

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción

Diseño estructural de un condominio situado en un terreno con
pendiente pronunciada ubicado en Bellavista

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Nombre de la titulación
Ingeniero Civil

Presentado por:

Sebastián Emmanuel Astudillo Vásquez

Gregori Hernán Reyes Sánchez

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico al establecimiento, profesores, amigos y ante todo a mis padres quienes brindaron un grano de arena hacia el desenlace de este proyecto, con ello cabe recalcar en que sin la ayuda pertinente de los ya nombrados no sería posible realizar de manera correcta este trabajo por lo que ante nada a dios quien me brindo a grandes personas en mi vida donde fui aprendiendo de cada uno, tomando lo positivo y aplicándolo respectivamente.

La vida es el gran ejemplo de sucesos donde las caídas son un claro ejemplo de que aprendes de ellas y sigues adelante.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento a nuestros tutores Msc. Guillermo Muñoz, Msc. Danilo Dávila y Msc. Samantha Astudillo que nos brindaron su conocimiento, su tiempo y su paciencia para llevar a completar este logro.

A Msc. Nadia Quijano que con sus clases brindadas nos guío en el camino para resolver los problemas que atravesamos en este informe.

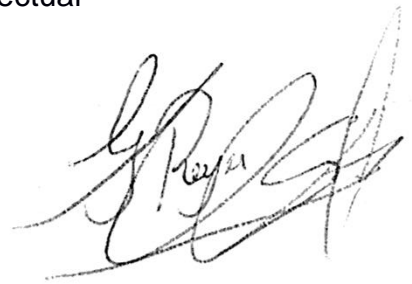
Msc. Priscila Valverde y al Ing. Eduardo Santos por sus opiniones gratificantes sobre cómo podemos mejorar tanto laboral como personalmente.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Sebastián Emmanuel Astudillo Vásconez y Gregori Hernán Reyes Sánchez damos nuestro consentimiento para que la ESPOL 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”



Sebastián Emmanuel
Astudillo Vásconez



Gregori Hernán Reyes
Sánchez

EVALUADORES

**MSc. Samantha Elizabeth
Astudillo Hidalgo**

PROFESOR DE LA MATERIA

**MSc. Guillermo Javier
Muñoz Villa**

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El proyecto se basa en el diseño de un condominio con 5 plantas el cual se encuentra en una zona con pendiente, el objetivo esencialmente se basa en diseñar todo el sistema estructural en conjunto con sus elementos, se toma en cuenta los requerimientos brindados por el cliente. Se usaron programas para diseñar elementos estructurales como también Revit el cual permitió realizar el bosquejo de los planos estructurales, todo esto en conjunto con la normativa ecuatoriana NEC-SE-DS-Peligro sísmico y el ACI 2019, cabe acotar que se usaron los planos arquitectónicos brindados al inicio para el diseño inicial. Se obtuvieron diferentes tipos de columnas y vigas en donde en muchas de ellas lo que variaba mayormente el armado debido a que se debió cumplir con los requerimientos de resistencia, además de un correcto diseño para la cimentación con zapata corrida y los diferentes tipos de muros. Finalmente, lo que se tiene es el cumplimiento de los objetivos tanto específicos como el general con lo que los resultados esperados fueron los adecuados para la estabilidad de la estructura.

Palabras Clave: Pendiente, Normativa ecuatoriana, ACI 2019, Revit, sistema estructural.

ABSTRACT

The project is based on the design of a condominium with five floors located in a sloping area, objective is essentially based on designing the entire structural system together with its elements, taking into account the requirements provided by the client. Programs used to design structural elements as well as Revit which allowed the drafting of the structural plans, all this in conjunction with the Ecuadorian regulations NEC-SE-DS- Seismic Hazard and the ACI 2019, it should be noted that the architectural plans were used provided at the beginning for the initial design. Different types of columns and beams were obtained and in many of them the reinforcement varied the most because the resistance requirements had to be met, in addition to a correct design for the foundation with strip footing and the different types of walls. Finally, what we have is the fulfillment of both the specific and the general objectives, with which the expected results were adequate for the stability of the structure.

Keywords: Pending, Ecuadorian regulations, ACI 2019, Revit, structural system.

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	5
RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	VII
SIMBOLOGÍA	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE PLANOS	XIII
CAPÍTULO 1	15
1. Introducción	15
1.1 Antecedentes.....	15
1.2 Problemática.....	16
1.3 Alcance	16
1.4 Localización	17
1.5 Información básica.....	17
1.6 Objetivos.....	17
1.6.1 Objetivo General	17
1.6.2 Objetivos Específicos	18
1.7 Justificación	18
CAPÍTULO 2.....	20
2. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	20
2.1 Marco Teórico.....	20
2.2 Metodología	31

2.3	Trabajo de campo, laboratorio y gabinete.....	33
2.4	Análisis de alternativas	37
CAPÍTULO 3.....		43
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES.....	43
3.1	Diseño.....	43
3.1.1	Pre-dimensionamiento	44
3.1.2	Pre-Dimensiones de losa (Dos direcciones)	45
3.1.3	Pre-dimensionamiento de vigas	46
3.1.4	Pre-dimensionamiento de columnas	46
3.1.5	Cargas sísmicas.....	51
3.1.6	Espectro sísmico en PAnE	54
3.1.7	Combinaciones de cargas.....	60
3.1.8	Momentos torsionales horizontales y torsión accidental	61
3.1.9	Diseño de vigas.....	64
3.1.10	Diseño de columnas.....	67
3.1.11	Diseño de losas.....	67
3.1.12	Cimentación	68
3.1.13	Muro de contención.....	71
3.1.14	Escaleras	72
3.2	Especificaciones técnicas	73
3.2.1	Normativa aplicada en diseño	73
3.2.2	Especificaciones técnicas de hormigón.....	74
CAPÍTULO 4.....		76
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	76
4.1	Objetivos específicos.....	76
4.2	Descripción del proyecto.....	76

4.3	Línea base ambiental.....	76
4.3.1	MEDIO FÍSICO.....	77
4.3.2	MEDIO BIÓTICO.....	77
4.3.3	MEDIO HUMANO.....	78
4.4	Actividades del proyecto.....	78
4.5	Identificación de impactos ambientales.....	80
4.6	Valoración de impactos ambientales.....	81
4.7	Medidas de prevención/mitigación.....	85
4.8	Conclusiones.....	89
CAPÍTULO 5.....		90
5.	PRESUPUESTO.....	90
5.1	EDT.....	90
5.2	Descripción de rubros.....	91
	Se dividen los rubros en tres partes:.....	91
5.3	Análisis de costos unitarios.....	91
5.4	Descripción de cantidades de obra.....	93
5.5	Valoración integral del costo del proyecto incluyendo las medidas de prevención y mitigación del impacto ambiental.....	93
5.6	Cronograma de obra.....	95
CAPÍTULO 6.....		96
6.	Conclusiones Y Recomendaciones.....	96
	Conclusiones.....	96
	Recomendaciones.....	97
BIBLIOGRAFÍA.....		98
7.	Bibliografía.....	98
MEMORIA DE CALCULO.....		100

7.1	Diseño de vigas	100
7.2	Diseño de columnas	110
7.3	Diseño de losas.	115
7.4	Cimentación (Verificación de asentamiento).....	119
7.5	Diseño estructural de zapata	136
7.6	Capacidad de carga admisible de muro de contención	139
7.7	Diseño estructural de muro de contención.....	141
7.8	Diseño de segundo muro de contención (tipo voladizo)	159
7.9	Determinación de capacidad de carga	176
7.10	Escaleras	178
PLANOS Y ANEXOS		186

ABREVIATURAS

ASCE	American Society of Civil Engineers
ACI	American Concrete Institute
PAnE	Programa de análisis estructural

SIMBOLOGÍA

- Fc Resistencia del hormigón.
- Fy Resistencia del acero.
- Z Aceleración máxima utilizada en sismo de diseño.
- Fa Coeficiente de ampliación propio del suelo en un período corto.
- Fd Coeficiente de ampliación del espectro elástico de respuesta de desplazamientos.
- Fs Coeficiente de ampliación no lineal del suelo.

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1.- Imagen de ubicación del lugar del estudio (Obtenida de Google Earth).	17
Ilustración 2.- Ecuador, zonas sísmicas y valores de factor Z.	23
Ilustración 3.- Valor de factor Z de zonas sísmicas identificadas.....	23
Ilustración 4.- Tipos de perfiles de suelo.....	24
Ilustración 5. – Factores de sitio F_a	24
Ilustración 6. – Factores de sitio F_d	25
Ilustración 7. – Factores de sitio F_s	25
Ilustración 8. – Espectro sísmico elástico de aceleraciones	26
Ilustración 9.- Tipo de uso, destino e importancia de la edificación.	28
Ilustración 10.- Valores de Δm máximos	29
Ilustración 11.- Niveles de amenaza sísmica.....	30
Ilustración 12. – Puntos de referencia para la altimetría.	34
Ilustración 13.- Toma de datos de altimetría (Foto tomada en sitio).	35
Ilustración 14.- Representación del terreno a partir de curvas de nivel (Sacado de CivilCAD 3D).....	36
Ilustración 15.- Estructura metálica.....	37
Ilustración 16.- Estructura de hormigón	38
Ilustración 17.- Estructura mixta.....	38
Ilustración 18.- Modelado en PAnE.....	46
Ilustración 19.- Propiedades de materiales del PAnE.	47
Ilustración 20.- Propiedades de losas en PAnE.....	48
Ilustración 21.- Propiedades de vigas en PAnE.....	48
Ilustración 22.- Definición de cargas en PAnE,.....	49
Ilustración 23.- Diagramas de cortantes y momentos de las columnas generadas en PAnE.....	49
Ilustración 24.- Espectro sísmico elástico de aceleraciones a partir del apartado de la NEC-SD-DS.....	53
Ilustración 25.- Ingreso a Response Sprectrum en PAnE.....	55

Ilustración 26.- Diagrama de espectro elástico	55
Ilustración 27.- Definición de cargas sísmicas.	56
Ilustración 28.- Load Case Data del PAnE.....	56
Ilustración 29.- Excentricities – Response Spectrum Analysis.....	58
Ilustración 30.- Tables for display.	58
Ilustración 31.- Datos de cortes basales por cada piso en el PAnE.....	59
Ilustración 32.- Combinaciones de carga en PAnE.....	60
Ilustración 33.- Combinación unificada “Envolvente”	60
Ilustración 34.- Momentos y cortantes extraídos del PAnE.....	65
Ilustración 36.- Armado de la zapata	71
<i>Ilustración .- Diagrama de actividades del proyecto. Fuente: Propia</i>	<i>79</i>
Ilustración 37.- Presión del suelo bajo el talón y la punta	146
Ilustración 39.- Diagrama iterativo de columnas para el piso 2 y 3.	216

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.- Criterios de evaluación	39
Tabla 3.- Peso porcentual de los criterios	40
Tabla 4.- Evaluación de alternativa 1	41
Tabla 5.- Evaluación de alternativa 2.....	41
Tabla 6.- Evaluación de alternativa 3.....	42
Tabla 7.- Prediseño de columnas.	51
Tabla 8.- Velocidad de onda de los estratos del suelo.....	51
Tabla 9.- Peso en kN de cada viga obtenido de PAnE.	54
Tabla 10.- Excentricidades de cada piso.	57
Tabla 11.- Cortes basales por piso y total.....	59
<i>Tabla 12. - Identificación de impactos ambientales y a que factores afecta.</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 13. - Identificación de impacto ambiental de estructura de hormigón</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 14. - Identificación de impacto ambiental de estructura metálica.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 15.- Rúbrica de valoración ambiental.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 16. - Evaluación de impactos por factores.</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 17. - Evaluación por método de Leopold en base a importancia y magnitud de impacto.</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 18. - Evaluación por método de matriz de Leopold.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 19. - Métodos de mitigación.....</i>	<i>88</i>
Tabla 20.- Datos tomados in situ	188
Tabla 21.- Prediseño de losa de dos direcciones.	189
Tabla 22.- Datos de desplazamiento de centro de masa bajo el efecto sísmico X.192	
Tabla 23.- Datos de desplazamiento de centro de masa bajo el efecto sísmico Y.	195
Tabla 24.- Verificación de torsión de Sismo X	196
Tabla 25.- Verificación de torsión de Sismo Y	196
Tabla 26.- Tabla de desplazamiento de centros de masa bajo sismo X y sismo Y..	197
Tabla 27.- Verificaciones de deriva bajo el Sismo X.....	197
Tabla 28.- Verificaciones de deriva bajo el Sismo Y.....	197
Tabla 29.- Verificaciones de estabilidad bajo el Sismo X.....	197

Tabla 30.- Verificaciones de estabilidad bajo el Sismo Y.....	198
Tabla 31.- Diseño de vigas en sentido X (Parte 1).....	200
Tabla 32.- Diseño de vigas en sentido X (Parte 2).....	202
Tabla 33.- Diseño de vigas en sentido X (Parte 3).....	203
Tabla 34.- Diseño de vigas en sentido X (Parte 4).....	205
Tabla 35.- Diseño de vigas en sentido Y (Parte 1).....	206
Tabla 36.- Diseño de vigas en sentido Y (Parte 2).....	207
Tabla 37.- Diseño de vigas en sentido Y (Parte 3).....	208
Tabla 38.- Diseño de vigas en sentido Y (Parte 4).....	210
Tabla 39.- Verificación de torsión X	211
Tabla 40.- Verificación de torsión Y	212
Tabla 41.- Verificación de columnas por espaciamiento y cuantías (Parte 1).....	213
Tabla 42.- Verificación de columnas por espaciamiento y cuantías (Parte 2).....	213
Tabla 43.- Datos de diagrama de interacción de columnas para los pisos 1, 4 y 5.	214
Tabla 44.- Datos de diagrama de interacción de columnas para los pisos 2 y 3.	216

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1.- Cimentación (Parte baja)	239
Plano 2 .- Cimentación (Parte Alta).....	240
Plano 3.- Detallamientos de columnas y vigas Nivel 1 Eje 1	241
Plano 4.- Detallamiento losa Nivel 2	242
Plano 5.- Detallamiento de columnas y vigas Nivel 2 Eje 1	243
Plano 6.- Detallamiento de columnas y vigas Nivel 2 Eje 2	244
Plano 7.- Detallamientos de columnas y vigas Nivel 2 Eje 3	245
Plano 8.- Detallamientos de columnas y vigas Nivel 2 Eje 3-4	246
Plano 9.- Detallamiento Losa Nivel 3, 4 y 5.	247
Plano 10.- Detallamiento Viga Lateral (Nivel 5-6)	248
Plano 11.- Detallamiento Viga Lateral (Nivel 2-3-4)	249
Plano 12.- Detallamiento Losa Nivel 5	250
Plano 13.- Detallamiento Columnas (Nivel 1-2-3-4-5).....	251
Plano 14.- Detallamiento Viga (Nivel 2-6)	252
Plano 15.- Detallamiento Viga (Nivel 3-4-5).....	253
Plano 16.- Detallamiento de columnas y viga Nivel 1-Eje 1	254
Plano 17.- Muro de contención 1 (Parte 1)	255
Plano 18.- Muro de contención 1 (Parte 2)	256
Plano 19.- Muro de contención 2	257
Plano 20.- Vista Lateral del mobiliario.....	258

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

De acuerdo con el Arq. Santander, se tiene una edificación de 5 niveles ubicado en la ciudadela Bellavista, cuya principal característica en el terreno es su pendiente y su tipo de suelo granular – volcado no compactado que se encuentra al lado de un cerro con una pared rocosa de aproximadamente 7 metros.

El primer nivel cuenta con un estacionamiento de vehículos, los siguientes tres niveles son áreas para departamentos de 150.39 m² cada una, el último nivel cuenta con un área social que incluye un espacio de gimnasio y un jacuzzi.

El terreno tiene 20 años aproximadamente con el actual dueño, lo compró debido a que la zona de Bellavista era una zona de crecimiento inmobiliario en sus inicios además de ser un punto céntrico en Guayaquil, pero debido a factores económicos se aplazó la planeación de su construcción hasta la actualidad. Esta edificación tiene una gran vista de la ciudad de Guayaquil con una suave brisa refrescante proveniente del cerro por lo que el arquitecto decidió crear un proyecto arquitectónico que aproveche la carga visual que provee el sitio, implementando ventanales grandes en su fachada frontal y posterior de acuerdo con su experiencia.

El fin de este proyecto es obtener beneficios económicos en base a la venta de cada departamento.

1.2 Problemática

Se tiene una estructura de 5 pisos el cual será usado como condominio, cada piso tendrá los siguientes usos: el primer piso será destinado a garaje mientras que los tres siguientes serán exclusivamente departamentos, el ultimo nivel será habilitado para área social.

El principal problema de este diseño es el lugar de implantación debido a una pendiente pronunciada, el diseño arquitectónico trata de aprovechar al máximo la forma del terreno por lo que se requiere una estructura capaz de mantener una estabilidad y comportamiento seguro según el tipo de suelo presente por lo que depende de las cargas presentes en todo el mobiliario. Además, debido a que existen riesgos de deslave se debe encontrar un método de prevención o contención ante este inminente riesgo.

1.3 Alcance

- Evaluación de planos arquitectónicos.
- Estudios de suelos.
- Topografía e implantación del terreno
- Identificación de zona de riesgo sísmico y cargas aplicadas.
- Diseño de vigas, losas y columnas, incluido cálculos.
- Selección y diseño de cimentación y muro de contención.
- Elaboración de planos estructurales (vigas, columnas, losas, cimentación, muros de contención)
- Presupuesto, Cronograma, Apus e impacto ambiental del proyecto.

1.4 Localización

El proyecto se encuentra ubicado en Ecuador (Régimen Costa) en la provincia de Guayas en Guayaquil, ciudadela Bellavista Mz 135 V 16.



Ilustración 1.- Imagen de ubicación del lugar del estudio (Obtenida de Google Earth).

1.5 Información básica

El proyecto tiene presente los planos arquitectónicos con sus respectivos cortes, además tiene presente los estudios de suelo 1 y 2 los cuales brindan la información necesaria para realizar el diseño adecuado tomando los niveles que indica el terreno.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

- Diseñar el sistema estructural de un condominio teniendo acorde a la norma ecuatoriana sobre estructuras, riesgo sísmico y su pendiente debido a la zona en la que se encuentra.

1.6.2 Objetivos Específicos

:

- Establecer los parámetros de cargas con respecto al uso del mobiliario.
- Determinar las diferentes alternativas estructurales para analizar beneficios y rendimiento.
- Diseñar los elementos estructurales como losas, vigas, columnas, cimentación acorde a cada nivel, teniendo en cuenta la norma de NEC aplicada de hormigón armado en el país.
- Elaborar planos estructurales de todo el condominio con especificaciones de la norma sobre su correcto armado.
- Preparar el presupuesto de toda la edificación como también una evaluación de impacto ambiental.

1.7 Justificación

Según la evaluación del sitio con respecto al Instituto Geofísico en el tema de riesgo sísmico, se encuentra localizado en la zona V debido a que el territorio Ecuatoriano según la **NEC-SE-DS-Peligro-Sísmico-parte-1** en la ciudad de Guayaquil, este se encontraría en un riesgo alto, estos factores sísmicos se tomarán en cuenta junto a las cargas del uso del mobiliario y peso de la misma estructura, el contenido de diseño estructural brinda un recurso ingenieril para la estabilidad y seguridad del condominio.

Esta edificación se encuentra en una zona de pendiente pronunciada en la que se evaluará el estudio de la calicata proporcionado por el laboratorio pertinente en base de datos sobre mecánica de suelos donde se propone un tipo de cimentación adecuado a las cargas y proporciona información adecuada para el tipo de zapata que se va a utilizar así optando por el contenido de Ingeniería en cimentación, esto proporciona seguridad ante desplazamientos de tierra.

Se elegirán los tipos de materiales eficientes para la edificación junto a dimensiones mínimas de diseño, por otra parte, se tiene presente su lado sismo-resistente el cual analiza rigiéndose a la norma respectiva, en base a detalles del plano estructural y de ejecución en obra según la ingeniería en construcción, brindando de esta manera una óptima ejecución en caso de existir algún problema en obra ya que al no ser tomadas en cuenta la estructura podría colapsar.

Para la remoción de tierra en sitio se tiene una altimetría para realizar los cortes y verificar las zonas de remoción o agregado de material en base a las cotas, esto contempla la topografía por lo que es de importancia para los gastos de maquinaria en obra y el traslado de tierra ya que al no ser verificado se puede generar cortes innecesarios y se genera mayor desperdicio.

La principal razón para tomar en cuenta cada una de las consideraciones de las normas correspondientes es para garantizar la seguridad estructural de la edificación, para que los futuros inquilinos puedan no solo ver la belleza del mobiliario sino sentirse tranquilos de que su nuevo hogar los mantendrá protegidos. Si la edificación se construye sin bases de ingeniería puede verse afectado primeramente por su asentamiento con respecto a su pendiente, ya que puede haber deslizamientos por fallo de contención o hundimientos, lo que alteraría la estructura deformándola gravemente e incluso derrumbarla. Se debe asegurar un correcto funcionamiento del sistema estructural de todo el condominio ante cualquier problema que presente el proyecto.

CAPÍTULO 2

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Elementos estructurales

Una estructura está conformada de distintos elementos dependiendo del tipo de obra que se vaya a realizar las cuales cumplen ciertas funciones de seguridad, estabilidad, según lo necesitado en este proyecto se definirán a partir de (Giordani & Leone, 2012):

- Las columnas son miembros posicionados de manera vertical que sostienen en gran parte de las cargas de compresión, transmiten cargas desde las plantas altas hasta el suelo a través de la cimentación, un fallo en un punto crítico de estos conllevará al colapso de los pisos superiores y en su peor caso el colapso de la edificación.
- Las vigas son elementos horizontales apoyados en la columna, estas deben soportar esfuerzos de tracción y de compresión simultáneamente dados por toda la estructura junto con las cargas dependiendo el uso de mobiliario.
- Las losas son miembros horizontales con una superficie plana, apoyadas generalmente sobre las vigas, reciben cargas perpendiculares a su superficie, con respecto a su composición se clasifican de la siguiente manera:
 - Las losas macizas utilizadas en claros cortos hechas de hormigón armado por lo que posee un gran peso define a los materiales que la conforman.
 - Las losas de acero conformadas de perfil acanalado metálico, malla electrosoldada y hormigón (Anonimo, 2020).
 - Las losas nervadas o aligeradas compuestas de vigas (uni/bi) direccionales a manera de nervios dando una mayor rigidez del

elemento, además se enlaza con la viga principal (Zambrano Salazar, 2017).

- Las bases o cimentaciones son subestructuras que transfieren todas las cargas provenientes de la estructura al subsuelo, existen de tipo superficial o profunda (Ecuador, 2014).
- Los muros de contención son elementos estructurales que nos da un soporte lateral debido a un talud, su estabilidad depende de su propio peso y la masa del suelo que se encontraría lateral y en su parte superior de ser el caso (Peck, Hanson, & Thornburn, 1983).

El muro de contención debe satisfacer ciertos requisitos para hacerlo seguro contra la falla de vuelco y asentamiento excesivo como:

- La presión en la parte inferior de la base no sobrepasará la carga admisible del suelo.
- Se debe tomar en cuenta un factor de seguridad de acuerdo con su deslizamiento a lo largo del estrato débil de su base.

2.1.2 Cargas aplicadas en la estructura

La estimación de cargas que debería soportar una estructura nos ayuda a estimar sus dimensiones, tipos y requerimientos, estas cargas actuarán de distintas maneras dependiendo del elemento que sea aplicado como cargas laterales, en dirección de la fuerza de gravedad, etc. Existen cargas como (Hibbeler, 2012):

- **Cargas muertas.** – son cargas de elementos estructurales y no estructurales de una edificación con respecto a su peso, estos están unidos permanentemente al mobiliario. Por ejemplo, los elementos estructurales como: columnas, vigas, losas; o elementos no estructurales como: paredes, ventanas, cubiertas, etc.
- **Cargas vivas.** – estas cargas son variables dependiendo su ubicación y magnitud, esto es provocado por elementos colocados

temporalmente o reubicados en el mobiliario. Las diferentes cargas vivas que existen se encuentran en la Norma NEC-SESD-CG Cargas sísmicas basados en estudios del efecto causado en las estructuras.

- **Cargas de viento.** – es un tipo de carga generada por el viento, cuando su flujo es bloqueado por la estructura, la energía cinética propia del viento se transforma en potencial generando una presión al edificio, estas pueden cambiar su velocidad, ángulo, etc, dependiendo del clima.
- **Cargas sísmicas.** – son cargas resultantes de la distorsión provocada por el movimiento del suelo hacia la estructura, esta distorsión puede ser causada por vibraciones horizontales y verticales, el **NEC-SE-DS Peligro sísmico** nos especifica estas cargas como factores dependiendo de la zona sísmicas en base a un estudio de peligro sísmico de un 10 % de excedencia en 50 años.

2.1.3 Determinación de factores de carga sísmica

El Ecuador ante el NEC-SE-DS se fracciona en seis zonas sísmicas basados en valores de zona Z, la cual representa la aceleración máxima en roca estimada para un sismo de diseño. Cabe recalcar que el país es reconocido como una amenaza sísmica elevada.

En base a la norma ecuatoriana de la construcción 2011, se identificará la caracterización de peligro sísmico para edificios de utilización normal.

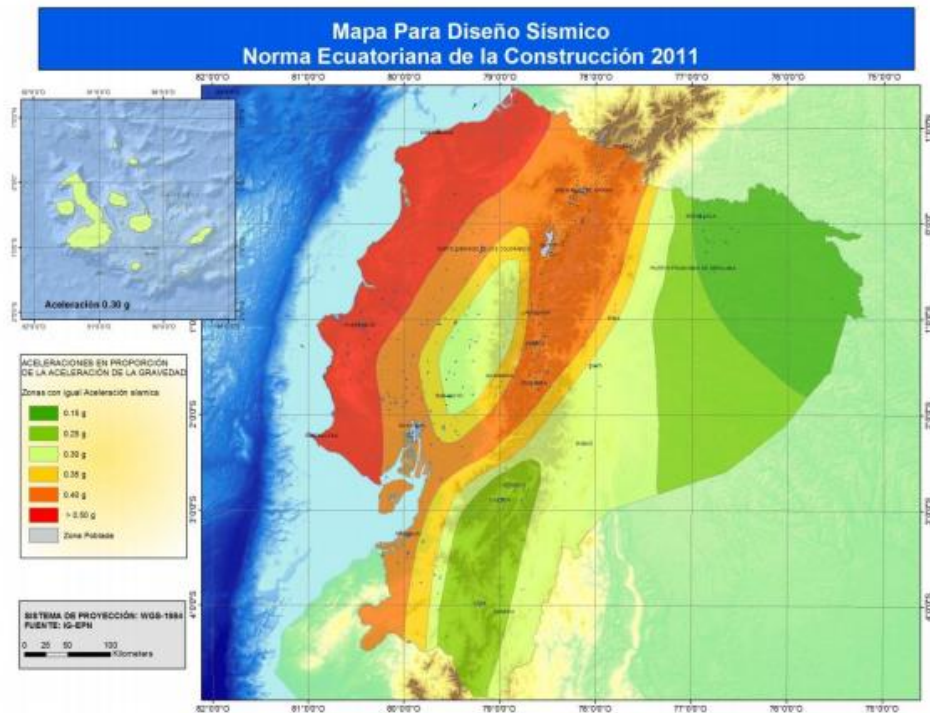


Ilustración 2.- Ecuador, zonas sísmicas y valores de factor Z. (Fuente: Norma NEC)

El mapa de zona sísmica se generó a partir de un estudio de peligro sísmico.

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	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Ilustración 3.- Valor de factor Z de zonas sísmicas identificadas. (Fuente: Norma NEC)

Geología local

El NEC-SE-DS clasifica perfiles de suelo en seis, en A, B, C, D y E, para el tipo F se aplicará otra normativa en base a NEC-SE-DS sección 10.6.4.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 360 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100 \text{ KPa}$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ kPa} > S_u \geq 50 \text{ kPa}$

Ilustración 4.- Tipos de perfiles de suelo. (Fuente: Norma NEC)

2.1.4 Coeficientes de perfiles de suelo F_a , F_d y F_s .

F_a : coeficiente de ampliación de suelo en la zona de periodo corto, este valor amplía las ordenadas del espectro de comportamiento elástico de aceleraciones para el diseño en roca.

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	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	1.5	1.39	1.26	1.14	0.97
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.6.4					

Ilustración 5. – Factores de sitio F_a (Fuente: Norma NEC)

F_d : desplazamientos para diseño en roca.

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	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	1.6	1.5	1.4	1.35	1.3	1.25
D	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Ilustración 6. – Factores de sitio F_d (Fuente: Norma NEC)

F_s : comportamiento no lineal de los suelos, se tiene en cuenta el comportamiento no lineal del suelo, depende del periodo del sitio que requiere de la intensidad y frecuencia del movimiento sísmico y agitación relativa del suelo, para espectros de aceleraciones y movimientos.

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	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	1.6	1.5	1.4	1.35	1.3	1.25
D	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Ilustración 7. – Factores de sitio F_s (Fuente: Norma NEC)

2.1.5 Componente horizontal de carga sísmica

- **Espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones**

Este espectro S_a , es una parte de la aceleración de la gravedad, usados para el nivel del sismo de diseño.

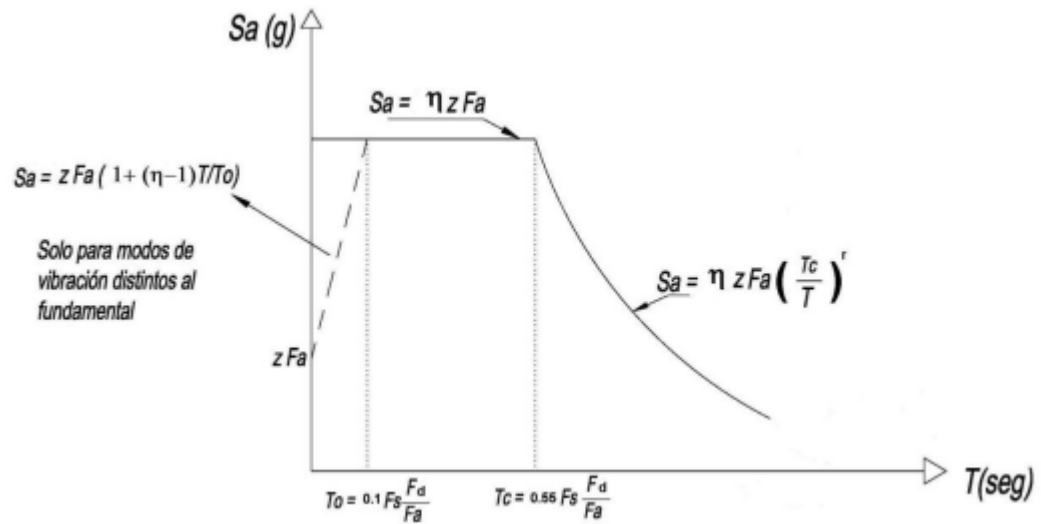


Ilustración 8. – Espectro sísmico elástico de aceleraciones (Fuente: Norma NEC)

η : motivo de la aceleración de S_a con $T= 0.1$ s.

T : período fundamental de vibración de la estructura.

T_0 : periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico.

T_c : periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico.

El espectro S_a se define de dos ecuaciones definidas por el periodo límite:

$$S_a = \eta * z * F_a, \quad \text{para } 0 \leq T \leq T_c$$

$$S_a = \eta * z * F_a * \left(\frac{T_c}{T}\right)^r, \quad \text{para } 0 \leq T \leq T_c$$

r : factor utilizado en el espectro de diseño elástico, el cual es definido por el tipo de perfil de suelo.

- $r= 1$ para perfiles tipo A, B o C
- $r= 1.5$ para perfiles D o E.

El valor η depende de su región en el Ecuador, que es la relación entre S_a/z evaluado en roca.

- $\eta= 1.8$ para la región Costa, exceptuando Esmeraldas.
- $\eta= 2.48$ para la region Sierra, Esmeraldas y Galápagos.
- $\eta= 2.60$ para el Oriente.

Los límites de periodos de vibración se obtienen a partir de:

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

$$T_L = 2.4$$

T_L : periodo límite de vibración usado para la conceptualización de espectro de respuesta en desplazamientos.

En caso de haber modos distintos de vibración al fundamental, se utilizan las siguientes expresiones:

$$S_a = Z * F_a * \left[1 + (\eta - 1) * \frac{T}{T_0} \right] \text{ para } T \leq T_0$$

$$T_0 = 0.10 * F_s * \frac{F_d}{F_a}$$

2.1.6 Componente horizontal de carga sísmica

Se recomienda aplicar una fuerza vertical de sismo a elementos que sobrepasen los límites de las plantas de los pisos, este componente se define como **Ev**.

$$E_v \geq \frac{2}{3} E_h$$

E_v : componente vertical del sismo

E_h : componente horizontal del sismo

2.1.7 Combinaciones de fuerzas sísmicas ortogonales y sentido de aplicación

Toda edificación de ser hecha para resistir fuerzas sísmicas que vengan de cualquier dirección horizontal que no son tan frecuentes, los efectos ortogonales se pueden estimar de la siguiente manera:

$$E_h = \mp \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$$

E : efecto del sismo

E_x : componente horizontal de la fuerza sísmica según el axis x.

E_y : componente horizontal de la fuerza sísmica según el axis y.

2.1.8 Combinaciones de componente horizontal y vertical

Se utilizará esta combinación en edificaciones que tengan voladizos, edificios esenciales o ubicada especialmente en un campo cerca de una anomalía geológica.

$$E = E_h + E_v$$

2.1.9 Metodología del diseño sismorresistente

Una estructura se construirá de acuerdo con su importancia en base a un factor de incremento I en base a su demanda sísmica, depende mucho de la utilización que se le va a dar a la edificación para mantener sus funciones activas ante eventos sísmicos.

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coefficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras substancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras substancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Ilustración 9.- Tipo de uso, destino e importancia de la edificación. (Fuente: Norma NEC)

2.1.10 Requisitos mínimos de diseño

Para edificaciones de ocupación común deben tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Prevenir daños en la estructura fundamental y componentes no estructurales ante eventos sísmicos mínimos y concurrentes, que puedan suceder en la vida útil de la edificación.
- Prevenir daños en la estructura graves y mantener bajo control daños no estructurales.
- Evitar ante todo un colapso de la estructura en eventos sísmicos fuertes, teniendo como prioridad la vida de sus ocupantes.

Se debe cumplir con las siguientes recomendaciones:

- Todas las capacidades resistivas de los elementos estructurales deben cumplir las fuerzas especificadas de la norma.
- Las derivas de piso ante las cargas aplicadas deben ser inferiores a los admisibles.
- Diseñar para control sísmico para que se pueda disipar energía de deformación inelástica.

2.1.11 Límites permisibles de las derivas de los pisos

La deriva se expresa como un porcentaje de la altura de piso el cual no deberá exceder los límites de la deriva inelástica establecida:

Estructuras de:	Δ_M máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

Ilustración 10.- Valores de Δ_m máximos (Fuente: Norma NEC)

2.1.12 Niveles de amenaza sísmica

Se realiza una verificación de desempeño para distintos niveles de amenaza sísmica según un nivel de peligrosidad y periodo medio de retorno.

Nivel de sismo	Sismo	Probabilidad de excedencia en 50 años	Período de retorno T_r (años)	Tasa anual de excedencia ($1/T_r$)
1	Frecuente (menor)	50%	72	0.01389
2	Ocasional (moderado)	20%	225	0.00444
3	Raro (severo)	10%	475	0.00211
4	Muy raro* (extremo)	2%	2 500	0.00040

Ilustración 11.- Niveles de amenaza sísmica (Fuente: Norma NEC)

2.1.13 Combinaciones de carga

Todas las estructuras deben tener la seguridad de resistir cualquier tipo de carga que se les presente según el **NEC-SE-CG Cargas (No Sísmicas)**, como lo son:

- Cargas muertas (D)
- Cargas variables que incluyen las cargas vivas (L), de viento (W) o granizos (S).
- Cargas sísmicas (E)

Estos efectos deberían considerarse en su peor caso, no necesariamente aplicadas por igual.

Cada elemento estructural debe ser diseñada para que su resistencia iguale o sobrepase efectos de cargas, a continuación, se muestran las siguientes combinaciones:

- Combinación 1: $1.4 * D$
- Combinación 2: $1.2 * D + 1.6 * L + 0.5 * \max(L; S; R)$
- Combinación 3: $1.2 * D + 1.6 * \max(L; S; R) + \max(L; 0.5 W)$
- Combinación 4: $1.2 * D + 1.0 * E + L + 0.2 * S$
- Combinación 5: $0.9 * D + 1.0 * W$

- Combinación 6: $0.9 * D + 1.0 * E$

2.1.7 Programas Usados

Software de cálculo estructural. - Es un programa en el que se especializa en crear gráficos con interfaz 3D, además sirve para análisis y modelado de estructuras (Puentes, edificios, estadios, presas, etc.), este programa permite aplicar cargas de viento, sismo, para así realizar el respectivo dimensionamiento, las normativas que aplica son las europeas, americanas y canadienses, entre otras. (GruntsWork, 2022)

Revit. – Se basa en el modelado BIM (modelado paramétrico de objetos y elementos constructivos del edificio) ya que implementa un modelado mediante objetos en 3D, permite construir un elemento real mediante un modelo por lo que se puede observar ventanas, puertas, columnas, vigas, etc.

Es una herramienta la cual permite disminuir el tiempo de trabajo como también los riesgos y errores que se puede tener en obra. (RF AECO, 2021)

2.2 Metodología

Se determinará de acuerdo con la información básica existente, los planos arquitectónicos propuestos por el cliente y el estudio de suelo en base a calicatas. Para tener una visión sobre la información del terreno, se realizó una altimetría la cual deber contener cotas y coordenadas del actual estado del terreno para la elaboración de la implantación del edificio en el área establecida.

Se evaluarán las alternativas propuestas donde se escogerá la más beneficiosa, a partir del peso de calificación de los criterios. Se identificarán todas las cargas que se aplicarán en el mobiliario tomando en cuenta el factor sísmico de la zona regional en la que se ubica para su corrección según **NEC-SE-DS Peligro Sísmico Parte 1**, después se procede a modelar la estructura

en el programa de análisis estructural donde se obtendrá datos de deformación, momentos, desplazamientos laterales, entre otros pertenecientes a columnas, vigas, losas y paredes para ser evaluados con respecto a la norma NEC Ecuatoriana, en caso que algún elemento constitutivo no cumpla con estas normas se procederá a cambiar las dimensiones a unas más favorables e informar al arquitecto de estos detalles para la corrección en planos arquitectónicos cuidando la parte estética hasta llegar a un acuerdo entre el diseño estructural y arquitectónico, fomentando la estabilidad del mobiliario.

En caso de ser concreto armado, se tomará como referencia de diseño al **ACI 318 – 2019**, en vigas **Capítulo 9 y 18.6**, en columnas **Capítulo 10 y 18.7**.

En caso de ser estructura metálica se toma en cuenta el **AISC – Steel Construction Manual**.

La edificación cuenta con tres muros de contención, el primero ubicado en la planta baja (garaje) en la que se debe tener en cuenta su funcionalidad con respecto a las columnas pertenecientes al sistema estructural, ya que según los requerimientos del cliente las columnas deben sobresalir desde el muro de contención hasta la cubierta, el segundo y el tercero serán muros de seguridad independientes como prevención de deslizamientos, se usara el reglamento **ACI 318 – 2005**.

A partir del estudio de suelo se diseñará un tipo de cimentación adecuado para soportar la estructura junto con las cargas obtenidas del programa de análisis estructural, teniendo en consideración el peor caso de los dos estudios de suelo del laboratorio, corroborando su cumplimiento con la norma.

A continuación, se detallará todo el sistema estructural previamente diseñado en un plano a detalle de cada elemento (uniones y traslapes), se especifica el tipo de material y la norma correspondiente sobre dibujo de planos, el cual será analizado por los tutores pertinentes para ser aprobado.

Con una lista de materiales se procede a crear el presupuesto en base a un formato designado con precios favorables junto a la investigación de mercado, además de realizar el estudio de impacto ambiental respectivo, se procede con el cronograma de trabajo usando un programa de gestión de proyecto.

2.3 Trabajo de campo, laboratorio y gabinete

Se analizó la información básica entregada por el cliente, pero solo se conocía el tipo de suelo del terreno, inicialmente no había información del estado del terreno ni datos de su principal característica (pendiente) ; por lo que en campo se realizó la toma de puntos de altimetría empezando con una cota +100 tomado desde la acera para de ahí realizar la toma de cada punto, los puntos añadidos en una tabla con respecto a la cota inicial se encuentran en la **tabla 2 (Anexos)**, a continuación se representan los puntos aplicados para el método de altimetría.

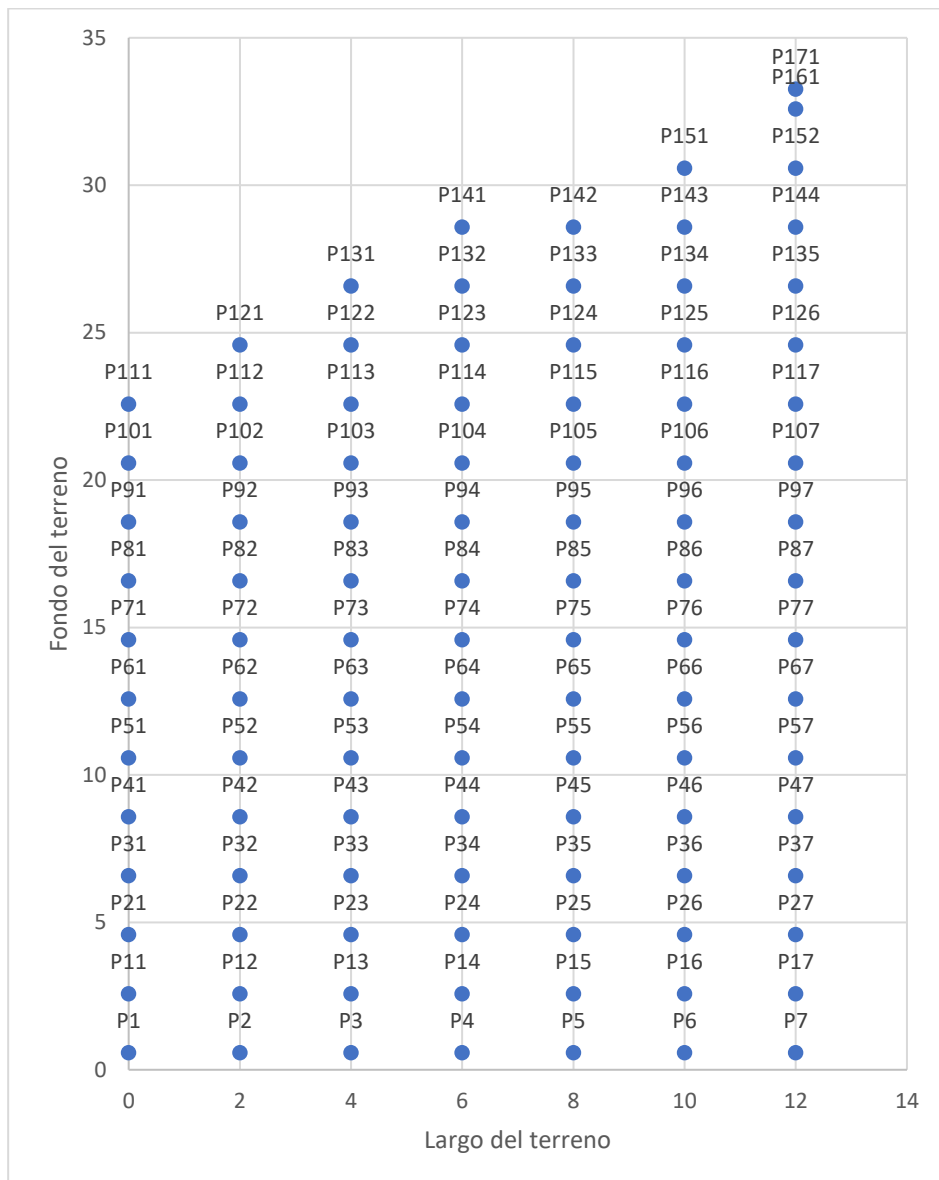


Ilustración 12. – Puntos de referencia para la altimetría. Fuente: Propia

Cabe destacar que la toma de puntos se realizó con un nivel debido a la diferencia de altitudes del terreno.



Ilustración 13.- Toma de datos de altimetría realizada (Foto tomada en sitio).

Se uso un método de cuadrículas en las que se marcó el terreno con estacas con un espacio a la largo y ancho de dos metros, estos datos serán representados como una superficie.

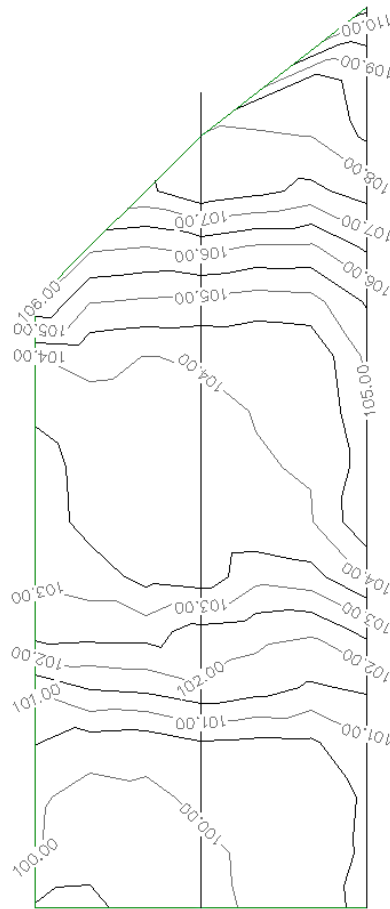


Ilustración 14.- Representación del terreno a partir de curvas de nivel (Sacado de CivilCAD 3D)

Con esta información se podrá realizar la implantación del plano a partir del terreno, junto con los cálculos de volumen de relleno y corte.

2.4 Análisis de alternativas

2.4.1 Alternativas propuestas

Nº	Nombre de Alternativa	Breve descripción	Restricciones
1	Estructura metálica con Losa con placa colaborante	<ul style="list-style-type: none"> La estructura metálica empleada para el diseño de un mobiliario está compuesta por elemento de acero estructural, es caracterizada por su bajo precio, además de que su uso en una estructura reduce el tiempo de construcción. 	<ul style="list-style-type: none"> Es muy susceptible a las vibraciones lo que llegaría a incomodar a los futuros inquilinos (Acesco, 2008), además de que no es agrado del cliente. Actualmente se tiene mucha demanda de este material, pero ha bajado sus importaciones en consecuencia a la situación mundial después de la pandemia por lo que sus precios suben aproximadamente un 4.3 % por mes (Cifuentes, 2022). El acero es fácilmente corrosivo al estar en contacto con aire o agua, además un elemento en compresión mientras más largo y esbelto sea mayor es su pandeo (Aguirre Sosopanta & Figueroa Bernal, 2008).

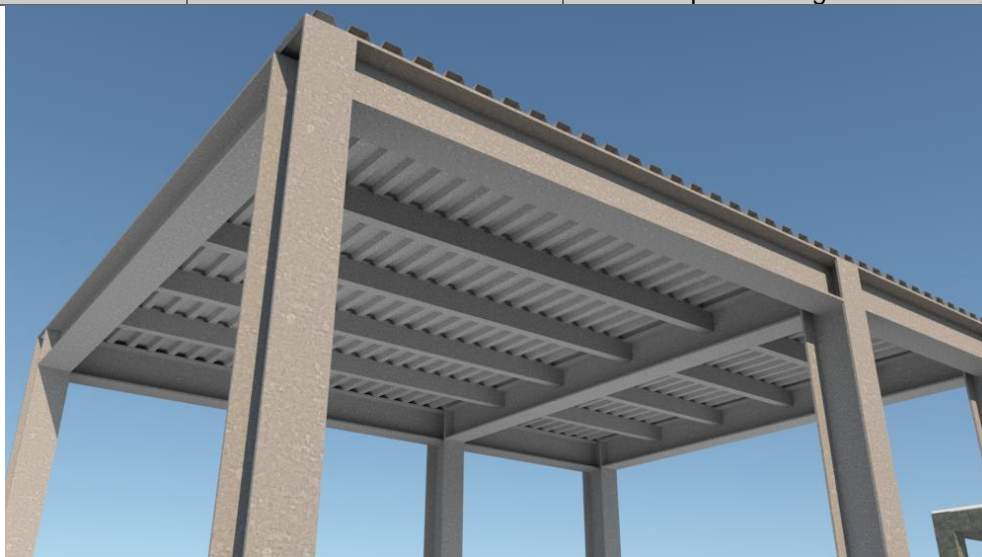


Ilustración 15.- Estructura metálica Fuente: Propia

2	Estructura de hormigón armado con losas nervadas en una y dos direcciones	<p>Este tipo de estructura es la más común en nuestro país, está compuesta de cemento junto con varillas corrugadas las cuales realizan un gran trabajo a trabajar en tensión junto al concreto el cual trabaja a compresión.</p> <p>La losa nervada es un elemento que transmite la</p>	<ul style="list-style-type: none"> Depende del clima en donde se va a realizar la construcción como también los materiales como la varilla corrugada si existe el diámetro comercial adecuado. Es muy pesado y de gran volumen lo que consume espacio del mobiliario. Requieren periodos de tiempo muerto para el fraguado del hormigón lo que en ocasiones atrasa la ejecución de la obra sino se lo toma en cuenta
---	---	--	---

	carga en una o dos direcciones lo que va a definir en si en la dirección en la que ira las varillas corrugadas.	(Aguirre Sosopanta & Figueroa Bernal, 2008).
--	---	--

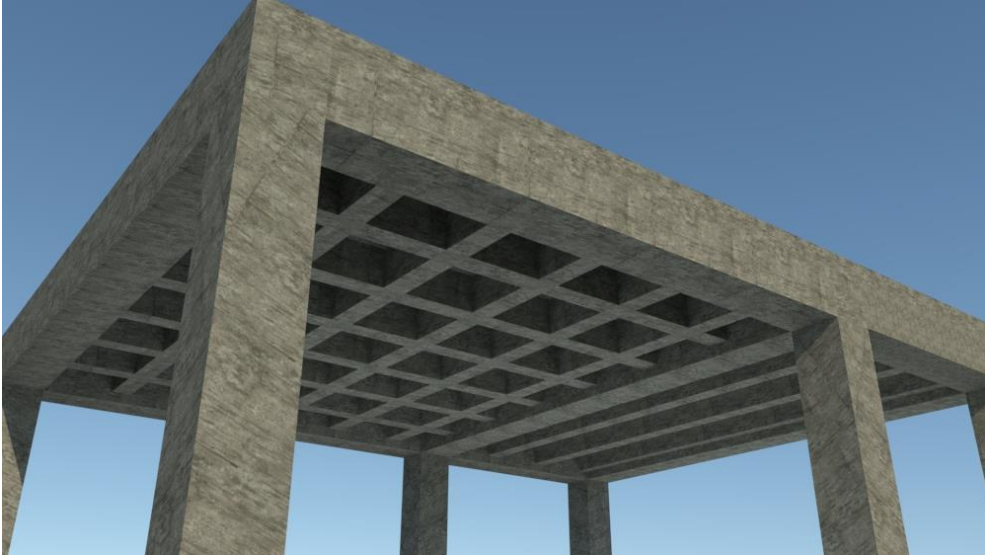


Ilustración 16.- Estructura de hormigón Fuente: Propia

3	Estructura de hormigón armado con Losa con placa colaborante	Este tipo de estructura mixta mezcla las ventajas del hormigón a compresión, útiles en columnas y el acero a tracción junto con compresión el cual será implementado en las vigas.	<ul style="list-style-type: none"> • Requieren equipos de encofrado y de soldadura lo que conllevaría a más gastos unitarios. • Las restricciones de las dos anteriores alternativas aplican en esta también.
---	--	--	---

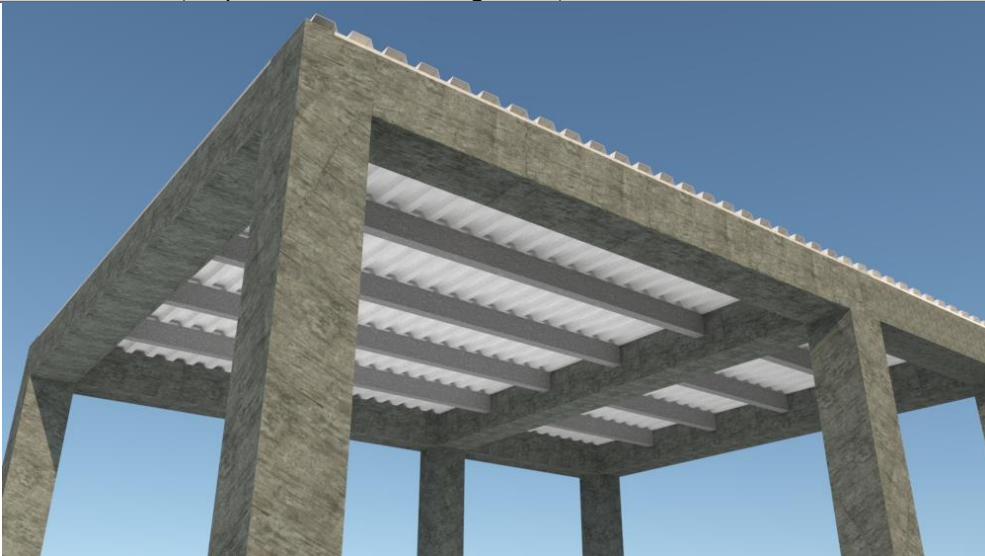


Ilustración 17.- Estructura mixta Fuente: Propia

2.4.2 Criterios de evaluación

CRITERIOS	1	2	3	4	5
Valor comercial	Precios altos e inaccesibles.	Precios altos pero accesibles	Precio normal	Precios bajos	Precios bajos a menos de la mitad del precio normal.
Preferencia del cliente	Se niega totalmente a esta alternativa	No le agrada la alternativa propuesta.	Es indiferente	Le agrada la alternativa propuesta	Su preferencia total es a la alternativa propuesta.
Peso	Carga Extrema e innecesaria.	Carga Alta para el diseño	Carga mediana para el diseño	Carga Moderada para el diseño	Carga Optima para el diseño
Espacio del elemento	Representa un espacio amplio e innecesario	Espacio medianamente ineficiente	Se tiene un espacio que opta por aceptable, pero a la vez ineficiente	Un espacio aceptable pero no optimo	Genera un espacio optimo
Mantenimiento	Una vez dañado no se puede arreglar.	Se puede dañar muy rápido.	El mantenimiento es a menudo.	El mantenimiento es mínimo,	No requiere mantenimiento
Impacto ambiental	Extremo impacto	Alto impacto	Medio impacto	Bajo impacto	No genera impacto alguno

Tabla 1.- Criterios de evaluación

Ponderaciones:

Hay que tener en cuenta que cada criterio tendrá un porcentaje de calificación por lo que su suma tiene un valor de 100%.

Se tiene un valor por aceptación para el comienzo del proyecto, donde 5 es equivalente al 100% de cada criterio con ello se realiza una suma de los criterios lo que dará el valor óptimo de la alternativa.

El peso porcentual de cada criterio será el siguiente:

CRITERIO	PESO* %	
Valor comercial	25	Se determino un $\frac{1}{4}$ del peso total debido a la situación actual de la economía donde ciertos materiales de construcción han subido de precio por problemas de importación u otros factores por lo que se buscará cuidar el bolsillo del cliente por ser un punto clave al momento de aceptar un proyecto.
Preferencia del cliente	15	La elección del cliente sobre lo que visualiza del proyecto es un factor importante porque se debe plantear una solución sostenible lo más cercano a lo que el desea.
Peso	15	Las cargas muertas de la edificación afectan directamente a la cimentación, un peso excesivo podría generar dificultades al momento de diseñar la base.
Espacio del elemento	15	Tienen igual ponderación por la correlación que tienen: <ul style="list-style-type: none">- El espaciamiento para vivir puede ser opacado por las dimensiones de los elementos estructurales.- El mantenimiento de estos debe ser seguro y molestar lo menos posible.- El impacto que tendrá la construcción de esta estructura con el ambiente.
Mantenimiento	15	
Impacto ambiental	15	
	100 %	

Tabla 2.- Peso porcentual de los criterios

2.4.3 Evaluación

- Alternativa 1

NÚMERO	CRITERIO	PESO* %	ESCALA					
			1	2	3	4	5	
1	Valor comercial	25		x				10
2	Preferencia del cliente	30		x				12
3	Peso	15					x	15
4	Espacio del elemento	10				x		8
5	Mantenimiento	10				x		8
6	Impacto ambiental	10		x				4
		100%						61 %

Tabla 3.- Evaluación de alternativa 1

- Alternativa 2

NÚMERO	CRITERIO	PESO* %	ESCALA					
			1	2	3	4	5	
1	Valor comercial	25				x		20
2	Preferencia del cliente	30					x	30
3	Peso	15		x				6
4	Espacio del elemento	10			x			6
5	Mantenimiento	10				x		8
6	Impacto ambiental	10		x				4
		100%						68 %

Tabla 4.- Evaluación de alternativa 2

- Alternativa 3

NÚMERO	CRITERIO	PESO* %	ESCALA					
			1	2	3	4	5	
1	Valor comercial	25		x				10
2	Preferencia del cliente	30		x				12

3	Peso	15				x		12
4	Espacio del elemento	10			x			6
5	Mantenimiento	10				x		8
6	Impacto ambiental	10		x				4
		100%						55 %

Tabla 5.- Evaluación de alternativa 3

De acuerdo con las alternativas evaluadas se tomará para el diseño la alternativa 2 “estructura de hormigón armado” debido a que tiene un mayor impacto.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1 Diseño

Para emplear un sistema estructural correcto para el mobiliario se debe tomar en cuenta que utilización se le va a dar a este (identificados en los planos arquitectónicos en Anexos), que tipos de cargas se emplean para los fines deseados según la NEC-SE-CG-Cargas Sísmicas 4.2.1 Tabla 9 (Cargas vivas):

Piso	Ocupación o uso	Carga uniforme (kN/m ²) "CL"
Planta 5	Cubierta	0.7
Planta 4	Área social	4.8
Planta 3	Departamento	2
Planta 2	Departamento	2
Planta 1	Departamento	2

Tabla 6.- Carga esperadas dependiendo su uso.

Y sus materiales empleados además de su estructura esencial según la NEC-SE-CG-Cargas Sísmicas 4.1 Tabla 8 (Cargas muerta):

Material	kN/m ²
Cerámica	0.22
Tumbado	0.2
Instalaciones	0.2
	kN/m ³
Bloque	12
Mortero	20

Tabla 7.- Pesos unitarios de materiales.

Además de tener cargas provenientes de las paredes representadas por metro lineal.

$$W_{\text{bloque}} := 12 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

(Peso específico de un bloque)

$$W_{\text{mortero}} := 20 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

(Peso específico del mortero)

$$A_{\text{espesor_bloque}} := 0.09 \cdot \text{m}$$

$$A_{\text{espesor_mortero}} := 0.02 \cdot \text{m}$$

$$A_{\text{altura_pared1}} := 2.7 \cdot \text{m}$$

$$A_{\text{altura_pared2}} := 1.8 \cdot \text{m}$$

$$A_{\text{altura_pared3}} := 1.1 \cdot \text{m}$$

$$CD_{\text{pared}_3.06} := (W_{\text{bloque}} \cdot A_{\text{espesor_bloque}} + W_{\text{mortero}} \cdot A_{\text{espesor_mortero}} \cdot 2) \cdot A_{\text{altura_pared1}} = 5.076 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$CD_{\text{pared}_1.8} := (W_{\text{bloque}} \cdot A_{\text{espesor_bloque}} + W_{\text{mortero}} \cdot A_{\text{espesor_mortero}} \cdot 2) \cdot A_{\text{altura_pared2}} = 3.384 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$CD_{\text{pared}_1.1} := (W_{\text{bloque}} \cdot A_{\text{espesor_bloque}} + W_{\text{mortero}} \cdot A_{\text{espesor_mortero}} \cdot 2) \cdot A_{\text{altura_pared3}} = 2.068 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

3.1.1 Pre-dimensionamiento

Con respecto a las alternativas escogidas se realizará un pre-dimensionamiento de una losa nervada en dos direcciones, a partir de las dimensiones de losa de nuestro plano referencial:

Datos iniciales

$$f_c := 24 \text{ MPa}$$

$$f_y := 420 \cdot \text{MPa}$$

$$E_c := 21538.10577 \cdot \text{MPa} \quad (\text{módulo de elasticidad del hormigón})$$

$$P_u := 24 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

(peso específico del hormigón)

$$E_s := 200000 \cdot \text{MPa} \quad (\text{módulo de elasticidad del acero})$$

$$L_1 := 5.9 \cdot \text{m} \quad L_2 := 5.2 \cdot \text{m} \quad L_3 := 4.9 \cdot \text{m} \quad L_4 := 1 \cdot \text{m}$$

(Dimensiones previas de la estructura)

3.1.2 Pre-Dimensiones de losa (Dos direcciones)

Hallamos una altura mínima de vigas secundarias o nervios a partir de la Tabla 9.3.1.1 del ACI 2019, con una condición de apoyo de extremo continuo:

h: "Altura de nervios".

$$h1_nervio := \frac{L1}{3 \cdot 18.5} = 0.106 \text{ m}$$

$$E_hormigon := 0.05 \text{ m} \quad (\text{espesor de losa})$$

$$h2_nervio := \frac{L2}{3 \cdot 18.5} = 0.094 \text{ m}$$

$$E_nervios := 0.1 \text{ m} \quad (\text{ancho de nervios})$$

$$h3_nervio := \frac{L3}{3 \cdot 18.5} = 0.088 \text{ m}$$

$$h1_corregido := \begin{cases} 0.15 \cdot m & \text{if } h1_nervio < 0.15 \cdot m \\ h1_nervio & \text{else} \end{cases} = 0.15 \text{ m}$$

$$h2_corregido := \begin{cases} 0.15 \cdot m & \text{if } h2_nervio < 0.15 \cdot m \\ h2_nervio & \text{else} \end{cases} = 0.15 \text{ m}$$

$$h3_corregido := \begin{cases} 0.15 \cdot m & \text{if } h3_nervio < 0.15 \cdot m \\ h3_nervio & \text{else} \end{cases} = 0.15 \text{ m}$$

$$W_{losa} := Pu \cdot E_hormigon + 4 \cdot E_nervios \cdot (h1_corregido - E_hormigon) \cdot Pu \cdot \frac{1}{m} = 1.89 \frac{1}{m^2} \cdot kN$$

$$e_{equivalente} := \frac{W_{losa}}{Pu} = 0.09 \text{ m}$$

$$c := \frac{(1 \text{ m} - (2 \cdot E_nervios))}{2} = 0.4 \text{ m}$$

Quedando como una predimensión de referencia la Tabla adjunta en anexos.

3.1.3 Pre-dimensionamiento de vigas

El pre-dimensionamiento de vigas se basó primeramente en la búsqueda de su altura (h) según Tabla 9.3.1.1 del ACI 2019, con una condición de apoyo de extremo continuo, un su base (b) en la norma 18.6.2.1 viñeta b.

Pre-dimensionamiento de vigas largas (x)			
L	h vx	h vs ado	b
m	m	m	
5.4	0.27	0.35	0.25
Pre-dimensionamiento de vigas cortas (y)			
L	h vx	h vs ado	b
m	m	m	
5.7	0.27	0.35	0.25

Tabla 8.- Pre-dimensionamiento de vigas

3.1.4 Pre-dimensionamiento de columnas

Para poder definir una dimensión adecuada de columnas debemos usar el programa de análisis estructural (PAnE) adecuado para definir la carga de esta debería soportar.

Primeramente, creamos el modelado de la estructura en el PAnE:

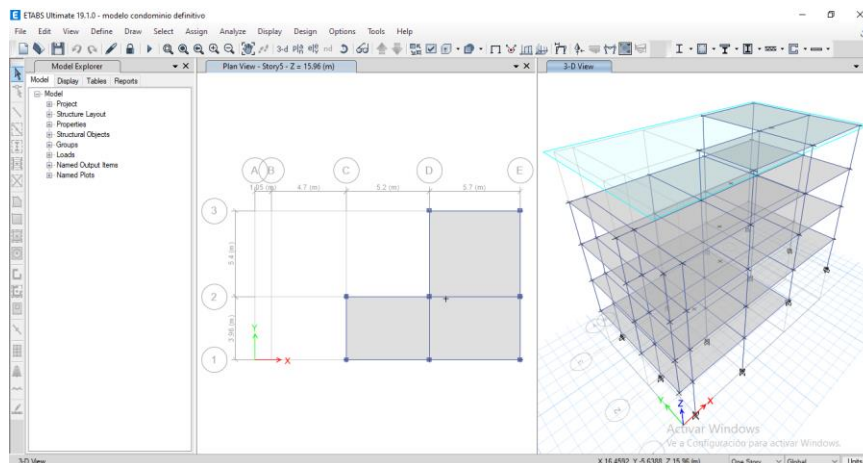


Ilustración 18.- Modelado en PAnE

Después se definen los materiales a utilizar con un f_c de 24 MPa del hormigón y un f_y de 420 MPa:

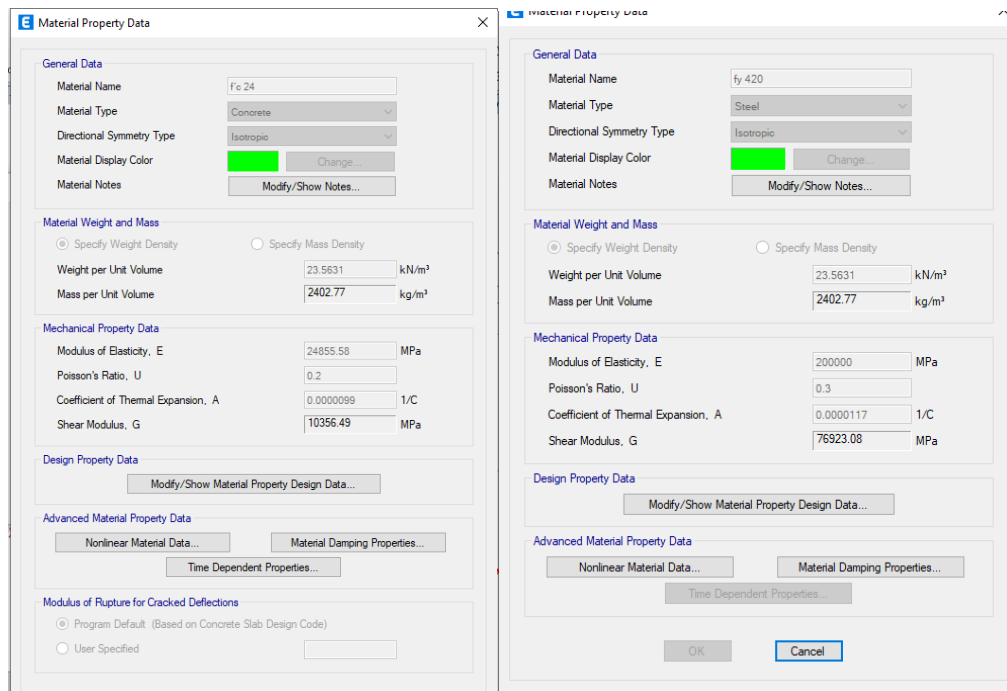


Ilustración 19.- Propiedades de materiales del PANÉ.

Después se ingresan los valores de pre-dimensionamiento tanto de losa como de vigas en la pestaña de "Define"- "Sections Properties", en "Slab Properties Data" para losas, en "Frame Section Properties".

Ilustración 20.- Propiedades de losas en PANÉ.

Ilustración 21.- Propiedades de vigas en PANÉ.

Se procede a asignar las secciones puestas en el PANÉ junto con las cargas vivas y muertas estimadas en “Define”- “Define Load Patterns”, especificando las cargas de ocupación además del tipo (Dead o Live).

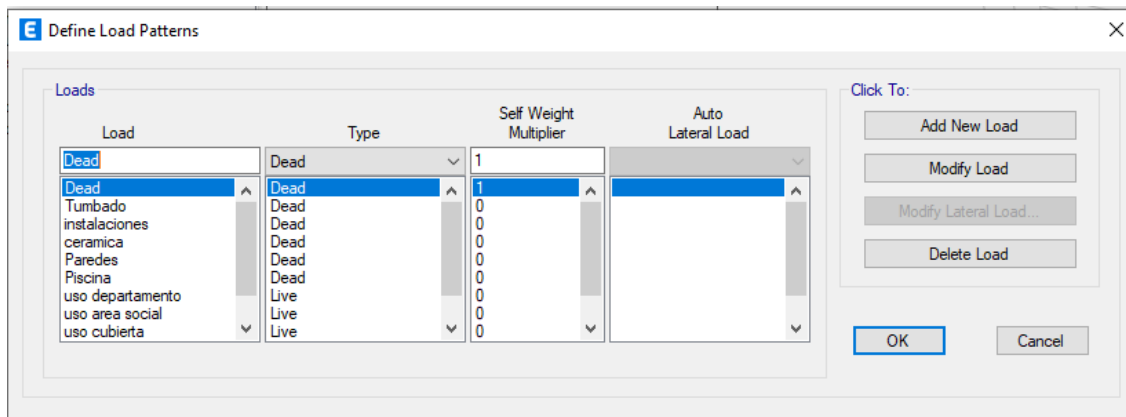


Ilustración 22.- Definición de cargas en PANÉ,

Usamos una combinación de “Servicio” entre un factor de 1 de carga viva (CL) y 1 de carga muerta (CD). Procedemos a hallar las cargas axiales en las columnas a partir del análisis del PANÉ.

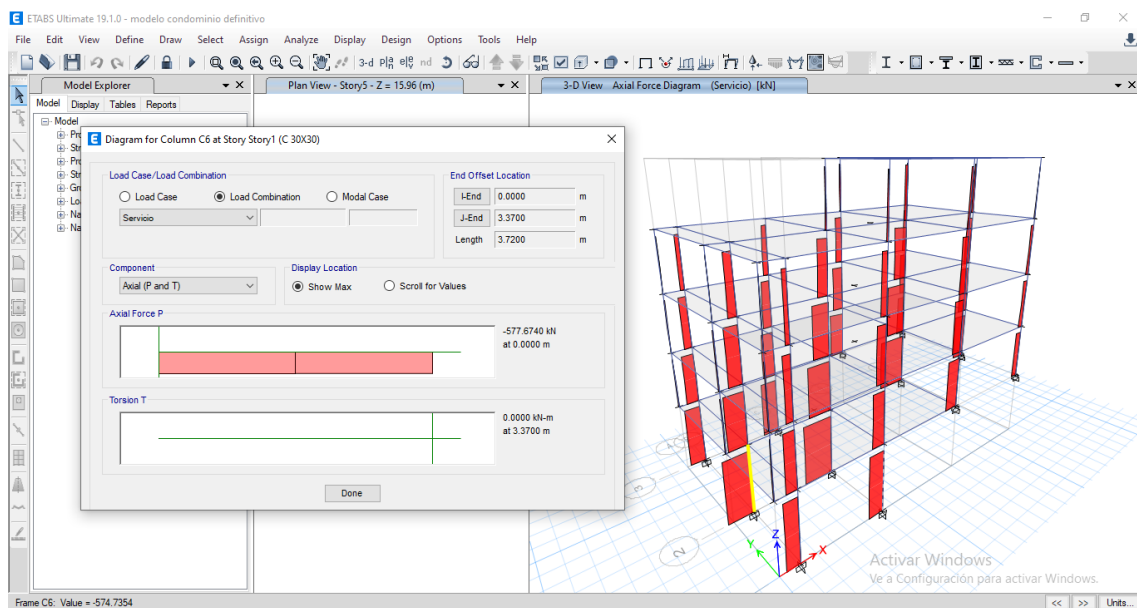


Ilustración 23.- Diagramas de cortantes y momentos de las columnas generadas en PANÉ.

Para lograr un valor acertado en las dimensiones de columnas tomaremos para su prediseño los mayores valores de fuerzas axiales de borde, centrales y esquineros.

Ej.: $P1 := 865 \cdot kN$ **Central**

Según ACI 318-19 Cap 18.7.2.

$$\Delta f_c := 0.2$$

$$f_c := 21000 \cdot kPa$$

$$Area := \frac{P1}{\Delta fc} \cdot \frac{1}{fc} = 0.206 \text{ m}^2$$

- Lado de columna referencial

$$Lc := \sqrt[2]{Area} = 0.454 \text{ m}$$

$$P2 := 711 \cdot \text{kN} \quad \text{Borde}$$

$$Area := \frac{P2}{\Delta fc} \cdot \frac{1}{fc} = 0.169 \text{ m}^2$$

- Lado de columna referencial

$$Lc := \sqrt[2]{Area} = 0.411 \text{ m}$$

$$P2 := 507 \cdot \text{kN} \quad \text{Esquinero}$$

$$Area := \frac{P2}{\Delta fc} \cdot \frac{1}{fc} = 0.121 \text{ m}^2$$

- Lado de columna referencial

$$Lc := \sqrt[2]{Area} = 0.347 \text{ m}$$

Dándonos valores referenciales de columna:

Columnas	Lado de diseño de columna cuadrada
Piso 5	30 cm
Piso 4	35 cm
Piso 3	40 cm
Piso 2	45 cm
Piso 1	45 cm

Tabla 9.- Prediseño de columnas.

3.1.5 Cargas sísmicas

A partir de la NEC-SD-DS Peligro Sísmico Parte 1 sección 3.1.1 Tabla 1 (Valores de factor Z en función de la zona sísmica adoptada), tenemos un factor Z:

$$Z=0.4$$

Con respecto a la velocidad media de onda cortante se usó el NEC-SD-DS Peligro Sísmico Parte 4 sección 10.5.2 Apartado D, tomando los datos del estudio de suelo:

Estrato			N60	Vs60	d/Vs
	m	Tipo de material			s
1	1	CL	38	215.809	0.004634
2	1	CL	37	215.2343	0.004646
3	1	CL	34	213.422	0.004686
4	1	CL	33	212.7858	0.0047
5	1	CL	32	212.132	0.004714
6	1	CL	39	216.3703	0.004622
7	24	G		360	0.066667
				Suma (Vs)	0.094667

Tabla 10.- Velocidad de onda de los estratos del suelo.

$$Vs30 := \frac{30 \cdot \frac{m}{s}}{Vs} = 316.899 \frac{m}{s}$$

Con los parámetros de velocidad de onda hasta los 30 m, se determina el tipo de suelo a partir del Vs30, NEC-SD-DS Peligro Sísmico Parte 1 sección 3.2.1 Tabla 2:

$$Perfil := \begin{cases} \text{"D"} & \text{if } 180 \cdot \frac{m}{s} \leq Vs30 < 360 \cdot \frac{m}{s} \\ \text{"Other"} & \text{else} \end{cases}$$

Al elegir el perfil del suelo se escogen los factores de ampliación Fa, Fd y Fc provenientes de NEC-SD-DS Peligro Sísmico Parte 1 sección 3.2.2 Tabla 3, 4 y 5 respectivamente.

Fa	Fd	Fs
—	—	—
1.2	1.19	1.28

Tabla 11.- Factores de ampliación sísmicos

Con respecto al espectro elástico horizontal en aceleraciones NEC-SD-DS Peligro Sísmico Parte 1 sección 3.3.1.

$$\eta := 1.8$$

Usamos un η proveniente de la zona donde se encuentre, en este caso (Provincia de la Costa).

$$r := 1$$

Se representa el espectro elástico del proyecto de la siguiente manera NEC-SD-DS Peligro Sísmico Parte 1 sección 3.3.1. Figura 3:

$$T_c := 0.1 \cdot s \cdot F_s \cdot \frac{F_d}{F_a} = 0.127 \text{ s}$$

$$T_o := 0.55 \cdot s \cdot F_s \cdot \frac{F_d}{F_a} = 0.698 \text{ s}$$

Los factores C_t y α se toman del NEC-SD-DS Peligro Sísmico Parte 1 sección 6.3.3 – Método 1 – Tabla única.

$$C_t := 0.055$$

$$\alpha := 0.9$$

$$h := 14.1 \cdot m \text{ (Altura promedio del edificio)}$$

$$T := C_t \cdot h^\alpha = 0.595 \text{ m}^{\frac{9}{10}}$$

$$W_s := 5039.36 \cdot kN \text{ (peso estimado de la estructura)}$$

$$S_a := \eta \cdot Z \cdot F_a = 0.864$$

$$T := \frac{T}{\frac{9}{1 \cdot m^{10}}} \cdot s = 0.595 \text{ s}$$

(periodo inicial)

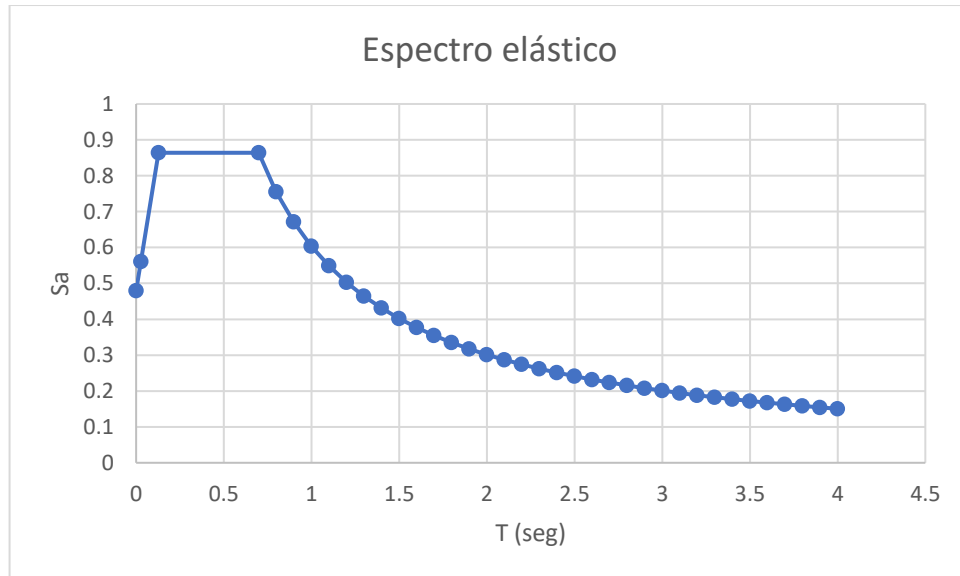


Ilustración 24.- Espectro sísmico elástico de aceleraciones a partir del apartado de la NEC-SD-DS.

El siguiente paso es buscar un factor de reducción de resistencia sísmica dependiendo del edificio, se elige del apartado NEC-SD-DS Peligro Sísmico Parte 1 sección 6.3.4 Tabla 16, del apartado de "Pórticos resistentes a momento".

$$R := 8$$

Luego se busca los factores de configuración estructural ϕ_e y ϕ_p de NEC-SD-DS Peligro Sísmico Parte 1 sección 5.2.1 Tabla 11:

$$\phi_{ea} := 0.9$$

$$\phi_{eb} := 0.9$$

$$\phi_e := \phi_{ea} \cdot \phi_{eb} = 0.81$$

$$\phi_p := 1$$

Procedemos a hallar el factor K (coeficiente relacionado con el periodo de la estructura) NEC-SD-DS Peligro Sísmico Parte 1 sección 6.3.5 Tabla única.

$$k := \begin{cases} 1 & \text{if } T \leq 0.5 \cdot s \\ 0.75 \cdot s + 0.5 \cdot T & \text{else if } 0.5 \cdot s < T \leq 2.5 \cdot s \\ 2 & \text{else if } T \geq 0.5 \cdot s \end{cases} = 1.048 s$$

Se define un factor de importancia dependiendo del uso de las instalaciones NEC-SD-DS Peligro Sísmico Parte 1 sección 4.1 Tabla 6:

$$I = 1$$

Para determinar el corte basal total (V) del edificio según NEC-SD-DS Peligro Sísmico Parte 1 sección 6.3.2 Ecuación 1 procedemos a extraer cada peso proveniente de la carga muerta del PAnE de cada piso. obteniendo:

Piso	he	H	W acu	W piso
	m	m	KN	KN
1	3.72	3.72	3795.5107	640.103
2	3.06	6.78	3155.4077	955.2287
3	3.06	9.84	2200.179	955.2288
4	3.06	12.9	1244.9502	932.9475
5	3.06	15.96	312.0027	312.0027
			Wtotal:	3795.511

Tabla 12.- Peso en kN de cada viga obtenido de PAnE.

$$V := I \cdot S_a \cdot \frac{W}{\phi_e \cdot \phi_p \cdot R} = 506.068 \text{ kN}$$

3.1.6 Espectro sísmico en PAnE

Definimos el espectro en el PAnE de la siguiente manera:

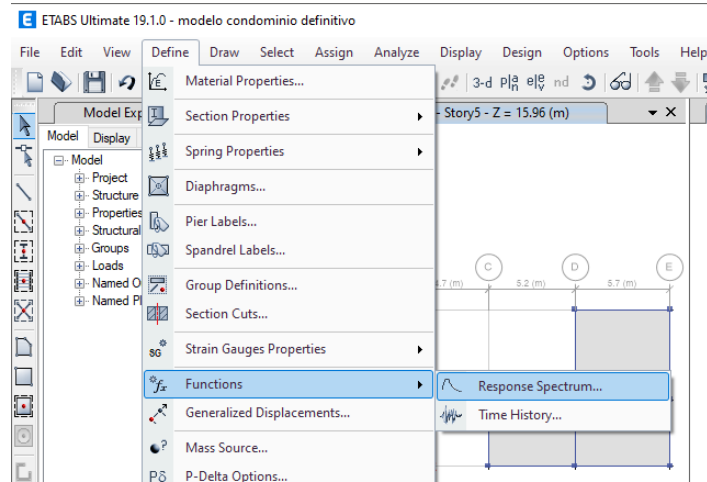


Ilustración 25.- Ingreso a Response Sprectrum en PAnE.

Ingresamos los datos según lo definido junto a la NEC-SD-DS, con el factor R corregido de la siguiente manera para el uso en programa:

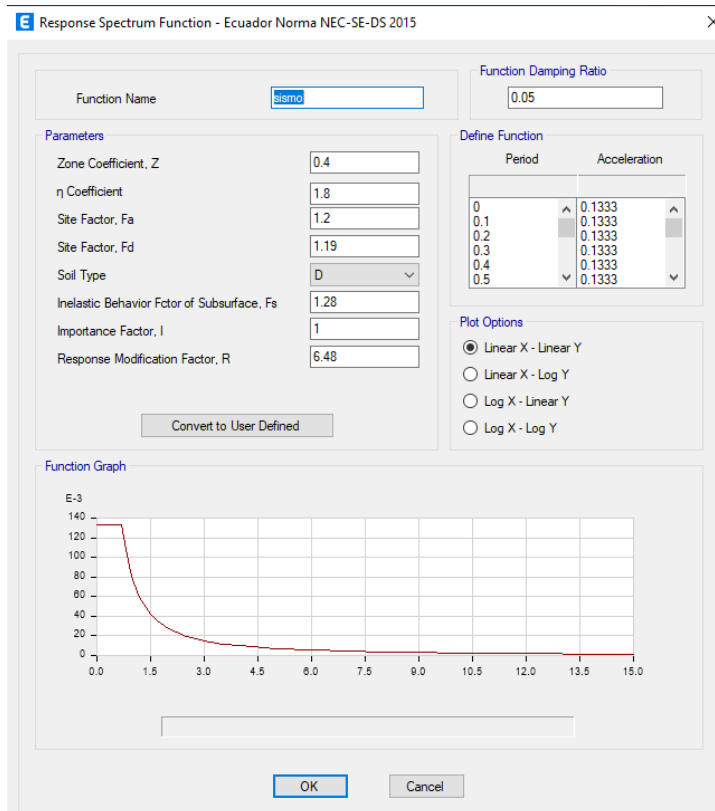


Ilustración 26.- Diagrama de espectro elástico (Fuente: PAnE)

Se platean cargas de sismo en ambas direcciones tanto en x como en y en "Load Patterns":



Ilustración 27.- Definición de cargas sísmicas. (Fuente: PAnE)

Y se les asigna el espectro elástico definido anteriormente en “Load Cases” ubicando en “Load Type”, el caso de Aceleración; en “Load Name” se ubica U1 en sismo x y U2 para sismo y.

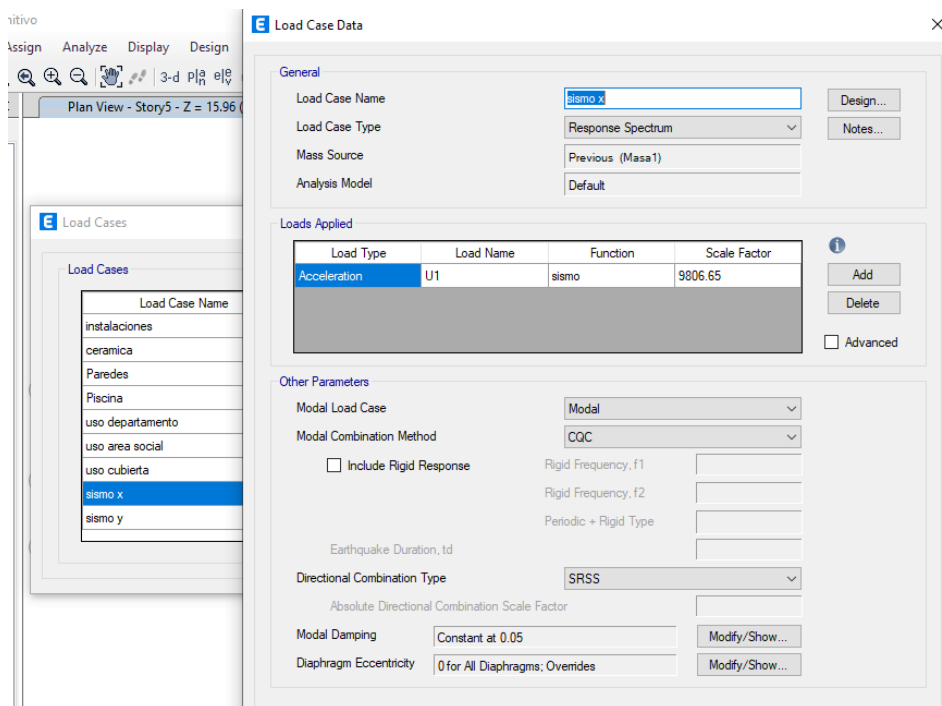


Ilustración 28.- Load Case Data del PAnE.

Se ubica la excentricidad de cada piso en “Diaphragm Eccentricity”, se calcula la excentricidad de la siguiente manera,

$$L_x := 16.65 \text{ m} \cdot 0.05 = 0.833 \text{ m}$$

Torsión Accidental Piso (2, 3, 4)		
	Longitud	Excentricidad

Borde x	16.65	0.8325
Borde y	9.36	0.468

Torsión Accidental Piso (1)		
	Longitud	Excentricidad
Borde x	10.95	0.5475
Borde y	9.36	0.468

Torsión Accidental Piso (5)		
	Longitud	Excentricidad
Borde x	10.9	0.545
Borde y	9.36	0.468

Tabla 13.- Excentricidades de cada piso.

Se ingresa dependiendo del piso asignado tanto en x como en y:

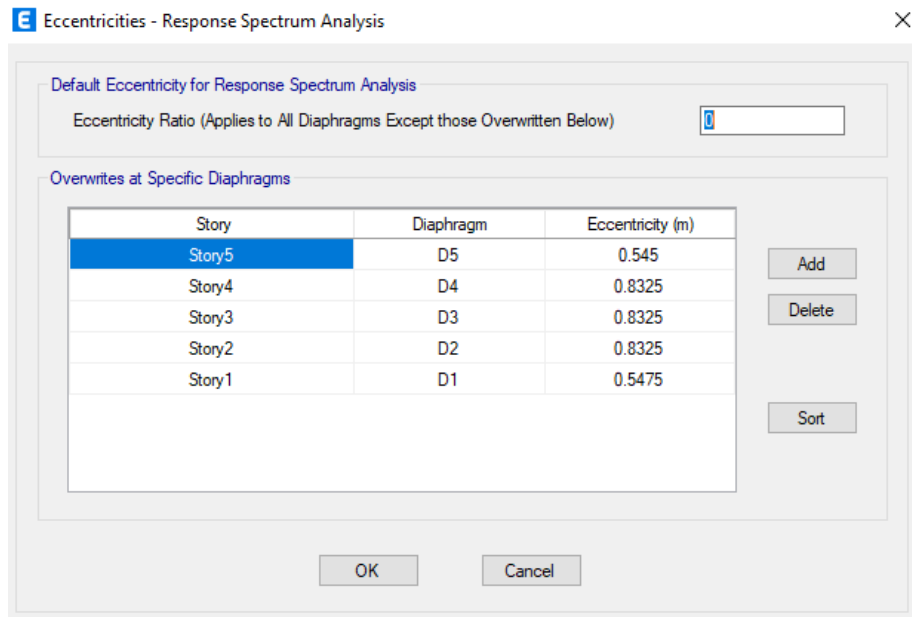


Ilustración 29.- Excentricities – Response Spectrum Analysis (Fuente: PANe)

Para determinar si el corte basal calculado es similar o igual al del programa, pondremos a analizar el PGA, obteniendo datos basales de cada piso provenientes de “Display”- “Tables”.

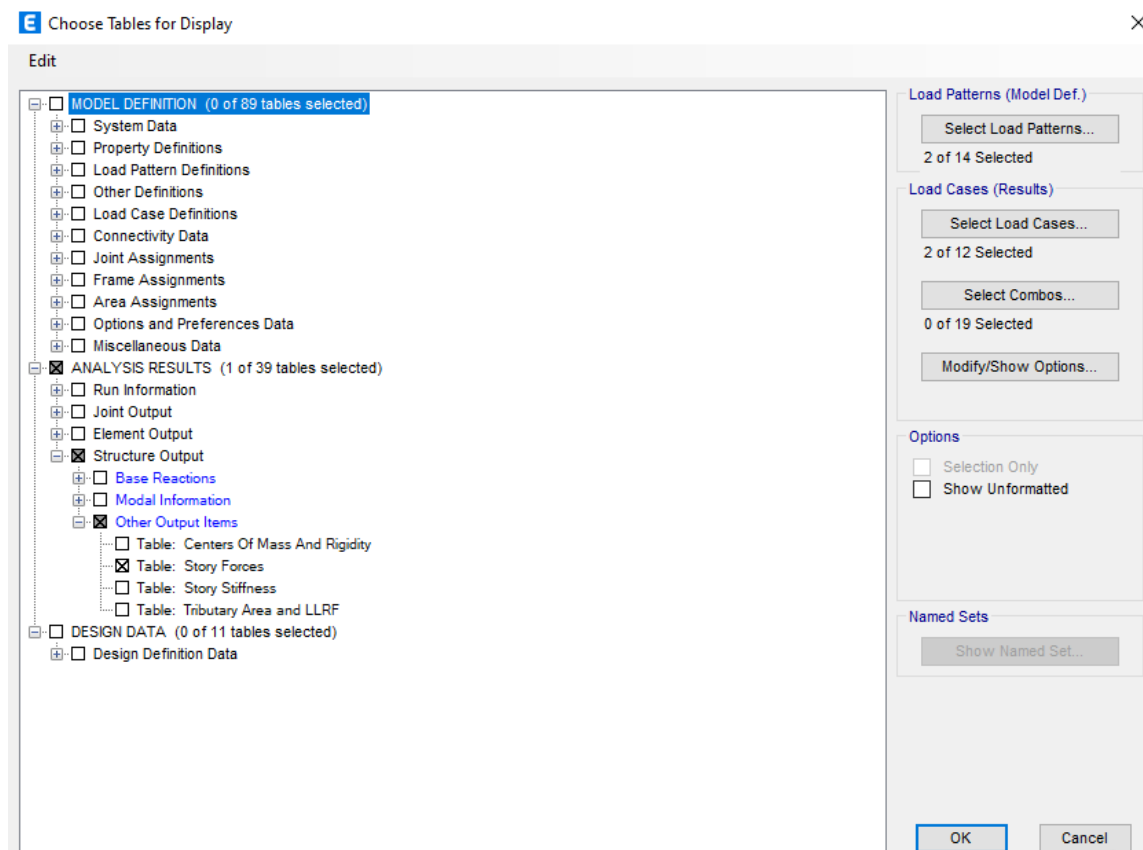


Ilustración 30.- Tables for display. (Fuente: PANe)

Se toman estos valores máximos de cada piso, se suman y se comparan con el corte basal (V) calculado (en caso de ser muy diferente debe revisar su prediseño de nuevo).

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P kN	VX kN	VY kN	T kN-m	MX kN-m
Story5	sismo x	LinRespSpec	Max	Top	0	45.0841	1.1878	196.8628	0
Story5	sismo x	LinRespSpec	Max	Bottom	0	45.0841	1.1878	196.8628	3.6346
Story4	sismo x	LinRespSpec	Max	Top	0	139.4877	2.3017	669.9425	3.6346
Story4	sismo x	LinRespSpec	Max	Bottom	0	139.4877	2.3017	669.9425	10.1544
Story3	sismo x	LinRespSpec	Max	Top	0	209.2799	2.6276	1032.3591	10.1544
Story3	sismo x	LinRespSpec	Max	Bottom	0	209.2799	2.6276	1032.3591	16.0311
Story2	sismo x	LinRespSpec	Max	Top	0	247.3922	3.4261	1228.7394	16.0311
Story2	sismo x	LinRespSpec	Max	Bottom	0	247.3922	3.4261	1228.7394	23.4428
Story1	sismo x	LinRespSpec	Max	Top	89.8974	33.7338	1.3197	151.1538	422.4387
Story1	sismo x	LinRespSpec	Max	Bottom	89.8974	33.7338	1.3197	151.1538	418.6627

Ilustración 31.- Datos de cortes basales por cada piso en el PANÉ.

Piso	V por piso
Piso 5	45.0841
Piso 4	139.4877
Piso 3	209.2799
Piso 2	247.3922
Piso 1	33.7338
Vs (PGA)	674.9777

Tabla 14.- Cortes basales por piso y total.

3.1.7 Combinaciones de cargas

Se asignan combinaciones de carga en el PAnE de acuerdo con el ACI 318 19
Tabla 5.3.1 – Combinaciones de carga.

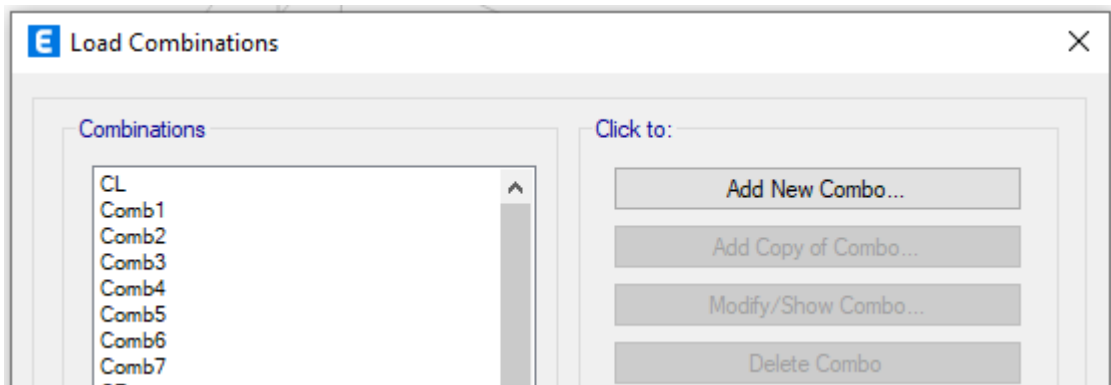


Ilustración 32.- Combinaciones de carga en PAnE.

Con estas combinaciones se crea una combinación general “Envolvente” que contengan todos estos para determinar sus mayores y mínimos momentos o cortantes producidos por cada una de las combinaciones principales.

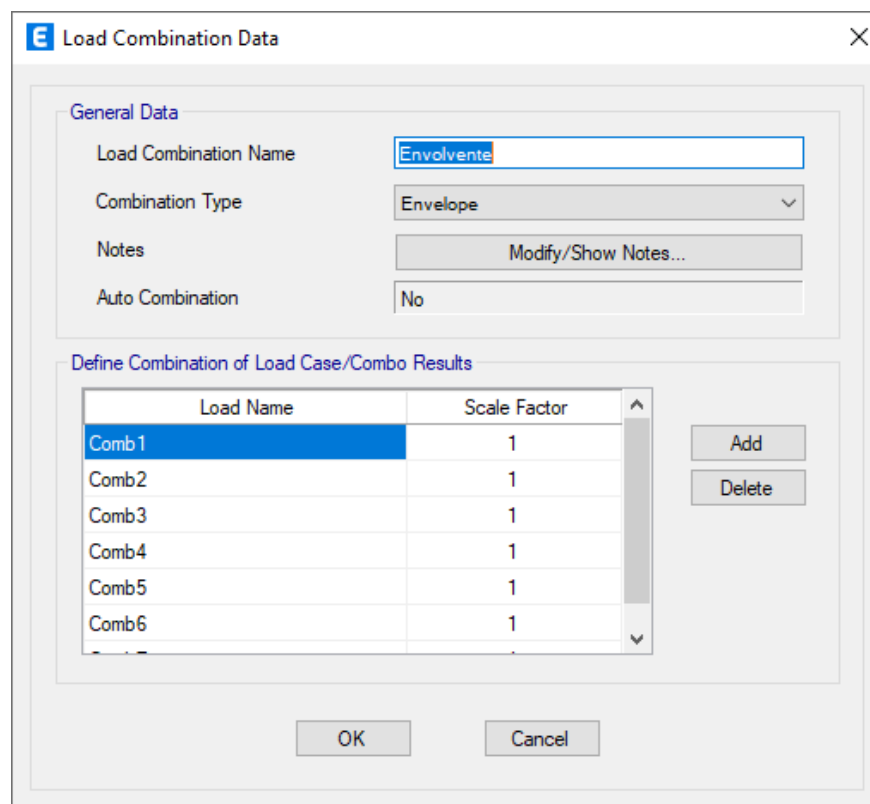


Ilustración 33.- Combinación unificada “Envolvente”. (Fuente: PAnE)

3.1.8 Momentos torsionales horizontales y torsión accidental

Se halla un factor de ampliación torsional tanto del sentido x como del y , ya que las excentricidades bajo las cargas sísmicas sufren un deslizamiento.

Se realizará las verificaciones de torsión de acuerdo con la NEC-DS-SD 6.3.7 de momentos torsionales horizontales a partir de sus desplazamientos en sus excentricidades.

Tomaremos el máximo desplazamiento y el promedio de cada piso, en este caso como ejemplo usaremos el piso 4 tomado del PAnE (Verificaciones en anexos "Tabla de torsión, estabilidad y deriva).

- Para Sismo X en el sentido X del modelado.

$$R := 8$$

$$\delta_{max} := 22.595 \text{ mm}$$

$$\delta_{prom} := 22.3286875 \text{ mm}$$

$$\delta_{max_corregido} := 0.75 \cdot \delta_{max} \cdot R = 0.136 \text{ m}$$

$$\delta_{prom_corregido} := 0.75 \cdot \delta_{prom} \cdot R = 0.134 \text{ m}$$

$$Ax := \left(\frac{\delta_{max_corregido}}{1.2 \cdot \delta_{prom_corregido}} \right)^2 = 0.711$$

$$Cumplimiento1 := \begin{cases} \text{if } Ax \leq 3 \\ \quad \parallel \text{ "Cumple " } \\ \quad \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "No cumple" } \end{cases} = \text{ "Cumple " }$$

- Para Sismo Y en el sentido Y del modelado.

$$\delta_{max} := 28.301 \text{ mm}$$

$$\delta_{prom} := 19.02365 \text{ mm}$$

$$\delta_{max_corregido} := 0.75 \cdot \delta_{max} \cdot R = 0.17 \text{ m}$$

$$\delta_{prom_corregido} := 0.75 \cdot \delta_{prom} \cdot R = 0.114 \text{ m}$$

$$Ay := \left(\frac{\delta_{max_corregido}}{1.2 \cdot \delta_{prom_corregido}} \right)^2 = 1.537$$

$$Cumplimiento1 := \begin{cases} \text{if } Ax \leq 3 \\ \quad \parallel \text{ "Cumple " } \\ \quad \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "No cumple" } \end{cases} = \text{ "Cumple " }$$

Realizaremos la verificación por deriva, como ejemplo usaremos la planta 4.

- **Sentido x-sismo x.**

$U_{x3} := 15.625 \cdot \text{mm}$ $h_e := 3.06 \text{ m}$ Desplazamiento y altura de la planta 3

$U_{x4} := 21.859 \cdot \text{mm}$ $h_e := 3.06 \text{ m}$ Desplazamiento y altura de la planta 4

$$\delta e_{CM3} := U_{x3}$$

$$\delta CM3_{\text{corregido}} := 0.75 \cdot \delta e_{CM3} \cdot R = 0.094 \text{ m}$$

$$\delta e_{CM4} := U_{x4}$$

$$\delta CM4_{\text{corregido}} := 0.75 \cdot \delta e_{CM4} \cdot R = 0.131 \text{ m}$$

$$\Delta CM := \delta CM4_{\text{corregido}} - \delta CM3_{\text{corregido}} = 0.037 \text{ m}$$

$$\Delta CM \| h_e := \frac{\Delta CM}{h_e} = 0.012$$

$$\Delta CM_{\text{permisible}} := 0.02$$

$$Cumplimiento1 := \begin{cases} \Delta CM \| h_e \leq \Delta CM_{\text{permisible}} & \text{“Cumple”} \\ \text{“Cumple”} & \\ \text{else} & \\ \text{“No cumple”} & \end{cases}$$

- **Sentido y-sismo y**

$U_{x3} := 18.01 \cdot \text{mm}$ $h_e := 3.06 \text{ m}$ Desplazamiento y altura de la planta 3

$U_{x4} := 12.36 \cdot \text{mm}$ $h_e := 3.06 \text{ m}$ Desplazamiento y altura de la planta 4

$$\delta e_{CM3} := U_{x3}$$

$$\delta CM3_{\text{corregido}} := 0.75 \cdot \delta e_{CM3} \cdot R = 0.108 \text{ m}$$

$$\delta e_{CM4} := U_{x4}$$

$$\delta CM4_{\text{corregido}} := 0.75 \cdot \delta e_{CM4} \cdot R = 0.074 \text{ m}$$

$$\Delta CM := \delta CM4_{\text{corregido}} - \delta CM3_{\text{corregido}} = -0.034 \text{ m}$$

$$\Delta CM \| h_e := \frac{\Delta CM}{h_e} = -0.011$$

$$\Delta CM_{\text{permisible}} := 0.02$$

$$Cumplimiento1 := \begin{cases} \Delta CM_{||he} \leq \Delta CM_{permissible} & = \text{"Cumple"} \\ \text{"Cumple"} & \\ \text{else} & \\ \text{"No cumple"} & \end{cases}$$

Realizaremos la verificación por estabilidad, como ejemplo usaremos la planta 4.

- **Sentido x-sismo x**

$$hacu := 12.9 \text{ m}$$

$$\Delta CM_x = 0.037 \text{ m}$$

$$V_e := 105.576673 \text{ kN}$$

$$P_i := 1244.95 \text{ kN}$$

$$Q := P_i \cdot \frac{\Delta CM_x}{V_e \cdot hacu} = 0.034$$

$$Cumplimiento1 := \begin{cases} Q \leq 0.1 & = \text{"Cumple"} \\ \text{"Cumple"} & \\ \text{else} & \\ \text{"No cumple"} & \end{cases}$$

- **Sentido y-sismo y**

$$\Delta CM_y = 0.034 \text{ m}$$

$$Q := P_i \cdot \frac{\Delta CM_y}{V_e \cdot hacu} = 0.031$$

$$Cumplimiento1 := \begin{cases} Q \leq 0.1 & = \text{"Cumple"} \\ \text{"Cumple"} & \\ \text{else} & \\ \text{"No cumple"} & \end{cases}$$

3.1.9 Diseño de vigas

A partir del modelo del PAnE:

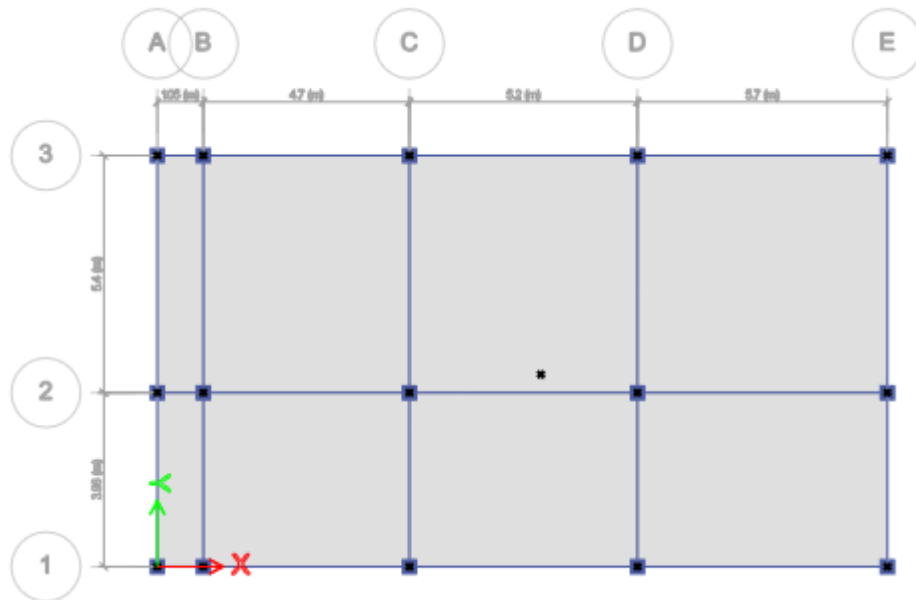


Ilustración 34.- Vista superior del piso 4 del PAnE.

Usaremos los momentos máximos negativos y positivos para cada eje por piso extraídos del análisis del PAnE a partir de la combinación del Envoltente.

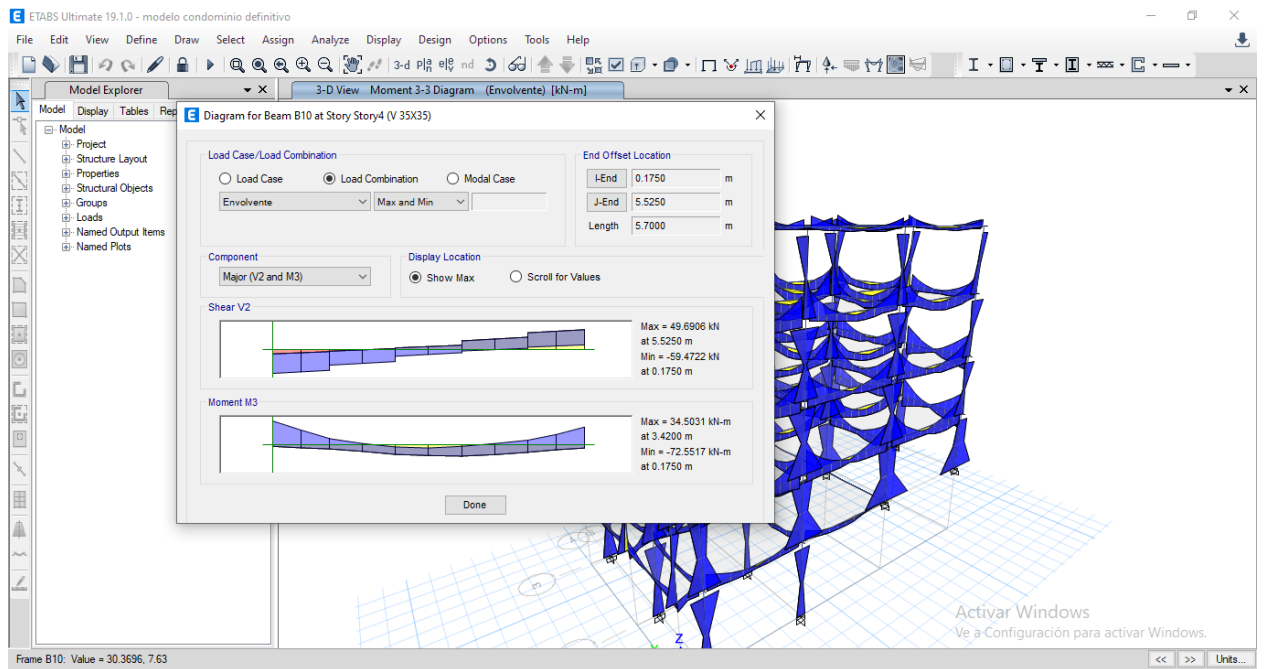


Ilustración 35.- Momentos y cortantes extraídos del PANÉ.

Se mostrará un resumen de los resultados del diseño estructural de las vigas cuyo calculo se encuentra en las memorias de cálculo, primeramente, en sentido x.

Tramo	Posición	Signo	Mu	Dimensiones			varillas	Espacio de confinamiento en cada lado		Espacio entre estribos de 10 mm en confinamiento	Espacio entre estribos
				b	h	d		Nudo izquierdo	Nudo derecho		
			kN*m	m	m	m	mm	cm	cm	m	mm
Cubierta	3	-	23.33	0.30	0.30	0.241	18	60	60	0.06	0.06
		+	10.49	0.30	0.30	0.241	18	60	60	0.06	
	4	-	30.41	0.30	0.30	0.242	16	60	60	0.06	0.06
		+	19.98	0.30	0.30	0.242	16	60	60	0.06	
Piso 4	1	-	18.77	0.35	0.35	0.291	18	70	70	0.07	0.07
		+	7.33	0.35	0.35	0.291	18	70	70	0.07	
	2	-	46.52	0.35	0.35	0.292	16	70	70	0.07	0.07
		+	33.99	0.35	0.35	0.293	14	70	70	0.07	
	3	-	65.23	0.35	0.35	0.291	18	70	70	0.07	0.07
		+	37.03	0.35	0.35	0.293	14	70	70	0.07	
	4	-	87.40	0.35	0.35	0.291	18	70	70	0.07	0.07
		+	53.93	0.35	0.35	0.293	14	70	70	0.07	

Piso 3	1	-	11.54	0.30	0.35	0.293	14	70	70	0.07	0.07
		+	11.99	0.30	0.35	0.293	14	70	70	0.07	
	2	-	53.61	0.30	0.35	0.292	16	70	70	0.07	0.07
		+	21.59	0.30	0.35	0.293	14	70	70	0.07	
	3	-	52.15	0.30	0.35	0.292	16	70	70	0.07	0.07
		+	22.77	0.30	0.35	0.293	14	70	70	0.07	
	4	-	63.91	0.30	0.35	0.291	18	70	70	0.07	0.07
		+	30.96	0.30	0.35	0.293	14	70	70	0.07	
Piso 2	1	-	17.79	0.30	0.35	0.293	14	70	70	0.07	0.07
		+	18.08	0.30	0.35	0.293	14	70	70	0.07	
	2	-	56.45	0.35	0.35	0.292	16	70	70	0.07	0.07
		+	24.51	0.35	0.35	0.292	16	70	70	0.07	
	3	-	56.44	0.35	0.35	0.292	16	70	70	0.07	0.07
		+	22.83	0.35	0.35	0.292	16	70	70	0.07	
	4	-	70.09	0.35	0.35	0.291	18	70	70	0.07	0.07
		+	33.94	0.35	0.35	0.293	14	70	70	0.07	
Piso 1	1	-	26.74	0.25	0.35	0.293	14	70	70	0.07	0.07
		+	18.14	0.25	0.35	0.293	14	70	70	0.07	
	2	-	42.58	0.25	0.35	0.293	14	70	70	0.07	0.07
		+	20.44	0.25	0.35	0.293	14	70	70	0.07	
	3	-	43.60	0.25	0.35	0.293	14	70	70	0.07	0.07
		+	21.98	0.25	0.35	0.293	14	70	70	0.07	

Tabla 15.- Resumen de diseño de vigas en sentido X.

• Resumen de vigas en sentido Y.

Tramo	Posición	Signo	Mu	b	h	d	varillas	Espacio de confinamiento en cada lado		Espacio entre estribos de 10 mm en confinamiento	Escoje Menor
								Nudo izquierdo	Nudo derecho		
	0	0	kN*m	m	m	m	mm	cm	cm	m	mm
Cubierta	1	+	0	0.3	0.3	0.242	16	60	60	0.06	150.00
		-	0	0.3	0.3	0.242	16	60	60	0.06	
	2	+	0	0.3	0.3	0.242	16	60	60	0.06	150.00
		-	0	0.3	0.3	0.242	14	60	60	0.06	
Piso 4	3	+	0	0.3	0.3	0.242	18	60	60	0.06	150.00
		-	0	0.3	0.3	0.242	16	60	60	0.06	
	4	+	0	0.3	0.3	0.242	18	60	60	0.06	150.00
		-	0	0.3	0.3	0.242	18	60	60	0.06	

Piso 3	5	+	0	0.35	0.35	0.292	16	70	70	0.07	175.00
		-	0	0.35	0.35	0.292	16	70	70	0.07	
	6	+	0	0.35	0.35	0.292	16	70	70	0.07	
		-	0	0.35	0.35	0.292	16	70	70	0.07	
Piso 2	7	+	0	0.35	0.35	0.292	16	70	70	0.07	175.00
		-	0	0.35	0.35	0.292	16	70	70	0.07	
	8	+	0	0.35	0.35	0.292	18	70	70	0.07	
		-	0	0.35	0.35	0.292	16	70	70	0.07	
Piso 1	9	+	0	0.35	0.35	0.292	16	70	70	0.07	175.00
		-	0	0.35	0.35	0.292	16	70	70	0.07	
	10	+	0	0.35	0.35	0.292	16	70	70	0.07	
		-	0	0.35	0.35	0.292	16	70	70	0.07	

Tabla 16.- Resumen de diseño de vigas en sentido Y.

Se verifico las vigas por torsión en ambos sentidos y se determinó que no requieren.

3.1.10 Diseño de columnas

Se presenta un resumen general del cálculo del diseño estructural de las columnas, el cálculo se encuentra en la memoria técnica.

	ancho (cm)	Alto (cm)	Diámetro de Varilla (mm)	#varillas ado	Estribos
					Smax (cm)
Columna Piso 1	40	40	1.6	8	25
Columna Piso 2	40	40	1.6	16	25
Columna Piso 3	40	40	1.6	16	25
Columna Piso 4	40	40	1.6	8	25
Columna Piso 5	40	40	1.6	8	25

Tabla 17.- Resumen de diseño de columnas.

3.1.11 Diseño de losas

Se presenta un resumen general del cálculo de losas, los cálculos se encuentran en el apartado de memoria técnica:

Vigas secundarias	
b (ancho de nervio) (cm)	10
hi (ancho de nervio) (cm)	10
Espesor de losa (cm)	5
Bloque (cm)	50

Tabla 18.- Dimensiones de nervio

			Sentido x						Sentido y		
Piso 5	Diámetro (cm)	-			1.0	1.0	1.0		1	1	1
	Diámetro (cm)	+			1.0	1.0			1	1	
	# var ado	-			1.0	1.0	1.0		1	1	1
	# var ado	+			1.0	1.0			1	1	
Piso 4	Diámetro (cm)	-	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4		1.4	1.4	1.4
	Diámetro (cm)	+	1.4	1.4	1.4	1.4			1	1	
	# var ado	-	1	1	1	1	1		1	1	1
	# var ado	+	1	1	1	1			1	1	
Piso 3	Diámetro (cm)	-	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2		1.2	1.2	1.2
	Diámetro (cm)	+	1	1	1	1			1	1	
	# var ado	-	1	1	1	1	1		1	1	1
	# var ado	+	1	1	1	1			1	1	
Piso 2	Diámetro (cm)	-	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2		1.2	1.2	1.2
	Diámetro (cm)	+	1	1	1	1			1	1	
	# var ado	-	1	1	1	1	1		1	1	1
	# var ado	+	1	1	1	1			1	1	
Piso 1	Diámetro (cm)	-	1	1	1				1	1	1
	Diámetro (cm)	+	1	1					1	1	
	# var ado	-	1	1	1				1	1	1
	# var ado	+	1	1	1				1	1	

Tabla 19.- Resumen de diseño de losas.

3.1.12 Cimentación

Para la cimentación de esta estructura se ha elegido el tipo de zapata corrida, para análisis de carga admisible y de asentamiento se han usado datos provenientes de la capa de suelo más débil, aun así, se procederá con el relleno usando el método del Proctor como lo recomienda el estudio de suelos. Este suelo más desfavorable corresponde a un tipo arenoso arcilloso con un bajo ángulo de fricción.

Se verifico además su asentamiento el cual no cumplió en sus estratos naturales, por lo que se asumió un relleno en los dos primeros estratos, nos dio un asentamiento óptimo.

3.1.12.1 Verificación de asentamiento

Se utilizó el método de asentamiento de Schmertmann para suelos arenosos debido a dos estratos de arena arcillosa de 1 m cada uno. Se verificó el asentamiento de la estructura usando datos de sus estratos naturales, en la que se generó un área de influencia a partir de sus factores de deformación unitaria.

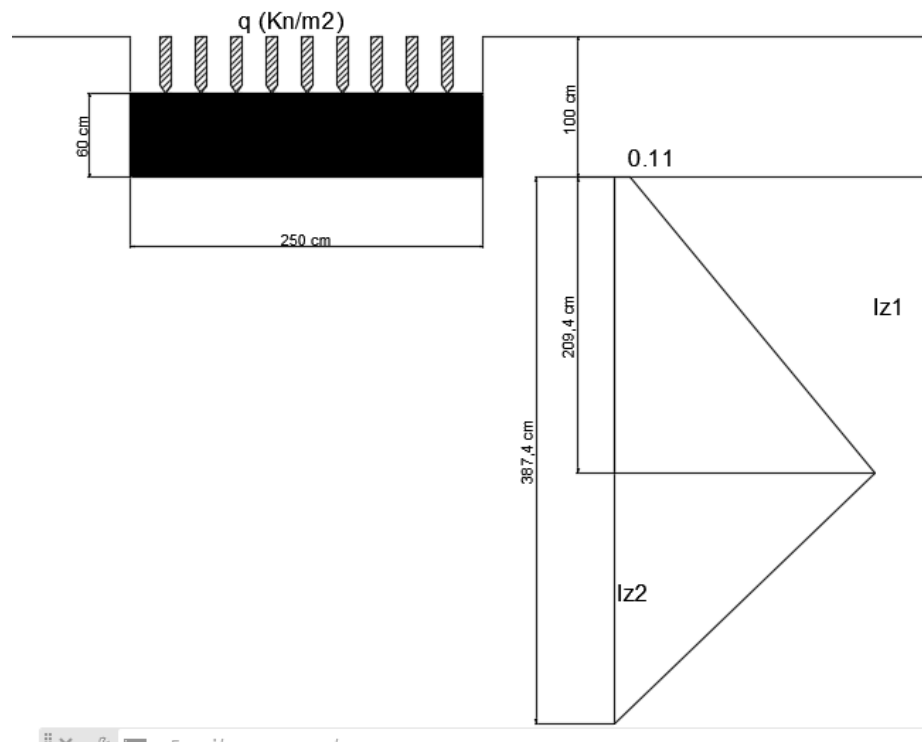


Ilustración 36.- Influencia de cargas en el suelo. Fuente: Propia

Se determinó a partir del apartado de la NEC-SE-GC Geotecnia y cimentaciones 6.3.4 Tabla 7 que la estructura no debe sobrepasar los 3.2 cm de asentamiento, pero usando sus estratos naturales tenemos un asentamiento de 6 cm, por lo que se tomó la recomendación de los estudios de suelo de usos material de relleno en los dos primeros estratos.

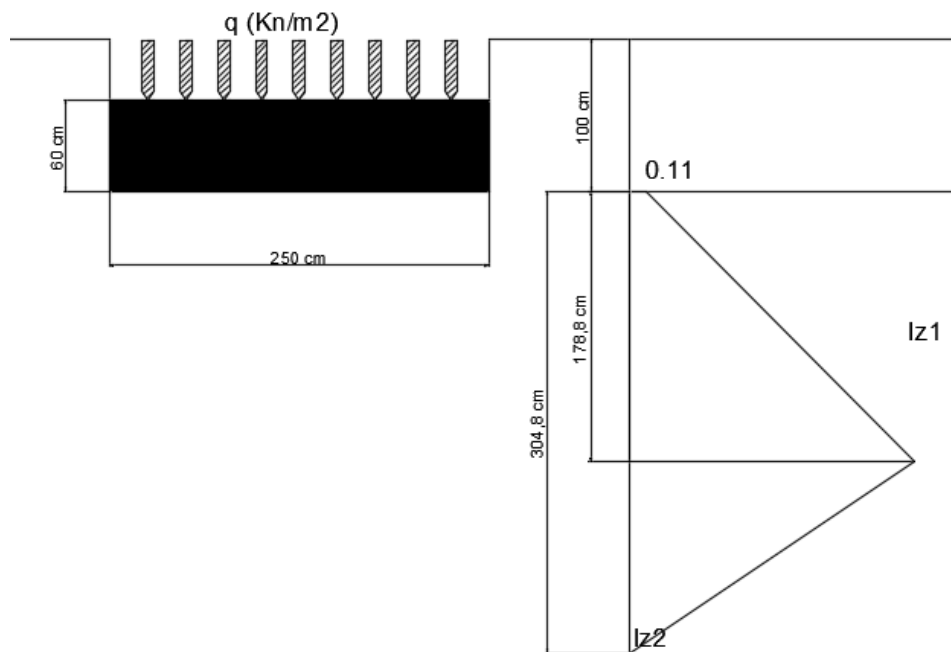


Ilustración 37.- Influencia de cargas en el suelo. Fuente: Propia

Con el uso de material de relleno obtenemos un asentamiento de 2.5 cm lo cual entra dentro de lo aceptable según el NEC de Geotecnia y cimentaciones.

3.1.12.2 Diseño estructural de zapata (Resumen)

Se presenta una imagen referencial del armado de la zapata, los cálculos se encuentran en el apartado de memoria técnica:

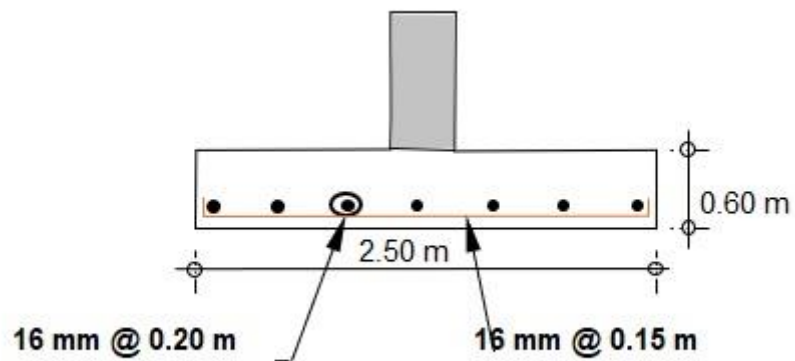


Ilustración 38.- Armado de la zapata (Vista lateral) Fuente: Propia

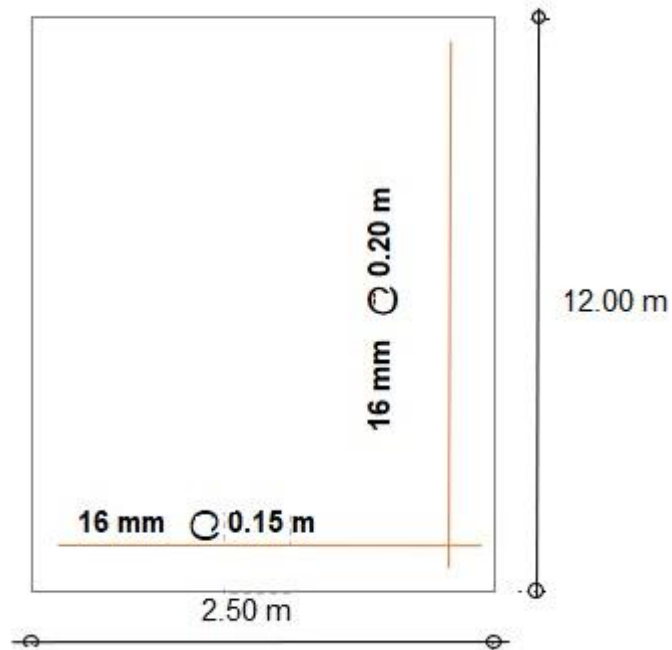


Ilustración 39.- Armado de la zapata (Vista superior) Fuente: Propia

3.1.13 Muro de contención

3.1.13.1 *Diseño estructural*

Se presenta una imagen referencial del armado del muro de contención, los cálculos se encuentran en el apartado de memoria técnica:

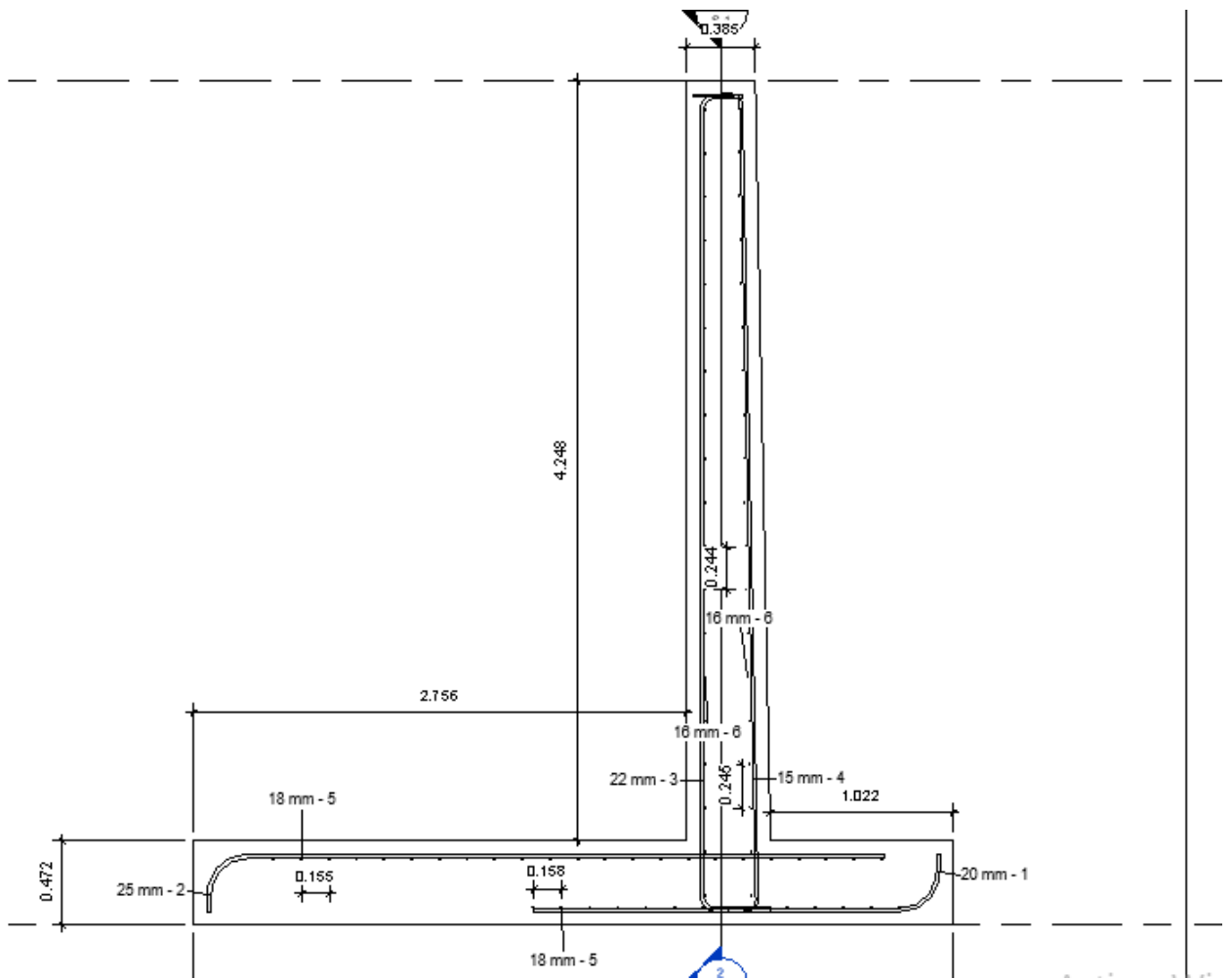


Ilustración 40.- Primer muro de contención Fuente: Propia

3.1.14 Escaleras

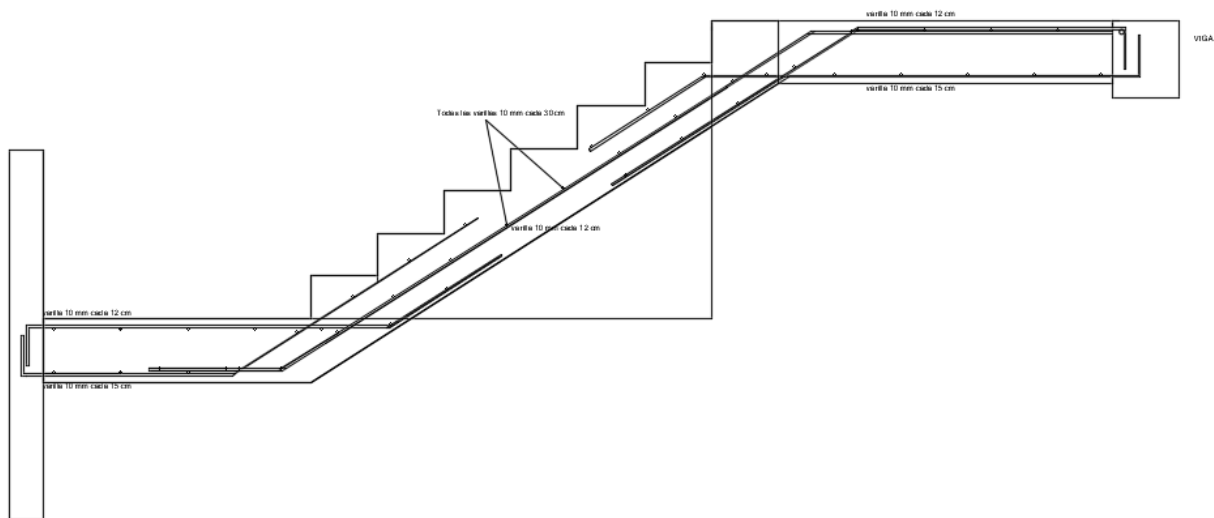


Ilustración 41.- Detalle de escalera. Fuente: Propia

3.2 Especificaciones técnicas

3.2.1 Normativa aplicada en diseño

- **Estimación de cargas y espectro sísmico:**

Se aplicaron las normativas de cargas sísmicas con respecto a NEC-SE-DS Peligro Sísmico, y estimando sus cargas dependiendo su uso de uso la normativa NEC-SE-DS.

- **Diseño de vigas, columnas y losas.**

Para el diseño correcto de las vigas con respecto a sus momentos, fuerzas vectoriales y torsionante, se aplicaron las respectivas normas del ACI 318 2019.

- **Diseño de muro de contención y cimentación.**

Se utilizó el método de Meyerhof (1963) para hallar carga admisible del suelo, para verificar su asentamiento se usó el método de Schmertmann en asentamiento en arenas junto con sus límites como lo dicta el NEC-SE-GC Geotecnia y Cimentaciones.

Para el diseño estructural de zapatas y muro de contención se utilizó el ACI-318 - 14.

3.2.2 Especificaciones técnicas de hormigón

Las especificaciones de hormigón serán aplicadas según el INEN de acuerdo a hormigones preparados en obra, el constructor deberá verificar toda la información técnica del proyecto para comprobar que no existan problemas con el diseño estructural.

- **Materiales para preparación de hormigones con distintos usos:**

Hormigón para muro de contención (m3)		
Materiales		Cantidad
Agua	m3	0.227
Arena fina	m3	0.447
Agregado grueso homogeneizado, máximo de 12,5 mm.	m3	0.744
Cemento gris	kg	466.637

Tabla 20.- Especificación de materiales en un m3 de hormigón (muro de contención)

Hormigón para replantillo (m3)		
Materiales		Cantidad
Agua	m3	0.234
Arena fina	m3	0.553
Agregado grueso homogeneizado, máximo de 12,5 mm.	m3	0.738
Cemento gris	kg	279.3

Tabla 21.- Especificación de materiales en un m3 de hormigón (replantillo)

Hormigón para riostras (m3)		
Materiales		
Agua	m3	0.227
Arena fina	m3	0.447
Agregado grueso homogeneizado, máximo de 12,5 mm.	m3	0.744
Cemento gris	kg	466.637

Tabla 22.- Especificación de materiales en un m3 de hormigón (riostra)

Hormigón para columnas (m3)		
Materiales		
Separador de plástico para armaduras	ud	12
Alambre galvanizado 1,3 mm de diámetro.	kg	0.84
Agente desmoldeante para encofrados metálicos o de madera.	l	0.3
Agua	m3	0.227
Arena fina	m3	0.447
Agregado grueso homogeneizado, de tamaño máximo 12,5 mm.	m3	0.744

Cemento gris en sacos	kg	466.637
Aditivo plastificante para la reducción del agua en el hormigón.	l	2.333

Tabla 23.- Especificación de materiales en un m3 de hormigón (columnas)

Se estimó la cantidad de hormigón en m3 de acuerdo con el programa de modelado estructural.

Especificación de hormigón	Volumen (m3)
Columna y viga	80.2
Cimentaciones	35.28
Muro de contención 1 y 2	94

Tabla 24.- Estimación de m3 de hormigón

- **Cantidad de varillado por kg.**

Se estimó la cantidad de varillas necesitados por kg de acuerdo con el programa de modelado estructural.

Diámetro de varilla (mm)	Kg estimados
10	3674.58
12	867.94
14	1066.30
16	1659.55
16	4785.85
18	850.49
22	238.15
8	646.22

Tabla 25.- Estimación de peso de varillas de estructura

Estimación de varillado para el muro de contención:

Diámetro de varilla (mm)	Kg estimados
25	2312.02
22	3724.08
20	532.69
18	910.90
16	719.72

Tabla 26.- Estimación de peso de varillas de muro de contención

CAPÍTULO 4

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Objetivos específicos

- Evaluar los principales impactos del proyecto que afectan al ambiente local.
- Valorar los impactos ambientales para la determinación un grado de mitigación.
- Proponer soluciones a los problemas ambientales generados durante la ejecución de la obra.

4.2 Descripción del proyecto

El proyecto por realizar se basa en un condominio de 5 pisos ubicado en un terreno con pendiente alta además que tiene en su parte posterior una zona vegetal bastante amplia y en sus cercanías el aviario del cerro “El Paraíso”. Se han solicitado en base a los planos arquitectónicos y estudios de suelo su diseño estructural junto con su cronograma de obra, pero debido a ciertos impactos contaminantes causados en obra se evaluarán métodos para su reducción al mínimo para no dejar afectaciones en la zona ecológica ni en la calidad de vida de los residentes de alrededor.

Las actividades tomadas en cuenta para una correcta evaluación ambiental serán en base al proceso constructivo.

Como alternativas de diseño se tomaron estas opciones:

- Estructuras metálicas.
- Estructuras de hormigón.
- Estructuras mixtas.

4.3 Línea base ambiental

En el proyecto “Diseño estructural de un condominio” se tomará en cuenta los siguientes medios de influencia para la determinación de factores

ambientales dados en el área de estudio, estos medios son: físicos, bióticos y humanos.

4.3.1 MEDIO FÍSICO

- **Clima**

Los datos de esta índole provienen del INAMHI, estos factores son las de temperatura, pluviometría, humedad, velocidad del viento, específicamente de su estación ubicada en:

Guayaquil (Facultad CCNN): Latitud -2.146500, longitud -79.917300, altitud 21 metros, estado operativo, con recopilación del 2015 hasta el 2020. (INAMHI, 2015-2020)

- **Calidad del aire**

Se puede tomar como la concentración de emisiones desde una fuente de contaminación en el aire que pueden llegar a un receptor como lo pueden ser personas o animales que afecten su salud. Según la Norma Ecuatoriana de calidad del aire se tiene un valor permisible de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y por contraparte a la OMS con un valor $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para material articulado menor a 2.5 micrones.

En caso de ser menor a 10 micrones el valor máximo según la norma es de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (Ambiente, 2010)

- **Ruido**

El proyecto se realiza en una zona urbana, en una ciudadela, presenta ciertos niveles de ruido de autos provenientes de su zona baja, además de ruidos temporales de obras de construcción cercanas, según el Ministerio de Ambiente y Transición Ecológica – norma TUSMA determina de que el nivel permisible de ruido en zona residencial de es de 60 dB en un horario de 06H00 a 20H00 y para el resto del día un valor de 50 dB. (FINDER, 2017)

- **Suelo**

Este elemento es fundamental en el ambiente ya que funciona como filtro natural del agua y base de la estructura, sus estratos y composición son determinados a partir de un estudio de suelo brindado por el laboratorio de suelo. (Cotler, Sotelo, Dominguez, & Cortina, 2007)

4.3.2 MEDIO BIÓTICO

- **Zona ambiental**

El proyecto se encuentra ubicado al lado de una zona vegetal propia del cerro, es una vegetación de tipo tropical seco.

Cerca de la zona se encuentra el bosque protector “El Paraíso”, el cual un aviario muy conocido por la diversidad de especies que acoge, por lo que cualquier tipo de afectación a sus alrededores podría afectar directa o indirectamente este cerro. Este factor incluye fauna y flora. (Felix, 2014)

4.3.3 MEDIO HUMANO

- **Demográfico**

El sector de Bellavista cuenta una población cercana de 10751 habitantes representando caso el 0.5% de la población total de Guayaquil, es una zona residencial de clase media alta y cuenta con todos los servicios básicos.

- **Servicios básicos**

Los servicios básicos brindados en la zona son de agua potable y energía eléctrica provenientes de las empresas de Interagua y CNEL respectivamente.

4.4 Actividades del proyecto

Las actividades planteadas en este proyecto son:

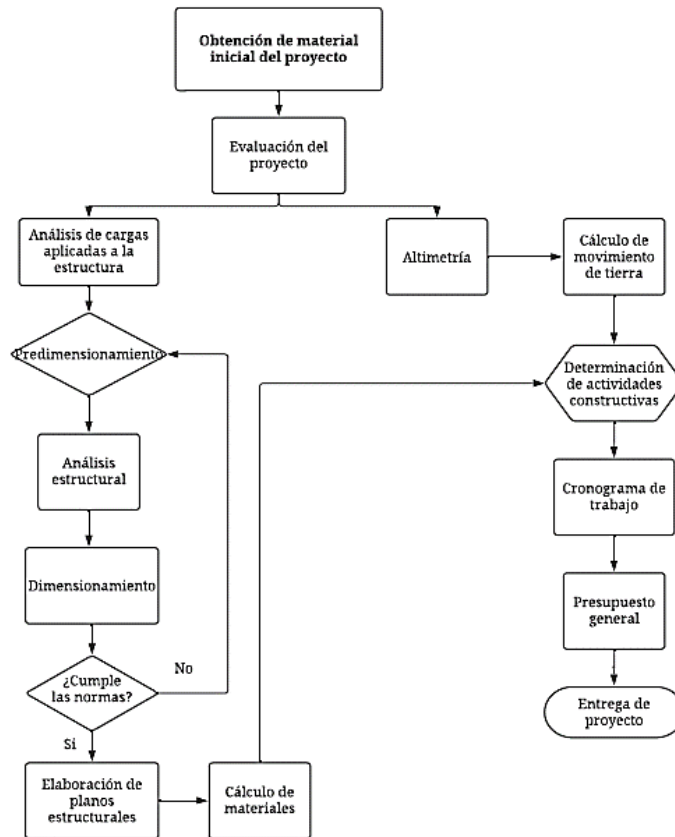


Ilustración 42.- Diagrama de actividades del proyecto. Fuente: Propia

Cronograma de obra

- Diseño estructural
- Operación y mantenimiento de maquinaria
- Topografía y trazado
 - Limpieza de terreno
 - Replanteo
- Movimiento de tierra
 - Relleno y compactación
 - Excavación para zapata
- Cimentación
 - Replanteo
 - Armadura de zapata continua
 - Fundición de hormigón
- Muro de contención
 - Armadura de muro.
 - Fundición de hormigón
- Construcción de estructura

- Fundición de base
- Armadura de columnas, vigas y losas.
- Fundición de elementos estructurales.

4.5 Identificación de impactos ambientales

Actividad	Impacto	Factor
<ul style="list-style-type: none"> • Diseño estructural 	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de energía eléctrica de parte de equipos electrónicos usados para el análisis pertinente. 	Servicios básicos
<ul style="list-style-type: none"> • Operación y mantenimiento de maquinaria 	<ul style="list-style-type: none"> • Molestia causada en el sector debido al transporte de estos. • Las emisiones de ruido causadas por estas en obra incomodando o ahuyentando a fauna del sector y a vecinos cercanos. • Afectación de calidad del aire por sus emisiones de humo. 	Calidad de aire Ruido Demográfico
<ul style="list-style-type: none"> • Topografía y trazado 	<ul style="list-style-type: none"> • Remoción de capa vegetal para toma de datos y trazado. 	Zona ambiental
<ul style="list-style-type: none"> • Movimiento de tierra 	<ul style="list-style-type: none"> • Debilitamiento del talud. 	Suelo
<ul style="list-style-type: none"> • Cimentación 	<ul style="list-style-type: none"> • Malgasto de material para encofrado, tal caso se refiere a la madera. 	Zona ambiental
<ul style="list-style-type: none"> • Muro de contención 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio en el flujo de descarga de aguas lluvias debido a su pendiente. 	Clima Suelo

Tabla 27. - Identificación de impactos ambientales y a que factores afecta.

Alternativa: Estructura de hormigón

<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de estructura 	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de residuos contaminantes debido al encofrado, armado y fundición. • Malgasto de agua 	<p>Zona ambiental</p> <p>Servicios básicos</p>
---	---	--

Tabla 28. - Identificación de impacto ambiental de estructura de hormigón

Alternativa: Estructura metálica

<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de estructura 	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de residuos contaminantes debido a la unión de perfiles, mallado y fundición. • Generación de gases en la soldadura. • Contaminación por el recubrimiento antioxidante de los perfiles. • Malgasto de agua 	<p>Zona ambiental</p> <p>Calidad de aire</p> <p>Servicios básicos</p>
---	--	---

Tabla 29. - Identificación de impacto ambiental de estructura metálica

4.6 Valoración de impactos ambientales

La siguiente valoración tiene una rubrica de criterio propio en base a nivel mitigación dependiendo el tiempo de impacto:

Valoración	0	1	2	3	4	5
	No ha resultado afectado	Impacto mínimo no significativo	Impacto significativo fácilmente mitigable	Impacto mitigable a corto plazo	Impacto mitigable a largo plazo	Impacto no mitigable

Tabla 30.- Rúbrica de valoración ambiental

Factores	Valoración	Justificación
Servicios básicos	3	Malgasta energía de parte de los equipos electrónicos y uso continuo de agua sin regulación.
Calidad de aire	4	Las emisiones de gases serán generadas a lo largo de la obra por parte de maquinarias u otras actividades.
Ruido	4	Las emisiones de ruido serán generadas a lo largo de la obra por diversas actividades, generalmente en su mayor parte.
Demográfico	3	Molestia de la vecindad y fauna silvestre de parte del cerro "El Paraíso".
Zona ambiental	4	Contaminación al ambiente debido a generación de residuos tóxicos.
Clima	4	Alteración del medio natural como lo es el curso de las aguas lluvias en la pendiente.
Suelo	4	Afectación al elemento de otros componentes químicos.

Tabla 31. - Evaluación de impactos por factores.

La siguiente tabla de valoración utilizamos el método de "matriz de Leopold":

MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES

2. CARACTERÍSTICAS O CONDICIONES DEL MEDIO SUSCEPTIBLES DE ALTERARSE

INSTRUCCIONES		1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES												Impactos												
		D. Alteración de la cubierta terrestre	E. Alteración de la hidrología	F. Alteración del drenaje	M. Ruidos y vibraciones	Edificios	I. Barreras, incluyendo vallados	R. Desechos y rellenos	B. Excavaciones superficiales	B. Automóviles	C. Camiones	M. Emisiones de gases (industrias y vehículos)	+				-	Total								
3. ATMÓSFERA	B. Materiales de construcción	-6	-3	-6	-8	5	7	-1	-6	-4	-3	-7	5	8	8	6	8	7	5	8	2	9	11			
	C. Suelos	-3	-5	-5	-7	6	8	-4	-1	-4	-4	-1	5	7	8	5	4	7	6	5	2	9	11			
	D. Calidad	-4	-3	-6	5	1	1	-3	-3	1	1	-7	7	4	6	7	5	5	1	1	8	5	6	11		
	A. Calidad (gases, partícula)	-3	-3	-8	-1	4	-2	-4	-2	-8	-8	-8	5	5	8	1	2	9	8	8	1	10	11			
	B. Clima (Micro y macro)	-4	-6	-5	1	-6	1	-7	-6	-8	-8	-8	6	7	5	1	7	8	8	8	2	9	11			
	F. Compactación y asentamientos	-7	-6	-5	-8	-4	-5	4	-7	-5	-5	-2	8	7	5	8	6	5	7	5	5	1	10	11		
	G. Estabilidad	-6	-5	-7	6	6	7	2	-7	1	1	1	6	5	8	8	8	1	1	1	7	4	11			
	H. Sismología (Terremotos)	-6	-5	-6	-9	-9	-9	-7	-5	-2	-2	-1	7	6	7	9	10	9	7	5	2	2	1	0	11	11
	C. Hierbas	-8	-3	-8	-4	-8	-8	-10	-10	-7	-8	-3	9	6	8	4	8	8	7	7	8	8	6	0	11	11
	F. fauna	-7	-8	-5	-9	-7	-5	-7	-7	-7	-7	-4	7	8	6	8	7	4	7	7	8	8	4	0	11	11
F. Residencial	-3	-3	6	-6	8	8	8	8	1	1	-7	4	4	6	5	8	8	8	8	1	1	8	7	4	11	
5. SERVICIOS SOCIALES	A. Estructuras	-2	-4	-4	-4	8	8	5	2	1	1	-4	2	4	4	3	8	8	4	4	3	3	4	6	5	11
Impactos	Positivos (+)	0	0	1	3	7	7	4	2	4	4	1											33	99	132	
	Negativos (-)	12	12	11	9	5	5	8	10	8	8	11												99		
	Total	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12												132		Totale

Tabla 32. - Evaluación por método de Leopold en base a importancia y magnitud de impacto.

MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES

INSTRUCCIONES

1. Identificar todas las acciones (Situadas en la parte superior de la matriz) que tienen lugar en el proyecto propuesto

2. Bajo cada una de las acciones propuestas, trazar una barra diagonal en la intercepción con cada uno de los términos laterales de la matriz, en caso de posible impacto

3. Una vez completa la matriz en la esquina superior izquierda de cada cuadrado con barra, calificar de 1 a 10 la MAGNITUD del posible impacto. 10 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (el cero no es válido). Delante de cada calificación poner + si el impacto es beneficioso. En la esquina inferior derecha de cada cuadrado calificar de 1 a 10 la IMPORTANCIA del posible impacto (por ejemplo si es regional o simplemente local) 10 representa la máxima importancia y 1 la mínima (El cero no es válido).

4. El texto que acompaña la matriz consistirá en la discusión de los impactos más significativos, es decir aquellos cuyas filas y columnas están señalados con las mayores calificaciones y aquellos cuadros suscritos con números superiores.

D. Alteración de la cubierta terrestre	E. Alteración de la hidrología	F. Alteración del drenaje	M. Ruidos y vibraciones	B. Emplazamientos industriales y edificios	I. Barreras, incluyendo vallados	R. Desmontes y rellenos	B. Excavaciones superficiales	B. Automóviles	C. Camiones	M. Emisiones de gases (industrias y vehículos)
--	--------------------------------	---------------------------	-------------------------	--	----------------------------------	-------------------------	-------------------------------	----------------	-------------	--

Impactos		
+	-	Total

2. CARACTERÍSTICAS O CONDICIONES DEL MEDIO SUSCEPTIBLES DE ALTERARSE

3. ATMÓSFERA	B. Materiales de construcción	-5.48	-4.24	-6.93	-8.00	6.32	7.48	-2.45	-6.93	-5.29	-3.87	-7.48	13.81	-50.67	-36.87
	C. Suelos	-3.87	-5.92	-6.32	-7.48	6.48	8.00	-4.47	-2.00	-5.29	-4.90	-2.24	14.48	-42.50	-28.01
	D. Calidad	-5.29	-3.46	-6.00	5.92	1.00	1.00	-3.87	-3.87	1.00	1.00	-7.48	9.92	-29.98	-20.07
	A. Calidad (gases, partícula)	-3.87	-3.87	-8.00	-1.00	3.46	-2.83	-4.47	-2.00	-8.49	-8.00	-8.00	3.46	-50.53	-47.07
	B. Clima (Micro y macro)	-4.90	-6.48	-5.00	1.00	-6.48	1.00	-7.48	-5.48	-8.00	-8.00	-8.00	2.00	-59.82	-57.82
	F. Compactación y asentamientos	-7.48	-6.48	-5.00	-8.00	-5.29	-5.48	4.47	-7.00	-5.00	-5.92	-3.16	4.47	-58.81	-54.34
	G. Estabilidad	-6.00	-5.00	-7.48	6.93	6.93	7.48	4.00	-7.48	1.00	1.00	1.00	28.34	-25.97	2.37
	H. Sismología (Terremotos)	-6.48	-5.48	-6.48	-9.00	-9.49	-9.00	-7.00	-5.00	-2.00	-2.00	-1.00	0.00	-62.93	-62.93
	C. Hierbas	-8.49	-4.24	-8.00	-4.00	-8.00	-8.00	-8.37	-8.37	-7.48	-8.00	-4.24	0.00	-77.19	-77.19
	F. Microfauna	-7.00	-8.00	-5.48	-8.49	-7.00	-4.47	-7.00	-7.00	-7.48	-7.48	-4.00	0.00	-73.40	-73.40
5. SERVICIOS E	F. Residencial	-3.46	-3.46	6.00	-5.48	8.00	8.00	8.00	8.00	1.00	1.00	-7.48	40.00	-19.89	20.11
	A. Estructuras	-2.00	-4.00	-4.00	-3.46	8.00	8.00	4.47	2.83	1.73	1.73	-4.00	26.76	-17.46	9.30
Impactos	Positivos (+)	0.00	0.00	6.00	13.84	40.20	40.97	20.94	10.83	4.73	4.73	1.00	143.26	-569.15	-425.91
	Negativos (-)	-64.33	-60.64	-68.69	-54.91	-36.26	-29.78	-45.12	-55.13	-49.03	-48.17	-57.09	-569.15		
	Total	-64.33	-60.64	-62.69	-41.07	3.94	11.19	-24.17	-44.30	-44.30	-43.44	-56.09			Totales

Tabla 33. - Evaluación por método de matriz de Leopold

Las principales condiciones del medio susceptible a alterarse negativamente son las siguientes:

- **Calidad (gases).** – Ante el uso de maquinaria con emisiones excesivas, levantamiento de polvo por movimiento de tierra, entre otras actividades, crean un ambiente nocivo que podrían causar daños respiratorios al personal de obra a pesar del equipo de protección, así como a las personas que habitan en los alrededores.
- **Clima.** – El principal con el clima es la lluvia causada por esta, al alterar el medio natural del terreno el curso del agua se verá alterado afectando posiblemente a otras estructuras cercanas.
- **Compactación y asentamientos.** – Al haber movimiento de tierra, compactaciones y rellenos, pueden mejorar el lugar de construcción, pero al tratarse de un lugar con una pendiente pronunciada podrían debilitar el talud causando un derrumbe, además un mal asentamiento de la estructura podría causar su derrumbamiento afectando la seguridad de sus residencias laterales. Estos se prevén en el análisis estructural sin embargo es considerado como impacto ambiental.
- **Sismología.** – los movimientos telúricos son fenómenos naturales capaces de derrumbar edificios o causar daños graves en este, se lo considera en los factores sísmicos en el análisis estructural.
- **Flora y fauna.** – en el caso de limpieza del terreno se quita toda la vegetación que se haya encontrado en el terreno, tiene un impacto pequeño con respecto al área, pero considerando un crecimiento inmobiliario constante esos mínimos impactos se convierten en una deforestación grave, afectando a la fauna también.

4.7 Medidas de prevención/mitigación

Medida	Impacto por mitigar	Responsable	Momento	Ubicación	Actividades y recursos	Presupuesto
Control de los recursos hídricos.	Malgasto de agua	Residente de obra	Fase constructiva	Lugar del proyecto	Organización de recursos entre el equipo de trabajo.	\$5000
Instalación de unidades eléctricas.	Malgasto de energía eléctrica	Ing. Eléctrico	Fase de diseño y constructiva.	Lugar del proyecto	Ahorradores energéticos como celdas solares.	\$ 2500
Buscar maquinarias nuevas o instalar filtros de humo.	Emisiones de gases Ruidos altos	Residente de obra	Fase constructiva	Ruta de transporte de materiales	Filtros óptimos para la maquinaria los cuales disminuirán la contaminación.	Maquinaria aprox.: \$ 20,000.00 Filtro de humo externo aprox.: \$ 100.00
Control del manejo de los materiales al momento de transportarlos, embodegarlos y usarlos ya que en caso de las varillas o perfiles metálicos su manipulación bruta genera percusiones grandes.	Ruidos altos	Residente de obra	Fase constructiva	Ruta de transporte de materiales y lugar del proyecto	Una Distribución adecuada del material en obra, mediante bodegas momentáneas y maquinaria apropiado para el transporte adecuado.	\$7500

Utilización de mantas o barreras acústicas alrededor de la obra para reducir el ruido generado en esta.	Ruidos altos Generación de escombros fuera de la obra	Residente de obra	Fase constructiva	Lugar del proyecto	Recurso: Manta o barrera acústica	Manta de 2.5*2.1 m aprox.: \$ 80.00 \$ 6400 del edificio
Organizar las entradas y salidas de materiales a una hora determinada donde no afecte la movilización de los residentes de la misma zona.	Demográfico	Residente de obra	Fase constructiva	Ruta de transporte de materiales y lugar del proyecto	Logística adecuada por lo que se necesitara personal quien se encargara de ello	\$ 2550
Todos los residuos generados de la construcción deberán ser correctamente recolectados y clasificados para llevarlos al punto de acopio de basura adecuado.	Contaminación ambiental	Residente de obra	Fase constructiva	Lugar del proyecto	Designar un punto de recolección en obra donde se ubique la basura siempre, para ser retirados por el desalojo. Se puede utilizar un basurero de cajón.	Contenedor de basura: \$ 690.00
En el caso del encofrado usar planchas metálicas reutilizables reduciendo el mal uso de la madera.	Malgasto de recursos	Residente de obra	Fase constructiva	Lugar del proyecto	Pernos adecuados junto con las planchas metálicas.	\$1200

Se deberá diseñar un canal de agua para la descarga correcta de las aguas lluvias provenientes del cerro sin afectar la obra o la estructura.	Afectaciones de aguas lluvia	Diseñador y planificador de obra	Fase de diseño y constructiva.	Lugar del proyecto	Paneles prefabricados para canal.	\$9200
Control de residuos contaminantes en suelo libre.	Contaminación ambiental	Residente de obra	Fase constructiva	Lugar del proyecto	Casetas para residuos humanos.	\$3600 en un tiempo estimado de 6 meses

Tabla 34. - Métodos de mitigación

Teniendo un total estimado de \$58740 para mitigación de impactos ambientales.

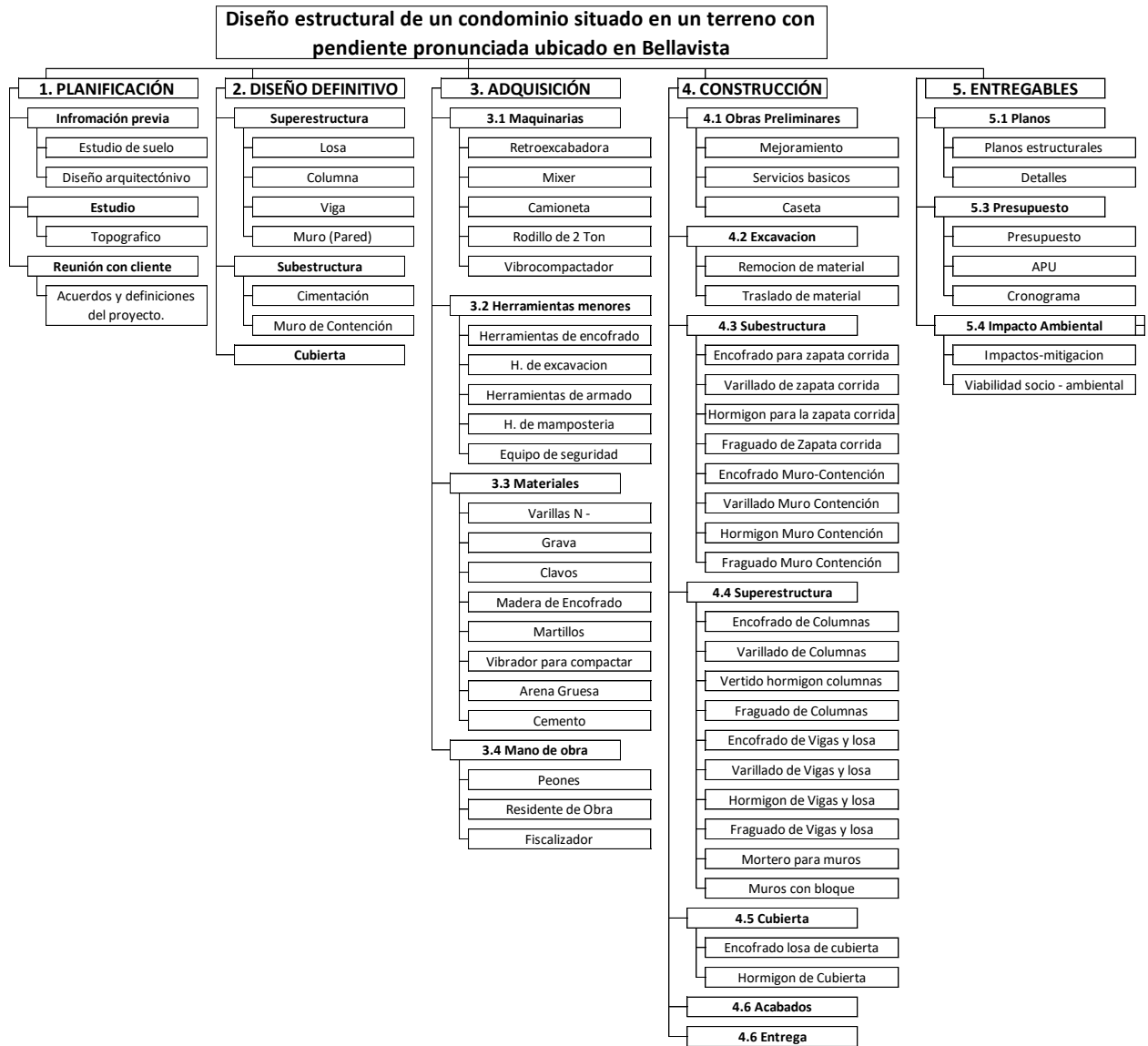
4.8 Conclusiones

- Con la evaluación de los impactos ambientales identificados se puede concluir que la ejecución del proyecto no generará impactos irreversibles en el ambiente, pero si mitigables o reversibles.
- La gran parte de impactos identificados se generarán durante la fase de construcción en los factores físicos y biológicos, donde se presentan planes de mitigación en la fase de diseño.
- Usando el método de Leopold se gestionarán todos los impactos cuya significancia negativa sea mayor en el ambiente, evaluando una solución óptima al problema.
- Se han valorado distintos factores ambientales en donde destacan en su mayoría la generación de residuos contaminantes tanto físicos como gaseosos, en las cuales se debe tener un sistema de captación correcto y disminuir el impacto en el aire.
- Se obtuvo una mitigación de 58740 dólares por lo que se debería tomar en cuenta para el presupuesto de la obra en sí.

CAPÍTULO 5

5. PRESUPUESTO

5.1 EDT



5.2 Descripción de rubros

Se dividen los rubros en tres partes:

- Materiales: Se definen como los materiales principales usados para la ejecución para ejecución de la obra como lo son el hormigón y las varillas respectivas.
- Equipos: maquinaria utilizada en obra, la mayoría es alquilada debido a sus costos de venta elevados.
- Mano de obra: Rubros de salarios dependiendo el cargo proveniente de la Controlaría general del estado.

5.3 Análisis de costos unitarios

Los rubros de cada valor vienen de una investigación de mercado provenientes de proveedores de Guayaquil.

Apus y presupuesto total		
Materiales		
Rubros	unid	Costo unitario
Hormigón estructural	m3	\$ 102.44
Hormigón de zapata	m3	\$ 97.39
Hormigón de muro de contención	m3	\$ 92.96
Varilla 10 mm (Estructura)	quintal	\$ 65.00
Varilla 12 mm (Estructura)	quintal	\$ 65.00
Varilla 14 mm (Estructura)	quintal	\$ 65.00
Varilla 15 mm (Estructura)	quintal	\$ 65.00
Varilla 16 mm (Estructura)	quintal	\$ 65.00
Varilla 18 mm (Estructura)	quintal	\$ 65.00
Varilla 22 mm (Estructura)	quintal	\$ 65.00
Varilla 8 mm (Estructura)	quintal	\$ 65.00
Varilla 25 mm (Muro de contención)	quintal	\$ 65.00
Varilla 22 mm (Muro de contención)	quintal	\$ 65.00
Varilla 20 mm (Muro de contención)	quintal	\$ 65.00
Varilla 18 mm (Muro de contención)	quintal	\$ 65.00
Varilla 16 mm (Muro de contención)	quintal	\$ 65.00
Varillado de riostra (12 mm) (Entrada)	quintal	\$ 65.00
Hormigón de riostra (Entrada)	m3	\$ 92.96
Hormigón de columnas (Entrada)	m3	\$ 102.44
Varillado de columna (Entrada)	quintal	\$ 65.00
Acabado de garaje	m3	\$ 102.44
Replanteo	m3	\$ 61.19
Malla electrosoldada	m3	\$ 180.00
Hormigón de contrapiso	m3	\$ 70.00

Mampostería	m2	\$ 16.00
Enlucido	m2	\$ 13.50
Hormigón escalera	m3	\$ 102.44
Varillado de 10 mm	quintal	\$ 65.00
Bloque para losa	unid	\$ 0.50
Equipos		
Rubros	unid	Costo unitario
Retiro de material (Excavadora) - Retiro inicial	hora	\$ 40.00
Retiro de material (Volqueta) - Retiro inicial	viaje	\$ 30.00
Retiro de material (Excavadora) - Cimientos	hora	\$ 40.00
Retiro de material (Volqueta) - Cimientos	viaje	\$ 30.00
Retiro de material (Excavadora) - Muros de contención	hora	\$ 40.00
Retiro de material (Volqueta) - Muros de contención	viaje	\$ 30.00
Material de relleno por Proctor (Volquetadas)	7 m3	\$ 56.00
Compactadora manual	hora	\$ 38.00
Encofrado de muro de contención	m2	\$ 5.00
Encofrado de columnas	columna	\$ 10.00
Encofrado de losas y vigas	m2	\$ 6.00
Alquiler de concretera	día	\$ 35.00
Equipos de trabajo general	día	\$ 100.00
Mano de obra		
Rubros	unid	Costo unitario
Limpieza de obra	día	\$ 50.00
Trazado de estructura	m3	\$ 0.80
Operador	hora	\$ 4.29
Albañil	mes	\$ 450.00
Ayudante	mes	\$ 437.00
Residente de obra	mes	\$ 500.00
Bodeguero	mes	\$ 450.00
Encofrador	mes	\$ 450.00
Ayudante encofrador	mes	\$ 450.00
Fierrero	mes	\$ 450.00
Ayudante de fierrero	mes	\$ 450.00
Ingeniero a cargo	mes	\$ 800.00
Aditamento personal	unid	\$ 3.00

5.4 Descripción de cantidades de obra

Las cantidades de material estimados fueron extraídas del programa de diseño estructural por su cálculo de cantidad de materiales:

Apus y presupuesto total			
Materiales			
Rubros	unid	Costo unitario	Cantidad
Hormigón estructural	m3	\$ 102.44	80.2
Hormigón de zapata	m3	\$ 97.39	35.28
Hormigón de muro de contención	m3	\$ 92.96	94
Varilla 10 mm (Estructura)	quintal	\$ 65.00	36.7457837
Varilla 12 mm (Estructura)	quintal	\$ 65.00	8.67944443
Varilla 14 mm (Estructura)	quintal	\$ 65.00	10.6629581
Varilla 15 mm (Estructura)	quintal	\$ 65.00	16.5954845
Varilla 16 mm (Estructura)	quintal	\$ 65.00	47.8584804
Varilla 18 mm (Estructura)	quintal	\$ 65.00	8.5049103
Varilla 22 mm (Estructura)	quintal	\$ 65.00	2.38148244
Varilla 8 mm (Estructura)	quintal	\$ 65.00	6.4622112
Varilla 25 mm (Muro de contención)	quintal	\$ 65.00	45.7779137
Varilla 22 mm (Muro de contención)	quintal	\$ 65.00	74.1235979
Varilla 20 mm (Muro de contención)	quintal	\$ 65.00	10.5058
Varilla 18 mm (Muro de contención)	quintal	\$ 65.00	18.217945
Varilla 16 mm (Muro de contención)	quintal	\$ 65.00	14.3944257
Varillado de riostra (12 mm) (Entrada)	quintal	\$ 65.00	16
Hormigón de riostra (Entrada)	m3	\$ 92.96	17.0496
Hormigón de columnas (Entrada)	m3	\$ 102.44	1.35
Varillado de columna (Entrada)	quintal	\$ 65.00	5
Acabado de garaje	m3	\$ 102.44	3.6
Replanteo	m3	\$ 61.19	7.707
Malla electrosoldada	m3	\$ 180.00	16.25
Hormigón de contrapiso	m3	\$ 70.00	46.8
Mampostería	m2	\$ 16.00	1155.816
Enlucido	m2	\$ 13.50	2311.632
Hormigón escalera	m3	\$ 102.44	21.888
Varillado de 10 mm	quintal	\$ 65.00	67
Bloque para losa	unid	\$ 0.50	1560

5.5 Valoración integral del costo del proyecto incluyendo las medidas de prevención y mitigación del impacto ambiental

Apus y presupuesto total			
Materiales			

Rubros	unid	Costo unitario	Cantidad	% aumento	Precio
Hormigón estructural	m3	\$ 102.44	80.2	3%	\$ 8,462.45
Hormigón de zapata	m3	\$ 97.39	35.28	3%	\$ 3,539.03
Hormigón de muro de contención	m3	\$ 92.96	94	3%	\$ 9,000.26
Varilla 10 mm (Estructura)	quintal	\$ 65.00	36.7457837	7%	\$ 2,555.67
Varilla 12 mm (Estructura)	quintal	\$ 65.00	8.67944443	7%	\$ 603.66
Varilla 14 mm (Estructura)	quintal	\$ 65.00	10.6629581	7%	\$ 741.61
Varilla 15 mm (Estructura)	quintal	\$ 65.00	16.5954845	7%	\$ 1,154.22
Varilla 16 mm (Estructura)	quintal	\$ 65.00	47.8584804	7%	\$ 3,328.56
Varilla 18 mm (Estructura)	quintal	\$ 65.00	8.5049103	7%	\$ 591.52
Varilla 22 mm (Estructura)	quintal	\$ 65.00	2.38148244	7%	\$ 165.63
Varilla 8 mm (Estructura)	quintal	\$ 65.00	6.4622112	7%	\$ 449.45
Varilla 25 mm (Muro de contención)	quintal	\$ 65.00	45.7779137	7%	\$ 3,183.85
Varilla 22 mm (Muro de contención)	quintal	\$ 65.00	74.1235979	7%	\$ 5,155.30
Varilla 20 mm (Muro de contención)	quintal	\$ 65.00	10.5058	7%	\$ 730.68
Varilla 18 mm (Muro de contención)	quintal	\$ 65.00	18.217945	7%	\$ 1,267.06
Varilla 16 mm (Muro de contención)	quintal	\$ 65.00	14.3944257	7%	\$ 1,001.13
Varillado de riostra (12 mm) (Entrada)	quintal	\$ 65.00	16	7%	\$ 1,112.80
Hormigón de riostra (Entrada)	m3	\$ 92.96	17.0496	3%	\$ 1,632.45
Hormigón de columnas (Entrada)	m3	\$ 102.44	1.35	3%	\$ 142.45
Varillado de columna (Entrada)	quintal	\$ 65.00	5	7%	\$ 347.75
Acabado de garaje	m3	\$ 102.44	3.6	5%	\$ 387.24
Replanteo	m3	\$ 61.19	7.707	3%	\$ 485.74
Malla electrosoldada	m3	\$ 180.00	16.25		\$ 2,925.00
Hormigón de contrapiso	m3	\$ 70.00	46.8	3%	\$ 3,374.28
Mampostería	m2	\$ 16.00	1155.816		\$ 18,493.06
Enlucido	m2	\$ 13.50	2311.632		\$ 31,207.03
Hormigón escalera	m3	\$ 102.44	21.888	3%	\$ 2,309.55
Varillado de 10 mm	quintal	\$ 65.00	67	7%	\$ 4,659.85
Bloque para losa	unid	\$ 0.50	1560		\$ 780.00
				Subtotal	\$ 109,787.26
Equipos					
Rubros	unid	Costo unitario	Cantidad	% aumento	Precio
Retiro de material (Excavadora) - Retiro inicial	hora	\$ 40.00	32		\$ 1,280.00
Retiro de material (Volqueta) - Retiro inicial	viaje	\$ 30.00	93		\$ 2,790.00
Retiro de material (Excavadora) - Cimientos	hora	\$ 40.00	16		\$ 640.00
Retiro de material (Volqueta) - Cimientos	viaje	\$ 30.00	29		\$ 870.00
Retiro de material (Excavadora) - Muros de contención	hora	\$ 40.00	12		\$ 480.00
Retiro de material (Volqueta) - Muros de contención	viaje	\$ 30.00	20		\$ 600.00
Material de relleno por Proctor (Volquetadas)	7 m3	\$ 56.00	56.6	5%	\$ 3,328.08
Compactadora manual	hora	\$ 38.00	52.9		\$ 2,010.20
Encofrado de muro de contención	m2	\$ 5.00	148.96		\$ 744.80

Encofrado de columnas	columna	\$ 10.00	50		\$ 500.00
Encofrado de losas y vigas	m2	\$ 6.00	619		\$ 3,714.00
Alquiler de concretera	día	\$ 35.00	480		\$ 16,800.00
Equipos de trabajo general	día	\$ 100.00	480		\$ 48,000.00
				Subtotal	\$ 81,757.08
Mano de obra					
Rubros	unid	Costo unitario	Cantidad	% aumento	Precio
Limpieza de obra	día	\$ 50.00	2		\$ 100.00
Trazado de estructura	m3	\$ 0.80	390		\$ 312.00
Operador	hora	\$ 4.29	52.9		\$ 226.94
Albañil	mes	\$ 450.00	8		\$ 28,800.00
Ayudante	mes	\$ 437.00	5		\$ 17,480.00
Residente de obra	mes	\$ 500.00	1		\$ 4,000.00
Bodeguero	mes	\$ 450.00	1		\$ 3,600.00
Encofrador	mes	\$ 450.00	8		\$ 28,800.00
Ayudante encofrador	mes	\$ 450.00	8		\$ 28,800.00
Fierrero	mes	\$ 450.00	4		\$ 14,400.00
Ayudante de fierrero	mes	\$ 450.00	4		\$ 14,400.00
Ingeniero a cargo	mes	\$ 800.00	1		\$ 6,400.00
Aditamento personal	unid	\$ 3.00			\$ 27,000.00
				Subtotal	\$ 174,318.94
Subtotal (Precio unitario)					\$ 7,029.36
Subtotal (Presupuesto general)					\$ 365,863.28
IVA					\$ 43,903.59
Total					\$ 409,766.87
Por m2					\$ 546.36

Costo de control de impacto ambiental	\$ 58,740.00
---------------------------------------	--------------

5.6 Cronograma de obra

Ver en Anexos

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se estimó un presupuesto de obra de \$ 365.863,28 + IVA, estimando por m² en \$ 546,36, así mismo para mitigar cada uno de los impactos ambientales se valorizo en \$ 58,740.00.
- Según el método de asentamientos de arena se demostró que el terreno natural no soporta en su totalidad a la estructura por lo que si se tomó en cuenta la recomendación de los estudios de suelo, el cual es mejorar el terreno a dos metros de su superficie evitando asentamientos graves.
- Se utilizaron los parámetros de carga adecuados según la norma para el uso por cada piso.
- Se determinó un rendimiento adecuado a la estructura por lo que esta cumple con los requisitos de estabilidad, resistencia y riesgos sísmicos.
- Se utilizó de manera adecuada la normativa e incluso extendiéndose hacia la norma ACI 2019 en la cual se basa la NEC, por lo que se diseñó de una manera eficaz cada elemento estructural.
- Se detalló cada elemento en los planos estructurales con su respectivo número de varilla y espaciamiento obtenido con la normativa.
- En fin, se cumplió con la estabilidad del ante sucesos sísmicos e incluso ante deslizamientos debido a la zona con pendiente que se encuentra.

Recomendaciones

- Se recomienda realizar un estudio de suelo más detallado debido a su fondo rocoso para verificar presencia de estratos de arena que la puedan desestabilizar.
- A pesar del diseño de zapata corrida en una dirección se recomienda tomar en cuenta también en dos direcciones para una mejor rigidez y distribución de cargas.
- Al realizar el cálculo tanto de vigas como columnas no olvidar realizar las respectivas comprobaciones de resistencia a torsión ya que es muy importante.
- Cuando se realiza la losa de dos direcciones no olvidar tomar en cuenta que se trabajan en dos direcciones por lo que se tiene que cumplir el cortante en ambas.
- Al momento de realizar la respectiva armadura de cada elemento verificar que se distribuya de una manera adecuada ya que de esta manera se va a elaborar en campo.

BIBLIOGRAFÍA

7. BIBLIOGRAFÍA

- Acesco. (Junio de 2008). Diseño de Ingeniería - Vibraciones en entrepisos. *Notiacesco*(Edición 2), 2.
- Aguirre Sosopanta , C. E., & Figueroa Bernal, A. J. (2008). *Analisis Tecnico-Economico entre proyectos de construccion de estructuras metalicas y hormigon armado para edificios*. Escuela Politecnica Nacional, Facultad de Ingeniera Mecanica , Quito.
- Anonimo. (2020). Manual de Instalacion Ternium Losacero. *Ternium*, 11.
- Cifuentes, V. (28 de Abril de 2022). *Bloomberg*. Obtenido de Economía : <https://www.bloomberglinea.com/2022/04/28/precio-del-acero-haria-inviabile-construir-viviendas-de-interes-social-en-colombia/>
- Ecuador, O. p. (2014). Norma Ecuatoriana de la construccion (NEC). En *Geotecnia y cimentaciones* (pág. 6). Quito, Ecuador.
- GruntsWork. (2022). *CSiSPAIN*. Obtenido de SAP2000: <https://www.csiespana.com/software/2/sap2000#>
- Hibbeler, R. C. (2012). *Analisis Estructural* (Octava ed.). Mexico : Pearson Educacion .
- Peck, R., Hanson, W., & Thornburn, T. (1983). *Ingenieria de cimentaciones*. Mexico: Limusa - Noriega Editores.
- RF AECO. (2021). *RF AECO COMPETENCE CENTER*. Obtenido de ¿Qué es Revit de Autodesk y para qué sirve?: <https://www.rfaeco.com/que-es-revit-de-autodesk-y-para-que-sirve/>
- Zambrano Salazar, L. L. (2017). *Elaboracion de un software en base matlab para el calculo y diseño de losas macizas y nervadas*. Universidad Tecnica de Ambato, Departamento de Ingenieria Civil, Ambato.

MEMORIA DE CALCULO

7.1 Diseño de vigas

Usaremos como ejemplo de comprobación la cuarta viga de la zona de area social en Sentido x

$$\begin{aligned}f_c &:= 24 \text{ MPa} & f_y &:= 420 \text{ MPa} \\ \phi_{flexion} &:= 0.9 & \phi_{cizallamiento} &:= 0.75 \\ M_{neg} &:= 87.40 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} & M_{pos} &:= 53.93 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \\ \mu_1 &:= M_{neg} & \mu_2 &:= M_{pos}\end{aligned}$$

- Dimensiones previas

$$b := 0.35 \cdot \text{m}$$

$$h := 0.35 \cdot \text{m}$$

$$r := 0.04 \cdot \text{m} \quad (\text{Recubrimiento})$$

$$d_{estribo} := 10 \text{ mm} \quad (\text{Diámetros de varilla estimados})$$

$$d_{long1} := 14 \text{ mm} \quad \text{Varillado de momento positivo}$$

$$d_{long2} := 18 \text{ mm} \quad \text{Varillado de momento negativo}$$

$$d1 := h - r - d_{estribo} - \frac{d_{long2}}{2} = 0.291 \text{ m} \quad \text{Peralte}$$

$$d2 := h - r - d_{estribo} - \frac{d_{long1}}{2} = 0.293 \text{ m}$$

A partir de la norma ACI 2019 9.6.3.4, hallamos el A_s min y escogemos el mayor: Para el análisis de los momentos negativos usaremos la codificación 1 y para los momentos positivos codificación 2.

(-)

$$A_{s_min1.1} := 0.25 \cdot \sqrt{f_c \cdot \text{MPa}} \cdot b \cdot \frac{d1}{f_y} = 297.001 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_min1.2} := 1.4 \cdot b \cdot \frac{d1 \cdot \text{MPa}}{f_y} = 339.5 \text{ mm}^2$$

$$As_{min1} := \text{if } As_{min1.1} > As_{min1.2} \left| \begin{array}{l} As_{min1.1} \\ \text{else} \\ As_{min1.2} \end{array} \right. = 339.5 \text{ mm}^2$$

(+)

$$As_{min2.1} := 0.25 \cdot \sqrt{fc \cdot MPa} \cdot b \cdot \frac{d2}{fy} = 299.042 \text{ mm}^2$$

$$As_{min2.2} := 1.4 \cdot b \cdot \frac{d2 \cdot MPa}{fy} = 341.833 \text{ mm}^2$$

$$As_{min2} := \text{if } As_{min2.1} > As_{min2.2} \left| \begin{array}{l} As_{min2.1} \\ \text{else} \\ As_{min2.2} \end{array} \right. = 341.833 \text{ mm}^2$$

- # número mínimo de varillas

$$\#n1 := \frac{As_{min1}}{\frac{\pi}{4} \cdot ((d1 - h + (r) + (d_{estribo})) \cdot -2)^2} = 1.334$$

$$\#n2 := \frac{As_{min1}}{\frac{\pi}{4} \cdot ((d2 - h + (r) + (d_{estribo})) \cdot -2)^2} = 2.205$$

$$\#n1.1 := 2$$

$$\#n2.2 := 3$$

$$As_{min_ado1} := \left(\frac{\#n1}{As_{min1}} \right)^{-1} \cdot \#n1.1 = 508.938 \text{ mm}^2$$

$$As_{min_ado2} := \left(\frac{\#n2}{As_{min2}} \right)^{-1} \cdot \#n2.2 = 464.988 \text{ mm}^2$$

$$Pge1 := \frac{As_{min_ado1}}{b \cdot d1} = 0.005$$

$$Pge2 := \frac{As_{min_ado2}}{b \cdot d2} = 0.005$$

$$Bi := 0.85$$

$$Es := 200000 \text{ MPa}$$

$$Pb := Bi \cdot \frac{fc}{fy} \cdot \frac{0.003}{0.003 + \frac{fy}{Es}} = 0.029$$

- Obtenemos una cuantía mínima a partir del ACI 2019 9.6.1.2.

$$Pmin1 := 0.8 \cdot \frac{\sqrt{fc \cdot 10 \cdot \text{MPa}}}{fy \cdot 10} = 0.003$$

$$Pmin2 := \frac{14 \cdot \text{MPa}}{fy \cdot 10} = 0.003$$

$$Pmin := \begin{cases} Pmin1 \\ \text{else} \\ Pmin2 \end{cases} = 0.003$$

$$Pmax := 0.75 \cdot Pb = 0.021$$

- Procedemos a hallar la cuantía geométrica.

$$a1 := 0.59 \cdot b \cdot d1^2 \cdot \frac{fy^2}{fc} = (1.285 \cdot 10^8) \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$a2 := 0.59 \cdot b \cdot d2^2 \cdot \frac{fy^2}{fc} = (1.303 \cdot 10^8) \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$b1 := b \cdot d1^2 \cdot fy \cdot (-1) = -1.245 \cdot 10^7 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$b2 := b \cdot d2^2 \cdot fy \cdot (-1) = -1.262 \cdot 10^7 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$c1 := Mneg$$

$$c2 := Mpos$$

$$x1.1 := \frac{-b1 + \sqrt{b1^2 - 4 \cdot a1 \cdot c1}}{2 \cdot a1} = 0.089$$

$$x2.1 := \frac{-b2 + \sqrt{b2^2 - 4 \cdot a2 \cdot c2}}{2 \cdot a2} = 0.092$$

$$x_{1.2} := \frac{-b_1 - \sqrt{b_1^2 - 4 \cdot a_1 \cdot c_1}}{2 \cdot a_1} = 0.008$$

$$x_{2.2} := \frac{-b_2 - \sqrt{b_2^2 - 4 \cdot a_2 \cdot c_2}}{2 \cdot a_2} = 0.004$$

$$P_{geo1} := \begin{cases} \text{if } x_{1.2} > x_{1.1} \\ \quad || x_{1.1} \\ \quad \text{else} \\ \quad || x_{1.2} \end{cases} = 0.008$$

$$P_{geo2} := \begin{cases} \text{if } x_{2.2} > x_{2.1} \\ \quad || x_{2.1} \\ \quad \text{else} \\ \quad || x_{2.2} \end{cases} = 0.004$$

$$A_{s1} := P_{geo1} \cdot b \cdot h = 933.546 \text{ mm}^2$$

$$A_{s2} := P_{geo2} \cdot b \cdot h = 548.89 \text{ mm}^2$$

- Área de varillas seleccionadas

$$A_1 := d_{long2}^2 \cdot \frac{\pi}{4} = 254.469 \text{ mm}^2$$

$$A_2 := d_{long1}^2 \cdot \frac{\pi}{4} = 153.938 \text{ mm}^2$$

$$A_{estribo} := d_{estribo}^2 \cdot \frac{\pi}{4} = 78.54 \text{ mm}^2$$

- Número de varillas óptimas

$$\#n_{1.1.1} := \frac{A_{s1}}{A_1} = 3.669$$

$$\#n_{2.1.1} := \frac{A_{s2}}{A_2} = 3.566$$

$$\#n_{1.1.1} := 4$$

$$\#n_{2.1.1} := 4$$

$$A_{s_real1} := \#n_{1.1.1} \cdot A_1 = (1.018 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$A_{s_real2} := \#n_{2.1.1} \cdot A_2 = 615.752 \text{ mm}^2$$

- Cuantía real

$$\rho_{real1} := \frac{A_{s_real1}}{b \cdot d_1} = 0.01$$

$$\rho_{real2} := \frac{A_{s_real2}}{b \cdot d2} = 0.006$$

- Se verifica el cumplimiento de la cuantía según el ACI 2019 18.6.3.1

```

Comprobacion1 := if #n1.1.1 ≥ 2                                = "Cumple"
                  ||
                  || if  $\rho_{real1} > P_{min}$ 
                  ||   || if  $\rho_{real1} < 0.025$ 
                  ||   ||   || "Cumple"
                  ||   ||   || else
                  ||   ||   ||   || "No cumple"
                  ||   || else
                  ||   ||   || "No cumple cuantía"
                  || else
                  ||   || "No cumple varilla"

```

```

Comprobacion2 := if #n2.1.1 ≥ 2                                = "Cumple"
                  ||
                  || if  $\rho_{real2} > P_{min}$ 
                  ||   || if  $\rho_{real2} < 0.025$ 
                  ||   ||   || "Cumple"
                  ||   ||   || else
                  ||   ||   ||   || "No cumple"
                  ||   || else
                  ||   ||   || "No cumple cuantía"
                  || else
                  ||   || "No cumple varilla"

```

Se analizará la zona de confinamiento de la viga.

- En primer lugar, se analiza la distancia de confinamiento el nudo izquierdo, después al nudo derecho de acuerdo con ACI 2019 18.6.4.1:

$$Nudo_izq := 2 \cdot h = 0.7 \text{ m}$$

$$Nudo_dere := 2 \cdot h = 0.7 \text{ m}$$

Luego se calcula la separación de estribos en la zona de confinamiento para cada zona, y se escoge el menor de todos los propuestos de acuerdo con ACI 2019 R 18.6.4:

$$sconf1.1 := \frac{d1}{4} = 0.073 \text{ m}$$

$$sconf1.2 := 8 \cdot d_{long2} = 144 \text{ mm}$$

$$sconf1.3 := d_{estribo} \cdot 24 = 240 \text{ mm}$$

$$sconf1.4 := 300 \text{ mm}$$

$$sconf2.1 := \frac{d2}{4} = 0.073 \text{ m}$$

$$sconf2.2 := 8 \cdot d_{long1} = 0.112 \text{ m}$$

$$sconf2.3 := d_{estribo} \cdot 24 = 0.24 \text{ m}$$

$$sconf2.4 := 0.3 \text{ m}$$

Escogidos:

$$sconf1 := 0.07 \cdot \text{m}$$

$$sconf2 := 0.07 \cdot \text{m}$$

Para poder comprobar la viga de acuerdo con los momentos últimos producidos debemos hallar los momentos nominales de la viga.

$$Mn1 := \rho_{real1} \cdot b \cdot d1^2 \cdot fy \cdot \left(1 - 0.59 \cdot \rho_{real1} \cdot \frac{fy}{fc}\right) = (1.116 \cdot 10^5) \text{ kN} \cdot \text{mm}$$

$$Mn2 := \rho_{real2} \cdot b \cdot d2^2 \cdot fy \cdot \left(1 - 0.59 \cdot \rho_{real2} \cdot \frac{fy}{fc}\right) = (7.108 \cdot 10^4) \text{ kN} \cdot \text{mm}$$

$$\phi Mn1 := Mn1 \cdot \phi_{flexion} = 100.411 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\phi Mn2 := Mn2 \cdot \phi_{flexion} = 63.969 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Cumplimiento1 := \begin{cases} \text{if } \phi Mn1 > Mu1 & = \text{“Cumple”} \\ \text{“Cumple”} & \\ \text{else} & \\ \text{“No cumple”} & \end{cases}$$

$$Cumplimiento2 := \begin{cases} \text{if } \phi Mn2 > Mu2 & = \text{“Cumple”} \\ \text{“Cumple”} & \\ \text{else} & \\ \text{“No cumple”} & \end{cases}$$

Procedemos a comprobar la luz libre de acuerdo con el ACI 2019 18.4.2.4 y 19.6.2.1:

$$_4d1 := 4 \cdot d1 = 1.164 \text{ m}$$

$$luz_libre := 5.7 \text{ m}$$

$$_4d2 := 4 \cdot d2 = 1.172 \text{ m}$$

$$_0.3h := 0.3 \cdot h = 0.105 \text{ m}$$

$$Cumplimiento1 := \begin{cases} \text{if } luz_libre \geq _4d1 & = \text{“Cumple”} \\ \text{“Cumple”} \\ \text{else} \\ \text{“No cumple”} \end{cases}$$

$$Cumplimiento2 := \begin{cases} \text{if } b \geq _0.3h & = \text{“Cumple”} \\ \text{“Cumple”} \\ \text{else} \\ \text{“No cumple”} \end{cases}$$

Se procede a hallar un momento probable que se pueda producir en la viga de acuerdo en ACI R 18.6.5:

$$M_{pr1} := \frac{\phi M_{n1}}{0.9} \cdot 1.25 = 139.46 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{pr2} := \frac{\phi M_{n2}}{0.9} \cdot 1.25 = 88.846 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Y se procede a hallar la carga distribuida de la viga, pero antes obtenemos los momentos máximos producidas en la losa según el PGA junto con sus cortantes:

$$V_{losa1} := 87.4 \cdot \text{kN}$$

$$V_{losa2} := 53.93 \cdot \text{kN}$$

$$M_{n1.1} := 18.635 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\gamma_{hormigon} := 24 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$W_{viga} := b \cdot h \cdot \gamma_{hormigon} = 2.94 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kN}$$

$$CL_{area_social} := 4.8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$CD_{area_social} = 0.92 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$Luz_libre1 := 3.96 \cdot \text{m}$$

$$Luz_libre2 := 5.4 \cdot \text{m}$$

$$W_{u_pared} := 3.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$W_{uL2} := \left(1.2 \cdot \left(CD_{area_social} \cdot \frac{(Luz_libre1 + Luz_libre2)}{2} + W_{viga} + M_{n1.1} + W_{u_pared} \right) \right) \cdot \frac{luz_libre}{2} = 114.846 \text{ kN}$$

$$V_e := \left(\frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{luz_libre} \right) + W_{uL2} = 154.899 \text{ kN}$$

Además de buscar un cortante inducido:

$$V_{ind} := \left(\frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{luz_libre} \right) = 40.054 \text{ kN}$$

Se sabe según el ACI 2019 18.6.5.2, que, si el cortante inducido es mayor a la mitad del cortante estimado, el cortante V_s es 0:

$$Cumplimiento1 := \begin{cases} \text{"V mayor a 0"} & \text{if } V_{ind} \geq 0.5 \cdot V_e \\ \text{"V=0"} & \\ \text{"V mayor a 0"} & \text{else} \end{cases}$$

Usaremos como referencia al ACI 2019 25.5.1.2 para hallar un cortante V_c y V_s :

$$V_c := 0.17 \cdot \sqrt{f_c \cdot MPa} \cdot b \cdot h = 102.021 \text{ kN}$$

$$\phi V_c := V_c \cdot \phi_{cizallamiento} = 76.516 \text{ kN}$$

$$V_s := \begin{cases} \frac{(V_e - \phi V_c)}{\phi_{cizallamiento}} & \text{if } V_e \geq \phi V_c \\ 0 & \text{else} \end{cases} = 70.504 \text{ kN}$$

Pero a pesar de tener un cortante V_s , debemos corroborar que nuestra viga podrá soportar esta según el ACI 2019 22.5.1.2:

$$V_{smax} := 0.66 \cdot \sqrt{f_c \cdot MPa} \cdot b \cdot h = 396.082 \text{ kN}$$

$$Cumplimiento1 := \begin{cases} \text{"Cumple"} & \text{if } V_{smax} \geq V_s \\ \text{"No cumple"} & \text{else} \end{cases}$$

Procedemos verificando si requiere refuerzo:

$$Cumplimiento1 := \begin{cases} \text{"Requiere"} & \text{if } \phi V_c > V_e \geq 0.5 \cdot \phi V_c \\ \text{"No requiere"} & \text{else} \\ \text{"Requiere"} & \end{cases}$$

$$Cumplimiento1 := \begin{cases} \text{if } V_s \leq 0.33 \cdot \sqrt{f_c \cdot MPa} \cdot b \cdot d1 & = \text{"Si"} \\ \parallel & \\ \text{"Si"} & \\ \text{else} & \\ \parallel & \\ \text{"No"} & \end{cases}$$

Se toma un número mínimo de ramales. $\#ramales := 2$

$$A_{varilla} := \#ramales \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_{estribo}^2 = 157.08 \text{ mm}^2$$

Procedemos a escoger un mínimo espaciado de acuerdo en ACI 2019 9.7.6.2.2, 25.2 y 10.5.3.

$$s1 := \frac{h}{2} = 175 \text{ mm} \quad s2 := 600 \cdot \text{mm} \quad s3 := A_{varilla} \cdot f_y \cdot \frac{h}{V_s} = 0.328 \text{ m}$$

$$part1 := 0.062 \cdot \sqrt{f_c \cdot MPa} \cdot \frac{b}{f_y} = 0.253 \text{ mm}$$

$$part2 := 0.35 \cdot \frac{b \cdot MPa}{f_y} = 0.292 \text{ mm}$$

$$part := \begin{cases} \text{if } part1 \leq part2 & = 0.292 \text{ mm} \\ \parallel & \\ part2 & \\ \text{else} & \\ \parallel & \\ part1 & \end{cases}$$

$$s4 := \frac{A_{varilla}}{part} = 538.559 \text{ mm}$$

Escogemos el menor de todos:

$$s_{espacio} := s1$$

Pero el mínimo es de 150 mm:

$$s_{espacio} := 150 \text{ mm}$$

$$V_{s_ado} := \frac{A_{varilla} \cdot f_y \cdot h}{s_{espacio}} = 153.938 \text{ kN}$$

$$Cumplimiento1 := \text{if } \phi_{cizallamiento} \cdot (V_c + V_{s_ado}) \geq V_e \mid = \text{"Cumple"}$$

$$\begin{array}{l} \parallel \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \parallel \text{"No cumple"} \end{array}$$

$$Cumplimiento1 := \text{if } V_{s_ado} \leq V_{smax} \mid = \text{"Cumple"}$$

$$\begin{array}{l} \parallel \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \parallel \text{"No cumple"} \end{array}$$

Se ha demostrado que esta viga cumple con sus verificaciones en cortante y en momentos flectores, se proseguirá a evaluar en torsión.

Se tomará la torsión generada del PGA para determinar si se desprecia su análisis.

$$T_u := 20.7466 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$A_{cp} := h \cdot b = (1.225 \cdot 10^3) \text{ cm}^2$$

$$P_{cp} := (2 \cdot b) + (2 \cdot h) = 140 \text{ cm}$$

$$T_{th} := 0.083 \cdot \text{m}^2 \cdot \sqrt{f_c \cdot \text{MPa}} \cdot \frac{A_{cp}}{P_{cp}} = 35.579 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$\phi_{torsion} := 0.75$$

$$c := \frac{A_{cp}}{P_{cp}} = 0.088 \text{ m}$$

Se usa la norma ACI 2019 22.7.4.1.

$$\phi T_{th} := \phi_{torsion} \cdot T_{th} = 26.684 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$Cumplimiento1 := \text{if } T_u \leq \phi T_{th} \mid = \text{"Se desprecia "}$$

$$\begin{array}{l} \parallel \text{"Se desprecia "} \\ \text{else} \\ \parallel \text{"No se desprecia"} \end{array}$$

No es necesario su análisis para refuerzo en torsión.

7.2 Diseño de columnas

Tomaremos de ejemplo los datos del piso 4 del proyecto:

$$f_c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\phi := 0.65 \quad r_e := 4 \text{ cm} \quad d_{\text{estribo}} := 10 \text{ mm}$$

$$\beta := 0.85$$

- Dimensiones de columna

$$a := 40 \text{ cm}$$

$$b := 40 \text{ cm}$$

$$\rho := 0.0101$$

- Cuantía asumida 0

$$A_g := a \cdot b = (1.6 \cdot 10^3) \text{ cm}^2$$

$$\text{varilla} := 16 \text{ mm}$$

- Área de varilla

$$A_{st} := \rho \cdot A_g = 16.16 \text{ cm}^2$$

$$\#varilla := \frac{A_{st}}{A_v} = 8.037$$

$$\#varilla := 8$$

$$P_o := 0.85 \cdot f_c \cdot (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st} = (3.91 \cdot 10^5) \text{ kgf}$$

$$P_{n_max} := P_o \cdot \frac{0.8}{\phi} = (4.719 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\text{Cumplimiento} := \text{if } P_{n_max} \geq P_o \left| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \\ \text{else} \\ \text{“No cumple”} \end{array} \right. = \text{“Cumple”}$$

$$\text{distanciamiento_min} := 40 \text{ mm}$$

$$_{1.5db} := 1.5 \cdot \text{varilla} = 0.024 \text{ m}$$

$$_4.3dagg := \frac{4}{3} \cdot re = 0.053 \text{ m}$$

$$distanciamiento := \max(distanciamiento_min, _1.5db, _4.3dagg) = 0.053 \text{ m}$$

- Se escoge de acuerdo ACI 2019 25.2.3

$$Esp_min := \frac{(a - (2 \cdot re) - (2 \cdot d_estribo) - 3 \cdot varilla)}{2} = 0.126 \text{ m}$$

$$Cumplimiento := \begin{cases} \text{"Cumple"} & \text{if } Esp_min \geq distanciamiento \\ \text{"No cumple"} & \text{else} \end{cases}$$

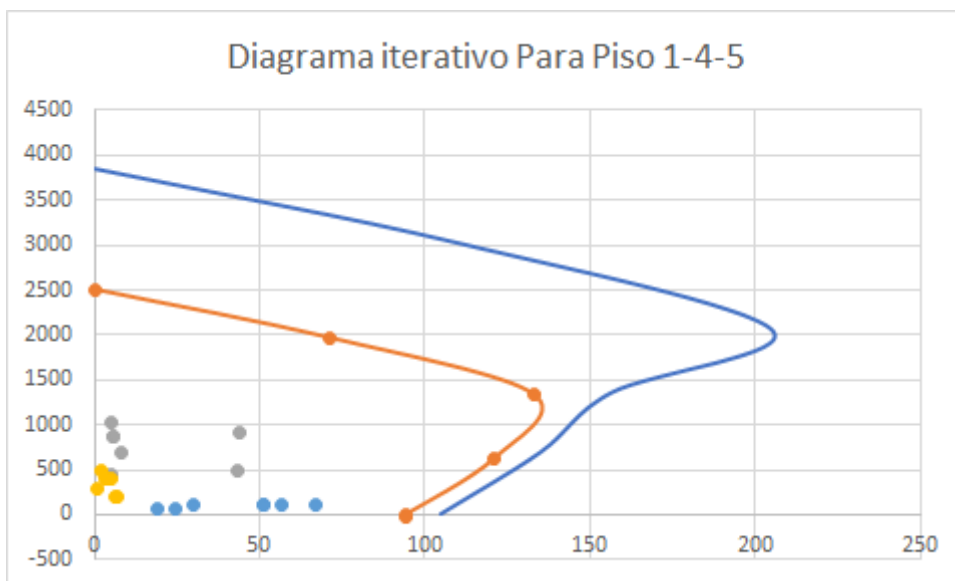
$$_16db := 16 \cdot varilla = 0.256 \text{ m}$$

$$_48db := 48 \cdot varilla = 0.768 \text{ m}$$

$$diametro_menor := 25 \text{ cm}$$

$$S_max := \min(_16db, _48db, diametro_menor) = 0.25 \text{ m}$$

Se realizó un diagrama de interacción de la columna con respecto a sus propiedades y se verificaron que los momentos y cortantes máximos estén dentro del diagrama, caso contrario no cumpliría.



Los datos proporcionados por el PAnE, se encuentran dentro del diagrama de la columna por lo que cumple con su resistencia.

- Se realizará verificación por corte.

$$Mn_neg := 75.9648 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$Mn_pos := 56.3569 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

- Espaciamiento de estribo (extremo) ACI 2019 18.4.3.3

$$a_min := \min(8 \cdot \text{varilla}, 200 \text{ mm}) = 128 \text{ mm}$$

$$c := \min(a, b) = 400 \text{ mm}$$

$$s_min := \min(a_min, c) = 0.128 \text{ m}$$

$$s_extremo_ado := 100 \text{ mm}$$

- Longitud de espaciamento

$$d := 3.06 \cdot \frac{1000}{6} \cdot \text{mm} = 510 \text{ mm}$$

$$e := \min(a, b) = 400 \text{ mm}$$

$$f := 450 \text{ mm}$$

$$\text{longitud_tomada} := \max(d, e, f) = 510 \text{ mm}$$

$$lo_ado := 500 \text{ mm}$$

- Primer estribo según ACI 2019 18.4.3.4:

$$est := \frac{s_extremo_ado}{2} = 50 \text{ mm}$$

$$\phi Mn := 133.10 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{Cumplimiento} := \begin{cases} \text{if } \phi Mn \geq Mn_pos \\ \quad \parallel \text{“Cumple”} \\ \quad \text{else} \\ \quad \parallel \text{“No cumple”} \end{cases} = \text{“Cumple”}$$

$$\text{Cumplimiento} := \begin{cases} \text{if } \phi Mn \geq Mn_neg \\ \quad \parallel \text{“Cumple”} \\ \quad \text{else} \\ \quad \parallel \text{“No cumple”} \end{cases} = \text{“Cumple”}$$

$$\phi Mn_viga_neg := 100.411 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\phi Mn_viga_pos := 95.3285 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

- Usamos el ACI 2019 18.7.3.2

$$Cumplimiento := \begin{cases} \text{if } \phi Mn \geq \frac{6}{5} \phi Mn_{viga_neg} \\ \quad \parallel \text{ "Cumple" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "No cumple" } \end{cases} = \text{ "Cumple" }$$

$$Cumplimiento := \begin{cases} \text{if } \phi Mn \geq \phi Mn_{viga_pos} \\ \quad \parallel \text{ "Cumple" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "No cumple" } \end{cases} = \text{ "Cumple" }$$

$$Ast = 16.16 \text{ cm}^2$$

$$Ag = (1.6 \cdot 10^3) \text{ cm}^2$$

- Refuerzo longitudinal ACI 2019 18.7.4.1

$$cumplimiento := \begin{cases} \text{if } Ast > 0.01 \cdot Ag \\ \quad \parallel \text{ if } Ast < 0.06 \cdot Ag \\ \quad \quad \parallel \text{ "Cumple" } \\ \quad \quad \text{else} \\ \quad \quad \parallel \text{ "No cumple" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "No cumple" } \end{cases} = \text{ "Cumple" }$$

- Normativo ACI 2019 R18.6.5

$$M_{pr} := \frac{\phi Mn}{0.9} \cdot 1.25 = 184.861 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_e := \phi Mn \cdot \frac{2}{3.06 \cdot \text{m}} = 86.993 \text{ kN}$$

$$V_i := V_e = 86.993 \text{ kN}$$

- Usamos ACI 2019 18.6.5.2 y 25.5.1.2

$$V_c := \begin{cases} \text{if } V_i \geq 0.5 \cdot V_e \\ \quad \parallel 0 \text{ kN} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "Vc mayor a 0" } \end{cases} = 0 \text{ N}$$

$$\phi_{\text{cizallamiento}} := 0.75$$

$$\phi V_c := \phi_{\text{cizallamiento}} \cdot V_c = 0 \text{ N}$$

$$V_s := \begin{cases} \text{if } V_e > V_c & \\ \left\| \frac{(V_e - V_c)}{\phi_{\text{cizallamiento}}} \right\| & \\ \text{else} & \\ \left\| 0 \right\| & \end{cases} = 115.991 \text{ kN}$$

- ACI 2019 22.5.1.2

$$V_{s_max} := 0.66 \cdot \sqrt{f_c \cdot \text{MPa}} \cdot b \cdot b = 512.307 \text{ kN}$$

$$\text{Cumplimiento} := \begin{cases} \text{if } V_{s_max} \geq V_s & \\ \left\| \text{"Cumple"} \right\| & \\ \text{else} & \\ \left\| \text{"No cumple"} \right\| & \end{cases} = \text{"Cumple"}$$

- Verificaciones para de requerimiento de refuerzo:

$$\text{cumplimiento} := \begin{cases} \text{if } V_e < \phi V_c & \\ \left\| \begin{cases} \text{if } V_e > 0.5 \cdot V_c & \\ \left\| \text{"No"} \right\| & \\ \text{else} & \\ \left\| \text{"Si"} \right\| & \end{cases} \right\| & \\ \text{else} & \\ \left\| \text{"Si"} \right\| & \end{cases} = \text{"Si"}$$

$$\text{Cumplimiento} := \begin{cases} \text{if } V_s \leq 0.33 \cdot \sqrt{f_c \cdot \text{MPa}} \cdot a \cdot b & \\ \left\| \text{"No"} \right\| & \\ \text{else} & \\ \left\| \text{"Si"} \right\| & \end{cases} = \text{"No"}$$

$$\#ramales := 5$$

$$A_{\text{varilla}} := \#ramales \cdot \pi \cdot \frac{(10 \cdot \text{mm})^2}{4} = 392.699 \text{ mm}^2$$

- Escoger espaciado mayor según ACI 2019 10.6.2.2:

$$a_e := 0.062 \cdot \sqrt{f_c \cdot \text{MPa}} \cdot \frac{b}{f_y} = 0.292 \text{ mm}$$

$$b_e := 0.35 \cdot \frac{b \cdot \text{MPa}}{f_y} = 0.34 \text{ mm}$$

$$a_e := \max(a_e, b_e) = 0.34 \text{ mm}$$

$$s := \pi \cdot \frac{(10 \cdot \text{mm})^2}{4} \cdot \frac{1}{a_e} = 231.064 \text{ mm}$$

$$s_{ado} := 200 \text{ mm}$$

$$Vs_{ado} := A_{varilla} \cdot fy \cdot \frac{b}{s} = 280 \text{ kN}$$

$$\text{Cumplimiento} := \begin{cases} \text{if } \phi_{cizallamiento} \cdot (Vc + Vs_{ado}) \geq Ve & = \text{“Cumple”} \\ \text{“Cumple”} \\ \text{else} \\ \text{“No cumple”} \end{cases}$$

$$\text{Cumplimiento} := \begin{cases} \text{if } Vs_{ado} \leq Vs_{max} & = \text{“Cumple”} \\ \text{“Cumple”} \\ \text{else} \\ \text{“No cumple”} \end{cases}$$

$$doblez := 150 \text{ mm}$$

Doblez seleccionado del ACI 2019 10.7.6.4.2

7.3 Diseño de losas.

Usaremos como ejemplo el nivel 4 sentido Y para encontrar la armadura:

$$fc := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \qquad fy := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Cuantía mínima $\rho_{min} := 0.0033$

$$\phi_{corte} := 0.75$$

Ancho nervio $a := 10 \text{ cm}$

Altura total nervadura $an := 15 \text{ cm}$

Espacio entre nervaduras $en := 50 \text{ cm}$

Tope $t := 2 \text{ cm}$

$$L1 := 3.96 \text{ m}$$

$$L2 := 5.4 \text{ m}$$

$$M1_{neg} := 6.735 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M2_{neg} := 7.967 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M3_{neg} := 8.111 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M1_{pos} := 3.251 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M2_{pos} := 3.916 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Diámetro de varilla para cada zona: $d_{neg} := 1.4 \text{ cm}$ $d_{pos} := 1 \text{ cm}$

$$\phi := 0.9$$

$$peralte_{neg} := a_n - t - d_{neg} = 11.6 \text{ cm}$$

$$peralte_{pos} := a_n - t - d_{pos} = 12 \text{ cm}$$

$$As_{neg1} := \frac{M1_{neg}}{\phi^2 \cdot fy \cdot peralte_{neg}} = 1.74 \text{ cm}^2$$

$$As_{neg2} := \frac{M2_{neg}}{\phi^2 \cdot fy \cdot peralte_{neg}} = 2.059 \text{ cm}^2$$

$$As_{neg3} := \frac{M3_{neg}}{\phi^2 \cdot fy \cdot peralte_{neg}} = 2.096 \text{ cm}^2$$

$$As_{pos1} := \frac{M1_{pos}}{\phi^2 \cdot fy \cdot peralte_{pos}} = 0.812 \text{ cm}^2$$

$$As_{pos2} := \frac{M2_{pos}}{\phi^2 \cdot fy \cdot peralte_{pos}} = 0.978 \text{ cm}^2$$

$$\#var_{neg1} := \frac{As_{neg1}}{\pi \cdot \frac{d_{neg}^2}{4}} = 1.131 \quad \#var_{neg2} := \frac{As_{neg2}}{\pi \cdot \frac{d_{neg}^2}{4}} = 1.337$$

$$\#var_{neg3} := \frac{As_{neg3}}{\pi \cdot \frac{d_{neg}^2}{4}} = 1.361$$

$$\#var_{pos1} := \frac{As_{pos1}}{\pi \cdot \frac{d_{pos}^2}{4}} = 1.034 \quad \#var_{pos2} := \frac{As_{pos2}}{\pi \cdot \frac{d_{pos}^2}{4}} = 1.245$$

$$\#varilla_{ado} := 1$$

$$As_{min_{neg}} := \rho_{min} \cdot a \cdot peralte_{neg} = 0.383 \text{ cm}^2$$

$$As_{min_pos} := \rho_{min} \cdot a \cdot peralte_pos = 0.396 \text{ cm}^2$$

Verificamos si area de varillas requerida es mayor a la mínima:

$$Cumplimiento_neg1 := \begin{cases} \text{"Si"} \\ \text{else} \\ \text{"No"} \end{cases} \Bigg| = \text{"Si"}$$

$$Cumplimiento_neg2 := \begin{cases} \text{"Si"} \\ \text{else} \\ \text{"No"} \end{cases} \Bigg| = \text{"Si"}$$

$$Cumplimiento_neg3 := \begin{cases} \text{"Si"} \\ \text{else} \\ \text{"No"} \end{cases} \Bigg| = \text{"Si"}$$

$$Cumplimiento_pos1 := \begin{cases} \text{"Si"} \\ \text{else} \\ \text{"No"} \end{cases} \Bigg| = \text{"Si"}$$

$$Cumplimiento_pos2 := \begin{cases} \text{"Si"} \\ \text{else} \\ \text{"No"} \end{cases} \Bigg| = \text{"Si"}$$

- Cortante máximo en cada tramo:

$$Vu1 := 4.53 \text{ kN} \quad Vu2 := 4.97 \text{ kN} \quad Vu3 := 5.227 \text{ kN}$$

$$Vc1 := \sqrt{fc \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot a \cdot peralte_neg = 17.623 \text{ kN}$$

$$Vc2 := \sqrt{fc \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot a \cdot peralte_pos = 18.231 \text{ kN}$$

Según el ACI 2019 - 9.8.1.5

$$\phi Vc1 := Vc1 \cdot 0.5 \cdot 1.1 \cdot \phi_corte = 7.27 \text{ kN}$$

$$\phi Vc2 := Vc2 \cdot 0.5 \cdot 1.1 \cdot \phi_{\text{corte}} = 7.52 \text{ kN}$$

Comprobamos si necesitamos estribos:

$$\text{Cumplimiento1} := \begin{cases} \text{if } Vu1 > \phi Vc1 & = \text{"No"} \\ \quad \parallel & \text{"Si"} \\ \text{else} & \\ \quad \parallel & \text{"No"} \end{cases}$$

$$\text{Cumplimiento2} := \begin{cases} \text{if } Vu2 > \phi Vc1 & = \text{"No"} \\ \quad \parallel & \text{"Si"} \\ \text{else} & \\ \quad \parallel & \text{"No"} \end{cases}$$

$$\text{Cumplimiento3} := \begin{cases} \text{if } Vu3 > \phi Vc1 & = \text{"No"} \\ \quad \parallel & \text{"Si"} \\ \text{else} & \\ \quad \parallel & \text{"No"} \end{cases}$$

$$\text{Cumplimiento4} := \begin{cases} \text{if } Vu1 > \phi Vc2 & = \text{"No"} \\ \quad \parallel & \text{"Si"} \\ \text{else} & \\ \quad \parallel & \text{"No"} \end{cases}$$

$$\text{Cumplimiento5} := \begin{cases} \text{if } Vu2 > \phi Vc2 & = \text{"No"} \\ \quad \parallel & \text{"Si"} \\ \text{else} & \\ \quad \parallel & \text{"No"} \end{cases}$$

$$\text{Cumplimiento6} := \begin{cases} \text{if } Vu3 > \phi Vc2 & = \text{"No"} \\ \quad \parallel & \text{"Si"} \\ \text{else} & \\ \quad \parallel & \text{"No"} \end{cases}$$

$$\rho_{\text{min}} := \max(0.0018, 0.0014) = 0.002$$

Asumimos varilla para comprobación en retracción:

$$\text{varilla} := 8 \text{ mm}$$

$$\text{Area} := \pi \cdot \frac{\text{varilla}^2}{4} = 0.503 \text{ cm}^2$$

$$\text{acero_retraccion} := \rho_{\text{min}} \cdot (a_n - a) \cdot 1 \text{ m} = 0.9 \text{ cm}^2$$

$$\text{espaciamiento} := \frac{\text{Area}}{\text{acero_retraccion}} = 0.559$$

Escogemos en x:

$$\begin{array}{l} \text{if } \text{espaciamiento} > 0.2 \\ \quad \parallel 0.2 \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{espaciamiento} \end{array} = 0.2$$

7.4 Cimentación (Verificación de asentamiento)

Supondremos una dimensión de zapata para determinar su carga admisible, se tomarán como cargas distribuidas para la zapata los casos más desfavorables de cargas puntuales de las columnas en el sentido X, distribuida en toda su longitud.

Datos extraídos de los estudios de suelos adjuntos.

- **Pesos unitarios de cada estrato.**

Datos

$$B := 3 \text{ m} \quad (\text{base de zapata})$$

$$L := (4.7) \text{ m} + B \quad (\text{longitud de zapata})$$

$$Dl := 873.869 \text{ kN} \quad Ll := 442.858 \text{ kN} \quad (\text{cargas de la estructura})$$

$$D_f := 1 \text{ m} \quad (\text{profundidad de desplante})$$

$$P := 1.2 \cdot Dl + 1.6 \cdot Ll = 197.519 \text{ tonf}$$

$$c' := 0.23 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad (\text{cohesión del suelo})$$

$$f_c := 24 \text{ MPa} \quad f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \gamma_H := 24 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Cálculo del esfuerzo vertical bajo un área rectangular:

$$q = \frac{P + W_f}{A}$$

$$W_f := B \cdot L \cdot D_f \cdot \gamma_H = 554.4 \text{ kN}$$

$$A := B \cdot L = 23.1 \text{ m}^2$$

$$q := \frac{P + W_f}{A} = 100.07 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Usaremos el método de Schmertmann (asentamientos) debido a dos estratos de arena presentes en el estudio:

$$z1B := 0.5 + 0.0555 \cdot \left(\frac{L}{B} + 1 \right) = 0.698$$

$$z1 := z1B \cdot B = 2.094 \text{ m}$$

$$z2B := 0.5 + 0.222 \cdot \left(\frac{L}{B} + 1 \right) = 1.292$$

$$z2 := z2B \cdot B = 3.875 \text{ m}$$

$$Iz := 0.1 + 0.0111 \cdot \left(\frac{L}{B} - 1 \right) = 0.117$$

- Estrato 1

$$y1 := 17.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad (\text{peso unitario del estrato})$$

$$\phi1 := 28^\circ \quad (\text{ángulo de fricción})$$

$$q1 := 1 \text{ m} \cdot y1 = 1.967 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{tonf}$$

- Estrato 2

$$y2 := 1.825 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^3}$$

$$\phi2 := 25^\circ$$

$$q2 := q1 + 1 \text{ m} \cdot y2 = 3.792 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{tonf}$$

- Estrato 3

$$y_3 := 1.885 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^3}$$

$$\phi_3 := 33^\circ$$

$$q_3 := q_2 + 1 \text{ m} \cdot y_3 = 5.677 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{tonf}$$

- Estrato 4

$$y_4 := 1.882 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^3}$$

$$\phi_4 := 32^\circ$$

$$q_4 := q_3 + \text{m} \cdot y_4 = 7.559 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{tonf}$$

- Estrato 5

$$y_5 := 1.882 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^3}$$

$$\phi_5 := 32^\circ$$

$$q_5 := q_4 + 1 \text{ m} \cdot y_5 = 9.441 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{tonf}$$

- Capacidad admisible del primer estrato:

Meyerhof (1963) $\phi := \phi_1$

- Factores de capacidad de carga

$$N_q := \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi)} = 14.72$$

$$N_\gamma := (N_q - 1) \cdot \tan(1.4 \cdot \phi) = 11.19$$

$$N_c := (N_q - 1) \cdot \cot(\phi) = 25.803$$

- Factores de Forma

$$S_q := 1 + 0.1 \left(\frac{B}{L} \right) \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 = 1.108$$

$$S_c := 1 + 0.2 \left(\frac{B}{L} \right) \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 = 1.216$$

$$S_\gamma := S_q$$

- Factores de Profundidad

$$d_q := 1 + 0.1 \left(\frac{D_f}{B} \right) \cdot \sqrt{\left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2} = 1.055$$

$$d_c := 1 + 0.2 \left(\frac{D_f}{B} \right) \cdot \sqrt{\left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2} = 1.111$$

$$d_\gamma := d_q$$

- Factores de Inclinación

$$i_c := \left(1 - \frac{90^\circ - \phi}{90^\circ} \right) = 0.311$$

$$i_\gamma := i_c$$

Esfuerzo vertical efectivo a una profundidad D

$$\gamma' := \gamma_1$$

$$\gamma := \gamma'$$

$$\sigma'_{zD} := \gamma \cdot D_f = 17.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{ult1} := c' \cdot N_c \cdot S_c \cdot d_c \cdot i_c + \sigma'_{zD} \cdot N_q \cdot S_q \cdot d_q \cdot i_q + \frac{1}{2} \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma = 50.037 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{tonf}$$

$$q_{adm} := \frac{q_{ult1}}{3} = 148.383 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{kN}$$

- Capacidad de carga del segundo estrato:

Meyerhof (1963)

$$\phi := \phi_2$$

- Factores de capacidad de carga

$$N_q := \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi)} = 10.662$$

$$N_c := (N_q - 1) \cdot \cot(\phi) = 20.721$$

$$N_\gamma := (N_q - 1) \cdot \tan(1.4 \cdot \phi) = 6.766$$

- Factores de Forma

$$S_q := 1 + 0.1 \left(\frac{B}{L} \right) \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 = 1.096$$

$$S_c := 1 + 0.2 \left(\frac{B}{L} \right) \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 = 1.192$$

$$S_\gamma := S_q$$

- Factores de Profundidad

$$d_q := 1 + 0.1 \left(\frac{D_f}{B} \right) \cdot \sqrt{\left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2} = 1.052$$

$$d_c := 1 + 0.2 \left(\frac{D_f}{B} \right) \cdot \sqrt{\left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2} = 1.105$$

$$d_\gamma := d_q$$

- Factores de Inclinación

$$i_c := \left(1 - \frac{90^\circ - \phi}{90^\circ} \right) = 0.278$$

$$i_\gamma := i_c$$

$$i_q := i_c$$

Esfuerzo vertical efectivo a una profundidad D

$$\gamma' := \gamma_2$$

$$\gamma := \gamma'$$

$$\sigma'_{zD} := \gamma \cdot D_f = 16.236 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{ult2} := c' \cdot N_c \cdot S_c \cdot d_c \cdot i_c \downarrow + \sigma'_{zD} \cdot N_q \cdot S_q \cdot d_q \cdot i_q \downarrow + \frac{1}{2} \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma + q_{ult1} = 81.419 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{tonf}$$

- Capacidad de carga del tercer estrato:

Meyerhof (1963) $\phi := \phi_3$

- Factores de capacidad de carga

$$N_q := \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi)} = 26.092$$

$$N_c := (N_q - 1) \cdot \cot(\phi) = 38.638$$

$$N_\gamma := (N_q - 1) \cdot \tan(1.4 \cdot \phi) = 26.166$$

- Factores de Forma

$$S_q := 1 + 0.1 \left(\frac{B}{L} \right) \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 = 1.132$$

$$S_c := 1 + 0.2 \left(\frac{B}{L} \right) \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 = 1.264$$

$$S_\gamma := S_q$$

- Factores de Profundidad

$$d_q := 1 + 0.1 \left(\frac{D_f}{B} \right) \cdot \sqrt{\left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2} = 1.061$$

$$d_c := 1 + 0.2 \left(\frac{D_f}{B} \right) \cdot \sqrt{\left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2} = 1.123$$

$$d_\gamma := d_q$$

- Factores de Inclinación

$$i_c := \left(1 - \frac{90^\circ - \phi}{90^\circ} \right) = 0.367$$

$$i_\gamma := i_c$$

$$i_q := i_c$$

- Esfuerzo vertical efectivo a una profundidad D

$$\gamma' := \gamma_3$$

$$\gamma := \gamma'$$

$$\sigma'_{zD} := \gamma \cdot D_f = 16.77 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\begin{aligned}
 q_{ult3} &:= c' \cdot N_c \cdot S_c \cdot d_c \cdot i_c \downarrow & = 186.676 \frac{1}{m^2} \cdot \text{tonf} \\
 &+ \sigma'_{zD} \cdot N_q \cdot S_q \cdot d_q \cdot i_q \downarrow \\
 &+ \frac{1}{2} \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma + q_{ult2}
 \end{aligned}$$

- Capacidad de carga del cuarto estrato:

Meyerhof (1963)

$$\phi := \phi_4$$

- Factores de capacidad de carga

$$N_q := \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi)} = 23.177$$

$$N_c := (N_q - 1) \cdot \cot(\phi) = 35.49$$

$$N_\gamma := (N_q - 1) \cdot \tan(1.4 \cdot \phi) = 22.022$$

- Factores de Forma

$$S_q := 1 + 0.1 \left(\frac{B}{L} \right) \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 = 1.127$$

$$S_c := 1 + 0.2 \left(\frac{B}{L} \right) \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 = 1.254$$

$$S_\gamma := S_q$$

- Factores de Profundidad

$$d_q := 1 + 0.1 \left(\frac{D_f}{B} \right) \cdot \sqrt{\left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2} = 1.06$$

$$d_c := 1 + 0.2 \left(\frac{D_f}{B} \right) \cdot \sqrt{\left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2} = 1.12$$

$$d_\gamma := d_q$$

- Factores de Inclinación

$$i_c := \left(1 - \frac{90^\circ - \phi}{90^\circ} \right) = 0.356$$

$$i_\gamma := i_c$$

$$i_q := i_c$$

- Esfuerzo vertical efectivo a una profundidad D

$$\gamma' := \gamma_4$$

$$\gamma := \gamma'$$

$$\sigma'_{zD} := \gamma \cdot D_f = 16.743 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\begin{aligned} q_{ultA} &:= c' \cdot N_c \cdot S_c \cdot d_c \cdot i_c \downarrow && = 276.538 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{tonf} \\ &+ \sigma'_{zD} \cdot N_q \cdot S_q \cdot d_q \cdot i_q \downarrow \\ &+ \frac{1}{2} \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma + q_{ult3} \end{aligned}$$

- Capacidad de carga del quinto estrato:

Meyerhof (1963)

$$\phi := \phi_5$$

- Factores de capacidad de carga

$$N_q := \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi)} = 23.177$$

$$N_c := (N_q - 1) \cdot \cot(\phi) = 35.49$$

$$N_\gamma := (N_q - 1) \cdot \tan(1.4 \cdot \phi) = 22.022$$

- Factores de Forma

$$S_q := 1 + 0.1 \left(\frac{B}{L} \right) \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 = 1.127$$

$$S_c := 1 + 0.2 \left(\frac{B}{L} \right) \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 = 1.254$$

$$S_\gamma := S_q$$

- Factores de Profundidad

$$d_q := 1 + 0.1 \left(\frac{D_f}{B} \right) \cdot \sqrt{\left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2} = 1.06$$

$$d_c := 1 + 0.2 \left(\frac{D_f}{B} \right) \cdot \sqrt{\left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2} = 1.12$$

$$d_\gamma := d_q$$

- Factores de Inclinación

$$i_c := \left(1 - \frac{90^\circ - \phi}{90^\circ}\right) = 0.356$$

$$i_\gamma := i_c$$

$$i_q := i_c$$

- Esfuerzo vertical efectivo a una profundidad D

$$\gamma' := \gamma_5$$

$$\gamma := \gamma'$$

$$\sigma'_{zD} := \gamma \cdot D_f = 16.743 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{ult5} := c' \cdot N_c \cdot S_c \cdot d_c \cdot i_c \downarrow + \sigma'_{zD} \cdot N_q \cdot S_q \cdot d_q \cdot i_q \downarrow + \frac{1}{2} \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma + q_{ult4} = 366.399 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{tonf}$$

Se verificará el asentamiento de la zapata:

$$Iz1 := 0.5 + 0.1 \cdot \sqrt{\frac{q - q1}{q3 + (z1 - 2 \cdot m) \cdot y4}} = 0.626 \quad z1 = 2.094 \text{ m}$$

$$Iz2 := 0.5 + 0.1 \cdot \sqrt{\frac{q - q1}{q4 + (z2 - 3 \cdot m) \cdot y5}} = 0.6 \quad z2 = 3.875 \text{ m}$$

$$1 \quad q_{ult1} = 445.149 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad Es1 := \left(1 + 0.4 \cdot \log\left(\frac{L}{B}\right)\right) \cdot 2.5 \cdot q_{ult1} = (1.295 \cdot 10^3) \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$2 \quad q_{ult2} = 724.336 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad Es2 := \left(1 + 0.4 \cdot \log\left(\frac{L}{B}\right)\right) \cdot 2.5 \cdot q_{ult2} = (2.107 \cdot 10^3) \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$3 \quad q_{ult3} = (1.661 \cdot 10^3) \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad Es3 := \left(1 + 0.4 \cdot \log\left(\frac{L}{B}\right)\right) \cdot 2.5 \cdot q_{ult3} = (4.832 \cdot 10^3) \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$4 \quad q_{ult4} = (2.46 \cdot 10^3) \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad Es4 := \left(1 + 0.4 \cdot \log\left(\frac{L}{B}\right)\right) \cdot 2.5 \cdot q_{ult4} = (7.158 \cdot 10^3) \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$5 \quad q_{ult5} = (3.26 \cdot 10^3) \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad Es5 := \left(1 + 0.4 \cdot \log\left(\frac{L}{B}\right)\right) \cdot 2.5 \cdot q_{ult5} = (9.484 \cdot 10^3) \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$I_c := \frac{I_z}{Es^2} 0.5 \cdot m = (2.785 \cdot 10^{-5}) m \cdot \frac{m^2}{kN}$$

$$I_{c1} := \frac{I_{z1}}{Es^2} \frac{z1}{2} = (3.11 \cdot 10^{-4}) m \cdot \frac{m^2}{kN} \quad \frac{z1}{2} = 1.047 m$$

$$I_{c2} := \frac{I_{z2}}{Es^3} \frac{z2}{2} = (2.408 \cdot 10^{-4}) m \cdot \frac{m^2}{kN} \quad \frac{z2}{2} = 1.938 m$$

$$C1 := 1 - 0.5 \cdot \left(\frac{y1 \cdot D_f}{q - y1 \cdot D_f} \right) = 0.894$$

$$C2 := 1 + 0.2 \cdot \log \left(\frac{10}{0.1} \right) = 1.4$$

$$S := C1 \cdot C2 \cdot (q - y1 \cdot D_f) \cdot (I_c + I_{c1} + I_{c2}) = 5.99 \text{ cm}$$

$$\delta_{max} := \frac{16 m}{500} = 3.2 \text{ cm} \quad (\text{Asentamiento m\u00ednimo})$$

if ($\delta_{max} < S$, "No Cumple", "Cumple") = "No Cumple"

Se da a entender que con sus estratos naturales no cumple con el asentamiento m\u00ednimo por lo que se tomara en cuenta el mejoramiento recomendado en los estudios de suelo, se reemplazaran los dos primeros estratos con material de relleno adecuado:

- Estrato 1

$$y1 := 22 \frac{kN}{m^3} \quad \phi1 := 34^\circ$$

$$q1 := 1 m \cdot y1 = 2.473 \frac{1}{m^2} \cdot tonf$$

- Estrato 2

$$y2 := 2.2 \frac{tonf}{m^3} \quad \phi2 := 34^\circ$$

$$q2 := q1 + 1 m \cdot y2 = 4.673 \frac{1}{m^2} \cdot tonf$$

- Capacidad de carga de primer estrato:

Meyerhof (1963) $\phi := \phi1$

- Factores de capacidad de carga

$$N_q := \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi)} = 29.44$$

$$N_c := (N_q - 1) \cdot \cot(\phi) = 42.164$$

$$N_\gamma := (N_q - 1) \cdot \tan(1.4 \cdot \phi) = 31.146$$

- Factores de Forma

$$S_q := 1 + 0.1 \left(\frac{B}{L} \right) \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 = 1.123$$

$$S_c := 1 + 0.2 \left(\frac{B}{L} \right) \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 = 1.246$$

$$S_\gamma := S_q$$

- Factores de Profundidad

$$d_q := 1 + 0.1 \left(\frac{D_f}{B} \right) \cdot \sqrt{\left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2} = 1.075$$

$$d_c := 1 + 0.2 \left(\frac{D_f}{B} \right) \cdot \sqrt{\left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2} = 1.15$$

$$d_\gamma := d_q$$

- Factores de Inclinación

$$i_c := \left(1 - \frac{90^\circ - \phi}{90^\circ} \right) = 0.378$$

$$i_\gamma := i_c$$

$$i_q := i_c$$

- Esfuerzo vertical efectivo a una profundidad D

$$\gamma' := \gamma_1$$

$$\gamma := \gamma'$$

$$\sigma'_{zD} := \gamma \cdot D_f = 22 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{ult1} := c' \cdot N_c \cdot S_c \cdot d_c \cdot i_c \downarrow = 134.985 \frac{1}{m^2} \cdot \text{tonf}$$

$$+ \sigma'_{zD} \cdot N_q \cdot S_q \cdot d_q \cdot i_q \downarrow$$

$$+ \frac{1}{2} \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma$$

$$q_{adm} := \frac{q_{ult1}}{3} = 400.296 \frac{1}{m^2} \cdot \text{kN}$$

- Capacidad de carga de segundo estrato:

Meyerhof (1963) $\phi := \phi 2$

- Factores de capacidad de carga

$$N_q := \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi)} = 29.44$$

$$N_c := (N_q - 1) \cdot \cot(\phi) = 42.164$$

$$N_\gamma := (N_q - 1) \cdot \tan(1.4 \cdot \phi) = 31.146$$

- Factores de Forma

$$S_q := 1 + 0.1 \left(\frac{B}{L} \right) \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 = 1.123$$

$$S_c := 1 + 0.2 \left(\frac{B}{L} \right) \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 = 1.246$$

$$S_\gamma := S_q$$

- Factores de Profundidad

$$d_q := 1 + 0.1 \left(\frac{D_f}{B} \right) \cdot \sqrt{\left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2} = 1.075$$

$$d_c := 1 + 0.2 \left(\frac{D_f}{B} \right) \cdot \sqrt{\left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2} = 1.15$$

$$d_\gamma := d_q$$

- Factores de Inclinación

$$i_c := \left(1 - \frac{90^\circ - \phi}{90^\circ} \right) = 0.378$$

$$i_\gamma := i_c$$

$$i_q := i_c$$

- Esfuerzo vertical efectivo a una profundidad D

$$\gamma' := \gamma_2$$

$$\gamma := \gamma'$$

$$\sigma'_{zD} := \gamma \cdot D_f = 19.572 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{ult2} := c' \cdot N_c \cdot S_c \cdot d_c \cdot i_c \downarrow + \sigma'_{zD} \cdot N_q \cdot S_q \cdot d_q \cdot i_q \downarrow + \frac{1}{2} \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma + q_{ult1} = 261.461 \frac{1}{m^2} \cdot tonf$$

- Capacidad de carga del tercer estrato:

Meyerhof (1963) $\phi := \phi_3$

- Factores de capacidad de carga

$$N_q := \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi)} = 26.092$$

$$N_c := (N_q - 1) \cdot \cot(\phi) = 38.638$$

$$N_\gamma := (N_q - 1) \cdot \tan(1.4 \cdot \phi) = 26.166$$

- Factores de Forma

$$S_q := 1 + 0.1 \left(\frac{B}{L} \right) \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 = 1.118$$

$$S_c := 1 + 0.2 \left(\frac{B}{L} \right) \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 = 1.236$$

$$S_\gamma := S_q$$

- Factores de Profundidad

$$d_q := 1 + 0.1 \left(\frac{D_f}{B} \right) \cdot \sqrt{\left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2} = 1.074$$

$$d_c := 1 + 0.2 \left(\frac{D_f}{B} \right) \cdot \sqrt{\left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2} = 1.147$$

$$d_\gamma := d_q$$

- Factores de Inclinación

$$i_c := \left(1 - \frac{90^\circ - \phi}{90^\circ} \right) = 0.367$$

$$i_\gamma := i_c$$

$$i_q := i_c$$

- Esfuerzo vertical efectivo a una profundidad D

$$\gamma' := \gamma_3$$

$$\gamma := \gamma'$$

$$\sigma'_{zD} := \gamma \cdot D_f = 16.77 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{ult3} := c' \cdot N_c \cdot S_c \cdot d_c \cdot i_c \downarrow + \sigma'_{zD} \cdot N_q \cdot S_q \cdot d_q \cdot i_q \downarrow + \frac{1}{2} \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma + q_{ult2} = 361.153 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{tonf}$$

- Capacidad de carga admisible del cuarto estrato:

Meyerhof (1963) $\phi := \phi_4$

- Factores de capacidad de carga

$$N_q := \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi)} = 23.177$$

$$N_c := (N_q - 1) \cdot \cot(\phi) = 35.49$$

$$N_\gamma := (N_q - 1) \cdot \tan(1.4 \cdot \phi) = 22.022$$

- Factores de Forma

$$S_q := 1 + 0.1 \left(\frac{B}{L} \right) \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 = 1.113$$

$$S_c := 1 + 0.2 \left(\frac{B}{L} \right) \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 = 1.226$$

$$S_\gamma := S_q$$

- Factores de Profundidad

$$d_q := 1 + 0.1 \left(\frac{D_f}{B} \right) \cdot \sqrt{\left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2} = 1.072$$

$$d_c := 1 + 0.2 \left(\frac{D_f}{B} \right) \cdot \sqrt{\left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2} = 1.144$$

$$d_\gamma := d_q$$

- Factores de Inclinación

$$i_c := \left(1 - \frac{90^\circ - \phi}{90^\circ} \right) = 0.356$$

$$i_\gamma := i_c$$

$$i_q := i_c$$

- Esfuerzo vertical efectivo a una profundidad D

$$\gamma' := \gamma_4$$

$$\gamma := \gamma'$$

$$\sigma'_{zD} := \gamma \cdot D_f = 16.743 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{ultA} := c' \cdot N_c \cdot S_c \cdot d_c \cdot i_c \downarrow + \sigma'_{zD} \cdot N_q \cdot S_q \cdot d_q \cdot i_q \downarrow + \frac{1}{2} \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma + q_{ult3} = 446.526 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{tonf}$$

- Capacidad de carga de cuarto estrato:

Meyerhof (1963) $\phi := \phi_5$

- Factores de capacidad de carga

$$N_q := \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi)} = 23.177$$

$$N_c := (N_q - 1) \cdot \cot(\phi) = 35.49$$

$$N_\gamma := (N_q - 1) \cdot \tan(1.4 \cdot \phi) = 22.022$$

- Factores de Forma

$$S_q := 1 + 0.1 \left(\frac{B}{L} \right) \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 = 1.113$$

$$S_c := 1 + 0.2 \left(\frac{B}{L} \right) \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 = 1.226$$

$$S_\gamma := S_q$$

- Factores de Profundidad

$$d_q := 1 + 0.1 \left(\frac{D_f}{B} \right) \cdot \sqrt{\left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2} = 1.072$$

$$d_c := 1 + 0.2 \left(\frac{D_f}{B} \right) \cdot \sqrt{\left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2} = 1.144$$

$$d_\gamma := d_q$$

- Factores de Inclinación

$$i_c := \left(1 - \frac{90^\circ - \phi}{90^\circ} \right) = 0.356$$

$$i_\gamma := i_c$$

$$i_q := i_c$$

- Esfuerzo vertical efectivo a una profundidad D

$$\gamma' := \gamma_5$$

$$\gamma := \gamma'$$

$$\sigma'_{zD} := \gamma \cdot D_f = 16.743 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{ult5} := c' \cdot N_c \cdot S_c \cdot d_c \cdot i_c \downarrow + \sigma'_{zD} \cdot N_q \cdot S_q \cdot d_q \cdot i_q \downarrow + \frac{1}{2} \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma + q_{ult4} = 531.899 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{tonf}$$

- Verificación de asentamiento:

$$Iz1 := 0.5 + 0.1 \cdot \sqrt[2]{\frac{q - q1}{q2 + (z1 - 1 \cdot m) y3}} = 0.635 \quad z1 = 1.788 \text{ m}$$

$$Iz2 := 0.5 + 0.1 \cdot \sqrt[2]{\frac{q - q1}{q4 + (z2 - 3 \cdot m) y5}} = 0.61 \quad z2 = 3.403 \text{ m}$$

$$1 \quad q_{ult1} = (1.201 \cdot 10^3) \frac{kN}{m^2} \quad Es1 := \left(1 + 0.4 \cdot \log\left(\frac{L}{B}\right)\right) \cdot 2.5 \cdot q_{ult1} = (3.554 \cdot 10^3) \frac{kN}{m^2}$$

$$2 \quad q_{ult2} = (2.326 \cdot 10^3) \frac{kN}{m^2} \quad Es2 := \left(1 + 0.4 \cdot \log\left(\frac{L}{B}\right)\right) \cdot 2.5 \cdot q_{ult2} = (6.884 \cdot 10^3) \frac{kN}{m^2}$$

$$3 \quad q_{ult3} = (3.213 \cdot 10^3) \frac{kN}{m^2} \quad Es3 := \left(1 + 0.4 \cdot \log\left(\frac{L}{B}\right)\right) \cdot 2.5 \cdot q_{ult3} = (9.508 \cdot 10^3) \frac{kN}{m^2}$$

$$4 \quad q_{ult4} = (3.972 \cdot 10^3) \frac{kN}{m^2} \quad Es4 := \left(1 + 0.4 \cdot \log\left(\frac{L}{B}\right)\right) \cdot 2.5 \cdot q_{ult4} = (1.176 \cdot 10^4) \frac{kN}{m^2}$$

$$5 \quad q_{ult5} = (4.732 \cdot 10^3) \frac{kN}{m^2} \quad Es5 := \left(1 + 0.4 \cdot \log\left(\frac{L}{B}\right)\right) \cdot 2.5 \cdot q_{ult5} = (1.4 \cdot 10^4) \frac{kN}{m^2}$$

$$Ic := \frac{Iz}{Es2} 0.5 \cdot m = (8.779 \cdot 10^{-6}) m \cdot \frac{m^2}{kN}$$

$$\frac{z1}{2} = 0.894 \text{ m} \quad Ic1 := \frac{Iz1}{Es2} \frac{z1}{2} = (8.246 \cdot 10^{-5}) m \cdot \frac{m^2}{kN}$$

$$\frac{z2}{2} = 1.702 \text{ m} \quad Ic2 := \frac{Iz2}{Es3} \frac{z2}{2} = (1.092 \cdot 10^{-4}) m \cdot \frac{m^2}{kN}$$

$$C1 := 1 - 0.5 \cdot \left(\frac{y1 \cdot D_f}{q - y1 \cdot D_f}\right) = 0.89$$

$$C2 := 1 + 0.2 \cdot \log\left(\frac{10}{0.1}\right) = 1.4$$

$$S := C1 \cdot C2 \cdot (q - y1 \cdot D_f) \cdot (Ic + Ic1 + Ic2) = 2.487 \text{ cm}$$

$$\delta_{max} := \frac{16 \text{ m}}{500} = 3.2 \text{ cm}$$

if ($\delta_{max} < S$, "No Cumple", "Cumple") = "Cumple" (Procedemos con el diseño estructural)

7.5 Diseño estructural de zapata

$$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad f_c := 24 \text{ MPa} \quad y_c := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

$$t := 0.15 \text{ m} \quad df := 1 \text{ m}$$

$$L := 12 \text{ m} \quad b := 2.5 \text{ m} \quad H := 0.60 \text{ m} \quad \sigma_t := 9.54 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$y_m := 1805 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

$$Dl := 873.869 \text{ kN}$$

$$Ll := 442.858 \text{ kN}$$

$$Pd := \frac{Dl}{L} = 8.186 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

$$Pl := \frac{Ll}{L} = 4.148 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

- Peralte efectivo, usando el ACI 318-14 20.6.3.4. Suponiendo una varilla de ϕ 10 mm.

Usamos un recubrimiento de 7.5 cm.

$$r := 7.5 \text{ cm} \quad \phi := 15 \cdot \text{mm}$$

$$d := H - r - \frac{1}{2} \cdot \phi = 0.518 \text{ m}$$

- Peralte efectivo mínimo según ACI 318-14 13.3.1.2 es de 15 cm.

$$\text{Cumplimiento1} := \begin{cases} \text{if } 15 \cdot \text{cm} \leq d \\ \quad \parallel \text{ "Cumple " } \\ \quad \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "No cumple" } \end{cases} = \text{ "Cumple " }$$

- Cálculo de capacidad de carga neta

$$\sigma_n := \sigma_t - y_m \cdot (H - df) - y_c \cdot H = 10.139 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

- Cálculo de peso de servicio

$$P_s := 1 \cdot P_d + 1 \cdot P_l = 12.334 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

- Cálculo de peso último

$$P_u := 1.2 \cdot P_d + 1.6 \cdot P_l = 16.46 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

- Ancho de zapata

$$B := \frac{P_s}{\sigma_n} = 1.19 \text{ m}$$

- Escogemos una base de 3m por temas de asentamiento.

$$B := 2.5 \text{ m}$$

- Cálculo de presión admisible de la zapata

$$q_u := \frac{P_u}{B} = 6.584 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

- Verificación por cortante

$$m := \frac{(B-t)}{2} = 1.175 \text{ m}$$

- Cortante último de diseño

$$V_u := \left(\frac{B-t}{2} - d \right) \cdot b \cdot q_u = 10.822 \text{ tonf}$$

- Resistencia nominal del concreto según ACI 318S-14 22.5.5.1.

$$\lambda := 1$$

- Factor de modificación Tabla 19.2.4.2

$$\phi := 0.75$$

- Factor de reducción Tabla 21.2.1

$$V_c := 0.53 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b \cdot d = 118.243 \text{ tonf}$$

$$\phi V_c := \phi \cdot V_c = 88.682 \text{ tonf}$$

$$Cumplimiento1 := \begin{cases} \text{if } Vu \leq \phi Vc \\ \quad \parallel \text{ "Cumple " } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "No cumple" } \end{cases} = \text{ "Cumple " }$$

- **Diseño por flexión:** Cálculo de momento último

$$Mu := \frac{1}{2} \cdot qu \cdot b \cdot m^2 = 11.362 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

- Refuerzo longitudinal

$$\rho_{min} := 0.7 \cdot \frac{\sqrt{fc \cdot \frac{kgf}{cm^2}}}{fy} = 0.003$$

- Hallamos una cuantía a partir de la siguiente fórmula.

$$\rho = w \cdot fc / fy$$

$$(0.59 \cdot w^2) \cdot w + \frac{Mu}{0.9 \cdot fc \cdot b \cdot d^2} = 0$$

$$w1 := \left(\frac{1 + \sqrt{1^2 - 4 \cdot 0.59 \cdot \frac{Mu}{0.9 \cdot fc \cdot b \cdot d^2}}}{2 \cdot 0.59} \right) = 1.688$$

$$w2 := \left(\frac{1 - \sqrt{1^2 - 4 \cdot 0.59 \cdot \frac{Mu}{0.9 \cdot fc \cdot b \cdot d^2}}}{2 \cdot 0.59} \right) = 0.007$$

$$w := \min(w1, w2) = 0.007$$

$$\rho := w \cdot \frac{fc}{fy} = 4.09 \cdot 10^{-4}$$

$$As := \rho \cdot b \cdot d = 5.291 \text{ cm}^2$$

$$As_{min} := \rho_{min} \cdot b \cdot d = 33.732 \text{ cm}^2$$

$$As_{diseño1} := \max(As, As_{min}) = 33.732 \text{ cm}^2$$

- Usando varilla de 16 mm

$$A_{mm} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi v^2 = 201.062 \text{ mm}^2$$

$$\phi v := 16 \text{ mm}$$

$$s_{long} := A_{mm} \cdot \frac{b}{As_{diseño1}} = 14.901 \text{ cm}$$

$$b = 2.5 \text{ m}$$

- Refuerzo por contracción y temperatura según ACI 318S-14 Tabla 24.4.3.2

$$As_{temp} := 0.0018 \cdot B \cdot H = 27 \text{ cm}^2$$

$$H = 0.6 \text{ m}$$

$$\rho := 0.0018$$

$$As_{diseño2} := As_{temp}$$

$$A_{mm} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi v^2 = 201.062 \text{ mm}^2$$

$$\phi v := 16 \text{ mm}$$

$$s_{temp} := A_{mm} \cdot \frac{b}{As_{diseño2}} = 18.617 \text{ cm}$$

7.6 Capacidad de carga admisible de muro de contención

Asumimos una dimensión de zapata en la parte superior.

$$L := 3 \text{ m}$$

$$B := 12 \cdot \text{m}$$

$$esp := 0.3 \cdot \text{m}$$

- Datos del suelo

$$c' := 0.23 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\phi := 25^\circ$$

$$\gamma := \frac{1}{H} \cdot (y1 + y2 + y3 + y4 + y5 + y6) = 1.48 \frac{1}{m^3} \cdot \text{tonf}$$

MEYERHOF (1963)

- Factores de capacidad de carga

$$N_q := \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi)} = 10.662$$

$$N_c := (N_q - 1) \cdot \cot(\phi) = 20.721$$

$$N_\gamma := (N_q - 1) \cdot \tan(1.4 \cdot \phi) = 6.766$$

- Factores de Forma

$$S_q := 1 + 0.1 \left(\frac{B}{L} \right) \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 = 1.986$$

$$S_c := 1 + 0.2 \left(\frac{B}{L} \right) \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 = 2.971$$

$$S_\gamma := S_q$$

- Factores de Profundidad

$$d_q := 1 + 0.1 \left(\frac{D_f}{B} \right) \cdot \sqrt{\left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2} = 1.013$$

$$d_c := 1 + 0.2 \left(\frac{D_f}{B} \right) \cdot \sqrt{\left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2} = 1.026$$

$$d_\gamma := d_q$$

- Factores de Inclinación

$$i_c := \left(1 - \frac{90^\circ - \phi}{90^\circ} \right) = 0.278$$

$$i_\gamma := i_c$$

$$i_q := i_c$$

- Esfuerzo vertical efectivo a una profundidad D

$$\sigma'_{zD} := \gamma \cdot D_f = 15.364 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\gamma' := \gamma$$

$$q_{ult} := c' \cdot N_c \cdot S_c \cdot d_c \cdot i_{c \downarrow} + \sigma'_{zD} \cdot N_q \cdot S_q \cdot d_q \cdot i_{q \downarrow} + \frac{1}{2} \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_{\gamma \downarrow} = 93.952 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{tonf}$$

$$q_{adm} := \frac{q_{ult}}{3} = 31.317 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{tonf}$$

7.7 Diseño estructural de muro de contención

$$Dl := 873.869 \text{ kN}$$

$$Ll := 442.858 \text{ kN}$$

$$Pu := 1.2 \cdot Dl + 1.6 \cdot Ll = (1.757 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$yh := 2.4 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^3}$$

$$fc := 24 \text{ MPa}$$

$$fy := 420 \text{ MPa}$$

$$\gamma = 1.727 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^3}$$

$$\phi := 25^\circ$$

$$B = 12 \text{ m}$$

$$W := \frac{Pu}{B \cdot L} = 5.487 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$c' = 0.23 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Cohesión}$$

$$h1 := 4.72 \text{ m}$$

$$df := 1 \text{ m}$$

Se aplicó el dimensionamiento para un muro de contención en voladizo de acuerdo con el apartado de Das (Fundamentos de Ingeniería Geotécnica).

$$b := 0.87 \cdot h1 = 4.106 \text{ m} \quad e := 0.1 \cdot h1 = 0.472 \text{ m} \quad a1 := 0.24 \cdot b = 0.986 \text{ m}$$

$$es := e - \frac{(0.02 \cdot (h1 - e))}{1} = 0.387 \text{ m}$$

$$ka := \frac{1 - \sin(\phi)}{1 + \sin(\phi)} = 0.406$$

Coficiente de presión activa

$$ov := h1 \cdot \gamma = 8.152 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{tonf}$$

Presión vertical

$$oh := ov \cdot ka = 3.308 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{tonf}$$

Presión horizontal

$$Ea := oh \cdot \frac{h1}{2} = 7.808 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

Empuje activo

$$h' := \frac{W}{\gamma} = 3.177 \text{ m}$$

Altura equivalente de tierra o sobrecarga

$$ohs := h' \cdot \gamma \cdot \frac{ka}{2} = 1.113 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

Efecto de sobrecarga

$$Es := ohs \cdot h1 = 5.255 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

Empuje activo de sobrecarga

$$hEa := \frac{h1}{3} = 1.573 \text{ m}$$

$$hEs := \frac{h1}{2} = 2.36 \text{ m}$$

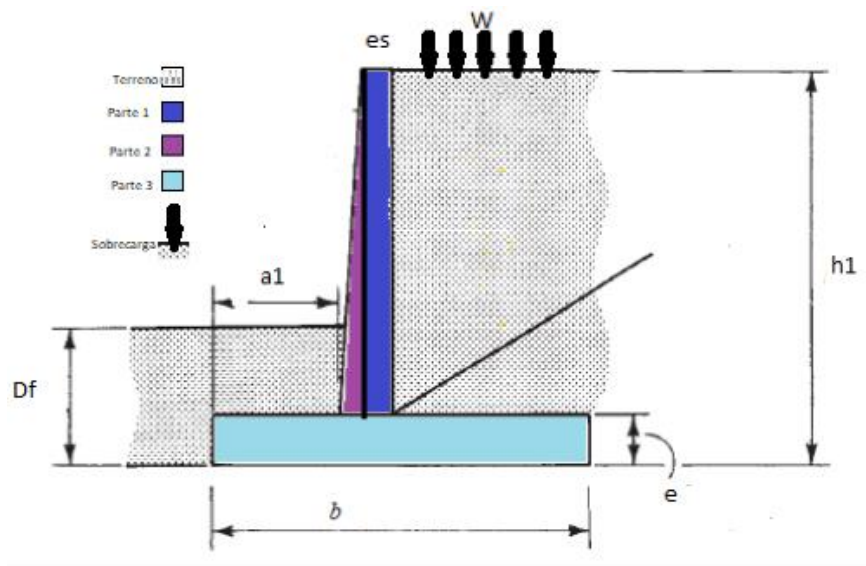
Altura de vector de empuje

Se evaluará al muro de contención en solo 1 m.

$$Mo := Ea \cdot hEa \cdot 1 \text{ m} + Es \cdot hEs \cdot 1 \text{ m} = 24.687 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$

Momento de volteo

Se calculará el momento resistente en cada parte del muro.



- Peso o fuerzas verticales

$$W1 := b \cdot e \cdot \gamma h \cdot 1 \text{ m} = 4.652 \text{ tonf}$$

$$W2 := \frac{(e - es) \cdot (h1 - e)}{2} \cdot \gamma h \cdot 1 \text{ m} = 0.433 \text{ tonf}$$

$$W3 := es \cdot (h1 - e) \cdot \gamma h \cdot 1 \text{ m} = 3.946 \text{ tonf}$$

$$W_{\text{terreno}} := (h1 - e) \cdot (b - a1 - e) \cdot \gamma \cdot 1 \text{ m} = 19.433 \text{ tonf}$$

$$W_{\text{sobrecarga}} := (b - a1 - e) \cdot W \cdot 1 \text{ m} = 14.533 \text{ tonf}$$

- Centro de cada parte en X tomado desde 0.

$$cm1 := \frac{b}{2} = 2.053 \text{ m}$$

$$cm2 := a1 + (e - es) \cdot \frac{2}{3} = 1.042 \text{ m}$$

$$cm3 := a1 + (e - es) + \frac{es}{2} = 1.264 \text{ m}$$

$$cm_{\text{terreno}} := a1 + e + \frac{(b - a1 - e)}{2} = 2.782 \text{ m}$$

$$cm_{\text{sobrecarga}} := cm_{\text{terreno}}$$

- Después hallamos el momento resistente producido en cada parte:

$$M1 := W1 \cdot cm1 = 9.551 \text{ tonf} \cdot m$$

$$M2 := W2 \cdot cm2 = 0.451 \text{ tonf} \cdot m$$

$$M3 := W3 \cdot cm3 = 4.988 \text{ tonf} \cdot m$$

$$M_{\text{terreno}} := W_{\text{terreno}} \cdot cm_{\text{terreno}} = 54.063 \text{ tonf} \cdot m$$

$$M_{\text{sobrecarga}} := W_{\text{sobrecarga}} \cdot cm_{\text{sobrecarga}} = 40.431 \text{ tonf} \cdot m$$

$$\Sigma R_v := W1 + W2 + W3 + W_{\text{terreno}} + W_{\text{sobrecarga}} = 42.997 \text{ tonf}$$

$$\Sigma MR := M1 + M2 + M3 + M_{\text{terreno}} + M_{\text{sobrecarga}} = 109.484 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$

$$FSV := \frac{\Sigma MR}{M_o} = 4.435$$

Factor de seguridad contra el volteo según el libro de Das debe ser mayor a 2.

$$\text{Cumplimiento} := \begin{cases} \text{if } FSV > 2 \\ \quad \parallel \text{ "Cumple" } \\ \quad \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "No cumple" } \end{cases} \Bigg| = \text{ "Cumple" }$$

$$k_1 := \frac{2}{3} \quad k_2 := k_1 \quad \text{Coeficientes de seguridad}$$

$$\mu := \tan(\phi \cdot k_1) = 0.299 \quad \text{Coeficiente de fricción}$$

$$c := c' \cdot k_2 \cdot m = 1.69 \frac{1}{m} \cdot \text{tonf}$$

$$FSD := \frac{\mu \cdot \Sigma R_v + c \cdot b}{Ea + Es} = 1.517 \text{ m}$$

Factor de seguridad contra deslizamiento

$$\text{Cumplimiento} := \begin{cases} \text{if } FSD > 1.5 \text{ m} \\ \quad \parallel \text{ "Cumple" } \\ \quad \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "No cumple" } \end{cases} \Bigg| = \text{ "Cumple" }$$

$$d := \frac{\Sigma MR - M_o}{\Sigma R_v} = 1.972 \text{ m}$$

Distancia de la resultante vertical a la punta.

$$\begin{array}{l}
 \text{Cumplimiento} := \text{if } \frac{b}{3} < d < 2 \frac{b}{3} \\
 \quad \parallel \text{“Cumple”} \\
 \quad \text{else} \\
 \quad \parallel \text{“No cumple”}
 \end{array}
 \Bigg| = \text{“Cumple”}$$

$$ex := \frac{b}{2} - d = 0.081 \text{ m}$$

Excentricidad con respecto a la base

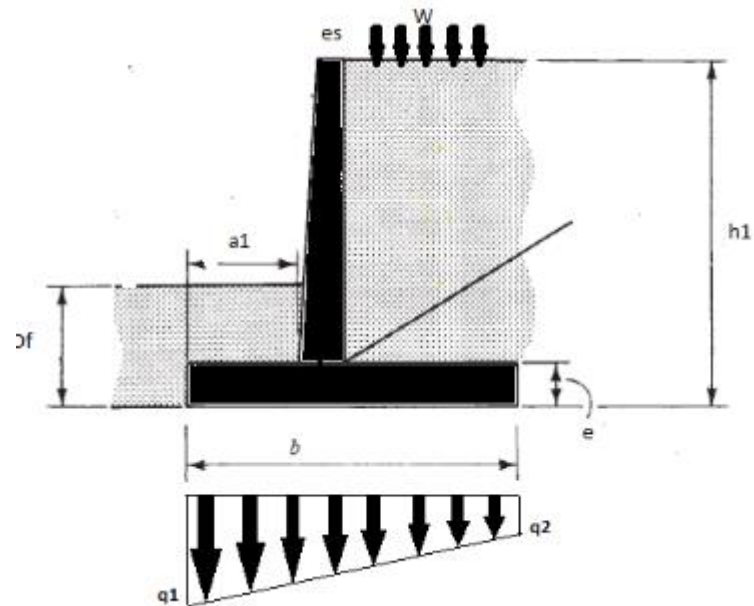


Ilustración 43.- Presión del suelo bajo el talón y la punta

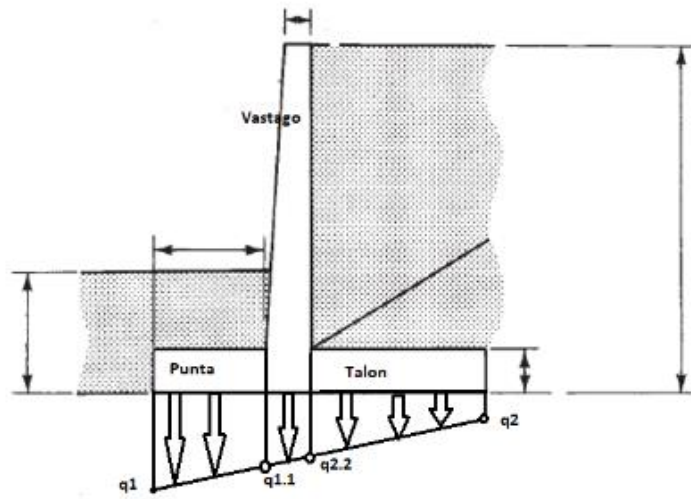
- Presión del suelo bajo la punta

$$q1 := \frac{-\Sigma R_v}{b} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot ex}{b}\right) \cdot \frac{1}{m} = -11.711 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

- Presión del suelo bajo el talón

$$q2 := \frac{-\Sigma R_v}{b} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot ex}{b}\right) \cdot \frac{1}{m} = -9.231 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

Cumplimiento := if $qadm > -1 \cdot q1$ | = "Cumple"
 || if $qadm > -1 \cdot q2$
 || "Cumple"
 || else
 || "No cumple"
 else
 || "No cumple"



$$q_{1.1} := -\left(\frac{-1 \cdot q_1 + q_2}{b}\right) \cdot (b - a_1) + q_2 = -11.116 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$q_{1.2} := -\left(\frac{-1 \cdot q_1 + q_2}{b}\right) \cdot (b - a_1 - e) + q_2 = -10.831 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$W_{\text{talon}} := W + \gamma \cdot (h_1 - e) + y_h \cdot e = 13.956 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$oh_{\text{vastago_superior}} := ohs = 1.113 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{tonf}$$

$$oh_{\text{vastago_inferior}} := ohs + oh = 4.422 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{tonf}$$

Se incrementan las cargas de acuerdo con las combinaciones 1.2D+1.6L.

$$q_1 := -1.6 \cdot q_1 = 18.737 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$W_{\text{talon}} := 1.2 \cdot W_{\text{talon}} = 16.747 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$q_2 := -1.6 \cdot q_2 = 14.769 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$oh_{\text{vastago_superior}} := 1.6 \cdot oh_{\text{vastago_superior}} = 1.781 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$q_{1.1} := -1.6 \cdot q_{1.1} = 17.785 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$oh_{\text{vástago inferior}} := 1.6 \cdot oh_{\text{vástago inferior}} = 7.075 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$q_{1.2} := -1.6 \cdot q_{1.2} = 17.329 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

Aplicamos el ACI 318-14 20.6.1.3.1

$$r_e := 7.5 \text{ cm} \quad \text{Recubrimiento}$$

$$\text{varilla} := 18 \text{ mm}$$

Usaremos varillas de:

$$r := r_e + \frac{\text{varilla}}{2} = 8.4 \text{ cm}$$

$$d_{\text{peralte}} := e - r = 38.8 \text{ cm}$$

Momento de diseño

$$M_u := (q_{1.1} \cdot a_1) \cdot \frac{a_1}{2} \cdot 1 \text{ m} + (q_1 - q_{1.1}) \cdot \frac{a_1}{2} \cdot \frac{2 \cdot a_1}{3} \cdot 1 \text{ m} = 8.945 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$

Para hallar una cantidad de varillas tomaremos la punta del talud como una viga simplemente reforzada según el ACI 318-14:

$$E_y := 2100000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

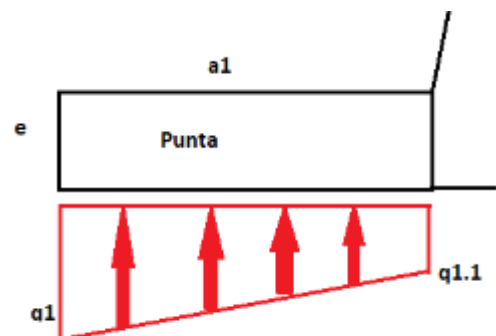
$$\phi := 0.9$$

$$\beta_1 := 0.85$$

- Determinación del refuerzo

$$\rho := 0.85 \cdot \frac{f_c}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_u}{\phi \cdot a_1 \cdot d_{\text{peralte}}^2 \cdot 0.85 \cdot f_c}} \right) = 0.001$$

$$A_{s_min} := \max \left(0.8 \cdot \frac{\sqrt{f_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}}{f_y} \cdot a_1 \cdot d_{\text{peralte}}, \frac{14 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{f_y} \cdot a_1 \cdot d_{\text{peralte}} \right) = 12.5 \text{ cm}^2$$



$$As_{requerido} := \rho \cdot a1 \cdot d_{peralte} = 5.508 \text{ cm}^2$$

$$As_{max} := \left(0.85 \cdot \beta1 \cdot \frac{fc}{fy} \right) \cdot \left(\frac{6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2} + fy} \right) \cdot a1 \cdot d_{peralte} = 92.118 \text{ cm}^2$$

$$\#varillas := \frac{\max(As_{min}, As_{requerido})}{\pi \cdot \frac{varilla^2}{4}} = 4.912$$

$$As_{propuesto} := \left(\pi \cdot \frac{(varilla)^2}{4} \right) \cdot \#varillas = 12.723 \text{ cm}^2$$

$$\#varillas := 5$$

$$a := \left(\pi \cdot \frac{(varilla)^2}{4} \right) \cdot \#varillas \cdot \frac{fy}{0.85 \cdot fc \cdot a1} = 2.658 \text{ cm}$$

$$\epsilon_y := \frac{fy}{Ey} = 0.002$$

$$T := fy \cdot As_{propuesto} = 60.067 \text{ tonf}$$

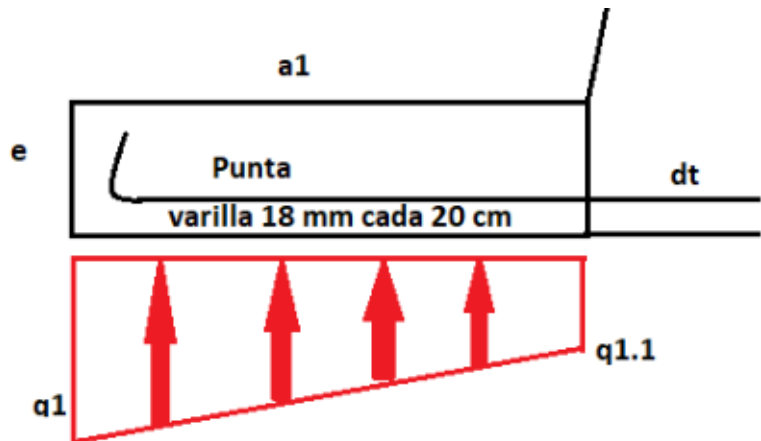
$$Mn := T \cdot \frac{d_{peralte} - a}{2} = 10.855 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$

$$\phi Mn := \phi \cdot Mn = 9.769 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$

$$Cumplimiento := \begin{array}{l} \text{if } \phi Mn > Mu \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \text{"No cumple"} \end{array} \right. \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{"No cumple"} \end{array} \right.$$

$$s := \frac{100 \text{ cm}}{5} = 0.2 \text{ m}$$

Según el ACI 318-14 25.4.2.2 y 25.4.2.3 el dt en la punta debe ser mayor a:



Sistema SI esfuerzos en MPa	Sistema mks esfuerzos en kgf/cm ²	Sistema de unidades usuales en USA esfuerzos en libras por pulgada cuadrada (lb./pulg. ²)
$\ell_d = \frac{f_y}{1.1\lambda\sqrt{f'_c}} \frac{\psi_t\psi_e\psi_s}{\left(\frac{c_b + K_{tr}}{d_b}\right)} d_b$	$\ell_d = \frac{f_y}{3.5\lambda\sqrt{f'_c}} \frac{\psi_t\psi_e\psi_s}{\left(\frac{c_b + K_{tr}}{d_b}\right)} d_b$	$\ell_d = \frac{3f_y}{40\lambda\sqrt{f'_c}} \frac{\psi_t\psi_e\psi_s}{\left(\frac{c_b + K_{tr}}{d_b}\right)} d_b$

$$c_b := r$$

$$k_{tr} := 0$$

Según el ACI 318-14 Tabla 25.4.2.4 se usa:

$$\lambda := 1$$

$$\psi_t := 1$$

$$\psi_e := 1$$

$$\psi_s := 0.8$$

$$dt1.1 := \left(\frac{f_y \cdot \psi_t \cdot \psi_e}{6.6 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c \cdot \frac{kgf}{cm^2}}} \right) \cdot varilla = 74.664 \text{ cm}$$

Tabla 25.4.2.2

$$dt1.2 := \frac{f_y}{3.5 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c \cdot \frac{kgf}{cm^2}}} \cdot \frac{\psi_t \cdot \psi_e \cdot \psi_s}{\left(\frac{c_b + k_{tr}}{varilla}\right)} \cdot varilla = 24.136 \text{ cm}$$

$$dt1.3 := 30 \text{ cm}$$

$$dt1 := \max(dt1.1, dt1.2, dt1.3) = 74.664 \text{ cm}$$

- Cortante de diseño

$$Vu := (q1 + q1.1) \cdot \frac{a1}{2} \cdot 1 \text{ m} = 17.997 \text{ tonf}$$

- Cortante resistente

$$V_c := 0.53 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot a_1 \cdot d_{\text{peralte}} = 34.949 \text{ tonf}$$

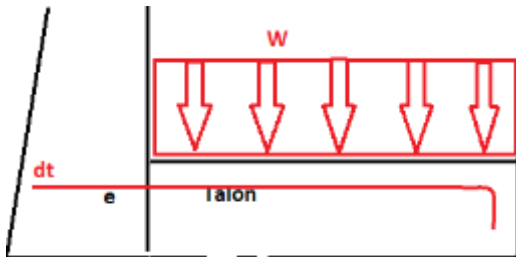
- ACI 318-14 22.5.5.1

$$\phi := 0.75$$

- ACI 318-14 21.2.1

$$\phi V_c := \phi \cdot V_c = 26.211 \text{ tonf}$$

$$\text{Cumplimiento} := \begin{cases} \text{"Cumple"} & \text{if } \phi V_c > V_u \\ \text{"No cumple"} & \text{else} \end{cases} = \text{"Cumple"}$$



Aplicamos el ACI 318-14 20.6.1.3.1

$$r_e := 5 \text{ cm} \quad \text{Recubrimiento}$$

$$varilla := 22 \text{ mm} \quad \text{Usaremos varillas de:}$$

$$r := r_e + \frac{varilla}{2} = 6.1 \text{ cm}$$

$$d_{\text{peralte}} := e - r = 41.1 \text{ cm}$$

$$a_2 := b - a_1 - e = 2.649 \text{ m}$$

- Momento de diseño

$$M_u := W_{\text{talon}} \cdot a_2 \cdot \frac{a_2}{2} \cdot 1 \text{ m} = 58.753 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$

Para hallar una cantidad de varillas tomaremos la punta del talud como una viga simplemente reforzada según el ACI 318-14:

$$E_y := 2100000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\phi := 0.9$$

$$\beta_1 := 0.85$$

- Determinación del refuerzo

$$\rho := 0.85 \cdot \frac{f_c}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \frac{Mu}{\phi \cdot a_2 \cdot d_{peralte}^2}}{0.85 \cdot f_c}} \right) = 0.003$$

$$As_{min} := \max \left(0.8 \cdot \frac{\sqrt{f_c \cdot \frac{kgf}{cm^2}}}{f_y} \cdot a_2 \cdot d_{peralte}, \frac{14 \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{f_y} \cdot a_2 \cdot d_{peralte} \right) = 35.588 \text{ cm}^2$$

$$As_{requerido} := \rho \cdot a_2 \cdot d_{peralte} = 34.789 \text{ cm}^2$$

$$As_{max} := \left(0.85 \cdot \beta_1 \cdot \frac{f_c}{f_y} \right) \cdot \left(\frac{6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2} + f_y} \right) \cdot a_2 \cdot d_{peralte} = 262.265 \text{ cm}^2$$

$$\#varillas := \frac{\max(As_{min}, As_{requerido})}{\pi \cdot \frac{varilla^2}{4}} = 9.362$$

$$As_{propuesto} := \left(\pi \cdot \frac{(varilla)^2}{4} \right) \cdot \#varillas = 79.828 \text{ cm}^2$$

$$\#varillas := 21$$

$$a := \left(\pi \cdot \frac{(varilla)^2}{4} \right) \cdot \#varillas \cdot \frac{f_y}{0.85 \cdot f_c \cdot a_2} = 6.205 \text{ cm}$$

$$\epsilon_y := \frac{f_y}{E_y} = 0.002$$

$$T := f_y \cdot As_{propuesto} = 376.866 \text{ tonf}$$

$$M_n := T \cdot \frac{d_{peralte} - a}{2} = 65.755 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$

$$\phi M_n := \phi \cdot M_n = 59.179 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$

$$Cumplimiento := \begin{cases} \text{if } \phi Mn > Mu \\ \quad \parallel \text{ "Cumple" } \\ \quad \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "No cumple" } \end{cases} = \text{ "Cumple" }$$

$$s := \frac{100 \text{ cm}}{21} = 4.762 \text{ cm}$$

Según el ACI 318-14 25.4.2.2 y 25.4.2.3 el dt en la punta debe ser mayor a:

Sistema SI esfuerzos en MPa	Sistema mks esfuerzos en kgf/cm ²	Sistema de unidades usuales en USA esfuerzos en libras por pulgada cuadrada (lb./pulg. ²)
$l_d = \frac{f_y}{1.1\lambda\sqrt{f'_c}} \frac{\psi_t\psi_e\psi_s}{\left(\frac{c_b + K_{tr}}{d_b}\right)} d_b$	$l_d = \frac{f_y}{3.5\lambda\sqrt{f'_c}} \frac{\psi_t\psi_e\psi_s}{\left(\frac{c_b + K_{tr}}{d_b}\right)} d_b$	$l_d = \frac{3f_y}{40\lambda\sqrt{f'_c}} \frac{\psi_t\psi_e\psi_s}{\left(\frac{c_b + K_{tr}}{d_b}\right)} d_b$

$$c_b := r$$

$$k_{tr} := 0$$

Según el ACI 318-14 Tabla 25.4.2.4 se usa:

$$\lambda := 1$$

$$\psi_t := 1$$

$$\psi_e := 1$$

$$\psi_s := 0.8$$

$$dt2.1 := \left(\frac{f_y \cdot \psi_t \cdot \psi_e}{6.6 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}} \right) \cdot \text{varilla} = 91.256 \text{ cm}$$

Tabla 25.4.2.2

$$dt2.2 := \frac{f_y}{3.5 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}} \cdot \frac{\psi_t \cdot \psi_e \cdot \psi_s}{\left(\frac{c_b + k_{tr}}{\text{varilla}}\right)} \cdot \text{varilla} = 49.65 \text{ cm}$$

$$dt2.3 := 30 \text{ cm}$$

$$dt2 := \max(dt2.1, dt2.2, dt2.3) = 91.256 \text{ cm}$$

- Cortante de diseño

$$V_u := W_{talon} \cdot \frac{a_2}{2} \cdot 1 \text{ m} = 22.18 \text{ tonf}$$

- Cortante resistente

$$V_c := 0.53 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot a_2 \cdot d_{peralte} = 99.501 \text{ tonf}$$

ACI 318-14 22.5.5.1

$$\phi = 0.75$$

ACI 318-14 21.2.1

$$\phi V_c := \phi \cdot V_c = 74.626 \text{ tonf}$$

$$\text{Cumplimiento} := \begin{cases} \text{if } \phi V_c > V_u & = \text{“Cumple”} \\ \quad \parallel \text{“Cumple”} & \\ \quad \text{else} & \\ \quad \parallel \text{“No cumple”} & \end{cases}$$

Acero por contracción y temperatura ACI 318-14 24.4.3.2

$$\rho_{min1} := \frac{0.0018 \cdot 420 \cdot \text{MPa}}{f_y} = 0.002$$

$$\rho_{min2} := 0.0014$$

$$\rho_{min} := \max(\rho_{min1}, \rho_{min2}) = 0.002$$

$$A_s := \rho_{min} \cdot b \cdot e = 34.888 \text{ cm}^2$$

$$a_s := \pi \cdot \frac{\text{varilla}^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2$$

$$\text{varilla} := 12 \text{ mm}$$

$$\text{cantidad} := \frac{A_s}{a_s} = 30.848$$

$$\text{cantidad} := 31$$

$$L := a_1 + a_2 + dt_1 + dt_2 - 2 \cdot 7.5 \text{ cm} - 18 \text{ mm} - 22 \text{ mm} = 510.36 \text{ cm}$$

$$s := \frac{L}{\text{cantidad}} = 16.463 \text{ cm}$$

VASTAGO

$$\text{varilla} := 22 \text{ mm}$$

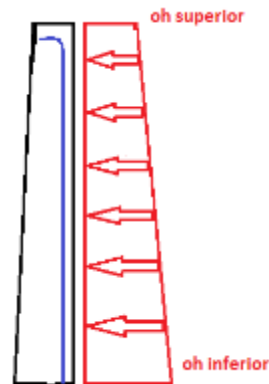
$$r := 5 \text{ cm} + \frac{\text{varilla}}{2} = 6.1 \text{ cm}$$

$$e = 0.472 \text{ m}$$

$$es = 0.387 \text{ m}$$

$$d_{\text{peralte}} := e - r = 41.1 \text{ cm}$$

$$h_{1.1} := h_1 - e$$



$$\begin{aligned} Mu &:= oh_{\text{vastago_superior}} \cdot h_{1.1} \cdot \frac{h_{1.1}}{2} \cdot m \downarrow && = 31.994 \text{ m} \cdot \text{tonf} \\ &+ (oh_{\text{vastago_inferior}} - oh_{\text{vastago_superior}}) \cdot \frac{h_{1.1}}{2} \cdot \frac{h_{1.1}}{3} \cdot m \end{aligned}$$

Para hallar una cantidad de varillas tomaremos la punta del talud como una viga simplemente reforzada según el ACI 318-14:

$$E_y := 2100000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\phi := 0.9$$

$$\beta_1 := 0.85$$

Determinación del refuerzo

$$\rho := 0.85 \cdot \frac{f_c}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \frac{Mu}{\phi \cdot h_1 \cdot d_{\text{peralte}}^2}}{0.85 \cdot f_c}} \right) = 9.538 \cdot 10^{-4}$$

$$As_{\text{min}} := \max \left(0.8 \cdot \frac{\sqrt{f_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}}{f_y} \cdot h_1 \cdot d_{\text{peralte}}, \frac{14 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{f_y} \cdot h_1 \cdot d_{\text{peralte}} \right) = 63.414 \text{ cm}^2$$

$$As_{requerido} := \rho \cdot h1 \cdot d_{peralte} = 18.503 \text{ cm}^2$$

$$As_{max} := \left(0.85 \cdot \beta1 \cdot \frac{fc}{fy} \right) \cdot \left(\frac{6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2} + fy} \right) \cdot h1 \cdot d_{peralte} = 467.329 \text{ cm}^2$$

$$\#varillas := \frac{\max(As_{min}, As_{requerido})}{\pi \cdot \frac{varilla^2}{4}} = 16.682$$

$$As_{propuesto} := \left(\pi \cdot \frac{(varilla)^2}{4} \right) \cdot \#varillas = 64.623 \text{ cm}^2$$

$$\#varillas := 17$$

$$a := \left(\pi \cdot \frac{(varilla)^2}{4} \right) \cdot \#varillas \cdot \frac{fy}{0.85 \cdot fc \cdot a2} = 5.023 \text{ cm}$$

$$\epsilon_y := \frac{fy}{Ey} = 0.002$$

$$T := fy \cdot As_{propuesto} = 305.082 \text{ tonf}$$

$$Mn := T \cdot \frac{d_{peralte} - a}{2} = 55.033 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$

$$\phi Mn := \phi \cdot Mn = 49.529 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$

$$Cumplimiento := \begin{array}{l} \text{if } \phi Mn > Mu \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \text{"No cumple"} \end{array} \right. \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{if } \phi Mn > Mu \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \text{"No cumple"} \end{array} \right.} \right| = \text{"Cumple"}$$

$$s := \frac{100 \text{ cm}}{17} = 5.882 \text{ cm}$$

Para la geometría del gancho según ACI 318-14 en 90 grados es de 6dvarilla de diámetro interior doblado y 12d de extensión.

Tabla 25.3.1 — Geometría del gancho estándar para el desarrollo de barras corrugadas en tracción

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta ^[1] ℓ_{ext} , mm	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
	No. 29 a No. 36	$8d_b$		
	No. 43 y No. 57	$10d_b$		
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 25	$6d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65 mm	
	No. 29 a No. 36	$8d_b$		
	No. 43 y No. 57	$10d_b$		

^[1] El gancho estándar para las barras corrugadas en tracción incluye el diámetro interior específico del doblado y el largo de la extensión recta. Se permite usar una extensión recta más larga en el extremo del gancho. No se considera que esta extensión aumente la resistencia de anclaje del gancho.

$$D_{int} := 6 \cdot \text{varilla} = 13.2 \text{ cm}$$

$$E_{xtc} := 12 \cdot \text{varilla} = 26.4 \text{ cm}$$

Según el ACI 318-14 Tabla 25.4.3.2 se usa:

$$\lambda := 1$$

$$\psi_e := 1$$

$$\psi_c := 1$$

$$\psi_r := 1$$

$$ld1 := \left(0.24 \cdot f_y \cdot \psi_e \cdot \psi_r \cdot \frac{\psi_c}{\lambda \cdot \sqrt{f_c \cdot \text{MPa}}} \right) \cdot \text{varilla} = 45.267 \text{ cm}$$

$$ld2 := (8 \cdot \text{varilla}) = 17.6 \text{ cm}$$

$$ld3 := 15 \text{ cm}$$

$$e := 0.5 \text{ m}$$

$$ld := \max(ld1, ld2, ld3) = 45.267 \text{ cm}$$

$$re := 7.5 \text{ cm}$$

$$ld_{min} := e - re - 1.8 \text{ cm} - 1.2 \text{ cm} = 39.5 \text{ cm}$$

- Cortante ultimo

$$V_u := (oh_{\text{vástago inferior}} + oh_{\text{vástago superior}}) \cdot h1 \cdot 1 \text{ m} = 41.802 \text{ tonf}$$

- Cortante resistente del concreto

$$V_c := 0.53 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot d_{\text{peralte}} \cdot b = 154.251 \text{ tonf}$$

$$\phi := 0.75$$

$$\text{Cumplimiento} := \begin{cases} \text{if } \phi V_c > V_u \\ \quad \parallel \text{“Cumple”} \\ \quad \text{else} \\ \quad \parallel \text{“No cumple”} \end{cases} = \text{“Cumple”}$$

- Area de refuerzo exterior Tabla ACI 318-14 11.6.1

$$\rho := 0.0015$$

- Refuerzo longitudinal mínimo

$$A_s := \rho \cdot \frac{(e + es)}{2} \cdot 100 \text{ cm} = 6.653 \text{ cm}^2$$

- Cara exterior

$$\frac{A_s}{2} = 3.326 \text{ cm}^2$$

$$a_s := \pi \cdot \frac{\text{varilla}^2}{4} = 2.011 \text{ cm}^2$$

$$\text{varilla} := 16 \text{ mm}$$

$$\text{cantidad} := \frac{\frac{A_s}{2}}{a_s} = 1.654$$

$$\text{cantidad} := 3$$

$$s := 100 \frac{\text{cm}}{\text{cantidad}} = 0.333 \text{ m}$$

$$\rho := 0.0025$$

- Refuerzo horizontal mínimo

$$A_s := \rho \cdot \frac{(e + es)}{2} \cdot h_1 = 52.335 \text{ cm}^2$$

- Cara interior

$$a_s := \pi \cdot \frac{\text{varilla}^2}{4} = 2.011 \text{ cm}^2$$

$$\text{varilla} := 16 \text{ mm}$$

$$\text{cantidad} := \frac{A_s}{a_s} = 26.029$$

$$\text{cantidad} := 27$$

$$s_{\text{exterior}} := \frac{h1 - re}{\frac{2}{3} \text{ cantidad}} = 0.258 \text{ m}$$

$$s_{\text{exterior}} := 25 \text{ cm}$$

$$s_{\text{interior}} := \frac{h1 - re}{\frac{1}{3} \text{ cantidad}} = 0.516 \text{ m}$$

$$s_{\text{interior}} := 50 \text{ cm}$$

7.8 Diseño de segundo muro de contención (tipo voladizo)

Este será diseñado solo para resistir la carga lateral del suelo.

$$P_u := 0 \text{ kN}$$

$$y_h := 2.4 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^3} \quad f_c := 24 \text{ MPa} \quad f_y := 420 \text{ MPa}$$

$$\gamma = 1.855 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^3} \quad \phi := 30^\circ$$

$$B = 3.3 \text{ m} \quad L := 12 \cdot \text{m}$$

$$W := \frac{P_u}{B \cdot L} = 0 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2} \quad c' = 0.23 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$h1 := 4.72 \text{ m} \quad df := 1 \text{ m}$$

- Dimensionamiento de DAS

$$b := 3.3 \text{ m} = 3.3 \text{ m}$$

$$e := 0.1 \cdot h1 = 0.472 \text{ m} \quad a1 := 0.1 \cdot h1 = 0.472 \text{ m}$$

$$es := e - \frac{(0.02 \cdot (h1 - e))}{1} = 0.387 \text{ m} \quad h1 - e = 4.248 \text{ m}$$

$$ka := \frac{1 - \sin(\phi)}{1 + \sin(\phi)} = 0.333$$

Coeficiente de presión activa

$$ov := h1 \cdot \gamma = 8.753 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{tonf}$$

Presión vertical

$$oh := ov \cdot ka = 2.918 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{tonf}$$

Presión horizontal

$$Ea := oh \cdot \frac{h1}{2} = 6.886 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

Empuje activo

$$h' := \frac{W}{\gamma} = 0 \text{ m}$$

Altura equivalente de tierra o sobrecarga

$$ohs := h' \cdot \gamma \cdot \frac{ka}{2} = 0 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

Efecto de sobrecarga

$$Es := ohs \cdot h1 = 0 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

Empuje activo de sobrecarga

$$hEa := \frac{h1}{3} = 1.573 \text{ m}$$

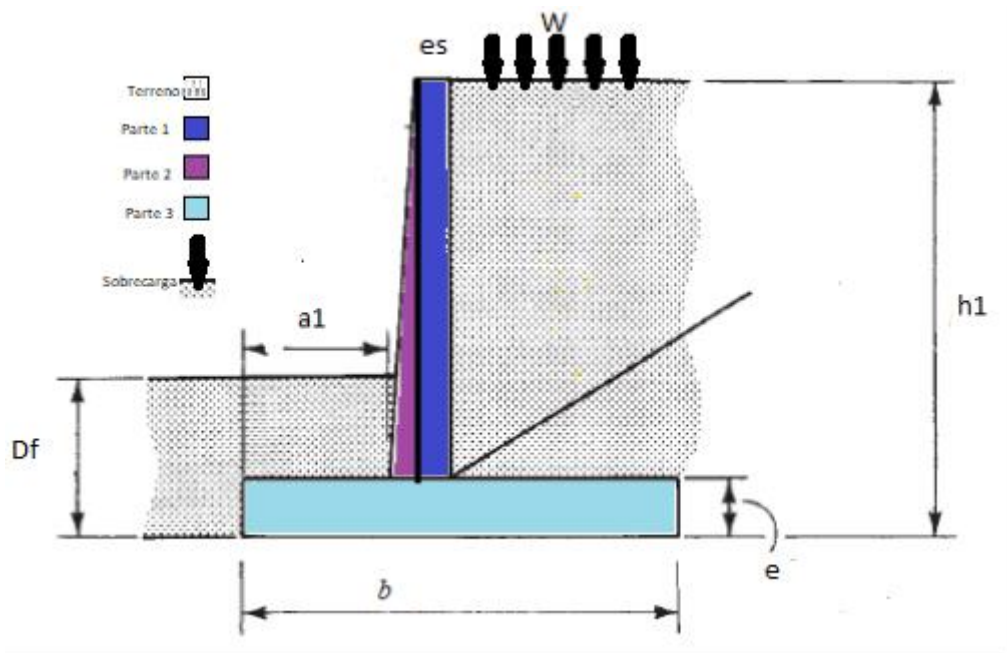
$$hEs := \frac{h1}{2} = 2.36 \text{ m}$$

Altura de vector de empuje

- Se evaluará al muro de contención en solo 1 m.

$$Mo := Ea \cdot hEa \cdot 1 \text{ m} + Es \cdot hEs \cdot 1 \text{ m} = 10.834 \text{ m} \cdot \text{tonf} \quad \text{Momento de volteo}$$

Se evaluará el momento resistente en cada parte del muro.



- Peso o fuerzas verticales

$$W_1 := b \cdot e \cdot \gamma \cdot 1 \text{ m} = 3.738 \text{ tonf}$$

$$W_2 := \frac{(e - es) \cdot (h_1 - e)}{2} \cdot \gamma \cdot 1 \text{ m} = 0.433 \text{ tonf}$$

$$W_3 := es \cdot (h_1 - e) \cdot \gamma \cdot 1 \text{ m} = 3.946 \text{ tonf}$$

$$W_{\text{terreno}} := (h_1 - e) \cdot (b - a_1 - e) \cdot \gamma \cdot 1 \text{ m} = 18.56 \text{ tonf}$$

$$W_{\text{sobrecarga}} := (b - a_1 - e) \cdot W \cdot 1 \text{ m} = 0 \text{ tonf}$$

- Centro de cada parte en X tomado desde 0.

$$cm_1 := \frac{b}{2} = 1.65 \text{ m}$$

$$cm_2 := a_1 + (e - es) \cdot \frac{2}{3} = 0.529 \text{ m}$$

$$cm_3 := a_1 + (e - es) + \frac{es}{2} = 0.75 \text{ m}$$

$$cm_{\text{terreno}} := a_1 + e + \frac{(b - a_1 - e)}{2} = 2.122 \text{ m}$$

$$cm_{\text{sobrecarga}} := cm_{\text{terreno}}$$

- Después hallamos el momento resistente producido en cada parte:

$$M1 := W1 \cdot cm1 = 6.168 \text{ tonf} \cdot m$$

$$M2 := W2 \cdot cm2 = 0.229 \text{ tonf} \cdot m$$

$$M3 := W3 \cdot cm3 = 2.961 \text{ tonf} \cdot m$$

$$M_{\text{terreno}} := W_{\text{terreno}} \cdot cm_{\text{terreno}} = 39.385 \text{ tonf} \cdot m$$

$$M_{\text{sobrecarga}} := W_{\text{sobrecarga}} \cdot cm_{\text{sobrecarga}} = 0 \text{ tonf} \cdot m$$

$$\Sigma R_v := W1 + W2 + W3 + W_{\text{terreno}} + W_{\text{sobrecarga}} = 26.678 \text{ tonf}$$

$$\Sigma MR := M1 + M2 + M3 + M_{\text{terreno}} + M_{\text{sobrecarga}} = 48.744 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$

$$FSV := \frac{\Sigma MR}{M_o} = 4.499$$

- Factor de seguridad contra el volteo según el libro de Das debe ser mayor a 2.

$$\text{Cumplimiento} := \begin{cases} \text{if } FSV > 2 \\ \quad \parallel \text{ "Cumple" } \\ \quad \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "No cumple" } \end{cases} = \text{ "Cumple" }$$

$$k_1 := \frac{2}{3}$$

$$k_2 := k_1$$

Coefficientes de seguridad

$$\mu := \tan(\phi \cdot k_1) = 0.364$$

Coefficiente de fricción

$$c := c' \cdot k_2 \cdot m = 1.69 \frac{1}{m} \cdot \text{tonf}$$

$$FSD := \frac{\mu \cdot \Sigma R_v + c \cdot b}{Ea + Es} = 2.22 \text{ m}$$

Factor de seguridad contra deslizamiento

$$\text{Cumplimiento} := \begin{cases} \text{if } FSD > 1.5 \text{ m} \\ \quad \parallel \text{ "Cumple" } \\ \quad \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "No cumple" } \end{cases} = \text{ "Cumple" }$$

$$d := \frac{\Sigma MR - M_o}{\Sigma R_v} = 1.421 \text{ m}$$

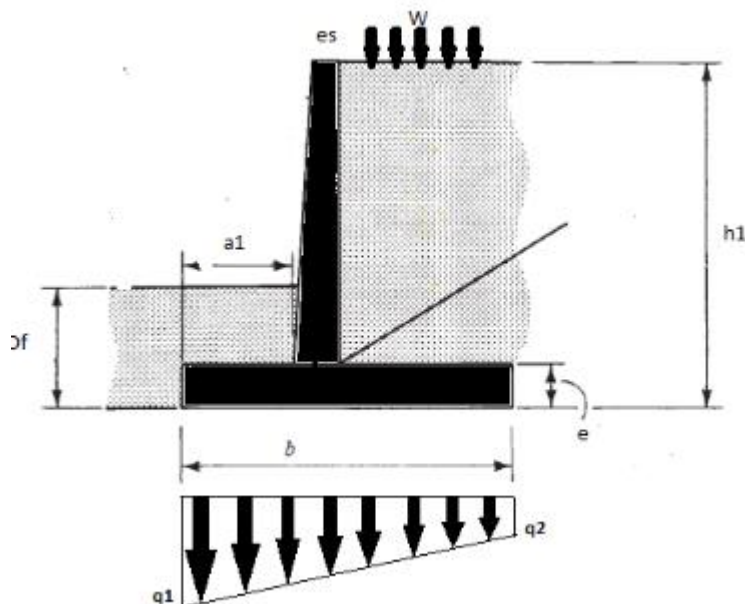
Distancia de la resultante vertical a la punta.

$$Cumplimiento := \begin{cases} \text{if } \frac{b}{3} < d < 2 \frac{b}{3} \\ \quad \parallel \text{ "Cumple" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "No cumple" } \end{cases} = \text{ "Cumple" }$$

$$ex := \frac{b}{2} - d = 0.229 \text{ m}$$

Excentricidad con respecto a la base

Presión del suelo bajo el talón y la punta



$$q = -\frac{R_v}{A} \pm \frac{R_v e c}{I}$$

- Presión del suelo bajo la punta

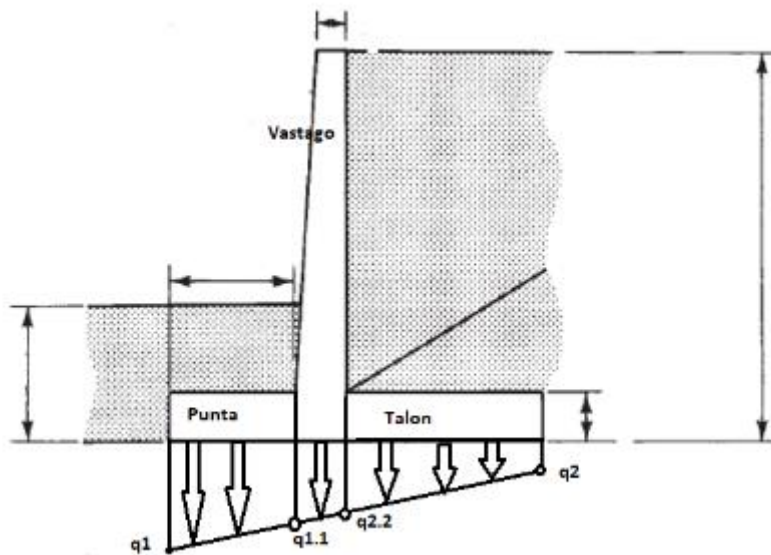
$$q1 := \frac{-\Sigma R_v}{b} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot ex}{b}\right) \cdot \frac{1}{m} = -11.45 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

- Presión del suelo bajo el talón

$$q2 := \frac{-\Sigma R_v}{b} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot ex}{b}\right) \cdot \frac{1}{m} = -4.719 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

Cumplimiento := if $q_{adm} > -1 \cdot q_1$ = "Cumple"
 || if $q_{adm} > -1 \cdot q_2$
 || "Cumple"
 || else
 || "No cumple"
 || else
 || "No cumple"

Diseño estructural del muro de contención en voladizo



$$q_{1.1} := -\left(\frac{-1 \cdot q_1 + q_2}{b}\right) \cdot (b - a_1) + q_2 = -10.487 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$q_{1.2} := -\left(\frac{-1 \cdot q_1 + q_2}{b}\right) \cdot (b - a_1 - e) + q_2 = -9.524 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$W_{\text{talon}} := W + \gamma \cdot (h_1 - e) + y_h \cdot e = 9.011 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$oh_{\text{vastago_superior}} := oh_s = 0 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{tonf}$$

$$oh_{\text{vastago_inferior}} := oh_s + oh = 2.918 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{tonf}$$

Se incrementan las cargas de acuerdo con las combinaciones 1.2D+1.6L

$$q_1 := -1.6 \cdot q_1 = 18.319 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$W_{talon} := 1.2 \cdot W_{talon} = 10.813 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

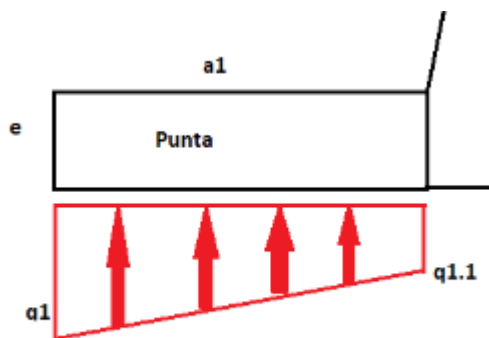
$$q2 := -1.6 \cdot q2 = 7.55 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$oh_{vastago_superior} := 1.6 \cdot oh_{vastago_superior} = 0 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$q1.1 := -1.6 \cdot q1.1 = 16.779 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$oh_{vastago_inferior} := 1.6 \cdot oh_{vastago_inferior} = 4.668 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$q1.2 := -1.6 \cdot q1.2 = 15.239 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$



Aplicamos el ACI 318-14 20.6.1.3.1

$$re := 7.5 \text{ cm} \quad \text{Recubrimiento}$$

$$varilla := 10 \text{ mm} \quad \text{Usaremos varillas de:}$$

$$r := re + \frac{varilla}{2} = 8 \text{ cm}$$

$$d_{peralte} := e - r = 39.2 \text{ cm}$$

Momento de diseño

$$Mu := (q1.1 \cdot a1) \cdot \frac{a1}{2} \cdot 1 \text{ m} + (q1 - q1.1) \cdot \frac{a1}{2} \cdot \frac{2 \cdot a1}{3} \cdot 1 \text{ m} = 1.983 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$

Para hallar una cantidad de varillas tomaremos la punta del talud como una viga simplemente reforzada según el ACI 318-14:

$$E_y := 2100000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\phi := 0.9$$

$$\beta_1 := 0.85$$

- Determinación del refuerzo

$$\rho := 0.85 \cdot \frac{f_c}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \frac{Mu}{\phi \cdot a_1 \cdot d_{peralte}^2}}{0.85 \cdot f_c}} \right) = 6.479 \cdot 10^{-4}$$

$$As_{min} := \max \left(0.8 \cdot \frac{\sqrt{f_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}}{f_y} \cdot a_1 \cdot d_{peralte}, \frac{14 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{f_y} \cdot a_1 \cdot d_{peralte} \right) = 6.048 \text{ cm}^2$$

$$As_{requerido} := \rho \cdot a_1 \cdot d_{peralte} = 1.199 \text{ cm}^2$$

$$As_{max} := \left(0.85 \cdot \beta_1 \cdot \frac{f_c}{f_y} \right) \cdot \left(\frac{6000 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{6000 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + f_y} \right) \cdot a_1 \cdot d_{peralte} = 44.573 \text{ cm}^2$$

$$\#varillas := \frac{\max(As_{min}, As_{requerido})}{\pi \cdot \frac{varilla^2}{4}} = 7.701$$

$$As_{propuesto} := \left(\pi \cdot \frac{(varilla)^2}{4} \right) \cdot \#varillas = 3.927 \text{ cm}^2$$

$$\#varillas := 5$$

$$a := \left(\pi \cdot \frac{(varilla)^2}{4} \right) \cdot \#varillas \cdot \frac{f_y}{0.85 \cdot f_c \cdot a_1} = 1.713 \text{ cm}$$

$$\epsilon_y := \frac{f_y}{E_y} = 0.002$$

$$T := f_y \cdot As_{propuesto} = 18.539 \text{ tonf}$$

$$M_n := T \cdot \frac{d_{peralte} - a}{2} = 3.475 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$

$$\phi M_n := \phi \cdot M_n = 3.127 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$

$$Cumplimiento := \begin{cases} \text{if } \phi Mn > Mu \\ \quad \parallel \text{ "Cumple" } \\ \quad \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "No cumple" } \end{cases} = \text{ "Cumple" }$$

$$s := \frac{100 \text{ cm}}{5} = 0.2 \text{ m}$$

Según el ACI 318-14 25.4.2.2 y 25.4.2.3 el dt en la punta debe ser mayor a:

Sistema SI esfuerzos en MPa	Sistema mks esfuerzos en kgf/cm ²	Sistema de unidades usuales en USA esfuerzos en libras por pulgada cuadrada (lb./pulg. ²)
$l_d = \frac{f_y}{1.1\lambda\sqrt{f'_c}} \frac{\psi_t\psi_e\psi_s}{\left(\frac{c_b + K_{tr}}{d_b}\right)} d_b$	$l_d = \frac{f_y}{3.5\lambda\sqrt{f'_c}} \frac{\psi_t\psi_e\psi_s}{\left(\frac{c_b + K_{tr}}{d_b}\right)} d_b$	$l_d = \frac{3f_y}{40\lambda\sqrt{f'_c}} \frac{\psi_t\psi_e\psi_s}{\left(\frac{c_b + K_{tr}}{d_b}\right)} d_b$

$$c_b := r$$

$$k_{tr} := 0$$

Según el ACI 318-14 Tabla 25.4.2.4 se usa:

$$\lambda := 1$$

$$\psi_t := 1$$

$$\psi_e := 1$$

$$\psi_s := 0.8$$

$$dt1.1 := \left(\frac{f_y \cdot \psi_t \cdot \psi_e}{6.6 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}} \right) \cdot \text{varilla} = 41.48 \text{ cm}$$

Tabla 25.4.2.2

$$dt1.2 := \frac{f_y}{3.5 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}} \cdot \frac{\psi_t \cdot \psi_e \cdot \psi_s}{\left(\frac{c_b + k_{tr}}{\text{varilla}}\right)} \cdot \text{varilla} = 7.822 \text{ cm}$$

$$dt1.3 := 30 \text{ cm}$$

$$dt1 := \max(dt1.1, dt1.2, dt1.3) = 41.48 \text{ cm}$$

- Cortante de diseño

$$Vu := (q1 + q1.1) \cdot \frac{a1}{2} \cdot 1 \text{ m} = 8.283 \text{ tonf}$$

- Cortante resistente

$$Vc := 0.53 \cdot \lambda \cdot \sqrt{fc \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot a1 \cdot d_{peralte} = 16.91 \text{ tonf}$$

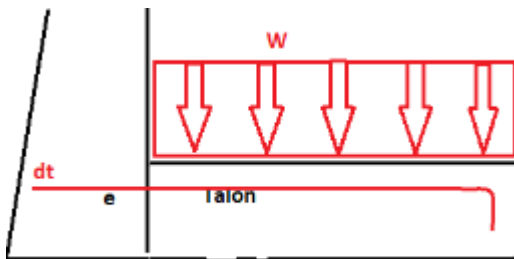
- ACI 318-14 22.5.5.1

$$\phi := 0.75$$

- ACI 318-14 21.2.1

$$\phi Vc := \phi \cdot Vc = 12.683 \text{ tonf}$$

$$\text{Cumplimiento} := \begin{cases} \text{if } \phi Vc > Vu \\ \quad \text{|| "Cumple"} \\ \quad \text{else} \\ \quad \text{|| "No cumple"} \end{cases} = \text{"Cumple"}$$



Aplicamos el ACI 318-14 20.6.1.3.1

$$re := 5 \text{ cm}$$

Recubrimiento

$$\text{varilla} := 28 \text{ mm}$$

Usaremos varillas de:

$$r := re + \frac{\text{varilla}}{2} = 6.4 \text{ cm}$$

$$d_{peralte} := e - r = 40.8 \text{ cm}$$

$$a2 := b - a1 - e = 2.356 \text{ m}$$

- Momento de diseño

$$Mu := W_{talon} \cdot a2 \cdot \frac{a2}{2} \cdot 1 \text{ m} = 30.01 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$

Para hallar una cantidad de varillas tomaremos la punta del talud como una viga simplemente reforzada según el ACI 318-14:

$$Ey := 2100000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\phi := 0.9$$

$$\beta1 := 0.85$$

- Determinación del refuerzo

$$\rho := 0.85 \cdot \frac{fc}{fy} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \frac{Mu}{\phi \cdot a2 \cdot d_{peralte}^2}}{0.85 \cdot fc}} \right) = 0.002$$

$$As_{min} := \max \left(0.8 \cdot \frac{\sqrt{fc \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}}{fy} \cdot a2 \cdot d_{peralte}, \frac{14 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{fy} \cdot a2 \cdot d_{peralte} \right) = 31.422 \text{ cm}^2$$

$$As_{requerido} := \rho \cdot a2 \cdot d_{peralte} = 17.645 \text{ cm}^2$$

$$As_{max} := \left(0.85 \cdot \beta1 \cdot \frac{fc}{fy} \right) \cdot \left(\frac{6000 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{6000 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + fy} \right) \cdot a2 \cdot d_{peralte} = 231.566 \text{ cm}^2$$

$$\#varillas := \frac{\max(As_{min}, As_{requerido})}{\pi \cdot \frac{varilla^2}{4}} = 5.103$$

$$As_{propuesto} := \left(\pi \cdot \frac{(varilla)^2}{4} \right) \cdot \#varillas = 80.048 \text{ cm}^2$$

$$\#varillas := 13$$

$$a := \left(\pi \cdot \frac{(varilla)^2}{4} \right) \cdot \#varillas \cdot \frac{fy}{0.85 \cdot fc \cdot a2} = 6.995 \text{ cm}$$

$$\epsilon_y := \frac{fy}{Ey} = 0.002$$

$$T := f_y \cdot A_s_{propuesto} = 377.905 \text{ tonf}$$

$$M_n := T \cdot \frac{d_{peralte} - a}{2} = 63.875 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$

$$\phi M_n := \phi \cdot M_n = 57.488 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$

$$\text{Cumplimiento} := \begin{cases} \text{if } \phi M_n > M_u \\ \quad \parallel \text{ "Cumple" } \\ \quad \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "No cumple" } \end{cases} = \text{ "Cumple" }$$

$$s := \frac{100 \text{ cm}}{13} = 7.692 \text{ cm}$$

Según el ACI 318-14 25.4.2.2 y 25.4.2.3 el d_t en la punta debe ser mayor a:

Sistema SI esfuerzos en MPa	Sistema mks esfuerzos en kgf/cm ²	Sistema de unidades usuales en USA esfuerzos en libras por pulgada cuadrada (lb./pulg. ²)
$\ell_d = \frac{f_y}{1.1\lambda\sqrt{f'_c}} \frac{\psi_t\psi_e\psi_s}{\left(\frac{c_b + K_{tr}}{d_b}\right)} d_b$	$\ell_d = \frac{f_y}{3.5\lambda\sqrt{f'_c}} \frac{\psi_t\psi_e\psi_s}{\left(\frac{c_b + K_{tr}}{d_b}\right)} d_b$	$\ell_d = \frac{3f_y}{40\lambda\sqrt{f'_c}} \frac{\psi_t\psi_e\psi_s}{\left(\frac{c_b + K_{tr}}{d_b}\right)} d_b$

$$c_b := r$$

$$k_{tr} := 0$$

Según el ACI 318-14 Tabla 25.4.2.4 se usa:

$$\lambda := 1$$

$$\psi_t := 1$$

$$\psi_e := 1$$

$$\psi_s := 0.8$$

$$dt2.1 := \left(\frac{f_y \cdot \psi_t \cdot \psi_e}{6.6 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}} \right) \cdot \text{varilla} = 116.144 \text{ cm}$$

Tabla 25.4.2.2

$$dt2.2 := \frac{f_y}{3.5 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}} \cdot \frac{\psi_t \cdot \psi_e \cdot \psi_s}{\left(\frac{c_b + k_{tr}}{\text{varilla}}\right)} \cdot \text{varilla} = 76.655 \text{ cm}$$

$$dt2.3 := 30 \text{ cm}$$

$$dt2 := \max(dt2.1, dt2.2, dt2.3) = 116.144 \text{ cm}$$

Cortante de diseño

$$Vu := W_{talon} \cdot \frac{a2}{2} \cdot 1 \text{ m} = 12.738 \text{ tonf}$$

Cortante resistente

$$Vc := 0.53 \cdot \lambda \cdot \sqrt{fc \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot a2 \cdot d_{peralte} = 87.854 \text{ tonf}$$

ACI 318-14 22.5.5.1

$$\phi := 0.75$$

ACI 318-14 21.2.1

$$\phi Vc := \phi \cdot Vc = 65.89 \text{ tonf}$$

$$\text{Cumplimiento} := \begin{cases} \text{if } \phi Vc > Vu & = \text{“Cumple”} \\ \quad \parallel \text{“Cumple”} & \\ \quad \text{else} & \\ \quad \parallel \text{“No cumple”} & \end{cases}$$

Acero por contracción y temperatura ACI 318-14 24.4.3.2

$$\rho_{min1} := \frac{0.0018 \cdot 420 \cdot \text{MPa}}{fy} = 0.002$$

$$\rho_{min2} := 0.0014$$

$$\rho_{min} := \max(\rho_{min1}, \rho_{min2}) = 0.002$$

$$As := \rho_{min} \cdot b \cdot e = 28.037 \text{ cm}^2$$

$$as := \pi \cdot \frac{\text{varilla}^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2$$

$$\text{varilla} := 12 \text{ mm}$$

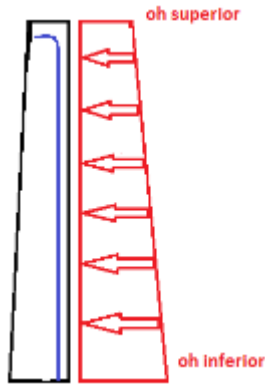
$$\text{cantidad} := \frac{As}{as} = 24.79$$

$$\text{cantidad} := 31$$

$$L := a1 + a2 + dt1 + dt2 - 2 \cdot 7.5 \text{ cm} - 18 \text{ mm} - 22 \text{ mm} = 421.424 \text{ cm}$$

$$s := \frac{L}{\text{cantidad}} = 13.594 \text{ cm}$$

VASTAGO



$$\text{varilla} := 20 \text{ mm}$$

$$r := 5 \text{ cm} + \frac{\text{varilla}}{2} = 6 \text{ cm}$$

$$e = 0.472 \text{ m}$$

$$es = 0.387 \text{ m}$$

$$d_{\text{peralte}} := e - r = 41.2 \text{ cm}$$

$$h_{1.1} := h_1 - e$$

$$\begin{aligned} Mu := & oh_{\text{vastago_superior}} \cdot h_{1.1} \cdot \frac{h_{1.1}}{2} \cdot m \downarrow = 14.041 \text{ m} \cdot \text{tonf} \\ & + (oh_{\text{vastago_inferior}} - oh_{\text{vastago_superior}}) \cdot \frac{h_{1.1}}{2} \cdot \frac{h_{1.1}}{3} \cdot m \end{aligned}$$

Para hallar una cantidad de varillas tomaremos la punta del talud como una viga simplemente reforzada según el ACI 318-14:

$$Ey := 2100000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\phi := 0.9$$

$$\beta_1 := 0.85$$

- Determinación del refuerzo

$$\rho := 0.85 \cdot \frac{fc}{fy} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mu}{\phi \cdot h_1 \cdot d_{\text{peralte}}^2}} \right) = 4.142 \cdot 10^{-4}$$

$$As_{\text{min}} := \max \left(0.8 \cdot \frac{\sqrt{fc \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}}{fy} \cdot h_1 \cdot d_{\text{peralte}}, \frac{14 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{fy} \cdot h_1 \cdot d_{\text{peralte}} \right) = 63.568 \text{ cm}^2$$

$$As_{\text{requerido}} := \rho \cdot h_1 \cdot d_{\text{peralte}} = 8.055 \text{ cm}^2$$

$$As_{max} := \left(0.85 \cdot \beta_1 \cdot \frac{fc}{fy} \right) \cdot \left(\frac{6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2} + fy} \right) \cdot h_1 \cdot d_{peralte} = 468.466 \text{ cm}^2$$

$$\#varillas := \frac{\max(As_{min}, As_{requerido})}{\pi \cdot \frac{varilla^2}{4}} = 20.234$$

$$As_{propuesto} := \left(\pi \cdot \frac{(varilla)^2}{4} \right) \cdot \#varillas = 31.416 \text{ cm}^2$$

$$\#varillas := 10$$

$$a := \left(\pi \cdot \frac{(varilla)^2}{4} \right) \cdot \#varillas \cdot \frac{fy}{0.85 \cdot fc \cdot a_2} = 2.745 \text{ cm}$$

$$\epsilon_y := \frac{fy}{Ey} = 0.002$$

$$T := fy \cdot As_{propuesto} = 148.314 \text{ tonf}$$

$$Mn := T \cdot \frac{d_{peralte} - a}{2} = 28.517 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$

$$\phi Mn := \phi \cdot Mn = 25.665 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$

$$Cumplimiento := \begin{array}{l} \text{if } \phi Mn > Mu \\ \quad \parallel \text{ "Cumple" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "No cumple" } \end{array} \quad \Bigg| = \text{ "Cumple" }$$

$$s := \frac{100 \text{ cm}}{10} = 10 \text{ cm}$$

Para la geometría del gancho según ACI 318-14 en 90 grados es de 6dvarilla de diámetro interior doblado y 12d de extensión.

Tabla 25.3.1 — Geometría del gancho estándar para el desarrollo de barras corrugadas en tracción

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta ⁽¹⁾ ℓ_{ext} , mm	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
	No. 29 a No. 36	$8d_b$		
	No. 43 y No. 57	$10d_b$		
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 25	$6d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65 mm	
	No. 29 a No. 36	$8d_b$		
	No. 43 y No. 57	$10d_b$		

⁽¹⁾ El gancho estándar para las barras corrugadas en tracción incluye el diámetro interior específico del doblado y el largo de la extensión recta. Se permite usar una extensión recta más larga en el extremo del gancho. No se considera que esta extensión aumente la resistencia de anclaje del gancho.

$$D_{int} := 6 \cdot \text{varilla} = 12 \text{ cm}$$

$$E_{xtc} := 12 \cdot \text{varilla} = 24 \text{ cm}$$

Según el ACI 318-14 Tabla 25.4.3.2 se usa:

$$\lambda := 1$$

$$\psi_e := 1$$

$$\psi_c := 1$$

$$\psi_r := 1$$

25.4.3.1 La longitud de desarrollo, ℓ_{dh} , para barras corrugadas en tracción que terminen en un gancho estándar debe ser la mayor de (a) hasta (c):

$$(a) \left(\frac{0.24 f_y \psi_e \psi_c \psi_r}{\lambda \sqrt{f'_c}} \right) d_b \text{ con } \psi_e, \psi_c, \psi_r \text{ y } \lambda \text{ de}$$

25.4.3.2

$$(b) 8d_b$$

$$(c) 150 \text{ mm}$$

$$l_{d1} := \left(0.24 \cdot f_y \cdot \psi_e \cdot \psi_r \cdot \frac{\psi_c}{\lambda \cdot \sqrt{f_c \cdot \text{MPa}}} \right) \cdot \text{varilla} = 41.151 \text{ cm}$$

$$ld2 := (8 \cdot \text{varilla}) = 16 \text{ cm}$$

$$ld3 := 15 \text{ cm}$$

$$e := 0.5 \text{ m}$$

$$ld := \max(ld1, ld2, ld3) = 41.151 \text{ cm}$$

$$re := 7.5 \text{ cm}$$

$$ld_{\min} := e - re - 1.8 \text{ cm} - 1.2 \text{ cm} = 39.5 \text{ cm}$$

Cortante ultimo

$$Vu := (oh_{\text{vastago_inferior}} + oh_{\text{vastago_superior}}) \cdot h1 \cdot 1 \text{ m} = 22.035 \text{ tonf}$$

Cortante resistente del concreto

$$Vc := 0.53 \cdot \lambda \cdot \sqrt{fc \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot d_{\text{peralte}} \cdot b = 124.261 \text{ tonf}$$

$$\phi := 0.75$$

$$\text{Cumplimiento} := \begin{cases} \text{if } \phi Vc > Vu \\ \quad \parallel \text{ "Cumple" } \\ \quad \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "No cumple" } \end{cases} = \text{ "Cumple" }$$

- Área de refuerzo exterior Tabla ACI 318-14 11.6.1

$$\rho := 0.0015$$

- Refuerzo longitudinal mínimo

$$As := \rho \cdot \frac{(e + es)}{2} \cdot 100 \text{ cm} = 6.653 \text{ cm}^2$$

Cara exterior

$$\frac{As}{2} = 3.326 \text{ cm}^2$$

$$as := \pi \cdot \frac{\text{varilla}^2}{4} = 2.011 \text{ cm}^2$$

$$\text{varilla} := 16 \text{ mm}$$

$$cantidad := \frac{As}{\frac{2}{as}} = 1.654$$

$$cantidad := 3$$

$$s := 100 \frac{cm}{cantidad} = 0.333 \text{ m}$$

$$\rho := 0.0025$$

Refuerzo horizontal mínimo

$$As := \rho \cdot \frac{(e + es)}{2} \cdot h1 = 52.335 \text{ cm}^2$$

Cara interior

$$as := \pi \cdot \frac{varilla^2}{4} = 2.011 \text{ cm}^2$$

$$varilla := 16 \text{ mm}$$

$$cantidad := \frac{As}{as} = 26.029$$

$$cantidad := 22$$

$$s_{exterior} := \frac{h1 - re}{\frac{2}{3} cantidad} = 0.317 \text{ m}$$

$$s_{exterior} := 30 \text{ cm}$$

$$s_{interior} := \frac{h1 - re}{\frac{1}{3} cantidad} = 0.633 \text{ m}$$

$$s_{interior} := 60 \text{ cm}$$

7.9 Determinación de capacidad de carga

$$y1 := 1.845 \cdot \frac{\text{tonf}}{\text{m}^3} \quad y2 := 1.845 \cdot \frac{\text{tonf}}{\text{m}^3} \quad y3 := 1.852 \cdot \frac{\text{tonf}}{\text{m}^3}$$

$$y4 := 1.856 \cdot \frac{\text{tonf}}{\text{m}^3} \quad y5 := 1.884 \cdot \frac{\text{tonf}}{\text{m}^3} \quad y6 := 1.845 \cdot \frac{\text{tonf}}{\text{m}^3}$$

$$H := 6$$

$$\gamma := \frac{1}{H} \cdot (y1 + y2 + y3 + y4 + y5 + y6) = 1.855 \frac{1}{\text{m}^3} \cdot \text{tonf}$$

$$c' := 0.23 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\gamma_w := 9.81 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\phi := 30^\circ$$

$$L := 12 \text{ m} \quad B := 3.3 \cdot \text{m}$$

$$D_f := 1 \text{ m}$$

MEYERHOF (1963)

Factores de capacidad de carga

$$N_q := \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi)} = 18.401$$

$$N_c := (N_q - 1) \cdot \cot(\phi) = 30.14$$

$$N_\gamma := (N_q - 1) \cdot \tan(1.4 \cdot \phi) = 15.668$$

Factores de Forma

$$S_q := 1 + 0.1 \left(\frac{B}{L} \right) \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 = 1.083$$

$$S_c := 1 + 0.2 \left(\frac{B}{L} \right) \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 = 1.165$$

$$S_\gamma := S_q$$

Factores de Profundidad

$$d_q := 1 + 0.1 \left(\frac{D_f}{B} \right) \cdot \sqrt{\left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2} = 1.052$$

$$d_c := 1 + 0.2 \left(\frac{D_f}{B} \right) \cdot \sqrt{\left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2} = 1.105$$

$$d_\gamma := d_q$$

Factores de Inclinación

$$i_c := \left(1 - \frac{90^\circ - \phi}{90^\circ} \right) = 0.333$$

$$i_\gamma := i_c$$

$$i_q := i_c$$

Esfuerzo vertical efectivo a una profundidad D

$$\sigma'_{zD} := \gamma \cdot D_f = 16.498 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\gamma' := \gamma$$

$$q_{ult} := c' \cdot N_c \cdot S_c \cdot d_c \cdot i_c \downarrow + \sigma'_{zD} \cdot N_q \cdot S_q \cdot d_q \cdot i_q \downarrow + \frac{1}{2} \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma = 63.956 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{tonf}$$

$$q_{adm} := \frac{q_{ult}}{3} = 21.319 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{tonf}$$

7.10 Escaleras

$$f_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \gamma_c := 2400 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

$$S_c := 200 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad a_c := 100 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$L_1 := 1.2 \text{ m} \quad L_2 := 2.1 \text{ m} \quad L_3 := 1.5 \text{ m}$$

$$L_{nt} := L_1 + L_2 + L_3 = 4.8 \text{ m}$$

$$L := L_{nt} + \frac{0.3 \cdot \text{m}}{2} = 4.95 \text{ m}$$

$$P := \frac{L_2}{7} = 0.3 \text{ m}$$

$$C_p := \frac{3.06}{16} \cdot \text{m} = 0.191 \text{ m}$$

$$A := 1.2 \text{ m}$$

- El espesor se puede estimar en:

$$t := \frac{L_{nt}}{20} = 24 \text{ cm}$$

$$\cos\phi := \frac{P}{\sqrt{P^2 + C_p^2}} = 0.843$$

$$h_o := \frac{t}{\cos\phi} = 0.285 \text{ m}$$

$$h_m := h_o + \frac{C_p}{2} = 0.38 \text{ m}$$

- Metrado de cargas - Carga muerta - Carga de peso propio

$$T_{descanso_1} := A \cdot t \cdot \gamma_c = 691.2 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kgf}$$

$$T_{inclinado} := A \cdot h_m \cdot \gamma_c = (1.095 \cdot 10^3) \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kgf}$$

$$T_{descanso_2} := A \cdot t \cdot \gamma_c = 691.2 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kgf}$$

- Carga de acabados

$$T_{descanso_1.1} := A \cdot ac = 120 \frac{1}{m} \cdot kgf$$

$$T_{inclinado1} := T_{descanso_1.1}$$

$$T_{descanso_2.1} := T_{descanso_1.1}$$

- Total, muerta

$$Td1 := T_{descanso_1} + T_{descanso_1.1} = 811.2 \frac{1}{m} \cdot kgf$$

$$Td2 := T_{inclinado} + T_{inclinado1} = (1.215 \cdot 10^3) \frac{1}{m} \cdot kgf$$

$$Td3 := T_{descanso_2} + T_{descanso_2.1} = 811.2 \frac{1}{m} \cdot kgf$$

- Carga viva

$$T_{descanso_1v} := A \cdot Sc = 240 \frac{1}{m} \cdot kgf$$

$$T_{inclinadov} := A \cdot Sc = 240 \frac{1}{m} \cdot kgf$$

$$T_{descanso_2v} := A \cdot Sc = 240 \frac{1}{m} \cdot kgf$$

- Combinación

$$Tu1 := Td1 \cdot 1.2 + 1.6 \cdot T_{descanso_1v} = (1.357 \cdot 10^3) \frac{1}{m} \cdot kgf$$

$$Tu2 := Td2 \cdot 1.2 + 1.6 \cdot T_{inclinadov} = (1.842 \cdot 10^3) \frac{1}{m} \cdot kgf$$

$$Tu3 := Td3 \cdot 1.2 + 1.6 \cdot T_{descanso_2v} = (1.357 \cdot 10^3) \frac{1}{m} \cdot kgf$$

- Cálculo de reacciones

$$d1 := \frac{L1}{2} = 0.6 \text{ m}$$

$$d2 := L1 + \frac{L2}{2} = 2.25 \text{ m}$$

$$d3 := L1 + L2 + \frac{L3}{2} = 4.05 \text{ m}$$

- Reacción L1

$$R1 := 4411.48 \text{ kgf}$$

$$R2 := 2742.91 \text{ kgf}$$

$$M2 := 4292.64 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

- Reacción L2

$$R3 := 2199.38 \text{ kgf}$$

$$M3 := 4863.35 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$Mmax := 5880.52 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$Lmax := 1.26 \text{ m}$$

- Reacción L2

$$R4 := 4285.09 \text{ kgf}$$

- Peralte:

$$d := t - 3 \text{ cm} = 0.21 \text{ m}$$

Esfuerzo cortante del concreto

$$Vc := 0.53 \cdot \sqrt{fc \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot L1 \cdot d = 21.335 \text{ tonf}$$

$$\phi Vc := 0.85 \cdot Vc = 18.135 \text{ tonf}$$

if $R1 < \phi Vc$	= "Cumple"
"Cumple"	
else	
"No cumple"	

- Diseño por flexión para apoyos poco rígidos

$$M := \frac{1}{3} \cdot Mmax = 2.161 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$

- Cantidad de acero mínimo

$$Asmin := 0.0018 \cdot L1 \cdot d = 4.536 \text{ cm}^2$$

- Cálculo de acero positivo

$$a := d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M2}{0.9 \cdot 0.85 \cdot L1 \cdot fc}} = 1.089 \text{ cm}$$

$$As := \frac{M2}{0.9 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} = 5.552 \text{ cm}^2$$

$$As := \begin{cases} As < Asmin \\ Asmin \\ \text{else} \\ As \end{cases} = 5.552 \text{ cm}^2$$

$$Av := \pi \cdot \frac{\text{varilla}^2}{4} = 0.785 \text{ cm}^2$$

$$\text{varilla} := 10 \text{ mm}$$

$$\text{Cantidad} := \frac{As}{Av} = 7.069$$

$$s1 := \frac{A}{\text{Cantidad1}} = 0.15 \text{ m}$$

$$\text{Cantidad1} := 8$$

- Cálculo de acero negativo

$$a := d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot Mmax}{0.9 \cdot 0.85 \cdot L1 \cdot fc}} = 1.507 \text{ cm}$$

$$As := \frac{Mmax}{0.9 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} = 7.684 \text{ cm}^2$$

$$As := \begin{cases} As < Asmin \\ Asmin \\ \text{else} \\ As \end{cases} = 7.684 \text{ cm}^2$$

$$Av := \pi \cdot \frac{\text{varilla}^2}{4} = 0.785 \text{ cm}^2$$

$$\text{varilla} := 10 \text{ mm}$$

$$Cantidad := \frac{As}{Av} = 9.783$$

$$s2 := \frac{A}{Cantidad2} = 0.12 \text{ m}$$

$$Cantidad2 := 10$$

- Tramo inclinado

$$a := d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot Mmax}{0.9 \cdot 0.85 \cdot L1 \cdot fc}} = 1.507 \text{ cm}$$

$$As := \frac{Mmax}{0.9 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} = 7.684 \text{ cm}^2$$

$$As := \begin{cases} \text{if } As < Asmin & = 7.684 \text{ cm}^2 \\ \parallel & Asmin \\ \text{else} & \\ \parallel & As \end{cases}$$

$$Av := \pi \cdot \frac{varilla^2}{4} = 0.785 \text{ cm}^2$$

$$varilla := 10 \text{ mm}$$

$$Cantidad := \frac{As}{Av} = 9.783$$

$$Cantidad3 := 10$$

$$s3 := \frac{A}{Cantidad3} = 0.12 \text{ m}$$

- Parte superior

Cálculo de acero positivo

$$a := d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M3}{0.9 \cdot 0.85 \cdot L1 \cdot fc}} = 1.238 \text{ cm}$$

$$As := \frac{M3}{0.9 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} = 6.313 \text{ cm}^2$$

$$As := \begin{cases} \text{if } As < As_{min} & = 6.313 \text{ cm}^2 \\ \parallel & As_{min} \\ \text{else} & \\ \parallel & As \end{cases}$$

$$Av := \pi \cdot \frac{varilla^2}{4} = 0.785 \text{ cm}^2$$

$$varilla := 10 \text{ mm}$$

$$Cantidad := \frac{As}{Av} = 8.038$$

$$s4 := \frac{A}{Cantidad4} = 0.133 \text{ m}$$

$$Cantidad4 := 9$$

Cálculo de acero negativo

$$a := d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_{max}}{0.9 \cdot 0.85 \cdot L1 \cdot fc}} = 1.507 \text{ cm}$$

$$As := \frac{M_{max}}{0.9 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} = 7.684 \text{ cm}^2$$

$$As := \begin{cases} \text{if } As < As_{min} & = 7.684 \text{ cm}^2 \\ \parallel & As_{min} \\ \text{else} & \\ \parallel & As \end{cases}$$

$$Av := \pi \cdot \frac{varilla^2}{4} = 0.785 \text{ cm}^2$$

$$varilla := 10 \text{ mm}$$

$$Cantidad := \frac{As}{Av} = 9.783$$

$$s5 := \frac{A}{Cantidad5} = 0.12 \text{ m}$$

$$Cantidad5 := 10$$

Cálculo de acero por temperatura

$$\rho_{temperatura} := \frac{0.0018}{2} = 9 \cdot 10^{-4}$$

$$As := \rho_{temperatura} \cdot (L3 + 0.25 \text{ cm}) \cdot d = 2.84 \text{ cm}^2$$

$$Av := \pi \cdot \frac{varilla^2}{4} = 0.785 \text{ cm}^2$$

$$varilla := 10 \text{ mm}$$

$$n := \frac{As}{Av} = 3.616$$

$$s6 := \frac{L3 + 0.25 \text{ cm}}{n} = 30.05 \text{ cm}$$

$$n := 5$$

$$Smax := 5 \cdot t = 1.2 \text{ m}$$

PLANOS Y ANEXOS

	Bm0 anterior	Bm1	Bm2
P1	1,928		
P2	1,934		
P3	1,773		
P4	1,529		
P5	1,305		
P6	1,109		
P7	0,75	4,792	
P11	1,323		
P12	1,801		
P13	1,63		
P14	1,48		
P15	1,288		
P16	1,076		
P17	0,822		
P21	1,29		
P22	1,59		
P23	1,487		
P24	1,287		
P25	1,268		
P26	1,06		
P27	0,841		
P31	0,85		
P32	1,115		
P33	1,201		
P34	0,901		
P35	0,979		
P36	0,955		
P37	0,48		
P41	0,255		
P42		3,86	
P43		3,755	
P44		3,473	
P45		3,689	
P46		3,988	
P47		3,831	
P51		2,646	
P52		2,72	
P53		2,714	
P54		3,14	
P55		3,259	
P56		3,368	
P57		2,778	

P61		2,328	
P62		2,191	
P63		1,746	
P64		1,592	
P65		2,257	
P66		2,102	
P67		1,383	
P71		2,245	
P72		1,73	
P73		1,544	
P74		1,487	
P75		1,508	
P76		1,445	
P77		0,527	
P81		2,201	
P82		1,706	
P83		1,523	
P84		1,454	
P85		1,437	
P86		1,405	
P87		0,705	
P91			5,256
P92			4,971
P93			5
P94		4,924	4,924
P95			4,852
P96			4,86
P97			3,92
P101			4,869
P102			4,766
P103			4,869
P104			4,834
P105			4,803
P106			4,761
P107			3,765
P111			2,78
P112			3,825
P113			3,928
P114			3,979
P115			4,107
P116			4,045
P117			3,298
P121			2,744
P122			2,845

P123			2,666
P124			2,893
P125			2,921
P126			2,23
P131			1,457
P132			0,993
P133			1,213
P134			1,502
P135			1,092
P141			0,926
P142			0,897
P143			0,854
P144			0,27
P151			0,559
P152			0,199
P161			1,405
P171			2,154

Tabla 35.- Datos tomados in situ

L	L/3	h losa inicial	h losa coregida	Espesor de hormigon (m)	Area en 1 m2	Espesor hlosa coregida(b) - espesor hormigon	Espesor nervios (a)	Peso por m2	e equivalente	b	c
m	m	m	m		m2	m	m	kN	m	m	m
4.7	2.35	0.13	0.2	0.05	1	0.15	0.1	2.64	0.11	0.15	0.4
5.2	1.733333333	0.28	0.15	0.05	1	0.1	0.1	2.16	0.09	0.15	0.4
5.7	2.85	0.31	0.15	0.05	1	0.1	0.1	2.16	0.09	0.15	0.4
5.4	1.8	0.29	0.15	0.05	1	0.1	0.1	2.16	0.09	0.15	0.4
3.96	1.32	0.21	0.15	0.05	1	0.1	0.1	2.16	0.09	0.15	0.4

Dos direcciones

Tabla 36.- Prediseño de losa de dos direcciones.

Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Ux mm	
Story5	2	17	sismo x	LinRespSpec	Max	25.738	25.964
Story5	3	16	sismo x	LinRespSpec	Max	25.738	22.595
Story5	5	26	sismo x	LinRespSpec	Max	25.738	16.187
Story5	7	37	sismo x	LinRespSpec	Max	25.072	7.619
Story5	8	42	sismo x	LinRespSpec	Max	25.072	0
Story5	9	48	sismo x	LinRespSpec	Max	25.072	
Story5	14	67	sismo x	LinRespSpec	Max	25.964	
Story5	16	72	sismo x	LinRespSpec	Max	25.964	25.4947778
Story5	21	11	sismo x	LinRespSpec	Max	25.095	22.3286875
Story4	1	5	sismo x	LinRespSpec	Max	22.559	15.9690625
Story4	2	10	sismo x	LinRespSpec	Max	22.559	7.51025
Story4	3	15	sismo x	LinRespSpec	Max	22.559	0
Story4	4	21	sismo x	LinRespSpec	Max	22.559	
Story4	5	25	sismo x	LinRespSpec	Max	22.559	
Story4	6	31	sismo x	LinRespSpec	Max	21.926	
Story4	7	36	sismo x	LinRespSpec	Max	21.926	
Story4	8	41	sismo x	LinRespSpec	Max	21.926	
Story4	9	46	sismo x	LinRespSpec	Max	21.926	
Story4	11	52	sismo x	LinRespSpec	Max	21.926	

Max

Prom

Story4	12	57	sismo x	LinRespSpec	Max	22.595	
Story4	13	62	sismo x	LinRespSpec	Max	22.595	
Story4	14	77	sismo x	LinRespSpec	Max	22.595	
Story4	16	71	sismo x	LinRespSpec	Max	22.595	
Story4	17	76	sismo x	LinRespSpec	Max	22.595	
Story4	22	47	sismo x	LinRespSpec	Max	21.859	
Story3	1	4	sismo x	LinRespSpec	Max	16.12	
Story3	2	9	sismo x	LinRespSpec	Max	16.12	
Story3	3	14	sismo x	LinRespSpec	Max	16.12	
Story3	4	20	sismo x	LinRespSpec	Max	16.12	
Story3	5	24	sismo x	LinRespSpec	Max	16.12	
Story3	6	30	sismo x	LinRespSpec	Max	15.669	
Story3	7	35	sismo x	LinRespSpec	Max	15.669	
Story3	8	40	sismo x	LinRespSpec	Max	15.669	
Story3	9	45	sismo x	LinRespSpec	Max	15.669	
Story3	11	51	sismo x	LinRespSpec	Max	15.669	
Story3	12	56	sismo x	LinRespSpec	Max	16.187	
Story3	13	61	sismo x	LinRespSpec	Max	16.187	
Story3	14	65	sismo x	LinRespSpec	Max	16.187	
Story3	16	70	sismo x	LinRespSpec	Max	16.187	
Story3	17	75	sismo x	LinRespSpec	Max	16.187	
Story3	23	66	sismo x	LinRespSpec	Max	15.625	
Story2	1	3	sismo x	LinRespSpec	Max	7.575	
Story2	2	8	sismo x	LinRespSpec	Max	7.575	
Story2	3	13	sismo x	LinRespSpec	Max	7.575	
Story2	4	19	sismo x	LinRespSpec	Max	7.575	

Story2	5	23	sismo x	LinRespSpec	Max	7.575	
Story2	6	29	sismo x	LinRespSpec	Max	7.369	
Story2	7	34	sismo x	LinRespSpec	Max	7.369	
Story2	8	39	sismo x	LinRespSpec	Max	7.369	
Story2	9	44	sismo x	LinRespSpec	Max	7.369	
Story2	11	50	sismo x	LinRespSpec	Max	7.369	
Story2	12	55	sismo x	LinRespSpec	Max	7.619	
Story2	13	60	sismo x	LinRespSpec	Max	7.619	
Story2	14	64	sismo x	LinRespSpec	Max	7.619	
Story2	16	69	sismo x	LinRespSpec	Max	7.619	
Story2	17	74	sismo x	LinRespSpec	Max	7.619	
Story2	24	78	sismo x	LinRespSpec	Max	7.349	
Story1	1	2	sismo x	LinRespSpec	Max	0	
Story1	2	7	sismo x	LinRespSpec	Max	0	
Story1	3	12	sismo x	LinRespSpec	Max	0	
Story1	4	18	sismo x	LinRespSpec	Max	0	
Story1	5	22	sismo x	LinRespSpec	Max	0	
Story1	6	28	sismo x	LinRespSpec	Max	0	
Story1	7	33	sismo x	LinRespSpec	Max	0	
Story1	8	38	sismo x	LinRespSpec	Max	0	
Story1	9	43	sismo x	LinRespSpec	Max	0	
Story1	11	49	sismo x	LinRespSpec	Max	0	
Story1	12	54	sismo x	LinRespSpec	Max	0	
Story1	13	59	sismo x	LinRespSpec	Max	0	
Story1	14	63	sismo x	LinRespSpec	Max	0	
Story1	16	68	sismo x	LinRespSpec	Max	0	

Story1	17	73	sismo x	LinRespSpec	Max	0	
Story1	25	79	sismo x	LinRespSpec	Max	0	
Base	1	1	sismo x	LinRespSpec	Max	0	
Base	2	6	sismo x	LinRespSpec	Max	0	
Base	6	27	sismo x	LinRespSpec	Max	0	
Base	7	32	sismo x	LinRespSpec	Max	0	
Base	12	53	sismo x	LinRespSpec	Max	0	
Base	13	58	sismo x	LinRespSpec	Max	0	

Tabla 37.- Datos de desplazamiento de centro de masa bajo el efecto sísmico X.

Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Ux	Uy		
						mm	mm		
Story5	2	17	sismo y	LinRespSpec	Max	4.929	17.919	32.324	
Story5	3	16	sismo y	LinRespSpec	Max	4.929	23.333	28.301	
Story5	5	26	sismo y	LinRespSpec	Max	4.929	32.324	20.042	
Story5	7	37	sismo y	LinRespSpec	Max	0.54	17.919	8.779	
Story5	8	42	sismo y	LinRespSpec	Max	0.54	23.333	0	Max
Story5	9	48	sismo y	LinRespSpec	Max	0.54	32.324		
Story5	14	67	sismo y	LinRespSpec	Max	5.611	23.333		
Story5	16	72	sismo y	LinRespSpec	Max	5.611	32.324	25.2953333	
Story5	21	11	sismo y	LinRespSpec	Max	0.676	24.849	19.023625	
Story4	1	5	sismo y	LinRespSpec	Max	3.908	15.288	13.8211875	
Story4	2	10	sismo y	LinRespSpec	Max	3.908	15.647	6.401125	
Story4	3	15	sismo y	LinRespSpec	Max	3.908	20.464	0	Prom

Story4	4	21	sismo y	LinRespSpec	Max	3.908	15.756
Story4	5	25	sismo y	LinRespSpec	Max	3.908	28.301
Story4	6	31	sismo y	LinRespSpec	Max	0.446	15.288
Story4	7	36	sismo y	LinRespSpec	Max	0.446	15.647
Story4	8	41	sismo y	LinRespSpec	Max	0.446	20.464
Story4	9	46	sismo y	LinRespSpec	Max	0.446	28.301
Story4	11	52	sismo y	LinRespSpec	Max	0.446	15.756
Story4	12	57	sismo y	LinRespSpec	Max	4.399	15.288
Story4	13	62	sismo y	LinRespSpec	Max	4.399	15.647
Story4	14	77	sismo y	LinRespSpec	Max	4.399	20.464
Story4	16	71	sismo y	LinRespSpec	Max	4.399	28.301
Story4	17	76	sismo y	LinRespSpec	Max	4.399	15.756
Story4	22	47	sismo y	LinRespSpec	Max	0.214	18.01
Story3	1	4	sismo y	LinRespSpec	Max	2.329	11.539
Story3	2	9	sismo y	LinRespSpec	Max	2.329	11.475
Story3	3	14	sismo y	LinRespSpec	Max	2.329	14.609
Story3	4	20	sismo y	LinRespSpec	Max	2.329	11.928
Story3	5	24	sismo y	LinRespSpec	Max	2.329	20.042
Story3	6	30	sismo y	LinRespSpec	Max	0.259	11.539
Story3	7	35	sismo y	LinRespSpec	Max	0.259	11.475
Story3	8	40	sismo y	LinRespSpec	Max	0.259	14.609
Story3	9	45	sismo y	LinRespSpec	Max	0.259	20.042
Story3	11	51	sismo y	LinRespSpec	Max	0.259	11.928
Story3	12	56	sismo y	LinRespSpec	Max	2.653	11.539

Story3	13	61	sismo y	LinRespSpec	Max	2.653	11.475
Story3	14	65	sismo y	LinRespSpec	Max	2.653	14.609
Story3	16	70	sismo y	LinRespSpec	Max	2.653	20.042
Story3	17	75	sismo y	LinRespSpec	Max	2.653	11.928
Story3	23	66	sismo y	LinRespSpec	Max	0.153	12.36
Story2	1	3	sismo y	LinRespSpec	Max	0.825	5.684
Story2	2	8	sismo y	LinRespSpec	Max	0.825	5.389
Story2	3	13	sismo y	LinRespSpec	Max	0.825	6.505
Story2	4	19	sismo y	LinRespSpec	Max	0.825	5.902
Story2	5	23	sismo y	LinRespSpec	Max	0.825	8.779
Story2	6	29	sismo y	LinRespSpec	Max	0.093	5.684
Story2	7	34	sismo y	LinRespSpec	Max	0.093	5.389
Story2	8	39	sismo y	LinRespSpec	Max	0.093	6.505
Story2	9	44	sismo y	LinRespSpec	Max	0.093	8.779
Story2	11	50	sismo y	LinRespSpec	Max	0.093	5.902
Story2	12	55	sismo y	LinRespSpec	Max	0.949	5.684
Story2	13	60	sismo y	LinRespSpec	Max	0.949	5.389
Story2	14	64	sismo y	LinRespSpec	Max	0.949	6.505
Story2	16	69	sismo y	LinRespSpec	Max	0.949	8.779
Story2	17	74	sismo y	LinRespSpec	Max	0.949	5.902
Story2	24	78	sismo y	LinRespSpec	Max	0.062	5.641
Story1	1	2	sismo y	LinRespSpec	Max	0	0
Story1	2	7	sismo y	LinRespSpec	Max	0	0
Story1	3	12	sismo y	LinRespSpec	Max	0	0

Story1	4	18	sismo y	LinRespSpec	Max	0	0
Story1	5	22	sismo y	LinRespSpec	Max	0	0
Story1	6	28	sismo y	LinRespSpec	Max	0	0
Story1	7	33	sismo y	LinRespSpec	Max	0	0
Story1	8	38	sismo y	LinRespSpec	Max	0	0
Story1	9	43	sismo y	LinRespSpec	Max	0	0
Story1	11	49	sismo y	LinRespSpec	Max	0	0
Story1	12	54	sismo y	LinRespSpec	Max	0	0
Story1	13	59	sismo y	LinRespSpec	Max	0	0
Story1	14	63	sismo y	LinRespSpec	Max	0	0
Story1	16	68	sismo y	LinRespSpec	Max	0	0
Story1	17	73	sismo y	LinRespSpec	Max	0	0
Story1	25	79	sismo y	LinRespSpec	Max	0	0
Base	1	1	sismo y	LinRespSpec	Max	0	0
Base	2	6	sismo y	LinRespSpec	Max	0	0
Base	6	27	sismo y	LinRespSpec	Max	0	0
Base	7	32	sismo y	LinRespSpec	Max	0	0
Base	12	53	sismo y	LinRespSpec	Max	0	0
Base	13	58	sismo y	LinRespSpec	Max	0	0

Tabla 38.- Datos de desplazamiento de centro de masa bajo el efecto sísmico Y.

Torsión										
Sismo x										
Piso	δ_{1maxe}	$\delta_{prom e}$	δ_1	δ_{prom}	δ_{max}	δ_{prom}	δ_{max} (m)	δ_{prom} (m)	Ax	
5	25.964	25.4947 7778	155.784	152.968 6667	155.784	152.968 667	0.15578 4	0.15296 867	0.72024 167	cumple
4	22.595	22.3286 875	135.57	133.972 125	135.57	133.972 125	0.13557	0.13397 213	0.71110 84	cumple
3	16.187	15.9690 625	97.122	95.8143 75	97.122	95.8143 75	0.09712 2	0.09581 438	0.71352 862	cumple
2	7.619	7.51025	45.714	45.0615	45.714	45.0615	0.04571 4	0.04506 15	0.71470 146	cumple
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	cumple

Tabla 39.- Verificación de torsión de Sismo X

Torsión											
Sismo y											
Piso	δ_{1e}	$\delta_{prom e}$	δ_1	δ_{prom}	δ_{max}	δ_{prom}	δ_{max} (m)	δ_{prom} (m)	Ax		Ax*0.05
5	32.324	25.295 3333	193.94 4	151.77 2	193.94 4	151.77 2	0.1939 44	0.1517 72	1.1339 8391	cumple	0.98
4	28.301	19.023 625	169.80 6	114.14 175	169.80 6	114.14 175	0.1698 06	0.1141 4175	1.5369 3152	cumple	0.06
3	20.042	13.821 1875	120.25 2	82.927 125	120.25 2	82.927 125	0.1202 52	0.0829 2713	1.4602 5569	cumple	0.06
2	8.779	6.4011 25	52.674	38.406 75	52.674	38.406 75	0.0526 74	0.0384 0675	1.3062 1597	cumple	0.05
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	cumple	0

Tabla 40.- Verificación de torsión de Sismo Y

x				
Story	Diaphragm	Output Case	Case Type	UX mm
Story5	D5	sismo x	LinStatic	25.095
Story4	D4	sismo x	LinStatic	21.859
Story3	D3	sismo x	LinStatic	15.625
Story2	D2	sismo x	LinStatic	7.349
Story1	D1	sismo x	LinStatic	0

y				
Story	Diaphragm	Output Case	Case Type	UY mm
Story5	D5	sismo y	LinStatic	24.849
Story4	D4	sismo y	LinStatic	18.01

Story3	D3	sismo y	LinStatic	12.36
Story2	D2	sismo y	LinStatic	5.641
Story1	D1	sismo y	LinStatic	0

Tabla 41.- Tabla de desplazamiento de centros de masa bajo sismo X y sismo Y.

Sismo x								
Piso	he	δe_{CM}	δ_{CM}	δ_{CM}	Δ_{CM}	Δ_{CM}/he	Δ_{CM} perm	Verificación
	m	mm	mm	m	m		m	-
1	3.72	0	0	0	0	0	0.02	Cumple
2	3.06	7.349	44.094	0.044094	0.044094	0.0144098	0.02	Cumple
3	3.06	15.625	93.75	0.09375	0.049656	0.01622745	0.02	Cumple
4	3.06	21.859	131.154	0.131154	0.037404	0.01222353	0.02	Cumple
5	3.06	25.095	150.57	0.15057	0.019416	0.0063451	0.02	Cumple

Tabla 42.- Verificaciones de deriva bajo el Sismo X.

Sismo y								
Piso	he	δe_{CM}	δ_{CM}	δ_{CM}	Δ_{CM}	Δ_{CM}/he	Δ_{CM} perm	Verificación
0	m	mm	mm				m	-
1	3.72	0	0	0	0	0	0.02	Cumple
2	3.06	5.641	33.846	0.033846	0.033846	0.01106078	0.02	Cumple
3	3.06	12.36	74.16	0.07416	0.040314	0.01317451	0.02	Cumple
4	3.06	18.01	108.06	0.10806	0.0339	0.01107843	0.02	Cumple
5	3.06	24.849	149.094	0.149094	0.041034	0.0134098	0.02	Cumple

Tabla 43.- Verificaciones de deriva bajo el Sismo Y.

Sismo x							
Piso	he	hi	Δ_{CM}	Ve	Pi	Q	Verificación
	m	m	m	KN	KN	-	
1	3.72	3.72	0	506.068093	3795.5107	0	Cumple
2	3.06	6.78	0.044094	414.909292	3155.4077	0.04945977	Cumple
3	3.06	9.84	0.049656	280.241493	2200.179	0.03961888	Cumple
4	3.06	12.9	0.037404	105.576673	1244.9502	0.03419104	Cumple
5	3.06	15.96	0.019416	32.5721317	312.0027	0.01165303	Cumple

Tabla 44.- Verificaciones de estabilidad bajo el Sismo X.

Sismo y							
Piso	he	hi	ΔCM	Ve	Pi	Q	Verificación
	m	m	m	KN	KN	-	
1	3.72	3.72	0	506.068093	3795.5107	0	Cumple
2	3.06	6.78	0.033846	414.909292	3155.4077	0.0379647	Cumple
3	3.06	9.84	0.040314	280.241493	2200.179	0.03216521	Cumple
4	3.06	12.9	0.0339	105.576673	1244.9502	0.03098803	Cumple
5	3.06	15.96	0.041034	32.5721317	312.0027	0.02462766	Cumple

Tabla 45.- Verificaciones de estabilidad bajo el Sismo Y.

Tramo	Posición	Signo	Mu	b	h	d	As min	#Varillas min	# Varillas min ado	As min ado	P ge	Cuantía (Pb)	P min	Pmax	a	b	c
			kNm	m	m	m	mm^2			mm^2							
Cubierta	3	-	23.33	0.30	0.30	0.241	241.00	0.947	1.000	254.47	0.0035	0.029	0.003	0.021	755604769.50	-73182060.00	233300.00
		+	10.49	0.30	0.30	0.241	241.00	0.947	1.000	254.47	0.0035	0.029	0.003	0.021	755604769.50	-73182060.00	104900.00
	4	-	30.41	0.30	0.30	0.242	242.00	1.204	2.000	402.12	0.0055	0.029	0.003	0.021	761888358.00	-73790640.00	304100.00
		+	19.98	0.30	0.30	0.242	242.00	1.204	2.000	402.12	0.0055	0.029	0.003	0.021	761888358.00	-73790640.00	199800.00
Piso 4	1	-	18.77	0.35	0.35	0.291	339.50	1.334	2.000	508.94	0.0050	0.029	0.003	0.021	1285267047.75	-124481070.00	187700.00
		+	7.33	0.35	0.35	0.291	339.50	1.334	2.000	508.94	0.0050	0.029	0.003	0.021	1285267047.75	-124481070.00	73300.00
	2	-	46.52	0.35	0.35	0.292	340.67	1.694	2.000	402.12	0.0039	0.029	0.003	0.021	1294115676.00	-125338080.00	465200.00
		+	33.99	0.35	0.35	0.293	341.83	2.221	3.000	461.81	0.0045	0.029	0.003	0.021	1302994659.75	-126198030.00	339900.00
	3	-	65.23	0.35	0.35	0.291	339.50	1.334	2.000	508.94	0.0050	0.029	0.003	0.021	1285267047.75	-124481070.00	652300.00
		+	37.03	0.35	0.35	0.293	341.83	2.221	3.000	461.81	0.0045	0.029	0.003	0.021	1302994659.75	-126198030.00	370300.00
	4	-	87.40	0.35	0.35	0.291	339.50	1.334	2.000	508.94	0.0050	0.029	0.003	0.021	1285267047.75	-124481070.00	874000.00
		+	53.93	0.35	0.35	0.293	341.83	2.221	3.000	461.81	0.0045	0.029	0.003	0.021	1302994659.75	-126198030.00	539300.00
Piso 3	1	-	11.54	0.30	0.35	0.293	293.00	1.903	2.000	307.88	0.0035	0.029	0.003	0.021	1116852565.50	-108169740.00	115400.00
		+	11.99	0.30	0.35	0.293	293.00	1.903	2.000	307.88	0.0035	0.029	0.003	0.021	1116852565.50	-108169740.00	119900.00
	2	-	53.61	0.30	0.35	0.292	292.00	1.452	2.000	402.12	0.0046	0.029	0.003	0.021	1109242008.00	-107432640.00	536100.00
		+	21.59	0.30	0.35	0.293	293.00	1.903	2.000	307.88	0.0035	0.029	0.003	0.021	1116852565.50	-108169740.00	215900.00
	3	-	52.15	0.30	0.35	0.292	292.00	1.452	2.000	402.12	0.0046	0.029	0.003	0.021	1109242008.00	-107432640.00	521500.00
		+	22.77	0.30	0.35	0.293	293.00	1.903	2.000	307.88	0.0035	0.029	0.003	0.021	1116852565.50	-108169740.00	227700.00
	4	-	63.91	0.30	0.35	0.291	291.00	1.144	2.000	508.94	0.0058	0.029	0.003	0.021	1101657469.50	-106698060.00	639100.00
		+	30.96	0.30	0.35	0.293	293.00	1.903	2.000	307.88	0.0035	0.029	0.003	0.021	1116852565.50	-108169740.00	309600.00
Piso 2	1	-	17.79	0.30	0.35	0.293	293.00	1.903	2.000	307.88	0.0035	0.029	0.003	0.021	1116852565.50	-108169740.00	177900.00
		+	18.08	0.30	0.35	0.293	293.00	1.903	2.000	307.88	0.0035	0.029	0.003	0.021	1116852565.50	-108169740.00	180800.00

2	-	56.45	0.35	0.35	0.292	340.67	1.694	2.000	402.12	0.0039	0.029	0.003	0.021	1294115676.00	-125338080.00	564500.00	
	+	24.51	0.35	0.35	0.292	340.67	1.694	2.000	402.12	0.0039	0.029	0.003	0.021	1294115676.00	-125338080.00	245100.00	
3	-	56.44	0.35	0.35	0.292	340.67	1.694	2.000	402.12	0.0039	0.029	0.003	0.021	1294115676.00	-125338080.00	564400.00	
	+	22.83	0.35	0.35	0.292	340.67	1.694	2.000	402.12	0.0039	0.029	0.003	0.021	1294115676.00	-125338080.00	228300.00	
4	-	70.09	0.35	0.35	0.291	339.50	1.334	2.000	508.94	0.0050	0.029	0.003	0.021	1285267047.75	-124481070.00	700900.00	
	+	33.94	0.35	0.35	0.293	341.83	2.221	3.000	461.81	0.0045	0.029	0.003	0.021	1302994659.75	-126198030.00	339400.00	
Piso 1	1	-	26.74	0.25	0.35	0.293	244.17	1.586	2.000	307.88	0.0042	0.029	0.003	0.021	930710471.25	-90141450.00	267400.00
		+	18.14	0.25	0.35	0.293	244.17	1.586	2.000	307.88	0.0042	0.029	0.003	0.021	930710471.25	-90141450.00	181400.00
	2	-	42.58	0.25	0.35	0.293	244.17	1.586	2.000	307.88	0.0042	0.029	0.003	0.021	930710471.25	-90141450.00	425800.00
		+	20.44	0.25	0.35	0.293	244.17	1.586	2.000	307.88	0.0042	0.029	0.003	0.021	930710471.25	-90141450.00	204400.00
	3	-	43.60	0.25	0.35	0.293	244.17	1.586	2.000	307.88	0.0042	0.029	0.003	0.021	930710471.25	-90141450.00	436000.00
		+	21.98	0.25	0.35	0.293	244.17	1.586	2.000	307.88	0.0042	0.029	0.003	0.021	930710471.25	-90141450.00	219800.00

Tabla 46.- Diseño de vigas en sentido X (Parte 1)

4				Confinamiento					Espacio de confinamiento							
X1	X2	P geo	As	varillas	A	#v	As real	p real	Cumplimiento	Nudo izquierdo	Nudo derecho	s conf	Mn	OMn	Mu	
			mm2	mm	mm		cm2			cm	cm	m	kn*mm	kn*m	kn*m	
0.0033	0.094	0.003	297.0366071	18	254.469	2	508.938	0.007039	Cumple	60	60	0.06	47770.6	42.99354	23.33	Cumple
0.0015	0.095	0.001	130.9750246	18	254.469	2	508.938	0.007039	Cumple	60	60	0.06	47770.6	42.99354	10.49	Cumple
0.0043	0.093	0.004	388.1882003	16	201.0619	2	402.1239	0.005539	Cumple	60	60	0.06	38534.44	34.681	30.41	Cumple
0.0028	0.094	0.003	250.9119906	16	201.0619	2	402.1239	0.005539	Cumple	60	60	0.06	38534.44	34.681	19.98	Cumple
0.0015	0.095	0.002	187.6817409	18	254.469	2	508.938	0.004997	Cumple	70	70	0.07	58993.17	53.09385	18.77	Cumple

0.0006	0.096	0.001	72.57743133	18	254.469	2	508.938	0.004997	Cumple	70	70	0.07	58993.17	53.09385	7.33	Cumple
0.0039	0.093	0.004	473.5688327	16	201.0619	3	603.1858	0.005902	Cumple	70	70	0.07	69466.81	62.52013	46.52	Cumple
0.0028	0.094	0.003	339.6639559	14	153.938	3	461.8141	0.004503	Cumple	70	70	0.07	54188.4	48.76956	33.99	Cumple
0.0056	0.091	0.006	681.0082635	18	254.469	3	763.407	0.007495	Cumple	70	70	0.07	86082.83	77.47455	65.23	Cumple
0.0030	0.094	0.003	371.0534691	14	153.938	3	461.8141	0.004503	Cumple	70	70	0.07	54188.4	48.76956	37.03	Cumple
0.0076	0.089	0.008	933.5463562	18	254.469	4	1017.876	0.009994	Cumple	70	70	0.07	111567.9	100.4111	87.40	Cumple
0.0045	0.092	0.004	548.8903325	14	153.938	4	615.7522	0.006004	Cumple	70	70	0.07	71076.78	63.96911	53.93	Cumple
0.0011	0.096	0.001	113.2802429	14	153.938	2	307.8761	0.003503	Cumple	70	70	0.07	36517.07	32.86537	11.54	Cumple
0.0011	0.096	0.001	117.7499196	14	153.938	2	307.8761	0.003503	Cumple	70	70	0.07	36517.07	32.86537	11.99	Cumple
0.0053	0.092	0.005	554.158185	16	201.0619	3	603.1858	0.006886	Cumple	70	70	0.07	68715.5	61.84395	53.61	Cumple
0.0020	0.095	0.002	214.0800409	14	153.938	2	307.8761	0.003503	Cumple	70	70	0.07	36517.07	32.86537	21.59	Cumple
0.0051	0.092	0.005	538.1716232	16	201.0619	3	603.1858	0.006886	Cumple	70	70	0.07	68715.5	61.84395	52.15	Cumple
0.0022	0.095	0.002	226.0524218	14	153.938	2	307.8761	0.003503	Cumple	70	70	0.07	36517.07	32.86537	22.77	Cumple
0.0064	0.090	0.006	673.5382484	18	254.469	3	763.407	0.008745	Cumple	70	70	0.07	84879.37	76.39143	63.91	Cumple
0.0030	0.094	0.003	309.9760435	14	153.938	3	461.8141	0.005254	Cumple	70	70	0.07	53747.99	48.3732	30.96	Cumple
0.0017	0.095	0.002	175.7233315	14	153.938	2	307.8761	0.003503	Cumple	70	70	0.07	36517.07	32.86537	17.79	Cumple
0.0017	0.095	0.002	178.6399846	14	153.938	2	307.8761	0.003503	Cumple	70	70	0.07	36517.07	32.86537	18.08	Cumple
0.0047	0.092	0.005	580.0792668	16	201.0619	3	603.1858	0.005902	Cumple	70	70	0.07	69466.81	62.52013	56.45	Cumple
0.0020	0.095	0.002	244.5925391	16	201.0619	2	402.1239	0.003935	Cumple	70	70	0.07	47312.96	42.58167	24.51	Cumple
0.0047	0.092	0.005	579.9709394	16	201.0619	3	603.1858	0.005902	Cumple	70	70	0.07	69466.81	62.52013	56.44	Cumple
0.0019	0.095	0.002	227.4925387	16	201.0619	2	402.1239	0.003935	Cumple	70	70	0.07	47312.96	42.58167	22.83	Cumple
0.0060	0.091	0.006	735.318109	18	254.469	3	763.407	0.007495	Cumple	70	70	0.07	86082.83	77.47455	70.09	Cumple
0.0028	0.094	0.003	339.1491536	14	153.938	3	461.8141	0.004503	Cumple	70	70	0.07	54188.4	48.76956	33.94	Cumple
0.0031	0.094	0.003	268.0421733	14	153.938	2	307.8761	0.004203	Cumple	70	70	0.07	36243.04	32.61874	26.74	Cumple
0.0021	0.095	0.002	179.9034655	14	153.938	2	307.8761	0.004203	Cumple	70	70	0.07	36243.04	32.61874	18.14	Cumple
0.0050	0.092	0.005	435.7257327	14	153.938	3	461.8141	0.006305	Cumple	70	70	0.07	53131.42	47.81828	42.58	Cumple

0.0023	0.095	0.002	203.2867989	14	153.938	2	307.8761	0.004203	Cumple	70	70	0.07	36243.04	32.61874	20.44	Cumple
0.0051	0.092	0.005	446.7777439	14	153.938	3	461.8141	0.006305	Cumple	70	70	0.07	53131.42	47.81828	43.60	Cumple

Tabla 47.- Diseño de vigas en sentido X (Parte 2)

(Mp1+Mp2/L)+(Wu*L/2) (Mp1+Mp2/L)-(Wu*L/2)

																VsMax>Vs
4d	0.3*h	luz libre	a	b	Mpr	wu*L/2	Ve	Ve	Ve escogido	V inducida	V ind > 0.5 Ve	Vc	øVc	Vs	Vs Max	Cumplimiento
					kn*m	kn	KN	KN	KN	Kn		Kn	kn	Kn	Kn	
0.964	0.09	5.2	Cumple	Cumple	59.71											
0.964	0.09	5.2	Cumple	Cumple	59.71	34.26	57.22	-11.29	57.22	22.97	V>0	74.95	56.22	0.00	291.00	Cumple
0.968	0.09	5.7	Cumple	Cumple	48.17											
0.968	0.09	5.7	Cumple	Cumple	48.17	37.99	54.89	-21.09	54.89	16.90	V>0	74.95	56.22	0.00	291.00	Cumple
1.164	0.105	1.05		Cumple	73.74											
1.164	0.105	1.05		Cumple	73.74	15.55	156.01	124.91	156.01	140.46	V=0	102.02	76.52	71.99	396.08	Cumple
1.168	0.105	4.7	Cumple	Cumple	86.83											
1.172	0.105	4.7	Cumple	Cumple	67.74	75.32	108.21	-42.44	108.21	32.89	V>0	102.02	76.52	8.25	396.08	Cumple
1.164	0.105	5.2	Cumple	Cumple	107.60											
1.172	0.105	5.2	Cumple	Cumple	67.74	104.60	138.32	-70.88	138.32	33.72	V>0	102.02	76.52	48.40	396.08	Cumple
1.164	0.105	5.7	Cumple	Cumple	139.46											
1.172	0.105	5.7	Cumple	Cumple	88.85	114.85	154.90	-74.79	154.90	40.05	V>0	102.02	76.52	70.50	396.08	Cumple
1.172	0.105	1.05		Cumple	45.65											
1.172	0.105	1.05		Cumple	45.65	11.45	98.40	75.49	98.40	86.95	V=0	87.45	65.59	14.60	339.50	Cumple
1.168	0.105	4.7	Cumple	Cumple	85.89											
1.172	0.105	4.7	Cumple	Cumple	45.65	56.04	84.03	-28.06	84.03	27.99	V>0	87.45	65.59	0.00	339.50	Cumple

Requiere Refuerzo	Verificación	#Ramales	A varilla corregido 10 mm mm^2	Escoger Espaciado Máximo (mm)			Escoge Menor mm	s ado mm	Vs ado KN	Cumplimiento	Vs ado<=VsMax
				a)	b)	c)					
Si	si	2.00	157.08	150.00		628.32	150.00	150.00	131.9469	Cumple	Verdadero
No	si	2.00	157.08	150.00		628.32	150.00	150.00	131.9469	Cumple	Verdadero
Si	si	2.00	157.08	175.00		538.56	175.00	150.00	153.938	Cumple	Verdadero
Si	si	2.00	157.08	175.00		538.56	175.00	150.00	153.938	Cumple	Verdadero
Si	si	2.00	157.08	175.00	477.07	538.56	175.00	150.00	153.938	Cumple	Verdadero
Si	si	2.00	157.08	175.00	327.51	538.56	175.00	150.00	153.938	Cumple	Verdadero
Si	si	2.00	157.08	175.00		628.32	175.00	150.00	153.938	Cumple	Verdadero
Si	si	2.00	157.08	175.00		628.32	175.00	150.00	153.938	Cumple	Verdadero
Si	si	2.00	157.08	175.00		628.32	175.00	150.00	153.938	Cumple	Verdadero
Si	si	2.00	157.08	175.00	909.74	628.32	175.00	150.00	153.938	Cumple	Verdadero
Si	si	2.00	157.08	175.00		628.32	175.00	150.00	153.938	Cumple	Verdadero

Si	si	2.00	157.08	175.00		538.56	175.00	150.00	153.938	Cumple	Verdadero
Si	si	2.00	157.08	175.00		538.56	175.00	150.00	153.938	Cumple	Verdadero
Si	si	2.00	157.08	175.00	2337.83	538.56	175.00	150.00	153.938	Cumple	Verdadero
Si	si	2.00	157.08	175.00		753.98	175.00	150.00	153.938	Cumple	Verdadero
Si	si	2.00	157.08	175.00		753.98	175.00	150.00	153.938	Cumple	Verdadero
Si	si	2.00	157.08	175.00		753.98	175.00	150.00	153.938	Cumple	Verdadero

Tabla 49.- Diseño de vigas en sentido X (Parte 4)

Tramo	Posición	Signo	Mu	b	h	d	As min	#Varillas min	# Varillas min ado	As min ado	P ge	Cuantía (Pb)	P min	Pmax	a	b	c
			kNm	m	m	m	mm^2			mm^2							
Cubierta	1	CD	16.08	0.30	0.30	0.242	242.00	1.204	2.000	402.12	0.0055	0.029	0.003	0.021	761888358.00	-73790640.00	160800.00
		-	11.08	0.30	0.30	0.242	242.00	1.204	2.000	402.12	0.0055	0.029	0.003	0.021	761888358.00	-73790640.00	110800.00
	2	+	21.45	0.30	0.30	0.242	242.00	1.204	2.000	402.12	0.0055	0.029	0.003	0.021	761888358.00	-73790640.00	214500.00
		-	12.97	0.30	0.30	0.242	242.00	1.204	2.000	402.12	0.0055	0.029	0.003	0.021	761888358.00	-73790640.00	129700.00
Piso 4	3	+	49.59	0.30	0.30	0.242	242.00	1.204	2.000	402.12	0.0055	0.029	0.003	0.021	761888358.00	-73790640.00	495900.00
		-	24.58	0.30	0.30	0.242	242.00	1.204	2.000	402.12	0.0055	0.029	0.003	0.021	761888358.00	-73790640.00	245800.00

4	+	75.79	0.30	0.30	0.242	242.00	1.204	2.000	402.12	0.0055	0.029	0.003	0.021	761888358.00	-73790640.00	757900.00
	-	53.51	0.30	0.30	0.242	242.00	1.204	2.000	402.12	0.0055	0.029	0.003	0.021	761888358.00	-73790640.00	535100.00
5	+	47.76	0.35	0.35	0.292	340.67	1.694	2.000	402.12	0.0039	0.029	0.003	0.021	1294115676.00	-125338080.00	477600.00
	-	28.37	0.35	0.35	0.292	340.67	1.694	2.000	402.12	0.0039	0.029	0.003	0.021	1294115676.00	-125338080.00	283700.00
6	+	57.48	0.35	0.35	0.292	340.67	1.694	2.000	402.12	0.0039	0.029	0.003	0.021	1294115676.00	-125338080.00	574800.00
	-	30.57	0.35	0.35	0.292	340.67	1.694	2.000	402.12	0.0039	0.029	0.003	0.021	1294115676.00	-125338080.00	305700.00
7	CD	53.79	0.35	0.35	0.292	340.67	1.694	2.000	402.12	0.0039	0.029	0.003	0.021	1294115676.00	-125338080.00	537900.00
	-	35.70	0.35	0.35	0.292	340.67	1.694	2.000	402.12	0.0039	0.029	0.003	0.021	1294115676.00	-125338080.00	357000.00
8	CD	60.74	0.35	0.35	0.292	340.67	1.694	2.000	402.12	0.0039	0.029	0.003	0.021	1294115676.00	-125338080.00	607400.00
	-	32.73	0.35	0.35	0.292	340.67	1.694	2.000	402.12	0.0039	0.029	0.003	0.021	1294115676.00	-125338080.00	327300.00
9	CD	31.17	0.35	0.35	0.292	340.67	1.694	2.000	402.12	0.0039	0.029	0.003	0.021	1294115676.00	-125338080.00	311700.00
	-	14.65	0.35	0.35	0.292	340.67	1.694	2.000	402.12	0.0039	0.029	0.003	0.021	1294115676.00	-125338080.00	146500.00
10	CD	43.75	0.35	0.35	0.292	340.67	1.694	2.000	402.12	0.0039	0.029	0.003	0.021	1294115676.00	-125338080.00	437500.00
	-	28.38	0.35	0.35	0.292	340.67	1.694	2.000	402.12	0.0039	0.029	0.003	0.021	1294115676.00	-125338080.00	283800.00

Tabla 50.- Diseño de vigas en sentido Y (Parte 1)

Espacio de confinamiento																
X1	X2	P geo	As	varillas	A	#v	As real	p real	Cumplimiento	Nudo izquierdo	Nudo derecho	s conf	Mn	OMn	Mu	
			mm ²	mm	mm					cm	cm	m	kn*mm	kn*m	kn*m	
0.0022	0.095	0.002	200.7456026	16	201.0619	2	402.1239	0.005539	Cumple	60	60	0.06	38534.44	34.681	16.08	Cumple
0.0015	0.095	0.002	137.3018097	16	201.0619	2	402.1239	0.005539	Cumple	60	60	0.06	38534.44	34.681	11.08	Cumple

0.0030	0.094	0.003	269.9805946	16	201.0619	2	402.1239	0.005539	Cumple	60	60	0.06	38534.44	34.681	21.45	Cumple
0.0018	0.095	0.002	161.1708233	14	153.938	2	307.8761	0.004241	Cumple	60	60	0.06	29922.37	26.93013	12.97	Cumple
0.0073	0.090	0.007	653.8839212	18	254.469	3	763.407	0.010515	Cumple	60	60	0.06	69168.46	62.25161	49.59	Cumple
0.0035	0.093	0.003	310.8817305	16	201.0619	2	402.1239	0.005539	Cumple	60	60	0.06	38534.44	34.681	24.58	Cumple
0.0117	0.085	0.012	1051.142077	18	254.469	5	1272.345	0.017525	Cumple	60	60	0.06	105920.5	95.32845	75.79	Cumple
0.0079	0.089	0.008	710.5677485	18	254.469	3	763.407	0.010515	Cumple	60	60	0.06	69168.46	62.25161	53.51	Cumple
0.0040	0.093	0.004	486.7553963	16	201.0619	3	603.1858	0.005902	Cumple	70	70	0.07	69466.81	62.52013	47.76	Cumple
0.0023	0.095	0.002	284.0779489	16	201.0619	2	402.1239	0.003935	Cumple	70	70	0.07	47312.96	42.58167	28.37	Cumple
0.0048	0.092	0.005	591.2487618	16	201.0619	3	603.1858	0.005902	Cumple	70	70	0.07	69466.81	62.52013	57.48	Cumple
0.0025	0.094	0.003	306.7065799	16	201.0619	2	402.1239	0.003935	Cumple	70	70	0.07	47312.96	42.58167	30.57	Cumple
0.0045	0.092	0.005	551.341029	16	201.0619	3	603.1858	0.005902	Cumple	70	70	0.07	69466.81	62.52013	53.79	Cumple
0.0029	0.094	0.003	359.8293841	16	201.0619	2	402.1239	0.003935	Cumple	70	70	0.07	47312.96	42.58167	35.70	Cumple
0.0051	0.092	0.005	626.7557477	18	254.469	3	763.407	0.00747	Cumple	70	70	0.07	86403.46	77.76312	60.74	Cumple
0.0027	0.094	0.003	329.0126897	16	201.0619	2	402.1239	0.003935	Cumple	70	70	0.07	47312.96	42.58167	32.73	Cumple
0.0026	0.094	0.003	312.8938397	16	201.0619	2	402.1239	0.003935	Cumple	70	70	0.07	47312.96	42.58167	31.17	Cumple
0.0012	0.096	0.001	144.9537183	16	201.0619	2	402.1239	0.003935	Cumple	70	70	0.07	47312.96	42.58167	14.65	Cumple
0.0036	0.093	0.004	444.2261962	16	201.0619	3	603.1858	0.005902	Cumple	70	70	0.07	69466.81	62.52013	43.75	Cumple
0.0023	0.095	0.002	284.1806012	16	201.0619	2	402.1239	0.003935	Cumple	70	70	0.07	47312.96	42.58167	28.38	Cumple

Tabla 51.- Diseño de vigas en sentido Y (Parte 2)

4d	0.3*h	luz libre	a	b	Mpr	wu*L/2	Ve	Ve	Ve escogido	V inducida	V ind > 0.5 Ve	Vc	øVc	Vs	Vs Max	Cumplimiento
					kn*m	kn	KN	KN	KN	Kn		Kn	kn	Kn	Kn	

Requiere Refuerzo	Verificación	#Ramales	A varilla corregido 10 mm	Escoger Espaciado Máximo (mm)			Escoje Menor	s ado	Vs ado	Cumplimiento	Vs ado<=VsMax
				a)	b)	c)					
			mm^2				mm		KN		
No	si	2.00	157.08	150.00		628.32	150.00	100.00	197.9203	Cumple	Verdadero
No	si	2.00	157.08	150.00		628.32	150.00	100.00	197.9203	Cumple	Verdadero
Si	si	2.00	157.08	150.00	436.82	628.32	150.00	150.00	131.9469	Cumple	Verdadero
Si	si	2.00	157.08	150.00	194.20	628.32	150.00	150.00	131.9469	Cumple	Verdadero
Si	si	2.00	157.08	175.00		538.56		150.00	153.938	Cumple	Verdadero
Si	si	2.00	157.08	175.00		538.56		150.00	153.938	Cumple	Verdadero
Si	si	2.00	157.08	175.00		538.56		150.00	153.938	Cumple	Verdadero
Si	si	2.00	157.08	175.00	3459.63	538.56	175.00	150.00	153.938	Cumple	Verdadero
Si	si	2.00	157.08	175.00		538.56		150.00	153.938	Cumple	Verdadero
Si	si	2.00	157.08	175.00	30465.48	538.56	175.00	150.00	153.938	Cumple	Verdadero

Tabla 53.- Diseño de vigas en sentido Y (Parte 4)

Tramo	Posición	Signo	Mu	b	h	d	varillas	luz libre	Tu	Acp	Pcp	Tth	øTth	Se verifica si se necesita despreciar la torsión
			kNm	m	m	m	mm	m	Kn*m	cm^2	cm	Kn*m	Kn *m	Tu<=øTth
Cubierta	3	-	23.33	0.30	0.30	0.241	18	5.2	9.338	900	120	30.50	22.87	Desprecia Torsión
		+	10.49	0.30	0.30	0.241	18	5.2	9.338	900	120	30.50	22.87	Desprecia Torsión
	4	-	30.41	0.30	0.30	0.242	16	5.7	9.338	900	120	30.50	22.87	Desprecia Torsión
		+	19.98	0.30	0.30	0.242	16	5.7	9.338	900	120	30.50	22.87	Desprecia Torsión
Piso 4	1	-	18.77	0.35	0.35	0.291	18	1.05	20.7466	1225	140	35.58	26.68	Desprecia Torsión
		+	7.33	0.35	0.35	0.291	18	1.05	20.7466	1225	140	35.58	26.68	Desprecia Torsión
	2	-	46.52	0.35	0.35	0.292	16	4.7	20.7466	1225	140	35.58	26.68	Desprecia Torsión
		+	33.99	0.35	0.35	0.293	14	4.7	20.7466	1225	140	35.58	26.68	Desprecia Torsión
	3	-	65.23	0.35	0.35	0.291	18	5.2	20.7466	1225	140	35.58	26.68	Desprecia Torsión
		+	37.03	0.35	0.35	0.293	14	5.2	20.7466	1225	140	35.58	26.68	Desprecia Torsión
	4	-	87.40	0.35	0.35	0.291	18	5.7	20.7466	1225	140	35.58	26.68	Desprecia Torsión
		+	53.93	0.35	0.35	0.293	14	5.7	20.7466	1225	140	35.58	26.68	Desprecia Torsión
Piso 3	1	-	11.54	0.30	0.35	0.293	14	1.05	14.9992	1050	130	32.84	24.63	Desprecia Torsión
		+	11.99	0.30	0.35	0.293	14	1.05	14.9992	1050	130	32.84	24.63	Desprecia Torsión
	2	-	53.61	0.30	0.35	0.292	16	4.7	14.9992	1050	130	32.84	24.63	Desprecia Torsión
		+	21.59	0.30	0.35	0.293	14	4.7	14.9992	1050	130	32.84	24.63	Desprecia Torsión
	3	-	52.15	0.30	0.35	0.292	16	5.2	14.9992	1050	130	32.84	24.63	Desprecia Torsión
		+	22.77	0.30	0.35	0.293	14	5.2	14.9992	1050	130	32.84	24.63	Desprecia Torsión
	4	-	63.91	0.30	0.35	0.291	18	5.7	14.9992	1050	130	32.84	24.63	Desprecia Torsión
		+	30.96	0.30	0.35	0.293	14	5.7	14.9992	1050	130	32.84	24.63	Desprecia Torsión
Piso 2	1	-	17.79	0.30	0.35	0.293	14	1.05	16.9149	1050	130	32.84	24.63	Desprecia Torsión

		+	18.08	0.30	0.35	0.293	14	1.05	16.9149	1050	130	32.84	24.63	Desprecia Torsión
	2	-	56.45	0.35	0.35	0.292	16	4.7	16.9149	1225	140	35.58	26.68	Desprecia Torsión
		+	24.51	0.35	0.35	0.292	16	4.7	16.9149	1225	140	35.58	26.68	Desprecia Torsión
	3	-	56.44	0.35	0.35	0.292	16	5.2	16.9149	1225	140	35.58	26.68	Desprecia Torsión
		+	22.83	0.35	0.35	0.292	16	5.2	16.9149	1225	140	35.58	26.68	Desprecia Torsión
	4	-	70.09	0.35	0.35	0.291	18	5.7	16.9149	1225	140	35.58	26.68	Desprecia Torsión
		+	33.94	0.35	0.35	0.293	14	5.7	16.9149	1225	140	35.58	26.68	Desprecia Torsión
Piso 1	1	-	26.74	0.25	0.35	0.293	14	1.05	8.6118	875	120	29.65	22.24	Desprecia Torsión
		+	18.14	0.25	0.35	0.293	14	1.05	8.6118	875	120	29.65	22.24	Desprecia Torsión
	2	-	42.58	0.25	0.35	0.293	14	4.7	8.6118	875	120	29.65	22.24	Desprecia Torsión
		+	20.44	0.25	0.35	0.293	14	4.7	8.6118	875	120	29.65	22.24	Desprecia Torsión
	3	-	43.60	0.25	0.35	0.293	14	5.2	8.6118	875	120	29.65	22.24	Desprecia Torsión
		+	21.98	0.25	0.35	0.293	14	5.2	8.6118	875	120	29.65	22.24	Desprecia Torsión

Tabla 54.- Verificación de torsión X

Tramo	Posición	Signo	Mu	b	h	d	varillas	luz libre	Tu	Acp	Pcp	Tth	ϕTth	Se verifica si se necesita despreciar la torsión
			kNm	m	m	m	mm	m	Kn*m	cm ²	cm	Kn*m	Kn *m	$Tu \leq \phi Tth$
Cubierta	1	+	16.08	0.30	0.30	0.242	16	5.2	9.338	900	120	30.50	22.87	Desprecia Torsión
		-	11.08	0.30	0.30	0.242	16	5.2	9.338	900	120	30.50	22.87	Desprecia Torsión
	2	+	21.45	0.30	0.30	0.242	16	5.4	9.338	900	120	30.50	22.87	Desprecia Torsión
		-	12.97	0.30	0.30	0.242	16	5.4	9.338	900	120	30.50	22.87	Desprecia Torsión
Piso 1	1	+	49.59	0.30	0.30	0.242	18	3.96	8.6118	900	120	30.50	22.87	Desprecia Torsión
		-	24.58	0.30	0.30	0.242	16	3.96	8.6118	900	120	30.50	22.87	Desprecia Torsión

Piso 2	2	+	75.79	0.30	0.30	0.242	18	5.4	8.6118	900	120	30.50	22.87	Desprecia Torsión
		-	53.51	0.30	0.30	0.242	18	5.4	8.6118	900	120	30.50	22.87	Desprecia Torsión
	1	+	47.76	0.35	0.35	0.292	16	3.96	16.9149	1225	140	35.58	26.68	Desprecia Torsión
		-	28.37	0.35	0.35	0.292	16	3.96	16.9149	1225	140	35.58	26.68	Desprecia Torsión
	2	+	57.48	0.35	0.35	0.292	16	5.4	16.9149	1225	140	35.58	26.68	Desprecia Torsión
		-	30.57	0.35	0.35	0.292	16	5.4	16.9149	1225	140	35.58	26.68	Desprecia Torsión
Piso 3	1	+	53.79	0.35	0.35	0.292	16	3.96	14.9992	1225	140	35.58	26.68	Desprecia Torsión
		-	35.70	0.35	0.35	0.292	16	3.96	14.9992	1225	140	35.58	26.68	Desprecia Torsión
	2	+	60.74	0.35	0.35	0.292	18	5.4	14.9992	1225	140	35.58	26.68	Desprecia Torsión
		-	32.73	0.35	0.35	0.292	16	5.4	14.9992	1225	140	35.58	26.68	Desprecia Torsión
Piso 4	1	+	31.17	0.35	0.35	0.292	16	3.96	20.7466	1225	140	35.58	26.68	Desprecia Torsión
		-	14.65	0.35	0.35	0.292	16	3.96	20.7466	1225	140	35.58	26.68	Desprecia Torsión
	2	+	43.75	0.35	0.35	0.292	16	5.4	20.7466	1225	140	35.58	26.68	Desprecia Torsión
		-	28.38	0.35	0.35	0.292	16	5.4	20.7466	1225	140	35.58	26.68	Desprecia Torsión

Tabla 55.- Verificación de torsión Y

			Cuántía asumida	Ag	Diámetro de Varilla	AV	Ast	#varillas	#varillas ado	Po (Kgf)	Pn max	Po(KN)	Pu(Kn)
	ancho (cm)	Alto (cm)											
Columna Piso 1	40	40	0.0101	1600	1.6	2.01	16.16	8.04	8	390975.36	1993.76243	3834.16	410.59
Columna Piso 2	40	40	0.0201	1600	1.6	2.01	32.16	16.00	16	454911.36	2319.80137	4461.16	410.59
Columna Piso 3	40	40	0.0201	1600	1.6	2.01	32.16	16.00	16	454911.36	2319.80137	4461.16	202.92
Columna Piso 4	40	40	0.0101	1600	1.6	2.01	16.16	8.04	8	390975.36	1993.76243	3834.16	202.92

Columna Piso 5	40	40	0.0101	1600	1.6	2.01	16.16	8.04	8	390975.36	1993.76243	3834.16	107.40
----------------	----	----	--------	------	-----	------	-------	------	---	-----------	------------	---------	--------

Tabla 56.- Verificación de columnas por espaciamiento y cuantías (Parte 1).

Verificación	Distanciamiento ≥ 40mm	1.5db	4/3 dagg	Se escoge	Espaciamiento mínimo (cm)	Cumplimiento	Espaciamiento mínimo (cm)	Cumplimiento	Estribos				
									16*db	48 db	menor diámetro 25cm	Smax	Cumplimiento
Cumple	4	2.4	5.3	5.33	12.6	Cumple	12.6	Cumple	25.6	76.8	25	25	Cumple
Cumple	4	2.4	5.3	5.33	5.5	Cumple	12.6	Cumple	25.6	76.8	25	25	Cumple
Cumple	4	2.4	5.3	5.33	5.5	Cumple	12.6	Cumple	25.6	76.8	25	25	Cumple
Cumple	4	2.4	5.3	5.33	12.6	Cumple	12.6	Cumple	25.6	76.8	25	25	Cumple
Cumple	4	2.4	5.3	5.33	12.6	Cumple	12.6	Cumple	25.6	76.8	25	25	Cumple

Tabla 57.- Verificación de columnas por espaciamiento y cuantías (Parte 2).

Diagrama Piso 1-4-5							
Z (m)	0	0	12.9	20	27.1	34.05	34.2
a (m)	0	34	23.04	17	10.97	5.06	4.93
c (m)	0	17	11.52	8.50	5.48	2.53	2.47
E1	0.003	0.0026	0.0024	0.00213	0.0017	0.0001	0.0000
E2	0.003	0.0015	0.00079	0.0000	0.0017	0.0071	0.0073
E3	0.003	0.0004	0.00079	0.00213	0.00495	0.01605	0.01469

fs1 (kgf/cm2)	4200	4200	4200	4200	3302.33	154.42	0.00
fs2 (kgf/cm2)	4200	3000	1571.95572	0	3302.33	4200.00	4200.00
fs3 (kgf/cm2)	4200	870	1571.95572	4200	4200.00	4200.00	4200.00
P1 (kgf)	25333.80	25333.80	25333.80	25333.80	19919.16	931.47	0.00
P2 (kgf)	16889.20	12063.72	6321.21	0.00	13279.44	16889.20	16889.20
P3 (kgf)	25333.80	5247.72	9481.81	25333.80	25333.80	25333.80	25333.80
C	326400	277440	187965.6	138720	89474.4	41291.5402	40228.8
Pn kgf	393956.81	309589.80	210138.80	138720.00	70780.32	0.00	-1994.21
Mn kgf*cm	0	1117542.43	2088799.96	1595280.00	1375832.55	1067871.44	1065152.01
Pn kn.m	3862.321651	3035.194143	2060.184301	1360	693.92467	0.00	-19.551032
Mn kn*m	0	109.5629836	204.7843097	156.4	134.885545	104.693279	104.426668
Ec	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
v	40	40	27.1	20	12.9	5.9532209	5.8
Et			0.000785978	0.00213	0.00495349	0.01423437	0.01468966
∅	0.65	0.65	0.65	0.661	0.89612403	0.9	0.9
∅Pn kgf	256071.9255	201233.3717	136590.2191	91670.8	63427.9424	0	-1794.78474
∅Mn kgf*cm	0	726402.5811	1357719.973	1054214.2	1232916.61	961084.3	958636.812
∅Pn kn	2510.509073	1972.876193	1339.119795	898.733333	621.842573	0.00	-17.5959288
∅Mn kn*m	0	71.21593932	133.1098013	103.354333	120.874178	94.223951	93.9840011

Tabla 58.- Datos de diagrama de interacción de columnas para los pisos 1, 4 y 5.

Piso 2-3							
Z	0	0	9.35	16.45	23.55	30.65	30.79
a	0	34	26.05	20.02	13.98	7.95	7.82
c	0	17	13.03	10.01	6.99	3.97	3.91

E1	0.003	0.0026	0.0024	0.0023	0.0019	0.0011	0.0011
E2	0.003	0.0020	0.0017	0.0014	0.0006	0.00114	0.0012
E3	0.003	0.0015	0.0010	0.0005	0.00065	0.00342	0.0035
E4	0.003	0.0010	0.0003	0.00045	0.00194	0.00570	0.0058
E5	0.003	0.0004	0.00035	0.00136	0.00324	0.00797	0.0081
fs1	4200	4200.0	4200.0	4200.0	3884.5	2278.1	2219.72
fs2	4200	4065.0	3474.7	2713.4	1294.8	2278.1	2407.87
fs3	4200	3000.0	2084.8	904.5	1294.8	4200.0	4200.00
fs4	4200	1935.0	694.9	904.5	3884.5	4200.0	4200.00
fs5	4200	870.0	694.9	2713.4	4200.0	4200.0	4200.00
P1	25333.80	25333.80	25333.80	25333.80	23430.74	13741.02	13389.01
P2	16889.20	16346.33	13972.66	10911.13	5206.83	9160.68	9682.63
P3	16889.20	12063.72	8383.59	3637.04	5206.83	16889.20	16889.20
P4	16889.20	11671.65	4191.80	5455.57	23430.74	25333.80	25333.80
P5	25333.80	5247.72	4191.80	16366.70	25333.80	25333.80	25333.80
C	326400	277440	212588.4	163342.8	114097.2	64851.6	63850.44
Pn kgf	427735.21	337607.78	251894.86	181402.52	88763.40	1875.13	0.00
Mn kgf*cm	0	1299767.88	2030769.49	2340349.41	2380045.28	1839101.35	1825680.67
Pn kn.m	4193.48248	3309.88022	2469.557444	1778.45603	870.2293808	18.38	0.00
Mn kn*m	0	127.428223	199.0950481	229.44602	233.3377728	180.304054	178.99
Ec	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.00
v	40	40	30.65	23.55	16.45	9.35	9.21
Et			-0.002334421	0.00135669	0.003237082	0.00797326	0.01
∅	0.65	0.65	0.65	0.650	0.753090172	0.9	0.90
∅Pn kgf	278027.888	219445.059	163731.6585	117911.635	66846.84182	1688	0.00
∅Mn kgf*cm	0	844849.119	1320000.169	1521227.11	1792388.712	1655191.21	1643112.60
∅Pn kn	2725.76361	2151.42214	1605.212339	1155.99642	655.3611943	16.55	0.00

ϕM_n kn*m	0	82.828345	129.4117813	149.139913	175.7243835	162.273648	161.09
-----------------	---	-----------	-------------	------------	-------------	------------	--------

Tabla 59.- Datos de diagrama de interacción de columnas para los pisos 2 y 3.

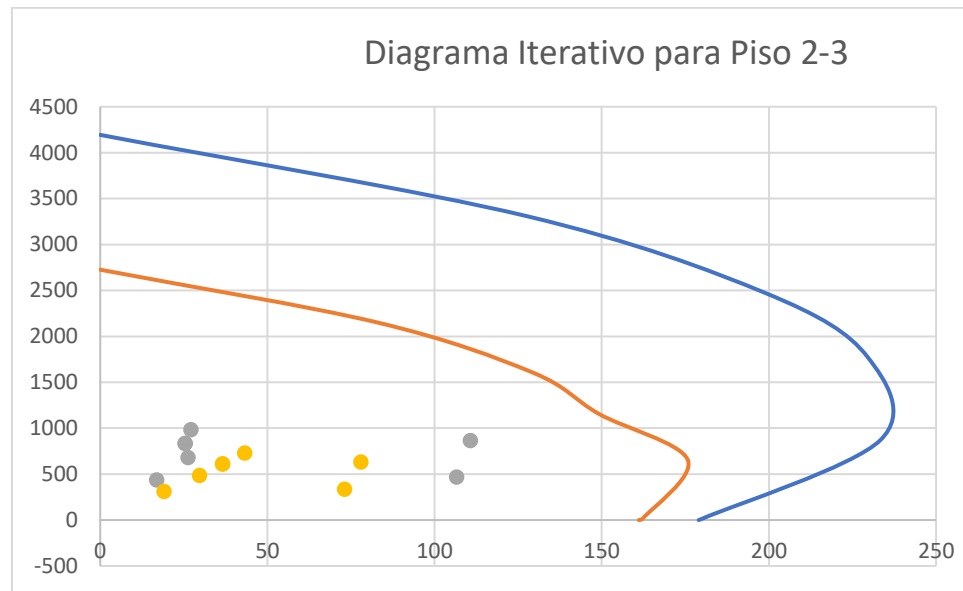
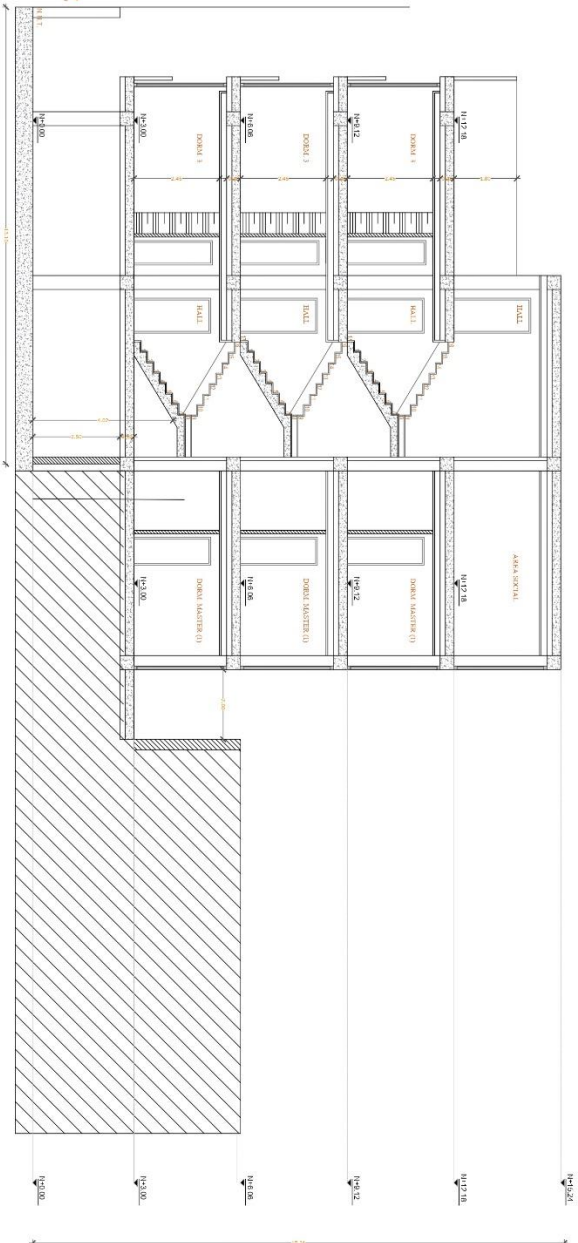


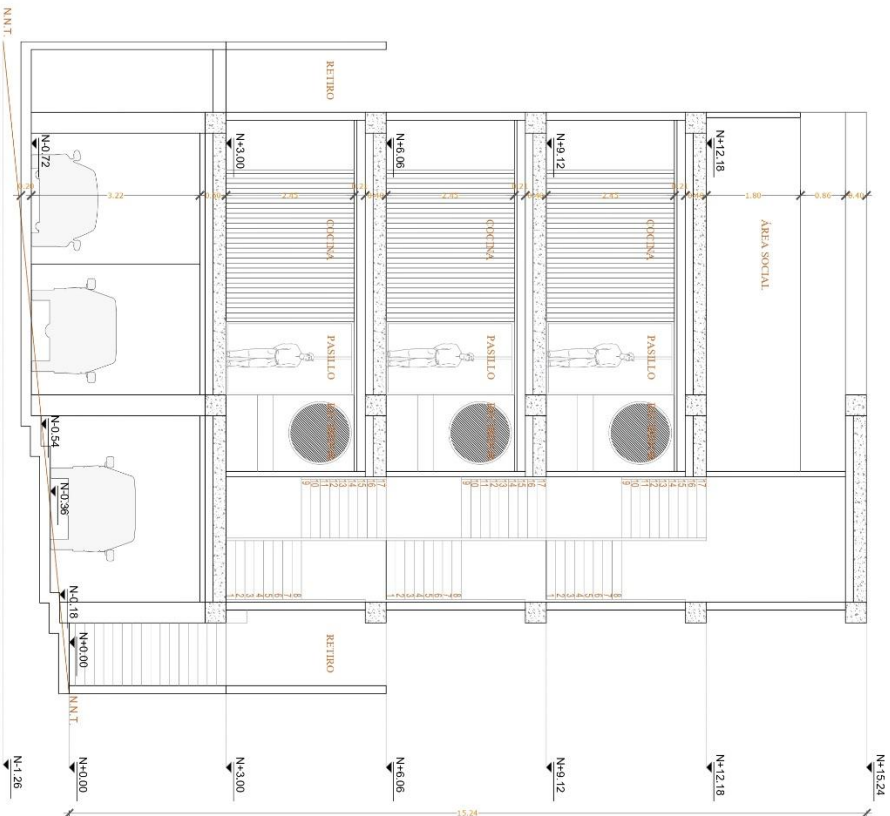
Ilustración 44.- Diagrama iterativo de columnas para el piso 2 y 3.

PLANOS
ARQUITECTÓNICOS

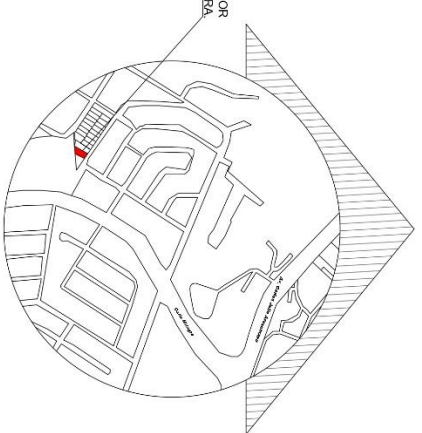
CONDOMINIO SZ
CORTE AA'
ESC. 1.75



CONDOMINIO SZ
CORTE BB
ESC. 1.50



LOTE PROPIEDAD DEL SEÑOR
ARMANDO SANTAMANDER Y SRA.



UBICACION

PROVINCIA : GUAYAS
CANTON : GUAYACIL
EJEN : 28-3A
MANZANA : 0043
SOLAR : 022

DATOS DEL PROYECTO:

AREA DE TERRENO: 340.59 m²
PLANTA BAJA: 164.78 m²
PLANTA PISO 1: 164.78 m²
PLANTA PISO 2: 164.78 m²
PLANTA PISO 3: 164.78 m²
AREA DE CONSTRUCCION: 567.03 m²

COORDENADAS:

LATITUD: 2°10'53.61"S
LONGITUD: 79°54'47.50"W

MATERIALES

ESTRUCTURA : HERRAM. ARMAO
PISO : PERICLITAND
CUBIERTA : HERRAM. ARMAO
INST. ELEC. : ELECTRICIDAD
REVESTIM. : CERAMICA
ACABAM. : ALUMINO Y VIDRO

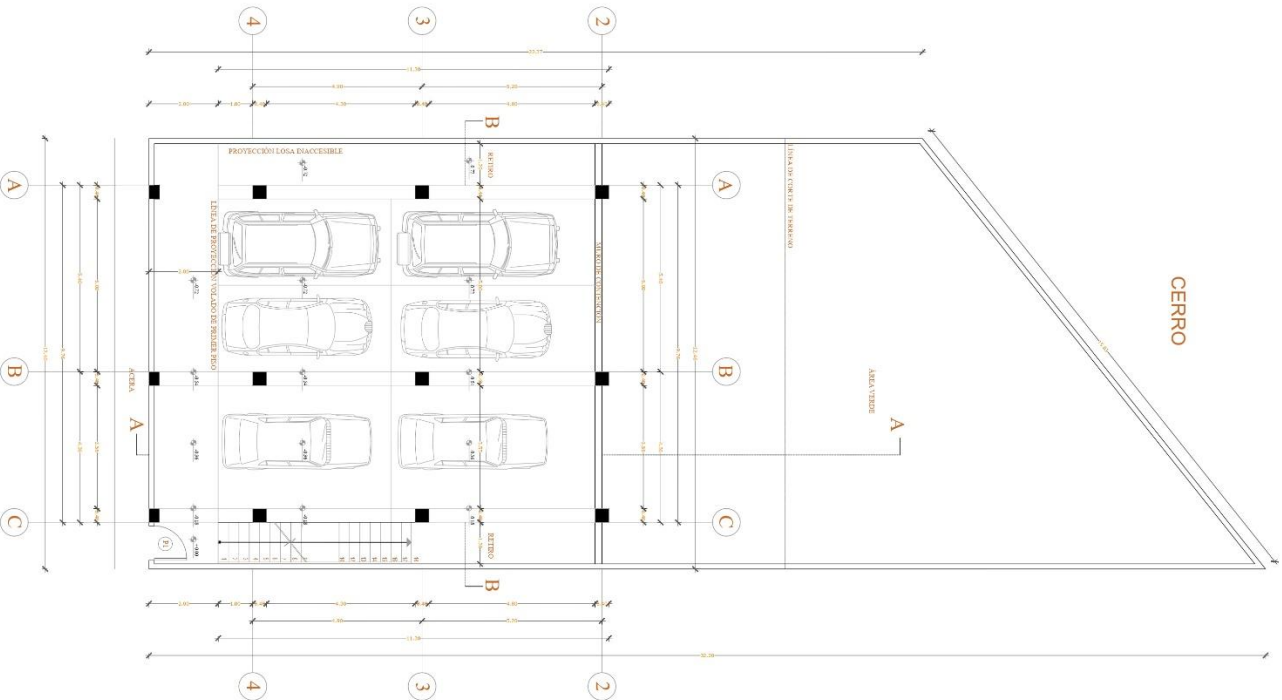
CONDOMINIO SZ

CONTIENE PLANOS ARQUITECTONICOS
CORTE AA' Y BB'

RESPONSABLE TECNICO	PROYECTADO
DR. AUGUSTO SANDOVAL RUC: P00017588-2009-24243849	SR. ARMANDO SANTAMANDER Y SRA. RUC: P00017588-2009-24243849
FECHA: JUNIO/2022	FECHA: JUNIO/2022
MODIFICAS	AS

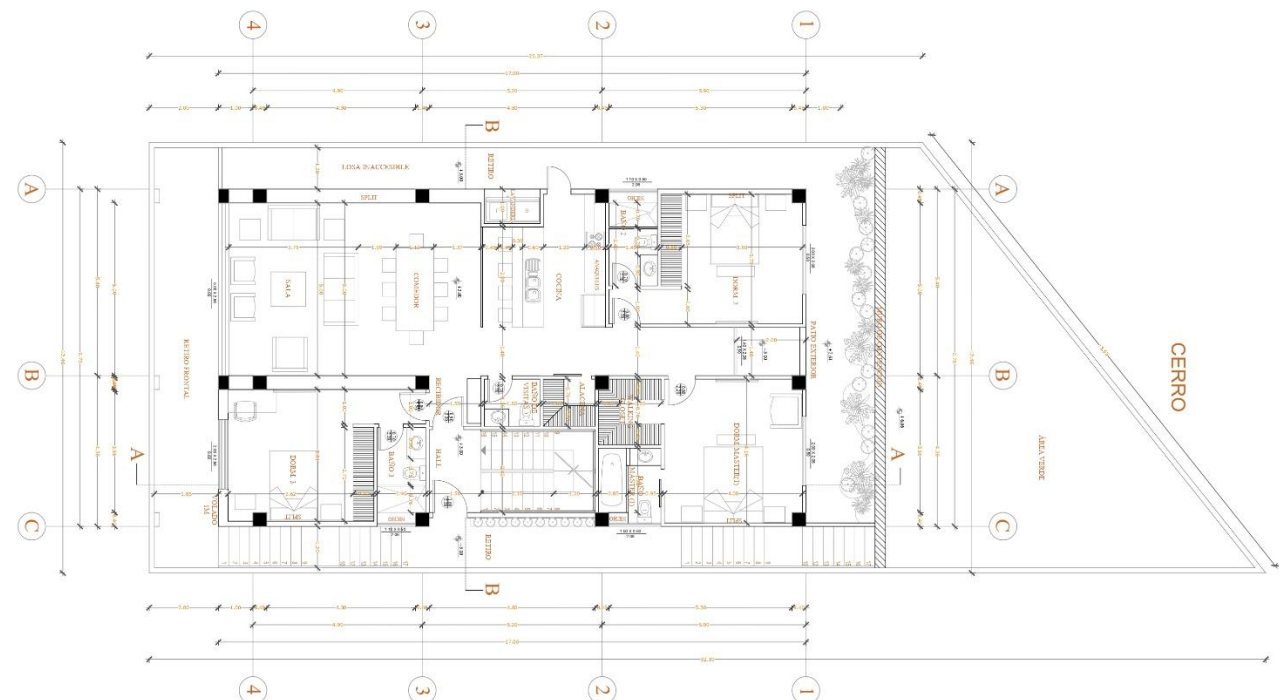
SELLER: WANGWANGLES

CERRO



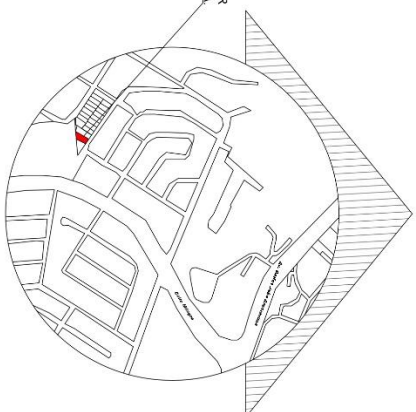
CONDOMINIO SZ
PLANTA BAJA
ESC. 1.75

CERRO



CONDOMINIO SZ
PLANTA PRIMER PISO
ESC. 1.75

LOTE PROPIEDAD DEL SEÑOR
ARIANDO SANTANDER Y SRA.



UBICACIÓN

SIN ESCALA
PROVINCIA : GUAYAS
CANTÓN : GUAYQUIL
EJRA : ZR-3A
MANZANA : 0043
SOLAR : 022

DATOS DEL PROYECTO:

AREA DE TERRENO: 340.59 m²
AREA CONSTRUIDA: 104.78 m²
PLANTA PISO 1: 164.78 m²
PLANTA PISO 2: 124.78 m²
PLANTA PISO 4: 72.69 m²
AREA DE CONSTRUCCIÓN: 567.03 m²

COORDENADAS:

LATITUD: 2° 1 05'3.6" S
LONGITUD: 79° 54'47.5" O

MATERIALES

ESTRUCTURA : HORMIGÓN ARMADO
PISO : HORMIGÓN
CUBIERTA : HORMIGÓN
NST. ELECT. : ELECTRODIFUSION
TUBOS : ELECTRODIFUSION
VERGAS : ALUMINO Y VIDRO

CONDOMINIO SZ

PLANOS ARQUITECTONICOS
PLANTA BAJA Y PRIMER PISO

PROYECTANTE

SEÑOR ARIANDO SANTANDER Y SRA.
CALLE SAN JUAN DE LOS RIOS 100
TEL: 098 252 53 13 18

PROYECTO
SEÑOR ARIANDO SANTANDER Y SRA.
CALLE SAN JUAN DE LOS RIOS 100
TEL: 098 252 53 13 18

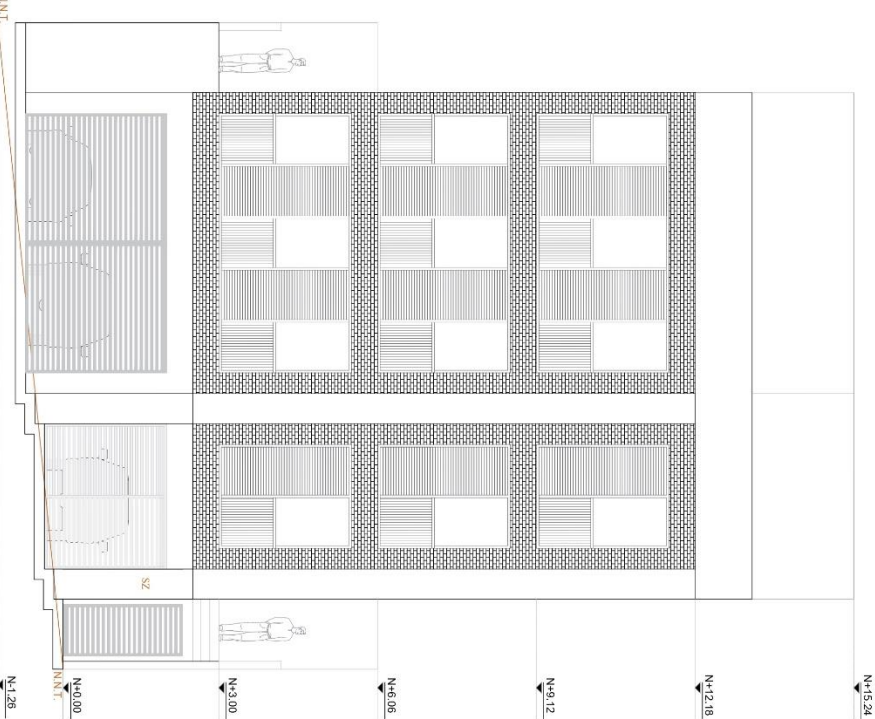
PROYECTO
SEÑOR ARIANDO SANTANDER Y SRA.
CALLE SAN JUAN DE LOS RIOS 100
TEL: 098 252 53 13 18

PROYECTO
SEÑOR ARIANDO SANTANDER Y SRA.
CALLE SAN JUAN DE LOS RIOS 100
TEL: 098 252 53 13 18

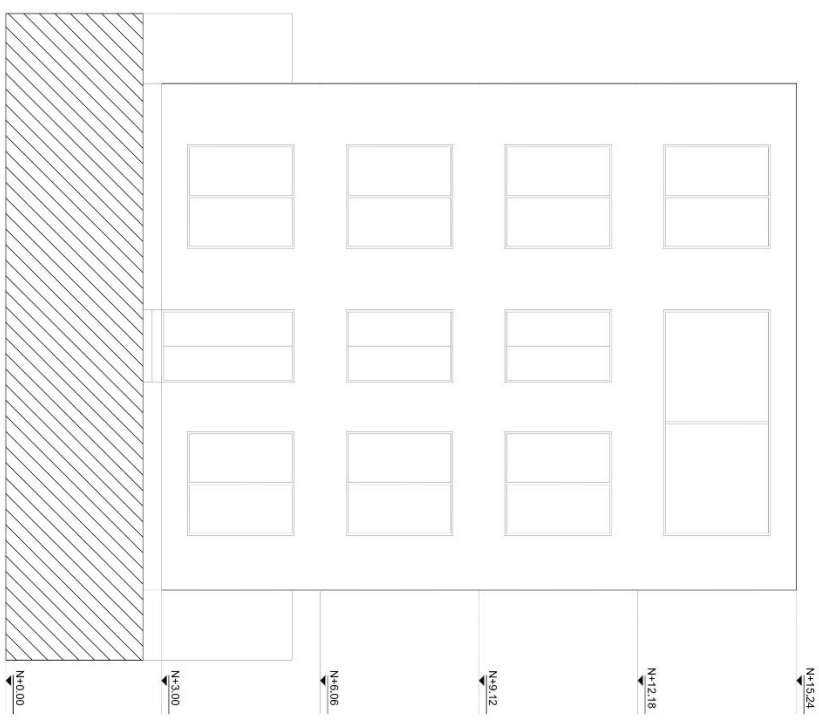
PROYECTO
SEÑOR ARIANDO SANTANDER Y SRA.
CALLE SAN JUAN DE LOS RIOS 100
TEL: 098 252 53 13 18

PROYECTO
SEÑOR ARIANDO SANTANDER Y SRA.
CALLE SAN JUAN DE LOS RIOS 100
TEL: 098 252 53 13 18

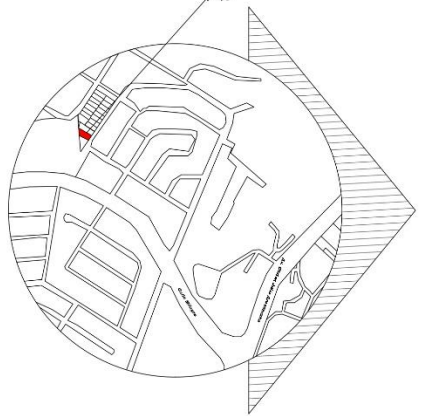
CONDOMINIO SZ
ELEVACIÓN FRONTAL
ESC. 1.50



CONDOMINIO SZ
ELEVACIÓN POSTERIOR
ESC. 1.50



LOTE PROPIEDAD DEL SEÑOR
ARMANDO SANTANDER Y SRA.



UBICACIÓN
SIN ESCALA
PROVINCIA : QUINDÍ
CANTÓN : GUAYACILÍ
EJERA : ZR-3A
MANZANA : 0043
SOLAR : 022

DATOS DEL PROYECTO:
ÁREA DE TERRENO: 340.59 m²
PLANTA BAJA: 164.78 m²
PLANTA PISO 1: 164.78 m²
PLANTA PISO 2: 164.78 m²
PLANTA PISO 3: 164.78 m²
PLANTA PISO 4: 164.78 m²
ÁREA DE CONSTRUCCIÓN: 567.03 m²

COORDENADAS:
LATITUD: 2° 1' 05.3. 6" S
LONGITUD: 79° 54' 47. 5" O

MATERIALES

ESTRUCTURA :	ARMADO
CUBIERTA :	ARMADO
INST. ELECT. :	ELECTRICAL
INST. SANIT. :	GRUPO PLUMBLERÍA
VITRIANOS :	ALUMINIO Y VIDRIO

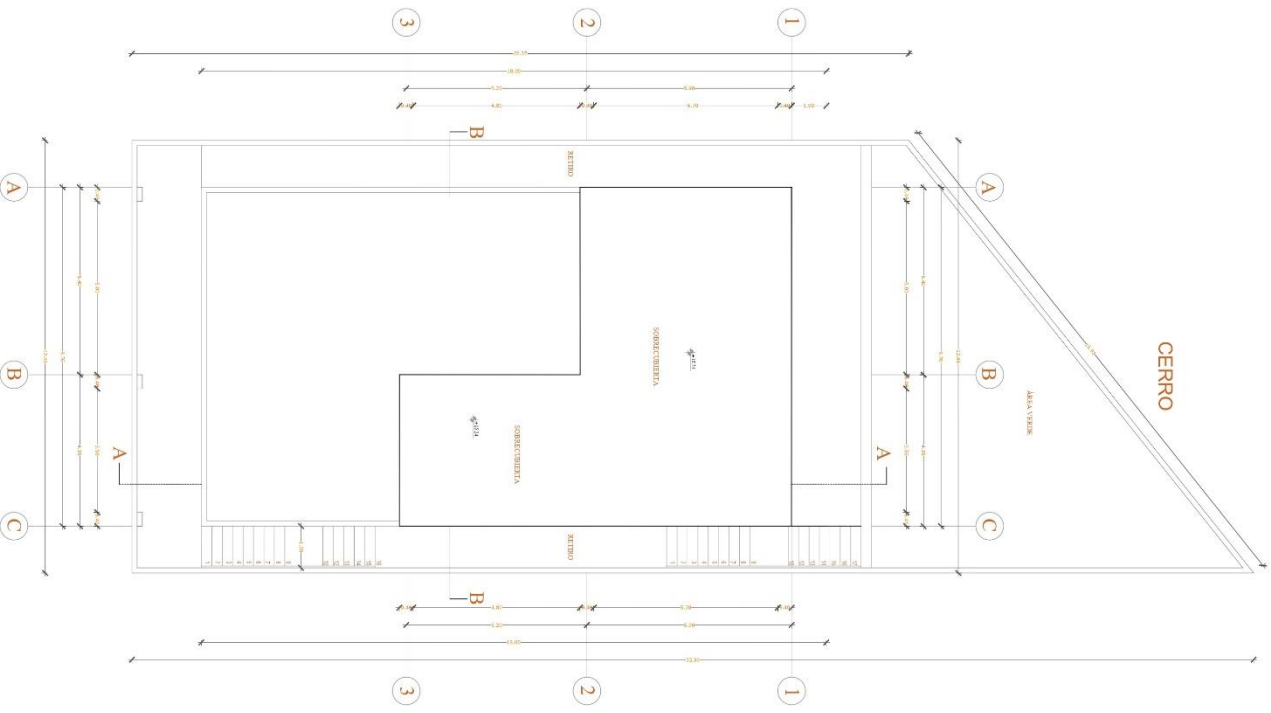
CONDOMINIO SZ

COMUNE : PLANOS ARQUITECTONICOS
ELEVACION FRONTAL Y POSTERIOR

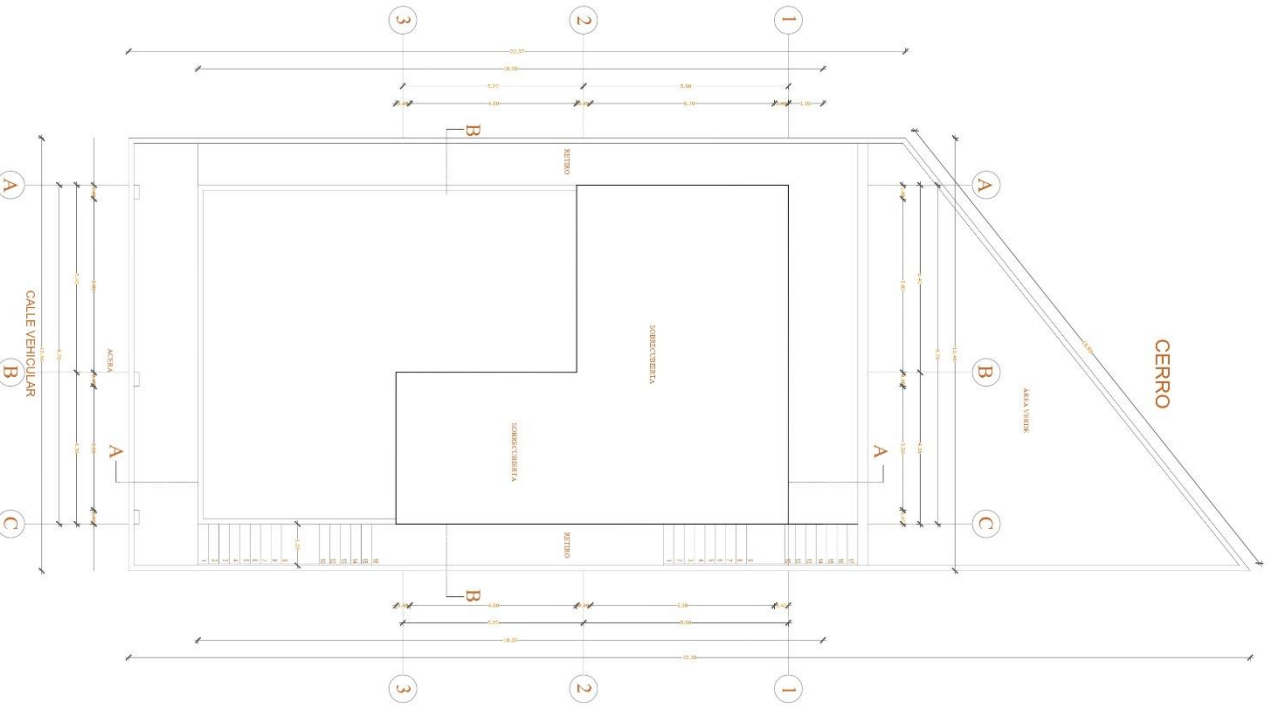
RESPONSABLE TECNICO:	PROYECTANTE:
ING. ARQ. JUAN CARLOS SANTANDER	DR. ARMANDO SANTANDER Y SRA.
C.C. 17028-2550-3242489	

FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:
REVISOR:	REVISOR:	REVISOR:	REVISOR:
JUAN / 2023	CAROLINA	ANDREA	ANDREA
			A3

FECHA: 08/08/2023

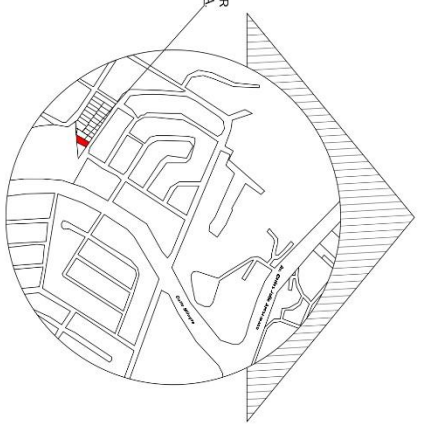


CONDOMINIO SZ
CUBIERTA
ESC. 1,75



CONDOMINIO SZ
IMPLANTACION
ESC. 1,75

LOTE PROPIEDAD DEL SEÑOR
ARMANDO SANTANDER Y SRA



UBICACIÓN

- PROVINCIA: QUITASÍ
- CANTÓN: GUANOQUE
- ETA: 2B-3A
- MANZANA: 0043
- SOLAR: 022

DATOS DEL PROYECTO:

- ÁREA DE TERRENO: 340,59 m²
- PLANTA BAJO: 164,78 m²
- PLANTA PISO 1: 164,78 m²
- PLANTA PISO 3: 164,78 m²
- PLANTA PISO 4: 72,69 m²
- ÁREA DE CONSTRUCCIÓN: 567,03 m²

COORDENADAS:

LATITUD: 2°10'53,6"S
LONGITUD: 79°54'47,5"W

MATERIALES

ESTRUCTURA:	PERFILADO ALUMINIO
PISO:	PERFILADO ALUMINIO
CUBIERTA:	INDUSTRIAL ALUMINIO
INST. ELECT.:	EMERSONIAN
INST. SANIT.:	EMERSONIAN
VIDRIOS:	CRISTAL PAVANI
VERBALES:	ALUMINIO Y VIDRIO

CONDOMINIO SZ

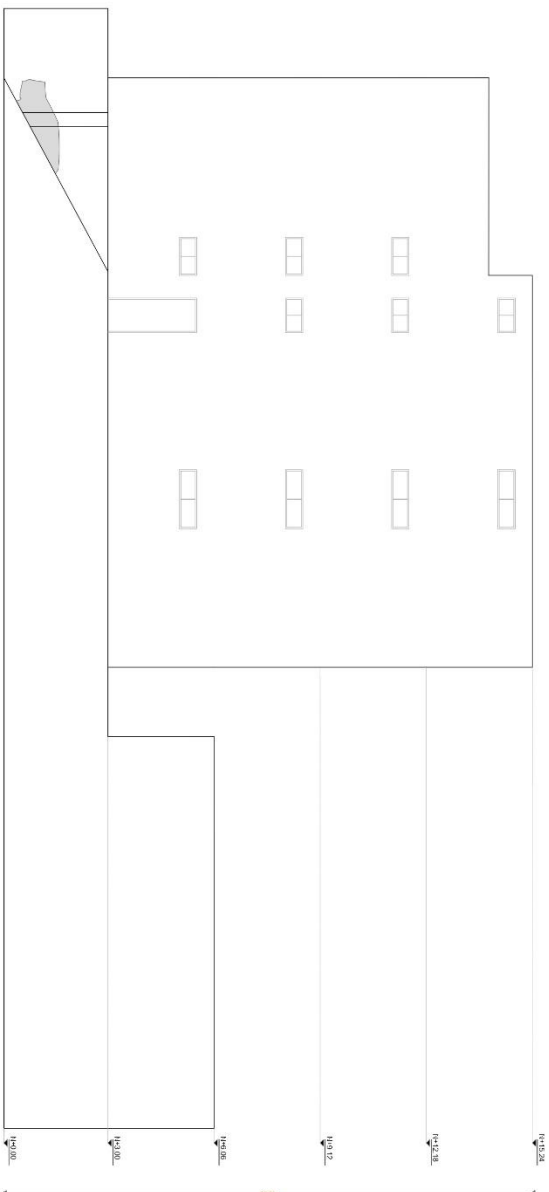
CONDOMINIO
PLANOS ARQUITECTONICOS
CUBIERTA Y IMPLANTACION

RESPONSABLE TÉCNICO

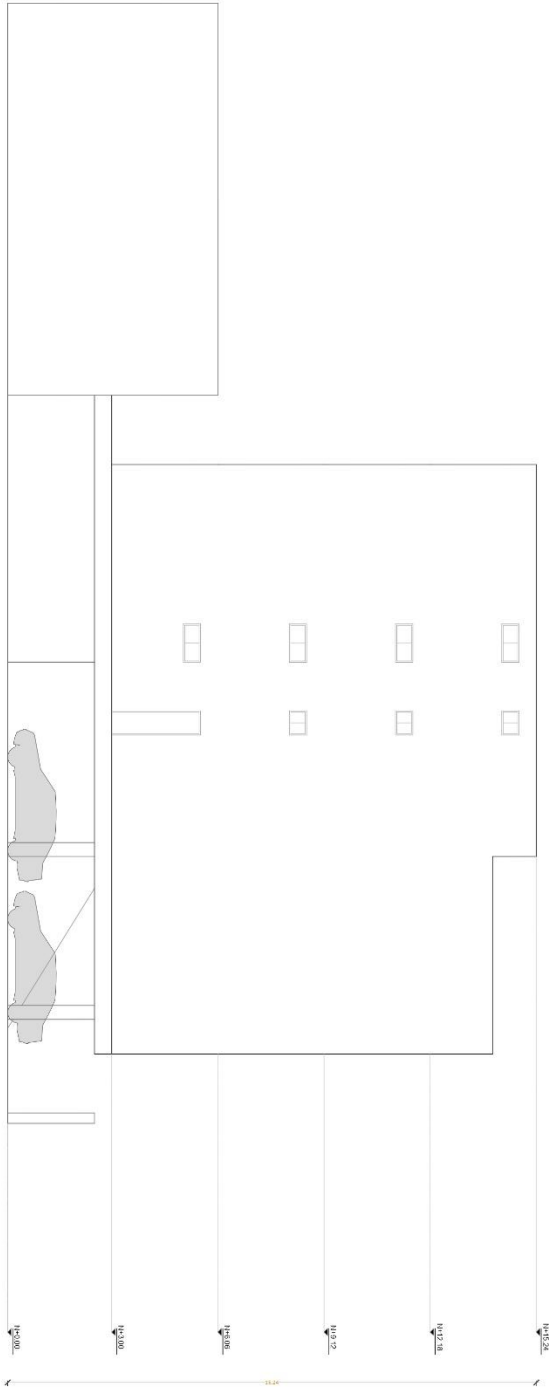
ING. ARMANDO SANTANDER
RUC: 1709-2005-2742489
CALLE VEHICULAR
CANTÓN GUANOQUE
MANZANA 0043
SOLAR 022

SEALADO MANO DE OBRA

SEALADO MANO DE OBRA	SEALADO MANO DE OBRA	SEALADO MANO DE OBRA	SEALADO MANO DE OBRA

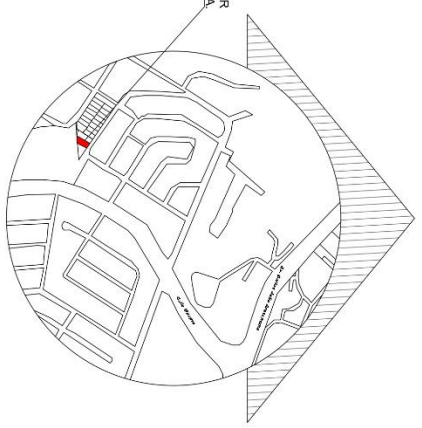


CONDOMINIO SZ
ELEVACIÓN LATERAL DERECHA
ESC. 1:75



CONDOMINIO SZ
ELEVACIÓN LATERAL IZQUIERDA
ESC. 1:75

LOTE PROPIEDAD DEL SEÑOR
ARMANDO SANTANDER Y SRA



UBICACIÓN

PROVINCIA : GUAYAS
CANTÓN : GUAYASQUE
PARISH : 26-3A
MANZANA : 0043
SOLAR : 022

DATOS DEL PROYECTO:

ÁREA DE TERRENO : 340,59 m²
PLANTA PISO 1 : 164,78 m²
PLANTA PISO 2 : 164,78 m²
PLANTA PISO 3 : 164,78 m²
ÁREA DE CONSTRUCCIÓN : 567,03 m²

COORDENADAS:

LATITUD : 2°1'053,6" S
LONGITUD : 79°54'17,5" O

MATERIALES

ESTRUCTURA :	HORMIGÓN ARMADO
PISO :	PARQUETADO
ACABADO PAREDES :	PARQUETADO
ACABADO PISO :	PARQUETADO
INST. ELECT. :	EMPOTRADA
INST. SANIT. :	EMPOTRADA
TUBERÍA :	GRISOL PLANO
VENTANAS :	ALUMINO Y VIDRIO

CONDOMINIO SZ

GOBIERNO : PLANOS ARQUITECTONICOS
ELEVACION LATERAL DERECHA Y IZQUIERDA

RESPONSABLE TÉCNICO

PROYECTOS	PROYECTOS
DR. ARMANDO SANTANDER Y SRA	DR. ARMANDO SANTANDER Y SRA

FECHA DE EMISIÓN DE LA PLANIFICACIÓN	FECHA DE EMISIÓN DEL PROYECTO
04/01/2022	04/01/2022

PROYECTO	PROYECTO
CONDOMINIO SZ	CONDOMINIO SZ

PROYECTO	PROYECTO
CONDOMINIO SZ	CONDOMINIO SZ

PROYECTO	PROYECTO
CONDOMINIO SZ	CONDOMINIO SZ

PROYECTO	PROYECTO
CONDOMINIO SZ	CONDOMINIO SZ

CRONOGRAMA

Id	Mod. de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Gantt Chart											
						ago	ago	ago	ago	ago	ago	ago	ago	ago	ago	ago	ago
1		Proyecto 1	221 días	lun 19/09/22	mié 26/07/23												
2		Preliminares	2 días	lun 19/09/22	mar 20/09/22												
3		Desmonte y limpieza de terreno	2 días	lun 19/09/22	mar 20/09/22												
4		Cimentacion y muro de contencion	59.5 días	mié 21/09/22	jue 15/12/22												
5		Excavacion y retiro de material	5 días	mié 21/09/22	mar 27/09/22												
6		Plantilla	1 día	mié 28/09/22	mié 28/09/22												
7		Excavacion de cimientos	2 días	jue 29/09/22	vie 30/09/22												
8		Excavacion de muro de contencion	2 días	jue 29/09/22	vie 30/09/22												
9		Relleno en cimentacion 1	2 días	lun 03/10/22	mar 04/10/22												
10		Relleno en muro de contencion	1.5 días	lun 03/10/22	mar 04/10/22												
11		Replantillo de cimentacion	1 día	mié 05/10/22	mié 05/10/22												
12		Replantillo de muro de contencion	1 día	mar 04/10/22	mié 05/10/22												
13		Varillado de zapatas (planta baja)	3 días	jue 06/10/22	lun 10/10/22												
14		Varillados de muro de contencion	7 días	mié 05/10/22	vie 14/10/22												

Proyecto: Proyecto bellavista Fecha: lun 05/09/22	Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
	División		Tarea manual		Hito externo	
	Hito		solo duración		Fecha límite	
	Resumen		Informe de resumen manual		Tareas críticas	
	Resumen del proyecto		Resumen manual		División crítica	
	Tarea inactiva		solo el comienzo		Progreso	
	Hito inactivo		solo fin		Progreso manual	

Id	Mod de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	22 ago sep tri 4, 2022 oct nov dic tri 1, 2023 ene feb mar tri 2, 2023 abr may jun tri 3, 2023 jul ago											
						[Gantt chart area showing task bars and dependencies]											
28		Compactacion de suelo para losa	1 día	mar 15/11/22	mié 16/11/22	[Task bar: blue, start Nov 16, end Nov 16]											
29		Mallado de losa	1 día	mié 16/11/22	jue 17/11/22	[Task bar: blue, start Nov 16, end Nov 17]											
30		Hormigon de losa	7 días	jue 17/11/22	lun 28/11/22	[Task bar: blue, start Nov 17, end Nov 24]											
31		Encofrado de columna (Planta 1)	1 día	lun 28/11/22	mar 29/11/22	[Task bar: blue, start Nov 28, end Nov 29]											
32		Hormigon de columnas y desencofrado	2.5 días	mar 29/11/22	jue 01/12/22	[Task bar: blue, start Nov 29, end Dec 1]											
33		Planta de segundo nivel	32 días	vie 02/12/22	lun 16/01/23	[Summary bar: black, start Dec 2, end Jan 16]											
34		Varillado de viga de riostra	1.5 días	jue 15/12/22	vie 16/12/22	[Task bar: red, start Dec 15, end Dec 16]											
35		Encofrado de viga de riostra y columna sembrada	1 día	vie 23/12/22	vie 23/12/22	[Task bar: red, start Dec 23, end Dec 23]											
36		Hormigon de columna sembrada y riostra	7 días	lun 26/12/22	mar 03/01/23	[Task bar: red, start Dec 26, end Jan 2]											
37		Compactacion de suelo para losa	1 día	mié 04/01/23	mié 04/01/23	[Task bar: red, start Jan 4, end Jan 4]											
38		Mallado de losa	1 día	jue 05/01/23	jue 05/01/23	[Task bar: red, start Jan 5, end Jan 5]											
39		Fundido de losa	7 días	vie 06/01/23	lun 16/01/23	[Task bar: red, start Jan 6, end Jan 13]											
40		Encofrado de losa	0.5 días	vie 02/12/22	vie 02/12/22	[Task bar: blue, start Dec 2, end Dec 2]											
41		Varillado de losa y vigas	1.5 días	vie 02/12/22	lun 05/12/22	[Task bar: blue, start Dec 2, end Dec 5]											

Proyecto: Proyecto bellavista
 Fecha: lun 05/09/22

Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
División		Tarea manual		Hito externo	
Hito		solo duración		Fecha límite	
Resumen		Informe de resumen manual		Tareas críticas	
Resumen del proyecto		Resumen manual		División crítica	
Tarea inactiva		solo el comienzo		Progreso	
Hito inactivo		solo fin		Progreso manual	

Id	Modi de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	22 ago sep tri 4, 2022 oct nov dic tri 1, 2023 ene feb mar tri 2, 2023 abr may jun tri 3, 2023 jul ago											
						Gantt chart area showing task progress and dependencies across months and years.											
42		Encofrado y varillado de escaleras	1 día	mar 06/12/22	mar 06/12/22	[Gantt bar for task 42]											
43		Fundicion de losas, vigas y escaleras	7 días	mié 07/12/22	jue 15/12/22	[Gantt bar for task 43]											
44		Varillado y encofrado de columna P1	3 días	vie 16/12/22	mar 20/12/22	[Gantt bar for task 44]											
45		Hormigon de columnas y desencofrado	7 días	mié 21/12/22	jue 29/12/22	[Gantt bar for task 45]											
46		Segundo muro de contencion	28 días	mar 17/01/23	jue 23/02/23	[Gantt bar for task 46]											
47		Excavacion y desalojo	1.5 días	mar 17/01/23	mié 18/01/23	[Gantt bar for task 47]											
48		Replanteo	0.5 días	mié 18/01/23	mié 18/01/23	[Gantt bar for task 48]											
49		Varillado de muro de contencion	3 días	jue 19/01/23	lun 23/01/23	[Gantt bar for task 49]											
50		Encofrado de muro	1 día	mar 24/01/23	mar 24/01/23	[Gantt bar for task 50]											
51		Hormigon de muro	22 días	mié 25/01/23	jue 23/02/23	[Gantt bar for task 51]											
52		Planta de tercer nivel	26 días	mar 17/01/23	mar 21/02/23	[Gantt bar for task 52]											
53		Encofrado de losa	1 día	mar 17/01/23	mar 17/01/23	[Gantt bar for task 53]											
54		Varillado de losa y vigas	3 días	mié 18/01/23	vie 20/01/23	[Gantt bar for task 54]											
55		Encofrado y varillado de escaleras	1 día	lun 23/01/23	lun 23/01/23	[Gantt bar for task 55]											
56		Hormigon de losas, vigas y escaleras.	7 días	vie 27/01/23	lun 06/02/23	[Gantt bar for task 56]											

Proyecto: Proyecto bellavista Fecha: lun 05/09/22	Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
	División		Tarea manual		Hito externo	
	Hito		solo duración		Fecha límite	
	Resumen		Informe de resumen manual		Tareas críticas	
	Resumen del proyecto		Resumen manual		División crítica	
	Tarea inactiva		solo el comienzo		Progreso	
	Hito inactivo		solo fin		Progreso manual	

Id	Mod. de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	22 ago sep tri 4, 2022 oct nov dic tri 1, 2023 ene feb mar tri 2, 2023 abr may jun tri 3, 2023 jul ago											
						Gantt chart area showing task progress from August 2022 to August 2023.											
57		Varillado y encofrado de columna P1	4 días	mar 07/02/23	vie 10/02/23	[Gantt bar for task 57]											
58		Hormigon de columnas y desencofrado	7 días	lun 13/02/23	mar 21/02/23	[Gantt bar for task 58]											
59		Planta de cuarto nivel	28 días	mié 22/02/23	vie 31/03/23	[Gantt bar for task 59]											
60		Encofrado de losa	1 día	mié 22/02/23	mié 22/02/23	[Gantt bar for task 60]											
61		Varillado de losa y vigas	3 días	jue 23/02/23	lun 27/02/23	[Gantt bar for task 61]											
62		Encofrado y varillado de escaleras	1 día	mar 28/02/23	mar 28/02/23	[Gantt bar for task 62]											
63		Hormigon de losas, vigas y escaleras.	7 días	lun 06/03/23	mar 14/03/23	[Gantt bar for task 63]											
64		Varillado y encofrado de columna P1	4 días	mié 15/03/23	lun 20/03/23	[Gantt bar for task 64]											
65		Fundido de columnas y desencofrado	7 días	mar 21/03/23	mié 29/03/23	[Gantt bar for task 65]											
66		Desencofrado de losa de primer y segundo nivel	2 días	jue 30/03/23	vie 31/03/23	[Gantt bar for task 66]											
67		Planta de quinto nivel	26 días	jue 30/03/23	jue 04/05/23	[Gantt bar for task 67]											
68		Encofrado de losa	1 día	jue 30/03/23	jue 30/03/23	[Gantt bar for task 68]											
69		Varillado de losa y vigas	3 días	vie 31/03/23	mar 04/04/23	[Gantt bar for task 69]											
70		Encofrado y varillado de escaleras	1 día	mié 05/04/23	mié 05/04/23	[Gantt bar for task 70]											

Proyecto: Proyecto bellavista
 Fecha: lun 05/09/22

Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
División		Tarea manual		Hito externo	
Hito		solo duración		Fecha límite	
Resumen		Informe de resumen manual		Tareas críticas	
Resumen del proyecto		Resumen manual		División crítica	
Tarea inactiva		solo el comienzo		Progreso	
Hito inactivo		solo fin		Progreso manual	

ESTUDIOS DE SUELOS

Ing. Vicente De Paúl León Toledo

Garzota II Mz. 135 V. 16. Tel. 2640828 - 098 282897

Guayaquil, 30 de abril del 2005

Ingeniero
Fernando Nuñez L.
Ciudad.


De mis consideraciones.

Habiendo realizado el Estudio de Suelos en el solar # - Manzana # , ubicado en la ciudadela Bellavista, procedo a informar.

El solar está ubicado en la ladera que antecede a la corona, aproximadamente a 25 m.s.n.m. el suelo encontrado es de predominio granular clasifica como GC y SC, volcado - No compactado, el espesor analizado es de 7,0 m. Se observa dos terrazas contiguas, en la parte superior se destaca la presencia de un talud de aproximadamente 60°. En la parte inferior de las terrazas y del lado de la calle se observa un potente afloramiento de rocas laminares - decimétricas, que buzan en sentido contrario al Talud, conformando una cuña que colabora a la estabilidad del sistema.

Se recomienda:

- En las zonas de descarga de la cimentación se deberá excavar hasta la profundidad de 1,80m.
- Rellenar con material del sitio en capas de 0,20 m, hasta la cota de desplante, compactándolo al 98% del Proctor Modificado.
- A objeto de diseñar Cimentación Superficial, la capacidad admisible del sub-suelo, se deberá considerar en el rango máximo de 13,52 Toneladas por metro cuadrado.
- Cimentación tipo Zapata Corrida en un sentido perpendicular al corte de la terraza.
- El nivel de desplante de la Cimentación será a -1,0 m. del nivel del muro.
- Colocar sistema de drenaje en el muro que separa las terrazas así como en el talud.


Ing. Vicente De Paúl León Toledo.
Reg. Prof. 09-1969

ING. VICENTE LEON TOLEDO Direc. Garzota 2da etapa Mz. 135- V.16 Telf. 2640-828 . 098 282897		ESTUDIO DE SUELOS										OBRA: Residencia Teniente Fernando Santander		SONDEO No. 1											
NF: NO.		Relleno: NO.		LOCALIZACION:										HOJA No. 1											
DESCRIPCIÓN VISUAL		Estrat. S.U.C.S		Wn	WL	I.P	% PASA		PESO	Qadm.	TRIAXIAL		N		CONTENIDO DE HUMEDAD										
PROF. m.	INTER PROF			%	%	%	No. 4	No. 200	UNITARIO	Meyerhof	C	Ø	SPT	Wn	WL (0)	WP (+)	5	10	15	20	25	30	35	40	
0.00																									
1.00	0,5-1,0			GC	2	42	18	44	15	1.789	8.8	28	6												
2.00	1,5-2,0			SC	18	37	16	69	25	1.825	4.4	25	3												
3.00	2,5-3,0			SC	18	44	22	59	20	1.885	26.3	33	18												
4.00	3,5-4,0			SC	15	48	25	57	19	1.882	20.5	32	14												
5.00	4,5-5,0			GC	12	48	27	48	16	1.876	14.6	30	10												
6.00	5,5-6,0			GC	8	39	17	30	6	1.870	21.9	32	15												
7.00	6,5-7,0			GC	7	37	16	28	7	1.856	20.5	32	14												

Suelo granular con limos y arcillas - Suelos volcados no compactados - presencia de gravas entre 3'' y 10''.

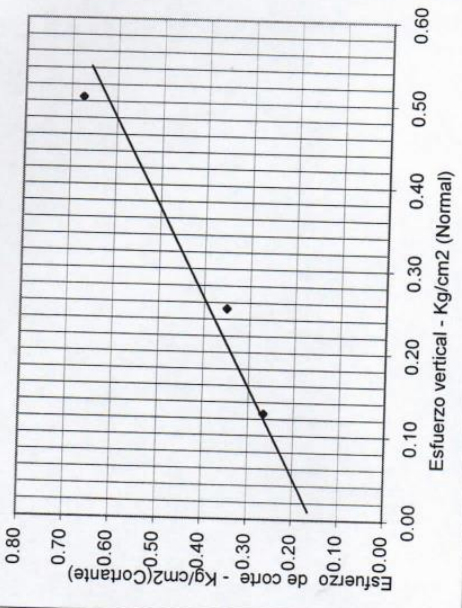


CORTE DIRECTO

ING. VICENTE LEÓN TOLEDO.
 Direc. Garzota 2da Etapa Mz. 135 - V. 16
 Teléf. 2640-828 098- 282897

PROYECTO: Resd. Tnt. Fernando Santander. **FECHA:** marzo de 2005
Toma de muestra: En Talud **MUESTRA:** T - 1 **PROFUNDIDAD:** 0.6-0.8 m.

esplazamiento	CARGA V= 4 Kg		CARGA V= 8 Kg		CARGA V= 16 Kg	
	LC - 2 0.0001"	GT Kg/cm2 31.669	LC - 2 0.0001"	GT Kg/cm2 31.669	LC - 2 0.0001"	GT Kg/cm2 31.669
Horizontal						
LC - 8 0.001"						
0.010	0.0046	0.2038	0.0065	0.2880	0.0070	0.3102
0.020	0.0057	0.2526	0.0076	0.3368	0.0110	0.4874
0.030	0.0060	0.2659	0.0077	0.3412	0.0142	0.6292
0.040	0.0059	0.2614	0.0079	0.3501	0.0151	0.6691
0.050	0.0058	0.2570	0.0074	0.3279	0.0152	0.6735
0.060	0.0055	0.2437	0.0066	0.2924	0.0150	0.6647
0.070					0.0146	0.6469
0.080						
0.090						
0.100						
0.110						
0.120						
0.130						
0.140						
0.150						
0.160						
0.170						
0.180						
0.190						
0.200						
0.210						
0.220						
0.230						



Esfuerzo vertical Kg/cm ²	Esfuerzo de corte Kg/cm ²
0.126	0.266
0.253	0.350
0.505	0.674

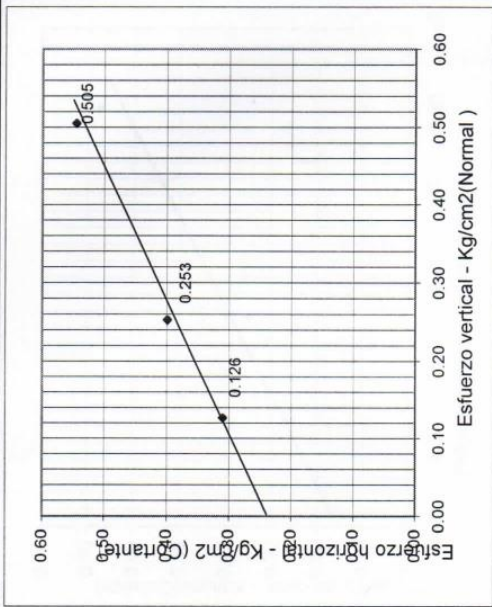
COHESIÓN (C)	0.18	Kg/cm ²
FRICCIÓN (ϕ)	38°	
DESCRIPCIÓN	Gravillas en matriz limo arcillosa.	
Calculado por:	ING. VICENTE LEÓN TOLEDO	
Verificado por:		

CORTE DIRECTO

ING. VICENTE LEÓN TOLEDO.
 Direc. Garzota 2da Etapa Mz. 135-V16
 Teléf. 2640-828 098- 282897

PROYECTO: Resd. Tnt. Fernando Santander. FECHA: marzo de 2005
 PERFORACIÓN: En Talud MUESTRA: T - 2 PROFUNDIDAD: 0.6-0.8

esplazamiento	CARGA V= 4		CARGA V= 8		CARGA V= 16	
	LC - 2 0.0001"	GT Kg/cm2	LC - 2 0.0001"	GT Kg/cm2	LC - 2 0.0001"	GT Kg/cm2
Horizontal						
LC - 8						
0.001"	1403.27	31.669	1403.27	31.669	1403.27	31.669
0.010	2.25	0.0709	4.49	0.1418	10.66	0.3368
0.020	7.86	0.2481	8.84	0.2792	16.14	0.5096
0.030	9.54	0.3013	11.65	0.3678	17.26	0.5450
0.040	9.82	0.3102	12.63	0.3988	15.44	0.4874
0.050	8.84	0.2792	11.79	0.3722	14.73	0.4653
0.060	8.14	0.2570	11.51	0.3633		
0.070						
0.080						
0.090						
0.100						
0.110						
0.120						
0.130						
0.140						
0.150						
0.160						
0.170						
0.180						
0.190						
0.200						
0.210						
0.220						
0.230						



Esfuerzo vertical Kg/cm²	Esfuerzo Tangencial Kg/cm²
0.126	0.310
0.253	0.399
0.505	0.545

COHESIÓN (C) 0.23 Kg/cm²
 FRICCIÓN (ϕ) 40°
 DESCRIPCIÓN Gravillas en matriz limo arcillosa.
 Calculado por: ING. VICENTE LEÓN TOLEDO
 Verificado por:

PLANOS ESTRUCTURALES

Integrantes:
 • Sebastian Astudillo Vásconez
 • Gregori Reyes Sánchez

PROYECTO DE MATERIA INTEGRADORA

Unidad de medida: m (metros)

Nº	Descripción	Fecha

Ciente: Arq. Andres Santander
Proyecto : Diseño estructural de un condominio en Bellavista

Columna y viga Eje 2 Nivel 2

Número de proyecto **#1**

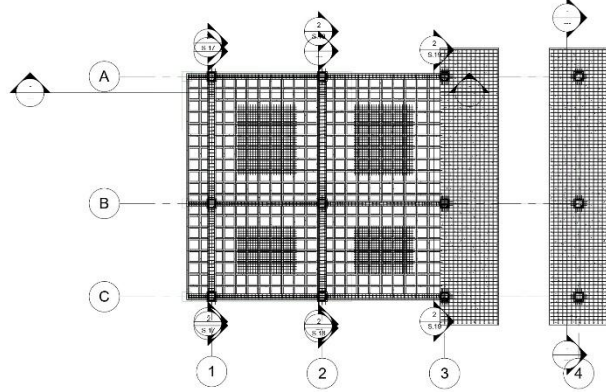
Fecha **07/09/2022**

Dibujado por

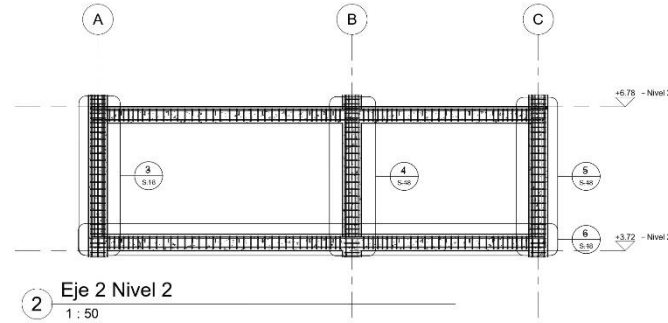
Comprobado por

Escala

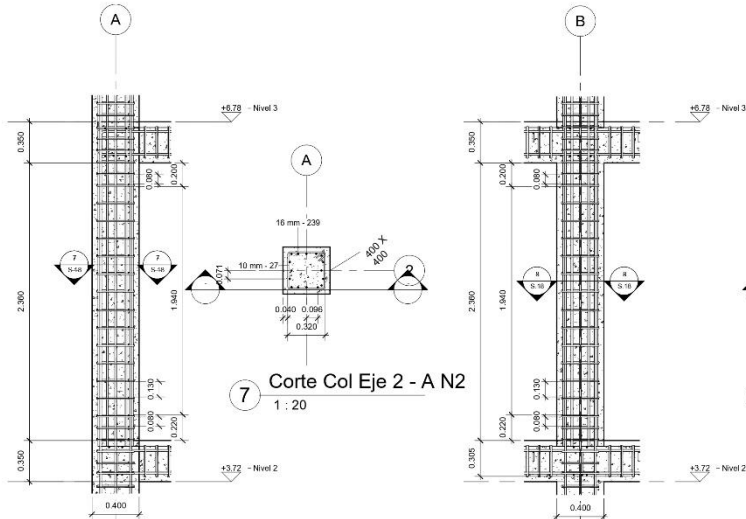
07/09/2022 0:36:05



1 Nivel 2 (Vista) Copia 1
1 : 100

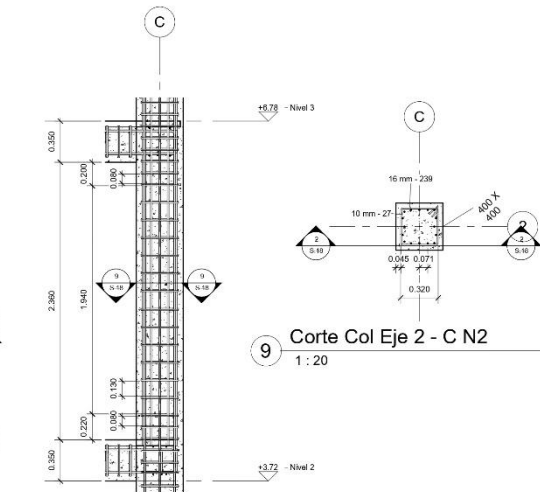


2 Eje 2 Nivel 2
1 : 50



7 Corte Col Eje 2 - A N2
1 : 20

8 Corte Col Eje 2 - B N2
1 : 20



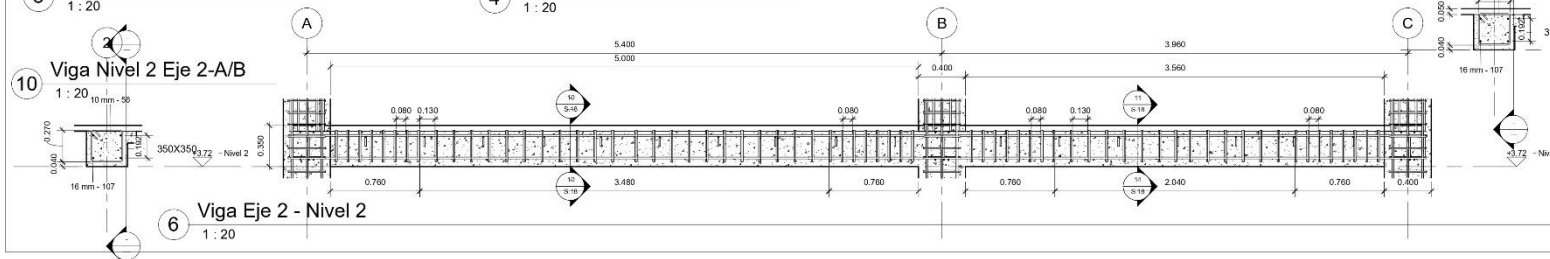
9 Corte Col Eje 2 - C N2
1 : 20

3 Columna Eje 2 - A Nivel 2
1 : 20

4 Columna Eje 2 - B Nivel 2
1 : 20

5 Columna Eje 2 - C Nivel 2
1 : 20

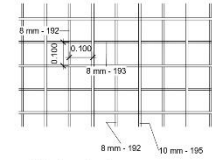
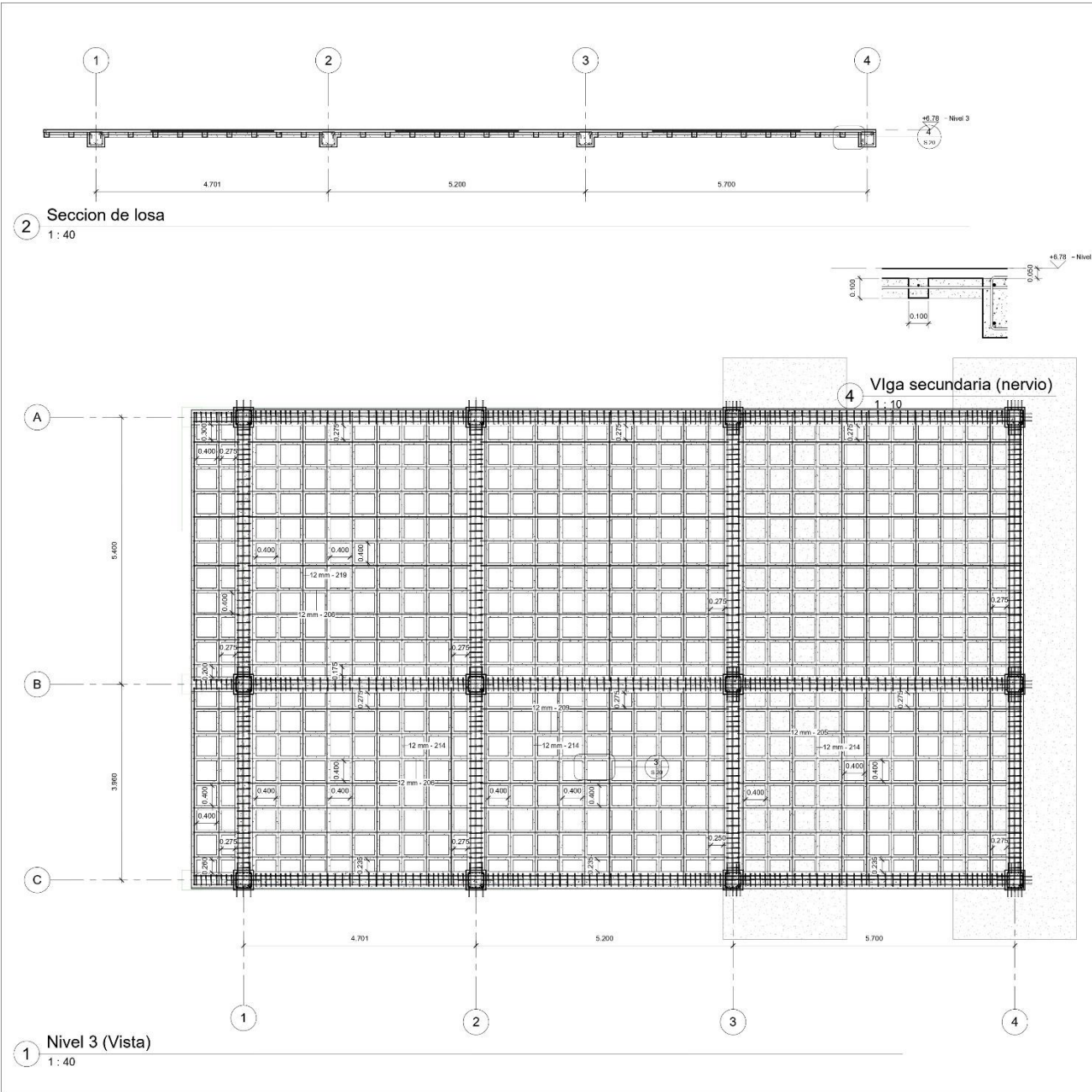
11 Viga Nivel 2 Eje 2 - B/C
1 : 20



10 Viga Nivel 2 Eje 2-A/B
1 : 20

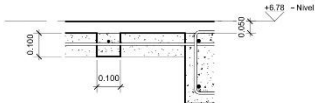
6 Viga Eje 2 - Nivel 2
1 : 20

Plano 6.- Detallamiento de columnas y vigas Nivel 2 Eje 2



2 Sección de losa
1:40

3 Malla de losa
1:10



4 Viga secundaria (nervio)
1:10

1 Nivel 3 (Vista)
1:40

ESPOL

- Integrantes:**
- Sebastian Astudillo Vásconez
 - Gregori Reyes Sánchez

PROYECTO DE MATERIA INTEGRADORA

Unidad de medida: m (metros)

Nº	Descripción	Fecha

Ciente: Arq. Andres Santander
Proyecto : Diseño estructural de un condominio en Bellavista
 Losa Nivel 3, 4 y 5

Número de proyecto	#1
Fecha	07/09/2022
Dibujado por	
Comprobado por	
Escala	

07/09/2022 1:41:36

Plano 9.- Detallamiento Losa Nivel 3, 4 y 5.

