

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Tierra

Diseño estructural de un condominio multifamiliar de tres pisos en la Etapa Topacio de la Urbanización “La Joya” con muros estructurales.

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Jonathan Vicente Morales Aguilar

Ismael Samuel Lino Santos

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2019

DEDICATORIA

Ismael Lino

Dedico este proyecto a Dios, porque gracias a él pude salir adelante, mi madre; que siempre me ha apoyado en todo momento, con su paciencia e infinito amor; a mi familia y a mis compañeros, por su empatía y porque siempre creyeron en mí.

Jonathan Morales

El presente trabajo lo dedico principalmente a Dios y a mis Padres por ser la inspiración y darme la fuerza para lograr unos de los anhelos más deseados, también a cada una de las personas que me acompañaron en el largo camino de esta etapa.

AGRADECIMIENTOS

Ismael Lino

Agradezco a los tutores y profesores, por sus consejos para la terminación del presente proyecto, a mis compañeros; Josué Macías, Carlos Triana y Madelaine Villalta por su constante apoyo.

Jonathan Morales

Agradezco a cada uno de los docentes de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la carrera y a mi familia que siempre estuvieron presentes a lo largo de este proceso.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Ismael Lino y Jonathan Morales y damos nuestro consentimiento para que la ESPOC realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Ismael Samuel Lino
Santos

Jonathan Vicente
Morales Aguilar

EVALUADORES

.....
Ing. Miguel Ángel Chávez Moncayo, P.hD

PROFESOR DE LA MATERIA

.....
Ing. Walter Francisco Hurtares Orrala, M.Sc.

TUTOR PRINCIPAL

RESUMEN

El objetivo principal de nuestro trabajo es realizar el diseño estructural de un condominio multifamiliar de tres pisos en la Urbanización La Joya utilizando muros estructurales (también llamados muros portantes, de corte o método FORSA). En urbanizaciones, las construcciones civiles se realizan en serie, debido a su alta demanda y rápida entrega de obras. Por lo cual, este tipo de sistema es el más adecuado porque contiene grandes beneficios tanto en la parte arquitectónica como la parte estructural, además de que cumple con los mejores estándares de seguridad.

Los muros estructurales redujeron en gran manera el presupuesto, comparado con las demás sistemas constructivos, utiliza moldes metálicos como encofrado y dentro de ellos se coloca una malla electrosoldada para que al final, simplemente se vacíe el concreto. Esto hace que sea capaz de obtener gran resistencia frente a grandes cargas aplicadas. Para eso utilizó las normas vigentes; de diseño y sismo resistencia (ACI 318 y NEC-SE-DS respectivamente). Cabe recalcar que, para este sistema constructivo no lleva ni vigas ni columnas, sólo muros y losas de entrepisos.

La metodología utilizada fue de tipo cualitativa y cuantitativa, la cual se obtuvo una varilla de 6mm con espaciamiento de 15 cm, tanto para los muros como para las losas de entrepisos. La diferencia está en que se utilizó doble malla para las losas; y sólo una en los muros. Una cubierta tipo Eternit, que se diseñó con la finalidad de que las correas, vigas y una pequeña soldadura que soportarán dicho material.

Finalmente se concluyó que, este sistema constructivo trae grandes beneficios en el proceso constructivo de obras en serie, y se logra ver en los costos y el tiempo.

Palabras Clave: Muros estructurales, FORSA, sismo resistencia, malla electrosoldada

ABSTRACT

The main objective of our work is to carry out the structural design of a three-story multifamily condominium in the La Joya Urbanization using structural walls (also called bearing walls, of cut or FORSA method). In urbanizations, civil constructions are carried out in series, due to their high demand and rapid delivery of works. Therefore, this type of system is the most appropriate because it contains great benefits both in the architectural and structural part, in addition to complying with the best safety standards. The structural walls greatly reduced the budget, compared to the other construction systems, uses metal molds as formwork and inside them an electro-welded mesh is placed so that in the end, the concrete is simply emptied. This makes it capable of obtaining great resistance against large loads applied. For that he used the current norms; of design and earthquake resistance (ACI 318 and NEC-SE-DS respectively). It should be noted that, for this construction system, it has neither beams nor columns, only walls and mezzanine slabs.

The methodology used was qualitative and quantitative, which obtained a 6mm rod with 15 cm spacing, both for the walls and for mezzanine slabs. The difference is that double mesh was used for the slabs; and only one on the walls. An Eternit type roof, which was designed with the purpose of straps, beams and a small weld that will support said material.

Finally it was concluded that, this constructive system brings great benefits in the construction process of series works, and it is possible to see in the costs and the time.

Keywords: *Structural walls, FORSA, earthquake resistance, welded mesh*

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	3
RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	VII
SIMBOLOGÍA	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS	X
MARCO NORMATIVO.....	XI
CAPÍTULO 1.....	1
1. GENERALIDADES.....	1
1.1 Tema.....	1
1.2 Introducción	1
1.3 Descripción del problema	2
1.4 Justificación del problema.....	2
1.5 Objetivos.....	3
1.5.1 Objetivo General	3
1.5.2 Objetivos Específicos	3
1.6 Marco teórico	3
1.6.1 Definiciones y conceptos básicos.....	3
1.6.2 Sistema constructivo	4
1.6.3 Tipos de sistemas constructivos más utilizados.....	4
1.6.4 Sistema constructivo de muros estructurales.....	4
1.6.5 Muros y losas	5
1.7 Preliminares.....	8

1.7.1	Descripción general de la estructura.....	8
1.7.2	Características del condominio	9
CAPÍTULO 2.....		10
2.	ESTUDIOS.....	10
2.1	Estudio del Suelo - Estructura	10
2.1.1	Descripción de la subestructura	10
2.1.2	Topografía del área de estudio	10
2.1.3	Perforaciones para zonificar el terreno.....	10
2.1.4	Ensayos de laboratorio.....	12
2.1.5	Determinación y características del suelo	12
2.1.6	Problema presentado en el suelo.....	13
2.1.7	Alternativas de cimentación para el condominio	13
2.2	Estudio Sísmico	15
2.2.1	Parámetros sísmicos.....	15
2.3	Estudio Ambiental.....	16
CAPÍTULO 3.....		20
3.	METODOLOGÍA	20
3.1	Cargas Gravitacionales.....	20
3.1.1	Cargas muertas W_d	20
3.1.2	Cargas vivas W_l	20
3.1.3	Cargas Totales	21
3.2	Suelo – Estructura	21
3.2.1	Diseño de muros estructurales.....	21
3.2.2	Diseño de losa	25
3.2.3	Diseño de cubierta	26
3.3	Riesgo Sísmico.....	32

3.3.1	Espectro de respuesta elástico de diseño	32
3.3.2	Espectro de respuesta inelástico de diseño	34
3.3.3	Periodo de vibración.....	36
3.3.4	Carga sísmica reactiva.....	37
3.3.5	Cortante basal.....	37
3.3.6	Distribución de fuerzas sísmicas	37
3.3.7	Derivas	38
CAPÍTULO 4.....		40
4.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	40
4.1	Cargas Gravitacionales.....	40
4.2	Diseño de muros estructurales	40
4.3	Diseño de losa	41
4.4	Cubierta	41
4.5	Riesgo sísmico	42
4.6	Ambiental.....	42
4.7	Presupuesto General	43
4.8	Cronograma de actividades	44
CAPÍTULO 5.....		45
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
5.1	Conclusiones	45
5.2	Recomendaciones	46
BIBLIOGRAFÍA.....		47
CAPÍTULO 6.....		50
6.	ANEXOS	50
6.1	Modelación en SAP2000	50
6.2	Ambiental.....	54

6.2.1	Hojas de datos del Proyecto (SUIA).....	54
6.2.2	Mapa de intersección (SUIA)	55
6.2.3	Mapa de intersección (Modificado).....	56
6.2.4	Oficio del certificado (SUIA)	57
6.2.5	Certificado Ambiental	58
6.3	Planos.....	59
6.3.1	Plantas y Cortes	59
6.3.2	Implantación y Cubierta.....	60
6.3.3	Losa y Cimentación.....	61
6.3.4	Cubierta.....	62
Apéndice A – Perfiles Utilizados		63
Apéndice B – Varillas.....		64
Apéndice C – Comprobación de Loseta		65

ABREVIATURAS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
ACI	American Concrete Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
CH	Arcilla de alta plasticidad
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
GC	Grava arcillosa
MAE	Ministerio del Ambiente del Ecuador
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
PDC	Penetración dinámica de cono
PIB	Producto Interno Bruto
SPT	Standard Penetration Test
SUMA	Sistema Único de Manejo Ambiental
SUIA	Sistema Único de Información Ambiental
TULSMA	Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente

SIMBOLOGÍA

A	Área
cm	Centímetros
cm ²	Centímetro Cuadrados
cm ³	Centímetro cúbico
E	Este
f'c	Resistencia a la compresión
ft	Pies
fu	Esfuerzo último
fy	Resistencia a la fluencia
g	Gravedad
in	Pulgada
Kg/cm ²	Kilogramo por centímetro cuadrado
Klb	Kilo libra
Km	Kilómetro
Ksi	Kilo libra por pulgada cuadrada
m	Metro
m ²	Metro cuadrado
mm	Milímetro
P _u	Carga última
S	Sur
seg	Segundos
T	Tonelada fuerza
Ton/m ²	Tonelada por metro cuadrado
Wd	Carga Muerta
Wl	Carga Viva
Φ	Factores de resistencia

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Tipos de sistemas constructivos	4
Ilustración 2 Utilización de muros estructurales en obra	6
Ilustración 3 Muros divisorios.....	7
Ilustración 4 Implementación de losa maciza	8
Ilustración 5 Ubicación del terreno (Vista Google Earth)	9
Ilustración 6 Perforaciones del terreno	11
Ilustración 7 Tipo de documento necesario, según SUIA	17
Ilustración 8 Bosques y Áreas Portegidos próximos a la ciudad de Guayaquil, Fuente: Diario El Universo, 2019	17
Ilustración 9 Mapa de intersección del condominio.....	18
Ilustración 10 Gráfico del espectro de respuesta	32
Ilustración 11 Gráfico del Espectro Elástico.....	34
Ilustración 12 Gráfico de los dos espectros	36
Ilustración 13 Modelación del ala del condominio en SAP 2000.....	50
Ilustración 14 Modelación de un ala del condominio en SAP2000.....	50
Ilustración 15 Deformación de distribución de Fuerzas Sísmicas en el eje x.....	51
Ilustración 16 Deformación de distribución de Fuerzas Sísmicas en el eje y.....	51
Ilustración 17 Chequeo respecto al refuerzo de los muros	52
Ilustración 18 Chequeo por Cortante Máximo.....	52
Ilustración 19 Chequeo por Resistencia Máxima	53
Ilustración 20 Catálogo DIPAC (CORREAS G).....	63
Ilustración 21 Perfil Cuadrado. Fuente: ENSIDESA.....	63
Ilustración 22 Tablas de Varillas	64
Ilustración 23 Ubicación de la loseta.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características del terreno y condominio	9
Tabla 2 Características de las perforaciones del condominio	11
Tabla 3 Ensayos de laboratorio	12
Tabla 4 Características de las perforaciones del condominio	12
Tabla 5 Características del suelo	13
Tabla 6 Alternativas de tipo de cimentación	14
Tabla 7 Principales parámetros sísmicos	15
Tabla 8 Reformas del Libro VI del TULSMA	16
Tabla 9 Centro de Masa y Excentricidad del condominio	21
Tabla 10 Datos preliminares para el diseño de muros	22
Tabla 11 Datos preliminares para el diseño de largueros	26
Tabla 12 Datos preliminares para el diseño de vigas	28
Tabla 13 Datos para soldadura	30
Tabla 14 Cargas que actúan en la cubierta	31
Tabla 15 Resistencias en el Sistema SI	31
Tabla 16 Datos del espectro de respuesta para la región 1	32
Tabla 17 Datos del espectro de respuesta para la región 2	32
Tabla 18 Datos del espectro de respuesta para la región 3	33
Tabla 19 Datos preliminares para el espectro de respuesta inelástico	34
Tabla 20 Datos del Espectro Elástico e Inelástico	35
Tabla 21 Datos preliminares del Período de vibración	36
Tabla 22 Constante para el cálculo de la distribución de fuerzas	37
Tabla 23 Valores para el coeficiente k	38
Tabla 24 Distribución de las fuerzas x e y	38
Tabla 25 Derivas máximas según el tipo de estructura	38
Tabla 26 Deriva máxima inelástica	39
Tabla 27 Derivas en dirección x	39
Tabla 28 Derivas en dirección y	39
Tabla 29 Cargas totales presentes en el condominio	40
Tabla 30 Resultado del diseño de muros estructurales	40

Tabla 31 Resultado del diseño de la losa	41
Tabla 32 Resultados del diseño de los componentes de la cubierta	41
Tabla 33 Resultados del estudio sísmico.....	42
Tabla 34 Datos para loseta	65

MARCO NORMATIVO

NORMA Y/O LEY	UTILIZADA PARA
ACI 318S-14 (Capítulo 11)	Diseño de Muros Estructurales
ACI 318S-14 (Capítulo 7)	Diseño de Losas en una dirección
ASTM	Ensayos de Laboratorio
Ley de Gestión Ambiental	Estudio Ambiental
NEC-SE-CG: Cargas (no sísmicas)	Cargas Gravitacionales
NEC-SE-DS Peligro Sísmico	Riesgo Sísmico
TULSMA (Acuerdo 028)	Estudio Ambiental
TULSMA (Acuerdo 061)	Estudio Ambiental

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1 Tema

Diseño estructural de un condominio multifamiliar de tres pisos en la Etapa Topacio de la Urbanización “La Joya” con muros estructurales.

1.2 Introducción

Es un derecho de cada persona poder tener una vivienda digna y segura para su familia. Sin embargo, cada familia siempre busca todos los factores posibles y favorables como son; confort, estética, satisfacción, pero el más importante siempre será el económico.

Siempre se busca elegir un método de construcción que solucione las necesidades de corto y largo plazo, y siempre pensando en cumplir con todo lo referente a la norma vigente que se rige en el país. Todos estos detalles se deberán de considerar a la hora de la construcción de viviendas sociales.

En el país, el sistema de muros estructurales no es muy utilizado esto es, porque los ecuatorianos estamos acostumbrados a los métodos tradicionales y no tomamos importancia a nuevas técnicas de construcción, como los muros estructurales.

En el campo laboral, es conocido como método FORSA, muros portantes, muros vaciados o encofrados, etc. Existe una empresa dedicada expresamente a este sistema de construcción, llamada FORSA. Tuvo su inicio en Colombia en 1995, FORSA consta con las mejores garantías en base a la calidad, asesoría técnica y seguimiento constante hasta la finalización de la obra. Alrededor de 20 países de Latinoamérica y España utilizan sistema con lo cual llevan más de 500 000 viviendas construidas. Con lo cual, en la actualidad, FORSA es líder en lo que respecta a este sistema constructivo.

Este sistema de construcción es el más avanzado aplicado para la construcción de viviendas de concreto. Como ya se mencionó, este sistema también llamao “de encofrado” tiene como puntos favorables el tiempo que se reduce para la construcción de una obra además de, siempre cumpliendo con los más altos estándares de calidad y

respetando los diseños; arquitectónico, estructural y sismo-resistente. Es considerado muy rentable para construcciones de viviendas en urbanizaciones, debido a que estas son viviendas llamadas en serie. En la sección 1.6.4 se hablará más a detalle sobre las ventajas y desventajas de este sistema constructivo.

En la Urbanización “La Joya” existen varias etapas, para este proyecto el diseño para el condominio será la Etapa Topacio, la cual consta en sus áreas aledañas el Parque Central Urbanización Rey y la Urbanización La Joya – Etapa Gema.

1.3 Descripción del problema

Se requiere realizar los respectivos estudios de diseños para un condominio multifamiliar de tres pisos. Además, se requiere un sistema constructivo que cumpla con los requerimientos de la norma y que sea una manera rápida a la hora de construir.

1.4 Justificación del problema

En lo que respecta a la construcción, muy pocas personas adoptan nuevos sistemas constructivos como el de muros estructurales. Nuestro país se siguen rigiendo a la metodología de los maestros de obra, debido a su experiencia. Ocasionando que dichas obras lleguen a colapsar en frente a fenómenos naturales como el viento, sismo, clima, etc.

Debido a que nuestro país se encuentra en el Cinturón de Fuego del Pacífico, estará siempre en una actividad sísmica. Esto nos hace pensar que debemos estar en constante avance de investigación de sistemas de construcciones para poder garantizar tanto la vida de las personas como la sustentabilidad de la seguridad estructural.

Lo que pretende este proyecto integrador es conocer y resolver las necesidades de los clientes como; tiempo, economía, confort y amigable. Cumpliendo con estos estándares, el sistema de muros estructurales para su vivienda.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Realizar el diseño estructural de un condominio multifamiliar de tres pisos en la Etapa Topacio de la Urbanización “La Joya” con muros estructurales.

1.5.2 Objetivos Específicos

1. Dar alternativas sobre distintos tipos de construcción
2. Seleccionar el tipo de cimentación más adecuado para la construcción.
3. Ventajas y desventajas del sistema constructivo seleccionado.
4. Elaborar diseño estructural para el condominio.
5. Elaborar presupuesto obtenido para dicho proyecto.

1.6 Marco teórico

1.6.1 Definiciones y conceptos básicos

Construcción a través de la historia

Desde la antigüedad existe la necesidad de poder resguardarse de los distintos problemas que nos ocasiona los fenómenos naturales (sismos, lluvias, tornados, etc). Debido a eso nuestros ancestros decidieron “hacer” un lugar donde poder resguardarse y poder vivir.

Las primeras edificaciones fueron creadas por materiales tan simples como hojas, ramas y pieles de animales. Pero debido a que las necesidades aumentan, el ser humano se vio obligado a utilizar materiales un poco más duraderos como arcilla, madera y piedra. Pero no siempre bastaba con eso, más tarde optaron mejor materiales como el ladrillo, hormigón, metal y plástico.

En Ecuador, la construcción de distintas edificaciones son los que continúan generando un aumento al PIB. Además de también generar un aumento al presupuesto anual del gobierno.

1.6.2 Sistema constructivo

Es la reunión de distintos materiales, elementos herramientas, técnicas y equipos que tienen una función puntual para la construcción de una edificación.

1.6.3 Tipos de sistemas constructivos más utilizados

Sistema de utilización de contenedores: Sistema moderno constructivo para viviendas en los cuales se utiliza los contenedores que se reciclan.

Sistema de construcción con elementos constructivos: Se instalan todos los elementos constructivos como los de prefabricados o los de hormigón o de metal, en el mismo sitio de construcción.

Sistema tradicional: Este sistema se trabaja en el mismo sitio de la construcción de la estructura y los cerramientos, todo lo referente a lo arquitectónico.



Ilustración 1 Tipos de sistemas constructivos

1.6.4 Sistema constructivo de muros estructurales

Catalogado como un “sistema de construcción con elementos constructivos”. También llamado en el ámbito laboral como sistema de vaciados, encofrado o FORSA, se basa en la utilización de encofrados o vaciado utilizando moldes ya sean en aluminio u otro material.

1.6.4.1 Ventajas

Es un sistema constructivo muy utilizado debido a sus grandes ventajas, entre las que destacan son:

- Construcción modular
- Rápido
- Rentable
- Apto para todo tipo de diseño

- Resistente
- Alta productividad
- Avances ordenados y progresivos
- Sismorresistente
- Fácil manejo

1.6.4.2 Desventajas

Como todo sistema constructivo siempre existirán las desventajas, entre la que más destaca son las grietas en muros y losas, debido a cambios de temperatura o mal fraguado, pero esto se puede resolver utilizando un tipo especial de concreto como es el de contracción controlada con fibras de polipropileno.

1.6.4.3 Materiales para este sistema constructivo

1.6.4.3.1 Moldes y soportes

En este sistema constructivo, tenemos la ventaja de que la empresa nos brinda los moldes y soportes, pero por precaución se tiene que dar una respectiva revisión a los materiales brindados, que estos cumplan con los requerimientos y que los soportes sean compatibles. Los moldes sirven como un soporte temporal para poder vaciar el concreto, estos moldes conectados entre sí con otros accesorios logran el efecto como si fueran unidos con vigas y columnas.

1.6.4.3.2 Acero utilizado

Además, se utiliza el acero corrugado como refuerzo para la construcción, los más comunes para este tipo de construcciones son los de grado 40 y grado 60 Ksi.

1.6.5 Muros y losas

En lo que respecta a muros, tienen dos tipos de funciones, comúnmente conocido como soporte principal de la edificación; los muros estructurales y; para dividir áreas; los muros divisorios.

1.6.5.1 Muros

1.6.5.1.1 Muros Estructurales



Ilustración 2 Utilización de muros estructurales en obra

Son aquellos que generalmente no contienen vigas ni columnas, es decir que las losas descansan directamente sobre estos muros. Son construidos de concreto y sirven como soporte para cargas verticales y resistencia a la compresión. Están como principal apoyo en todo su perímetro. Esto permite obtener como resultado una edificación con una gran rigidez lateral y gran resistencia en lo que respecta a fuerzas sísmicas, eso es debido a que entre menor sea el espesor del muro se obtendrá una mayor resistencia.

En la actualidad, la mayoría de las edificaciones constan con estos muros, porque se requiere su uso de manera rápida.

1.6.5.1.2 Muros divisorios



Ilustración 3 Muros divisorios

Como su nombre lo indica estos son aquellos que nos sirven para poder dividir las distintas secciones o áreas de la vivienda (como los cuartos de habitación, comedor, cocina, baño, etc.).

1.6.5.2 Losas

Las losas con aquellos elementos estructurales que de manera horizontal son de dimensiones relativamente grandes con comparación a la altura en la cual están descansando. Son las que separan los distintos niveles de una edificación, es el que recibe de manera directa las cargas de entresijos y techos.

Clasificándose según su forma estructural, apoyos, construcción y su composición.

En nuestro proyecto haremos los diseños para una losa maciza, la cual está en la clasificación según su composición.

1.6.5.2.1 Losa Maciza

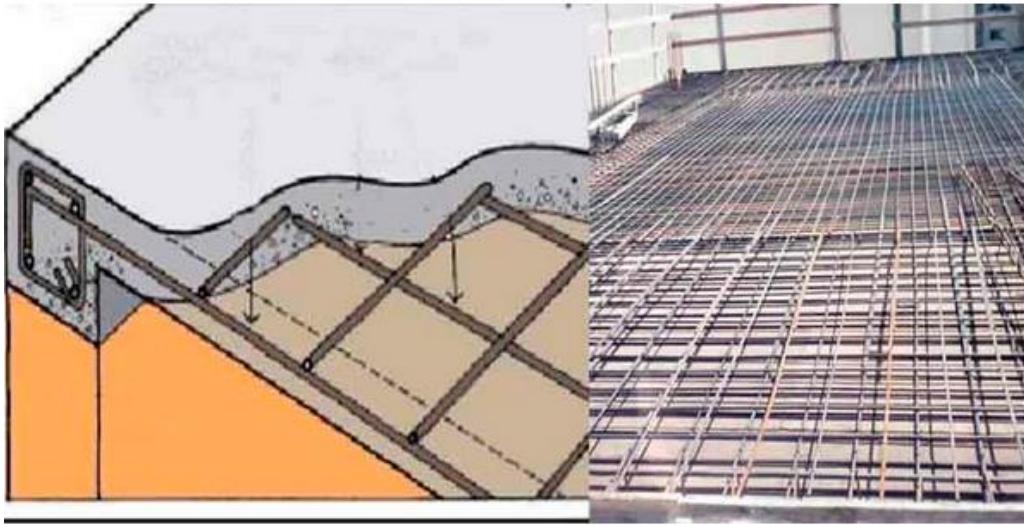


Ilustración 4 Implementación de losa maciza

También conocida como losa de concreto armado con una sección rectangular llena, poseen poco espesor, entre ellas son: 8, 10, 12, 14, 15, 16, 18, 20, 22, 24, 25, 26, 28 y 30 cm.

- Su ventaja es que pueden soportar un mayor peso en comparación a los demás tipos de losas, esto se debe a la utilización del acero corrugado.
- Su desventaja es que al agregar el acero se hace más pesada y esto ocasiona que se transmita fácilmente vibraciones a lo largo de la losa.

1.7 Preliminares

1.7.1 Descripción general de la estructura

El condominio, se encontrará ubicado la Av. León Febres Cordero, Km 14 - Vía Daule. Dentro de los predios de la urbanización “La Joya”.

El condominio estará designado por dos alas multifamiliares, las cuales estarán separadas por pasillo y escaleras para poder tener acceso a cada habitación. En la figura 5, se muestra la ubicación en “Google Earth”, con la forma del terreno tanto de la urbanización como del terreno del condominio.

Coordenadas:

- ESTE: 619846.00
- SUR: 9776109.00



Ilustración 5 Ubicación del terreno (Vista Google Earth)

1.7.2 Características del condominio

Características	Cantidad	Unidad
Área del solar (un ala)	164.05	m ²
Área de construcción (dos alas)	138.86	m ²
Área de construcción (una ala)	69.43	m ²
Ancho del solar (un ala)	17	m
Largo del solar (un ala)	9.65	m
Niveles	3	Pisos
Altura de cada nivel	2.4	m

Tabla 1 Características del terreno y condominio

CAPÍTULO 2

2. ESTUDIOS

2.1 Estudio del Suelo - Estructura

2.1.1 Descripción de la subestructura

Para poder definir el tipo de subestructura y tipo de cimentación, es necesario realizar los estudios respectivos de suelos, estos se realizaron en los laboratorios **"BORLETI S.A."**. Se generó un *"Estudio de suelo e informe geotécnico"* denominado como *"Análisis de estabilidad de suelos, recomendaciones para la cimentación de terraplenes, diseño de estructura de pavimento, especificaciones técnicas, análisis de asentamiento y recomendaciones para la cimentación de bloques multifamiliares."*

Los resultados obtenidos por dichos laboratorios son:

2.1.2 Topografía del área de estudio

De acuerdo con las inspecciones de campo ejecutadas, la topografía del área estudiada está siendo modificada considerablemente, provocando la planicidad del predio. Para los sitios aledaños cambia abruptamente por la presencia de cerros de considerable altura, por lo cual se drenan sus aguas hacia el área de estudio.

2.1.3 Perforaciones para zonificar el terreno

Los sondeos y exploraciones fueron ejecutados en sitios estratégicos del área de implantación del proyecto (conforme al plano de ubicación adjunto). Se realizaron 10 perforaciones en todo el terreno de la urbanización, de los cuales dos perforaciones estarán en el condominio que se realizará (como se adjunta en la figura 6). Para esta actividad se siguieron las normas AASHTO T-206 y ASTM D-1586.



Ilustración 6 Perforaciones del terreno

Las características de las perforaciones del condominio se presentan en la siguiente tabla:

Perforación	Profundidad (m)	Relleno (m)	N.F (m)	Coordenadas – Zona 17 M
1	15.00	0.50	0.30	619886.00 m E; 9776066.00 m S
9	11.00	1.00	1.58	619868.00 m E; 9776064.00 m S

Tabla 2 Características de las perforaciones del condominio

2.1.4 Ensayos de laboratorio

Los ensayos realizados fueron:

Norma	Numeral	Tipo
ASTM	D 4318	Límite líquido
ASTM	D 4318	Límite plástico
ASTM	D 2216	Humedad Natural
ASTM	D 422 – C 136	Granulometría
ASTM	C 138	Peso Unitario
ASTM	D 2435 / D 4186	Consolidación
ASTM	D 1586	Penetración estándar (SPT)
ASTM	D 2166	Compresión simple confinada
ASTM	D 1587	Muestreo Tubo Shelby
ASTM	D 6951	PDC (Penetración dinámica de cono)

Tabla 3 Ensayos de laboratorio

2.1.5 Determinación y características del suelo

Donde las características que se encontraron en dichas perforaciones fueron:

Perforación #	Prof. (m)	Muestra	Clasificación SUCS	Descripción del material
1	15.00	12	CH	Formación rocosa blanda, color café, con finos arcillosos plásticos, consistencia dura
9	11.00	9	GC	Formación rocosa blanda, color café algo amarilla, con finos arcillosos medianamente plásticos, compacidad relativa muy densa

Tabla 4 Características de las perforaciones del condominio

Con lo cual se puede concluir que en el área de construcción del condominio se mantiene la formación **rocasa blanda de alta capacidad portante**.

Característica	Valor	Unidad	Criterio Aplicado	Detalle
Capacidad Portante	10.00	[Ton/m ²]	SPT; Compresión Simple	Obtenidos por medio de ensayos de laboratorio ejecutados con muestras del mismo suelo.
Capacidad Admisible	5.0	[Ton/m ²]	Karl Terzaghi, Meyerhot y Holguín	Se tomó en cuenta las características de cada estrato de apoyo de la cimentación.
Factor de seguridad	> 2	--	Karl Terzaghi, Meyerhot y Holguín	En el estrato arcilloso compresible.
Suelo	E	--	NEC-SE-DS - Peligro Sísmico – Tabla 2.3	Regido a la norma con los parámetros establecidos por los estudios

Tabla 5 Características del suelo

2.1.6 Problema presentado en el suelo

Según los estudios, los suelos detectados en el sector son muy heterogéneos y para a nivel superficial son arcillosos, altamente plásticos y compresibles, los cuales son propensos a cambios ante los cambios de humedad. Se requiere que estos sean protegidos mediante materiales de relleno; por lo tanto será necesario colocar y compactar una capa mínima de material de mejoramiento de 0.80 m de espesor para provocar una capa rígida y estable, capaz de soportar la transmisión de esfuerzos provocados por la cimentación de las diferentes estructuras, el mismo que provocará asentamientos por consolidación.

2.1.7 Alternativas de cimentación para el condominio

Con todo lo anterior descrito y sabiendo como es el comportamiento del suelo en el sector en el cual será construido el condominio, plantearemos las siguientes alternativas con respecto a la cimentación:

Tipo de cimentación	Método	Detalle
Cimentación Superficial	Losa de Cimentación	Colocada para los dos extremos de cada bloque del condominio.
Cimentación Profunda	Pilotes Pre-Barrenados	Trabajarán por fuste y punta.

Tabla 6 Alternativas de tipo de cimentación

Se recomienda usar hormigones de resistencia a la compresión simple mayores a 210 Kg/cm².

2.1.7.1 Alternativa elegida

Como se presentaron dos alternativas para el tipo de cimentación, se escogerá la losa de cimentación.

2.2 Estudio Sísmico

2.2.1 Parámetros sísmicos

En los aspectos sísmicos se tomó en cuenta la norma vigente (NEC) y, sabiendo que el condominio será tomado dentro del sector de la Urbanización “La Joya”. Con lo cual, los parámetros sísmicos fueron:

Característica	Valor	Norma	Descripción
Provincia: Guayas			
Z	0.40 g	NEC-SE-DS - Peligro Sísmico – Tabla 19	Se determina según el lugar de estudio
Zona Sísmica	V	NEC-SE-DS - Peligro Sísmico – Tabla 1	Se tomó en cuenta las características de cada estrato de apoyo de la cimentación.
Característica sísmica	Alta	NEC-SE-DS - Peligro Sísmico – Tabla 1	En el estrato arcilloso compresible.
Suelo	E	NEC-SE-DS - Peligro Sísmico – Tabla 2	Según la geología local
Fa	1.0	NEC-SE-DS - Peligro Sísmico – Tabla 3	“Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto”
Fd	1.6	NEC-SE-DS - Peligro Sísmico – Tabla 4	“Coeficiente de amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca”
Fs	1.9	NEC-SE-DS - Peligro Sísmico – Tabla 5	“Coeficiente de comportamiento no lineal de los suelos”
Factor η	1,8	NEC-SE-DS - Peligro Sísmico – Sección 3.3.1	“Razón entre la aceleración espectral S_a y el periodo de retorno”

Tabla 7 Principales parámetros sísmicos

2.3 Estudio Ambiental

De acuerdo con la ley de gestión ambiental en el Art. 19 del CAPITULO II “DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y DEL CONTROL AMBIENTAL”, “establece que las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control”, conforme al SUMA.

De acuerdo con el Libro VI del TULSMA y el Acuerdo Ministerial 028 junto con el Acuerdo Ministerial 061, existe la clasificación con su respectivo estudio ambiental y los pasos a cumplir por parte del proponente. La cual se presenta en la siguiente tabla:

Acuerdo Ministerial 028 (Artículo)	Acuerdo Ministerial 061 (Artículo)	Pasos para cumplir para el proponente
Categoría I (art. 25)	Certificado Ambiental (art. 23)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Emisión del Certificado Ambiental 2. Descarga de la Guía Buenas Prácticas Ambiental
Categoría II (art. 26)	Registro Ambiental (art. 24)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Certificado de intersección 2. Descarga del Plan de Manejo Ambiental 3. Pago de servicios administrativos 4. Emisión de Rechisto Ambiental
Categoría III (art. 27)	Licencia Ambiental (art. 25)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Certificado de intersección 2. Descarga de Términos de Referencia 3. Estudio de Impacto Ambiental 4. Proceso de Participación Social (Sin o Con Facilitador) 5. Plan de Manejo Ambiental
Categoría IV (art. 28)		<ol style="list-style-type: none"> 6. Pago de servicios administrativos y presentación de pólizas de fiel cumplimiento 7. Emisión de Licencia Ambiental

Tabla 8 Reformas del Libro VI del TULSMA

El Acuerdo Ministerial 028 en su artículo 25, dicta que las obras o actividades causen un impacto ambiental mínimos son considerados como categoría I. Como el presente proyecto consiste en una construcción de un condominio de uso habitacional de tres pisos y apenas área de construcción es de 138.86 m²; es una edificación simple y no existirá un gran impacto ambiental en la zona de ubicación, nuestro proyecto se ubica en

la Categoría I, sin ser de carácter obligatorio. Eso requiere que el promotor llene el formulario de registro en la página web del SUIA por parte del Ministerio del Ambiente.

Descripción de la actividad	CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA CIVIL
Su trámite corresponde a un(a)	CERTIFICADO AMBIENTAL
Tiempo de emisión	Inmediato.
Costo del trámite	No tiene. (Tiene un costo si existe remoción de cobertura vegetal nativa)

Especifique el rango de operación *

1.0 - 5000.0 superficie en metros cuadrados (m2)

Ilustración 7 Tipo de documento necesario, según SUIA

De acuerdo a la plataforma del SUIA, la magnitud de nuestro proyecto “DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN CONDOMINIO MULTIFAMILIAR DE TRES PISOS EN LA ETAPA TOPACIO DE LA URBANIZACIÓN LA JOYA CON MUROS ESTRUCTURALES”, se cataloga como “construcción de infraestructura civil menor o igual a 5000 m²”. Por lo tanto, nuestro proyecto es catalogado como categoría 1 según el Art. 25, el cual exige un Certificado Ambiental y una Guía de buenas prácticas ambientales, los cuales se obtuvieron en el SUIA con **No.4896-GPG-2019-CA-SUIA**¹, conforme lo exige la ley.

A continuación se muestra los bosques y áreas protegidas que están en la ciudad de Guayaquil:



Ilustración 8 Bosques y Áreas Protegidas próximos a la ciudad de Guayaquil, Fuente: Diario El Universo, 2019

¹ En los anexos se podrán apreciar la documentación (mapa de intersección, oficio y certificado ambiental) pertinente otorgado por el SUIA



Ilustración 9 Mapa de intersección del condominio

Como se logra apreciar en el mapa de intersección (ilustración 11), nuestro proyecto no interseca con ningún Bosque Protector, Área Protegida, Patrimonio Forestal, Quebradas Viva por lo tanto, se justifica que tendrá un mínimo impacto ambiental.

Una vez validado y descargado los documentos, se detallan las actividades más según la Guía de Buenas Prácticas:

Almacenamiento y manipulación de materiales y equipos

- Disponer de contenedores para el almacenamiento de materiales peligrosos y/o especiales.
- Tener en un estado óptimo las herramientas que se utilizaran en obra.
- Aprovechamiento máximo del uso de materiales disponibles.
- Evitar algún tipo de derrame tóxico.

Seguridad en el trabajo

- Siempre disponer y utilizar el equipo de protección correcto en el trabajo.
- Colocación de carteles y señaléticas adecuada a la hora de trabajar.
- Dar capacitación a todo el personal, mínimo una vez al año, con respecto a las normas de seguridad del trabajador.

Gestión de residuos

- Dar el manejo correcto , según el tipo y procedencia de los residuos.
- En lo que respecta a escombros y/o desechos de materiales de construcción, se deberá evitar ponerlo en un lugar público sino en contenedores como dicta la norma ambiental vigente.
- Implementación de las 3R: Reducir, Reutilizar y Reciclar.

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA

3.1 Cargas Gravitacionales

A continuación se muestra los valores de todas las cargas que afectarán a la infraestructura, según la normativa vigente.

3.1.1 Cargas muertas W_d

3.1.1.1 Cargas muertas (piso)

Tipo de carga	q [Ton/m ²]
Losa	0.36
Baldosas	0.02
Muros	0.02
Ductos y varios	0.02
Total	0.42

3.1.1.2 Cargas muertas (techo)

Tipo de carga	q [Ton/m ²]
Cubierta	0.00213
Ductos y varios	0.02
Total	0.0221

3.1.2 Cargas vivas W_l

3.1.2.1 Cargas vivas (piso)

Tipo de carga	q [Ton/m ²]
Vivienda tipo unifamiliar	0.2
Total	0.2

3.1.2.2 Cargas vivas (techo)

Tipo de carga	q [Ton/m ²]
Cubiertas planas	0.07
Total	0.07

3.1.3 Cargas Totales

Tipo de carga	q [T/m ²]	q [T]
Carga muerta Wd	1.28	89.02
Carga viva WI	0.27	18.75

3.2 Suelo – Estructura

3.2.1 Diseño de muros estructurales

El diseño de muros estructurales se puede realizar por los siguientes dos métodos:

- Como columnas sometidas a axial y flexión
- Método empírico

Sea el método que se utilice, debe de satisfacer ciertos requerimientos indispensables, explicados en el código vigente (ACI 318).

Para el presente proyecto se usará el método empírico ya que, el condominio estará sometido a momentos relativamente pequeños y además estarán presentes cargas laterales por lo tanto, la e (*excentricidad*) deberá de excede $\frac{1}{6}$ (*espesor del muro*).

Según el código, deberá de regirse a la siguiente fórmula:

$$excentricidad > \frac{1}{6} (\text{espesor del muro})$$

CM (cada piso) [m]		EXCENTRICIDAD [m]	
X	3.62	ex	0.362
Y	7.17	ey	0.6505

Tabla 9 Centro de Masa y Excentricidad del condominio

Para determinar el espesor del muro se considera dos criterios:

a) $h = \frac{1}{25} * longitud\ más\ corta = \frac{1}{25} * 1.66m = 0.0664m = 6.64cm$

b) $h = 100\ mm = 10cm \rightarrow máximo$

El espesor máximo que puede tener el muro será de 10 cm, haremos el análisis con 8cm (0.08m).

Entonces, se comprueba:

$$e_x > \frac{1}{6} * (0.08) \rightarrow 0.362 > 0.013 \rightarrow OK$$

$$e_y \leq \frac{1}{6} * (0.08) \rightarrow 0.650 > 0.013 \rightarrow OK$$

Como cumple con las condiciones, se usa el método empírico.

Para diseño de los muros, necesitaremos los siguientes datos:

Datos	Valor	
Altura	2.4	m
WD	1.28	T/m
WL	0.2	T/m
ϕ	0.65	
f'_c	280	kg/cm ²
f_y	4200	kg/cm ²
Separación centro a centro	6.42	m
Ancho de apoyo	68.14	m
h (espesor requerido)	0.08	m
Lw	6.42	m

Tabla 10 Datos preliminares para el diseño de muros

Mayorando cargas

$$P_U = (1.2 * wd * lw) + (wl * altura * lw)$$

$$P_u = 12.95 \text{ Ton}$$

Encontramos el Momento último

$$M_U = (0.27 * 7.2) + (10.28 * 4.8) + (5.14 * 2.4)$$

$$M_U = 63.62 \text{ T} * \text{m}$$

Verificamos si la resistencia es satisfactoria para el muro

$$\phi(0.85 * f'_c * A) = 0.65 * (0.85 * 280 * (h * ancho \ de \ apoyo)) = 8433.01 \text{ Ton} > P_u \rightarrow OK$$

Longitud del muro eficaz para poder aguantar la carga mayorada.

a) *separación centro a centro = 642 cm → controla*

b) *ancho de apoyo + 4h = 6846 cm*

Calculamos la resistencia de diseño del muro

$$\phi P_{nv} = 0.55 \phi f'_c A_g \left(1 - \left(\frac{kl_c}{32h} \right)^2 \right): \text{tomando para lo más crítico, entonces: } k=1 \text{ y } l_c=\text{altura.}$$

Por lo tanto:

$$\phi P_{nv} = 0.55 * 0.65 * 280 * (8 * 642) * \left(1 - \left(\frac{1 * 2.4 * 100}{32 * 8} \right)^2 \right)$$

$$\phi P_{nv} = 62.26 T > P_u \rightarrow OK$$

Selección del acero de refuerzo

$$\text{separación máxima} \leq 3h = 240mm$$

$$\text{separación máxima} \leq 450mm$$

Usaremos 150 mm.

Usamos $\phi 6 mm$

$$A_{\phi} = 0.283 cm^2$$

$$A_S \text{ vertical} = 0.0012 * 100 * 8 = 0.96 cm^2/m \rightarrow 15cm$$

$$A_S \text{ horizontal} = 0.0020 * 100 * 8 = 1.6 cm^2/m \rightarrow 15cm$$

Por consiguiente necesitaremos **una malla electrosoldada** con:

$$\phi 6mm @ 15cm$$

CORTANTE

Ahora, analizaremos el cortante:

$$P_U = 12.95 Ton$$

$$M_U = 63.62 T * m$$

$$V_U = 15.69 Ton$$

Verificamos su comportamiento:

$$d = 0.8 * L_W = 5.14 m$$

$$\frac{d}{h_{total}} = \frac{5.14}{7.2} = 0.71 m < 0.4 \rightarrow \text{se comporta como un elemento esbelto}$$

Análisis por capacidad cortante

$$\rho_t = \rho_l = 0.0025$$

Encontramos al A_s

$$A_s(\text{vertical y horizontal}) = \rho_t * h * 100 = 2 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Escogemos varilla $\emptyset 6\text{mm} = 0.6\text{cm}$

$$A_v = 0.283 \text{ cm}^2 \rightarrow S = 14.16\text{cm} = 15\text{cm}$$

Espaciamiento máximo

$$S_{max} = 3 * h = 24\text{cm} = 240\text{mm}$$

$$S_{max} = 450\text{mm}$$

Se cumple para: **$\emptyset 6\text{mm} @ 15 \text{ cm}$**

Se comprueba el análisis de capacidad cortante

$$V_c = 0.17 * \lambda * \sqrt{f'_c} * h * d = 11.69 \text{ Ton}$$

$$V_u \geq 0.5 * \emptyset * V_c \rightarrow 15.69 \text{ T} \geq 0.5 * 0.75 * 11.69$$

$$15.69 \text{ Ton} \geq 4.38 \text{ Ton} \rightarrow \text{OK, CUMPLE}$$

Cortante Nominal

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_c = 11.69 \text{ Ton}$$

$$V_s = \frac{A_v * f_y * d}{s} = 40.7 \text{ Ton}$$

$$V_n = 52.39 \text{ Ton}$$

Debe de cumplir que:

$$V_n \leq 0.83 * \sqrt{f'_c} * h * d \rightarrow 52.39 \text{ Ton} \leq 57.07 \text{ Ton} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$\text{Entonces } \emptyset V_n = 42.83 \text{ Ton}$$

Por último, debe de cumplirse que:

$$\emptyset V_n \geq V_u \rightarrow 42.83 \text{ Ton} \geq 15.69 \text{ Ton} \rightarrow \text{si cumple}$$

Todos los requisitos de cortante cumplieron, eso quiere decir que es apto los resultados.

3.2.2 Diseño de losa

En lo que concierne en losas, existen una gran variedad de losas. Pero para este proyecto nos enfocaremos en una losa maciza. Ahora, hay que saber si será una losa en una o dos direcciones, para ello realizamos lo siguiente:

$$\text{Sí, } \frac{LM}{lm} > 2 \rightarrow \text{losa en una dirección}$$

$$\text{Sí, } \frac{LM}{lm} < 2 \rightarrow \text{losa en dos direcciones}$$

Donde:

LM: es la longitud mayor; LM=6.42 m

Lm: es la longitud menor; Lm= 1.66 m

Verificamos:

$$\frac{LM}{lm} > 2 = \frac{6.42}{1.66} = 3.87 > 2 \rightarrow \text{losa en una dirección}$$

Con lo cual comprobamos que para este proyecto se necesitará el diseño de una losa en una dirección.

Ahora, necesitamos saber el espesor de la losa. Como es una losa simplemente apoyada:

$$h = \frac{L}{20} = 8 \text{ cm} \rightarrow \text{usaremos } 10\text{cm}$$

Sabemos que:

$$W_D = 1.28 [T/m^2]$$

$$W_L = 0.27 [T/m^2]$$

Mayoramos las cargas:

$$W_U = 1.2W_D + 1.6W_L = 1.97 [T/m^2]$$

Calculamos el momento

$$M_U = \frac{W_U l^2}{8} = 0.68 [T * m]$$

ACERO NECESARIO:

Utilizaremos $\phi = 6 \text{ mm}$; Recubrimiento de 2 cm

Entonces:

El peralte será: $d = 7.7 \text{ cm}$

El Área del acero $A_s = 2.34 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ y $a = 0.422 \text{ cm}$

Por lo cual, el espaciamiento será $S = 15 \text{ cm}$

Finalmente usaremos una **dobla malla** de:

$\phi 6 \text{ mm @ } 15 \text{ cm}$

3.2.3 Diseño de cubierta

3.2.3.1 Largueros (correas)

Para el diseño de la cubierta se debe de realizar con catálogos del material que se requiere al construir, para este proyecto nos basamos en el Catálogo de Novacero. Estos tipos de catálogos nos ayudan con las distintas propiedades que tiene cada material.

Como se logra apreciar (planos adjuntos de cubierta), se puede notar las caída, dirección y donde se va a asentar de cada una.

Para verificar si dicho material cumple para el diseño se realiza los siguientes cálculos:

Datos	Valor	Unidad
Longitud	7.61	m
f_y	4.2	T/cm ²
Distancia horizontal	3.06	m
Distancia vertical	0.32	m
Ángulo que se forma (α)	5.97	Grados
Separación entre largueros	1.1	m
Peso propio de cubierta ²	2.13	Kg/m ²

Tabla 11 Datos preliminares para el diseño de largueros

² Se lo obtuvo del Catálogo de Novacero (Duratecho) con la separación entre largueros

Peso propio para los largueros: $PP_{Largueros} = 0.44 T/m$

Peso propio de la estructura: $PP_{estructura} = 0.0023 T/m$

Con esto obtenemos la carga distribuida que estará en la cubierta:

$$W_C = PP_{Largueros} + PP_{estructura} = 0.046 \frac{T}{m} = 46.34 \frac{Kg}{m}$$

Obteniendo un momento de:

$$M = \frac{W_C L^2}{8} = \frac{(46.34) * (7.61)^2}{8} = 0.34 [T * m]$$

Para poder obtener un perfil que soportará en la cubierta, se requerirá hallar el módulo de sección. Pero debido a que se forma un ángulo entre la cubierta y los largueros, entonces habrá que calcular el módulo de sección tanto para x como para y. Lo cual queda:

$$S_x = \frac{M * \text{Cos}(\alpha)}{f_y} = 8.05 \text{ cm}^3$$

$$S_y = \frac{M * \text{Sen}(\alpha)}{f_y} = 0.84 \text{ cm}^3$$

Con estos valores se procede a buscar un perfil, como son correas necesitaremos un tipo G³, con lo cual se obtiene las siguientes propiedades:

G 80X40X15X2

$$W_n = 2.78 \frac{Kg}{m}$$

$$S_{X_{catálogo}} = 8.81 \text{ cm}^3$$

$$S_{y_{catálogo}} = 3.18 \text{ cm}^3$$

Ahora, tenemos que asegurarnos que pueda soportar la siguiente carga:

$$W_{act} = W_C + W_n = 49.12 \left[\frac{Kg}{m} \right]$$

Con el siguiente momento:

$$M_n = \frac{W_n L^2}{8} = 0.35 [T * m]$$

³ Perfil Tipo G obtenido del Catálogo DIPAC (Ver Apéndice A)

Con los nuevos módulos de sección:

$$S_x = \frac{M_n * \text{Cos}(\alpha)}{f_y} = 8.42 \text{ cm}^3$$

$$S_y = \frac{M_n * \text{Sen}(\alpha)}{f_y} = 0.88 \text{ cm}^3$$

Debe de cumplir la siguiente condición:

$$S_n < S_{\text{catálogo}}$$

$$\text{PARA X} \rightarrow 8.42 \text{ cm}^3 < 8.81 \text{ cm}^3 \rightarrow \text{OK}$$

$$\text{PARA Y} \rightarrow 0.88 \text{ cm}^3 < 3.18 \text{ cm}^3 \rightarrow \text{OK}$$

Con lo cual se demuestra que el **perfil G 80X40X15X2** es apto para el diseño.

3.2.3.2 Vigas⁴

Una vez que sabemos el perfil (larguero) es apto para poder soportar la cubierta, ahora procedemos a calcular las vigas que soportar a dichos perfiles (largueros). Para ello necesitamos los siguientes datos:

Datos	Valor	Unidad
Longitud	3.06	m
WL	0.07	T/m ²
f _y	4.2	T/cm ²
Distancia horizontal	3.06	m
Distancia vertical	0.32	m
Angulo que se forma α	5.97	Grados
Separación entre vigas	2.86	m
Peso propio	0.2	T/m ²

Tabla 12 Datos preliminares para el diseño de vigas

⁴ Para este caso "vigas" se refiere a un perfil que soportarán a los largueros. Se podrá observar en los planos adjuntos

Ahora obtenemos los pesos propios:

$$PP_{vigas} = W_L * \text{separación} = 0.2 \text{ T/m}$$

$$PP_{estructura} = \text{Peso Propio} * \text{separación} = 0.57 \text{ T/m}$$

Con esto obtenemos la carga distribuida que soportará las vigas:

$$W_V = PP_{vigas} + PP_{estructura} = 0.77 \frac{\text{T}}{\text{m}} = 772.2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

Obteniendo un momento de:

$$M = \frac{W_V L^2}{8} = \frac{(772.2) * (3.06)^2}{8} = 0.9 \text{ [T * m]}$$

Para poder obtener un perfil que soportarán las vigas, se requerirá hallar el módulo de sección.

$$S_X = \frac{M * \text{Cos}(\alpha)}{f_y} = 21.31 \text{ cm}^3$$

Con estos valores se procede a buscar un perfil cuadrado apto, con lo cual se obtiene las siguientes propiedades:

*Cuadrado de 80x80x3*⁵

$$W_n = 7.01 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

$$S_{X_{catálogo}} = 21.7 \text{ cm}^3$$

Ahora, tenemos que asegurarnos que pueda soportar la siguiente carga:

$$W_{act} = W_V + W_n = 779.21 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{m}} \right]$$

Con el siguiente momento:

$$M_n = \frac{W_n L^2}{8} = 0.91 \text{ [T * m]}$$

Con los nuevos módulos de sección:

$$S_X = \frac{M_n * \text{Cos}(\alpha)}{f_y} = 21.60 \text{ cm}^3$$

⁵ Ver Apéndice A

Debe de cumplir la siguiente condición:

$$S_n < S_{catálogo}$$

$$21.60 \text{ cm}^3 < 21.70 \text{ cm}^3 \rightarrow OK$$

Con lo cual se demuestra que el **perfil 80x80x3** es apto para el diseño.

3.2.3.3 Soldadura⁶

Entre los largueros y vigas existe una placa, la cual deberá de estar junta por medio una soldadura. Para poder saber si la soldadura resistirá dicha conexión se deberá comprobarlo, para ello se realiza lo siguiente:

Datos	Valor	Unidad
Placa 150x150x6 [mm]	6x6x0.24	in
Grado	50	
Electrodo	E70	
fu	65	klb/in ²
fy	60	klb/in ²
Ancho de soldadura	0.94	in

Tabla 13 Datos para soldadura

Revisando relación longitud – tamaño de soldadura:

$$\frac{L}{w} = 6.4 < 100 \rightarrow \text{no se reduce la resistencia de soldadura}$$

Calculamos la resistencia de la soldadura

$$R_n = F_{ue} * A_{ue} = (0.6 * 70) * (\text{ancho soldadura} * 0.707 * 23.62) = 657.59 \text{ Klb}$$

$$\phi R_n = 0.75 * 657.59 = 493.20 \text{ Klb } \langle 1 \rangle^7$$

Se revisa la fluencia para la placa

$$R_n = F_y * A_g = (60) * (6 * 0.24) = 86.4 \text{ Klb}$$

$$\phi R_n = 0.9 * 86.4 = 77.76 \text{ Klb } \langle 2 \rangle$$

⁶ Para esta sección, los cálculos se realizarán en el sistema inglés. Debido a que las fórmulas están en ese sistema.

⁷ Estos valores se podrán observar en el sistema SI, al final de esta sección.

Se revisa la resistencia a la fractura para la placa, sabiendo que $U = 0.75$

$$A_e = A_g * U \rightarrow \text{siendo } A_g = 1.44 \text{ in}^2; A_e = 1.08 \text{ in}^2$$

$$R_n = F_u * A_e = 70.2 \text{ Klb}$$

$$\phi R_n = 0.75 * 70.2 = 52.65 \text{ Klb } \langle 3 \rangle$$

De los tres valores obtenidos, escogemos el menor: $\phi R_n = 52.65 \text{ Klb}$. Este valor se comparará con las cargas gravitacionales que estén actuando en la cubierta. Es decir:

Tipo de Carga	Ton/m ²	T	Klb
Carga Muerta Wd	0.02	1.54	3.39
Carga Viva Wl	0.07	4.86	10.71

Tabla 14 Cargas que actúan en la cubierta

Mayoramos las cargas, para obtener la Carga Última:

$$R_u = 1.2Wd + 1.6Wl = 21.22 \text{ Klb}$$

Se comprueba que $\phi R_n > R_u$

Por lo tanto, queda demostrado que la soldadura resistirá.

En resumen, usando el sistema internacional:

ϕR_n	Sistema Inglés		Sistema S.I	
1	493.20	Klb	223.71	Ton
2	77.76	Klb	35.27	Ton
3	52.65	Klb	23.88	Ton

Tabla 15 Resistencias en el Sistema SI

La menor resistencia es de 23.88 Ton (ver tabla 15), esa se compara con $R_u = 21.22 \text{ Klb} = 9.63 \text{ Ton}$.

$$\phi R_n > R_u$$

$$23.88 \text{ Ton} > 9.63 \text{ Ton}$$

Cumple

3.3 Riesgo Sísmico

Con la razón de poder dar seguridad al condominio con sus habitantes, se necesita conocer el riesgo sísmico que deberá de soportar dicha infraestructura.

Con los datos de la sección 2.2.1; hallamos el espectro de respuesta elástico e inelástico de aceleraciones:

$$T_o = 0.10 * F_S * \frac{F_d}{F_a} = 0.304 \text{ seg}$$

$$T_c = 0.55 * F_S * \frac{F_d}{F_a} = 1.67 \text{ seg}$$

3.3.1 Espectro de respuesta elástico de diseño

Como se muestra en la imagen 10, la gráfica del espectro de respuesta consta de tres regiones:

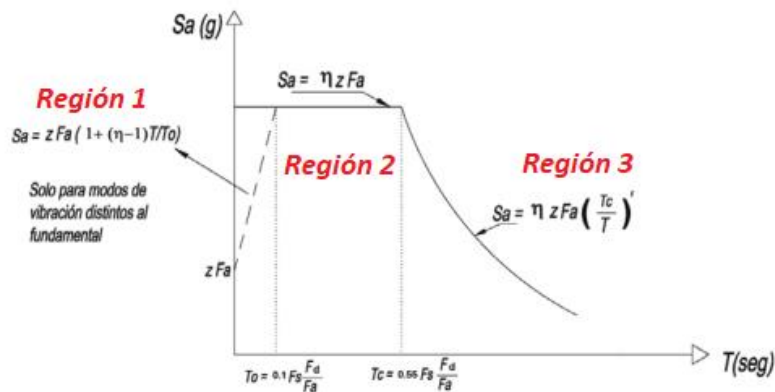


Ilustración 10 Gráfico del espectro de respuesta

Región 1, para $T \leq T_o \rightarrow S_a = Z * F_a * \left(1 + (\eta - 1) * \left(\frac{T}{T_o} \right) \right)$

T	Sa
0	0.40
0.304	0.72

Tabla 16 Datos del espectro de respuesta para la región 1

Región 2, para $T_o < T \leq T_c \rightarrow S_a = \eta * Z * F_a$

T	Sa
0.304	0.72
1.6720	0.72

Tabla 17 Datos del espectro de respuesta para la región 2

Región 3, para $T \geq T_c \rightarrow S_a = \eta * Z * F_a * \left(\frac{T_c}{T}\right)^r$

Donde r depende del tipo de suelo, como el suelo es tipo "E", entonces $r = 1.5$

T	Sa
1.70	0.702285
1.80	0.644582
1.90	0.594369
2.00	0.550354
2.10	0.511515
2.20	0.477038
2.30	0.446267
2.40	0.418668
2.50	0.393801
2.60	0.371302
2.70	0.350866
2.80	0.332238
2.90	0.315203
3.00	0.299575
3.10	0.285197
3.20	0.271933
3.30	0.259667
3.40	0.248295
3.50	0.237730
3.60	0.227894
3.70	0.218718
3.80	0.210141
3.90	0.202111
4.00	0.194579

Tabla 18 Datos del espectro de respuesta para la región 3

Con los valores obtenidos para las tres regiones, nos da la siguiente gráfica:

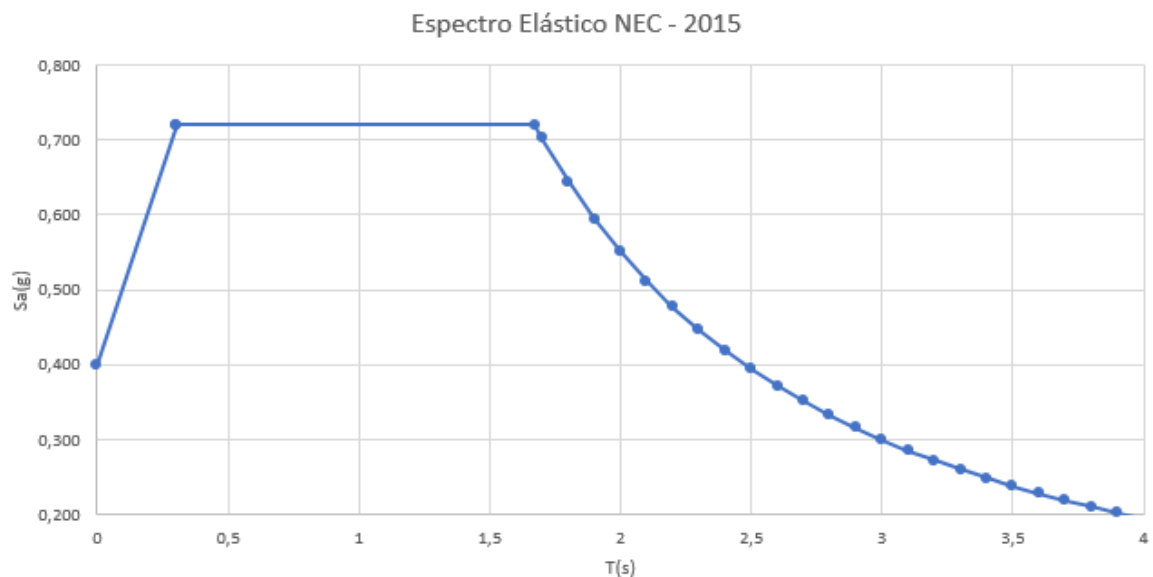


Ilustración 11 Gráfico del Espectro Elástico

3.3.2 Espectro de respuesta inelástico de diseño

El cálculo para la creación de la respuesta inelástica de diseño se realiza algo similar, a continuación, se describe su procedimiento:

Característica	Valor	Descripción	Norma Utilizada
Categoría de edificio	Otras	"Tipo de uso, destino e importancia de la estructura"	NEC-SE-DS: Tabla 6
I	1	"Importancia"	NEC-SE-DS: Tabla 6
Sistema Estructural	PCRM	"Sistema de muros estructurales dúctiles de hormigón armado"	NEC-SE-DS: Determinación del período de vibración T
R	5	"Factor de reducción de resistencia R"	NEC-SE-DS: Tabla 15
Φ_p	0.9	"Coeficiente de regularidad en planta"	NEC-SE-DS: Tabla 13
Φ_e	1	"Coeficiente de regularidad en elevación"	NEC-SE-DS: Tabla 11

Tabla 19 Datos preliminares para el espectro de respuesta inelástico

Ahora, nos ayudamos con la siguiente fórmula $C_S = \frac{S_a * I}{R * \emptyset_P * \emptyset_E}$, con la cual obtenemos la siguiente tabla de valores:

T(s)	Sa(g)	Ts(s)	Cs(g)
0	0.40	0.00000	0.088889
0.304	0.72	0.30400	0.16
0.304	0.72	0.30400	0.16
1.6720	0.72	1.67200	0.16
1.70	0.702285	1.70000	0.156063
1.80	0.644582	1.80000	0.14324
1.90	0.594369	1.90000	0.132082
2.00	0.550354	2.00000	0.122301
2.10	0.511515	2.10000	0.11367
2.20	0.477038	2.20000	0.106008
2.30	0.446267	2.30000	0.099171
2.40	0.418668	2.40000	0.093037
2.50	0.393801	2.50000	0.087511
2.60	0.371302	2.60000	0.082511
2.70	0.350866	2.70000	0.07797
2.80	0.332238	2.80000	0.073831
2.90	0.315203	2.90000	0.070045
3.00	0.299575	3.00000	0.066572
3.10	0.285197	3.10000	0.063377
3.20	0.271933	3.20000	0.06043
3.30	0.259667	3.30000	0.057704
3.40	0.248295	3.40000	0.055177
3.50	0.237730	3.50000	0.052829
3.60	0.227894	3.60000	0.050643
3.70	0.218718	3.70000	0.048604
3.80	0.210141	3.80000	0.046698
3.90	0.202111	3.90000	0.044914
4.00	0.194579	4.00000	0.043240

Tabla 20 Datos del Espectro Elástico e Inelástico

Con la cual obtenemos la gráfica comparando los dos espectros de respuesta de diseño:

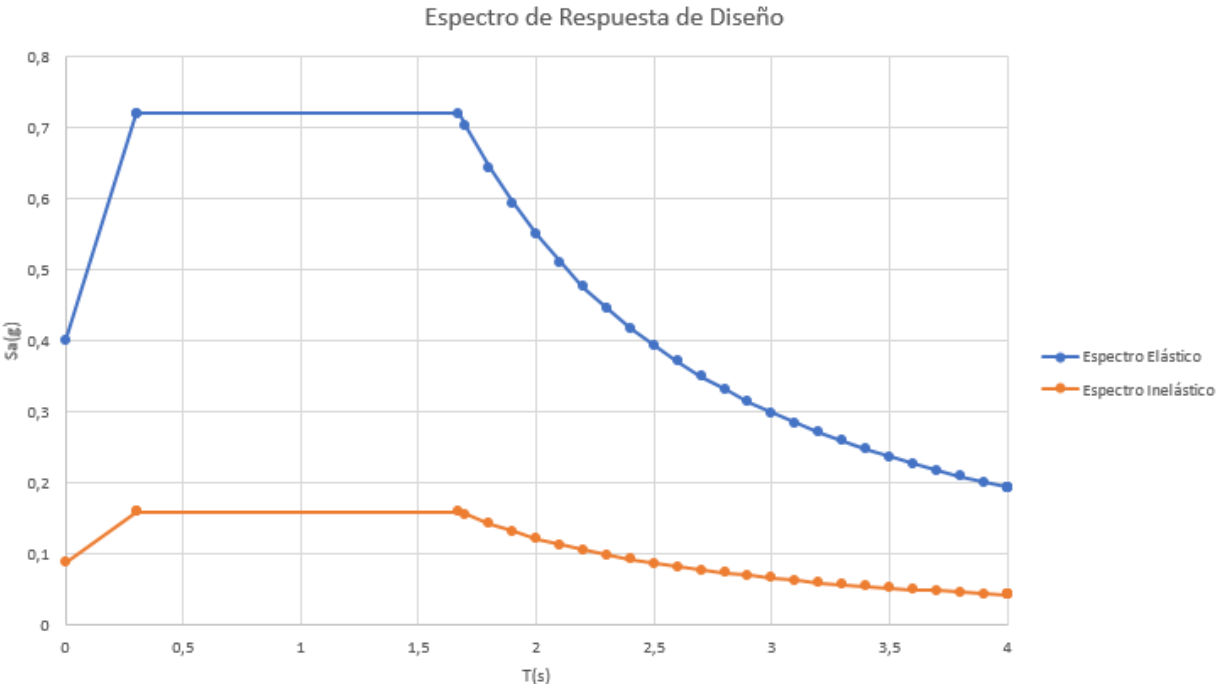


Ilustración 12 Gráfico de los dos espectros

3.3.3 Periodo de vibración

Datos	Valor	Descripción	Norma Utilizada
Ct	0.055	“Coeficiente que depende del tipo de edificio”	NEC-SE-DS: Determinación del período de vibración T
α	0.75	“Coeficiente de la fórmula del período de vibración T”	
hn	7.2 [m]	“Altura máxima de la edificación”	

Tabla 21 Datos preliminares del Período de vibración

El sismo no se manifiesta en una solo dirección por lo tanto, se debe hacer el análisis para las dos direcciones x e y. Con los anteriores datos obtenemos el período de vibración T:

$$T = C_t * h_n^\alpha = 0.242 [seg] \rightarrow \text{para } x \text{ e } y$$

3.3.4 Carga sísmica reactiva

Ahora obtenemos la carga sísmica reactiva W , como la edificación es de uso habitacional. Entonces W será igual a la carga muerta total de la estructura⁸:

$$W = (W_{D_{piso}} * \text{Área} * \text{Número de pisos}) + (W_{D_{techo}} * \text{Área}) = 176.50 [T]$$

3.3.5 Cortante basal

Con las carga sísmica reactiva W , podemos calcular el cortante basal V :

$$V = C_s * W = 15.69 [T] \rightarrow \text{para } x \text{ e } y$$

3.3.6 Distribución de fuerzas sísmicas

Se lo calcula con la siguiente fórmula:

$$V = \sum_{i=1}^n F_i; V_x = \sum_{i=1}^n F_i; F_x = \frac{w_x * h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i * h_i^k} * V. \text{ Donde:}$$

V	“Cortante total en la base de la estructura”
V_x	“Cortante total en el piso x de la estructura”
F_i	“Fuerza lateral aplicada en el piso i de la estructura”
F_x	“Fuerza lateral aplicada en el piso x de la estructura”
n	“Número de pisos de la estructura”
w_x	“Peso asignado al piso o nivel x de la estructura, siendo una fracción de la carga reactiva W ”
w_i	“Peso asignado al piso o nivel i de la estructura, siendo una fracción de la carga reactiva W ”
h_x	“Altura del piso x de la estructura”
h_i	“Altura del piso i de la estructura”
k	“Coeficiente relacionado con el período de vibración T ”

Tabla 22 Constante para el cálculo de la distribución de fuerzas

⁸ En caso de que la obra sea destinada para bodegas o almacenaje, se serán llamados “casos especiales” y en ese caso aumentará un 25% de la carga viva de dicho piso.

Donde k se determina con las siguientes condiciones:

Valores de $T(s)$	k
≤ 0.5	1
$0.5 < T \leq 2.5$	$0.75 + 0.5 T$
> 2.5	2

Tabla 23 Valores para el coeficiente k

Como ya se calculó el periodo de vibración $T = 0.242 [seg] \leq 0.5$. Entonces $k = 1$, con dichos datos obtenemos los siguientes valores de distribución de fuerzas sísmicas para cada piso.

Para la dirección x^9 :

Nivel	Altura	$w_x [T]$	$w_x * h_x^k$	c_{vx}	F_x	V_x	F_y
3	7.2	1.54	11.06	0.02	0.27	0.27	0.081
2	4.8	87.49	419.91	0.66	10.28	10.55	3.083
1	2.4	87.49	209.96	0.33	5.14	15.69	1.542
			640.93		15.69		

Tabla 24 Distribución de las fuerzas x e y

3.3.7 Derivas

Por último, la norma nos dicta que tenemos que calcular las derivas de dicha edificación. Los límites permisibles de las derivas en cada piso se expresa en la siguiente tabla:

Estructura de:	Δ_M <i>Máxima</i>
“Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera”	0.02
“De mampostería”	0.01

Tabla 25 Derivas máximas según el tipo de estructura

Por lo cual el condominio no deberá de exceder los 0.02 en las derivas de cada piso. Para las derivas nos ayudamos con el programa SAP2000, el cual nos permite realizar la modelación del condominio y poder obtener los desplazamientos en cada piso ¹⁰ y con eso poder realizar el análisis de las derivas.

⁹ Para la distribución de fuerzas en la dirección y , se reduce un 30% de las Fuerzas x

¹⁰ La modelación del condominio con sus desplazamientos se muestra en los anexos

Para poder calcular los límites de derivas de cada piso, se realiza mediante:

$$\Delta_M = 0.75 * R * \Delta_E$$

Donde:

Δ_M	“Deriva máxima inelástica”
Δ_E	“Desplazamiento obtenido debido a las fuerzas laterales de diseño sísmico” ¹¹
R	“Factor de reducción de resistencia”

Tabla 26 Deriva máxima inelástica

Sabiendo que $R = 5$. Obtenemos la siguiente tabla:

PISO	$\Delta_E (x)$	h_i	$\Delta_M (x)$	Límite permisible (<0.02)
3	0.017297	2.4	0.001508750	CORRECTO
2	0.013676	2.4	0.002904167	CORRECTO
1	0.006706	2.4	0.002794167	CORRECTO

Tabla 27 Derivas en dirección x

PISO	$\Delta_E (y)$	h_i	$\Delta_M (y)$	Límite permisible (<0.02)
3	0.017107	2.4	0.001492500	CORRECTO
2	0.013525	2.4	0.002872083	CORRECTO
1	0.006632	2.4	0.002763333	CORRECTO

Tabla 28 Derivas en dirección y

¹¹ Desplazamientos obtenidos en el centro de gravedad de la edificación con el programa (SAP2000)

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Como ya se ha presentado todos los cálculos necesarios para el presente proyecto. En este capítulo, se presentará los resultados más relevantes.

4.1 Cargas Gravitacionales

Dichas cargas fueron obtenidas por medio de la norma vigente (NEC–SE-CG:CARGAS NO SÍSMICAS). Dando como resultados los valores totales:

Carga totales	q [T/m ²]	q [T]
Carga muerta Wd	1.28	89.02
Carga viva WI	0.27	18.75

Tabla 29 Cargas totales presentes en el condominio

4.2 Diseño de muros estructurales

Los resultados fueron:

Resultado	Valor	Unidad
Espesor	8	cm
$f'c$	280	kg/cm ²
fy	4200	kg/cm ²
Resistencia de diseño ϕP_{nv}	62.26	T
P_u	12.95	T
MALLA ELECTROSOLDADA		
Varilla	6	mm
Separación vertical y horizontal	15	cm
CORTANTE		
Varilla	6	mm
Esporcimiento	15	cm

Tabla 30 Resultado del diseño de muros estructurales

Como el condominio no es diseñado con vigas ni columnas sino con muros estructurales, los cuales simplemente se vierte el hormigón dentro de los moldes, fue necesario calcular la malla que estará presente para poder soportar las cargas. La resistencia de diseño

superó por mucho a la de cargas mayoradas, esto nos indica que satisface el diseño y resistirá.

La malla fue una tipa electrosoldada con una misma separación tanto horizontal como vertical con el fin de su fácil colocación y manejo a la hora de vaciar el hormigón.

4.3 Diseño de losa

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Resultado	Valor	Unidad
Tipo de losa: Losa en una dirección		
Doble malla electrosoldada $\varnothing 6 \text{ mm} @ 15 \text{ cm}$		
Espesor	10	cm
Varilla	6	mm
Espaciamiento	15	cm
Recubrimiento	2	cm

Tabla 31 Resultado del diseño de la losa

Como se indicó el tipo de losa será una losa maciza en una dirección. La losa estará descansando en los muros con un acero $\varnothing 6 \text{ mm}$ cada 15 cm. En los cálculos se pudo comprobar que dicha losa es apta, cumpliendo los requisitos que dicta la norma.

4.4 Cubierta

Consta de tres componentes, uno que soporta la cubierta (techo) los cuales son los largueros o también llamados correas, otro que soportarán a los largueros los cuales son las “vigas” y por último, la soldadura que sujetará las “vigas” con las correas y las placas.

Resultado	Valor	Unidad
Largueros (correas)		
Separación	1.1	m
Perfil	G 80x40x15x2	mm
Vigas		
Separación	2.86	m
Perfil	80x80x3	mm
Soldadura		
Placa	150x150x6	mm
Electrodo	E70	

Tabla 32 Resultados del diseño de los componentes de la cubierta

4.5 Riesgo sísmico

Debido a que el condominio será para uso de habitacional y con estructurales, según la norma NEC-SE-DS es considerado como PCRM (“Pórtico de concreto con muros estructurales dúctiles”). A continuación, se muestra los resultados más importantes:

Característica	Valor	Descripción
Sistema Estructural	PCRM	“Sistema de muros estructurales dúctiles de hormigón armado”
R	5	“Factor de reducción de resistencia R ”
W	176.50 T	“Carga sísmica reactiva”
V	15.69 T	“Cortante basal”
Distribución de fuerzas sísmicas		
F_{x1}	5.14 T	“Fuerza sísmica en el primer piso en la dirección x ”
F_{x2}	10.28 T	“Fuerza sísmica en el segundo piso en la dirección x ”
F_{x3}	0.27 T	“Fuerza sísmica en el tercer piso en la dirección x ”
F_{y1}	1.54 T	“Fuerza sísmica en el primer piso en la dirección y ”
F_{y2}	3.08 T	“Fuerza sísmica en el segundo piso en la dirección y ”
F_{y3}	0.081 T	“Fuerza sísmica en el tercer piso en la dirección y ”

Tabla 33 Resultados del estudio sísmico

4.6 Ambiental

Como ya se mencionó en el Capítulo 2, nuestro proyecto no causa un gran impacto ambiental por lo tanto, sólo será necesario la obtención del Certificado Ambiental.

4.7 Presupuesto General

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: "Diseño estructural de un condominio multifamiliar de tres pisos en la Etapa Topacio de la Urbanización "La Joya" con muros estructurales"

Código	EDT	Rubro	Unidad	Cantidad	Precio	Total
1		Movimiento de Tierras				
2019te01	1.1	Trazado y replanteo	m ²	600.000	\$ 10.85	\$ 6,509.92
2019te02	1.2	Excavación y desalojo	m ³	600.000	\$ 3.37	\$ 2,020.32
2019te03	1.3	Relleno compactado con material de mejoramiento	m ³	600.000	\$ 17.64	\$ 10,584.49
2		Cimentaciones y Estructuras				
2019te04	2.1	Muro portante de hormigón f'c=280 kg/cm2 incluye encofrado	m ³	416.580	\$ 261.89	\$ 109,096.95
2019te05	2.1	Losa de cimentación de hormigón f'c=280 kg/cm2 incluye encofrado	m ²	134.040	\$ 263.32	\$ 35,295.33
2019te06	2.1	Losa de entepiso de hormigón f'c=280 kg/cm2 incluye encofrado	m ²	268.080	\$ 66.59	\$ 17,850.44
3		Instalaciones Eléctricas				
2019te07	3.1	Punto de iluminación	und	60.000	\$ 96.75	\$ 5,805.24
2019te08	3.2	Acometida eléctrica, panel de distribución, medidor y puesta a tierra	und	2.000	\$ 250.36	\$ 500.72
2019te11	3.3	Punto de tomacorrientes 110V	und	150.000	\$ 59.71	\$ 8,956.62
4		Estructura de Cubierta				
2019te09	4.1	Instalación de cubierta tipo Eternit	m ²	134.040	\$ 43.75	\$ 5,864.05
2019te10	4.2	Instalación metálica de cubierta con acero grado A36	kg	134.040	\$ 23.44	\$ 3,141.59
5		Instalaciones Sanitarias				
2019te12	5.1	Inodoro	und	18.000	\$ 122.43	\$ 2,203.75
2019te13	5.2	Lavamanos	und	6.000	\$ 89.72	\$ 538.29
2019te14	5.3	Ducha	und	24.000	\$ 36.80	\$ 883.21
2019te15	5.4	Lavaplatos	und	6.000	\$ 25.80	\$ 154.80
2019te16	5.5	Punto de aguas servidas	und	60.000	\$ 60.54	\$ 3,632.40
2019te17	5.6	Punto de agua potable	und	45.000	\$ 52.56	\$ 2,365.20
6		Rubros Ambientales				
2019te18	6.1	Informes ambientales	mes	1.000	\$ 1,342.63	\$ 1,342.63
					SUBTOTAL SIN IVA	\$ 215,403.32
					IVA 12%	\$ 25,848.40
					TOTAL	\$ 241,251.72

4.8 Cronograma de actividades

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El diseño presentado cumple con las expectativas requeridas por el cliente, debido a su construcción fácil, técnica y económica que permita su rápida ejecución y de manera apropiada.
- Se escogió el sistema de muros estructurales como el tipo de construcción apta para el condominio debido a sus grandes ventajas de resistencia, debido a su rigidez y su construcción.
- Los muros estructurales son los más utilizados para viviendas sociales (en serie) como en las urbanizaciones.
- Se comprobó que losa maciza en una dirección con un espesor de 10 cm, es apta para el condominio, por su gran rigidez y su fácil construcción que permite la ejecución del proyecto en un menor tiempo posible, creando una mayor factibilidad a la promotora.
- Se optó un espesor de 8 cm para los muros, la cual tendrá dentro una malla electro soldada cada 15 cm, el cual es un medio económico que le parece muy viable según las especificaciones del cliente.
- Se pudo notar que la resistencia de diseño de los muros supera en mucho a la resistencia última, lo cual indica que los muros tendrán gran resistencia
- Se comprobó que todos los componentes de la cubierta (sus perfiles) son los más aptos para este diseño.
- Como se puede notar en los anexos; en la parte de la modelación en SAP2000, el condominio soportar las fuerzas sísmicas.
- Como se muestra en los anexos; tanto cortante, resistencia y varilla, fueron satisfactorios y están acorde a los resultados obtenidos del SAP2000.
- En la construcción del condominio, está considerado que tendrá un mínimo impacto ambiental. En la plataforma del SUIA, se obtuvo el certificado ambiental, juntamente con los demás documentos según lo exige la ley.
- Se puede notar en el presupuesto, este sistema de construcción es económico con respecto a otros tipos de sistemas de construcción

- En el Apéndice C, la loseta cumple con los requerimientos establecidos. Por lo tanto los cálculos de la losa de entrepiso están correcto.
- Se pudo notar que con la aplicación de este sistema constructivo, se tendrá una mayor rapidez en la construcción del condominio debido a su bajo requerimiento en la implementación maquinaria y mano de obra calificada abriendo muchas posibilidades de trabajo a la sociedad ya que la construcción es uno de los pilares fundamentales de la economía del país.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda dar conciencia de que se siga implementando este sistema de construcción en el ámbito laboral.
- Para futuros trabajos, se recomienda optar por un sistema de construcción diferente en lo que respecta a la malla, como por ejemplo la utilización de alambres con paneles de poliestireno, para poder aligerar la estructura.
- Se recomienda hacer la investigación sobre cómo sería las conexiones entre muros y viga, para cuando se quiera construir una vivienda o edificación con muros y losas nervadas.
- Se recomienda agregar un sistema antisísmico para una mejor seguridad.
- Se recomienda seguir las guías de buenas prácticas ambientales para la construcción del condominio, evitando así una mayor contaminación, teniendo en cuenta las exigencias como lo indica el SUIA.

BIBLIOGRAFÍA

Tesis Utilizadas

- Chuchuca, V. (2016). Sistema constructivo alternativo con el uso de formaletas en viviendas sociales de la urbanización ciudad Palmera del Cantón Machala. Machala: UTMACH.
- Llano, A. (2015). "Diseño estructural de una edificación de seis pisos, mediante un análisis lineal controlado por derivas inelásticas y una comprobación con un análisis estático no lineal, aplicando la técnica de Pushover". Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Morales, E. (2017). Diseño estructural de un edificio de 3 niveles con estructura metálica para usos múltiples en la Universidad Continental Sede Huancayo. Huancayo: Universidad Continental.
- Ortiz, E. (2012). Trabajo estructurado de investigación de los edificios de manera independiente de hormigón armado "Limburg Platz" de la ciudad de Quito, para garantizar la seguridad de los ocupantes. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.

Artículos y/o Catálogos

- ACI. (2014). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural. *Una Norma y un informe del ACI*. ACI
- Azofeifa, M. (s.f.). Comentarios sobre uso de sistemas de baja ductilidad en Costa Rica y desarrollo de su norma. Congreso Latinoamericano Resiliencia Sísmica de la Edificaciones Sistemas constructivos de alta y baja ductilidad, 140.
- DIPAC. (s.f.). Catálogo de Acero. Quito, Ecuador: Centro de servicios y accesorios DIPAC (DISERVICIOS).

- Estevez Tejeda, J. A. (2014). Muros - Materiales y Métodos de Construcción 2. Slideshare, 73.
- Forsa. (2007). Manual del molde. Catálogo Forsa, 95.
- Forza, S. (2012). Presentamos el sistema Forsa. Forsa S.A, 70.
- Macías, V. (2018). Diseño estructural de un condominio de 4 niveles en acero. Guayaquil: Espol.
- NEC. (Diciembre de 2014). CARGAS. *NO SÍSMICAS*. Ecuador: MIDUVI.
- NEC. (Diciembre de 2014). Peligro Sísmico. *Diseño Sismo Resistente (Código NEC-SE-DS)*. Ecuador: MIDUVI.
- NOVACERO. (s.f.). Catálogo de Productos. Ecuador: NOVACERO.
- Palacios Benavides, P. (2014). Hormigon II. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Ramón Pizarro, J. J. (2012). Manual de construcción con el sistema Forsa. Servicen Constructora SAC, 68.
- El Universo (21 de Mayo de 2015). Áreas Protegidas en Guayaquil. *El Universo*, pág. 1

Sitios Web

- Campos, B. (2018). Análisis y Diseño de Losas. Obtenido de Academia.edu: https://www.academia.edu/4561419/Capitulo_01_Losa

- Condori Guzmán, R. E. (2018). Scribd. Obtenido de <https://www.scribd.com/doc/228708307/Losas-en-Concreto-Armado-en-Una-Sola-Direccion>
- Consstruyendo.co. (2018). Consstruyendo.co. Obtenido de Tipo de losas: <https://construyendo.co/losas/tipos.php>
- Gómez Orefebre, G. (3 de Septiembre de 2018). Homify Online GmbH. Obtenido de https://www.homify.com.mx/libros_de_ideas/5827394/sistemas-constructivos-de-casas-tipos-y-caracteristicas
- Sambrano, M. (Noviembre de 2015). Losas - Generalidades. Guayana: Univesidad Católica Andrés Bello. Obtenido de <https://es.slideshare.net/mikelitox/diseo-de-losas-de-concreto-armado>
- TDA. (s.f.). TDA Tecnología de avanzada. Obtenido de Sistema constructivo con encofrados monolítico para hormigón: <http://www.tdauruguay.com/categoria/sistema-constructivo-con-encofrados-monolitico-para-hormigon/>
- Zambrano, J. (2018). Academia.edu. Obtenido de https://www.academia.edu/31860346/Diseno_de_losas_en_una_direccion

LIBROS

- Darwin, D., Dolan, C. W., & Nilson, A. H. (2016). Design of Concrete Structures. New York: McGraw-Hill.
- McCormac, J. C., & Brown, R. H. (2011). Diseño de Concreto Reforzado. México: Alfaomega.
- McCormac, J. C., & Csernak, S. F. (2012). Diseño de Estructuras de Acero. México: Alfaomega

CAPÍTULO 6

6. ANEXOS

6.1 Modelación en SAP2000

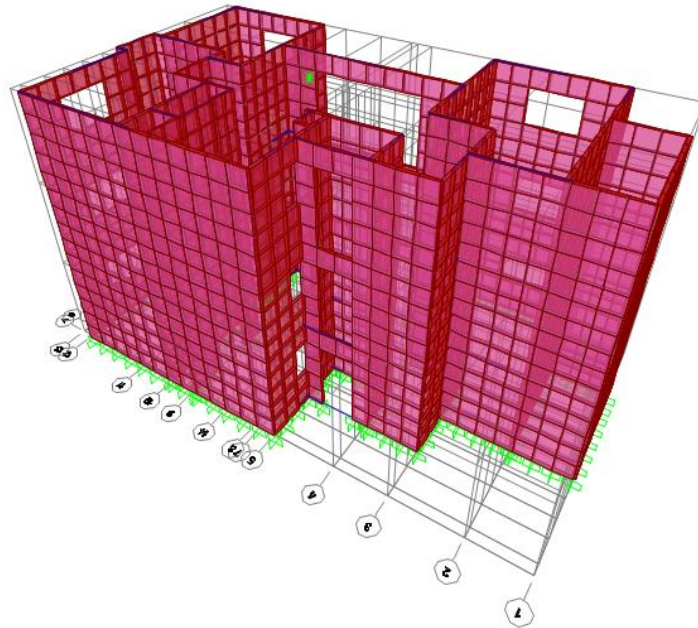


Ilustración 13 Modelación del ala del condominio en SAP 2000

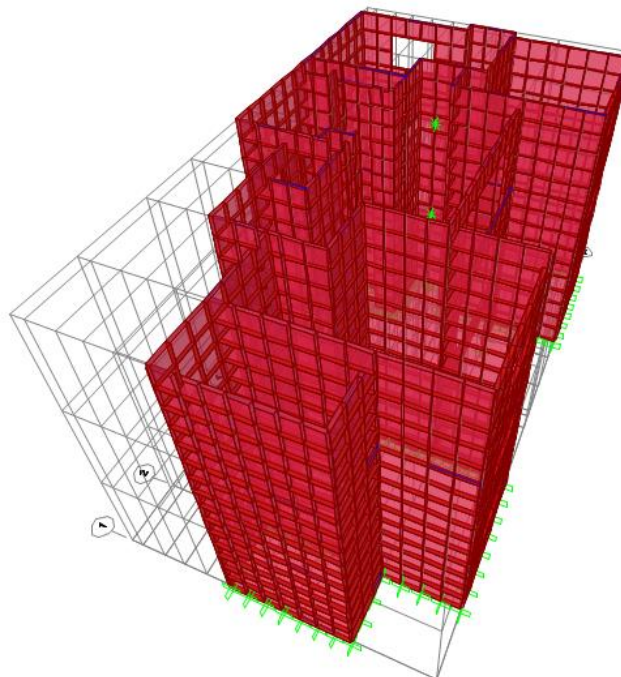


Ilustración 14 Modelación de un ala del condominio en SAP2000

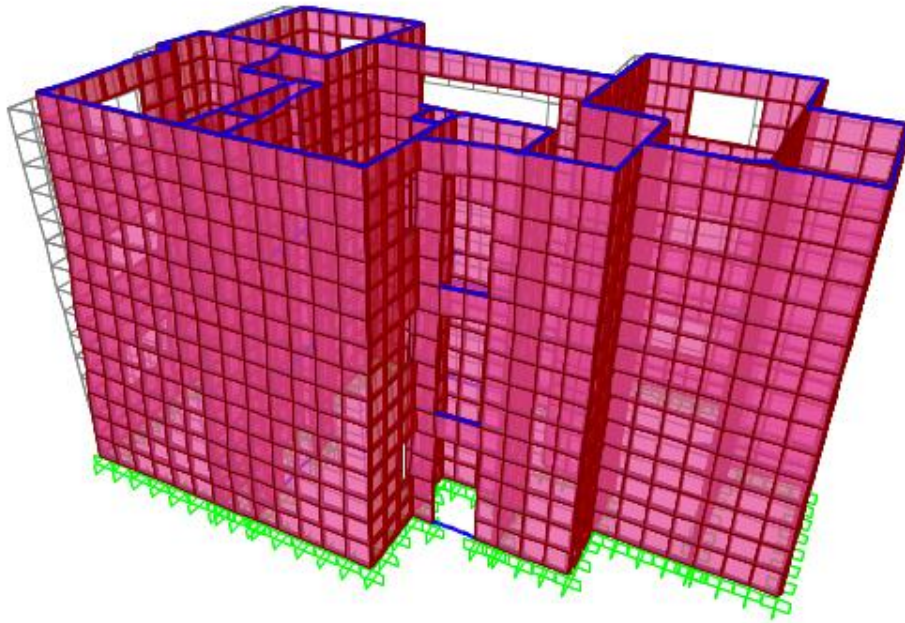


Ilustración 15 Deformación de distribución de Fuerzas Sísmicas en el eje x

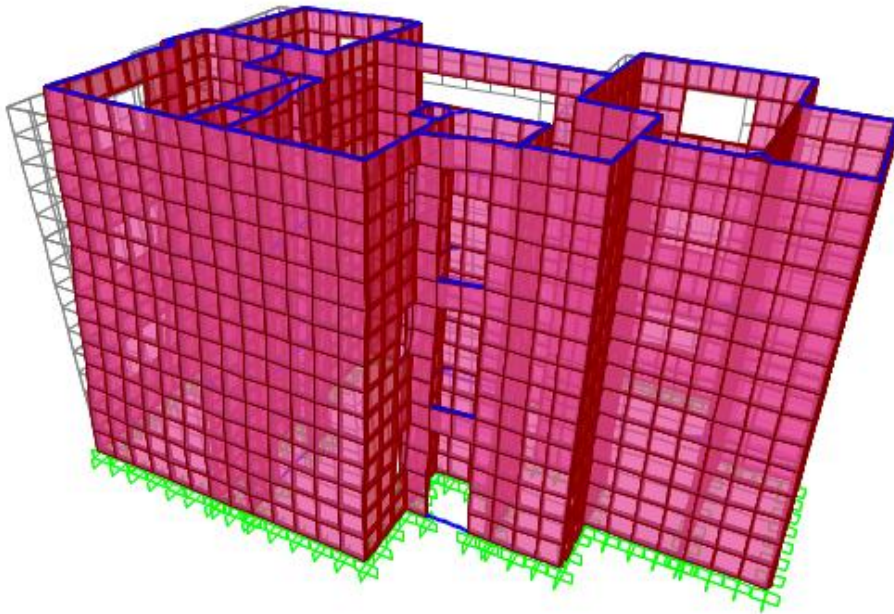


Ilustración 16 Deformación de distribución de Fuerzas Sísmicas en el eje y

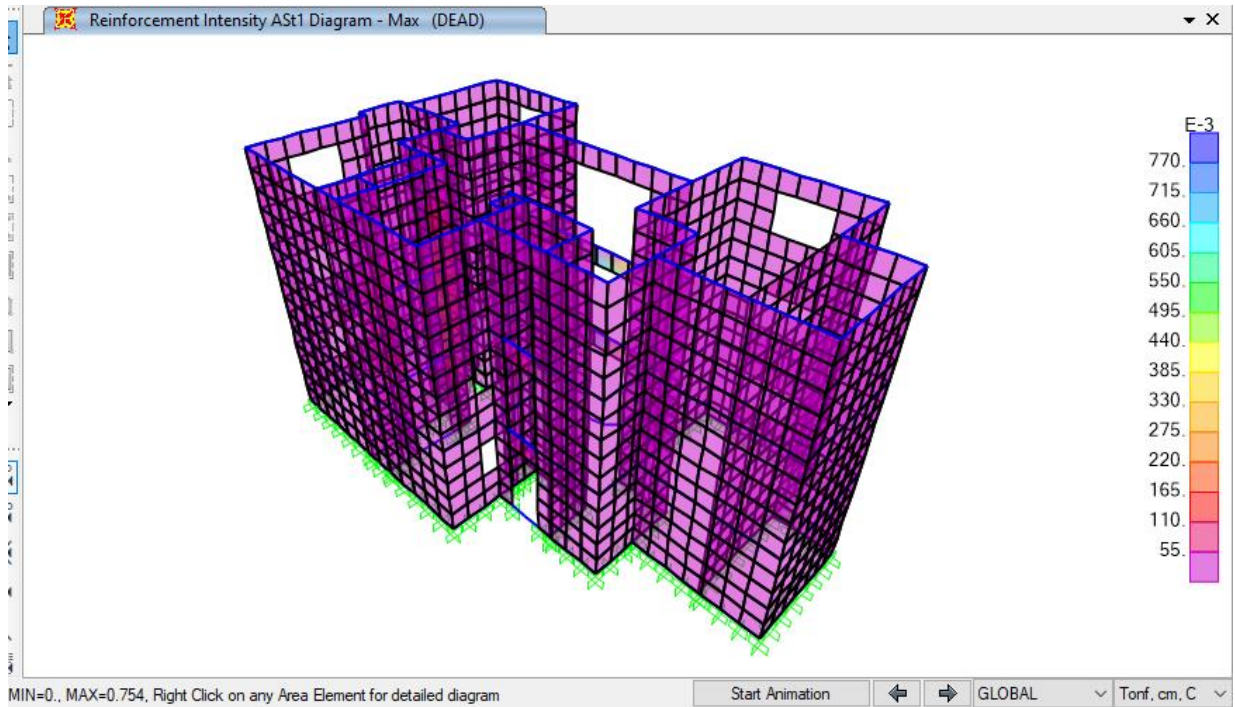


Ilustración 17 Chequeo respecto al refuerzo de los muros

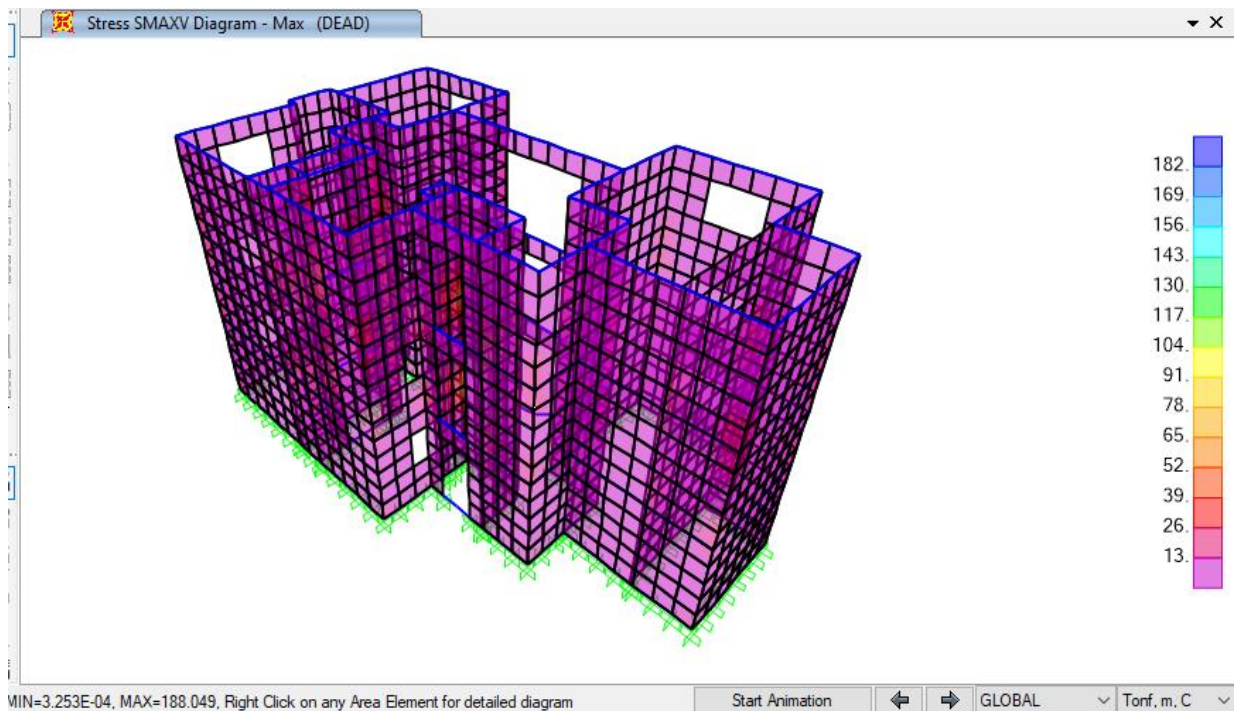


Ilustración 18 Chequeo por Cortante Máximo

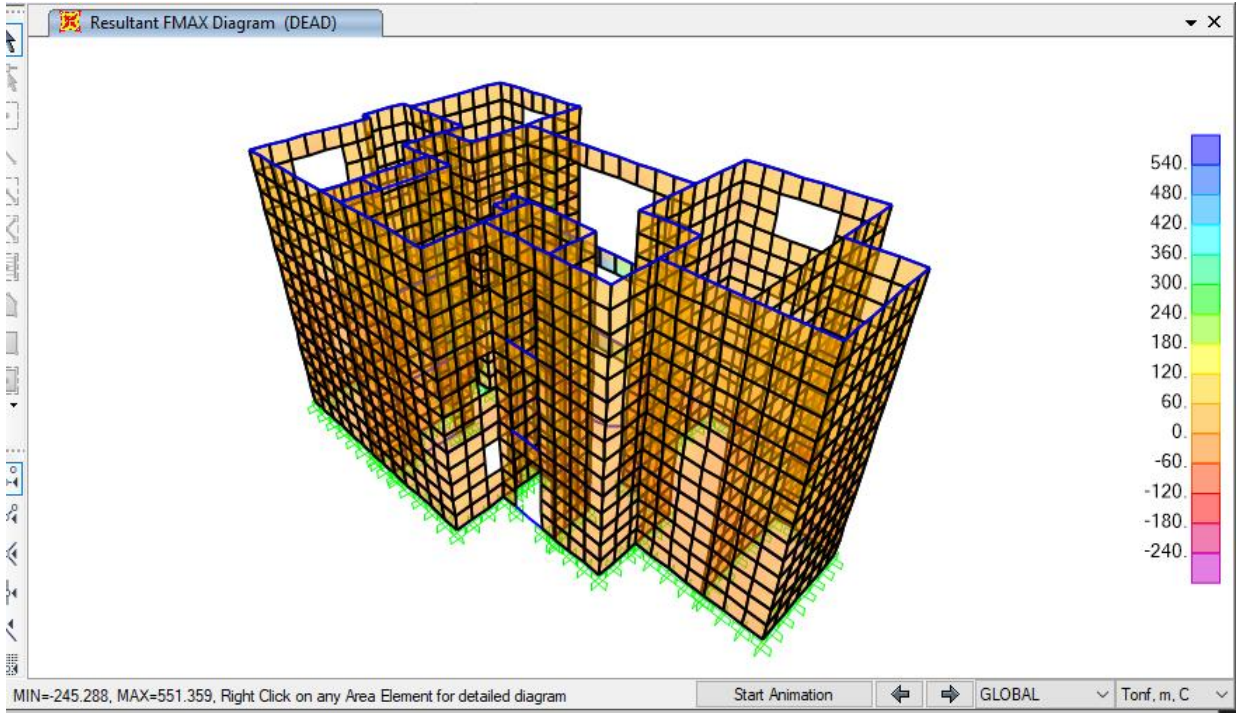


Ilustración 19 Chequeo por Resistencia Máxima

6.2 Ambiental

6.2.1 Hojas de datos del Proyecto (SUIA)

Detalles del Proyecto					
Código	MAE-RA-2019-434224				
Fecha de registro	21/08/2019				
Proponente	LINO SANTOS ISMAEL SAMUEL				
Ente responsable	GOBIERNO PROVINCIAL DEL GUAYAS				
Sector	Otros Sectores				
Superficie	138.86 m2				
Remoción Cobertura Vegetal Nativa	No				
Nombre del Proyecto, obra o actividad			Resumen del Proyecto, obra o actividad		
Diseño estructural de un condominio habitacional de tres pisos en la Etapa Topacio de la Urbanización "La Joya" con muros estructurales.			Elaborar estudios de estructura, cimentación, sismisidad para un condominio de tres pisos.		
Actividad					
Descripción de la actividad	CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA CIVIL MENOR O IGUAL A 5000 M2				
Su trámite corresponde a un(a)	CERTIFICADO AMBIENTAL				
Tiempo de emisión	Inmediato.				
Costo del trámite	No tiene. (Tiene un costo si existe remoción de cobertura vegetal nativa)				
Ubicación geográfica					
Tipo de zona Urbana					
Provincia		Cantón		Parroquia	
GUAYAS		DAULE		DAULE	
Dirección del proyecto, obra o actividad					
Av. León Febres Cordero – Km 14 Vía Daule.					
Sistema de referencias (Formato: sistema WGS84, zona 17S)					
Formato de Coordenadas: WGS84					
Grupo de coordenadas 1 (Polígono)					
Shape	X	Y	Tipo	Descripción	Zona
5	619897	9776070	Polígono	Punto de cierre	17S
4	619896	9776055	Polígono		17S
3	619885	9776055	Polígono		17S
2	619885	9776070	Polígono		17S
1	619897	9776070	Polígono	Inicio del levantamiento	17S

6.2.2 Mapa de intersección (SUIA)

6.2.3 Mapa de intersección (Modificado)

6.2.4 Oficio del certificado (SUIA)

6.2.5 Certificado Ambiental

6.3 Planos

6.3.1 Plantas y Cortes

6.3.2 Implantación y Cubierta

6.3.3 Losa y Cimentación

6.3.4 Cubierta

Apéndice A – Perfiles Utilizados



DIPAC®

PRODUCTOS DE ACERO



PERFILES ESTRUCTURALES CORREAS "G"

Especificaciones Generales

Norma	INEN 1 623: 2000
Otras calidades	Previa consulta
Largo normal	6mts
Otros largos	Previa consulta
Espesores	Desde 1.5mm hasta 12mm
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa consulta



DIMENSIONES				PESOS			SECCION	PROPIEDADES					
A	B	C	e	6metros	1metro	EJE X-X		I	W	I	I	W	I
mm	mm	mm	mm	Kg	Kg	cm2	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	
60	30	10	1.5	9.19	1.53	1.95	11.02	3.67	2.38	2.43	1.25	1.12	
60	30	10	2	11.94	1.99	2.54	13.98	4.66	2.35	3.01	2.85	1.09	
60	30	10	3	16.98	2.83	3.61	18.9	6.3	2.29	3.87	3.69	1.04	
80	40	15	1.5	13.18	2.20	2.80	27.43	6.86	3.13	6.39	2.53	1.51	
80	40	15	2	16.68	2.78	3.54	35.30	8.81	3.16	8.07	3.18	1.51	
80	40	15	3	24.06	4.01	5.11	49.00	12.30	3.10	10.80	4.27	1.46	
100	50	15	2	20.40	3.40	4.34	69.20	13.80	4.00	15.00	4.57	1.86	
100	50	15	3	29.70	4.95	6.31	97.80	19.60	3.94	20.50	6.25	1.80	
100	50	20	4	40.26	6.71	8.55	126.70	25.34	3.85	28.50	9.05	1.83	
100	50	25	5	51.12	8.52	10.86	152.51	30.50	3.75	36.52	12.09	1.83	
125	50	15	2	22.80	3.80	4.84	116.00	18.60	4.91	16.20	4.69	1.83	
125	50	15	3	33.24	5.54	7.06	165.00	26.50	4.84	22.20	6.43	1.77	
125	50	20	4	44.99	7.49	9.55	217.00	34.70	4.77	30.90	9.32	1.80	
125	50	25	5	57.00	9.50	12.11	264.32	42.29	4.67	39.88	12.46	1.82	

Ilustración 20 Catálogo DIPAC (CORREAS G)

#	Dimensiones mm				Sección A cm²	Peso P kg/m	u m²/m	Referido al eje x-x				Referido al eje y-y				I _r cm⁴	W _r cm³	#
	h	b	e	r				I _x cm⁴	W _x cm³	I _y cm⁴	S _x cm³	I _y cm⁴	W _y cm³	I _y cm	S _y cm³			
40 x 40 x 2	40	40	2	5	2.90	2.28	0.15	6.80	3.40	1.53	2.04	6.80	3.40	1.53	2.04	11.28	5.72	40 x 40 x 2
40 x 40 x 3	40	40	3	8	4.13	3.24	0.15	9.01	4.51	1.48	2.80	9.01	4.51	1.48	2.80	15.60	8.03	40 x 40 x 3
40 x 40 x 4	40	40	4	10	5.21	4.09	0.14	10.52	5.26	1.42	3.40	10.52	5.26	1.42	3.40	18.92	9.93	40 x 40 x 4
45 x 45 x 2	45	45	2	5	3.30	2.59	0.17	9.94	4.42	1.74	2.63	9.94	4.42	1.74	2.63	16.32	7.34	45 x 45 x 2
45 x 45 x 3	45	45	3	8	4.73	3.71	0.17	13.38	5.95	1.68	3.65	13.38	5.95	1.68	3.65	22.86	10.40	45 x 45 x 3
45 x 45 x 4	45	45	4	10	6.01	4.72	0.16	15.91	7.07	1.63	4.49	15.91	7.07	1.63	4.49	28.15	13.01	45 x 45 x 4
50 x 50 x 2	50	50	2	5	3.70	2.91	0.19	13.93	5.57	1.94	3.30	13.93	5.57	1.94	3.30	22.67	9.16	50 x 50 x 2
50 x 50 x 3	50	50	3	8	5.33	4.18	0.19	18.98	7.59	1.89	4.62	18.98	7.59	1.89	4.62	32.04	13.07	50 x 50 x 3
50 x 50 x 4	50	50	4	10	6.81	5.35	0.18	22.87	9.15	1.83	5.73	22.87	9.15	1.83	5.73	39.92	16.49	50 x 50 x 4
55 x 55 x 2	55	55	2	5	4.10	3.22	0.21	18.86	6.86	2.14	4.04	18.86	6.86	2.14	4.04	30.47	11.18	55 x 55 x 2
55 x 55 x 3	55	55	3	8	5.93	4.66	0.21	25.94	9.43	2.09	5.70	25.94	9.43	2.09	5.70	43.37	16.04	55 x 55 x 3
55 x 55 x 4	55	55	4	10	7.61	5.97	0.20	31.60	11.49	2.04	7.12	31.60	11.49	2.04	7.12	54.52	20.37	55 x 55 x 4
60 x 60 x 2	60	60	2	5	4.50	3.53	0.23	24.83	8.28	2.35	4.86	24.83	8.28	2.35	4.86	39.89	13.40	60 x 60 x 2
60 x 60 x 3	60	60	3	8	6.53	5.13	0.23	34.43	11.48	2.30	6.89	34.43	11.48	2.30	6.89	57.09	19.31	60 x 60 x 3
60 x 60 x 4	60	60	4	10	8.41	6.60	0.22	42.30	14.10	2.24	8.66	42.30	14.10	2.24	8.66	72.24	24.65	60 x 60 x 4
60 x 60 x 5	60	60	5	13	10.14	7.96	0.22	48.54	16.18	2.19	10.18	48.54	16.18	2.19	10.18	85.18	29.39	60 x 60 x 5
70 x 70 x 2	70	70	2	5	5.30	4.16	0.27	40.30	11.51	2.76	6.71	40.30	11.51	2.76	6.71	64.13	18.44	70 x 70 x 2
70 x 70 x 3	70	70	3	8	7.73	6.07	0.27	56.57	16.16	2.71	9.60	56.57	16.16	2.71	9.60	92.55	26.75	70 x 70 x 3
70 x 70 x 4	70	70	4	10	10.01	7.86	0.26	70.42	20.12	2.65	12.19	70.42	20.12	2.65	12.19	118.28	34.41	70 x 70 x 4
70 x 70 x 5	70	70	5	13	12.14	9.53	0.26	81.97	23.42	2.60	14.48	81.97	23.42	2.60	14.48	141.11	41.39	70 x 70 x 5
80 x 80 x 3	80	80	3	8	8.93	7.01	0.31	86.59	21.65	3.11	12.77	86.59	21.65	3.11	12.77	140.23	35.39	80 x 80 x 3
80 x 80 x 4	80	80	4	10	11.61	9.11	0.30	108.82	27.21	3.06	16.32	108.82	27.21	3.06	16.32	180.43	45.77	80 x 80 x 4
80 x 80 x 5	80	80	5	13	14.14	11.10	0.30	127.97	31.99	3.01	19.53	127.97	31.99	3.01	19.53	216.98	55.39	80 x 80 x 5
80 x 80 x 6	80	80	6	15	16.52	12.97	0.29	144.17	36.04	2.96	22.41	144.17	36.04	2.96	22.41	246.67	64.73	80 x 80 x 6

Ilustración 21 Perfil Cuadrado. Fuente: ENSIDESA

Apéndice B – Varillas

TABLA DE VARRILLA CORRUGADA							
VARILLA No.	Diámetro nominal		Perímetro nominal en cm	Área nominal en cm ²	Peso en kg/cm	Piezas por toneladas	Traslape en cm
	in	Cm					
2	1/4	0.64	1.99	0.3167	0.247	337	25
2.5	5/16	0.79	2.49	0.4948	0.386	216	35
3	3/8	0.95	2.99	0.7126	0.5558	150	40
4	1/2	1.27	3.99	1.2668	0.9881	84	55
5	5/8	1.59	4.99	1.9793	1.5439	54	65
6	3/4	1.91	5.98	2.8502	2.2232	37	80
7	7/8	2.22	6.98	3.8795	3.026	28	90
8	1	2.54	7.98	5.0671	3.9523	21	110
9	1 1/8	2.86	8.98	6.413	5.0022	17	120
10	1 1/4	3.18	9.97	7.9173	6.1755	13	130
11	1 3/8	3.49	10.97	9.58	7.4724	11	140
12	1 1/2	3.81	11.97	11.4009	8.8927	9	155

Ilustración 22 Tablas de Varillas

Apéndice C – Comprobación de Loseta

Por pedido del tutor del proyecto; se realizó una comprobación de una pequeña loseta. La comprobación se realizará para su resistencia y su deformación.

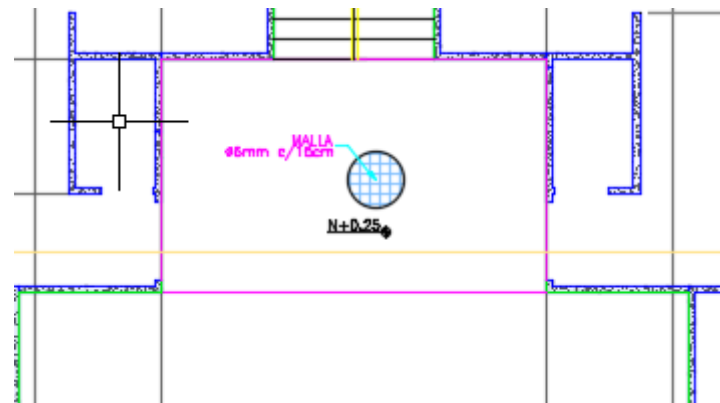


Ilustración 23 Ubicación de la loseta

La loseta escogida estará ubicada entre la separación de cada la del condominio (como se logra apreciar en la figura 23), en la losa de entrepiso.

Para ello se presenta los siguientes datos:

Dato	Valor	Unidad
Wd	1.28	T/m ²
Wl	0.2	T/m ²
L	4.8	m
Φ	6	mm
f _y	4200	Kg/cm ²
f' _c	280	Kg/cm ²
Espesor	10	cm
Recubrimiento	2	cm

Tabla 34 Datos para loseta

$$W_U = 1.2W_D + 1.6W_l = 1.86 \frac{T}{m}$$

$$M_U = \frac{W_U L^2}{8} = 5.35 T * m$$

Se deberá de cumplir que:

$$\phi M_n \geq M_U$$

$$\phi M_n = 0.9 \left[A_s * f_Y \left(d - \frac{A_s * f_Y}{1.7 * f'_c * b} \right) \right]$$

Aplicando para $b=1m=100cm$

$$A_s = \frac{\pi \phi^2}{4} = 0.283 \text{ cm}^2$$

$$d = \text{espesor} - \text{recubrimiento} - \left(\frac{\phi}{2} \right) = 7.7 \text{ cm}$$

$$\phi M_n = 8202.86 \text{ Kg} * m$$

$$\phi M_n = 8.203 \text{ T} * m$$

Se demuestra que si se cumple la condición:

$$\phi M_n \geq M_U \rightarrow ok$$

La deformación se la realiza con la siguiente fórmula:

$$\delta = \frac{5 * W_U * L^4}{384 * E * I}$$

Sabiendo que:

$$W_U = 1856 \frac{\text{Kg}}{m}$$

$$L = 4.8m$$

$$EI = 2105594$$

Dando como resultado:

$$\delta = 0.006093 \text{ m}$$

$$\delta = 0.61 \text{ cm}$$

Como se logra apreciar, cumple para la resistencia y su deformación es mínima. Se puede concluir que las losas de entrepisos cumple.