseño de excavaciones y cimentaciones. (Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), 2015)

Enumerando los siguientes ensayos:

2.11.1 Ensayo de SPT.

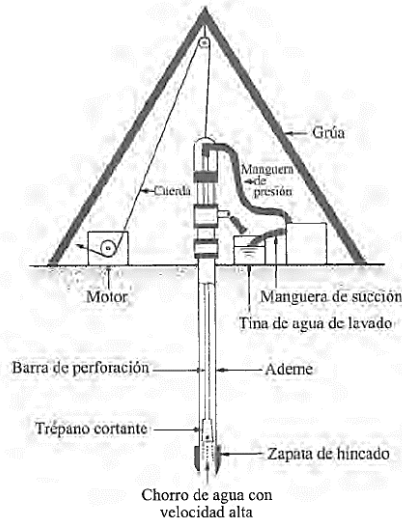
Este procedimiento exploratorio es preliminar; de tal manera que rinde mejores resultados en la práctica y proporciona información útil en torno al subsuelo; en los suelos friccionantes la prueba permite conocer la características fundamentales y comportamiento mecánico del suelo. El método lleva implícito un muestreo proporcionado por muestras alteradas representativas del suelo en estudio.

El equipo necesario consta de un muestreador especial de dimensiones establecidas, cuenta con un penetrómetro de media caña para facilitar la extracción de la muestra; el cual llega en su interior, se enrosca al extremo de la tubería de la

perforación y la prueba consiste en hacerlo penetrar a golpes dados por un martillo de 63 r 5 Kg. (TERREROS DE VARELA & MORENO LITUMA, 1995)

Figura 18

Ensayo SPT



Nota: Tomado de (Das, Fundamentos de Ingeniería geotécnica, 1984-1985)

2.11.2 Ensayo de humedad.

El ensayo de humedad tiene como finalidad determinar el contenido de humedad de las muestras de los estratos obtenidos en campo. La importancia del contenido de agua representa la cantidad de vacíos en la muestra una de las características más importantes para explicar cómo el comportamiento de este es como; por ejemplo: cambio de volumen, cohesión, estabilidad mecánica.

El proceso de la obtención del contenido de humedad de una muestra se hace en laboratorios, el equipo de trabajo consiste en un horno donde la temperatura pueda ser controlable. Una vez tomada la muestra del sólido en estado natural se introduce al horno. Ahí se calienta el espécimen a una temperatura de más de 100 grados Celsius, para producir la evaporación del agua y su escape a través de ventanillas. (Das, Fundamentos de Ingeniería geotécnica, 1984-1985)

2.11.3 Ensayo de granulometría.

La granulometría estudia la distribución y clasificación descriptivas de las partículas que conforman un suelo. El análisis granulométrico de un suelo consiste en determinar los diferentes tamaños de las partículas y los porcentajes en que esos tamaños intervienen en su universo que lo componen.

Para el análisis granulométrico por tamización se realiza hasta las partículas de suelo retenidas en el tamiz No. 200 (0.074 mm), y consiste en hacer pasar el suelo a través de un juego de tamices de aberturas conocidas. Por tanto, el tamaño o diámetro de la partícula está definido por la dimensión lateral o lado de la abertura cuadrada del tamiz. (Das, Fundamentos de Ingeniería geotécnica, 1984-1985)

2.11.3.1 Granulometría Fina.

Se refiere a las proporciones relativas en que se encuentra las diferentes partículas minerales del suelo (grava, arena, limo y arcilla) expresada con base al peso seco del suelo en porcentaje después de la destrucción de los agregados. (Das, Fundamentos de Ingeniería geotécnica, 1984-1985)

2.11.3.2 Tamaño de las Partículas del Suelo.

Independientemente del origen del suelo, los tamaños de las partículas en general, que conforman un suelo, varían en un amplio rango. Los suelos en general son llamados grava, arena, limo o arcilla dependiendo del tamaño predominante de las partículas ocasionalmente puede tener materia orgánica.

La textura y propiedades físicas del suelo dependerán del tamaño de ellas. Mayor tamaño de partículas significará mayor espacio entre ellas, resultando un suelo más poroso; menor espacio entre ellas dificultando el pasa del aire y el agua, por lo tanto, este suelo será menos porosos. (Das, Fundamentos de Ingeniería geotécnica, 1984-1985)

2.11.4 Ensayo límite de Atterberg.

Los límites de Atterberg son ensayos de laboratorio normalizados que permiten obtener los límites del rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico. Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de Atterberg. Los ensayos se realizan en el laboratorio y miden la cohesión del terreno y su contenido de humedad, para ello se forman pequeños cilindros de espesor con el suelo.

Para obtener estos límites se requiere remoldear (manipular) la muestra de suelo destruyendo su estructura original y por ello es que una descripción del suelo en sus condiciones naturales es absolutamente necesaria y complementaria. Para realizar los límites de Atterberg se trabaja con todo el material menor que la malla #40 (0.42 mm). Esto quiere decir que no solo se trabaja con la parte fina del suelo (< malla#200), sino que se incluye igualmente la fracción de arena fina. (Das, Fundamentos de Ingeniería geotécnica, 1984-1985)

2.11.4.1 Límite Líquido.

Contenido de humedad del suelo en el límite entre el estado semi-líquido y plástico. Este dispositivo consta de una copa de latón y una base de goma dura. La copa de latón se puede soltar sobre la base por una leva operada por una manivela. Para la prueba de límite líquido, se coloca una pasta de suelo en la copa y se hace un corte en el centro de la pasta de suelo usando la herramienta de ranurado estándar.

Entonces la copa se eleva por la manivela y se deja caer desde una altura de 10 mm. El contenido de humedad, en porcentaje, necesario para cerrar una distancia de 12,7 mm a lo largo de la parte inferior de la ranura, después de 25 golpes se define como el Límite líquido. (Das, Fundamentos de Ingeniería geotécnica, 1984-1985)

2.11.4.2 Límite Plástico.

Es el contenido de humedad del suelo en el límite entre los estados semi-sólido y plástico. El límite plástico se define como el contenido de humedad, en porcentaje,

en el que el suelo al enrollarse en hilos de 3.2 mm de diámetro se desmorona. El límite plástico es el límite inferior del escenario plástico del suelo.

La prueba es simple y se realiza mediante rodados repetidos por parte de una masa de tierra de tamaño elipsoidal sobre una placa de vidrio esmerilado. (Das, Fundamentos de Ingeniería geotécnica, 1984-1985)

2.11.4.3 Índice de Plasticidad.

Es la diferencia entre los límites líquido y plástico, es decir, el rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene plástico. El procedimiento para la prueba de límite de plástico se da en la norma ASTM, Designación Norma ASTM D-4318. (Das, Fundamentos de Ingeniería geotécnica, 1984-1985)

Ecuación 2.1

$$IP(\text{índice líquido}) = LL(\text{límite líquido}) - LP(\text{límite plástico})$$

2.11.5 Ensayo de gravedad específica.

Se define gravedad específica de un material la relación entre el peso de los sólidos del material y el peso del volumen de agua que dichos sólidos desalojan. En el caso de los suelos, el peso específico se da en relación al agua destilada a 40°C.

Tratándose de gravas o piedras y arenas gruesas el peso específico se da en relación al agua limpia a la temperatura ambiente con el material en estado de saturación.

Ahora analizaremos el peso específico para suelos que pasan la malla 40, esto es para arenas finas y finos. Además, sirve para fines de clasificación, el peso específico juega un papel importante en la mayor parte de las pruebas y cálculos de mecánica de suelos, por ejemplo, la determinación del volumen de sólidos. (TERREROS DE VARELA & MORENO LITUMA, 1995)

2.12 CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Los suelos tienen propiedades de los cuales se pueden clasificar en grupos y subgrupos basados en su comportamiento, mediante a los sistemas de clasificación proporcionan un lenguaje común para expresar en forma concisa las características generales de los suelos, que son infinitamente variadas sin una descripción detallada.

Actualmente, dos sistemas de clasificación que usan la distribución por tamaño de grano y plasticidad de los suelos son usados comúnmente por los ingenieros de suelos. Estos son el Sistema de Clasificación AASHTO y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS. (Das, Fundamentos de Ingeniería geotécnica, 1984-1985)

2.12.1 Método SUCS.

El Sistema Unificado de Clasificación se contiene tablas para clasificar los suelos, las cuales son de amplias categorías. Los suelos de grano grueso que son de naturaleza tipo grava y arenosa con menos del 50% pasando por la malla No. 200, se consideran de G o S. G significa grava o suelo gravoso y S significa arena o suelo arenoso.

Los suelos de grano fino con 50% o más pasando por la malla No. 200, se los denomina M, que significa limo inorgánico, C para arcilla inorgánica u O para limos y arcillas orgánicos. El símbolo Pt se usa para turbas, lodos y otros suelos altamente orgánicos.

Figura 19

Clasificación SUCS

Tabla 2.6 Sistema Unificado de Clasificación; símbolos de grupo para suelos arenosos.

Símbolo de grupo	Criterios
SW	Menos de 5% pasa la malla No. 200; $C_u = D_{60}/D_{10}$ mayor que o igual a 6; $C_z = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ entre 1 y 3
SP	Menos de 5% pasa la malla No. 200; no cumple ambos criterios para SW
SM	Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg se grafican debajo de la línea A (figura 2.12); o índice de plasticidad menor que 4
SC	Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg se grafican arriba de la línea A (figura 2.12); índice de plasticidad mayor que 7
SC-SM	Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg caen en el área sombreada marcada CL-ML en la figura 2.12
SW-SM	Porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para SW y SM
SW-SC	Porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para SW y SC
SP-SM	Porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para SP y SM
SP-SC	Porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para SP y SC

NOTA: Tomado de (Das, Fundamentos de Ingeniería geotécnica, 1984-1985)

Figura 20

Nomenclatura de clases de suelo

Tabla 2.7 Sistema Unificado de Clasificación; símbolos de grupo para suelos limosos y arcillosos.

Símbolo de grupo	Criterios
CL	Inorgánico; $LL < 50$; $PI > 7$; se grafica sobre o arriba de la línea A (véase zona CL en la figura 2.12)
ML	Inorgánico; $LL < 50$; $PI < 4$; o se grafica debajo de la línea A (véase la zona ML en la figura 2.12)
OL	Orgánico; $LL - \text{seco en horno} / (LL - \text{sin secar}) < 0.75$; $LL < 50$ (véase zona OL en la figura 2.12)
CH	Inorgánico; $LL > 50$; PI se grafica sobre o arriba de la línea A (véase la zona CH en la figura 2.12)
MH	Inorgánico; $LL > 50$; PI se grafica debajo de la línea A (véase la zona MH en la figura 2.12)
OH	Orgánico; $LL - \text{seco en horno} / (LL - \text{sin secar}) < 0.75$; $LL \geq 50$ (véase zona OH en la figura 2.12)
CL-ML	Inorgánico; se grafica en la zona sombreada en la figura 2.12
Pt	Turba, lodos y otros suelos altamente orgánicos

NOTA: Tomado de (Das, Fundamentos de Ingeniería geotécnica, 1984-1985)

2.13 NORMATIVAS DE CONSTRUCCIÓN NEC-15

La Norma Ecuatoriana de la Construcción o NEC-2015 posee una serie de normativas de cumplimiento obligatorio a nivel nacional, estas establecen requisitos de seguridad para cumplir con calidad y eficiencia el proceso constructivo en todas sus etapas. La normativa contiene metodologías de diseño, parámetros de control de procedimientos de construcción y especificaciones técnicas que contribuyen a lograr el objetivo planteado: construir edificaciones seguras, con cronogramas establecidos y dentro de un presupuesto bien definido. (Norma Ecuatoriana de la Contrucción (NEC), 2015)

Tabla 2

Códigos y Normativas empleados para el diseño de estructuras de hormigón y acero

CÓDIGO	NORMATIVA
<i>NEC</i>	<i>Norma Ecuatoriana de la Construcción</i>
<i>NEC-SE-GC</i>	<i>Geotecnia y Cimentaciones</i>
<i>NEC-SE-CG</i>	<i>Cargas (No Sísmicas)</i>
<i>NEC-SE-AC</i>	<i>Estructura de Acero</i>
<i>NEC-SE-DS</i>	<i>Peligro Sísmico - Diseño Sismo Resistente</i>
<i>AISC, LRFD</i>	<i>Manual para el diseño estructural</i>
<i>AISC Manual</i>	<i>Manual for structural Steel building AISC 360-10 / AISC341-10.</i>

2.14 DISEÑO DE ESTRUCTURAS

Estas se refieren a creación y planificación de sistemas estructurales que soportan las fuerzas aplicadas en las edificaciones. En el diseño de estructuras pueden destacar las estructuras de edificios, puentes, estructuras industriales, infraestructuras civiles, estructuras ligeras, entre otras. También se tiene que tener en cuenta el modelado, simulación y los principios de diseño.

La Especificación AISC proporciona dos métodos aceptables para diseñar miembros de acero estructural y sus conectores. Éstos son: el Diseño con factores de carga y resistencia (LRFD: Load and Resistance Factor Design) y el Diseño por esfuerzos permisibles (ASD: Allowable Strength Design). Ambos procedimientos se basan en los principios del diseño de estados límite, el cual proporciona las fronteras de la utilidad estructural. (McCORMAC & CSERNAK, 2012)

Hay dos diferencias notorias entre el método LRFD y el ASD. La primera tiene que ver con el método que se usa para calcular las cargas de diseño. La segunda diferencia tiene que ver con el uso de los factores de resistencia (ϕ en el método LRFD) y los factores de seguridad (Ω en el método ASD).

2.14.1 Método LFRD.

El método LRFD trabaja en función de la agrupación de cargas y su respectiva multiplicación por un factor de carga, al valor resultante de esta operación se lo conoce como carga factorizada, los valores resultantes se emplean para el cálculo de las fuerzas cortantes y momentos. Los valores de control obtenidos no pueden ser mayores a los valores de la resistencia nominal (AISC, 2016; AISC 360, 2022). Para emplear el método LRFD se aplica la siguiente formula:

Ecuación 2.2

Fórmula para cálculo de resistencia nominal en Método LRFD

$$\phi R_n \geq R_u$$

Donde:

ϕ = Factor de Resistencia

R_n = Resistencia nominal

R_u = Fuerza factorizada

2.14.2 Método ASD.

A diferencia del método LRFD, el método ASD no realiza la multiplicación por un factor de carga, trabajan directamente con su valor inicial y se emplean en

combinaciones. Las fuerzas obtenidas de este cálculo no deben ser superiores a la resistencia nominal de los elementos dividida por un factor de seguridad. El método ASD emplea la siguiente fórmula:

Ecuación 2.3

Fórmula para cálculo de resistencia nominal en Método ASD

$$R_n/\Omega \geq R_a$$

Donde:

R_n = Resistencia nominal

R_a = Fuerza Mayor

Ω = Factor de Seguridad

2.15 TIPOS DE ESTRUCTURAS DE ACERO UTILIZADAS PARA EDIFICIOS

Las estructuras de acero para edificios se clasifican de acuerdo con su tipo de construcción en uno de los cuatro grupos siguientes: apoyada en muros de carga, reticular, estructuras para grandes claros y combinada de acero y concreto. En un mismo edificio se pueden utilizar más de uno de estos tipos de construcción.

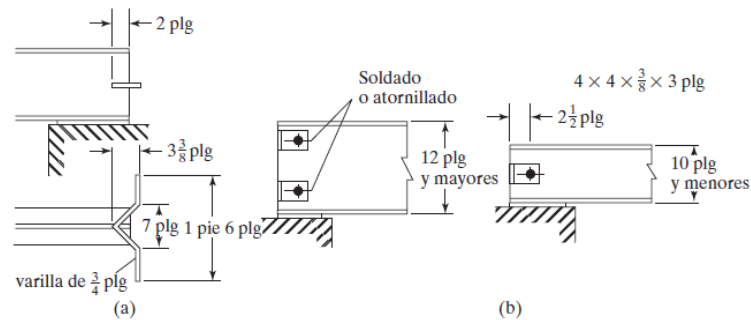
2.15.1 Estructura apoyada en muros de carga.

La construcción a base de muros de carga es el tipo más común de construcciones comerciales ligeras de una planta. Los extremos de las vigas, viguetas o armaduras ligeras se apoyan sobre los muros, que a su vez transmiten las cargas a los cimientos.

La práctica antigua engrosaba los muros al aumentar la altura de los edificios. Por ejemplo, el muro en el piso superior de un edificio podría ser de uno o dos ladrillos de espesor, en tanto que los muros inferiores podrían incrementarse en su espesor a razón de un ladrillo por piso.

Figura 21

Estructura apoyada en muros de carga



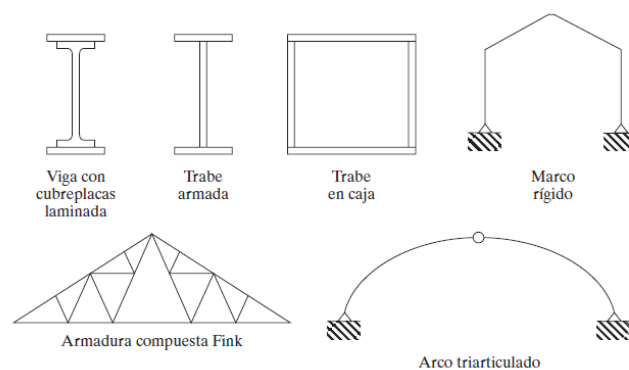
Nota: Tomado de (McCORMAC & CSERNAK, 2012) (a) Ancla de pared. (b) Anclas de pared a base de ángulos.

2.15.2 Estructuras de acero de grandes claros.

Cuando se hace necesario el uso de claros muy grandes entre las columnas, como en tribunas, auditorios, teatros, hangares o salones de baile en hoteles, la construcción usual reticular puede no ser suficiente. Si las secciones laminadas W ordinarias fueran insuficientes, puede ser necesario usar vigas con cubre placas, trabes armadas tipo I, vigas de caja, armaduras grandes, arcos, marcos rígidos y otras semejantes. Cuando el peralte está limitado, las vigas con cubre placas, las trabes armadas o las de caja pueden realizar el trabajo. Si el peralte no fuera crítico, las armaduras serían satisfactorias. Para claros muy grandes, a menudo se usan los arcos y los marcos rígidos. A estos tipos de estructuras se les llama *estructuras de gran claro*.

Figura 22

Estructuras para grandes claros



Nota: Tomado de (McCORMAC & CSERNAK, 2012).

2.15.3 Estructuras combinadas de acero y concreto.

En un gran porcentaje de construcciones actuales, se ha utilizado la combinación de concreto reforzado y acero estructural. Si se utilizaran columnas de concreto reforzado en edificios muy altos, tendrían que ser extremadamente gruesas en los pisos bajos y ocuparían demasiado espacio. Generalmente se usan columnas de acero embebidas y ligadas a concreto reforzado y se conocen como columnas compuestas o encajonadas. También se pueden usar columnas compuestas consistentes en miembros HSS rellenos con concreto (llamadas columnas compuestas rellenas).

2.16 CARGAS

2.16.1 Cargas de diseño.

Las cargas de diseño se deben tener en cuenta al momento de realizar el análisis estructural de una edificación, puesto que es importante definir las diferentes cargas que soportara la estructura al momento de realizar su debido dimensionamiento.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción establece criterios para los tipos de cargas, las cuales son: carga permanente o muerta, carga viva, carga por viento o granizo y carga por sismo, como se describen a continuación. (NEC, 2015)

2.16.2 Cargas permanentes o muerta (D).

La (NEC, 2015) establece que, las cargas permanentes están constituidas por los pesos de todos los elementos estructurales que actúan en permanencia sobre la estructura. Son elementos tales como: muros, paredes, recubrimientos, instalaciones sanitarias, eléctricas, mecánicas, máquinas y todo artefacto integrado permanentemente a la estructura.

2.16.3 Carga viva (L).

La carga viva, también llamada sobrecargas de uso, que se utilizara en el cálculo depende de la ocupación a la que está destinada la edificación y están conformadas

por los pesos de personas, muebles, equipos y accesorios móviles o temporales, mercadería en transición, y otras. (NEC, 2015)

2.16.4 Carga de viento (W).

Es una carga ambiental que ejerce cierta presión lateral sobre una estructura, tiene variaciones que dependerán del tipo de terreno, el área, la altura que tendrá sobre el suelo la edificación, entre otros factores.

2.16.5 Carga por sismo (E).

Liberación de energía tanto verticales como horizontales simultaneas que afectan a una estructura debido a un movimiento de la corteza terrestre. Los parámetros geotécnicos son un factor a tener en cuenta al momento de levanta una estructura.

2.16.6 Combinación de carga.

En la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15) establece las diferentes combinaciones de carga que se debe tener en cuenta al momento del análisis y diseño de una estructura. También establece condiciones para los métodos de factores de carga y resistencia (LRFD) y diseño por esfuerzos permisibles (ASD), mediante la siguiente tabla.

Tabla 3

Combinaciones de Carga

<i>Combinaciones de Carga</i>	
Combinación 1	1.4D
Combinación 2	1.2D + 1.6L + 0.5max (Lr, S; R)
Combinación 3	1.2D + 1.6max (Lr, S; R) + max (L; 0.5W)
Combinación 4	1.2D + 1.0W + L + 0.5max (Lr, S; R)
Combinación 5	1.2D + 1.0E + L + 0.2S
Combinación 6	0.9D + 1.0W
Combinación 7	0.9D + 1.0E

Nota. Tomado de (Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC - SE -CG, 2015)

2.17 DISEÑO SÍSMICO.

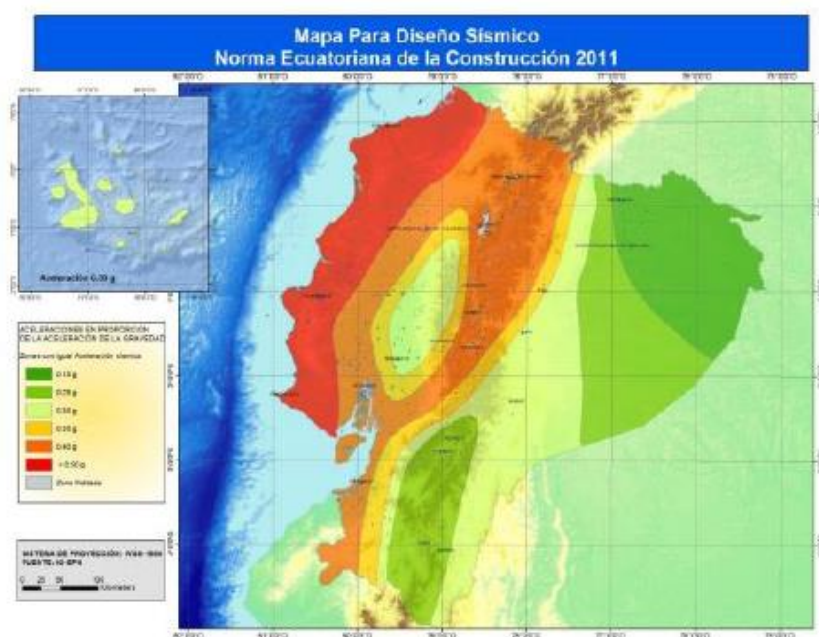
La zonificación sísmica se conoce al proceso en donde se establece el trazado o lugar geográfico mediante a un mapa de un mapa, éste se divide en regiones de varias zonas clasificadas de acuerdo con el grado de riesgo sísmico en las que están.

2.17.1 Factor z (zonificación).

detalla un mapa con la respectiva clasificación de zonificación sísmica en Ecuador, en donde se puede apreciar que la región costa, sierra y amazonia; además de la región litoral en denominada con más riesgo sísmico siendo su aceleración en proporción a la aceleración de la gravedad de un valor $> 0.5g$, siendo la región amazónica la zona que menos riesgo sísmico representa.

Figura 23

Mapa de diseño sísmico



Nota: Tomado de NEC-SE-DS (2015)

2.17.2 Tipos de perfil de suelo para diseño sísmico.

Para el respectivo diseño sísmico de la estructura se debe tener en cuenta el tipo de suelo perteneciente a las zonas específicas. Los suelos se dividen en categorías

como: A, B, C Y D. Dentro del diseño sísmico de las estructuras se tiene que tener en cuenta el tipo de suelo que se encuentra en zonas específicas. Los tipos de suelo se dividen en varias categorías, en donde se consideran las propiedades mecánicas y la capacidad que tienen para transferir cargas sísmicas.

2.17.3 Cortante Basal.

(SIGUENZA, 2022) Nos dice que el cortante basal o base resulta del nivel de cargas ultimas establecidas en la base de la estructura y estas deben ser aplicadas a cada piso; siendo la suma total de todas ella el resultante de fuerza elástica de la estructura, determinada por la siguiente ecuación:

Ecuación 2.4

$$V = \frac{ISa(Ta)}{R\phi_p\phi_E} W$$

En donde:

I: Coeficiente de importancia

Sa (Ta): Espectro de diseño en aceleración

R: Factor de reducción de resistencia sísmica

ϕ_P y ϕ_E : Coeficiente de configuración en planta y elevación

W: Carga sísmica reactiva

2.17.4 Derivas.

Las derivas de pisos en estructuras relativamente son deformaciones entre los niveles de pisos de una edificación siendo ocasionado cuando hay un evento sísmico.

Según (Norma Ecuatoriana de la Contrucción (NEC), 2015) las derivas máximas permitidas son de 2%, debidamente para el cálculo de derivas inelásticas se debe usar formulas; además es de suma importancia evaluar los tipos de daños que estas provocan en las estructuras durante el evento sísmico, de manera que se reconocerán y se catalogarán según su nivel.

A continuación, se determina la formula inelástica.

Ecuación 2.5

$$\Delta M = 0.75 \times \Delta s \times R$$

Siendo:

ΔM: Deriva inelástica máxima de piso

Δs: Deriva inelástica de piso

R: Factor de reducción de resistencia

2.17.5 Torsiones.

(Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), 2015) Nos determina que para el análisis de todo diseño sísmico se debe considerar los efectos torsionales, incluyendo los efectos debidos a la torsión accidental. Cuando se utilizan modelos tridimensionales en el análisis, los efectos de la torsión accidental deben considerarse mediante una apropiada localización de las masas y rigidez.

2.18 ETABS.

ETABS es una herramienta con alta capacidad para el análisis lineal y no lineal, opciones para la experimentación con una amplia gama de materiales, generación de gráficos muy limpios y explicativos, diseños esquemáticos y la generación de informes, tiene la capacidad de cubrir todos los pasos para el modelamiento, creación y generación de detalles de una estructura. Diseños CAD pueden convertirse directamente en modelos ETABS o usarse como plantillas a partir de los cuales se puede realizar el modelado.

Está incluido el dimensionamiento de estructuras metálicas y de hormigón armado con optimización automatizada, así como de vigas y pilares mixtos, de muros de hormigón y mampostería, y también la comprobación de seguridad de conexiones y chapas metálicas. En el caso de estructuras de hormigón armado y estructuras metálicas, es posible obtener diseños esquemáticos del modelo, cuadros resumen

de armaduras, tablas informativas de los perfiles y conexiones dimensionadas, detalles de los elementos estructurales y respectivos cortes. (CSI SPAIN)

ETABS proporciona un conjunto inigualable de herramientas para ingenieros de estructuras que modelan y dimensionan edificios – tanto edificios industriales de un piso, como también torres de varios pisos. Con enormes capacidades y de fácil uso, desde su primera edición ETABS no pierde sus principales características, proporcionando a sus usuarios un software tecnológicamente avanzado, productivo e intuitivo. (CSI SPAIN)

2.19 DISEÑOS PLANOS EN SOFTWARE AUTOCAD

Los planos sirven para trazar dibujos de vista de un proyecto de edificio, de manera que el software AutoCAD Architecture 2024 cuenta con componentes y herramientas, registrando el diseño de espacio de papel que se ha registrado como un plano. Un plano varias vistas deben guardarse en dibujos individuales, cada uno con un diseño de plano. El nombre del dibujo debe ser el número del plano dentro del conjunto de planos. El Navegador de proyectos del conjunto de herramientas de AutoCAD Architecture 2024 sigue esta norma, de modo que cada plano nuevo se coloca en un dibujo de plano nuevo. (Autodesk, 2024)

2.20 ANÁLISIS FINANCIERO

Proceso en el cual se analiza la viabilidad del proyecto que se va a llevar a cabo, en construcción es importante tener en cuenta la variación de precios de los materiales, costos de mano de obra, costos administrativos, entre otros, y el tiempo que se tomara al momento de construir.

2.21 ANÁLISIS PRESUPUESTARIO

Estudio mediante el cual se controla y gestiona la planeación, programación, evaluación y ejecución de una obra. Los análisis de precios unitario, de costos directos e indirectos.

2.21.1 Presupuesto.

(CYPE, 2022) define que, el presupuesto de obra es la estimación de cuánto costará realizar un proyecto de construcción. Puede ser una obra de edificación, pavimentación u otras obras públicas. Forma parte del expediente técnico, el cual es importante para que una obra se ejecute de manera adecuada. Un presupuesto de obra contiene información sobre las medidas, precios e incluso las condiciones en las que se construirá la obra.

2.21.2 Costos directos.

Son todos los gastos que estén directamente relacionados con la obra de construcción. Los costos directos incluyen: costos de la construcción del edificio, adquisición de tierra, servicios, incluyen sanitarios y alcantarillado pluvial, líneas de agua, de gas y eléctrico, nivelación del sitio, control de erosión y sedimentación, pavimento de las calles, bordillos, cunetas y aceras, etc. (WICITEC, 2018)

Los costos de herramientas y mano de obra también entran como costos directos de obra, puestos que estos garantizan la calidad, eficacia y eficiencia con la que se va a realizar el trabajo.

2.21.3 Costos indirectos.

Son los gastos generales que permiten la ejecución de los trabajos que atañen al proyecto de obra civil. Los costos indirectos engloban: gastos de administración, dirección técnica, organización, vigilancia, transporte de maquinarias, imprevistos, equipo de construcción, construcción de instalaciones generales, inversión publicitaria, etc.

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo.

La investigación es de tipo analítica, porque evaluará el Análisis geotécnico y estructural que dependerá del diseño de la edificación aplicando la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC-15.

3.1.2 Nivel.

Este estudio desarrolla un análisis investigativo, descriptivo y experimental del estudio de los parámetros de suelo y el cálculo de dimensionamiento de viga y columna de acero para una edificación de 2 plantas que dependerá del diseño del mismo.

3.2 MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1 Método.

El análisis investigativo está basado en un método y formulaciones matemáticas en un libro Excel, en el que se emplean normas y modelos numéricos para el cálculo del dimensionamiento de viga y columna de acero; así mismo para determinar la cuantía mínima de acero y la tipología de losa de acero Steel Deck.

Posteriormente la descripción está basada en la utilización de las normas NEC (Norma Ecuatoriana de Construcción) y el uso de los parámetros del suelo y su cimentación.

Mediante esto se direcciona la experimentación mediante los ensayos de laboratorio de suelo que determinara su simbología y clasificación; de la misma manera para la comprobación estructural se usara el software Etabs.

3.2.2 Enfoque.

El enfoque del análisis e investigación es cuantitativo porque las variables dependientes del estudio son cuantificables numéricamente.

3.3 DISEÑO.

El diseño de la investigación es experimental porque su estudio se basa en el análisis geotécnico y estructural que posteriormente podrán ser experimentados dando resultados.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.4.1 Población.

La población de estudio en este caso es la comunidad universitaria de la carrera de ingeniería civil, puesto que serían los beneficiarios del proyecto de ampliación del laboratorio de suelo con estructura de acero tanto en losa, vigas, columnas y diseño de cubierta metálica.

3.4.2 Muestra.

Para ello tomamos una pequeña muestra de la comunidad universitaria de la carrera de ingeniería civil, la cual representaría a la población de interés de este proyecto.

3.5 UBICACIÓN DEL SECTOR DE ESTUDIO

El laboratorio de suelos se encuentra ubicado en Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal Península de Santa Elena y su diseño de ampliación estará basado en la norma NEC (Norma Ecuatoriana de Construcción)2015.

Figura 24

Mapa de la Universidad Estatal Península de Santa Elena



Nota: Tomado de Google Earth.

Figura 25

Mapa del Laboratorio de Suelos, Hormigones y Asfalto, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Estatal Península de Santa Elena



Nota: Tomado de Google Earth.

3.5.1 Ubicación de sondeos.

Se estableció realizar 1 sondeo el 10 de abril del presente año en el laboratorio de suelo, hormigones y asfalto, para la debida extracción de muestras a una profundidad de 5 metros, obteniendo 5 muestras por cada 1m in Situ.

Tabla 4

Ubicación de sondeo

Sondeo	Lugar de Sondeo	coordenadas		Profundidad
N°	Santa elena-La Libertad	ESTE	NORTE	D(m)
P1	UPSE	22341821	808803529	5

3.6 PROCESO DE METODOLOGÍA

3.6.1 Descripción.

El presente proyecto se realizará mediante el análisis geotécnico que determinará el estudio del suelo y sus parámetros, los mismo que serán establecidos por los ensayos respectivo, posteriormente se realizará un estudio de clasificación que ayudaran a determinar el diseño de cimentación con teoremas aplicados.

De la misma manera el análisis estructural se presentará mediante el software Etabs que comprobará lo resultado planteados en el diseño, esto será ejecutado aplicando norma ecuatoriana NEC 15.

3.7 METODOLOGÍA DEL OE.1: ELABORAR UN DISEÑO ARQUITECTÓNICO Y ESTUDIO DE SUELO PARA LA AMPLIACIÓN DEL LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTO CONSIDERANDO LA EDIFICACIÓN ACTUAL MEDIANTE UN RELEVAMIENTO ARQUITECTÓNICO, ESTRUCTURAL, ELÉCTRICO Y SANITARIO QUE SE ADAPTE A LAS NECESIDADES FUTURAS.

El primer objetivo del proyecto establece la elaboración de un diseño arquitectónico que cumpla con las necesidades actuales y futuras del laboratorio, de tal manera que mediante el relevamiento arquitectónico, estructural, eléctrico y sanitario de la edificación actual daremos paso a conocer las condiciones de la misma y determinar un estudio de suelo.

Se determino accionar un relevamiento arquitectónico mediante el replanteo y diseño de planos en el software AutoCAD lo que nos permitieron transferir las dimensiones del sitio constructivo en documentos gráficos, posteriormente se procedió a establecer el tipo de edificación necesaria para la ampliación del laboratorio de suelos, hormigones y asfalto, cabe mencionar que se debe realizar un análisis a la estructura existente y determinar su resistencia ante lo mencionado.

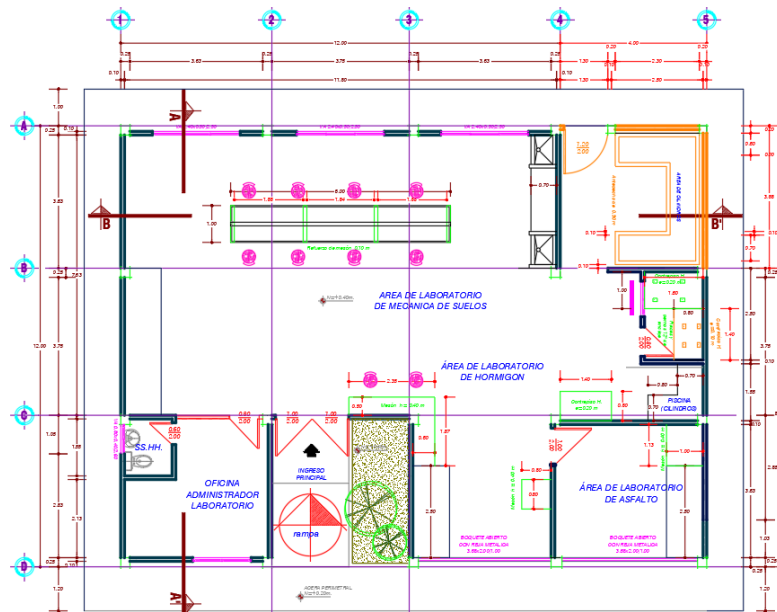
Siguiente los parámetros constructivos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NE-15); cuyos *Códigos y Normativas empleados para el diseño de estructuras de hormigón y acero que se reflejan en la tabla 3*. Actualmente dicha edificación está hecha de hormigón (columnas, vigas, losa y paredes de bloque) con acabado de cade, cuenta con un área de 144m².

3.7.1 Diseño Arquitectónico actual.

A continuación, se detalla los planos obtenidos del relevamiento.

Figura 26

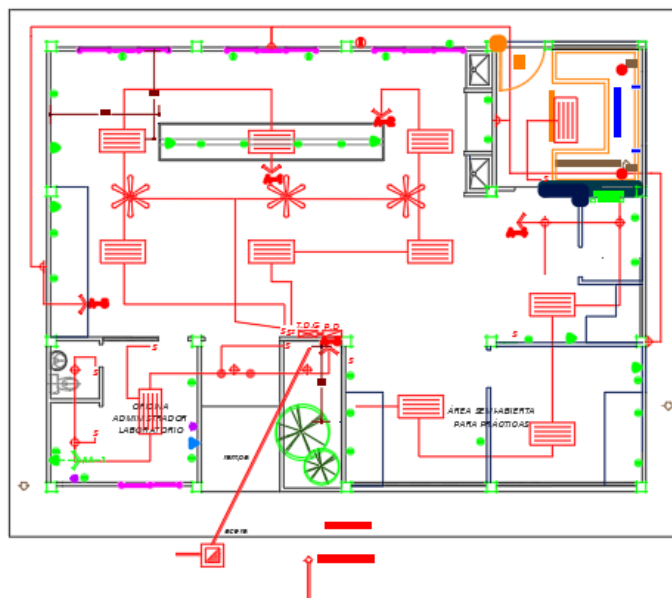
Distribución arquitectónica de áreas de laboratorio actuales



Nota: Tomado de AutoCAD

Figura 27

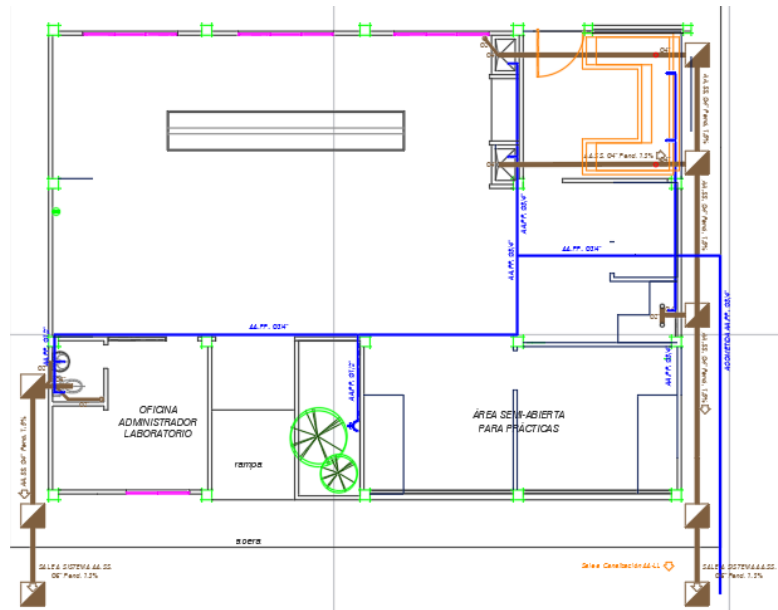
Distribución actual del Plano Eléctrico del laboratorio



Nota: Tomado de AutoCAD

Figura 28

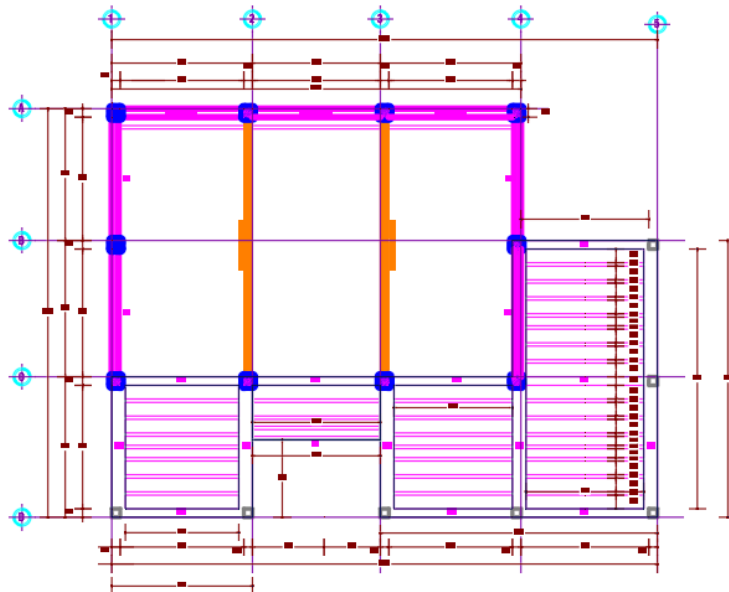
Distribución actual del Plano Sanitario del laboratorio



Nota: Tomado de AutoCAD

Figura 29

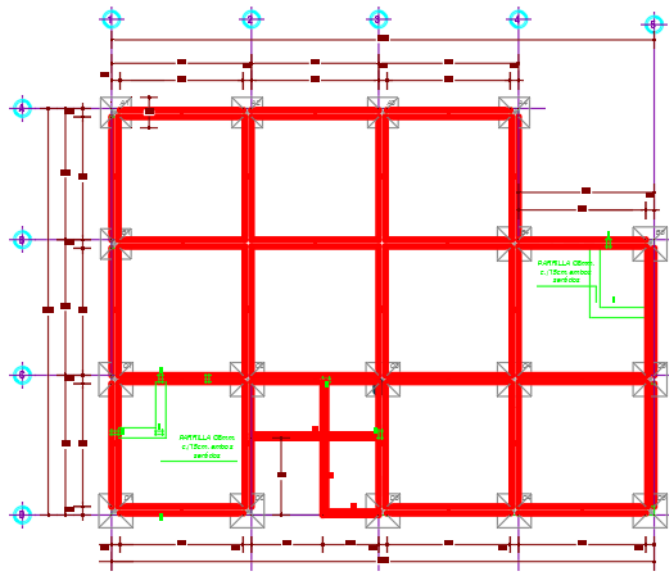
Distribución actual del Plano Estructural del laboratorio



Nota: Tomado de AutoCAD

Figura 30

Distribución actual del Plano de Cimentación del laboratorio



Nota: Tomado de AutoCAD

Figura 31

Plano de Fachada Actual



Nota: Tomado de AutoCAD 2024

3.7.1.1 Descripción cualitativa y cuantitativa del relevamiento

La edificación actual de una sola planta cuenta con un área total de 192m², construida de hormigón en su totalidad; su construcción fue El 03 de junio de 2014; dicha obra estuvo a cargo del Ing. Joffre Miguel Muñoz Catuto con un presupuesto estimado de \$57.573,90. Como puntos clave cabe señalar que la edificación actual

carece de espacio suficiente y no satisface la cantidad de estudiantes, docentes, tesis y pasantes que cumplen labores en el mismo.

Mediante el relevamiento encontrado se estableció que la estructura actual a merita una restructuración en cuanto a áreas para los debidos ensayos y que estos deben contar cada uno con sus respectivos lugar, maquina y herramientas de utilización que no interfiera entre ellos, para lo cual se analizó mediante el estudio de suelo y estructura de la edificación para los respectivos tramites de evalúo para la “Ampliación del Laboratorio de Suelos, Hormigón y Asfalto de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería”, los registros fotográficos se encuentran en el Anexo 1.

3.7.2 Estudio de suelo.

Para el debido estudio geotécnico se procedió a recopilar datos respecto al tipo de suelo en donde se edificará la estructura; a su vez se procederá a determinar el perfil estratigráfico del suelo mediante los ensayos de laboratorios y clasificación SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) siguiendo los parámetros, su comportamiento y capacidad portante mediante el análisis de esfuerzo admisible siguiendo las normativas de construcción y los requerimientos específicos para el diseño de zapatas para la estructura. La elaboración de sondeos es primordial para la obtención de información necesaria del subsuelo en donde está ubicado la estructura a ampliarse, por lo que la Tabla 5 muestra el número de sondeos que se debe realizar.

Tabla 5

Número mínimo de sondeos y profundidad

CATEGORÍA DE UNIDAD DE CONSTRUCCIÓN			
Baja	Media	Alta	Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m.	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m.	Profundida d Mínima de sondeos: 25 m	Profundida d 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 (Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC - SE -CG, 2015)

3.7.3 Obtención de Muestras y Ensayos.

Todo proceso constructivo debe empezar por un análisis geotécnico que estudie el suelo, permitiendo al ingeniero conocer su naturaleza en base a sus conocimientos y equipos que respalden la actividad experimental. En el proceso de ejecución se requirió el sondeo de perforación SPT in situ, cuyo ensayo se encarga de determinar los parámetros geotécnicos del suelo y es usado a nivel mundial ya que permite recuperar muestras alteradas de suelo, a su vez se detalla en la Tabla 6, los ensayos y normas estandarizadas a usarse.

Tabla 6

Normas y Ensayos de laboratorio

ENSAYOS DE LABORATORIO	NORMA	NÚMERO DE MUESTRAS	NÚMERO DE ENSAYOS
Penetración Estándar (SPT)	ASTM D 2488	5	5
Contenido de Humedad Natural	ASTM D-2216	5	5
Granulometría	ASTM D-422	5	5
Límites de Atterberg (Limite líquido y plástico)	ASTM D-4318	5	2
Gravedad específica	ASTM D854-14	5	5

3.7.3.1 Ensayo SPT (Penetración Estándar)

El equipo se encarga de utilizar un dispositivo de penetración estándar a 45 cm por determinado número de golpes en cada estrato, el ensayo In Situ consistió en realizar 1 sondeo obteniendo 5 muestras a 5 metros de profundidad, los mismo que fueron analizados en pruebas de ensayos.

▪ Procedimiento de campo

Para la debida ejecución del ensayo de penetración Estándar se determinó realizar una perforación a 6 metros de altura en la zona donde se edificará la estructura, se procedió a inyectar agua hasta la profundidad a la que se deseaba extraer la muestra con una bomba. Luego se baja la cuchara partida amarradas por poleas de extremo a extremo y con ayuda del operador comienza la perforación, los respaldos fotográficos se adjuntan en el Anexo 2.

Una vez que la cuchara comienza a sacar muestra es necesario sacar relleno que tenga el subsuelo por contaminación de tierra en este caso fue de 30cm de relleno, luego para llegar al fondo de la perforación, se deja caer libremente un martillo de 140 libras (63,5 kg), desde una altura de 30" (762 mm), contando el número de golpes del martinete correspondiente a cada etapa de 15 centímetros, así como se muestra en la tabla 7 de las muestras de SPT. Las muestras recuperadas fueron etiquetadas por número y profundidad; posterior a esto fueron llevadas al laboratorio de Suelos, como indica la norma ASTM D 4220.

Tabla 7

Muestras de ensayo SPT

MUESTRA RELLENO	PROFUNDIDAD(m)	SPT			N NUMERO DE GOLPE
		15CM	30CM	45CM	
1	0,30 - 1,00m	5	3	3	6
2	1,00 - 2,00m	1	3	4	7
3	2,00 - 3,00m	9	8	19	27
4	3,00 - 4,00m	15	16	23	39
5	4,00 - 5,00m	15	18	48	66

No obstante, se debe tener en consideración que, si se alcanza los 50 golpes sin que se penetre alguna de las etapas de 15 cm, se debe paralizar la prueba porque está siendo alterado el suelo en exceso.

- **Nivel freático**

Mediante la perforación realizada se pudo presenciar que antes de la inyección de agua para agilizar el descenso del martillo, no había presencia de nivel freático (SNF) durante los 5 metros de profundidad.

3.7.3.2 Ensayo Contenido de Humedad Natural

Se determino el contenido de humedad de las muestras obtenidas en campo, se tomó las 5 muestras aplicando la norma ASTM D-2216; en general todo el proceso y los datos registrados se encuentran plasmado en las tablas de formatos de ensayos presentes en los anexos 7; dichos procesos se realizaron aplicando las fórmulas correspondientes.

- **Procedimiento de laboratorio**

Una vez tomada cada muestra del sólido en estado natural, se tomó nota de los datos como peso de tara y peso de muestra, una vez realizado este proceso se introduce al horno, ahí se calienta a una temperatura de más de 100 grados Celsius, durante 24 horas, dicho proceso ayuda a producir la evaporación del agua, a su vez se debe ser cuidadoso de no sobrepasar el límite, para no correr el riesgo de que el suelo quede cremado alterando su contenido, luego se vuelve a pesar y se determina la cantidad de agua evaporada y la muestra se encuentra seca, los respaldos fotográficos a estos ensayos están adjuntos en el Anexo 3.

3.7.3.3 Ensayo Granulométrico

El análisis granulométrico por tamización se realiza hasta las partículas de suelo retenidas en el tamiz No. 200 (0.074 mm), y consiste en hacer pasar el suelo a través de un juego de tamices de aberturas conocidas. Por tanto, el tamaño o diámetro de

la partícula está definido por la dimensión lateral o lado de la abertura cuadrada del tamiz, los datos se encuentran plasmado en las tablas de formatos de ensayos presentes en los anexos 12.

▪ **Procedimiento de laboratorio**

Una vez obtenida las muestras de cada estrato se procede a pesar la bandeja, luego pesamos las muestras en este caso se determinó que las muestras eran finas según su textura, se procedió a lavar las muestras que estaban sucias, se realiza el secado metiendo las muestras al horno durante 24 horas, una vez secadas se procede a realizar el proceso granulométrico por vía fina como lo indica la norma ASTM D-422, por medio de las tamices se pudo obtener los datos del retenido y pasante del 200 para la curva granulométrica, los respaldos fotográficos a estos ensayos están adjuntos en el Anexo 4.

3.7.3.4 Ensayo de Límites de Atterberg (Límite líquido y plástico)

Los ensayos de límites de Atterberg de laboratorio están normalizados por la ASTM D-4318, estos permiten dar el rango límite de humedad del suelo que ayuda comprender su comportamiento mecánico. Para obtener dichos datos se tomó 5 muestras correspondiente a los 5 estratos extraídos y se trabajó con todo el material menor que la malla #40 (0.42 mm); trabajando no solo con la parte fracción de la arena, sino que también el parte retenido de la malla#200, incluyendo la fracción fina del suelo.

▪ **Procedimiento de laboratorio de Límite Líquido**

Para el respectivo ensayo de **límite líquido** se requirió manipular la muestra agregándole agua y formando una pasta semilíquida homogénea, una vez sea consistente se usa la copa de casa grande moldeando al ras, luego se traza una línea con el ranurador dejando un espacio y se procede a girar manivela de manera uniforme a una velocidad de dos revoluciones/seg dando los respectivos golpes contándolos hasta que la muestra se una a la línea dejada antes. Por último, la muestra es colocada en una tara nueva, la pesamos y es la llevada al horno por 24H

en las muestras sacadas del horno se toma el peso seco; este proceso se realiza 3 o 4 veces por número de golpes de rango (10,20,30 y 40) de ser necesario.

▪ **Procedimiento de laboratorio de Límite Plástico**

Para el proceso de este ensayo se requirió remoldear las muestras de suelo, en primer lugar, se destruye su estructura original con cierto contenido de agua y moldeando tiras finas de 3 mm de diámetro. Luego se coloca en taras pequeñas, se pesa y posteriormente son llevadas al horno por 24H, posteriormente se retira tomando los datos correspondientes, los respaldos fotográficos a estos ensayos están adjuntos en el Anexo 5.

Se requirió hacer dicho proceso con las 5 muestras, no obstante, se pudo constatar que solo la muestra 1 cumplía los parámetros para dicho ensayo, pues la textura del restante presentaba presencia de arena, así como se muestra en el Anexo 18.

Para la obtención del **índice de plasticidad** se determinó realizar la diferencia del límite líquido y límite plástico, de la obtención de los datos de cada uno, estos datos se encuentran plasmado en las tablas de formatos de ensayos presentes en los anexos 7.

3.7.3.5 Ensayo de Gravedad específica

El ensayo de gravedad específica se encarga de analizar el peso específico del suelo, estos deben pasar la malla #40 en caso de ese fino, los datos se encuentran plasmado en las tablas de formatos de ensayos presentes en los anexos 20.

▪ **Procedimiento de laboratorio**

Se Llena un matraz con agua destilada a una temperatura ambiente, pesa el matraz con agua, luego se introdujo la muestra seca ya pasada del tamiz, se vuelve a pesar con el material, posteriormente en llevado a punto de ebullición en una tara con glicerina, una vez evaporado un porcentaje del agua es pesado nuevamente pero este debe tener la misma temperatura del inicio, se requirió hacer el proceso a las 5 muestras de la extracción, los respaldos fotográficos a estos ensayos están adjuntos en el Anexo 6.

3.8 METODOLOGÍA DEL OE.2: ELABORAR EL DISEÑO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA AMPLIACIÓN DEL LABORATORIO MEDIANTE EL SOFTWARE ETABS APLICANDO LA NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN NEC-15.

Para elaborar el diseño de ampliación del nuevo Laboratorio de Suelos, partimos de los requerimientos que se necesitan; por ejemplo, adecuar áreas para cada ensayo por separado, porque no todos los ensayos son de suelos, también están los ensayos de hormigón y los de pavimentos. Entonces partiendo de este requerimiento se procede a establecer áreas amplias y adecuadas para su funcionamiento e interacción estudiante-profesor.

Una vez elaborado y definido el diseño del plano arquitectónico final con el que se va a trabajar, se analizan los parámetros constructivos establecidos según la NEC-2015, con el fin de llevar a cabo el modelado y análisis en el software Etabs.

Para diseñar esta estructura se deben seguir las especificaciones establecidas en la normativa NEC-2015 considerando los tomos: Cargas No Sísmicas, Diseño Sísmico y Estructuras de Acero, para cumplir con sus respectivos lineamientos, sin embargo, se debe tener en cuenta que para diseñar pórticos laminados en caliente debe basarse en las normas de diseño AISC.

Se debe realizar un predimensionamiento y diseño de losa que vayan acorde a la normativa correspondiente, a su vez, un cálculo adecuado servirá de guía para el modelado de la estructura en el software, en el cual se determina los factores de resistencia, las cargas de diseño y la capacidad sísmica de la estructura.

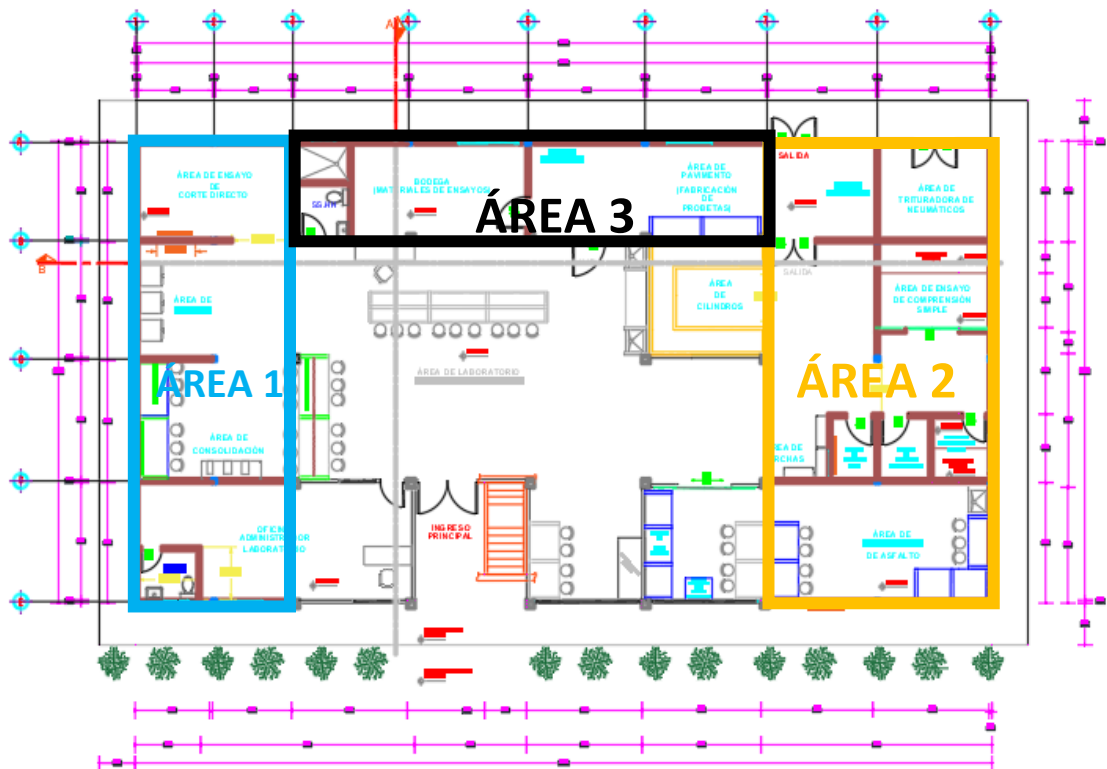
3.8.1 Descripción y distribución arquitectónica del proyecto

La edificación tendrá un desplazamiento hacia los lados laterales y en la parte de atrás de la estructura existente, del lado izquierdo (área 1,) se desplazará con 5.28m de ancho x 14.85 mm de largo, con un área de 78.41m^2 , en el lado derecho (área 2)

se desplazará con 7.58m x 18.45m, con un área de 112.56m² y en la parte de atrás (área 3) se desplaza con 16m x 3.25m, con un área de 52.00m², áreas divididas como se muestra en la figura. Dando como resultado un área de construcción de 243m² en total para la ampliación en la plata baja.

Figura 32

Vista en planta del plano arquitectónico. Planta baja.



Nota: Tomado de AutoCAD

Así mismo esta edificación constará con 2 niveles, tendrá una elevación vertical el cual tendrá un área de 386.77m², con una altura de 3m entre pisos, dando como resultado un área de construcción de 629.77m². Las cuales estarán distribuidas de la siguiente manera:

Planta baja estará dividida en las siguientes áreas; área de ensayo de corte directo, un baño para el personal del laboratorio, bodega general, área de pavimento - área de concreteras, área de trituradora de neumáticos, área de ensayo de compresión simple. área de consolidación, área de abrasión de los ángeles, área de Máquina de Proctor, área de laboratorio de asfalto, bodega de artículos topográficos, un área de

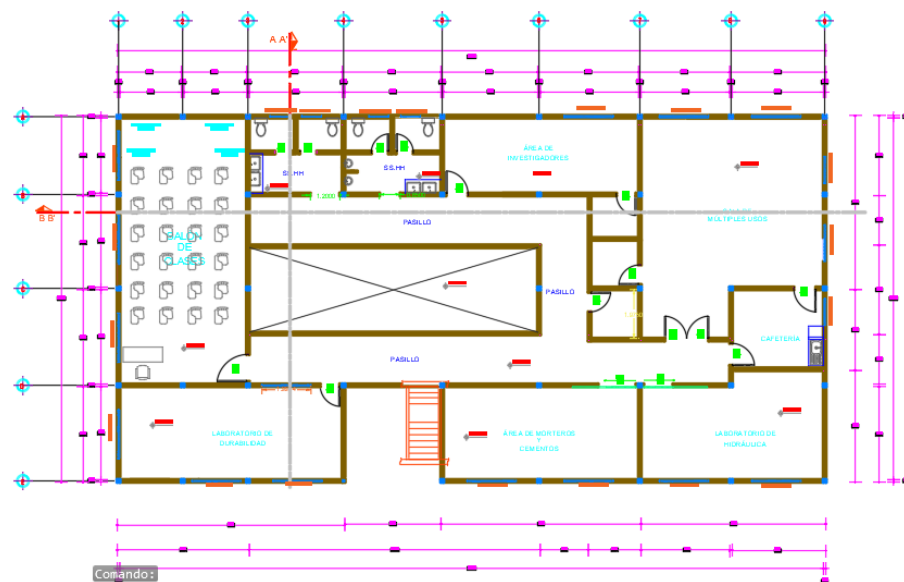
perchas, tener una bodega de artículos, ampliar el área de hornos y modificar el área de cilindros existente, ampliación de la oficina administrativa y reubicación del baño de oficina.

En la **plata alta** estará conformado por un salón de clases, tendrá baños generales para hombres y mujeres, un área de investigaciones, área para el laboratorio de durabilidad, área de morteros y cemento, un laboratorio de hidráulica, una sala de múltiples usos, una cafetería, un área de bodega y los pasillos.

En la parte frontal de la fachada se podrá observar la escalera para subir al segundo nivel de la edificación.

Figura 33

Vista en planta del plano arquitectónico. Planta alta



Nota: Tomado de AutoCAD

Esta estructura estará diseñada por vigas, columnas, losa y cubierta de acero estructural (Acero A36), se usará este tipo de material para la construcción de la ampliación de Laboratorio debido a su rapidez de ensamblaje, manejo, reducción de tiempo y costos del proyecto.

Hay que tener en cuenta que construir con acero estructural tiene muchas ventajas como resistencia a pesos grandes, durabilidad del material, facilidad de instalación, menor costo en el mantenimiento, es más ligero que una estructura de hormigón,

ductilidad al momento de las deformaciones y ofertando una ventaja resistente a peligro sísmico.

3.8.2 Diseño de cimentación superficial

Para la elaboración del diseño de cimentación superficial el capítulo de la (NEC, 2015) y (Das, Fundamentos de la Ingeniería de Cimentaciones, 2012), determinan parámetros básicos del comportamiento del suelo para la construcción de edificaciones. Los cimientos deben cumplir características geomecánicas y garantizar estar situados sobre material que tenga resistencia, manteniéndose por debajo de los estados límite de falla (capacidad de carga) y de servicio (asentamientos) en los diseños de cimentaciones.

Para determinar el tipo de cimentación se deberá comprobar la Ecuación 3.1 que se define como la relación entre la profundidad (DF) en donde estará ubicado la estructura y (B) el ancho de la estructura.

Ecuación 3.1

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

$$\frac{1.05m}{28.75} \leq 4 = 0,0365 \leq 4 = \text{cimentación superficial}$$

3.8.2.1 Zapata aislada.

Para el dimensionamiento de la zapata aislada se requirió establecer la relación entre la carga que se le aplica a la columna sin mayorar y el peso neto del suelo para conocer el área de la zapata determinando en la Ecuación 3.2, 3.3 y 3.4 lo siguiente:

Ecuación 3.2

$$A_z = \frac{P}{\sigma_{neto}} = \frac{\text{Volumen de columna} \times \text{Densidad del acero}}{DF \times \gamma_s}$$

$$\text{Volumen de Columna} = \text{AREA} \times \text{ALTURA}$$

$$\text{Volumen de Columna} = 0,15\text{m} \times 0,15\text{m} \times 3,05\text{m} = 0,06862\text{m}^3$$

$$\text{Densidad del acero} = 7850 \text{ kg/m}^3$$

Ecuación 3.3

$$P = 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,06862\text{m}^3 = 538,67\text{kg}$$

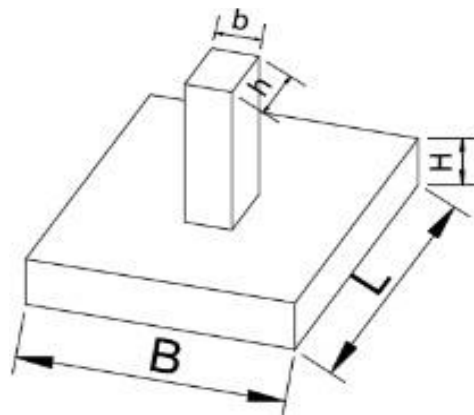
Ecuación 3.4

$$\sigma_{\text{neto}} = DF \times \gamma S = 1,05\text{m} \times \frac{2,125\text{kg}}{\text{m}^3} = 2,23\text{kg/m}^2$$

$$Az = \frac{P}{\sigma_{\text{neto}}} = \frac{538,67\text{kg}}{2,23\text{kg/m}^2} = 241,5 \text{ m}^2$$

Figura 34

Vista tridimensional de la zapata aislada



Nota: Tomado de (Das, *Fundamentos de la Ingeniería de Cimentaciones*, 2012)

3.8.2.2 Dimensionamiento de zapata aislada.

Para el dimensionamiento de la zapata se determinó que sería cuadrada, por lo tanto, los valores de B y L son iguales, este valor se obtendrá del cálculo con la fórmula de terzaghi, así como se muestra en la tabla 11; se usara valores asumidos tanto para H y para el recubrimiento en este caso H asumimos como 0,15m y determinamos el peralte efectivo d en la ecuación:

Ecuación 3.5

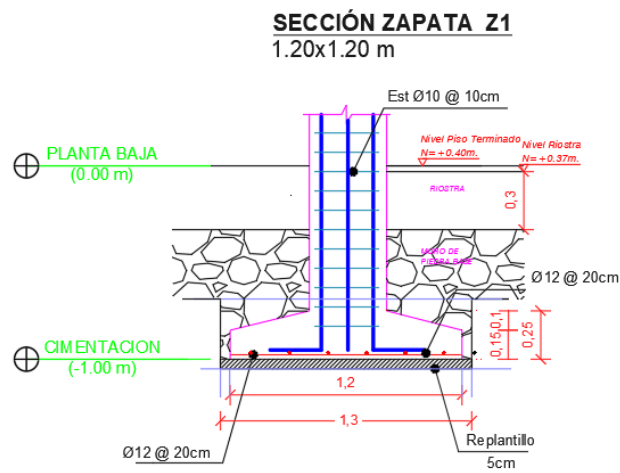
$$d \text{ Peralte Efectivo} = H - \frac{\Phi \text{ Barra}}{2} * \text{recubrimiento}$$

$$d \text{ Peralte Efectivo} = 0.25 - \frac{\Phi 6}{2} * 0.05$$

$$d \text{ Peralte Efectivo} = 0.1m$$

Figura 35

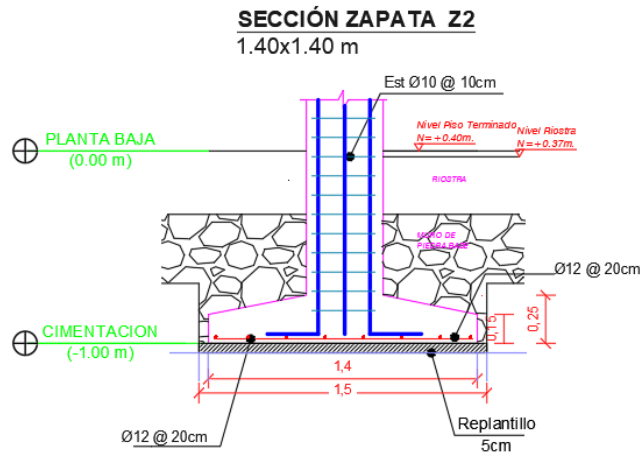
Plano Estructural-Sección de Zapata Z1



Nota: Tomado del Software AutoCAD 2025

Figura 36

Plano Estructural-Sección de Zapata Z2



Nota: Tomado del Software AutoCAD 2025

3.8.2.3 Capacidad de carga y factor de seguridad

Los factores de seguridad se usarán para determinar los límites de falla y de servicio, en el factor de seguridad indica bajo el criterio de resistencia al corte podrán ser utilizados los siguientes Factores de Seguridad Indirecta Mínimos (FSIM) para la capacidad portante de cimientos superficiales y de punta de cimentaciones profundas se detalla a continuación en la tabla 8.

Tabla 8

Factores de Seguridad Indirectos Mínimos, F.S.I.M.

Condición	F.F.S.I. 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)*

La carga capacidad portante representa el esfuerzo aplicado sobre un suelo por medio de una cimentación, este se refiere a la capacidad de una estructura para soportar cargas aplicadas sobre la misma.

Ecuación 3.6

$$q_{adm} = \frac{q_u}{f_s}$$

qu= Capacidad de carga última.

Fs= Factor de Seguridad.

3.8.2.4 Carga Mayorada

Para determinar la carga que se distribuirá, se necesita realizar una relación entre la carga mayorada que aplican las columnas de acero dividido por el área de la zapata.

Ecuación 3.6

$$\text{carga distribuida } Wu = \frac{Pult}{Az}$$

$Pult$ = Peso de la columna Mayorada

Az = Área de zapata

Tabla 9

Combinación de Carga

<i>CARGAS VIVAS</i>	540	Kg/m ²
<i>CARGAS MUERTAS</i>	785,27	Kg/m ²
<i>CARGA TOTAL</i>	1806,32	Kg/m ²

$$\text{carga distribuida } Wu = \frac{1806,32 \text{ kg/m}^2}{241,5 \text{ m}^2} = 75 \text{ Kg}$$

Una vez realizado el dimensionamiento de la zapata se obtienen los siguientes datos

Tabla 10

Dimensionamiento de zapata

DATOS Y DIMENSIONES DE ZAPATA					
BXL	B	1,2	M	120	CM
	L	1,2	M	120	CM
BASE	AREA	1,44	M	14400	CM
PROFUNDIDAD DE FUNDACIÓN	Df	1,05	M	105	CM
RIOSTRA	R	0,3	M	30	CM
MURO DE PIEDRA BASE	M/B	0,42	M	42	CM
COTA ENTRE NP-NR	NP-NR	0,03	M	3	CM
REPLANTILLO	RPL	0,05	M	5	CM
TIPO DE ZAPATA		M		CM	
CON PERLATE	Zu	0,1	0,15	10	15

3.8.2.5 Método de Terzaghi y Meyerhof

A través del método de Terzaghi o Meyerhof se determinará la capacidad Portante de carga y el ángulo de fricción, de la misma manera el esfuerzo admisible del suelo. Dicho proceso se determina en las ecuaciones siguientes:

Ecuación 3.7 – Terzaghi

$$Q_{adm} = \frac{N * S}{8} = \frac{6 * 2,54^2 cm}{8} = 4,83 kg/cm^2$$

Q_{adm}=Tensión admisible (Kg/cm²).

N: Número de golpes SPT.

S: Asiento admisible (1 pulgada).

Ecuación 3.8 – Meyerhof

$$Q_{adm} = \frac{N * St}{0,13} = \frac{6 * 2,5 * 0,0102 kpa}{0,13} = 1,17 kpa$$

$$Q_{adm} = N * St$$

0.13

Q_{adm}: Tensión admisible (kPa).

N: Número de golpes SPT.

St: Asiento admisible (2.5cm).

Se debe realizar la comprobación de los esfuerzos para determinar los asentamientos que podría tener la estructura según la (Norma Ecuatoriana de la Contrucción (NEC), 2015); los asentamientos diferenciales podrían comprometer la estructura si esta se sobrepasa de 2,50cm.

Tabla 11

Cohesión, peso y ángulo de fricción.

DATOS DE SUELO			
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGIA	UNIDADES	
		kg/m ²	tn/m ²
COHESIÓN	C	0,5	0,05
UNIDADES		kg/m ³	tn/m ³
PESO ESPECIFICO DE SOLIDOS	γ _s	2,125	0,2125
ANGULO DE FRICCIÓN	Θ°	45	0,787318026
CARGA	P	538,67	0,53867
PROFUNDIDAD DEFUNDACIÓN	Df	1,05	0,105

Para determinar la capacidad portante del suelo es necesario tener en cuentas parámetros de los métodos detallados en la tabla 14 fórmulas de terzaghi, cabe decir que estos valores corresponden a la tabla ubicado en el Anexo dichos datos son sacados de la tabla 14.

Tabla 12

Datos de Parámetros Terzaghi

DATOS DE FORMULA DE TERZAGHI	
N_c	172,28
N_q	173,28
N_γ	325,34

3.8.3 Diseño de Placa base y Pedestal

Para el uso del reglamento del ACI-318 en las placas base se detalla las disposiciones mínimas dentro d esto están los anclajes o empernaje. Las placas base

son elementos estructurales cuya función es unir las columnas de acero con la cimentación de hormigón.

Para el dimensionamiento de placa base se utilizó el diseño del concreto al aplastamiento como lo dicta la sección ACI-318-19, la resistencia para estos casos donde la superficie de apoyo es más ancha en todos los lados que el área cargada, se debe escoger un apoyo mayor, dictado en la siguiente tabla.

Tabla 13

Condiciones para el cálculo del aplastamiento del concreto.

GEOMETRÍA DEL ÁREA DE APOYO		BN
La superficie de apoyo es más ancha en todos los lados que el área cargada	El menor de a) y b)	$\sqrt{A2/1} (0.85 f'c A)$ a) $2(0.85 f'c A1)b)$
	Otros casos	$0.85 f'c A1$ c)

Nota: Tomado de las Ecuaciones para determinar la resistencia al aplastamiento del concreto. Fuente: ACI-318 (2019).

Donde:

A1: área de la placa base, mm²

A2: área del pedestal de hormigón, mm²

f'c: resistencia específica a la compresión del concreto, kg/cm²

Estas ecuaciones se deben multiplicar por el factor de resistencia ϕ para LRFD. El valor de este factor está estipulado en la sección J8 de la especificación del AISC-360-16.

Ecuación 3.9

$$\phi = 0.60 \text{ (LRFD)}$$

De igual manera, esta misma sección presenta la capacidad de carga nominal P tal como se expone a continuación.

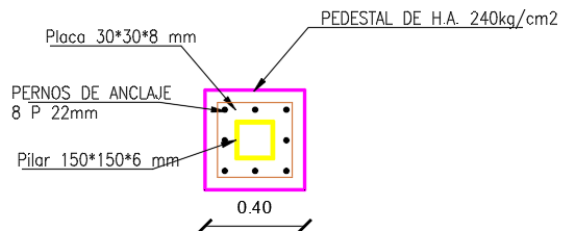
En el área total de apoyo del concreto.

Ecuación 3.10

$$P = 0.85 f'c A1$$

Figura 37

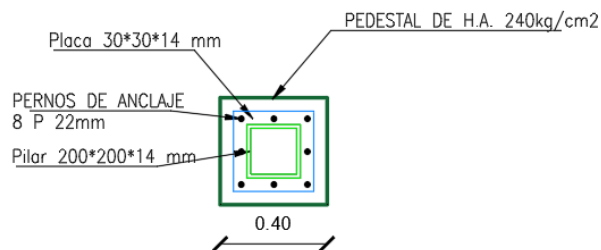
Plano Estructural-Placa base A



Nota: Tomado del Software AutoCAD 2025

Figura 38

Plano Estructural-Placa base B



Nota: Tomado del Software AutoCAD 2025

Se Desarrollo del diseño de la conexión placa base - columna de esquina y centrales tipo cuadrado 15cmx15cm y 20x20cm, para la combinación de carga 1.2D + 1.6

3.8.3.1.1 Propiedades de los materiales

Resistencia del hormigón:

Esfuerzo de fluencia del acero de placa base: $f'_c:=210$ kgf/cm, $F_y:=36$ ksi = 2531.05 kgf

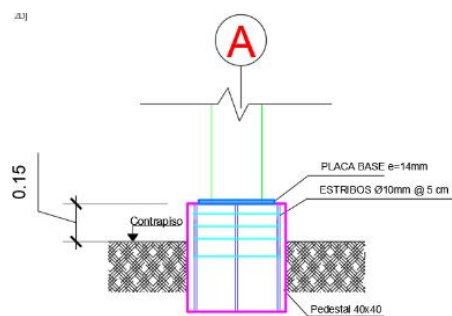
3.8.3.1.2 Definición del perfil tubular

Peralte del perfil: $d:=150$ mm

Dimensión del ancho: $bf:=150$ mm

Figura 39

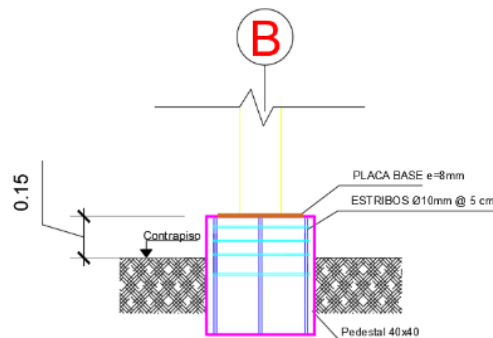
Plano Estructural-Pedestal de concreto A



Nota: Tomado del Software AutoCAD 2025

Figura 40

Plano Estructural-Pedestal de concreto B



Nota: Tomado del Software AutoCAD 2025

Altura del pedestal de hormigón: $H_{\text{pedestal}}:=43$ cm Valor asumido

Base del pedestal de hormigón: $B_{\text{pedestal}}:=40$ cm Valor asumido

Área del pedestal:

Ecuación 3.10

$$A_2 = H_{\text{pedestal}} * B_{\text{pedestal}} = 1600\text{cm}^2$$

3.8.4 Diseño de escalera.

Para el diseño de escaleras se determinó calcular el predimensionamiento de la escalera tanto para huella(paso) y contrahuella(contrapaso).

Se estableció en una hoja Excel la altura de la escalera, longitud de la escalera, ancho de escalera, altura hasta baranda; se representa una tabla de datos.

Tabla 14

Datos de Escalera

DATOS DE ESCALERA	
HUELLA(PASO)	30,00CM
CONTRAHUELLA(PASO)	25,00CM
H(ALTURA)	3,17M
L(LONGITUD)	3,90M
ANCHO(R)	1,40M
ALTO ESCALERA	1,05M

Se determino mediante una división entre la altura de la escalera por la contrahuella de cada, El resultado siempre debe redondearse hacia arriba:

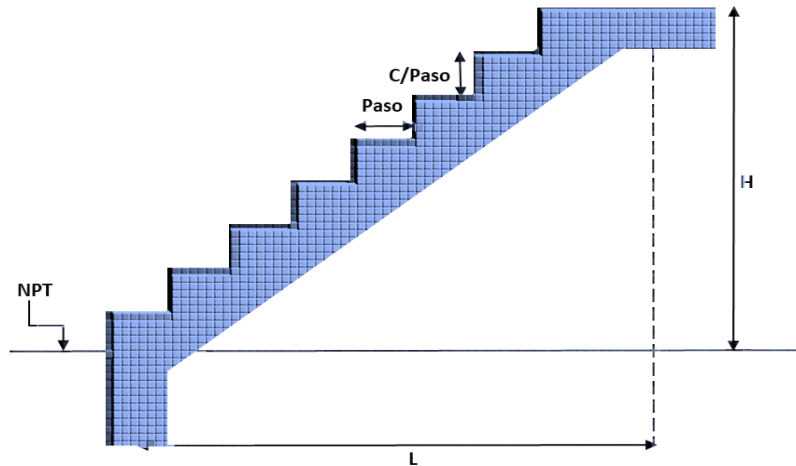
Ecuación 3.11

$$\frac{3,17}{\text{contrahuella}} 25\text{cm} = 12,68 = 13 \text{ peldaños}$$

Se debe tomar en cuenta que el último peldaño estará unido a la losa Steel Deck de 12cm.

Figura 41

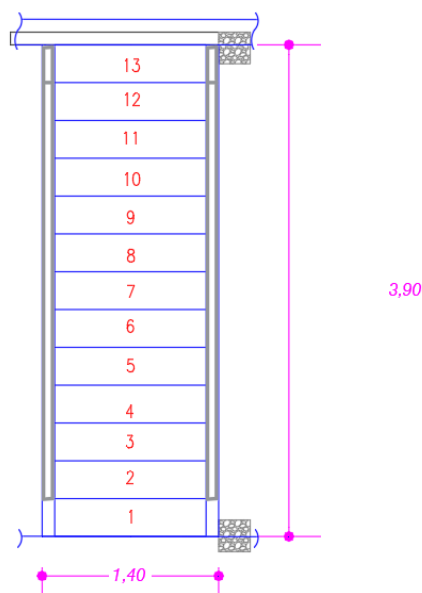
Dimensiones de Escalera



Quedando como resultado 12 escalones de 0,25x0,30cm y 1 escalón de 0,16x0,30cm, cabe decir que los cálculos están expuestos al acero usarse están en el descrito en la tabla 14.

Figura 42

Plano Estructural-Numero de Escalones de Escalera

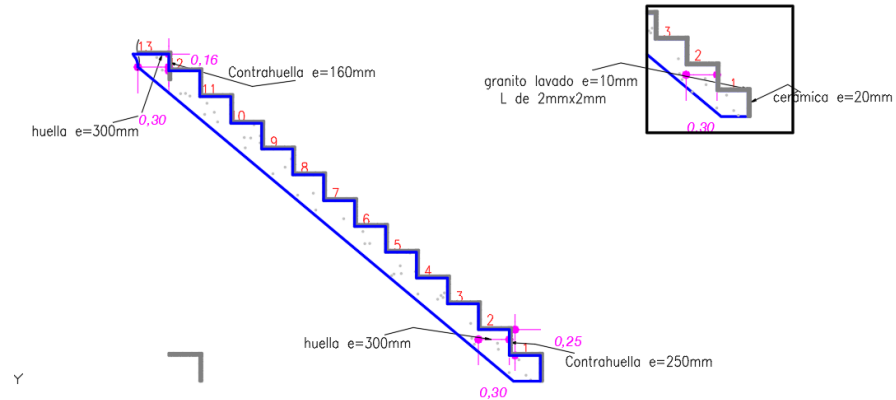


Nota: Tomado del Software AutoCAD 2025

Los acabados a usarse en la escalera son de cerámica de 2mm y granito lavado que siempre es la mejor opción para estas escaleras de $e=10\text{mm}$ y $L= 2\text{mm}\times 2\text{mm}$.

Figura 43

Plano Estructural-Numero de Escalones de Escalera



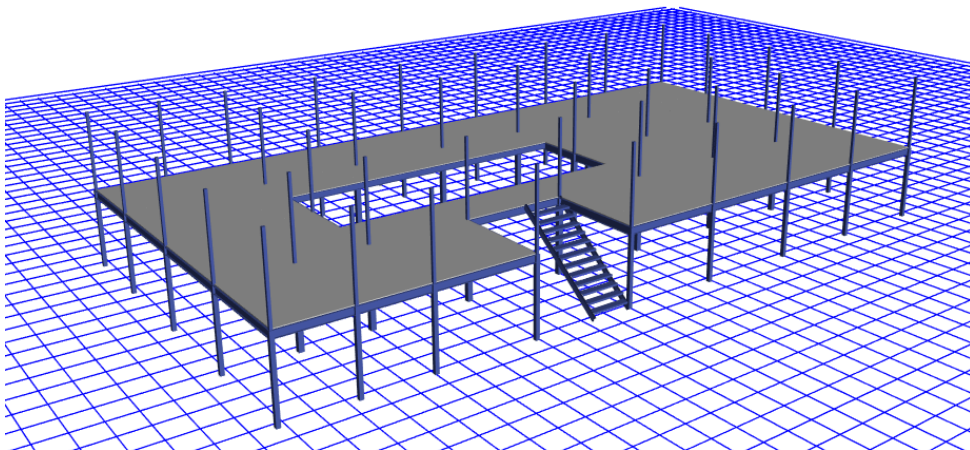
Nota: Tomado del Software AutoCAD 2025

3.8.5 Diseño estructural.

Para alcanzar el objetivo se realiza el predimensionamiento de la estructura y de cada uno de sus elementos, se analiza los cálculos realizados a través de hojas de cálculos en Excel y se lleva a cabo un análisis a través del software Etabs.

Figura 44

Vista del modelo estructura, pilares, losa y escalera.



Nota: Tomado del software ETABS 20217.

3.8.6 Determinación de cargas

3.8.6.1 Carga permanente

En la NEC-SE-CG establece que las cargas permanentes están constituidas por los pesos de todos los elementos estructurales que actúan en permanencia sobre la estructura.

Son elementos tales como: muros, paredes, recubrimientos, instalaciones sanitarias, eléctricas, mecánicas, máquinas y todo artefacto integrado permanentemente a la estructura.

Tabla 15

Cargas muertas según la norma

ELEMENTOS	CARGAS
Mampostería	150 Kg/m ²
Instalaciones	50 Kg/m ²
Enlucido	100 Kg/m ²
Cerámica	30 Kg/m ²
Tumbado	50 Kg/m ²
Acabado	50 Kg/m ²

Nota: tomado del código de la Norma Ecuatoriana-NEC-SE-CG,2015.

3.8.6.2 Carga viva.

La carga viva, también llamada sobrecargas de uso, que se utilizara en el cálculo depende de la ocupación a la que está destinada la edificación y están conformadas por los pesos de personas, muebles, equipos y accesorios móviles o temporales, mercadería en transición, y otras. (NEC, 2015) en la sección 4.2 indica los valores de sobrecargas mínimas.

Tabla 16

Cargas vivas

ELEMENTOS	CARGAS
Laboratorio	300 Kg/m ²
Plataforma de reuniones	480 Kg/m ²
Cubierta no accesible	70 Kg/m ²
Aula	200 Kg/m ²
Total	1050 Kg/m ²

Nota: Tomado del código de la Norma Ecuatoriana de cargas no sísmicas NEC-SE-CG,2015.

3.8.7 Diseño sísmico.

Mediante el análisis geotécnico realizado y estudio de suelo realizó con anterioridad con la perforación estándar a unos 5 metros de profundidad, las mismas muestras fueron analizadas, mediante a estos datos e investigaciones para la zona del proyecto determinamos los parámetros sísmicos.

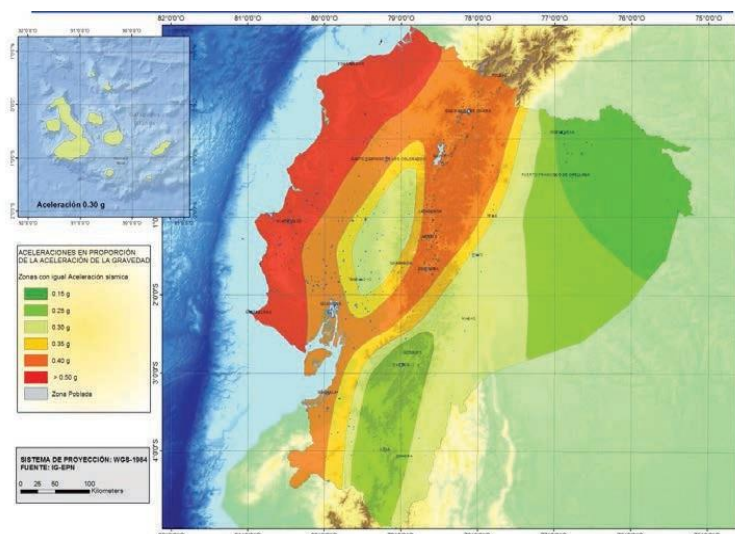
3.8.7.1 Perfil de sitio

Para determinar el perfil de sitio del proyecto se deben considerar los capítulos de la normativa NEC 2015 en donde se detalla los riesgos y diseño sísmicos descritos en un manual, que establece la clasificación de tipos de suelos desde la A hasta la F, cada uno con consideraciones específicas.

El capítulo de la (NEC-SE-DS, 2015), peligroso sísmico parte 1 nos dice que, *Para los edificios de uso normal, se usa el valor de Z, que representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad. El sitio donde se construirá la estructura determinará una de las seis zonas sísmicas del Ecuador, caracterizada por el valor del factor de zona Z*

Figura 45

Zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z



Nota: Tomado de (NEC-SE-DS, 2015)

Se puede visualizar que la zona se encuentra en lugar altamente sísmico, en el mapa de zonificación sísmica se establece un estudio 50 años (período de retorno 475 años), que incluye una saturación a 0.50 g de los valores de aceleración sísmica en roca en el litoral ecuatoriano que caracteriza la zona VI.

Tabla 17

Valores del factor Z

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Inter media	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Nota: tomado (NEC-SE-DS, 2015)

En este caso la edificación a ampliarse se encuentra en la Provincia de Santa Elena-Cantón La Libertad, las investigaciones y tablas de datos de la norma nos indica que en la zona de Santa Elena los suelos generalmente caen en la categoría de tipos C a E. De tal manera que en caso se consideró tomar valores intermedios como es

tipo D, siendo el más crítico para el proceso de diseño y un suelo bastante común en la provincia de Santa Elena.

3.8.7.2 Datos preliminares

Mediante el mapa de zonificación se puede determinar que el factor es 0,5 correspondiente a una zona altamente sísmica y el tipo de suelo escogido es el D, debe decir que se debe exceptuar la Provincia de Esmeralda por parámetros establecidos.

Tabla 18

Datos Preliminares al espectro de diseño NEC 2015 (NEC-SE-DS)

Datos Preliminares al espectro diseño	
Cantón - Ciudad	La Libertad
Provincia	Santa Elena
Factor de Zonificación	0,5
Tipo de Suelo	D
Región	Costa (Excepto Esmeraldas)

A continuación, se detallan tablas de factores de amplificación y comportamiento establecidos en la Norma NEC-15.

Tabla 19

Fa-Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85

F

Clasificación de los perfiles de suelo

Nota: tomado (NEC-SE-DS, 2015)

Tabla 20

F_d-Amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Clasificación de los perfiles de suelo					

Nota: tomado (NEC-SE-DS, 2015)

Tabla 21

F_s: comportamiento no lineal de los suelos

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Clasificación de los perfiles de suelo					

Nota: tomado (NEC-SE-DS, 2015)

Una vez escogidos los valores de los 3 factores con respecto al tipo de suelo también se debe considerar parámetros de r y n dichos en las normas.

Dónde:

Tabla 22

Datos Del suelo Tipo D

SANTA ELENA-LA LIBERTAD	
SUELO TIPO D	
DATOS	
Z=	0,5
F _a =	1,2
F _d =	1,19
F _s =	1,28
η=	1,8
r=	1

η=Razón entre la aceleración espectral S_a (T = 0.1 s) y el PGA para el período de retorno seleccionado.

r Factor usado en el espectro de diseño elástico, cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto.

r= 1= para todos los suelos, con excepción del suelo tipo E

r= 1,5 = para tipo de suelo E.

Se definieron los valores de la relación de amplificación espectral, η (S_a/Z, en roca), que varían dependiendo de la región del Ecuador, adoptando los siguientes valores:

η = 1.80: Provincias de la Costa (excepto Esmeraldas),

η = 2.48: Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos

η = 2.60: Provincias del Oriente

Periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño en un tiempo “0”.

Ecuación 3.12

$$T_0 = 0.1 * F_s * \frac{F_d}{F_a}$$

$$T_o = 0.1 * 1.28 * \frac{1.19}{1.2} = 0.127$$

Periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño de un tiempo determinado en donde se desarrollara su máxima aceleración.

Ecuación 3.13

$$T_c = 0.55 * F_s * \frac{F_d}{F_a}$$

$$T_c = 0.55 * 1.28 * \frac{1.19}{1.2} = 0.608$$

3.8.8 Diseño de vigas a flexión y cortante.

Para verificar si nuestro diseño resiste los esfuerzos por cortante, se hizo referencia al Capítulo G de la Especificación para Construcciones de Acero AISC 360-16. Este capítulo hace énfasis en el diseño por corte en el plano del alma, para elementos con simetría doble o simples. La resistencia nominal de corte V_n para almas, acorde con el estado límite de fluencia en corte y pandeo.

3.8.8.1 Definición de los parámetros

Para el desarrollo se debe conocer el límite de fluencia f_y , el módulo de elasticidad del acero E_s , la longitud de la viga L , y también tener en cuenta los siguientes datos:

Combinación de cargas:

$$C = 1.2D + 1.6L$$

Cálculo de carga por longitud uniformemente distribuida.

$$q = C * (\text{ancho cooperante})$$

Cálculo de momento ultimo:

$$Mu = \frac{q * l^2}{12}$$

Cálculo de las reacciones en los apoyos:

$$R = \frac{q * l}{2}$$

Cálculo del módulo plástico:

$$Z_{xreq} = \frac{M_{max}}{\phi_b * fy}$$

3.8.9 Losa Steel Deck.

La placa colaborante Novalosa fabricada por NOVACERO es un acero estructural galvanizado (G90), que tiene forma trapezoidal y es utilizada para la construcción de losas compuestas, como refuerzo positivo, evitando la necesidad de usar varillas inferiores, alivianamientos e incluso los encofrados.

Los resaltes de la placa permiten un adecuado anclaje mecánico cuando entra en interacción con el hormigón evitando los desplazamientos, una vez que el hormigón alcanza su resistencia mínima de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, formando un sistema compuesto monolítico resistente a las cargas de servicio. El acero usado para la fabricación de Novalosa es de grado estructural el cual cumple con la norma ASTM-A653, con un límite de fluencia mínimo de 37ksi (2600 Kg/cm^2).

Para el cálculo de cargas se debe tener en cuenta las cargas de servicio:

$$C_{serv} = CM + CV$$

Estas corresponden a la suma de las cargas vivas y muertas consideradas en la estructura, son la capacidad de soporte de la placa y el encofrado, este valor ya viene establecido por lo general en los catálogos de diseño de las placas colaborantes.

Así mismo el cálculo de las cargas mayoradas:

$$C_u = 1.2CM + 1.6CV$$

Estas se consideran como cargas gravitacionales en losas, puesto que a los pórticos (conjunto de vigas y columnas), se los considera como los elementos resistentes a sismo. Los cálculos de momentos y cortantes se pueden realizar por medio de softwares o de forma manual rigiéndose en las especificaciones del manual ACI. El cual tiene formulas establecidas para los momentos positivos y negativos de una losa.

Momentos positivos:

$$\frac{W*L^2}{14} \text{ para extremos}$$

$$\frac{W*L^2}{16} \text{ para interiores}$$

Momentos negativos:

$$\frac{W*L^2}{9} \text{ para centros (solo dos tramos)}$$

$$\frac{W*L^2}{11} \text{ para centros (más de dos tramos)}$$

$$\frac{W*L^2}{10} \text{ para interiores}$$

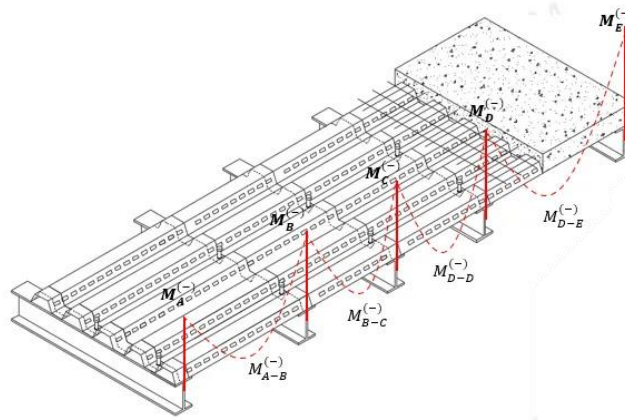
$$\frac{W*L^2}{24} \text{ para esquinas (con apoyo en viga de borde)}$$

$$\frac{W*L^2}{16} \text{ para esquinas (con apoyo en columnas o muros)}$$

En la imagen a continuación se detallan los parámetros de momentos en una losa:

Figura 46

Parámetros de momentos en una losa



Para llevar a cabo todo el proceso de cálculo, análisis, comparaciones y verificaciones se trabaja con los parámetros establecidos según las normas y guiándonos de los diferentes catálogos de placas colaborante, vigas IPE y columnas de acero estructural. En este caso se trabaja con 3 tipos de catálogos, estos son: NOVACERO con NOVALOSA para la placa colaborante, IPAC para el diseño de vigas IPE y el catálogo de IMPORTACERO para columnas estructurales.

3.8.10 Diseño de cubierta

Para el diseño de cubierta de las estructuras de acero según la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), es fundamental seguir las especificaciones sobre materiales, cargas, y procedimientos constructivos adecuados.

3.8.10.1 Cálculo de pendiente

$$H = 1,50$$

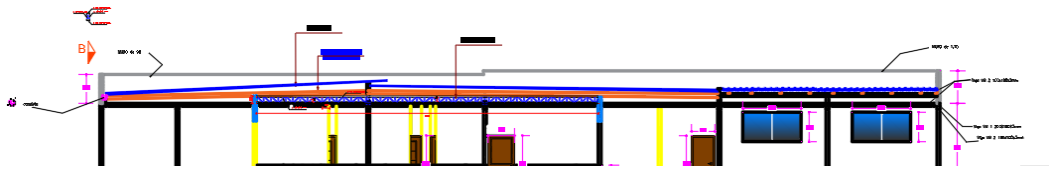
$$L = 28,75$$

$$P\% = (1,50/28,75) * 100 = 5.21$$

$$H = 1,50$$

Figura 47

Plano de Fachada, Corte y Cubierta



Nota: *Tomado de AutoCAD*

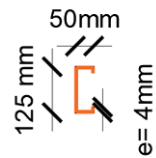
3.8.10.2 Selección de correas Metálicas.

Se determino usar con el catálogo IPAC el dimensionamiento y especificaciones de las correas.

Figura 48

Plano de Fachada, Corte y Cubierta

CORREA G1



Nota: *Tomado de AutoCAD*

Figura 49

Especificaciones de Correas Metálicas G

Designaciones			Espesor	Peso	Área	Propiedades Estáticas						
						Eje x-x			Eje y-y			
H	B	c	e	P	A	Momento de inercia	Módulo de resistencia	Radio de giro	Momento de inercia	Módulo de resistencia	Radio de giro	X
mm	mm	mm	mm	kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm
60	30	10	1.40	8.62	1.83	10.38	3.46	2.38	2.30	1.19	1.12	1.06
			1.50	9.19	1.95	11.01	3.67	2.38	2.43	1.25	1.11	1.06
			1.80	10.87	2.31	12.83	4.28	2.36	2.78	1.43	1.10	1.06
			2.00	11.95	2.54	13.96	4.65	2.35	3.00	1.55	1.09	1.06
			2.50	14.55	3.09	16.57	5.52	2.32	3.47	1.78	1.06	1.05
			3.00	16.99	3.61	18.84	6.28	2.29	3.84	1.97	1.03	1.05
80	40	15	1.40	11.92	2.53	25.78	6.44	3.19	6.02	2.37	1.54	1.47
			1.50	12.73	2.70	27.42	6.85	3.19	6.38	2.52	1.54	1.47
			1.80	15.10	3.21	32.20	8.05	3.17	7.42	2.93	1.52	1.46
			2.00	16.66	3.54	35.25	8.81	3.16	8.07	3.18	1.51	1.46
			2.50	20.44	4.34	42.46	10.61	3.13	9.56	3.76	1.48	1.46
			3.00	24.06	5.11	49.05	12.26	3.10	10.85	4.27	1.46	1.46
100	50	15	1.20	12.55	2.67	43.53	8.71	4.04	9.64	2.95	1.90	1.73
			1.50	15.55	3.30	53.48	10.70	4.02	11.74	3.50	1.89	1.73
			1.80	18.50	3.93	63.06	12.61	4.01	13.72	4.19	1.87	1.73
			2.00	20.43	4.34	69.24	13.85	4.00	14.98	4.57	1.86	1.73
			2.50	25.15	5.34	84.01	16.80	3.97	17.90	5.46	1.83	1.72
			3.00	29.71	6.31	97.79	19.56	3.94	20.52	6.25	1.80	1.72
120	60	15	1.20	14.81	3.15	74.73	12.45	4.87	15.84	3.95	2.24	1.99
			1.50	18.38	3.90	92.05	15.34	4.86	19.36	4.83	2.23	1.99
			2.00	24.20	5.14	119.75	19.96	4.83	24.86	6.19	2.20	1.98
			2.50	29.86	6.34	145.99	24.33	4.80	29.89	7.44	2.17	1.98
			3.00	35.36	7.51	170.79	28.47	4.77	34.48	8.57	2.14	1.98
			2.50	49.68	10.55	220.04	38.12	4.86	43.23	14.22	2.25	2.26
125	50	15	1.50	17.32	3.68	89.64	14.34	4.94	12.66	3.68	1.86	1.56
			2.00	22.78	4.84	116.42	18.63	4.91	16.16	4.70	1.83	1.56
			2.50	28.09	5.96	141.70	22.67	4.87	19.33	5.61	1.80	1.55
			3.00	33.24	7.06	165.49	26.48	4.84	22.16	6.43	1.77	1.55
			4.00	46.85	9.95	223.21	35.71	4.74	34.68	10.86	1.87	1.81

Nota: Tomado Catalogo IPAC

3.8.11 Diseño de Cercha Plana

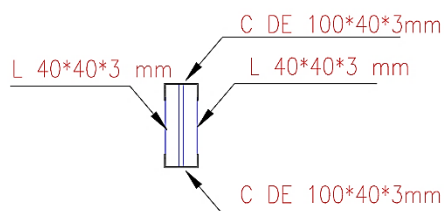
Para el diseño de cerchas cercha se debe calcular los esfuerzos que actúan sobre ella, es decir la carga en este caso para la cubierta de estil panel va a soportar.

En este caso la carga viva y muerta a usarse no requiere un análisis, debido al peso reducido existente.

Se diseño 4 cerchas de mismas dimensiones y especificaciones, por el exceso de luz en los distintos vanos presentes de las secciones.

Figura 50

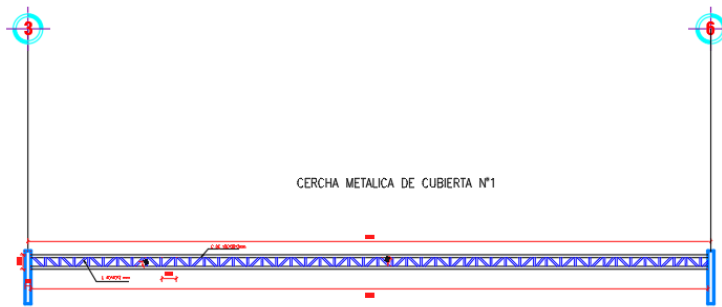
Especificaciones de Cercha Plana



Nota: Tomado de AutoCAD

Luz= 11,71

Figura Cercha sección 3-6



Luz= 7.63

Figura Cercha sección D-B



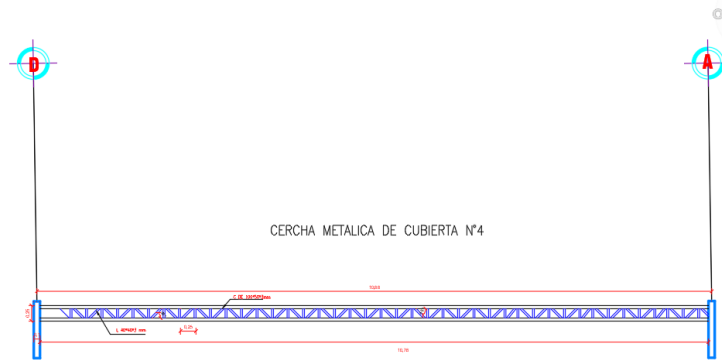
Luz= 7.4

Figura Cercha sección 7-9



Luz= 10.78

Figura Cercha sección D-A



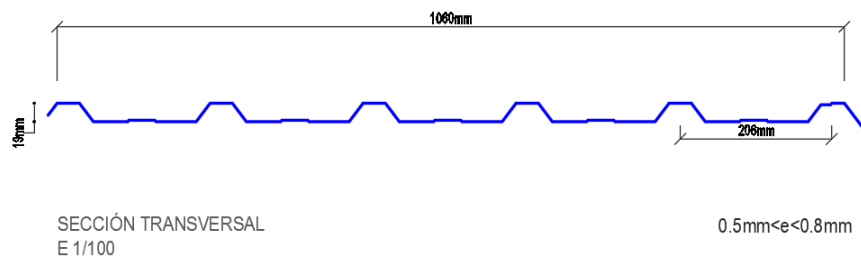
3.8.11.1 Dimensiones de Estil panel Dura techo

Se determino usar un Estil panel para la cubierta ya esta está revestida en ambas caras con una capa de aluminio y zinc. Este panel diseñado con tecnología avanzada, lo que lo convierte en una opción durable y resistente para diversas aplicaciones de construcción.

Además, el Estil panel Dura techo a usarse en instituciones Educativas cumple con lo descrito en cuanto a su uso y sección transversal.

Figura 51

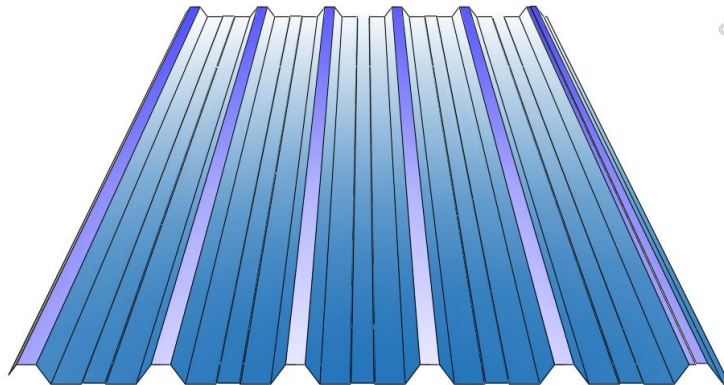
Sección Transversal de Estil Panel



Nota: Tomado de AutoCAD

Figura 52

Estil panel Dura techo



Nota: Tomado de AutoCAD

3.9 METODOLOGÍA DEL OE.3: ESTABLECER EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO FINAL DE LA NUEVA ESTRUCTURA PARA REALIZAR UN ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIO Y A SU VEZ GENERAR UN PRESUPUESTO REFERENCIAL PARA EL PROYECTO.

Una vez analizado el proyecto, el diseño, el plano arquitectónico y definido los parámetros de diseño para la construcción, se procede a realizar un análisis de precios unitarios, para tener en cuenta la relación entre costo, tiempo y productividad.

Al momento de realizar la estimación de costos de materiales, equipos y mano de obra que conllevara construir este proyecto. Se analiza con rigurosidad cada ítem y se selecciona los datos actualizados de cada material, teniendo en cuenta que estos están presentados en el Índice de Precios de la Construcción (IPCO), es un indicador que se encarga de medir mensualmente la evolución de precios a nivel nacional, este informe detallado incluye los precios de materiales, equipos y maquinaria. Una vez analizado el costo por m² de cada uno de los materiales, mano de obra y maquinaria a utilizarse en el proyecto, se genera un presupuesto referencial en donde se detalla cada rubro tomado en cuenta todos los detalles de este proceso constructivo.

CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS O.E.1.

Mediante el análisis de relevamiento se determinó que el espacio de áreas para ensayos no es el adecuado, En la ampliación se implementara nuevas áreas de trabajo y uso del laboratorio de suelos de ingeniería civil con el respectivo equipamiento de nuevas máquinas de Ensayos y herramientas; se determinó adecuar un dimensionamiento y dividir las áreas de enseñanzas para temas como: salón de clases, área para la realización de cada ensayo, espacios para nuevas maquinarias, área de oficina para docentes, sala de investigación estudiantil, sala de múltiples usos, bodegas de almacenamiento para materiales de diferentes canteras y manejo de muestras.

En el proceso de ejecución se requirió el sondeo de perforación SPT, cuyo ensayo se encarga de determinar los parámetros geotécnicos del suelo y es usado a nivel mundial ya que permite recuperar muestras alteradas de suelo.

En base a resultados obtenidos se estableció conocer el análisis geotécnico la penetración estándar a 45 cm por determinado número de golpes en cada estrato, el ensayo In Situ que consistió en realizar 1 sondeo obteniendo 5 muestras a 5 metros de profundidad, la capacidad de carga y el esfuerzo admisible mediante el cálculo y tabla de Terzaghi se conoció el ángulo de fricción, (q_u) resistencia a la comprensión simple y deformación unitaria, con lo que se estableció diseñar zapatas cuadradas a 3 metros de profundidad para una adecuada cimentación

Tabla 23*Valores obtenidos del SPT*

MUESTRA		VALORES ESTIMADO POR EL SPT			
#	PROFUNDIDAD	Θ	C	γ	$q_{admissi}$
RELLENO	0,00 - 0,30	$\{20*(N1)60\}^{0.5}+20$	tn/cm2	Ton/m3	Kg/cm ²
1	0,30 - 1,00	45,11	4,592	0,0014	0,75 —
2	1,00 - 2,00	31,88	0,000	0,0029	0,875 —
3	2,00 - 3,00	29,09	0	0,0017	3,375 —
4	3,00 - 4,00	26,68	0	0,0023	4,875 —
5	4,00 - 5,00	25,04	0	0,0023	8,25 —

Se determino los resultados de los ensayos Contenido Humedad, Limite Liquido y plástico, granulometría y gravedad especifica. Mediante clasificación SUC (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) y AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).

Se logró determinar la simbología de las muestras encontradas como CL (arcilla inorgánica), ML (limo arenoso) y SM (arena limosa), estableciendo que 3 muestras de las 5 encontradas eran no plásticas, por consiguiente, la cimentación se determinó realizar en el primer estrato para evitar posibles desplazamientos.

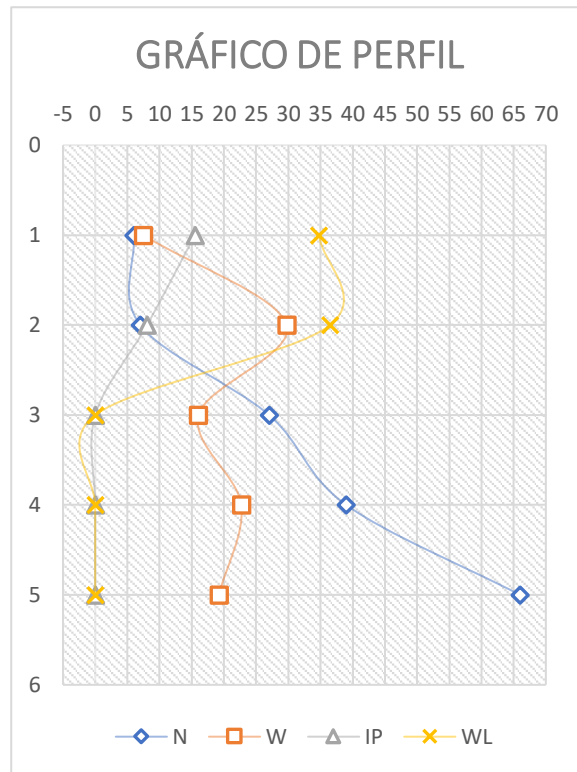
Tabla 24

Resultados de datos de los ensayos

GRAVEDAD ESPECIFICA	CONTENIDO DE HUMEDAD		LIMITE DE ATTERBERG					ENSAYO DE GRANULOMETRIA						
	w	w	LL	LP	IP	IL	CR	Limo	Arcilla	ARENA	CLASIFICACIÓN DE SUELO			
G	%	w	%	%	%			%	%	%	METODO SUCS	METODO AASHTO		
m/s2	$\frac{(W_w - W_s)}{W_s} \cdot 100$	w/100	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	INDICE LIQUIDO	COMPACTACION RELATIVA	%	%	%	SIMBOLOGIA	DESCRIPCIÓN	IG (INDICE DE GRUPO)	CLASE
2,72	14,1909814	0,14190981	34,75	19,27	15,48	-0,3	1,3	33,82%	66,18%		CL	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	-64,10%	A-2-6
2,66	26,0720863	0,26072086	36,48	NP	-	-	-	50,86%		49,14%	ML	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD	-	-
2,55	22,9942693	0,22994269	NP			-	-	46,67%		53,33%	SM	ARENA LIMOSA	-	-
2,55	24,0283808	0,24028381	NP			-	-	27,48%		72,52%	SM	ARENA LIMOSA	-	-
2,55	20,5388645	0,20538865	NP			-	-	35,03%		64,97%	SM	ARENA LIMOSA	-	-

Figura 53

Valores obtenidos del Perfil



4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS O.E.2.

4.2.1 Especificaciones de la estructura existente.

Actualmente existe una estructura de hormigón armado in situ, construcción con un área de 192 metros cuadrados, que se compone de columnas de hormigón de 25x25 centímetros, paredes de bloque con un revestimiento de 1cm de espesor, losa de hormigón armado con 15cm de espesor. Tiene una cubierta de Eternit sobre una estructura metálica (cercha) y una losa de cubierta de 15cm de espesor con un área de 68.34m².

Determinación de cargas

Cargas permanentes

En la NEC-SE-CG establece que las cargas permanentes están constituidas por los pesos de todos los elementos estructurales que actúan en permanencia sobre la estructura.

Tabla 25

Total, de cargas muertas según la Norma

ELEMENTOS	CARGAS
Mampostería	150 Kg/m ²
Instalaciones	50 Kg/m ²
Enlucido	100 Kg/m ²
Cerámica	30 Kg/m ²
Tumbado	50 Kg/m ²
Acabado	50 Kg/m ²
Carga total	430 Kg/m²

Nota: tomado del código de la Norma Ecuatoriana-NEC-SE-CG,2015.

Carga muerta primer piso

$$CM = W_{manposteria} + W_{instalaciones} + W_{acabados} + W_{tumbado} + W_{enlucidos} + W_{ceramica}$$

$$CM = 150 \text{ Kg/m}^2 + 50 \text{ Kg/m}^2 + 50 \text{ Kg/m}^2 + 50 \text{ Kg/m}^2 + 100 \text{ Kg/m}^2 + 30 \text{ Kg/m}^2$$

$$CM = 430 \text{ Kg/m}^2$$

Carga muerta de cubierta

$$CM_{cubierta} = W_{viga\ metalica} + W_{instalaciones} + W_{acabados} + W_{tumbado} + W_{enlucidos} + W_{correas}$$

$$CM_{cubierta} = 30 \text{ Kg/m}^2 + 50 \text{ Kg/m}^2 + 20 \text{ Kg/m}^2 + 50 \text{ Kg/m}^2 + 50 \text{ Kg/m}^2 + 20 \text{ Kg/m}^2$$

$$CM_{cubierta} = 220 \text{ Kg/m}^2$$

Carga viva.

La carga viva, también llamada sobrecargas de uso, que se utilizara en el cálculo depende de la ocupación a la que está destinada la edificación. (NEC, 2015) en la sección 4.2 indica los valores de sobrecargas mínimas.

Tabla 26

Total, de cargas vivas según la Norma

ELEMENTOS	CARGAS
Laboratorio	300 Kg/m ²
Plataforma de reuniones	480 Kg/m ²
Cubierta no accesible	70 Kg/m ²
Aula	200 Kg/m ²

Nota: tomado del código de la Norma Ecuatoriana de cargas no sísmicas NEC-SE-CG,2015.

El área de la plata alta está dividida en varias secciones y cada sección tiene una ocupación diferente, por lo tanto, para el análisis se tomará el área más crítica, puesto que la carga viva no es constante en su totalidad sobre toda la planta alta.

Tabla 27

Carga viva mayor con la que se va a trabajar

ELEMENTO	CARGA
Plataforma de reuniones	480 Kg/m ²

Nota: tomado de NEC-SE-CG,2015.

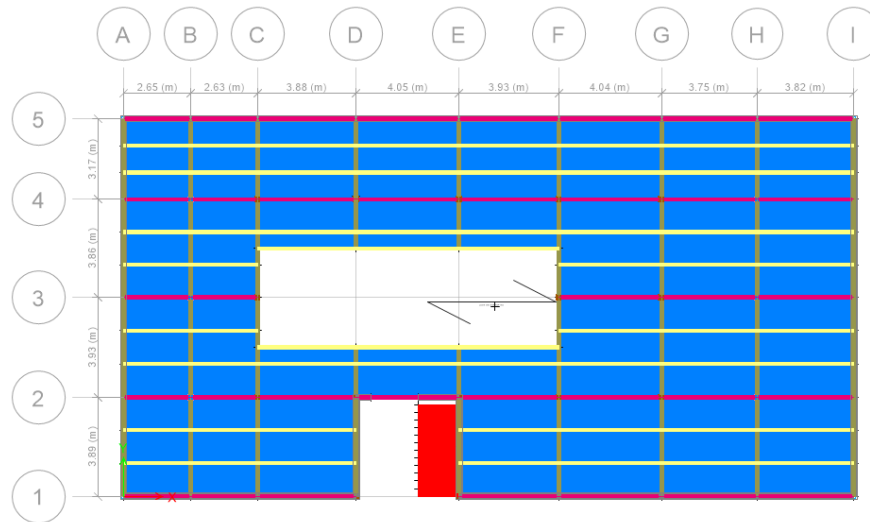
4.2.2 Predimensionamiento de losa.

La placa colaborante Novalosa fabricada por NOVACERO tiene resaltes que permiten un adecuado anclaje mecánico cuando entra en interacción con el

hormigón evitando los desplazamientos, una vez que el hormigón alcanza su resistencia mínima de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, formando un sistema compuesto monolítico resistente a las cargas de servicio, con un límite de fluencia mínimo de 37ksi (2600 Kg/cm^2).

Figura 54

Modelado de losa.



Nota: Modelado en el software ETABS17.

Para este caso se toma como referencia una Losa Steel Deck – NOVALOSA 55 con espesor de placa de 0.76 mm, con un recubrimiento en hormigón de 6cm para tener una altura total de losa de 12 cm de espesor. Para el predimensionamiento de la placa colaborante se utilizará el catálogo disponible de Novalosa, con las siguientes especificaciones:

Tabla 28

Propiedades de la sección simple, espesor de losa

Espesor Novalosa	Peso	Ie+	Se+	Se-	As
mm	kg/m ²	cm ⁴ /m	cm ³ /m	cm ³ /m	cm ² /m
0.76	7.47	36.89	11.46	12.81	9.03
1	9.82	52.38	16.76	18.84	12.02

Nota: tomado del Novalosa-Catalogo-(NOVACERO, 2019)

La placa colaborante tiene diferentes propiedades de sección compuesta para espesores de 0.76 y 1.00 mm, en la siguiente tabla se presentan las especificaciones para el espesor de 0.76 mm.

Tabla 29

Propiedades de la sección compuesta, peso propio y volumen

Espesor Novalosa	Espesor losa (a)	Volumen hormigón	Peso hormigón	Id (b)	Ø sMno (C)
mm	cm	m ³ /m ²	kg/m ²	cm ⁴ /m	Ton.m
0.76	5	0.07491	179.8	593.57	0.95
	6	0.08491	203.8	773.98	1.109
	8	0.10491	251.8	1238.75	1.442
	10	0.12491	299.8	1861.98	1.789
	12	0.14491	347.8	2667.2	2.145
	14	0.16491	395.8	3677.76	2.508
	16	0.18491	443.8	4916.88	2.875

Nota: tomado del Novalosa-Catalogo-(NOVACERO, 2019)

Teniendo en cuenta cada una de las especificaciones que nos brinda el catalogo de NOVALOSA, se realiza un cuadro de resumen que tendrá todos los datos que utilizaremos para el cálculo respectivo de la losa con la placa colaborante de 0.76 mm de espesor.

Tabla 30

Resumen de datos para el cálculo de la losa.

Datos para el cálculo de losa Steel Deck						
Espesor de placa	Altura de Losa		Volumen de Hormigón	Cargas de peso propio (kg/m ²)		
	Hormigón	Placa + Hormigón		Hormigón	Placa	Total
mm	cm	cm	m ³ /m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²
0.76	5	11.50	0.07491	179.8	7.47	187.3

4.2.3 Predimensionamiento de vigas secundaria.

Ancho cooperante de la viga secundaria D-E.



Nota: *Modelado en el software ETABS17.*

En el prediseño de las vigas secundarias se considera que la conexión entre vigas tanto secundarias como principales serán doblemente empotradas y orientadas en el lado perpendicular de la luz mayor de 4.05 m. y se considera que esta área es la más crítica por su ancho de área cooperante.

Datos:

Luz libre = 4.05 m

Ancho cooperante = 1.965 m

Peso de losa:

$$W_{losa} = (\text{peso de la placa}) + (\text{peso del hormigón})$$

$$W_{losa} = (7.470 \text{ Kg/m}^2) + (179.8 \text{ Kg/m}^2)$$

$$W_{losa} = 187.3 \text{ Kg/m}^2$$

Carga muerta:

$$CM = W_{losa} + C_{permanente}$$

$$CM = 187.3 \text{ Kg/m}^2 + 430 \text{ Kg/m}^2$$

$$CM = 617.270 \text{ Kg/m}^2$$

Cálculo de carga por longitud uniformemente distribuida.

$$U = 1.2D + 1.6L$$

$$U = 1.2 * 617.270 \text{ Kg/m}^2 + 1.6 * 480 \text{ Kg/m}^2$$

$$U = 1508.72 \text{ Kg/m}^2$$

$$q = U * (\text{ancho cooperante})$$

$$q = 1508.72 \text{ Kg/m}^2 * 1.965 \text{ m}$$

$$q = 2964.64 \text{ Kg/m}$$

Cálculo del momento máximo positivo para la viga doblemente empotrada

$$Mu = \frac{q * l^2}{8} = \frac{2964.64 \text{ Kg/m} * (4.05\text{m})^2}{8}$$

$$Mu = 6078.444 \text{ Kg m}$$

Cálculo de las reacciones en los apoyos

$$R = \frac{q * l}{2} = \frac{2964.64 \text{ Kg/m} * 4.05\text{m}}{2}$$

$$R = 6003.401 \text{ Kg}$$

Cálculo del módulo plástico

$$Z_{xreq} = \frac{M_{max}}{\phi_b * fy}$$

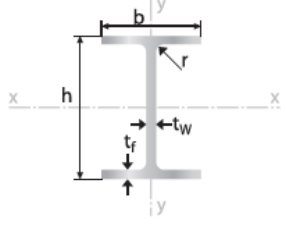
$$Z_{xreq} = \frac{6078.444 \text{ Kg m} * 100 \text{ cm/m}}{0.9 * 2530 \text{ Kg/cm}^2}$$

$$Z_{xreq} = 266.95 \text{ cm}^3$$

Obteniendo el módulo plástico se define un perfil con un área igual o similar al resultado obtenido $Z_{xreq} = 266.95 \text{ cm}^3$; se procede a buscar en la tabla de especificaciones técnicas del catálogo nacional IPAC para vigas IPE y nos muestra un módulo plástico propuesto de $Z_{xpro} = 324 \text{ cm}^3$ para una viga IPE de 240 para el predimensionamiento.

Figura 55


Propiedades de Viga IPE, catálogo IPAC



Largo normal:
6 metros / 12 metros
Recubrimiento:
Negro
Calidad de Acero:
ASTM A 36 / ASTM A 572 Gr 50
Norma de Fabricación:
INEN 2230 / INEN 2215 / EN 10024
Observaciones:
Otras dimensiones y largos previa consulta.

➤ **Aplicaciones**

- Estructuras.
- Soporte de polipasto en puentes grúas o techos.
- Puentes.
- Rieles.



Designación	Dimensiones								Propiedades Elásticas						Módulo Plástico	Cons Tors		
	Altura		Ala		Distancias		Área	Peso	Eje y-y			Eje x-x						
	h	s	b	t	r1	r2			d	Ix	Sx	rx	Iy	Sy			ry	Zx
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	kg/mt	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³			cm	cm ³
PE 80	80,00	3,80	46,00	5,20	5,00	69,60	59,60	7,64	6,00	80,10	20,00	3,24	8,50	3,70	1,05	23,20	5,80	0,70
PE 100	100,00	4,10	55,00	5,70	7,00	88,60	74,60	10,30	8,10	171,00	34,20	4,07	15,90	5,80	1,24	39,40	9,10	1,20
PE 120	120,00	4,40	64,00	6,30	7,00	107,40	93,40	13,20	10,40	318,00	53,00	4,90	27,70	8,60	1,45	60,70	13,60	1,74
PE 140	140,00	4,70	73,00	6,90	7,00	126,20	112,20	16,40	12,90	541,00	77,30	5,74	44,90	12,30	1,65	88,30	19,20	2,45
PE 160	160,00	5,00	82,00	7,40	9,00	145,20	127,20	20,10	15,80	869,00	109,00	6,58	68,30	16,70	1,84	124,00	26,10	3,60
PE 180	180,00	5,30	91,00	8,00	9,00	164,00	146,00	23,90	18,80	1317,00	146,00	7,42	101,00	22,20	2,05	166,00	34,60	4,79
PE 200	200,00	5,60	100,00	8,50	12,00	183,00	159,00	28,50	22,40	1943,00	194,00	8,26	142,00	28,50	2,24	221,00	44,60	6,98
PE 220	220,00	5,90	110,00	9,20	12,00	201,60	177,60	33,40	26,20	2772,00	252,00	9,11	205,00	37,30	2,48	285,00	58,10	9,07
PE 240	240,00	6,20	120,00	9,80	15,00	220,40	190,40	39,10	30,70	3892,00	324,00	9,97	284,00	47,30	2,69	367,00	73,90	12,90
PE 270	270,00	6,60	135,00	10,20	15,00	249,60	219,60	45,90	36,10	5790,00	429,00	11,20	420,00	62,20	3,02	484,00	97,00	15,90

Nota. Tomado del catálogo IPAC.

Tenemos:

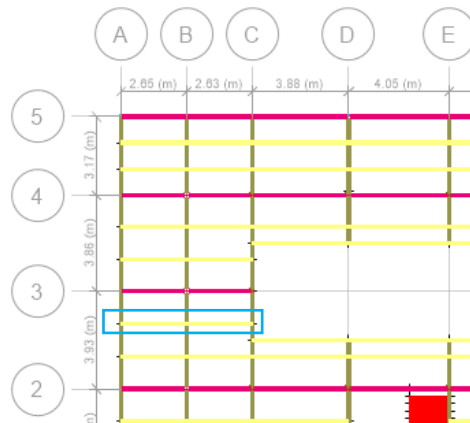
$$Z_{xreq} = 266.95 \text{ cm}^3 \geq Z_{xpro} = 324 \text{ cm}^3$$

Se adopta este perfil para trabajar en el modelado de la estructura.

4.2.4 Predimensionamiento de vigas principales.

Para el prediseño de las vigas principales se debe seguir un procedimiento similar al prediseño de vigas secundarias para obtener un perfil adecuado. Se debe considerar el área más crítica que soportara una sobrecarga y dimensionar su ancho de área cooperante.

Ancho cooperante de la viga secundaria A-C.



Nota: Modelado en el software ETABS 2017.

En el prediseño de vigas principales también se considera el área más crítica por el ancho de área cooperante.

Cálculo de las reacciones de las vigas secundarias apoyadas sobre las vigas principales.

Viga secundaria A-B.

$$R_{A-B} = \frac{q * l}{2} = \frac{5876.48 \text{ Kg/m} * 2.65 \text{ m}}{2}$$

$$R = 3928.15 \text{ Kg}$$

Viga secundaria B-C.

$$R_{B-C} = \frac{q * l}{2} = \frac{5876.48 \text{ Kg/m} * 2.63 \text{ m}}{2}$$

$$R = 3898.50 \text{ Kg}$$

Cálculo de momento máximo

$$P = R_{A-B} + R_{B-C} = 3928.15 \text{ Kg} + 3898.50 \text{ Kg}$$

$$M_{max} = P * a = 7826.65 \text{ Kg} * 1.965 \text{ m}$$

$$M_{max} = 7689.69 \text{ Kg m}$$

Cálculo del módulo plástico

$$Z_{xreq} = \frac{M_{max}}{\phi_b * f_y}$$

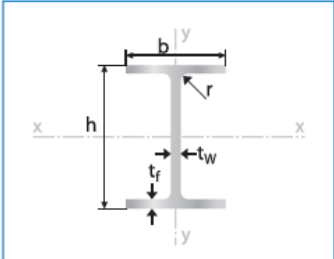
$$Z_{xreq} = \frac{5876.48}{0.9 * 2530 \text{ Kg/cm}^2} = \frac{7689.69 \text{ Kg m} * 100 \text{ cm/m}}{0.9 * 2530 \text{ Kg/cm}^2}$$

$$Z_{xreq} = 337.71 \text{ cm}^3$$

Obteniendo el módulo plástico se define un perfil con un área igual o similar al resultado obtenido $Z_{xreq} = 337.71 \text{ cm}^3$; se procede a buscar en la tabla de especificaciones técnicas del catálogo nacional IPAC para vigas IPE y nos muestra un módulo plástico propuesto de $Z_{xpro} = 429 \text{ cm}^3$ para una viga IPE de 270 para el predimensionamiento.

Figura 56


Propiedades de Viga IPE, catálogo IPAC.



Largo normal:
6 metros / 12 metros
Recubrimiento:
Negro
Calidad de Acero:
ASTM A 36 / ASTM A 572 Gr 50
Norma de Fabricación:
INEN 2230 / INEN 2215 / EN 10024
Observaciones:
Otras dimensiones y largos previa consulta.

> **Aplicaciones**

- Estructuras.
- Soporte de polipasto en puentes grúas o techos.
- Puentes.
- Rieles.



Designación	Dimensiones									Propiedades Elásticas						Módulo Plástico	Cons Tors	
	Altura		Ala		Distancias			Área	Peso	Eje y-y			Eje x-x					
	h	s	b	t	r1	r2	d			Ix	Sx	rx	Iy	Sy	ry			Zx
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	kg/mt	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ³	cm ⁴
PE80	80,00	3,80	46,00	5,20	5,00	69,60	59,60	7,64	6,00	80,10	20,00	3,24	8,50	3,70	1,05	23,20	5,80	0,70
PE100	100,00	4,10	55,00	5,70	7,00	88,60	74,60	10,30	8,10	171,00	34,20	4,07	15,90	5,80	1,24	39,40	9,10	1,20
PE120	120,00	4,40	64,00	6,30	7,00	107,40	93,40	13,20	10,40	318,00	53,00	4,90	27,70	8,60	1,45	60,70	13,60	1,74
PE140	140,00	4,70	73,00	6,90	7,00	126,20	112,20	16,40	12,90	541,00	77,30	5,74	44,90	12,30	1,65	88,30	19,20	2,45
PE160	160,00	5,00	82,00	7,40	9,00	145,20	127,20	20,10	15,80	869,00	109,00	6,58	68,30	16,70	1,84	124,00	26,10	3,60
PE180	180,00	5,30	91,00	8,00	9,00	164,00	146,00	23,90	18,80	1317,00	146,00	7,42	101,00	22,20	2,05	166,00	34,60	4,79
PE200	200,00	5,60	100,00	8,50	12,00	183,00	159,00	28,50	22,40	1943,00	194,00	8,26	142,00	28,50	2,24	221,00	44,60	6,98
PE220	220,00	5,90	110,00	9,20	12,00	201,60	177,60	33,40	26,20	2772,00	252,00	9,11	205,00	37,30	2,48	285,00	58,10	9,07
PE240	240,00	6,20	120,00	9,80	15,00	220,40	190,40	39,10	30,70	3892,00	324,00	9,97	284,00	47,30	2,69	367,00	73,90	12,90
PE270	270,00	6,60	135,00	10,20	15,00	249,60	219,60	45,90	36,10	5790,00	429,00	1,20	420,00	62,20	3,02	484,00	97,00	15,90

Nota. Tomado del catálogo IPAC.

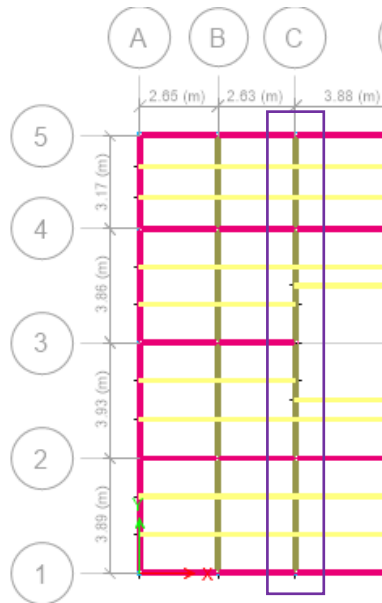
Tenemos:

$$Z_{xreq} = 337.71 \text{ cm}^3 \geq Z_{xpro} = 429 \text{ cm}^3$$

Se adopta este perfil para trabajar en el modelado de la estructura.

4.2.4.1 Predimensionamiento de vigas principales.

Ancho cooperante de la viga secundaria 1-5.



Nota: Modelado en el software ETABS17.

El prediseño de vigas secundarias se considera que la conexión entre vigas secundarias y principales serán doblemente empotradas con una orientación perpendicular en la dirección de una luz mayor de 3.93 m.

Luz libre = 3.93 m

Ancho cooperante = 3.985 m

Peso de losa:

$$W_{losa} = (\text{peso de la placa}) + (\text{peso del hormigón})$$

$$W_{losa} = (7.470 \text{ Kg/m}^2) + (179.8 \text{ Kg/m}^2)$$

$$W_{losa} = \mathbf{187.3 \text{ Kg/m}^2}$$

Carga muerta:

$$CM = W_{losa} + C_{permanente}$$

$$CM = 187.3 \text{ Kg/m}^2 + 430 \text{ Kg/m}^2$$

$$CM = 617.270 \text{ Kg/m}^2$$

Cálculo de carga por longitud uniformemente distribuida.

$$U = 1.2D + 1.6L$$

$$U = 1.2 * 617.270 \text{ Kg/m}^2 + 1.6 * 480 \text{ Kg/m}^2$$

$$U = 1508.72 \text{ Kg/m}^2$$

$$q = U * (\text{ancho cooperante})$$

$$q = 1508.72 \text{ Kg/m}^2 * 3.985 \text{ m}$$

$$q = 6012.265 \text{ Kg/m}$$

Cálculo del momento máximo positivo para la viga doblemente empotrada

$$Mu = \frac{q * l^2}{8} = \frac{6012.265 \text{ Kg/m} * (3.93\text{m})^2}{8}$$

$$Mu = 11607.35 \text{ Kg m}$$

Cálculo de las reacciones en los apoyos

$$R = \frac{q * l}{2} = \frac{6012.265 \text{ Kg/m} * 3.93 \text{ m}}{2}$$

$$R = 11814.1 \text{ Kg}$$

Cálculo del módulo plástico

$$Z_{xreq} = \frac{M_{max}}{\phi_b * f_y}$$

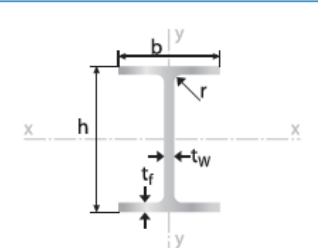
$$Z_{xreq} = \frac{11607.35 \text{ Kg m} * 100 \text{ cm/m}}{0.9 * 2530 \text{ Kg/cm}^2}$$

$$Z_{xreq} = 509.77 \text{ cm}^3$$

Obteniendo el módulo plástico se define un perfil con un área igual o similar al resultado obtenido $Z_{xreq} = 509.77 \text{ cm}^3$; se procede a buscar en la tabla de especificaciones técnicas del catálogo nacional IPAC para vigas IPE y nos muestra un módulo plástico propuesto de $Z_{xpro} = 557 \text{ cm}^3$ para una viga IPE de 300 para el predimensionamiento.

Figura 57


Propiedades de Viga IPE, catálogo IPAC



Largo normal:
6 metros / 12 metros
Recubrimiento:
Negro
Calidad de Acero:
ASTM A 36 / ASTM A 572 Gr 50
Norma de Fabricación:
INEN 2230 / INEN 2215 / EN 10024
Observaciones:
Otras dimensiones y largos previa consulta.

► **Aplicaciones**

- Estructuras.
- Soporte de polipasto en puentes grúas o teclas.
- Puentes.
- Rieles.



Designación	Dimensiones									Propiedades Elásticas						Módulo Plástico		Cons Tors
	Altura		Ala		Distancias			Área	Peso	Eje y-y			Eje x-x			Z _x	Z _y	J _t
	h	s	b	t	r1	r2	d			I _x	S _x	r _x	I _y	S _y	r _y			
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	kg/mt	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ³	cm ⁴
IPE 80	80,00	3,80	46,00	5,20	5,00	69,60	59,60	7,64	6,00	80,10	20,00	3,24	8,50	3,70	1,05	23,20	5,80	0,70
PE 100	100,00	4,10	55,00	5,70	7,00	88,60	74,60	10,30	8,10	171,00	34,20	4,07	15,90	5,80	1,24	39,40	9,10	1,20
PE 120	120,00	4,40	64,00	6,30	7,00	107,40	93,40	13,20	10,40	318,00	53,00	4,90	27,70	8,60	1,45	60,70	13,60	1,74
PE 140	140,00	4,70	73,00	6,90	7,00	126,20	112,20	16,40	12,90	541,00	77,30	5,74	44,90	12,30	1,65	88,30	19,20	2,45
PE 160	160,00	5,00	82,00	7,40	9,00	145,20	127,20	20,10	15,80	869,00	109,00	6,58	68,30	16,70	1,84	124,00	26,10	3,60
PE 180	180,00	5,30	91,00	8,00	9,00	164,00	146,00	23,90	18,80	1317,00	146,00	7,42	101,00	22,20	2,05	166,00	34,60	4,79
PE 200	200,00	5,60	100,00	8,50	12,00	183,00	159,00	28,50	22,40	1943,00	194,00	8,26	142,00	28,50	2,24	221,00	44,60	6,98
PE 220	220,00	5,90	110,00	9,20	12,00	201,60	177,60	33,40	26,20	2772,00	252,00	9,11	205,00	37,30	2,48	285,00	58,10	9,07
PE 240	240,00	6,20	120,00	9,80	15,00	220,40	190,40	39,10	30,70	3892,00	324,00	9,97	284,00	47,30	2,69	367,00	73,90	12,90
PE 270	270,00	6,60	135,00	10,20	15,00	249,60	219,60	45,90	36,10	5790,00	429,00	11,20	420,00	62,20	3,02	484,00	97,00	15,90
PE 300	300,00	7,10	150,00	10,70	15,00	278,60	248,60	53,80	42,20	8356,00	557,00	12,50	604,00	80,50	3,35	628,00	125,00	20,10
PE 330	330,00	7,50	160,00	11,50	18,00	307,00	271,00	62,60	49,10	11770,00	713,00	13,70	788,00	98,50	3,55	804,00	154,00	28,10
PE 360	360,00	8,00	170,00	12,70	18,00	334,60	298,60	72,70	57,10	16270,00	904,00	15,00	1043,00	123,00	3,79	1019,00	191,00	37,30

Nota. Tomado del catálogo IPAC.

Tenemos:

$$Z_{xreq} = 509.77 \text{ cm}^3 \geq Z_{xpro} = 557 \text{ cm}^3$$

Se adopta este perfil para trabajar en el modelado de la estructura.

4.2.5 Predimensionamiento de columnas

Se opta por trabajar con tubos estructurales cuadrados para el modelado de la estructura, según los pisos varían las secciones de las columnas, como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 31

Dimensiones de columnas

Dimensiones de columnas	Secciones mm
Planta Baja. Columnas de borde	150 x150x6
Columnas interiores, planta baja	200x200x6
Planta Alta	100x100x5

4.2.6 Datos del sistema estructural, para el modelado en el software Etabs.

Los elementos de diseño que se van adecuar en esta estructura se detallan a continuación; estas secciones están prediseñadas para que desempeñen una resistencia adecuada.

Detalles de las vigas que se adaptaran al sistema del entrepiso son de secciones tipo I de calidad ASTM A36.

IPE 240

IPE 270

IPE 300

Las columnas que conformarán el sistema de pórticos serán de tubería estructural cuadrada, calidad ASTM A36:

Tubo. 150x150x6 mm

Tubo. 200x200x6 mm

Tubo. 100x100x5 mm

Las propiedades de los materiales que se utilizan en el análisis y diseño, que serán ingresados al software de diseño estructural, son:

a) Acero estructural: ASTM A-36.

Módulo de elasticidad longitudinal o (Young), $E= 2000000 \text{ kg/cm}^2$

Resistencia a la fluencia, $F_y= 2530 \text{ kg/cm}^2$

Resistencia a la ruptura, $F_u= 4080 \text{ kg/cm}^2$

Coefficiente de poisson $U=0.30$

Peso volumétrico $W =7.850 \text{ Ton/m}^3$

b) Especificaciones del Hormigón:

Módulo de elasticidad del hormigón (E): $15100\sqrt{f'c} = 15100\sqrt{210} = 218819.7889$

$\text{Kg/cm}^2 = 218819,79 \text{ Ton/m}^2$

Módulo de corte, $G=94508.96 \text{ kg/cm}^2$

Resistencia a la compresión, $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

Coefficiente de poisson, $U=0.15$

Peso volumétrico, $W =2.40 \text{ Ton/m}^3$

4.2.6.1 Proceso del modelado

Se crea la grilla y se establece las unidades con las que se va a trabajar en el modelado, se tiene que seleccionar los números de pisos y las líneas de los pórticos del eje X como las del eje Y. se colocan los datos de las distancias de ejes y la altura entre pisos. Luego se modifica el sistema de unidades con el que se va a trabajar en este caso en Kg/m.

Figura 58

Crear grillas

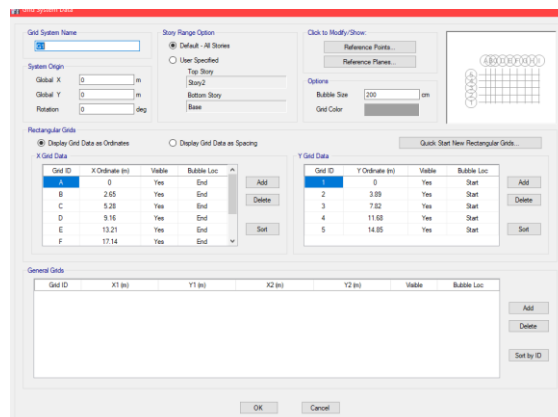
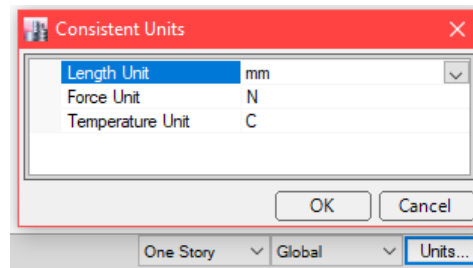


Figura 59

Establecer unidades



Se crea y se define el material con el cual se va a modelar la estructura, en este caso el material del concreto y del acero estructural, se inserta los datos como módulo de elasticidad, peso volumétrico, coeficiente de Poisson, las debidas resistencias dependiendo del caso.

Figura 60

Creación de material $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

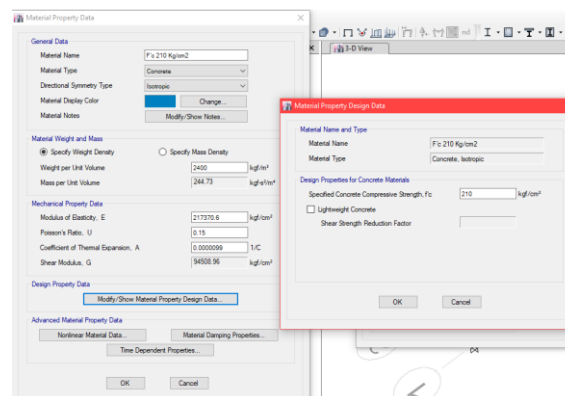
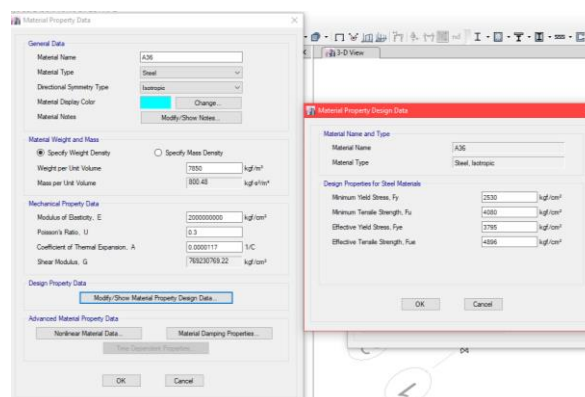


Figura 61

Creación de material A36



Se crea también un elemento con las propiedades de la placa colaborante con la que se realizara el modelado, a su vez en el menú de “frame sections” se definen varias secciones de viga tipo I las cuales actuaran como vigas principales, secundarias y como especie de membranas para el soporte de la placa colaborante.

Figura 62

Propiedades de la placa colaborante

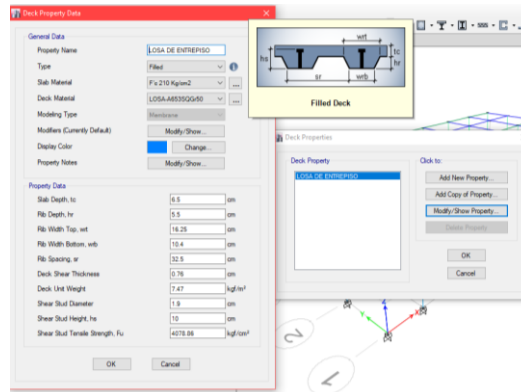


Figura 63

Creación de la membrana Viga IPE240

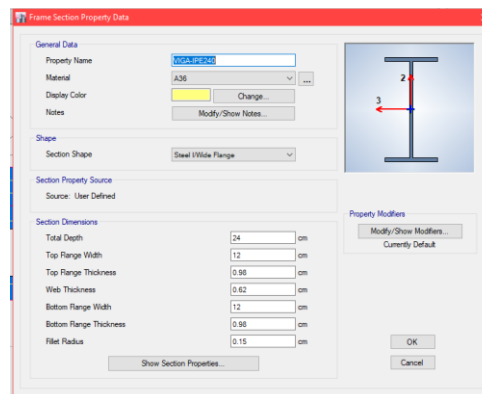


Figura 64

Creación de las vigas secundarias, Viga IPE 270

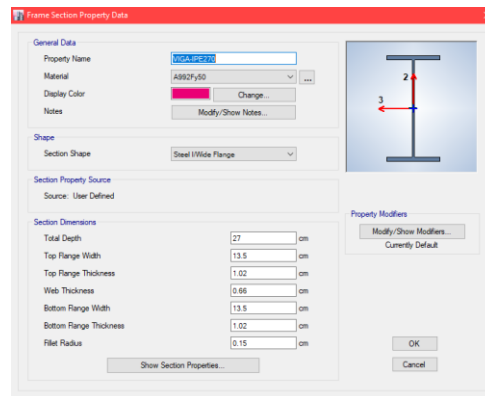
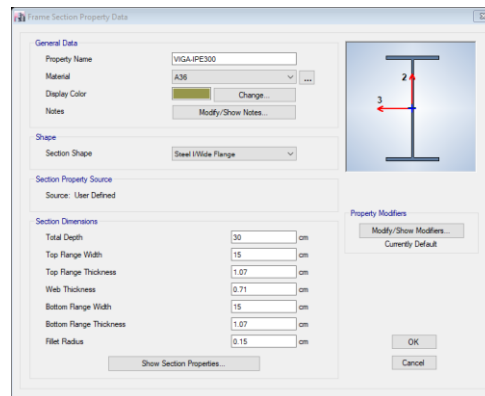


Figura 65

Creación de vigas principales, Viga IPE 300



De igual manera se crean las secciones de las columnas de acero estructural cuadrado ASTM A36, con las dimensiones ya establecidas anteriormente.

Figura 66

Creación de columnas de borde para la planta baja, 150x150x6

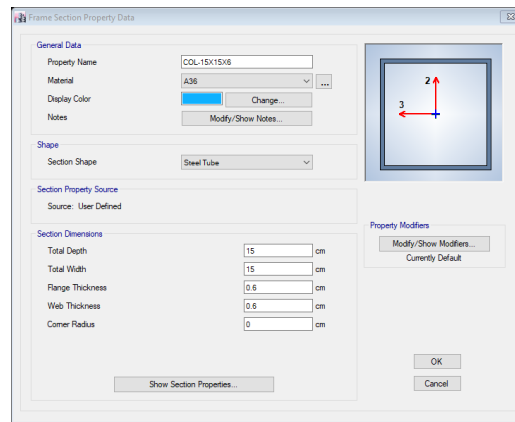


Figura 67

Creación de columnas centrales para la planta baja, 200x200x6

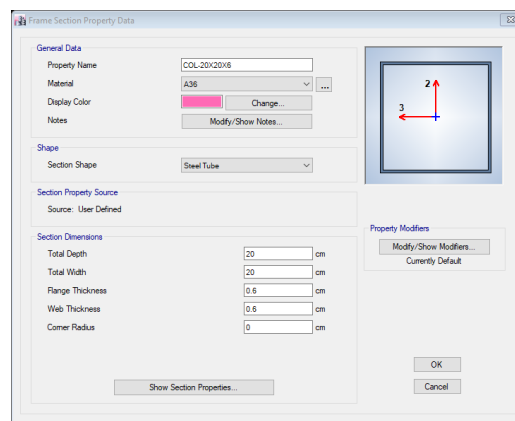


Figura 68

Creación de columnas para la planta alta, 100x100x5

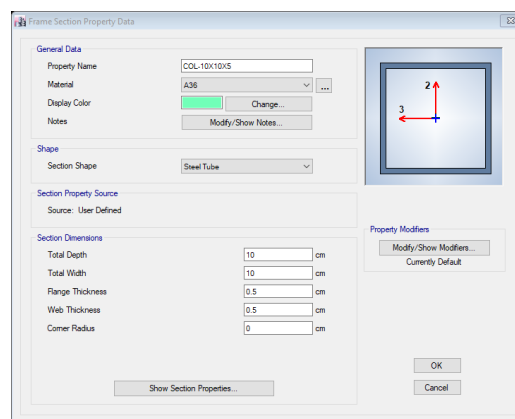
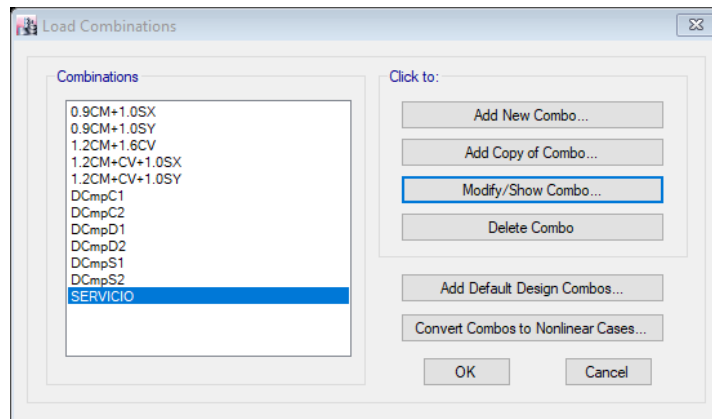


Figura 69

Combinaciones de carga según la Norma



Se crean los diafragmas rígidos a la estructura, estos tienen que ser colocados por pisos, después de la asignación de diafragmas se asigna la carga muerta y viva de la estructura.

Figura 70

Creación de diafragma

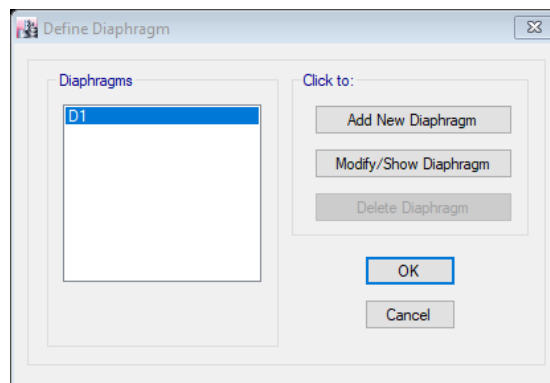


Figura 71

Asignación de diafragmas

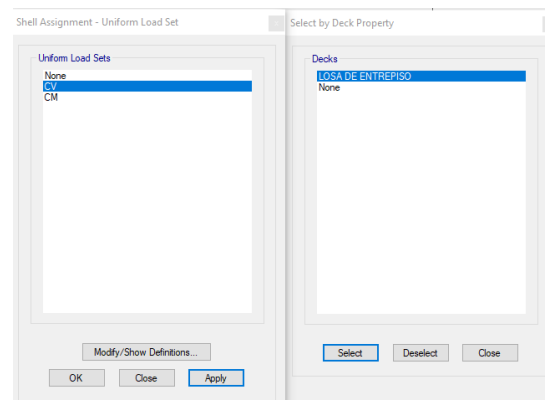
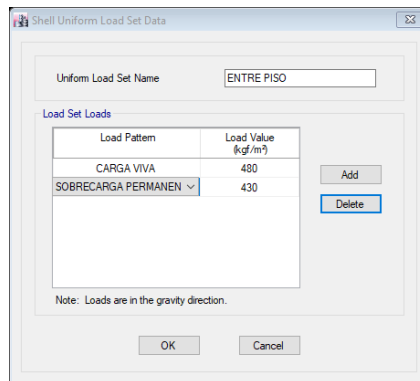


Figura 72

Asignación de cargas



Para la modelación de la estructura se debe colocar las masas participativas para definir la masa reactiva sísmica que actúa en la edificación, quiere decir que incluye el peso propio de todos los elementos como el acero estructural y la sobrecarga permanente, esto lo indica la sección 6.1.7 de la (NEC-SE-DS, 2015).

Figura 73

Masas participativas

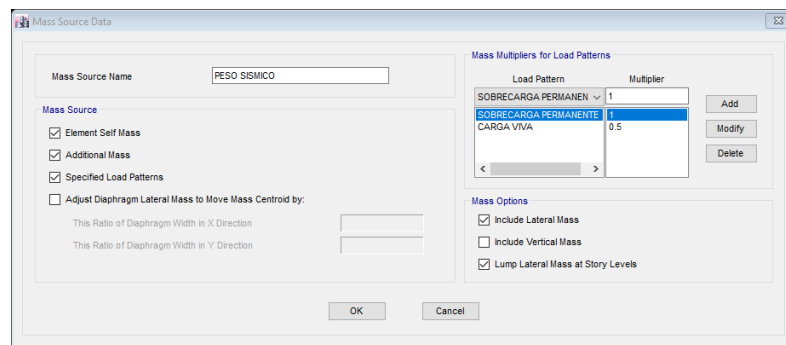
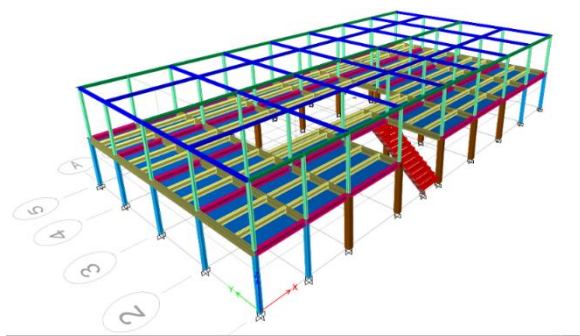


Figura 74

Estructura modelada en el software Etabs 2017



4.2.7 Espectro de diseño.

Los valores proporcionados en la de NEC-SE-DS (2015), abordan las especificaciones del Espectro Elástico de Diseño para la resistencia sísmica de la edificación, los valores obtenidos ayudaran a establecer los valores necesarios para emplearlos en el espectro en función en un periodo de tiempo.

Tabla 32

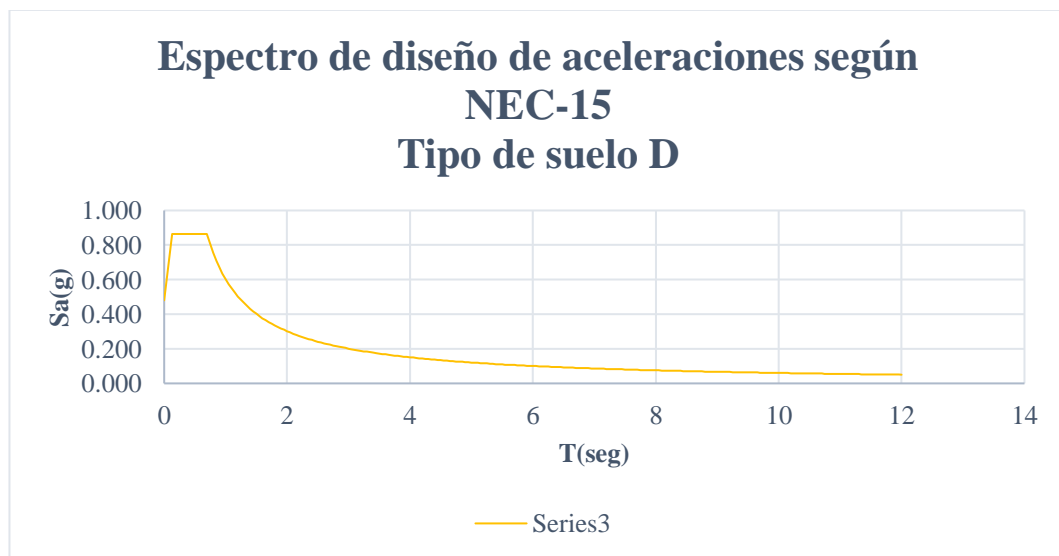
Datos resultantes del Espectro de Diseño

Espectro de diseño	$S_a = \eta Z F_a$	$Z F_a$	$T_0 = 0,1 F_s \frac{F_d}{F_a}$	$T_c = 0,55 F_s \frac{F_d}{F_a}$
TIPO DE SUELO	(g)	(g)	(seg)	(seg)
D	0,864	0,480	0,127	0,698

Los valores siguientes en función al lugar, tipo de suelo ayudaran a ilustrar la imagen del espectro en función Tc y To.

Figura 75

Grafica del Espectro de Diseño



Para la obtención del cortante basal y periodo sísmico se determinó conocer las cargas vivas y muertas de la estructura en general, además de las áreas tributarias, estas ayudaran a determinar el peso real de la estructura y permitir conocer el diseño sísmico, de tal manera que dichos valores están detallados en las tablas siguientes:

Tabla 33

Áreas Tributarias

DATOS	Área tributaria (A_T)	
cubierta	339,4307	m ²
1er piso	432,6875	m ²

Se determino obtener las cargas vivas y muertas de las áreas tributarias de cubierta de las cuales se muestran a continuación:

Tabla 34

Áreas Tributarias cubierta

Carga viva (W_L)		Carga muerta (W_D)	
0,0007	Ton/m ²	0,22	Ton/m ²
0,48	Ton/m ²	0,61727	Ton/m ²

Para la obtención de carga mayorada se relacionó una multiplicación entre el área tributaria y las cargas vivas y muertas halladas, siendo la carga acumulada en toda la cubierta.

Tabla 35

Cargas no mayoradas y acumuladas

Carga no mayorada		Carga acumulada	
74,9123555	Ton	74,9123555	Ton
474,775013	Ton	549,687369	Ton

Al realizar la operación del peso sísmico se determinó sumas las cargas muertas y vivas multiplicado el coeficiente 0,25; una vez obtenido el área tributaria y cada piso se determina a obtener el peso de los pisos.

Tabla 36

Peso sísmico

Peso sísmico (Ws)	
$W_s = A_T * (W_D + 0,25 * W_L)$	
319,01	Ton
74,73	Ton

4.2.8 Cortante basal.

Para el diseño sísmico se deben conocer las fuerzas cortantes que actúan en la estructura y estas deben ser de todos los pisos en este caso 2 plantas. Es fundamental conocer la fuerza lateral, por consiguiente, el valor de la inercia inducidas por cargas externas como el viento o sismos.

4.2.8.1 Coeficiente I

Se determino el coeficiente **I**= 1,3 para estructuras de ocupación especial por considerase para edificio público y de tema estudiantil.

4.2.8.2 Tipo de estructura a y C_i

Se contemplo que la edificación es de acero con arriostramiento, de tal manera que se considera como factor de 0,75 y de la misma manera el valor de 0,073.

Tabla 37

Datos Diseño Sísmico

Datos

n=	1,8
Z=	0,4
C_t=	0,073
α=	0,75
I=	1,3
Ø_p=	1
Ø_E=	1
R=	8
Sa=	0,864
h(m)=	6,17

4.2.8.1 Factor R

Para sistema de estructuras dúctiles en pórticos especiales sismo resistente de acero laminado en caliente, sea con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas con muros de hormigón armado, se considere el factor 8.

4.2.8.2 Coeficiente regularidad en planta

La estructura contempla una regularidad tipo 3 discontinuidad en el sistema de pisos, se considera el valor de coeficiente 0,9 cuando la estructura presenta irregularidades, en este caso abertura o zonas huecas de más del 50% del área.

4.2.8.3 Coeficiente regularidad en elevación

Cuando una estructura no contempla ninguna irregularidad en la elevación, se toma el coeficiente 1 y se la considera regular la elevación.

Tabla 38

Datos Diseño Sísmico

COEFICIENTE SÍSMICO	
$C_s = \frac{S_a}{R * \varnothing_p * \varnothing_E}$	
Cs=	0,108

La carga sísmica **W** representa la carga reactiva por sismo y es independiente del método de análisis, en este caso se considera tomar en casos especiales para bodegas y almacenaje.

Tabla 39

Cortante Basal

CORTANTE BASAL	
$V = C_s * W$	
V=	42,52

La fuerza lateral para dicho análisis correspondiente es de V=42,52 para la estructura, de la misma manera en la siguiente tabla se reflejan los valores obtenidos para las 2 plantas correspondiente a cada carga que se generó.

Tabla 40

Cortante Basal de Pisos

CORTANTE BASAL DE SUELO TIPO "D"							
N° de piso	Altura de piso (hx)	Peso (Ton)	$W_x * (hx^k)$	$C_{vx} = \frac{W_x * (hx^k)}{\sum W_x * (hx^k)}$	$F_x(\text{Ton}) = \frac{C_{vx} * V}{C_{vx}}$	$V_x(\text{Ton})$	$0.30 * V_x(\text{Ton})$
2	6,17	74,73	379,45	0,298	12,67	12,67	3,802
1	3,17	319,01	893,70	0,702	29,85	42,52	12,757
TOTAL	$\sum W(\text{TON}) =$	393,74	1273,15	1,00	42,52	55,20	16,56

4.2.9 Diseño estructural.

Las conexiones rígidas se establecen entre vigas y columnas, un conjunto de pórticos resistentes a momentos en un sistema estructural, donde la capacidad de resistir cargas laterales por flexión y cortante en vigas y columnas, tiene como principal fuente de ductilidad la generación de nudos plásticos en las vigas.

Luego del análisis se realiza una verificación de diseño de cada uno de los elementos en el software Etabs, el cual nos brindara la información necesaria de verificación. Para este tipo de construcciones con elementos estructurales la AISC tiene un proceso de interacción entre las secciones de vigas y columnas para obtener mecanismos óptimos que cumplan los parámetros sísmo resistentes establecidos según la NEC-15.

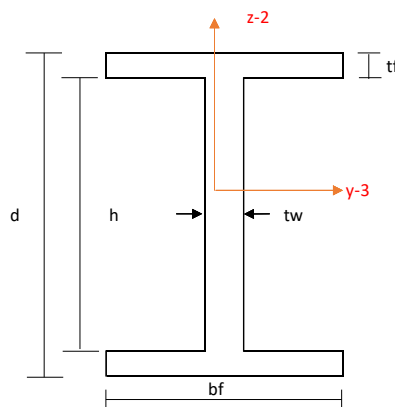
4.2.9.1 Diseño de vigas

Para el diseño de vigas se presenta una verificación manual de uno de los miembros, este se encuentra los ejes I y 2-3 vigas están en el primer piso.

Eje I

Figura 76

Sección del perfil para vigas



Nota: Tomado de AutoCAD

Diseño de viga IPE 300

Tabla 41

Datos de diseño de viga

DATOS DE CATALOGO IPAC		
b_f	15	cm
t_f	1.07	cm
d	30	cm
t_w	0.71	cm

Características de la sección, altura del alma:

$$h = d - 2 * t_f = 30 \text{ cm} - (2 * 1.07 \text{ cm}) = 27.86 \text{ cm}$$

Área de la sección:

$$A_x = (2 * b_f * t_f) + (h * t_w) = (2 * 15 * 1.07) \text{ cm} + (27.86 * 0.71) \text{ cm}$$

$$A_x = 51.88 \text{ cm}^2$$

Área eficaz en cortante en la dirección Y.

$$A_y = 2 * b_f * t_f = 2 * 15 \text{ cm} * 1.07 \text{ cm} = 32 \text{ cm}^2$$

Área eficaz en cortante en la dirección Z

$$A_z = h * t_w = 27.86 \text{ cm} * 0.71 \text{ cm} = 19.78 \text{ cm}^2$$

Constante de torsión:

$$J = \frac{(2 * b_f * t_f^3) + (h * t_w^3)}{3}$$

$$J = \frac{(2 * 15 \text{ cm} * (1.07 \text{ cm})^3) + (27.86 \text{ cm} * (0.71 \text{ cm})^3)}{3}$$

$$J = 15.57 \text{ cm}^4$$

Constante de pandeo local.

$$C_w = \frac{t_f * b_f^3 * (h * t_f)^2}{24} = \frac{1.07 \text{ cm} * (15 \text{ cm})^3 * (27.86 \text{ cm} * 1.07 \text{ cm})^2}{24}$$

$$C_w = 125934.05 \text{ cm}^6$$

Momento de Inercia en el eje Y.

$$I_y = \frac{t_w * h^3}{12} + 2 \left(\left(\frac{b_f * t_f^3}{12} \right) + b_f * t_f * \left(\frac{h}{2} + \frac{t_f}{2} \right)^2 \right)$$

$$I_y = \frac{0.71 * 27.86^3}{12} + 2 \left(\left(\frac{15 * 1.07^3}{12} \right) + 15 * 1.07 * \left(\frac{27.86}{2} + \frac{1.07}{2} \right)^2 \right)$$

$$I_y = 7998.986 \text{ cm}^4$$

Momento de Inercia en el eje Z

$$I_z = 2 \left(\frac{t_f * b_f^3}{12} \right) + \left(\frac{h * t_w^3}{12} \right) = 2 \left(\frac{1.07 * 15^3}{12} \right) + \left(\frac{27.86 * 0.71^3}{12} \right) =$$

$$I_z = 603.53 \text{ cm}^4$$

Módulo de sección plástico en el eje Y

$$Z_y = \left(\frac{t_w * h^2}{4} \right) + b_f * t_f * ((h + 2 * t_f) - t_f)$$

$$Z_y = \left(\frac{15 * 27.86^2}{4} \right) + 15 * 1.07 * ((27.86 + 2 * 1.07) - 1.07)$$

$$Z_y = 602.09 \text{ cm}^3$$

Módulo de sección elástico en el eje Y

$$S_y = \frac{I_y}{\left(\frac{h + 2 * t_f}{2} \right)} = \frac{7998.986}{\left(\frac{27.86 + 2 * 1.07}{2} \right)}$$

$$S_y = 533.27 \text{ cm}^3$$

Módulo de sección plástico en el eje Z

$$Z_z = \frac{h * t_w^2}{4} + 2 \left(t_f * \frac{b_f}{2} \right) * \frac{b_f}{2} = \frac{27.86 * 15^2}{4} + 2 \left(1.07 * \frac{15}{2} \right) * \frac{15}{2}$$

$$Z_z = 123.89 \text{ cm}^3$$

Módulo de sección elástico en el eje Z.

$$S_z = \frac{I_z}{\left(\frac{b_f}{2} \right)} = \frac{603.53 \text{ cm}^4}{\left(\frac{15 \text{ cm}}{2} \right)} = 80.47 \text{ cm}^3$$

Radio de inercia en el eje Y

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_x}} = \sqrt{\frac{7998.986 \text{ cm}^4}{51.88 \text{ cm}^2}} = 12.42 \text{ cm}$$

Radio de inercia en el eje Z

$$r_z = \sqrt{\frac{I_z}{A_x}} = \sqrt{\frac{603.53 \text{ cm}^4}{51.88 \text{ cm}^2}} = 3.41 \text{ cm}$$

Una vez obtenido los respectivos resultados de las características de la sección de la viga, se las coloca en una tabla y se especifica cada una de sus propiedades.

Tabla 42

Características de la sección de la Viga IPE 300

Viga IPE 300		
b_f	15 cm	Ancho de la sección del ala
t_f	1.07 cm	Espesor del ala
d	30 cm	Altura de la sección
t_w	0.71 cm	Espesor del alma
h	27.86 cm	Altura del alma
A_x	51.88 cm ²	Área de la sección
A_y	32 cm ²	Área eficaz en cortante en la dirección Y
A_z	19.78 cm ²	Área eficaz en cortante en la dirección Z
J	15.57 cm ⁴	Constante de torsión
C_w	125934.05 cm ⁶	Constante de pandeo local
I_y	7998.98 cm ⁴	Momento de inercia respecto al eje Y
I_z	603.53 cm ⁴	Momento de inercia respecto al eje Z
Z_y	602.09 cm ³	Módulo de sección plástico respecto al eje Y
S_y	533.27 cm ³	Módulo de sección elástico respecto al eje Y
Z_z	123.89 cm ³	Módulo de sección plástico respecto al eje Z
S_z	80.47 cm ³	Módulo de sección elástico respecto al eje Z
r_y	12.42 cm	Radio de inercia respecto al eje Y
r_z	3.41 cm	Radio de inercia respecto al eje Z

Verificación respecto al ancho, espesor determinado por la norma AISC 341-10.

▪ Según la norma AISC 360-16

Proporción de anchura – espesor para un ala $\frac{b_f}{2t_f}$; para la relación de ancho y espesor de ala, $\frac{b_f}{2t_f}$, no puede ser mayor a $0.30 * \sqrt{\frac{E_s}{F_y}}$

Alas de vigas

$$\frac{15 \text{ cm}}{2 * 1.07 \text{ cm}} \leq 0.30 * \sqrt{\frac{2038901.78}{2531.05}}$$

$$7.01 \leq 8.51 \rightarrow \text{NO ESBELTA}$$

Proporción de anchura – espesor para un alma $\frac{h}{t_w}$, la relación de ancho y espesor de ala, $\frac{h}{t_w}$, no puede ser mayor a $1.49 * \sqrt{\frac{E_s}{F_y}}$

Alma de vigas

$$\frac{24.86 \text{ cm}}{0.71 \text{ cm}} < 1.49 * \sqrt{\frac{2038901.78}{2531.05}}$$

$$35.01 < 42.29 \rightarrow \text{NO ESBELTA}$$

Clase de sección en flexión simple por el momento M_y y M_z .

Límite de esbeltez para el ala compactada alta ductilidad:

$$\lambda_{hd} = 0.30 * \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 0.30 * \sqrt{\frac{2038901.78}{2531.05}}$$

$$8.51 > 7.01 \rightarrow \text{OK}$$

Límite de esbeltez para el ala compactada:

$$\lambda_p = 0.38 * \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 0.38 * \sqrt{\frac{2038901.78}{2531.05}}$$

$$10.79 > 7.01 \rightarrow \text{OK}$$

Clase de ala:

$$\frac{b_f}{2t_f} < 0.30 * \sqrt{\frac{E_s}{F_y}}$$

$$7.01 < 8.51 \rightarrow \text{SISMICO}$$

Límite de esbeltez para el ala compactada alma ductilidad:

$$\lambda_{hd} = 1.49 * \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 1.49 * \sqrt{\frac{2038901.78}{2531.05}}$$

$$42.29 > 35.01 \rightarrow \text{OK}$$

Límite de esbeltez para el alma compactada:

$$\lambda_r = 5.7 * \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 5.7 * \sqrt{\frac{2038901.78}{2531.05}}$$

$$161.78 > 35.01 \rightarrow \text{OK}$$

Clase de alma:

$$\frac{h}{t_w} < 1.49 * \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 1.49 * \sqrt{\frac{2038901.78}{2531.05}}$$

$$35.01 < 42.29 \rightarrow \text{SISMICO}$$

Para verificar si el diseño de la edificación resiste a los esfuerzos por cortante, se hizo referencia al Capítulo G de la Especificación para Construcciones en Acero AISC 360-16. Este capítulo hace énfasis en el diseño por corte en el plano del alma, para elementos con simetría doble o simple. La resistencia nominal de corte (V_n) para almas, acorde con el estado límite de fluencia en corte y pandeo.

Límite de esbeltez para corte, para almas sin atiesadores transversales y con

$$\frac{h}{t_w} \leq 260 \quad 35.0 \leq 260 \rightarrow \text{OK}$$

Al cumplirse la condición anterior el coeficiente de pandeo por corte del alma es:

$$kv = 5$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 1.1 * \sqrt{kv \frac{E}{F_y}} = \frac{24.86}{0.71} \leq 1.1 * \sqrt{5 * \frac{2038901.78}{2531.05}} \quad 35.01 \leq 69.81 \rightarrow \mathbf{OK}$$

Límite de esbeltez de corte para el alma no compactada. $kv = 5$

$$\frac{h}{t_w} \leq 1.37 * \sqrt{kv \frac{E}{F_y}} = \frac{24.86}{0.71} \leq 1.37 * \sqrt{5 * \frac{2038901.78}{2531.05}}$$

$$35.01 \leq 86.95 \rightarrow \mathbf{OK}$$

Control de pandeo por flexión; parámetros de análisis de pandeo.

Longitud no protegida contra el pandeo de la barra $L_y = 1.96 \text{ m}$

Coefficiente eficaz de longitud de pandeo $k_y = 1$

Respecto al eje Y de la sección.

Respecto al eje Y de la sección.

Esbeltez de cálculo de la barra.

$$\frac{KL_y}{r_y} = \frac{1 * 196}{12.42} = 15.78$$

Tensión crítica elástica para el pandeo Y.

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} = \frac{\pi^2 * 2038902}{(15.78)^2} = 80763.65 \text{ cm}^2$$

Cuando

$$\frac{KL}{r} \leq 4.71 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{ o } \frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$$

$$\frac{KL_y}{r_y} \leq 4.71 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \mathbf{15.78 \leq 133.68}$$

$$F_{cry} = \left(0.658 \frac{F_y}{F_e}\right) * F_y = 2498.07 \text{ kg/cm}^2$$

Resistencia nominal de la barra en compresión.

$$P_{ny} = F_{cr} * A_g = 2498.07 * 51.88 = 129601.22 \text{ kg}$$

Respecto al eje Z de la sección.

Esbeltez de cálculo de la barra.

$$\frac{KL_z}{r_z} = \frac{1 * 196}{3.41} = 57.5$$

Tensión crítica elástica para el pandeo Z.

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} = \frac{\pi^2 * 2038902}{(57.5)^2} = 6093.75 \text{ cm}^2$$

Cuando

$$\frac{KL}{r} \leq 4.71 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{ o } \frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$$

$$\frac{KL_y}{r_y} \leq 4.71 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad 57.47 \leq 133.68$$

$$F_{cry} = \left(0.658 \frac{F_y}{F_e}\right) * F_y = 2127.16 \text{ kg/cm}^2$$

Resistencia nominal de la barra en compresión.

$$P_{ny} = F_{cr} * A_g = 2127.16 * 51.88 = 110358.44 \text{ kg}$$

La fluencia y pandeo lateral – torsional.

En base al capítulo F de las especificaciones de Construcciones en Acero la normativa AISC 360-16, realiza el control de los estados límites, fluencia (Y) & pandeo lateral – torsional (LTB), que se encuentra especificado en la figura 7. En las disposiciones generales de ese capítulo, especifica cómo calcular la resistencia de diseño en flexión (ϕM_n), donde: $\phi = 0.90$, para todas las secciones de F.

Parámetros de análisis de pandeo lateral.

Parámetro de asimetría de la sección	R= 1
Coficiente de reducción para el pandeo lateral	$C_b = 1$
Longitud de la barra para el pandeo lateral	L= 1
Coficiente de inestabilidad local para el cortante	$K_{vy} = 1.2$
	$K_{vz} = 5$
Coficiente para el cálculo de las tensiones críticas en cortante	$C_{vy} = 1$
	$C_{vz} = 1$

Longitud de la barra para el pandeo lateral:

Longitud de la barra para el pandeo lateral

$$L = 0.086 * r_y \frac{E}{F_y} = 0.086 * 12.42 * \frac{2038901.78}{2531.05} = 860.22 \text{ cm} \approx 8.60 \text{ m}$$

Longitud máxima en el estado límite de resistencia:

$$L_{py} = 1.76 * r_z * \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 1.76 * 3.41 \sqrt{\frac{208901.78}{2531.05}} = 170.38 \text{ cm} \approx 1.70 \text{ m}$$

Longitud máxima en el estado límite de pandeo lateral:

$$L_{ry} = 1.95 * \sqrt{\frac{I_z H_o}{2 S_y}} * \frac{E}{0.7 F_y} * \sqrt{\frac{J}{S_y H_o}} * \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 * \left(\frac{0.7 F_y S_y H_o}{E J}\right)^2}}$$

$$L_{ry} = 1.95 * \sqrt{\frac{603.54 * (24.86 + 0.71)}{2 * 533.27}} * \frac{208901.78}{0.7 * 2531.05}$$

$$* \sqrt{\frac{15.57}{533.27 * (24.86 + 0.71)}}$$

$$* \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 * \left(\frac{0.7 * 2531.05 * 533.27 * (24.86 + 0.71)}{208901.78 * 15.57}\right)^2}}$$

$$L_{ry} = 1607.08 \text{ cm} \approx 16.07 \text{ m}$$

Momento crítico en pandeo lateral:

$$M_{cry} = S_y * \left(\frac{Cb * \pi^2 * E}{\left(\frac{Lb}{\sqrt{\frac{Iz * Ho}{2 * Sy}} \right)^2} \right) * \sqrt{1 + 0,078 * \frac{J}{S_y * Ho} * \left(\frac{Lb}{\sqrt{\frac{Iz * Ho}{2 * Sy}}} \right)^2}$$

$$M_{cry} = 533.27 * \left(\frac{1 * \pi^2 * 208901.78}{\left(\frac{140}{\sqrt{\frac{603.54 * (24.86 + 0.71)}{2 * 533.27}}} \right)^2} \right) * \sqrt{1 + 0,078 * \frac{15.57}{533.27 * (24.86 + 0.71)} * \left(\frac{140}{\sqrt{\frac{603.54 * (24.86 + 0.71)}{2 * 533.27}}} \right)^2}$$

$$M_{cry} = 8620665.8 \text{ kg} * \text{cm}$$

Resistencias nominales.

$$P_{ny} = F_{cr} * A_g = 129601.22 \text{ Kg} \approx 129.60 \text{ Ton}$$

$$P_{nz} = F_{cr} * A_g = 110358.44 \text{ Kg} \approx 110.36 \text{ Ton}$$

Resistencias nominales en compresión con respecto a la sección Y y Z, se escoge el valor mayor:

$$P_n = 110.36 \text{ Ton}$$

Resistencia nominal a la tensión:

$$P_{nt} = F_{cr} * A_g = 2531.05 * 51.88 = 131312.39 \text{ kg} \approx 1131.31 \text{ Ton}$$

Respecto al eje Y de la sección.

Momento plástico nominal:

$$M_{Py} = Fy * Zy = 152341.10 \text{ kg} * \text{cm} \approx 15.24 \text{ ton} * \text{m}$$

Resistencia nominal a flexión en el estado límite de plastificación M_{ny} (Y)

$$M_n = M_p = Fy * Zy \leq 1,5My$$

$$1523941.10 \leq 2024583.6 \text{ kg} * \text{cm}$$

$$15.24 \leq 20.25 \text{ Ton} * \text{m}$$

Se escoge el valor menor $M_{ny} = 1523941.10 \text{ kg} * \text{cm}$

Resistencia nominal al pandeo lateral: $Lb \leq Lp$. Estado límite de pandeo lateral torsional no aplica. Resistencia nominal a la flexión:

$$M_{ny} = 1523941.10 \text{ kg} * \text{cm}$$

Resistencia nominal en cortante:

$$V_n = 0,6 * Fy * Aw * Cv = 21564.55 \text{ kg} \approx 21.56 \text{ Ton}$$

Respecto al eje Z de la sección.

Momento plástico nominal:

$$M_{Pz} = Fy * Zz = 313561.70 \text{ kg} * \text{cm} \approx 3.14 \text{ ton} * \text{m}$$

Resistencia nominal a flexión en el estado límite de plastificación:

$$M_{nz(Y)} = Fy * Zz = 313561.803 \text{ kg} * \text{cm}$$

Momento nominal a la flexión:

$$M_{nz} = M_{nz(Y)} = Fy * Zz = 313561.803 \text{ kg} * \text{cm} \approx 3.14 \text{ Ton}$$

Resistencia nominal en cortante:

$$V_n = 0,6 * F_y * A_w * C_v = 48748.023 \text{ kg} \approx 48.78 \text{ Ton}$$

Resistencias de dimensionamiento

Resistencia de cálculo a la compresión:

$$P_{nc} = 0.9 * 110358.44 = 99322.56 \text{ kg} \approx 99.32 \text{ Ton}$$

Momento plástico dimensionante con respecto al eje Y de la sección:

$$\phi M_{py} = 0,9 M_{py} = 0.9 * 152341.10 = 1371546.99 \text{ kg} * \text{cm} \approx 13.72 \text{ Ton} * \text{m}$$

Resistencia de dimensionamiento a la flexión en el estado límite de plastificación

$$\phi M_{ny(Y)} = 0,9 M_{ny(Y)} = 0.9 * 152341.10 = 1371546.99 \text{ kg} * \text{cm} \approx 13.72 \text{ Ton} * \text{m}$$

Resistencia de cálculo a la flexión:

$$\phi M_{nz} = 0,9 M_{ny} = 0.9 * 152341.10 = 1371546.99 \text{ kg} * \text{cm} \approx 13.72 \text{ Ton} * \text{m}$$

Resistencia de cálculo al cortante:

$$\phi V_{nz} = 0.9 * 24564.55 = 19408.09 \text{ kg} \approx 19.41 \text{ Ton} * \text{m}$$

Figura 77

Diagrama de corte y momento generado por la combinación envolvente.



Nota. Tomado del software Etabs 2017.

Tabla 43

Esfuerzos internos y Momentos

Esfuerzos internos y Momentos		
Pr	0	Resistencia exigida a la compresión
Tr	0	Resistencia exigida a la torsión
Mry	1.32457 ton-m	Resistencia exigida a la flexión
Mrz	0	Resistencia exigida a la flexión
Vry	0	Resistencia exigida al cortante
Vrz	2.19654 ton	Resistencia exigida al cortante

Nota. Tomado del software ETABS 2017.

Interacción de flexión y compresión

Se procede a determinar la relación entre la carga axial y la resistencia nominal a compresión. Entonces, si la relación es menor que 0.2, por lo tanto, se utiliza:

$$\frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{ry}}{M_{cy}} + \frac{M_{rz}}{M_{cz}} \right) \leq 1,0$$

$$0.93 \leq 1 \quad \textit{Verificado}$$

Verificación

La razón de esbeltez $\frac{KL}{r}$ no sea mayor que 200.

$$\frac{KI_y}{r_y} = 15.78$$

$$\frac{KI_z}{r_z} = 57.47$$

Para la comprobación escogemos el valor de $\frac{KL}{r}$ mayor:

$$\frac{57.47}{200} = 0.287 < 1 \quad \rightarrow \textit{Estable}$$

Verificación por Flexión.

$$V_u = 2,19654 \text{ Ton}$$

$$\phi V_n = 19.41 \text{ Ton}$$

$$\phi V_n > V_u \rightarrow 19.41 > 2.19 \rightarrow \textit{Verificado}$$

Verificación por Flexión.

$$M_n = 1.32457 \text{ Ton}$$

$$\phi M_n = 15.24 \text{ Ton}$$

$$\phi M_n > M_n \rightarrow \textit{Verificado}$$

Se concluye que es un perfil correcto el que se ha escogido para trabajar con esta estructura.

4.3 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DEL LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTO.

4.3.1 Presupuesto referencial

A continuación, se muestra un presupuesto referencial del proyecto, tomando en cuenta el estudio de cada rubro establecido, los precios de costos están basados en los precios actuales.

Tabla 44

Rubros de Obra

RUBRO	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	OBRA PRELIMINAR				
1.1	Limpieza de terreno	M2	241.34	\$ 2.98	\$ 719.19
1.2	Trazado y replanteo	M2	241.34	\$ 1.22	\$ 294.43
2	CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURAS				
2.1	Excavación manual	M2	35.10	\$ 46.15	\$ 1,619.68
2.2	Relleno hidratado y compactado	M2	96.54	\$ 17.05	\$ 1,645.92
2.3	Hormigón Ciclopeo f'c=210 kg/cm2	M3	56.82	\$ 157.76	\$ 8,963.33
2.4	Replanteo Hormigón simple e=5cms	M2	1.96	\$ 8.79	\$ 17.19
2.5	Horm.estruct./cem.portl.cl-b f'c=210 kg/cm2 (inc.enc.curad.)(plintos, zapatas, riostras)	M3	22.77	\$ 303.96	\$ 6,919.88
2.6	Horm.estruct./cem.portl.cl-b f'c=210 kg/cm2 (inc.enc.curad.)(Escalera)	M3	1.33	\$ 399.68	\$ 530.46
2.7	Losa Steel Deck	M3	46.41	\$ 103.61	\$ 4,808.61
2.8	Estructura metálica de cubierta (Acero A36)	Kg	5,655.50	\$ 17.29	\$ 97,783.65
2.9	Acero Estructural A36 (Columnas planta baja, Placas)	Kg	2,250.79	\$ 5.53	\$ 12,446.88
2.10	Acero Estructural A36 (Columnas Planta Alta)	Kg	1,789.80	\$ 4.72	\$ 8,447.86
2.11	Acero Estructural A36 (Vigas)	Kg	9,923.09	\$ 10.94	\$ 108,558.63
2.12	Acero Estructural A36 (Viguetas)	Kg	7,060.12	\$ 10.94	\$ 77,237.70
2.13	Pernos de Anclaje F1554 Gr.36 Ø 1/2" L= 22 cm	U	200.00	\$ 6.00	\$ 1,200.00
3	ALBAÑILERIA				
3.1	Mampostería de bloques de 10cms	M2	1,084.24	\$ 19.94	\$ 21,619.75
3.2	Enlucido de pared exterior	M2	452.94	\$ 11.07	\$ 5,014.02
3.3	Enlucido de pared interior	M2	6,908.62	\$ 11.07	\$ 76,478.40
3.4	Cuadrada de boquete de puertas y ventanas	M2	131.13	\$ 7.61	\$ 997.88
3.5	Mesón de Ho. Ao. F'c=210kg/cm2	M	14.80	\$ 33.11	\$ 490.03
4	PISOS				
4.1	Contrapiso Ho. So. 20cms F'c=210kg/cm2	M2	239.90	\$ 20.12	\$ 4,826.69
5	REVESTIMIENTO				
5.1	Cerámica antideslizante	M2	26.33	\$ 27.75	\$ 730.70
5.2	Cerámica de pared	M2	12.29	\$ 18.31	\$ 225.11

5.3	Cerámica de piso (40x40)	M2	533.25	\$	38.71	\$ 20,642.08
5.4	Granito para mesón	M	14.80	\$	62.73	\$ 928.40
6	PUERTAS					
6.1	Puertas metálicas, doble	U	4.00	\$	87.50	\$ 350.00
6.2	Puertas madera (Lacada)	U	31.00	\$	38.08	\$ 1,180.48
7	CARPIENTERÍA METÁLICA					
7.1	Ventana en aluminio y vidrio (color Natural)	U	41.39	\$	120.65	\$ 4,993.70
7.2	Rejas metálicas en ventanas	M2	41.39	\$	26.76	\$ 1,107.60
8	PINTURAS					
8.1	Pintura (Empaste, látex) exterior	M2	447.94	\$	9.54	\$ 4,273.32
8.2	Pintura (Empaste, látex) interior	M2	6,908.62	\$	9.54	\$ 65,908.21
9	TUMBADO					
9.1	Tumbado de yeso	M2	623.34	\$	55.87	\$ 34,826.23
10	CUBIERTA					
10.1	Cubierta Tipo Steel Panel	M2	426.36	\$	13.80	\$ 5,883.80
11	INSTALACIONES DE AAPP, AASS Y AALL					
11.1	Punto de Agua Potable fría	U	17.00	\$	37.21	\$ 632.57
11.2	Acometida de Agua potable de 1/2"	ML	18.00	\$	36.96	\$ 665.20
11.3	Punto de Aguas servidas 4"	U	7.00	\$	50.19	\$ 351.33
11.4	Punto de Aguas servidas 2"	U	10.00	\$	40.15	\$ 401.50
11.5	Tubería PVC 110 mm (Descarga de AA SS)	ML	69.00	\$	22.54	\$ 1,555.26
11.6	Tubería PVC 50 mm (Descarga de AA SS)	ML	12.00	\$	31.49	\$ 377.88
11.7	Lavamanos con pedestal	U	2.00	\$	63.81	\$ 127.62
11.8	Lavamanos de mesón	U	4.00	\$	55.97	\$ 223.88
11.9	Inodoro Tanque bajo	U	6.00	\$	43.47	\$ 260.82
11.1	Urinaris	U	2.00	\$	54.72	\$ 109.44
11.11	Caja de registro	M3	10.00	\$	73.64	\$ 736.40
12	INSTALACIONES ELÉCTRICAS					
12.1	Puntos de luz de 110V	U	53.00	\$	42.26	\$ 2,239.78
12.2	Ojo de buey	U	9.00	\$	75.86	\$ 682.74
12.3	Panel y Breakers (24 esp + 4 breakers)	U	2.00	\$	69.74	\$ 139.48
12.4	Acometida eléctrica	ML	15.00	\$	13.92	\$ 208.80
12.5	Tomacorriente de 110v.	U	53.00	\$	35.20	\$ 1,865.60
12.6	Tomacorriente de 220v.	U	7.00	\$	37.14	\$ 259.98
TOTAL						\$592,508.07

Teniendo en cuenta los valores de precios establecidos en la IPCO 2024, se puede presentar un presupuesto detallado de los materiales a utilizar en este proyecto.

Al momento de realizar la estimación de costos de materiales, equipos y mano de obra que conllevara construir este proyecto. Se analiza con rigurosidad cada ítem y se selecciona los precios actualizados de cada material, teniendo en cuenta que estos están presentados en el Índice de Precios de la Construcción (IPCO), es un indicador que se encarga de medir mensualmente la evolución de precios a nivel nacional, este informe detallado incluye los precios de materiales, equipos, maquinaria, mano de obra, entre otros. Una vez analizado el costo por m² de cada uno de los materiales a utilizarse en el proyecto, se genera un presupuesto referencial en donde se detalla cada rubro tomado en cuenta todos los detalles del proceso constructivo.

4.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se dio como punto principal que toda estructura a edificarse debe tener su proceso y análisis geotécnico o estudio de suelo siguiendo la Normativa Ecuatoriana NEC-15, este proyecto que es una edificación de acero debió tener un relevamiento con anterioridad, puesto que la estructura actual a merita una reestructuración en cuanto a áreas para los debidos ensayos y que estos deben contar cada uno con sus respectivos lugares, maquina y herramientas de utilización que no interfiera entre ellos. Mediante la perforación realizada se pudo presenciar que antes de la inyección de agua para agilizar el descenso del martillo, no había presencia de nivel freático (SNF) durante los 5 metros de profundidad, y se obtuvo el perfil estratigráfico dl lugar con dichas muestras.

Se logró determinar la simbología de las muestras encontradas como CL (arcilla inorgánica), ML (limo arenoso) y SM (arena limosa), estableciendo que 3 muestras de las 5 encontradas eran no plásticas, por consiguiente, la cimentación se determinó realizar en el primer estrato para evitar posibles desplazamientos, como resultado se debió realizar zapatas aisladas cuadradas Z1 Y Z2 a 1,05 de profundidad; con medidas de 1,20 x 1,20m y 1,40 x1,40m, tanto para columnas esquineras y centrales.

Para poder obtener las cargas actuantes en la estructura, primero se definen las áreas de uso para poder precisar que tipos de cargas vivas y muertas interactuaran según

lo establece la norma de la construcción vigente, además ayudaran para el cálculo de predimensionamiento de la estructura, debido que en establecen directrices específicas con respecto al diseño de una estructura de hormigón o acero.

Esta estructura tendrá una altura de 3 metros entre pisos, uno de los principales factores que llevo a tomar la decisión de realizar el diseño en acero estructural fue que se tenía un ancho bastante considerable en la estructura, pues el laboratorio de suelos actual cuenta con un área hueca de 11.71 metros, considerando este un punto negativo para realizar un diseño en hormigón, ya que siguiendo con las especificaciones de las normas el cálculo manual de predimensionamiento daba como resultado asignar vigas peraltadas con una ancho de casi 90 centímetros, sumado a esto el área de las columnas no llegaba al mínimo de $25 \times 25 \text{ cm}^2$ como lo establece la norma, este caso en particular fue el que le diera un giro a la propuesta y se pueda considerar diseñar con acero estructural.

Diseñar con acero estructural da la ventaja de colocar perfiles en claros muy grandes, pero a su vez para llevar a cabo la construcción en acero estructural se deben seguir otros lineamientos de la (NEC, 2015)

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

En obras civiles que ameritan una ampliación dependiendo del caso, es necesario y de vital importancia un relevamiento arquitectónico, este nos permite conocer las condiciones actuales de la edificación, además que nos ayuda a determinar mediante un estudio de suelo su capacidad y resistencia a incorporar una nueva edificación a la que ya está construida; de tal manera no se vea afectado la estructura, no obstante se debe asegurar que el nuevo dimensionamiento cumpla y se adapte a las necesidades existentes y futuras del laboratorio de suelos, hormigones y asfalto.

Una ampliación en general siempre requiere determinar el tipo de construcción se va a realizar, y si cumple con los parámetros establecidos, en este caso la estructura es de acero parte de las normas y se asocian desde las Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15) y las AIS 360-16 que son necesarias para el uso de acero en edificaciones.

El uso de softwares de diseño para el análisis estructural son herramientas de gran utilidad para el estudiante y/o profesional, puesto que, éstas agilizan el trabajo de verificación y ayudan a minimizar el tiempo para obtener los resultados óptimos y precisos de una estructura en comparación de un cálculo manual. Hay que tener en cuenta que sin el debido conocimiento de un profesional que guíe adecuadamente el manejo de estos softwares se podría tener resultados erróneos y fallos en la estructura ya sean por momentos o cortantes tanto en vigas como en columnas.

Este diseño estructural de estructuras metálicas fue modelado mediante el software Etabs 2017, el cual permitió comprobar si la carga mayorada y la sobrecarga

permanente que se impuso para el cálculo fueran las correctas, a su vez, facilito la verificación de datos obtenidos en el cálculo manual, se comprobó si el diseño resiste a los esfuerzos por cortante haciendo alusión a la norma AISC 360-16 en el cual en uno de sus capítulos hace énfasis en el diseño por corte del alma, para elementos con doble simetría.

Se puede concluir que la utilización de elementos estructurales según la metodología AISC tiene un proceso integral, debido a que su rigurosidad en las normas, tiene como finalidad garantizar la seguridad, eficiencia y factibilidad funcional para el uso de materiales de una edificación.

La construcción en acero estructural es una opción practica para el constructor, puesto que de manera efectiva se puede tener diseños innovadores, alta resistencia y a su vez es de construcción rápida.

Aunque en este proyecto no hace una comparación de costos entre construcciones como una estructura de hormigón armado y otra de acero estructural se sabe que la diferencia en relación a costos es bastante notable, puesto que construir con acero estructural implica mayor inversión, pero a su vez tiene la gran ventaja de ser más liviano, proporcionar mayor flexibilidad arquitectónica, y en relación a tiempo es de rápido ensamblaje y se puede tener en cuenta las construcciones con una luz mayor a 5m.

5.2 RECOMENDACIONES

Para conocer las condiciones del suelo en donde se edificará una construcción, se tener en cuenta el perfil estratigráfico actualizado, realizando un estudio de suelo preliminar que determine las características del suelo usando los parámetros tanto de la Normas del país.

Conocer los esfuerzos admisibles y capacidad portante del suelo son necesarias y primordiales ya estas determinan cuánto peso puede soportar el terreno sin llegar a hundirse o colapsar. Sin este conocimiento, se pueden enfrentar riesgos importantes como asentamientos no deseados o fallos estructurales. La tensión admisible es, por lo tanto, un factor clave para garantizar la seguridad y estabilidad de las construcciones.

Para un buen análisis estructural se tiene que estar actualizado en información con respecto a normas de construcción correspondientes al país, estado o municipio en el que se encuentre, ya que, están en constante actualización, de la misma forma se debe de tener en cuenta las normas extranjeras y seguir rigurosamente sus lineamientos al momento de construir ya sea una estructura de hormigón armado o una estructura metálica.

Para llevar a cabo las verificaciones de diseños de elementos estructurales en una construcción de estructuras metálicas, se recomienda cumplir con las especificaciones, códigos y normativas de diseño vigentes, para evitar fallas y futuros colapsos estructurales.

Una recomendación a tener en cuenta sobre este trabajo investigativo es considerar un prediseño con columnas compuestas en la toda la planta baja de esta estructura, puesto que, no cumpliría con el criterio columna fuerte viga débil.

Se recomienda implementar un plan de monitoreo para las debidas medidas de protección tanto para el material, en este caso el acero, para prevenir la corrosión,

así como también para el personal que tiene que estar debidamente calificado para el trabajo y así evitar posibles accidentes y errores durante la construcción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acero, M. M. (22 de Noviembre de 2022). *Max Acero Monterrey*. Obtenido de Columna de acero, ¿cómo se hace y qué tipos existen? La explicación más sencilla: <https://maxacero.com/blog/columnas-de-acero-para-construccion-sabes-como-se-hacen/>
- Aguilar, H. (01 de Febrero de 2023). *Aceros Torices*. Obtenido de Columna de Acero: Tipos, Usos y Medidas en la Construcción Moderna: <https://acerostorices.com.mx/blog/columna-de-acero-tipos-usos-y-medidas-en-construccion/>
- Autodesk. (2024). *AutoCAD Architecture 2024*. Obtenido de <https://help.autodesk.com/view/ARCHDESK/2024/ESP/?guid=GUID-56FFCC9B-7946-46CC-9086-2C9D26830C3D>
- Cházaro, R. C. (31 de Marzo de 2021). *GERDAU CORSA El futuro se moldea*. Obtenido de Tipos de conexiones para estructuras de Acero: <https://www.gerdaucorsa.com.mx/blog/tipos-de-conexiones-para-estructuras-de-acero>
- Cientificos, E., & TELNAL. (17 de septiembre de 2024). *Como Montar un Laboratorio de Suelo*.
- COMPOSTELA, S. D. (28 de JULIO de 2023). *Obras Gallecias* . Obtenido de <https://www.obrasgallaecia.com/como-saber-la-capacidad-portante-del-suelo/>
- CSI SPAIN. (s.f.). *CSI SPAIN. Etabs*. Obtenido de Etabs: <https://www.csiespana.com/software/5/etabs>
- CYPE, I. P. (08 de 11 de 2022). *Software Open BIM para diseño de edificaciones*. Obtenido de El presupuesto de obra: 3 conceptos que debes saber: https://www.cype.pe/blog/el-presupuesto-de-obra-3-conceptos-que-debes-saber/?__im-MKtkIHrf=17889347619212769221
- Das, B. M. (1984-1985). *Fundamentos de Ingenieria geotécnica*. (4, Ed.) Iowa, Estados Unidos : Journal of Geotechnical Engineering.


- Das, B. M. (2012). *Fundamentos de la Ingeniería de Cimentaciones* (Septima ed., Vol. 7). (I. J. Cardenas, Trad.) Santa Fe, Mexico: Cengage Learning.
- Departamento de Arquitectura, U. e. (14 de febrero de 2019). *Laboratorio de Suelos y Pavimentos*.
- DG Design Modeling. (19 de 02 de 2024). *DG. Design Modeling*. Obtenido de Estructuras de acero: qué son, tipos y mucho más: <https://dgdesignmodeling.com/blog/estructuras-de-acero/>
- Dibujante Estructural* . (15 de Abril de 2023). Obtenido de <https://dibujantedeplanose.wixsite.com/dibujanteestructural/post/que-es-placa-base-y-su-funcion>
- Empresa Pública UPSE*. (2024).
- Ferros, L. P. (5 de Abril de 2018). *Ferros La Pobla S.A.* Obtenido de Tipos de perfiles estructurales o vigas: <https://ferroslapobla.com/tipos-perfiles-estructurales-vigas/>
- FERROVIAL. (2024). *Que son los cimientos* .
- GÓMEZ, M. M. (2006). *Propuesta para la implementacion del laboratorio de Mecanica de suelo y pavimento*. Cartagena.
- Import, A., & IPE, V. (s.f.). *Import Acero*. Obtenido de Viga IPE: <https://www.importaceros.com/ecuador-quito/viga-ipe/>
- Inesa Tech, C. E. (24 de Agosto de 2023). *Civil Engineering School & Consulting*. Obtenido de Laura Villamizar. Blog: <https://www.inesa-tech.com/blog/calculo-estructuras/#:~:text=El%20c%C3%A1lculo%20de%20estructuras%20es,garantizar%20su%20seguridad%20y%20estabilidad.>
- McCORMAC, J. C., & CSERNAK, S. F. (2012). DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO. En J. C. McCORMAC, & S. F. CSERNAK, *Diseño de Estructuras de Acero. Quinta Edición* (Quinta ed., pág. 736). México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C. V., México. Recuperado el 04 de 10 de 2024

- NEC, N. E. (2015). Cargas (No Sísmicas). En N. E. NEC, *NEC-SE-CG* (pág. 36). Quito: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.
- NEC-SE-DS. (2015). Peligro Sísmico. En N. E. NEC, *Diseño Sismo Resistente* (pág. 128). Quito: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.
- Norma Ecuatoriana de la Contrucción (NEC). (Enero de 2015). En C. d. CAMICON, & M. d. MIDUVI, *Cargas no Sísmicas* (pág. 36). Quito, Pichincha, Ecuador: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.
- NOVACERO. (2019). CATÁLOGO ESTRUCTURAS METÁLICAS Y MIXTAS. En NOVACERO, *Construcción - ESTRUCTURAS METÁLICAS Y MIXTAS* (pág. 20). Guayaquil.
- Ortiz, C. (2024). *Principios y Funciones de la Cimentación*.
- P & H, C. S. (22 de Noviembre de 2021). *Estudio de Suelo*.
- Rosario, I. C. (2010). *Diseño de Conexiones*. Obtenido de https://www.gerdaucorsa.com.mx/sites/mx_gerdau/files/PDF/DISENO%20DE%20CONEXIONES_2019-min-min.pdf
- SIGUENZA, J. D. (2022). *ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL, INSTALACIONES Y COSTO DE UN PROYECTO*. CUENCA.
- TERREROS DE VARELA, I., & MORENO LITUMA, I. (1995). *MECÁNICA DE SUELOS, Laboratorio* (V ed., Vol. V). Guayaquil, Guayas, Ecuador: Publicaciones Universidad de Guayaquil.
- WICITEC. (5 de 11 de 2018). *El Oficial, Información que Construye*. Obtenido de Costos directos e indirectos de una obra civil: <https://www.eloficial.ec/modulo-3-analisis-de-costos-costos-directos-e-indirectos-de-una-obra-civil/>


ANEXOS

Registros fotográficos y ensayos de laboratorio

ANEXO 1 CONDICIONES ACTUALES DEL LABORATORIO



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



CONDICIONES ACTUALES DEL LABORATORIO

TEMA: AMPLIACIÓN DEL LABORATORIO DE SUELOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA, APLICANDO LA NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN NEC- 2015

TESISTA: MARIUXI JAMÍN POZO RIVERA; FERNANDA LISSETE SALVATIERRA COMANICHO

TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, MS.c



ANEXO 2 ENSAYO SPT



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



TEMA: AMPLIACIÓN DEL LABORATORIO DE SUELOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA, APLICANDO LA NORMA
ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN NEC- 2015

TESISTA: MARIUXI JAMÍN POZO RIVERA; FERNANDA LISSETE SALVATIERRA COMANICHO

TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, MS.c

ENSAYO SPT



ANEXO 3 ENSAYO LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO



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



TEMA: AMPLIACIÓN DEL LABORATORIO DE SUELOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA, APLICANDO LA NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN NEC- 2015

TESISTA: MARIUXI JAMÍN POZO RIVERA; FERNANDA LISSETE SALVATIERRA
COMANICHO

TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, MS.c

ENSAYO LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO



ANEXO 4 ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD



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



TEMA: AMPLIACIÓN DEL LABORATORIO DE SUELOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA, APLICANDO LA NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN NEC- 2015

TESISTA: MARIUXI JAMÍN POZO RIVERA; FERNANDA LISSETE SALVATIERRA
COMANICHO

TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, MS.c

ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD



ANEXO 5 CONTENIDO DE GRANULOMETRIA



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



TEMA: AMPLIACIÓN DEL LABORATORIO DE SUELOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA, APLICANDO LA NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN NEC- 2015


TESISTA: MARIUXI JAMÍN POZO RIVERA; FERNANDA LISSETE SALVATIERRA
COMANICHO

TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, MS.


CONTENIDO DE GRANULOMETRIA



ANEXO 6 CONTENIDO DE GRAVEDAD ESPECIFICA



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



TEMA: AMPLIACIÓN DEL LABORATORIO DE SUELOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DE LA UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA, APLICANDO LA NORMA
ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN NEC- 2015

TESISTA: MARIUXI JAMÍN POZO RIVERA; FERNANDA LISSETE SALVATIERRA COMANICHO

TUTOR: ING. RAÚL VILLAO VERA, MS.C



CONTENIDO DE GRAVEDAD ESPECIFICA



ANEXO 7 DATOS DEL PERFIL SPT

DATOS DE PERFIL SPT													INFORME DE RESULTADOS DE HUELA STRATIGRAFICA PROYECTO:														
Informe No:	Perforación #:	P-1	Fecha Emisión:		10/4/2024		Simbología																				
Nivel Freático:	Cota:		Profundidad (m):		6		W _p =	Limite Plástico	IP=	Indice Plástico																	
Inicio de Perforación:		9:30		Coordenadas	Norte:		22341021		W _L =	Limite Líquido	IL=	Indice de Liquidez															
Finde Perforación:		11:30			Este:		30003529																				
DESCRIPCIÓN	ESTRATIGRAFIA	MUESTRA		SUCS	W %	W _L %	W _p %	P %	ÍNDICES		GRANULOMETRÍA					VALORES ESTIMADOS DEL SPT			VALORES ESTIMADOS								
		#	PROF.						CR	L	# 4 %	# 40 %	# 200 %	# 50	Limo	Arilla	γ _s Ton/m ³	γ _u Kg/cm ³	e %	SPT	N	N ₆₀	(N) ₁₆₀	θ	c		
COBERTURA VEGETAL			0,00 0,30																								
ARCILLA ROJIZA CON COLOR GRIS O NEGRO DE PASTICADO MEDIO		1	0,30 1,00	CL	7,49	34,75	19,27	15,49	1,75	0,8	0	0,34	27,4	0,075		66,18%	498,95	0,67	0,41	5	3	3	6	0,039%	2,58702604	27,15	4,92
LIMO ABLANCO COLOR BEIGE CON FRAGMENTOS DE COQUILA USUARIAMENTE PULVICO		2	1,00 2,00	ML	29,73	36,48	28,41	8,06	0,34	0,2	0,19	8,94	79,48	0,075	51%		3662,65	0,73	0,38	1	3	4	7	0,093%	3,37597288	28,22	0
ARCILLA LIMOSA COLOR BEIGE		3	2,00 3,00	SM	16,05		NP		-	-	6,51	11,98	39,69	0,425	4%		1311,85	2,7	0,09	9	8	19	27	0,1518%	13,0526377	36,16	0
ARCILLA LIMOSA COLOR BEIGE		4	3,00 4,00	SM	22,69		NP		-	-	15,43	4,42	57,74	0,425	3%		2465,92	3,9	0,14	15	16	23	39	0,2195%	13,6420863	36,52	0
ARCILLA LIMOSA COLOR BEIGE		5	4,00 5,00	SM	19,21		NP		-	-	9,09	19,99	41,05	0,425	3%		2083,63	6,6	0,11	15	18	48	66	0,3712%	20,7520393	40,37	0

ANEXO 8 MUESTRA 1 ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

 UNIVERSIDAD ESTADAL CARRERA DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE MECANICA DE DETERMINACIÓN DEL LIMITE		 INGENIERIA CIVIL UPSE
---	--	---

ASIGNATURA: MECANICA DE SUELOS	UIC	ESTUDIANTE:	TESISTAS
PROYECTO:	AMPLIACIÓN	UBICACIÓN:	LABORATORIO DE SUELOS
CANTERA:	IN SITU	COORDENADAS:	22341821-308803529
FECHA DE INICIO:	10/4/2024	CURSO:	8VO
FECHA DE CULMINACIÓN:	22/11/2024		

CALICATA N°1	Estrato 1
N°de recipiente	A
Peso de recipiente[gr] (Wr)	48,9
Peso de rec. +Peso de suelo hum. [gr] (W1)	109,17
Peso de rec. +Peso de suelo seco . [gr] (W2)	101,68
Peso de agua [gr] (Ww= W1- W2)	7,49
Peso de suelo seco [gr] (Ws= W2 - Wr)	52,78
Contenido de humedad [%] $\omega = (Ww/Ws)*100$	14,19098143



ANEXO 9 MUESTRA 2 ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

 UNIVERSIDAD ESTADAL CARRERA DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE MECANICA DE DETERMINACIÓN DEL LIMITE		 INGENIERIA CIVIL UPSE
---	--	--

ASIGNATURA: MECANICA DE SUELOS	UIC	ESTUDIANTE:	TESISTAS
PROYECTO:	AMPLIACIÓN	UBICACIÓN:	LABORATORIO DE SUELOS
CANTERA:	IN SITU	COORDENADAS:	22341821-308803529
FECHA DE INICIO:	10/4/2024	CURSO:	8VO
FECHA DE CULMINACIÓN:	22/11/2024		

CALICATA N°1	Estrato 1
N°de recipiente	B
Peso de recipiente[gr] (Wr)	49,19
Peso de rec. +Peso de suelo hum. [gr] (W1)	192,95
Peso de rec. +Peso de suelo seco . [gr] (W2)	163,22
Peso de agua [gr] (Ww= W1- W2)	29,73
Peso de suelo seco [gr] (Ws= W2 - Wr)	114,03
Contenido de humedad [%] $\omega = (Ww/Ws)*100$	26,07208629



ANEXO 10 MUESTRA 3 ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

	UNIVERSIDAD CARRERA DE LABORATORIO DE DETERMINACIÓN DEL	
---	--	--

ASIGNATURA: MECANICA DE SUELOS	UIC	ESTUDIANTE:	TESISTAS
PROYECTO:	AMPLIACIÓN	UBICACIÓN:	LABORATORIO DE SUELOS
CANTERA:	IN SITU	COORDENADAS:	22341821-308803529
FECHA DE INICIO:	10/4/2024	CURSO:	8VO
FECHA DE CULMINACIÓN:	22/11/2024		

CALICATA N°1	Estrato 1
N°de recipiente	C
Peso de recipiente[gr] (Wr)	51,07
Peso de rec. +Peso de suelo hum [gr] (W1)	136,92
Peso de rec. +Peso de suelo seco [gr] (W2)	120,87
Peso de agua [gr] (Ww= W1- W2)	16,05
Peso de suelo seco [gr] (Ws= W2 - Ww)	69,8
Contenido de humedad [%] $\omega = \frac{Ww}{Ws} * 100$	22,99426934

ANEXO 11 MUESTRA 4 ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

	UNIVERSIDAD CARRERA DE LABORATORIO DE DETERMINACIÓN DEL	
---	--	--

ASIGNATURA: MECANICA DE SUELOS	UIC	ESTUDIANTE:	TESISTAS
PROYECTO:	AMPLIACIÓN	UBICACIÓN:	LABORATORIO DE SUELOS
CANTERA:	IN SITU	COORDENADAS:	22341821-308803529
FECHA DE INICIO:	10/4/2024	CURSO:	8VO
FECHA DE CULMINACIÓN:	22/11/2024		

CALICATA N°1	Estrato 1
N°de recipiente	D
Peso de recipiente[gr] (Wr)	51,57
Peso de rec. +Peso de suelo hum [gr] (W1)	168,69
Peso de rec. +Peso de suelo seco [gr] (W2)	146
Peso de agua [gr] (Ww= W1- W2)	22,69
Peso de suelo seco [gr] (Ws= W2 - Ww)	94,43
Contenido de humedad [%] $\omega = \frac{Ww}{Ws} * 100$	24,02838081

ANEXO 12 MUESTRA 5 ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

 UNIVERSIDAD CARRERA DE LABORATORIO DE DETERMINACIÓN DEL	 INGENIERIA CIVIL UPSE
---	--



ASIGNATURA: MECANICA DE SUELOS	UIC	ESTUDIANTE:	TESISTAS
PROYECTO: CANTERA:	AMPLIACIÓN	UBICACIÓN: COORDENADAS:	LABORATORIO DE SUELOS 22341821-308803529
FECHA DE INICIO:	10/4/2024	CURSO:	8VO
FECHA DE CULMINACIÓN:	22/11/2024		

CALICATA N°1	Estrato 1
N°de recipiente	E
Peso de recipiente[gr] (Wr)	49,14
Peso de rec. +Peso de suelo hum [gr] (W1)	161,88
Peso de rec. +Peso de suelo seco [gr] (W2)	142,67
Peso de agua [gr] (Ww= W1- W2)	19,21
Peso de suelo seco [gr] (Ws= W2 - Wr)	93,53
Contenido de humedad [%] $w = \frac{Ww}{Ws} * 100$	20,53886454

Lab oratorista	Responsable:	Fecha de Toma de Muestra	Fecha de ensayo
	Ing. Lucrecia Moreno		

ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR
 COORDINADORA DEL LABORATORIO DE SUELO

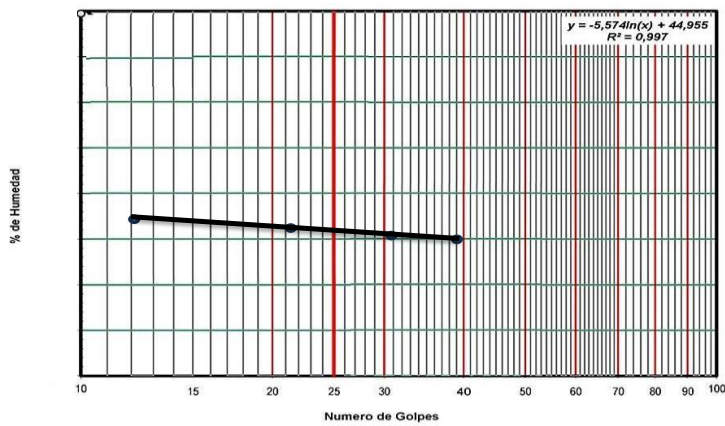
ANEXO 13 MUESTRA 1 ENSAYO LIMITE DE LIQUIDO Y PLASTICO

	UNIVERSIDAD ESTATAL CARRERA DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE MECANICA DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E	
---	--	--

ASIGNATURA:	UIC	ESTUDIANTE:	TESISTAS
PROYECTO:	AMPLIACIÓN	UBICACIÓN:	LABORATORIO DE SUELOS
CANTIERA:	IN SITU	COORDENADAS:	22341821-308803529
FECHA DE INICIO:	10/4/2024	CURSO:	SVO
FECHA DE CULMINACION:	22/11/2024		

LIMITE LIQUIDO				
RECIPIENTE #	P	K	S1	XY
MASA DE RECIPIENTE + MASA HUMEDA (P1)	41,52	36,81	39,63	45,78
MASA DE RECIPIENTE + MASA SECA (P2)	34,56	31,59	34,10	38,92
MASA DE AGUA (P3 = P1-P2)	6,96	5,22	5,53	6,86
MASA DE RECIPIENTE (P4)	16,34	17,17	17,3	17,28
MASA DE MUESTRA SECA (P5=P2-P4)	18,22	14,42	16,8	21,64
%DE HUMEDAD (= ")	38,20	36,20	32,92	31,70
# DE GOLFES	13	23	33	42

LIMITE PLASTICO				
RECIPIENTE #	P2	3s	V2	
MASA DE RECIPIENTE + MASA HUMEDA (P1)	14,71	13,62	14,57	0,9
MASA DE RECIPIENTE + MASA SECA (P2)	13,81	12,94	13,67	
MASA DE AGUA (P3 = P1-P2)	0,9	0,68	0,9	
MASA DE RECIPIENTE (P4)	9,21	9,23	9,15	
MASA DE MUESTRA SECA (P5=P2-P4)	4,6	3,71	4,52	
%DE HUMEDAD (= ")	19,57	18,33	19,91	





RESULTADOS	
L. Líquido=	34,75
L. Plástico=	19,27
I. Plasticidad=	15,49

Clasificación Según Carta de Plasticidad ASTM D2487 SUCS

Laboratorista	Responsable:	Fecha de Toma de Muestra	Fecha de ensayo
	Ing. Lucrecia Moreno		

ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR
COORDINADORA DEL LABORATORIO DE SUELOS

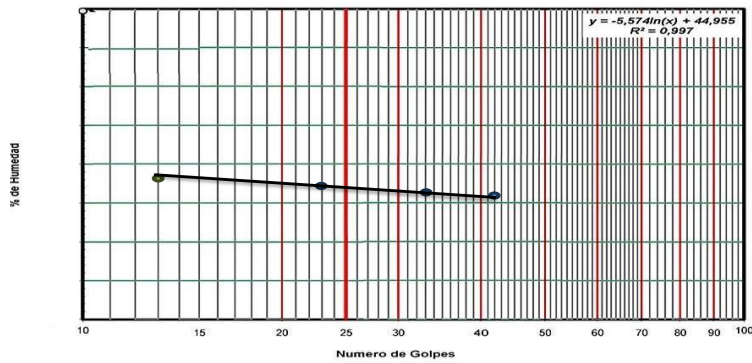
ANEXO 14 MUESTRA 2 ENSAYO LIMITE DE LIQUIDO Y PLASTICO

	UNIVERSIDAD ESTATAL CARRERA DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE MECANICA DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E	
---	--	--

ASIGNATURA: MECANICA DE SUELOS	UIC	ESTUDIANTE:	TESISTAS
PROYECTO:	AMPLIACIÓN	UBICACIÓN:	LABORATORIO DE SUELOS
CANTERA:	IN SITU	COORDENADAS:	22341821-308803529
FECHA DE INICIO:	10/4/2024	CURSO:	8VO
FECHA DE CULMINACION:	22/11/2024		

LIMITE LIQUIDO				
RECIPiente #	P	K	S1	XY
MASA DE RECIPiente + MASA HUMEDA (P1)	33,97	35,04	42,45	46,09
MASA DE RECIPiente + MASA SECA (P2)	28,65	29,86	35,85	38,96
MASA DE AGUA (P3 = P1-P2)	5,32	5,18	6,6	7,13
MASA DE RECIPiente (P4)	15,36	16,54	16,86	16,84
MASA DE MUESTRA SECA (P5=P2-P4)	13,29	13,32	18,99	22,12
%DE HUMEDAD (= ")	40,03	38,89	34,76	32,23
# DE GOLPES	11	22	34	42

LIMITE PLASTICO				
RECIPiente #	I2	U1	M10	
MASA DE RECIPiente + MASA HUMEDA (P1)	13,85	14,35	13,74	
MASA DE RECIPiente + MASA SECA (P2)	12,87	13,67	12,35	
MASA DE AGUA (P3 = P1-P2)	0,98	0,68	1,39	
MASA DE RECIPiente (P4)	9,18	9,21	9,15	
MASA DE MUESTRA SECA (P5=P2-P4)	3,69	4,46	3,2	
%DE HUMEDAD (= ")	26,56	15,25	43,44	





RESULTADOS	
L Líquido=	36,48
L Plástico=	28,41
I. Plasticidad=	8,06

Clasificación Según Carta de Plasticidad ASTM D2487 SUCS

Laboratorista	Responsable:	Fecha de Toma de Muestra	Fecha de ensayo
	Ing. Lucrecia Moreno		

ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR
COORDINADORA DEL LABORATORIO DE SUELO

ANEXO 15 MUESTRA 1 ENSAYO GRANULOMETRICO

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA	
	CARRERA DE INGENIERIA CIVIL	
	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
	GRANULOMETRIA FINA	

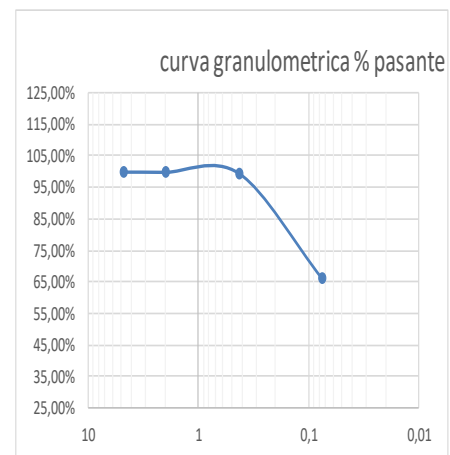
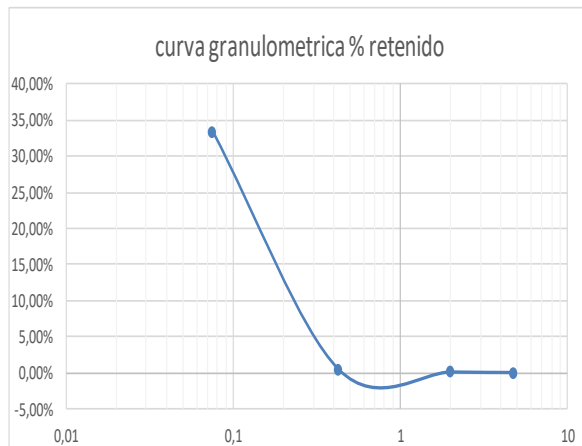
ASIGNATURA: UIC	
PROYECTO: AMPLIACIÓN DE LABORATORIO	
CANTERA: IN SITU	
FECHA DE INICIO:	10/4/2024
FECHA DE CULMINACION:	22/11/2024

ESTUDIANTE: TESISITAS	
UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS	
COORDENADAS:	22341821-308803529
CURSO: 8/1	

109,17
101,68
7,49
48,9
0,06
0,34
27,4
82,19



PESO HÚMEDO + RECIPIENTE
 PESO SECO + RECIPIENTE
 HUMEDAD
 RECIPIENTE
 RETENIDO TAMIZ N°4
 RETENIDO TAMIZ N° 10
 RETENIDO TAMIZ N° 40
 RETENIDO TAMIZ N° 200
 PESO SECO DESPUES DE LA VADO

	masa retenida	% retenido	retenido a	% pasa
4,75	0	0,00%	0,00%	100,00%
2,00	0,06	0,07%	0,07%	99,93%
0,425	0,34	0,41%	0,49%	99,51%
0,075	27,4	33,34%	33,82%	66,18%
	54,39	66,18%	100,00%	0,00%
	82,19	100,00%		



Laboratorista	Responsable:	Fecha de Toma de Muestra	Fecha de ensayo
	Ing. Lucrecia Moreno		

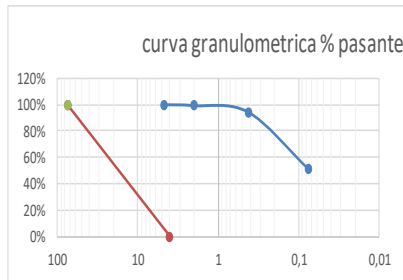
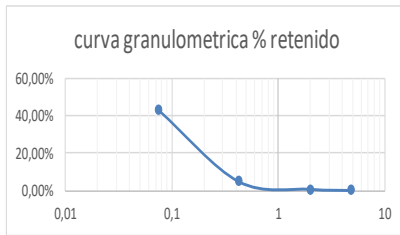
ANEXO 16 MUESTRA 2 ENSAYO GRANULOMETRICO

	UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA	
	CARRERA DE INGENIERIA CIVIL	
	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
	GRANULOMETRIA FINA	

ASIGNATURA: UIC	
PROYECTO: IMPLANTACION DE LABORATORIO	
CANTERA: IN SITU	
FECHA DE INICIO:	10/4/2024
FECHA DE CULMINACION:	22/11/2024

ESTUDIANTE:	TESISTAS
UBICACIÓN:	LABORATORIO DE SUELOS
COORDENADAS:	22341821-308803529
CURSO:	8/1



192,95	PESO HÚMEDO + RECIPIENTE PESO SECO + RECIPIENTE HUMEDAD RECIPIENTE RETENIDO TAMIZ N° 4 RETENIDO TAMIZ N° 10 RETENIDO TAMIZ N° 40 RETENIDO TAMIZ N° 200 PESO SECO DESPUES DE LAVADO										
163,22		No. 4	4,75	masa retenida	0,19	% retenido	0,10%	retenido a	0%	% pasa	100%
29,73		No. 10	2,00	1,35	0,73%	1%	99%				
49,19		No. 40	0,425	8,91	4,85%	6%	94%				
0,19		No. 200	0,075	79,48	43,3%	49%	51%				
1,35		base		93,8	51%	100%	0%				
8,91				183,73	100%						
79,48											
183,73											



Laboratorista	Responsable: Ing. Lucrecia Moreno	Fecha de Toma de Muestra	Fecha de ensayo
---------------	--------------------------------------	--------------------------	-----------------

ING. LUCRECIA

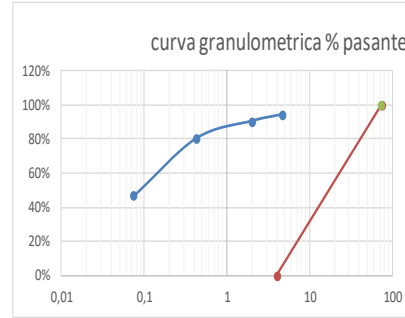
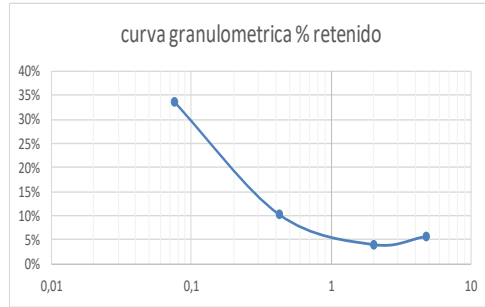
ANEXO 17 MUESTRA 3 ENSAYO GRANULOMETRICO

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DESANTA ELENA	
	CARRERA DE INGENIERIA CIVIL	
	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
	GRANULOMETRIA FINA	

ASIGNATURA:	UIC
PROYECTO:	AMPLIACIÓN DEL LABORATORIO
CANTERA:	IN SITU
FECHA DE INICIO:	10/4/2024
FECHA DE CULMINACION:	22/11/2024

ESTUDIANTE:	TESISTAS
UBICACIÓN:	LABORATORIO DE SUELOS
COORDENADAS:	22341821-308803529
CURSO:	8/1



		masa retenida	% retendid	retenido a	% pasa
136,92	PESO HÚMEDO + RECIPIENTE				
120,87	PESO SECO + RECIPIENTE	No. 4	4,75	6,51	6%
16,05	HUMEDAD	No. 10	2,00	4,6	4%
51,07	RECIPIENTE	No. 40	0,425	11,98	10%
6,51	RETENIDO TAMIZ N° 4	No. 200	0,075	39,63	34%
4,6	RETENIDO TAMIZ N° 10	base		54,84	47%
11,98	RETENIDO TAMIZ N° 40			117,56	100%
39,63	RETENIDO TAMIZ N° 200				
117,56	PESO SECO DESPUES DE LAVADO				



Laboratorista	Responsable: Ing. Lucrecia Moreno	Fecha de Toma de Muestra	Fecha de ensayo
---------------	--------------------------------------	--------------------------	-----------------

ING. LUCRECIA

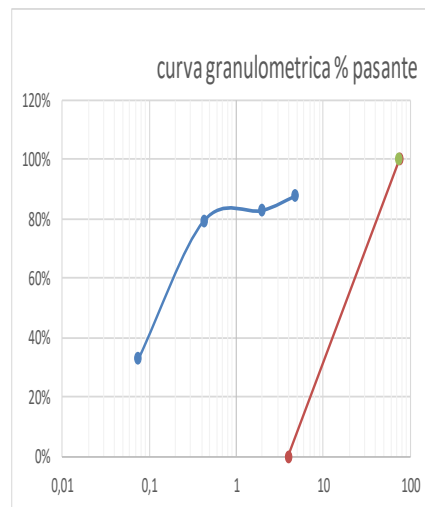
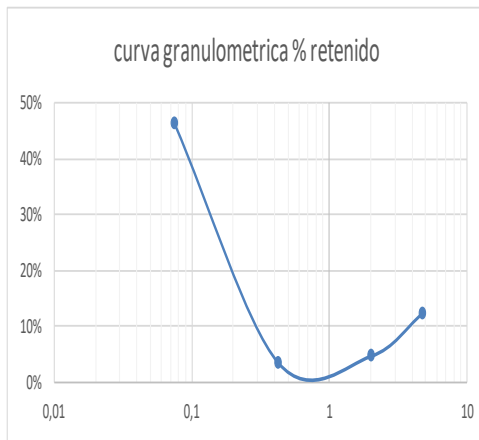
ANEXO 18 MUESTRA 4 ENSAYO GRANULOMETRICO

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA	
	CARRERA DE INGENIERIA CIVIL	
	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
	GRANULOMETRIA FINA	

ASIGNATURA:	UIC
PROYECTO:	APLICACIÓN DEL LABORATORIO
CANTERA:	IN SITU
FECHA DE INICIO:	10/4/2024
FECHA DE CULMINACION:	22/11/2024

ESTUDIANTE:	TESISTAS
UBICACIÓN:	LABORATORIO DE SUELOS
COORDENADAS:	22341821-308803529
CURSO:	8/1



168,69	PESO HÚMEDO + RECIPIENTE PESO SECO + RECIPIENTE HUMEDAD RECIPIENTE RETENIDO TAMIZ N° 4 RETENIDO TAMIZ N° 10 RETENIDO TAMIZ N° 40 RETENIDO TAMIZ N° 200 PESO SECO DESPUES DE LAVADO			masa retenida	% retenido	retenido a	% pasa
146		No. 4	4,75	15,43	12%	12%	88%
22,69		No. 10	2,00	5,88	5%	17%	83%
51,57		No. 40	0,425	4,42	4%	21%	79%
15,43		No. 200	0,075	57,74	46%	67%	33%
5,88		base		41,09	33%	100%	0%
4,42				124,56	100%		
57,74							
124,56							



Laboratorista	Responsable:	Fecha de Toma de Muestra	Fecha de ensayo
	Ing. Lucrecia Moreno		

ING. LUCRECIA

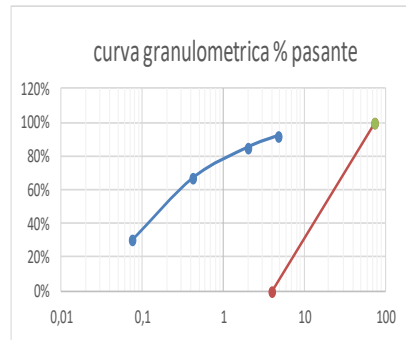
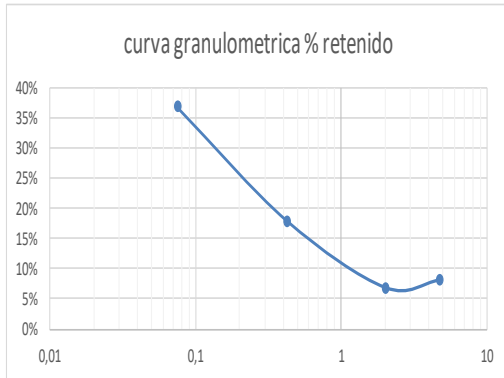
ANEXO 19 MUESTRA 5 ENSAYO GRANULOMETRICO

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA	
	CARRERA DE INGENIERIA CIVIL	
	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
	GRANULOMETRIA FINA	

ASIGNATURA:	UIC
PROYECTO:	AMPLIACION DE LABORATORIO
CANTERA:	IN SITU
FECHA DE INICIO:	10/4/2024
FECHA DE CULMINACION:	22/11/2024

ESTUDIANTE:	TESISTAS
UBICACIÓN:	LABORATORIO DE SUELOS
COORDENADAS:	22341821-308803529
CURSO:	8/1

161,88	PESO HÚMEDO + RECIPIENTE PESO SECO + RECIPIENTE HUMEDAD RECIPIENTE RETENIDO TAMIZ N°4 RETENIDO TAMIZ N° 10 RETENIDO TAMIZ N° 40 RETENIDO TAMIZ N° 200 PESO SECO DESPUES DE LAVADO			masa retenida	% retenid	retenido a	% pasa
142,67		No. 4	4,75	9,09	8%	8%	92%
19,21		No. 10	2,00	7,7	7%	15%	85%
49,14		No. 40	0,425	19,99	18%	33%	67%
9,09		No. 200	0,075	41,05	37%	70%	30%
7,7		base		33,44	30%	100%	0%
19,99							
41,05							
111,27							



Laboratorista	Responsable:	Fecha de Toma de Muestra	Fecha de ensayo
	Ing. Lucrecia Moreno		

ING. LUCRECIA

ANEXO 20 MUESTRA 1 ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA

ESTUDIANTE :TESISTAS	Sondeo:	1	
	Muestra Nº :	1	
ASUGNATURA :UIC	Profundidad mts. :	1M	
SEMESTRE :8VO	Coordenadas:	NORTE	22341821
PARALELO : 1		ESTE	308803529

Datos del ensayo		
Recipiente N°.		2,00
Temperatura °C		31,30
Peso Recipiente		167,30
Recipiente + Ws		262,30
Frasco + agua	Wbw	663,00
Frasco + agua + suelo	Wbws	723,30

658,04
2

Cálculos		
Ws	95,00	
Ws + Wbw	758,00	
Ws + Wbw - Wbws	34,70	
Factor de corrección K	0,9953	
$Ws * k / (Ws + Wbw - Wbws)$	2,72	

ANEXO 21 MUESTRA 2 ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA

ESTUDIANTE :TESISTAS	Sondeo:	1	
	Muestra Nº :	2	
ASUGNATURA :UIC	Profundidad mts. :	2M	
SEMESTRE :8VO	Coordenadas:	NORTE	22341821
PARALELO : 1		ESTE	308803529

Datos del ensayo		
Recipiente N°.		2
Temperatura °C		30,2
Peso Recipiente		167,30
Recipiente + Ws		315,30
Frasco + agua	Wbw	663,3
Frasco + agua + suelo	Wbws	755,9

658,34

Cálculos		
Ws	148	
Ws + Wbw	811,30	806,34
Ws + Wbw - Wbws	55,40	50,44
Factor de corrección K	0,9957	
$Ws * k / (Ws + Wbw - Wbws)$	2,66	2,92

ANEXO 22 MUESTRA 3 ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA

ESTUDIANTE :TESISTAS	Sondeo:	1	
	Muestra Nº :	3	
ASUGNATURA :UIC	Profundidad mts. :	3M	
SEMESTRE :8VO	Coordenadas:	NORTE	22341821
PARALELO : 1		ESTE	308803529

Datos del ensayo		
Recipiente N°.		2,00
Temperatura °C		30,2
Peso Recipiente		167,3
Recipiente + Ws		266,3
Frasco + agua	Wbw	663,2
Frasco + agua + suelo	Wbws	725

658,24
720,3

Cálculos		
Ws	99	
Ws + Wbw	762,20	757,24
Ws + Wbw - Wbws	37,20	32,24
Factor de corrección K	0,99565	
$Ws * k / (Ws + Wbw - Wbws)$	2,65	3,06

ANEXO 23 MUESTRA 4 ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA

ESTUDIANTE :TESISTAS	Sondeo:	1	
	Muestra N° :	4	
ASUGNATURA :UIC	Profundidad mts. :	4M	
SEMESTRE :8VO	Coordenadas:	NORTE	22341821
PARALELO : 1		ESTE	308803529

Datos del ensayo		
Recipiente N°		2,00
Temperatura °C		31
Peso Recipiente		167,30
Recipiente + Ws		267,3
Frasco + agua	Wbw	663,1
Frasco + agua + suelo	Wbws	725,6

Cálculos	
Ws	100
Ws + Wbw	763,10
Ws + Wbw - Wbws	37,50
Factor de corrección K	0,9954
$Ws * k / (Ws + Wbw - Wbws)$	2,65

ANEXO 24 MUESTRA 5 ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA

ESTUDIANTE :TESISTAS	Sondeo:	1	
	Muestra N° :	5	
ASUGNATURA :UIC	Profundidad mts. :	5M	
SEMESTRE :8VO	Coordenadas:	NORTE	22341821
PARALELO : 1		ESTE	308803529

Datos del ensayo		
Recipiente N°		2,00
Temperatura °C		31
Peso Recipiente		167,30
Recipiente + Ws		267,3
Frasco + agua	Wbw	663,2
Frasco + agua + suelo	Wbws	725,7

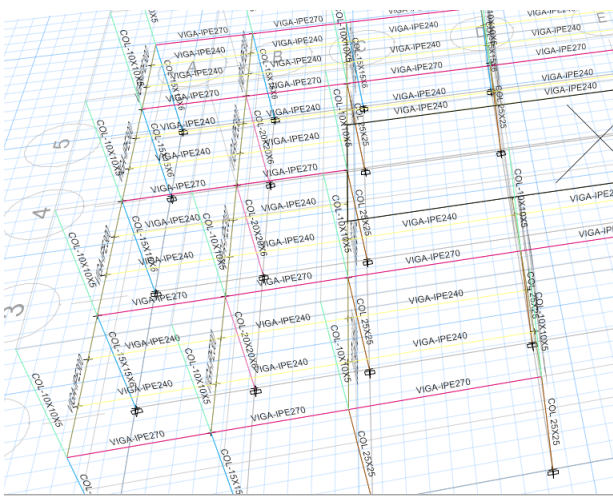
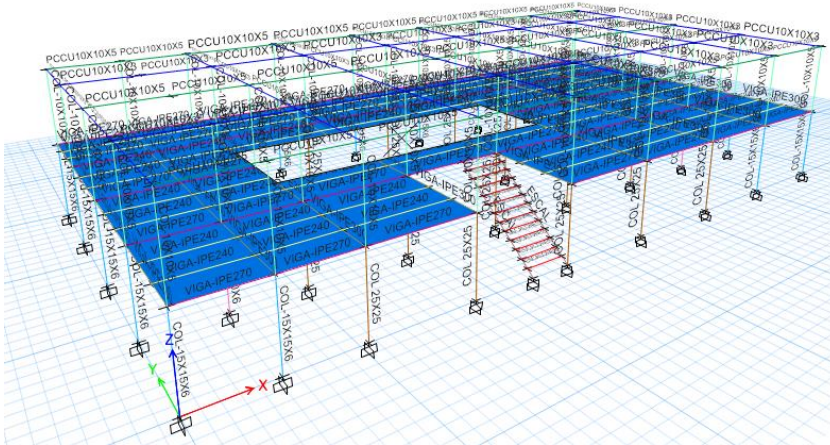
Cálculos	
Ws	100
Ws + Wbw	763,20
Ws + Wbw - Wbws	37,50
Factor de corrección K	0,9954
$Ws * k / (Ws + Wbw - Wbws)$	2,654

ANEXO 25 REGISTRO DE IMÁGENES DE ETABS

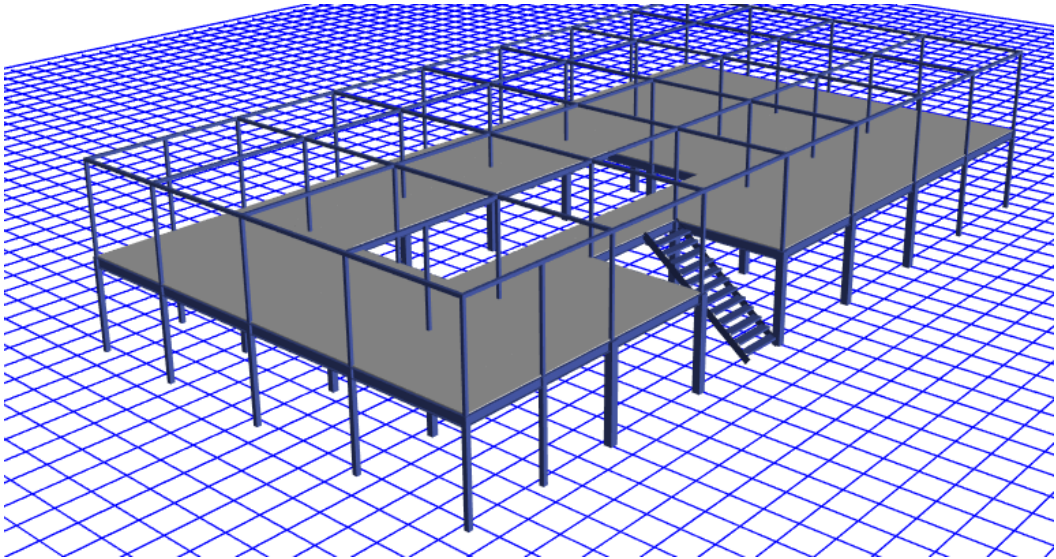
Modelado en planta.



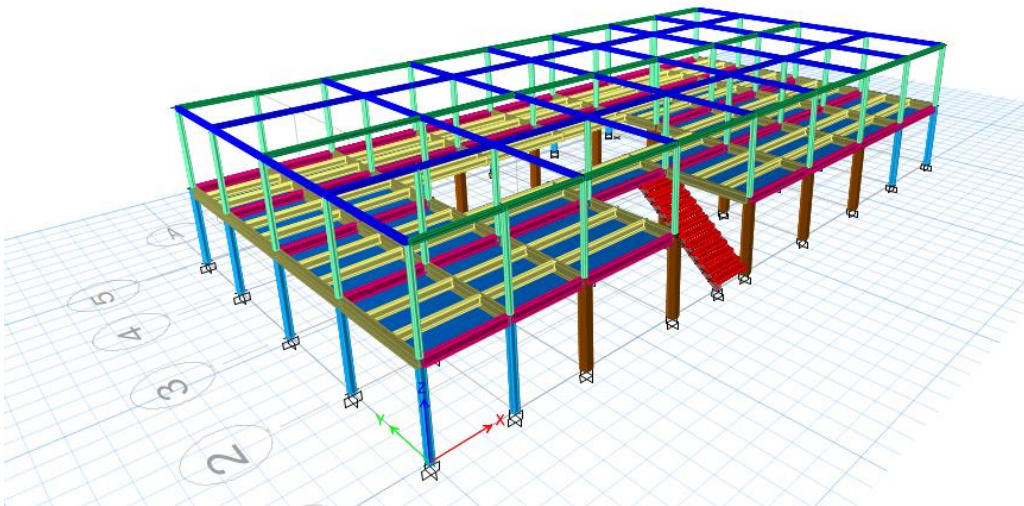
Modelado de la estructura de columnas y vigas



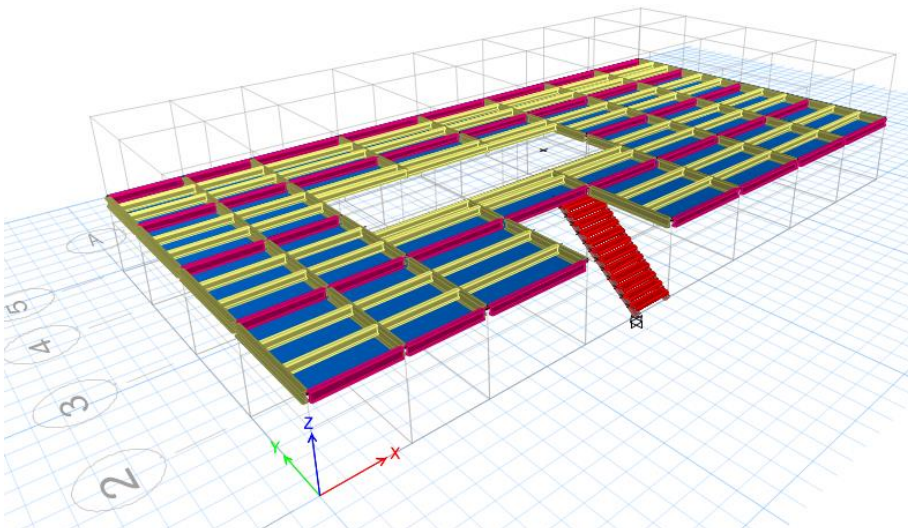
Modelado en 3D RENDERED VIEW de la estructura



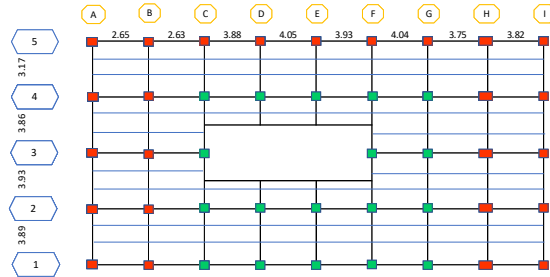
Modelado en 3D de la estructura



Modelado de losa en 3D



ANEXO 26 CÁLCULO DE LOSA CON PLACA COLABORANTE



Diseñar la losa colaborante de una estructura de 2 pisos				
F'c=	210 kg/cm ²	Longitud entre tramos	Maximo	1 m
Fy losa colaborante	2600 kg/cm ²		Intermedio	1 m
Fy=	4200 kg/cm ²		Minimo	0.95 m

LOSAS

ESPESOR DE LA LOSA DE 11.50 CM

DATOS TECNICOS DE LA PLACA NOVALOSA S5

NOVALOSA S5	0.76	mm		
PESO DE LA PLACA	7.47	kg/m ²	VOL DEL HORMIGON	0.07 m ³ /m ²
INERCI	36.89	cm ⁴ /m	PESO DE LA LOSA	187.27 kg/m ²
S superior	11.46	cm ³ /m	CARGA MAYORADA Cu	2622.324 kg/m ²
S inferior	12.81	cm ³ /m		
PERALTE (ALTURA DE	5.50	cm		



SECCIÓN DE PLACA COLABORANTE

Espeor de losa t (Altura tot) 11.5 cm

Longitud maxima 1 Separacion dL= 1.6 m
L= 1.6 m
t= 11.5 cm

S/C Placa Colaborate 1714.0 Kg/m² Si CUMPLE

CARGA MUERTA

PESO DE LA LOSA CM Kg/m²
187.27 430 = 617.27 Kg/m²

CARGA VIVA

480 Kg/m²

CARGA DE SERVICIO

Cs= CM.total+Cv.residencia
Cs= 617.27 + 480 = 1097.27 kg/m²

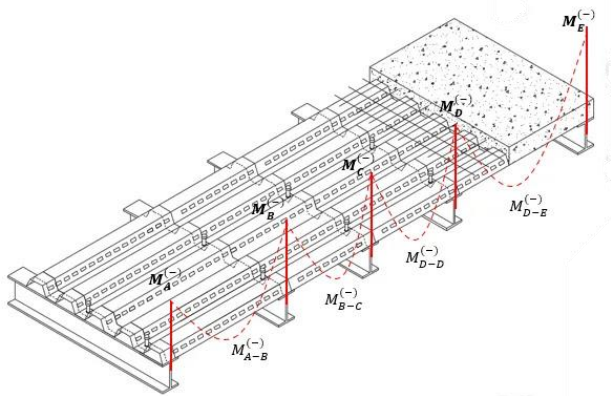
CARGAS VIVAS 2DO PISO		
PLATAFORMAS DE REUNION	480	Kg/m ²
	480	Kg/m ²

CARGA ULTIMA

$$\begin{aligned}
 Cu &= 1,2 \cdot D + 1,6 \cdot L \\
 Cu &= 617.27 + 480 \\
 Cu &= 1508.724 \text{ kg/m}^2 \\
 Cu &= 1.508724 \text{ Ton/m}^2
 \end{aligned}$$

Analisis por 1m de ancho 1.508724 Ton/m²

DIAGRAMA DE MOMENTOS Y CORTANTES



MOMENTOS NEGATIVOS

$$M_A^{(-)} = \frac{1}{24} * 1.51 * 1^2 = 0.06 \text{ tn*m}$$

$$M_B^{(-)} = \frac{1}{10} * 1.51 * \left(\frac{1 + 1}{2} \right)^2 = 0.15 \text{ tn*m}$$

$$M_C^{(-)} = \frac{1}{10} * 1.51 * \left(\frac{1 + 0.95}{2} \right)^2 = 0.14 \text{ tn*m}$$

$$M_D^{(-)} = \frac{1}{10} * 1.51 * \left(\frac{1 + 1}{2} \right)^2 = 0.15 \text{ tn*m}$$

$$M_E^{(-)} = \frac{1}{24} * 1.51 * 1^2 = 0.06 \text{ tn*m}$$

MOMENTOS POSITIVOS

$$M_{A-B}^{(+)} = \frac{1}{11} * 1.51 * 1^2 = 0.14 \text{ tn*m}$$

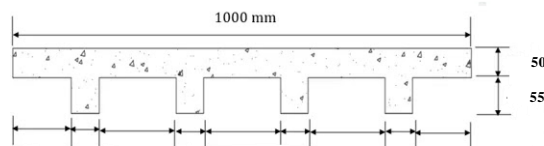
$$M_{B-C}^{(+)} = \frac{1}{16} * 1.51 * 1^2 = 0.09 \text{ tn*m}$$

$$M_{C-D}^{(+)} = \frac{1}{16} * 1.51 * 1^2 = 0.09 \text{ tn*m}$$

$$M_{D-E}^{(+)} = \frac{1}{11} * 1.51 * 1^2 = 0.14 \text{ tn*m}$$

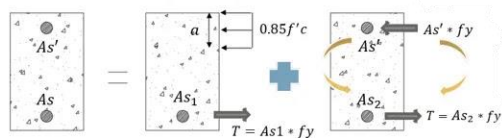
DISEÑO DE REFUERZO NEGATIVO DE PLACA

Hallamos una sección geoméricamente equivalente a la sección de la placa, se diseñara convencionamente como una losa aligerada La sección equivalente en un ancho de 100 cm



Usamos la metodología de vigas doblemente reforzada

Usamos la metodología de vigas doblemente reforzada



M1 equilibrio del bloque de M1
compresión del concreto con As1

M2 corresponde al equilibrio de la placa
colaborante con As2

$M_1 \rightarrow$ Equilibrio del bloque de compresión del concreto con As1

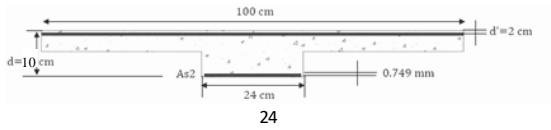
$M_2 \rightarrow$ Equilibrio de la placa colaborante con As2

Para el caso de M2 se iguala el acero en compresión de la placa colaborante con As2 y se determina el momento resistente que ocurre en esta condición

ANALISIS PARA EL MOMENTO M2

$M_B^{(+)} = 0.15 \text{ (ton*m)/m}$

Para el análisis se transforma la sección equivalente a una vigueta



d= 10 cm
d'= 2 cm

Calculo de As2

As2=b*calibre de placa

As2= 24 cm * 0.076 cm
As2= 1.824 cm²/cm

Calculo de Momento M2

M2=As2*fy*losacolaborante*(d-d')

M2= 1.824 * 2600 * (10 - 2) =
M2= 37939.2 (kg*m)/m

Comparamos M2 y MB

M2>MB
0.379 > 0.15 OK

Entonces la placa colaborante aún fluye y trabajo con el siguiente esfuerzo

Mu=As2*fs'*(d-d')

$f_s' = \frac{M_u}{A_{s2} * (d - d')} = \frac{150.87}{1.824 * (10 - 2)} = 1033.94 \text{ kg/cm}^2$

Entonces se debe colocar un refuerzo negativo con un área igual al de la placa colaborante y no se requiere más acero

As= 1.824 cm²/cm

Usando varillas de

Area de 3/8" = 0.79 cm²

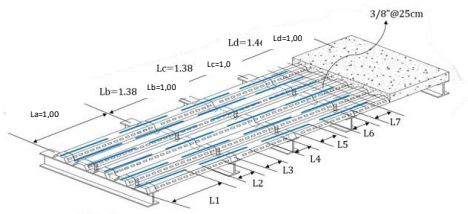
cantidad de barras "n"= As2/Area

n= 2.31 varillas/metros de ancho

Espaciamento= $\frac{100}{3} = 33.33 \text{ cm} \rightarrow 25 \text{ cm}$

Usar 3/8" @25 cm

Se analizo para el mayor Momento, entonces la cantidad de acero aplica para todos los apoyos



La=	1 m	Lb=	1 m
Lc=	1 m	Ld=	1 m

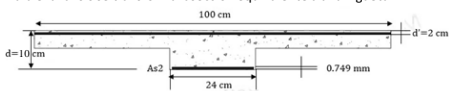
L1= $\frac{L_a}{5} = \frac{1}{5} = 0.20 \rightarrow 0.2 \text{ m}$ L5= $\frac{L_c}{3} = \frac{1}{3} = 0.33 \rightarrow 0.3 \text{ m}$
 L2= $\frac{L_a}{3} = \frac{1}{3} = 0.33 \rightarrow 0.3 \text{ m}$ L6= $\frac{L_c}{3} = \frac{1}{3} = 0.33 \rightarrow 0.3 \text{ m}$
 L3= $\frac{L_b}{3} = \frac{1}{3} = 0.33 \rightarrow 0.3 \text{ m}$ L7= $\frac{L_d}{3} = \frac{1}{3} = 0.33 \rightarrow 0.3 \text{ m}$
 L4= $\frac{L_b}{3} = \frac{1}{3} = 0.33 \rightarrow 0.3 \text{ m}$

La estructura tiene momentos pequeños en comparación a la resistencia de la placa colaborante, pero qué pasaría si el Momento último es considerablemente mayor?

El máximo Mb es 150.87 Kg*m/m

$M_B^{(-)} = 0.1508724 \text{ (tn*m)/m}$

Para el análisis se transforma la sección equivalente a una vigueta.



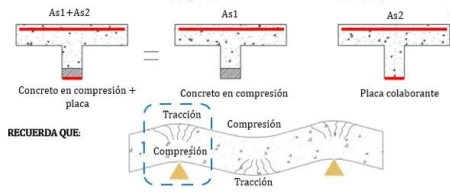
Del calculo anterior

M2= 37939.2 (kg*cm)/m \rightarrow 379.392 (kg*m)/m

Comparamos M2 con Mb

M2<MB
0.379 < 0.1508724 NO CUMPLE

La placa colaborante esta fluyendo entonces se requiere acero adicional As1 que resista Mb-M2 (De la teoría de vigas doblemente reforzadas)



Del cálculo anterior para Mb= 240 (Kg*m/m) usamos
As2= 1.824 cm2/m

Para el nuevo Momento Mb=910 Kg*m/m asumiremos el doble de acero, teniendo en consideración la teoría de vigas doblemente reforzadas el Acero para Mb sería el total As
As= 1.824 * 2 = 3.65 cm2/cm
As=As1+As2
Recuerda que As2 es el área de la placa colaborante
As1= 3.65 - 1.824
As1= 1.82 cm2/cm

Calculo de la Posición "a"
Para f'c= 210 kg/cm² β1= 0.85
Para fy= 4200 kg/cm² para barras corrugadas

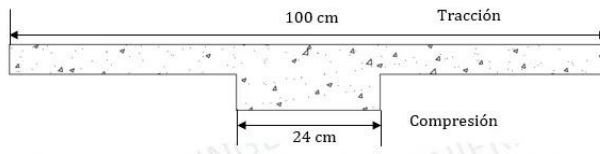
Usando las fórmulas de vigas simplemente reforzadas
 $\alpha = \beta_1 \cdot c$

$$\alpha = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b}$$

$$\alpha = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot \beta_1}$$

$$\alpha = \frac{1.82 \cdot 4200}{0.85 \cdot 210 \cdot 100 \cdot 0.85} = 0.50 \text{ cm}$$

$$\alpha = 0.50 \cdot 0.85 = 0.43 \text{ cm}$$



Verificamos si con el refuerzo total, la sección es capaz de resistir el MB= 150.87 (kg*m/m)

$$M_1 = A_{s1} \cdot fy \cdot \left(d - \frac{\alpha}{2} \right)$$

M1= 1.82 * 4200 * (10 - 0.43/2) = 74964.08 (kg*cm/m)

M1= 749.64 (kg*m/m)

Cálculo del Momento total
M=M1+M2= 749.64 + 379.39 = 1129.03 (kg*m/m)

$$1129.03 > 150.87 \text{ OK}$$

Entonces el acero As asumido es el correcto

As= 3.65 cm2/m

Usando varillas de 3/8"

#	Area	cm2
3/8"	0.79	

Cantidad de barras

n= As2/Area
n= 4.6 varillas/metros de ancho

Espaciamiento= $\frac{100}{6} = 16.7 \text{ cm} = 17.0 \text{ cm}$

Se adopta un espaciamento= 15 cm

Usar 3/8" @ 15 cm

ANEXO 27 Cálculo de escalera

DISEÑO DE ESCALERAS

huella	30,00 cm	H:	3,17
C/huella:	25,00 cm	L:	3,90 m
Nº gradas:	12,68	Ancho:	1,00 m
		A/ ESCALERA r:	1,40 cm
CARGA MUERTA:			
Concreto:	2,10 Tn/m ²	CARGA VIVA:	
Acabados:	1,00 Tn/m ²	S/C:	0,30 Tn/m ²
Barandas:	0,00 Tn/m ²		

DATOS DE ESCALERA	
HUELLA(PASO)	30,00CM
CONTRAHUELLA(PASO)	25,00CM
H(ALTURA)	3,17M
L(LONGITUD)	3,90M
ANCHO(R)	1,40M
ALTO ESCALERA	1,05M

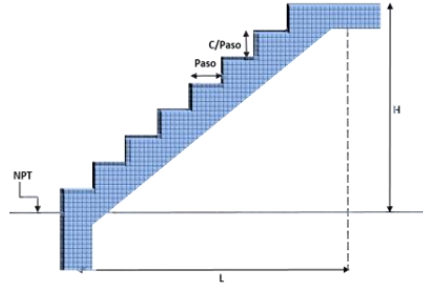
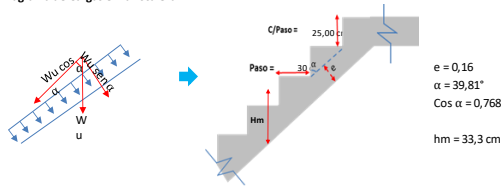


Diagrama de Cargas en la Escalera

Diagrama de Cargas en la Escalera



Metrado de Cargas	
Carga Muerta	1,70 Tn/m
P. concreto	0,70 Tn/m
Acabado	1,00 Tn/m
Baranda	0,00 Tn/m
Carga Viva	0,30 Tn/m
S/C	0,30 Tn/m

Combinación	
1.4 CM + 1.7 CV = 2,52 Tn/m	
Lectante:	5,03 m
Mu (+):	7,96 Tn.m

f'c:	210 kg/cm ²
fy:	4200 kg/cm ²

b:	100 cm
d:	14,6 cm

Diseño	
As:	16,65 cm ²
rho:	0,01140
a:	3,92 cm
Mn:	8,84 Tn.m
Mr:	7,96 Tn.m

Verificación	
beta1:	0,85
rho_b:	0,021
rho_max:	0,016 Cumple
rho_min:	0,0018 Cumple

$$A_s = \frac{0.85 f'_c b d}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_u}{\phi 0.85 f'_c b d^2}} \right]$$

Coefficiente: phi 0,9

phi	As (cm ²)
1/4"	0,32
3/8"	0,71
1/2"	1,29
5/8"	1,99
3/4"	2,84
1"	5,1
1 3/8"	10,06

$$\alpha = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

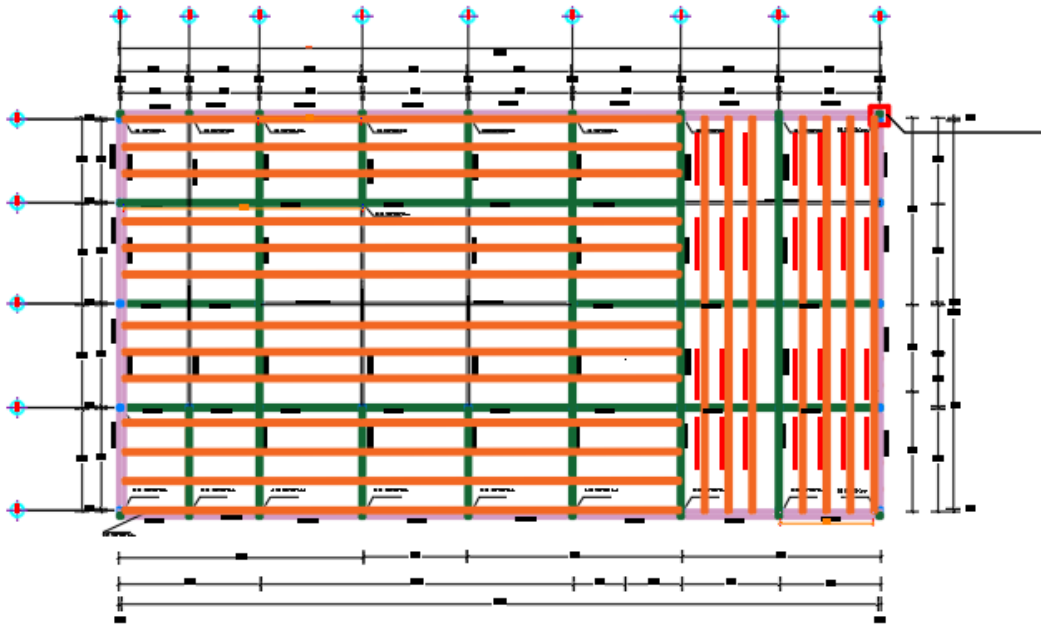
AS(+): 5/8" = 1,99 cm² Usar: 5/8" @ 12 cm
Cantidad de Varillas referenciales a usar: 9

Tipo de Apoyo: Apoyos monolíticos rígidos.	
Mu(-):	3,978 Tn.m
As:	7,68 cm ²
rho:	0,00526
a:	1,81 cm
Mn:	4,42 Tn.m
Mr:	3,98 Tn.m
beta1:	0,85
rho_b:	0,021
rho_max:	0,016 Cumple
rho_min:	0,0018 Cumple

CONDICION	VALOR
Apoyos monolíticos pocos rígidos.	0,3333
Apoyos monolíticos rígidos.	0,5000

AS(-): 3/8" = 0,71 cm² Usar: 3/8" @ 9 cm
Cantidad de Varillas referenciales a usar: 12
rho: 0,0018 AS(temp): 2,63 cm²
Acero Temperatura: 3/8" = 0,71 cm² Usar: 3/8" @ 27 cm

Plano estructural de cubierta



Plano de distribución de aguas o caída

