

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Diseño de un edificio multifamiliar de cuatro pisos en la ciudad de Playas

INGE-3043

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Patrick André Eugenio Loor

Juan Pablo Herrera Martínez

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

Dedicatoria

Dedico este logro a todas las personas que fueron parte de este proceso, especialmente a mis padres, quienes con su amor, esfuerzo y sacrificio hicieron posible que llegara hasta aquí.

A quienes me apoyaron en los momentos de cansancio y frustración, gracias por recordarme que los sueños se construyen con constancia.

Este trabajo es el resultado de la fe, la paciencia y la perseverancia.

Juan Pablo Herrera Martínez

Dedicatoria

Dedico este proyecto a Dios por ser mi fuente de fortaleza durante todo este largo camino, por dame la fe y perseverancia necesaria para nunca rendirme.

A mi familia la cual siempre me ha apoyado desde un inicio sin importar las circunstancias, en especial a mis papás y abuelos, que me han enseñado lo que es trabajar por las aspiraciones de uno y han dado lo mejor de ellos para que yo pueda seguir mis sueños.

A mis amigos, sobre todo a Carlos, Steven, Elías, Fernando y Roberto, que me dieron ánimos y mejoraron mi experiencia dentro de la universidad.

Finalmente, a Andrea, mi razón para seguir adelante, que con su cariño, comprensión y apoyo incondicional me ha ayudado a seguir incluso en los peores momentos, por creer en mi incluso cuando yo dudaba.

Patrick André Eugenio Loor

Agradecimientos

Agradecemos a todas las personas que siempre estuvieron ahí para apoyarnos ya sea emocional o académicamente, y nuestro más sincero agradecimiento a los ingenieros David Valverde y Lenin Dender, por habernos brindado sus enseñanzas y por todo el apoyo durante este proyecto. Por haber estado ahí para aclarar todas nuestras dudas con paciencia y amabilidad.

Patrick Eugenio y Juan Herrera

Declaración Expresa

Nosotros Patrick André Eugenio Loor y Juan Pablo Herrera Martínez acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 15 de octubre del 2025.



Patrick André Eugenio

Loor



Juan Pablo Herrera

Martínez

Evaluadores

MSc. Lenin Dender

Profesor de Materia

PhD. David Valverde

Tutor de proyecto

Resumen

El presente trabajo desarrolla el diseño estructural de un edificio de cuatro niveles ubicado en Playas, una zona costera del Ecuador, donde se presentan condiciones ambientales adversas. En este contexto, se propone una edificación que cumpla con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), aplicando criterios de diseño adecuados y el uso de materiales resistentes a la corrosión que permiten aumentar la vida útil y reducir costos de mantenimiento, garantizando su seguridad, durabilidad y rentabilidad a través del tiempo. Incluso, se busca promover prácticas constructivas seguras y duraderas que contribuyan al crecimiento urbano del entorno.

Durante el avance del proyecto, se analizaron las características geotécnicas del terreno, las cargas muertas, vivas y sísmicas, de acuerdo con lo establecido en los reglamentos NEC 2015 y ACI 318. De esta manera, se logró conseguir un modelo de análisis estructural apropiado, validando que cumpla con las respectivas condiciones de seguridad que indica la normativa. Por añadidura, se concluye que el diseño presentado es económicamente viable y reduce significativamente los riesgos de deterioro prematuro.

Palabras clave: diseño estructural, zonas costeras, durabilidad, NEC, edificio de cuatro niveles, Playas Guayas.

Abstract

This study presents the structural design of a four-story building located in Playas; a coastal area of Ecuador characterized by adverse environmental conditions. In this context, the project proposes a structure that complies with the Ecuadorian Construction Standard (NEC), applying appropriate design criteria and using corrosion-resistant materials to increase the building's service life and reduce maintenance costs, while ensuring safety, durability, and cost-effectiveness over time. Furthermore, it seeks to promote safe and long-lasting construction practices that contribute to the sustainable urban growth of the area.

During the project's development, the geotechnical characteristics of the soil, as well as dead, live, and seismic loads, were analyzed in accordance with the NEC 2015 and ACI 318 standards. As a result, an appropriate structural analysis model was developed and validated to ensure compliance with the required safety conditions established by the regulations. Additionally, it is concluded that the proposed design is economically feasible and significantly reduces the risk of premature deterioration.

Keywords: structural design, coastal areas, durability, NEC, four-level building, Guayas Beaches.

Índice general

Resumen	I
<i>Abstract</i>	II
Índice general	III
Abreviaturas	VI
Simbología	VII
Índice de figuras	VIII
Índice de tablas	X
Índice de planos	¡Error! Marcador no definido.
Capítulo 1	1
1.1. Introducción	2
1.2. Antecedentes	2
1.3. Descripción del Problema	3
1.4. Justificación del Problema	4
1.5. Objetivos	4
1.5.1. Objetivo general	4
1.5.2. Objetivos específicos	5
Capítulo 2	6
2. Materiales y métodos	7
2.1. Revisión de literatura	7
2.2. Área de estudio	10
2.3. Trabajo de campo y laboratorio	12
2.3.1. Ensayo de Granulometría	12
2.3.2. Límites de Atterberg	13
2.3.3. Ensayo de Compactación Proctor Estándar	14
2.3.4. Ensayo de corte directo	15

2.4. Análisis de datos.....	15
2.5. Análisis de alternativas.....	18
2.5.1. Alternativa 1: Hormigón Armado	18
2.5.2. Alternativa 2: Acero Estructural	20
Capítulo 3	23
3. Diseños y especificaciones.....	24
3.1. Análisis y estudios preliminares.....	24
3.1.1. Estimación de cargas	24
3.1.1.1. Estimación de carga muerta	24
3.1.1.2. Estimación de carga viva.....	26
3.1.2. Espectro de respuesta elástico e inelástico de diseño.....	27
3.1.3. Determinación del Peso sísmico (W) y distribución vertical de fuerzas sísmicas	35
3.2. Diseño definitivo	38
3.2.1. Pre-Dimensionamiento.....	38
3.2.2. Irregularidades y derivas permisibles.....	42
3.2.3. Corrección y comprobación del cortante basal	47
3.2.4. Diseño de vigas	48
3.2.5. Diseño de columnas	53
3.2.6. Diseño de losa	67
3.2.7. Diseño de cimentación	69
3.2.8. Diseño de escaleras	86
3.2.9. Diseño de perfilera metálica para cubierta.....	93
Capítulo 4	94
4.1. Objetivos	95
4.2. Descripción del Proyecto	95
4.3. Línea Base Ambiental	96

4.3.1.	Medio Físico.....	96
4.3.2.	Medio Biótico.....	96
4.3.3.	Medio Socioeconómico.....	96
4.4.	Actividades del Proyecto.....	96
4.5.	Identificación de Impactos Ambientales	97
4.6.	Valoración de Impactos Ambientales	98
4.7.	Medidas de Prevención y Mitigación.....	98
4.8.	Conclusiones	99
Capítulo 5	101
5.1.	Presupuesto.....	102
5.1.1.	Estructura Desglosada de Trabajo.....	102
5.1.2.	Especificaciones técnicas	103
5.1.3.	Rubros y análisis de precios unitarios	125
5.1.4.	Cantidades de obra	127
5.2.	Costo de proyecto.....	128
5.3.	Cronograma de obra	129
Capítulo 6	131
6.1.	Conclusiones	132
6.2.	Recomendaciones.....	133
Referencias	135

Abreviaturas

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ASTM	American Society for Testing and Materials
NACE	National Association of Corrosion Engineer
SSC	Electrodo de Plata Cloruro de Plata
CSE	Electrodo de Cobre Sulfato de Cobre
HWL	High Water Level
LWL	Low Water Level
CIS	Inspección pasó a paso, medición de potenciales de encendido
MPY	Milésimas de pulgadas por año

Simbología

mil	Milésima de pulgada
mg	Miligramo
pH	Potencial de Hidrógeno
m	Metro
mV	Milivoltio
Cu	Cobre
Ni	Níquel
C	Carbono
Mn	Manganeso
P	Fósforo

Índice de figuras

Figura 1	15
Figura 2	17
Figura 3	17
Figura 4	28
Figura 6	34
Figura 7	37
Figura 9	49
Figura 10	54
Figura 11	54
Figura 12	55
Figura 13	55
Figura 14	57
Figura 16	60
Figura 17	61
Figura 18	62
Figura 19	64
Figura 20	65
Figura 21	70
Figura 22	72
Figura 23	75
Figura 24	77
Figura 25	80
Figura 26	83
Figura 27	85
Figura 28	90

Figura 29	90
Figura 30	102
Figura 31	125
Figura 32	129
Figura 33	130

Índice de tablas

Tabla 1.....	21
Tabla 2.....	25
Tabla 3.....	26
Tabla 4.....	28
Tabla 5.....	29
Tabla 6.....	29
Tabla 7.....	30
Tabla 9.....	33
Tabla 10.....	36
Tabla 11.....	37
Tabla 12.....	38
Tabla 13.....	38
Tabla 14.....	39
Tabla 15.....	39
Tabla 16.....	40
Tabla 17.....	40
Tabla 18.....	41
Tabla 19.....	42
Tabla 20.....	43
Tabla 21.....	43
Tabla 22.....	44
Tabla 23.....	45
Tabla 24.....	45
Tabla 25.....	46
Tabla 26.....	47

Tabla 27.....	58
Tabla 28.....	70
Tabla 29.....	71
Tabla 30.....	73
Tabla 31.....	74
Tabla 32.....	78
Tabla 33.....	79
Tabla 34.....	81
Tabla 35.....	82
Tabla 36.....	97

Capítulo 1

1.1. Introducción

En la actualidad, el crecimiento urbano y turístico de Playas, provincia del Guayas, incentiva la construcción de edificaciones sostenibles y duraderas a lo largo del tiempo. Los desafíos son varios pero los que más destacan son los relacionados al entorno, como los altos niveles de humedad o los vientos fuertes, entre otros. Por lo tanto, se busca proponer opciones estructurales y de materiales que sobrelleven de manera adecuada las condiciones ambientales de las zonas costeras, sin alterar el impacto económico y ambiental.

Este proyecto se centra en usar los criterios técnicos de ingeniería civil y arquitectónicos vigentes del país y la implementación de materiales resistentes a la corrosión, para así proponer una solución segura. Esto surge como una respuesta a la demanda de una alternativa segura de alojamiento, con habitaciones y servicios básicos eficientes y funcionales y, además, servir como motivante para que el resto de las personas que decidan construir lo hagan bajo normativa y no de manera informal.

De la misma manera, el diseño incorpora los criterios sismorresistentes, dado que el proyecto está en el territorio ecuatoriano que se encuentra ubicado en una zona de alta amenaza sísmica. Una vivienda en esta zona requiere que se implemente análisis sísmicos con sus respectivas comparaciones y simulaciones para verificar el planteamiento del diseño.

1.2. Antecedentes

Villamil Playas, se encuentra en un proceso clave de crecimiento tanto poblacional como turístico, fue el primer destino del país en recibir el sello de “Destino Planificado”. Este fue dado por el Ministerio de Turismo del Ecuador, luego de que se lograra implementar la elaboración del “Plan Maestro de Turismo Sostenible 2021 – 2025”. Esto ha generado que se den fuertes inversiones en diversos sectores, siendo el inmobiliario uno de los más destacados.

En los últimos años, la ciudad ha experimentado un notable desarrollo en infraestructura, donde se estima que un 80% de la población se encuentra ubicada en zonas urbanas (Márquez-Sánchez et al., 2022), esto ha sido impulsado por la construcción de complejos habitacionales, urbanizaciones privadas, hoteles, que buscan responder al incremento de visitantes nacionales y extranjeros. Este auge se ha visto reforzado por la mejora de las vías de acceso, la ampliación de los servicios básicos y el aumento de la oferta gastronómica y comercial, consolidando a Playas como un destino con alto potencial de desarrollo económico y social.

No obstante, existen sectores con limitado aprovechamiento urbano y zonas deshabitadas que requieren una planificación integral, lo que evita que se puedan encontrar nuevas oportunidades de crecimiento en otras profesiones que puedan contribuir a un incremento y bienestar socioeconómico que mejore la calidad de vida de los ciudadanos (García-Leonard et al., 2022). Entre las actividades que más destacan en el cantón se hallan: Alojamiento y servicios de comida, actividades profesionales e inmobiliarias, salud y comercio (Vergara-Romero, 2021).

1.3. Descripción del Problema

El cliente ha decidido construir una edificación de cuatro niveles con el objetivo de destinarla al alquiler. Para ello, se requiere de un diseño que sea económicamente viable, sin comprometer la calidad arquitectónica ni estructural. Asimismo, es esencial considerar la facilidad de mantenimiento a lo largo del tiempo, lo cual impactará directamente en la rentabilidad del proyecto.

Al tratarse de una construcción ubicada en una zona costera, es necesario abordar ciertos desafíos técnicos del entorno, como la alta humedad, la salinidad del ambiente y los fuertes vientos. Estos factores representan riesgos potenciales que pueden comprometer la integridad estructural del edificio, generar deterioro prematuro en los materiales y aumentar significativamente los costos de mantenimiento si no se consideran desde la etapa de diseño.

Estos problemas se dan, ante todo, debido a las condiciones climáticas y ambientales propias de la costa, donde la salinidad, la humedad y la exposición continua al viento contribuyen a que las edificaciones se deterioren más rápidamente. También genera un impacto la construcción informal, que se caracteriza por el incumplimiento de las normas y la utilización de materiales que no cumplen con las exigencias del ambiente marino.

1.4. Justificación del Problema

El desarrollo urbano que experimenta Playas ocasiona una serie de desafíos que trascienden la simple construcción de vivienda, como la demanda de edificaciones que estén diseñadas con principios especializados que garanticen la durabilidad y confort ante las circunstancias adversas del clima costero.

La elaboración de un edificio multifamiliar diseñado estratégicamente bajo los criterios de resiliencia costera y normativas sismorresistentes no solo asegura una mejor calidad de vida de los inquilinos, a su vez también mejora las prácticas de construcción y reduce los costos de reparación y daños. Asimismo, se promueve el uso de materiales resistentes a la corrosión y humedad, la aplicación de criterios de construcción convencional, y sistemas de drenaje y ventilación eficiente.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Diseñar un edificio de cuatro pisos de departamentos en un terreno ubicado en la ciudad de Playas, provincia del Guayas, siguiendo los criterios arquitectónicos, estructurales, hidrosanitario, eléctrico y las normas de construcción que correspondan, para la generación de ingresos con arrendamiento de departamentos.

1.5.2. Objetivos específicos

- Realizar el estudio de suelo que determine las condiciones geotécnicas del terreno, mediante ensayos de campo y laboratorio como el Proctor, análisis granulométrico, límites de Atterberg y corte directo, que definan la capacidad portante y el tipo de cimentación adecuada para el edificio.
- Elaborar la propuesta arquitectónica del proyecto de vivienda mediante la creación de planos funcionales que mejoren la distribución de espacios y aporten a tener una ventilación, iluminación natural y orientación apropiada, de modo que asegure el confort de los usuarios y una integración coherente con el entorno urbano.
- Diseñar la estructura resistente del edificio integrando los criterios de las ingenierías civil, arquitectónica y geotécnica, aplicando los parámetros sísmicos y normativas ecuatorianas vigentes, con el fin de que se asegure la estabilidad, seguridad y durabilidad de la construcción.
- Integrar los resultados de los distintos diseños en un proyecto técnico completo que permita su ejecución constructiva, como lo son las instalaciones eléctricas o hidrosanitarias.

Capítulo 2

2. Materiales y métodos

2.1. Revisión de literatura

En las últimas décadas, la forma en que crecen las ciudades ha cambiado mucho. La vivienda multifamiliar, que son esos edificios donde viven muchas familias en distintas unidades, se ha vuelto muy importante para el desarrollo de las zonas urbanas. Esto sucede porque existe una necesidad urgente de aprovechar mejor el espacio, evitar que las ciudades se sigan extendiendo hacia las afueras ocupando terrenos naturales y ofrecer lugares para vivir que estén mejor conectados. Los libros y estudios sobre este tema explican que construir hacia arriba, o densificar, no es solo una cuestión de ahorrar dinero o espacio, sino una estrategia para que la gente viva mejor. Por ejemplo, en el libro *Site Design for Multifamily Housing: Creating Livable, Connected Neighborhoods*, los autores Larco, Kelsey y West señalan claramente que "la vivienda multifamiliar es un componente clave para aumentar la densidad". Según ellos, cuando hay suficiente gente viviendo en una misma zona, es más fácil que funcione bien el transporte público y que aparezcan tiendas y servicios cerca de casa, lo cual mejora la vida diaria de todos.

Esta idea es muy importante para lugares que están creciendo o para ciudades que quieren unir mejor sus barrios, como podría ser el caso de Playas. Los autores explican que los edificios de altura media, como uno de cuatro pisos, ayudan a crear comunidades más activas sin ser tan abrumadores como los grandes rascacielos. Desde este punto de vista general, diseñar un edificio de este tipo requiere pensar en muchas cosas a la vez: no solo en los departamentos por dentro, sino en cómo el edificio se relaciona con lo que lo rodea, cómo cuida el medio ambiente y cómo ayuda a que los vecinos se sientan bien. Larco, Kelsey y West hablan de los "10 elementos clave del diseño de sitio", que son reglas básicas para lograr barrios agradables. Ellos dicen que cosas como dónde se ponen las entradas, cómo se ve el edificio desde la calle y tener espacios abiertos para compartir son fundamentales. En una zona de costa, esto significa que el

diseño debe aprovechar el paisaje y permitir que la gente camine fácil hacia la playa o los parques, haciendo que el edificio sea parte del entorno y no un muro que estorbe.

Cuando se pasa a la parte más técnica de cómo construir y lograr que el edificio funcione bien, el informe del New Buildings Institute (NBI) nos da mucha información valiosa. Este instituto indica que la construcción de viviendas multifamiliares está creciendo rápido, pero que es más complicada que hacer una casa sola o un edificio de oficinas. El NBI explica que estos edificios son especiales porque mezclan cosas: necesitan sistemas potentes como los comerciales, pero deben ser cómodos como un hogar. En su guía llamada "Multifamily Building Guide", presentan una lista de recomendaciones técnicas (13 medidas básicas y otros paquetes extra) para ahorrar energía. Los estudios dicen que, en climas de costa con calor y humedad, seguir estas medidas es vital. No se trata solo de poner aires acondicionados eficientes, sino de diseñar el edificio para que se defienda solo del calor. La literatura técnica menciona que la mejor forma de ahorrar dinero y energía es usar "diseño pasivo", que significa orientar bien el edificio para que no le pegue todo el sol de la tarde y poner ventanas que permitan que el aire cruce de un lado a otro para refrescar, algo muy necesario donde hay brisa marina.

Otro tema que se ha investigado mucho es la forma del edificio y cuánto cuesta hacerlo. El artículo de investigación *Optimizing Multi-Family Building Massing for Affordability and Envelope Performance* analiza justamente esto. "Masificación" se refiere al tamaño, la altura y la forma general del edificio. El estudio dice que, a medida que un edificio se hace más alto o tiene más departamentos, se vuelve más difícil y caro de construir porque necesita estructuras más fuertes. Sin embargo, para un edificio de cuatro pisos, la investigación señala que se encuentra un punto ideal. En esta altura, el edificio es lo suficientemente grande para ser rentable, pero no tan complicado como una torre gigante. Además, la forma del edificio influye en el calor. Los autores explican que un edificio compacto (que no tiene formas muy extrañas o alargadas) tiene

menos paredes expuestas al sol directo, lo que ayuda a mantener la temperatura interior más estable y reduce el gasto en electricidad.

Pero un edificio no es solo ladrillos y eficiencia; lo más importante es la gente que vive ahí. Un estudio muy completo titulado *Multifamily Housing Characteristics and Tenant Satisfaction* (2007) investigó qué hace felices a los inquilinos. Después de analizar más de 7.200 viviendas, descubrieron que la satisfacción de las personas no depende solo del tamaño del departamento, sino de ciertas características físicas. El estudio probó que tener un balcón, una terraza o un espacio al aire libre propio es fundamental para que la gente se sienta a gusto. También encontraron que es muy importante que no se escuchen los ruidos de los vecinos, es decir, tener buena acústica. Para un proyecto en la playa, esto es clave. La literatura sobre cómo nos afecta el ambiente dice que poder salir al balcón, sentir la brisa y ver el paisaje ayuda a la salud mental y hace que la gente valore más su vivienda. Por eso, los expertos recomiendan no ahorrar en estos detalles, ya que son los que realmente definen la calidad de vida.

Además de los balcones privados, las tendencias actuales muestran que la gente busca más cosas en los edificios donde vive. La publicación *Multi-Housing News*, que sigue las novedades del mercado inmobiliario, describe que hoy en día los edificios multifamiliares tratan de incluir "amenidades" o servicios comunes. Antes esto era solo para edificios de lujo, pero ahora es una necesidad general. La gente quiere lugares para trabajar dentro del edificio, pero fuera de su departamento (coworking), gimnasios o zonas para hacer ejercicio y, muy importante, azoteas o terrazas en el techo para reuniones sociales. Aunque el edificio sea pequeño, de unos cuatro pisos, los artículos sugieren que se pueden adaptar estas ideas. Por ejemplo, usar el techo como una terraza compartida es una excelente manera de que todos los vecinos disfruten de la vista al mar y tengan un lugar para relajarse, lo que también ayuda a crear

una sensación de comunidad y vecindad, algo que los autores Larco y Kelsey mencionaban como esencial para un buen barrio.

Para lograr unir todas estas cosas —el diseño urbano, el ahorro de energía, la forma correcta y la felicidad de la gente—, la literatura técnica actual recomienda usar tecnología moderna. Se habla mucho del uso de BIM (Building Information Modeling). Los textos explican que BIM no es solo para hacer planos en 3D, sino una herramienta de gestión completa. Sirve para simular cómo va a funcionar el edificio antes de poner el primer ladrillo. Con esta tecnología, se puede calcular exactamente cuánta luz del sol va a entrar por las ventanas o cómo se va a mover el viento por los pasillos, lo cual es muy útil para aplicar las estrategias de ventilación que recomienda el NBI. También ayuda a ver si las tuberías chocan con las vigas antes de construir, lo que ahorra dinero y evita errores. Así, toda la información que se ha reunido de diferentes estudios se puede aplicar de forma precisa para asegurar que el proyecto final sea económico, cómodo y respetuoso con el medio ambiente.

2.2. Área de estudio

El proyecto del edificio multifamiliar de cuatro pisos se emplaza en la ciudad de General Villamil, conocida popularmente como “Playas”. Esta localidad funciona como la cabecera del cantón del mismo nombre y se sitúa en la provincia del Guayas, dentro de la región Costa de Ecuador. Su ubicación es estratégica dentro del perfil costero, encontrándose frente al Océano Pacífico y sirviendo como uno de los balnearios más cercanos y accesibles desde la ciudad de Guayaquil. El proyecto se localiza en las coordenadas geográficas 2° 38' S 80° 23' O.

Desde el punto de vista físico, el terreno se caracteriza por estar ubicado en una llanura costera plana. La altitud del sitio es baja, rondando apenas los 2 metros sobre el nivel del mar. Esta condición facilita la implantación del edificio y el acceso peatonal y vehicular, ya que no existen pendientes pronunciadas que compliquen la construcción. Sin embargo, el paisaje del

cantón no es completamente llano en sus alrededores; hacia la zona norte se pueden observar elevaciones y cerros de poca altura, como el Cerro Colorado y el Cerro Verde, que rompen la monotonía de la llanura y actúan como un marco geográfico natural para la zona urbana.

El clima es, sin duda, uno de los factores más influyentes para el diseño en esta ubicación. Playas posee condiciones ambientales muy particulares, clasificándose su clima como cálido y seco a semiseco, lo cual lo diferencia de otras zonas costeras más húmedas del país. La temperatura media anual se mantiene alrededor de los 25 °C, ofreciendo un ambiente estable y agradable la mayor parte del año. Al estar situado directamente frente al mar, el terreno recibe la influencia constante de las brisas marinas. Para un edificio de cuatro pisos, esto representa una oportunidad técnica importante, ya que el diseño puede orientarse para capturar estos vientos y ventilar los espacios interiores de forma natural, reduciendo el calor sin gastar tanta energía eléctrica.

No obstante, la cercanía al océano también impone retos que deben ser atendidos. El aire en esta zona tiene una alta carga de salinidad y humedad. Esto significa que los materiales de construcción, especialmente los metales y los acabados de fachada, estarán expuestos a un ambiente corrosivo que puede acelerar su deterioro si no se eligen correctamente. Además, al ser una zona tropical, la radiación del sol es intensa. El proyecto debe considerar cómo protegerse del sol directo para evitar que los departamentos se calienten demasiado.

Las características del suelo y el agua son vitales. Dado que el terreno es muy plano y se encuentra a poca altura sobre el nivel del mar, el sistema de drenaje o evacuación de aguas lluvias debe ser muy eficiente para evitar empozamientos durante la época invernal o cuando sube la marea. El entorno urbano cuenta con infraestructura vial y servicios, en un contexto donde la ciudad ha ido creciendo desde un pueblo de pescadores hacia un centro turístico y

residencial, lo que justifica la construcción de edificaciones verticales que aprovechen mejor el espacio y las vistas al paisaje marino.

2.3. Trabajo de campo y laboratorio

Debido a que el área es costera, es común encontrarse suelos arenosos y limosos con frecuencia con niveles freáticos elevados. Por esta razón, hacer ensayos de suelo es una fase esencial. Estos estudios permiten establecer parámetros confiables para diseñar la cimentación y garantizar la seguridad de la estructura y la durabilidad, cumpliendo las normativas técnicas.

Por esta razón se acudió al lugar donde se encuentra el proyecto para retirar muestras del suelo, donde se realizarán los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, ensayo de compactación Proctor estándar y para finalizar el ensayo de corte directo. Los ensayos fueron realizados por un laboratorio fuera del campus de Espol.

2.3.1. Ensayo de Granulometría

El objetivo de este ensayo es clasificar el suelo en función de la distribución de tamaños de las partículas que lo componen, lo cual es necesario para determinar su clasificación, propiedades mecánicas y geotécnicas. Para realizar este estudio, se debe aplicar el método de tamizado o en algunos casos el uso de la sedimentación para partículas más pequeñas (Barahona et al., 2021). El tamizado se basa en utilizar una serie de tamices con diferentes aberturas, que organizan las partículas del suelo según su tamaño. Este procedimiento es ejecutable para todo tipo de suelo, desde gravas hasta arcillas. El resultado es una curva resultante que nos deja visualizar la distribución y tendencia de las dimensiones de las partículas del ejemplar (Alvarado, 2021).

Es importante seleccionar los instrumentos y equipos adecuados para realizar el ensayo como lo son los tamices, balanzas, recipientes, espátulas, brochas y hornos. Sobre todo, revisar que se cumplan las normas como la AASTHO, con el fin de asegurar la calidad del análisis

(AASHTO, 2021). La práctica debe guiarse con protocolos establecidos, esto requiere una preparación correcta de la muestra, confirmando que no haya materia orgánica ni humedad. Asimismo, la colocación en la columna de los tamices debe ser mayor a menor según el tamaño de abertura. Este procedimiento debe ejecutarse durante el tiempo que sea necesario, para poder otorgar una separación completa de las partículas y evitar la formación de conglomerados u obstrucciones en los tamices. (Barahona et al., 2021).

Con el tamizado terminado, se requiere pesar el material que quedó retenido en cada tamiz, calcular los porcentajes acumulados y construir la curva granulométrica con los datos obtenidos, la cual se usa para analizar homogeneidad o heterogeneidad de la muestra. También se puede calcular mediante análisis los coeficientes de curvatura y uniformidad del suelo que indican la gradación y propiedades geotécnicas del tipo de suelo (Alvarado, 2021).

2.3.2. Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg se refieren a los límites líquido y plástico del suelo. La determinación, categorización y correlación de la resistencia del suelo se hacen a nivel internacional con estos dos límites. Un suelo de grano fino que contenga minerales arcillosos tiene la capacidad de remodelarse sin desmoronarse en presencia de cierta humedad.

Esta cohesión se produce debido al agua absorbida que envuelve las partículas de arcilla. Cuando el contenido de humedad es muy bajo, el suelo se comporta como un sólido, en cambio cuando la humedad sube, el suelo puede fluir como un líquido. Por lo tanto, de manera arbitraria, el comportamiento del suelo se puede clasificar de 4 diferentes maneras: sólido, semisólido, plástico y líquido.

Al pasar por estas cuatro etapas, cada una muestra diferencias notables en términos de fuerza, consistencia y conducta. Los límites de Atterberg determinan con precisión los límites entre estos estados, basándose en el contenido de humedad en los puntos donde se producen los

cambios físicos. Los valores calculan la resistencia al corte, estiman la permeabilidad, pronostican el asentamiento y determinan los suelos que pueden ser expansivos.

Las muestras de suelo para todos los ensayos de límites de Atterberg son compuestas por material que pasa a través del tamiz número 40 y se preparan para cada prueba utilizando los procedimientos húmedos o secos establecidos en las normas. Para adecuar la humedad de las muestras, se agrega agua, se mezcla con una espátula y se deja reposar por al menos 16 horas.

2.3.3. Ensayo de Compactación Proctor Estándar

Este ensayo tiene como propósito obtener la humedad óptima de compactación de un suelo para alcanzar una energía de compactación específica. Se refiere a humedad óptima a la humedad que permite alcanzar la máxima densidad del suelo, es decir, la cantidad de agua que se debe agregar a un suelo para poderlo compactar al máximo con una energía concreta. Esto trae beneficios importantes como la reducción de la compresibilidad o el incremento de la resistencia al corte.

Para desarrollar el ensayo, se emplea un molde cilíndrico de un litro, que se rellena con tres capas de material debidamente compactadas, usando un martillo de 2.5 kilogramos que se deja caer libremente a la altura de 30 centímetros. El material que se ensayará deberá ser secado y luego humedecido con varios niveles de humedad, uno para cada muestra necesaria, para la compactación de cada capa se necesitan 25 golpes del martillo distribuidos homogéneamente sobre la superficie del terreno.

Una vez que el material este compactado se toma una muestra de la zona central, la cual será usada para medir la densidad y la humedad, este proceso se repite entre 4 a 6 veces, obteniendo la densidad para distintos valores de humedad, y que al ser representados en un gráfico se grafica la curva de compactación, con esto ya se define cual es la humedad óptima con la que se alcanza dicha densidad.

2.3.4. Ensayo de corte directo

La evaluación de la resistencia a esfuerzos normales y cortantes del suelo hace posible medir los parámetros necesarios para solucionar problemas relacionados con la resistencia del terreno, esto nos deja abordar cuestiones sobre la estabilidad de suelos, como el análisis de la estabilidad de taludes en carreteras o el cálculo de la capacidad portante de las cimentaciones, esto es relevante para el proyecto.

En el ensayo de corte directo, empleamos un dispositivo que tiene dos marcos: uno fijo y otro móvil, la muestra de suelo va ubicada entre ambos, se ubica también dos piedras porosas, una superior y otra inferior, estas proporcionan el drenaje. Se desea hacer deslizar una porción de suelo respecto a otra a lo largo de un plano de falla previamente establecido usando para ello una fuerza de corte horizontal que va aumentando, mientras se aplica una carga normal al plano del movimiento (UNITEC, 2012).

El procedimiento sirve para determinar la resistencia al corte de una muestra consolidada y drenada. El ensayo posibilita la adquisición de los valores de las variables de cohesión y fricción interna del suelo, estos son útiles para establecer la capacidad de soporte de los suelos o para estudiar la estabilidad de los taludes. Permite entender como un terreno se comporta cuando se aplica una carga tangente y una fuerza lateral que producirá el corte.

2.4. Análisis de datos

Figura 1

Análisis granulométrico

ANALISIS GRANULOMETRICO					
ASTM C-136					
TAMIZ		PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
ASTM	mm.				
4	101.60	0.00	0.00	0.00	100.00
3	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2.5	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1½"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
⅜"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
No. 4	4.75	0.16	0.02	0.02	99.98
No. 10	2.00	1.34	0.14	0.16	99.84
No 40	0.43	23.52	2.52	2.68	97.32
No. 200	0.075	323.50	34.71	37.39	62.61
Fondo		583.54	62.61	100.00	
Total		932.06 gr	100.00		

Nota. Los resultados indican que el suelo sería en su mayoría arcilla.

Al observar las tablas y gráficos realizados a la muestra de la calicata del terreno, se contempla un suelo compuesto con 63% de finos, y un 37% aproximado entre arena media y fina, lo que marca una predominancia de partículas de diámetro menores a 0,075 mm, esto quiere decir que el suelo tiene un comportamiento cohesivo y de baja permeabilidad, con preferencia a retener agua y tener cambios volumétricos. Siguiendo con los resultados, tenemos los valores de los Límites de Atterberg, estos nos permiten clasificar el suelo como CL, que corresponde a una arcilla con baja plasticidad dentro del sistema SUCS, lo cual tiene sentido por la alta cantidad de finos detectada. Sumado a esto, la AASHTO cataloga al material como un suelo A-6, esto también concuerda con los resultados ya que generalmente se le da esta clasificación a suelos arcillosos que son utilizados como material estructural. Esta composición del suelo indica que habrá una alta susceptibilidad de retener agua, sobre todo al ser zona costera, lo que provocará que haya una reactividad moderada ante cambios de humedad y al tener una capacidad limitada de drenaje puede alterar los asentamientos a corto plazo si no se compactan adecuadamente, por lo

que se ordena tener un alto control al momento de compactar. En casos de altas cargas, se deberá considerar usar mejoramiento, en caso de que no se deseen hacer cimentaciones profundas.

Figura 2

Resultados de Proctor

3. Datos para la curva:

Punto No.	1	2	3	4
Peso suelo+molde	11,065	11,240	11,350	11,332
Peso suelo Compactado	4,065	4,240	4,350	4,332
Densidad húmeda (kg/m ³)	1,944	2,028	2,081	2,072

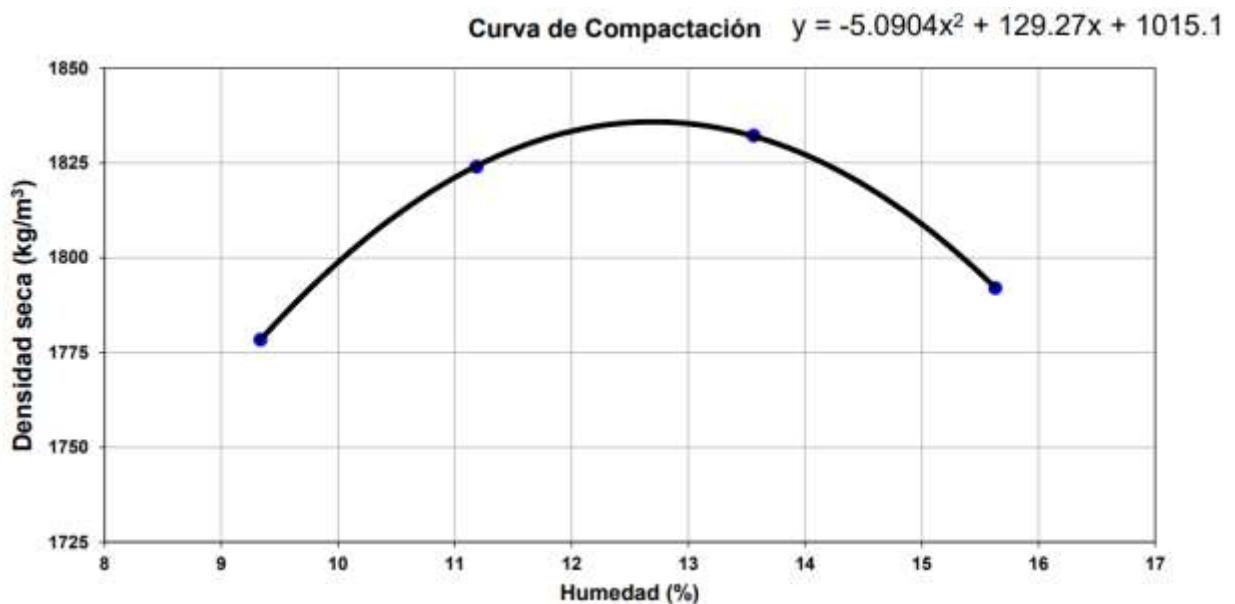
4. Contenidos de Humedad:

P. Suelo hum+cap	107.27	104.55	111.50	111.12	123.31	122.50	121.30	121.90
P. Suelo seco+cap	100.81	98.30	103.29	102.98	112.29	111.50	109.04	109.33
P. Cápsula	31.35	31.60	30.37	29.76	30.67	30.73	30.61	28.89
Peso de agua	6.46	6.25	8.21	8.14	11.02	11.00	12.26	12.57
Peso del Suelo seco	69.46	66.70	72.92	73.22	81.62	80.77	78.43	80.44
Contenido de agua	9.30	9.37	11.26	11.12	13.50	13.62	15.63	15.63
Contenido de agua Prom	9.34		11.19		13.56		15.63	
Peso Unit. Seco	1,778		1,824		1,832		1,792	

Nota. La figura muestra los datos obtenidos en la prueba Proctor

Figura 3

Curva de compactación



Nota. La figura muestra la curva de compactación de la muestra de suelo

Con el ensayo de Proctor Estándar se consiguió un Peso Unitario Seco Máximo de 1,836 kg/m³ y un Contenido de Humedad Óptimo de 12,7%, estos valores suelen darse dentro del rango para suelos arcillosos de baja plasticidad. A partir del 12,7% en adelante, el agua que ingresa solo va a afectar la resistencia interna del terreno y la densidad óptima no se logrará alcanzable.

Adicionalmente, se puede aseverar que el suelo al ser arcilloso va a necesitar niveles moderados de humedad para lograr su estado de compactación más estable, así como lo indica la humedad óptima, debe ser trabajado de manera prudente en obra, ya que si llega a haber una cantidad de agua mayor a esa pueden ocasionar que la compactación no se de manera eficiente, tomando en cuenta la ubicación costera del proyecto donde el nivel freático y la humedad suelen ser elevados.

2.5. Análisis de alternativas

Para este proyecto se han tomado en cuenta dos alternativas estructurales, la primera es una edificación de hormigón armado, mientras que la segunda es una estructura metálica. Cada opción tiene sus ventajas y desventajas, que pueden variar por las condiciones del entorno, por lo tanto, en este apartado se evalúan las dos alternativas y se muestra la más rentable.

2.5.1. Alternativa 1: Hormigón Armado

El hormigón armado, también conocido como concreto reforzado, es un material que está compuesto por cemento, grava, arena y acero de refuerzo. A su vez, es posible agregar diferentes aditivos según los aspectos técnicos que se deban satisfacer. Estos materiales se fusionan para soportar las demandas de compresión y tracción, dado que el hormigón solo tiene la capacidad de resistir los esfuerzos generados por compresión, mas no los de tracción. Por esa razón se incorpora acero, el cual si trabaja bien bajo tracción (McCormac & Brown, 2011).

Es un material confiable ya que presenta seguridad contra incendios, dado que es un material incombustible y no conduce bien el calor, de esta manera asegura al acero con su recubrimiento. Al ser de carácter monolítico, cuando llega el momento de fundir los miembros, estos quedan unidos, por lo que genera una alta estabilidad y rigidez contra sismos. Sirve para hacer estructura de formas varias, lo que satisface la petición arquitectónica, requiere de poco mantenimiento y sobre todo es confiable a la hora de soportar daños ante la presencia de agente corrosivos.

Generalmente para ejecutar una estructura de hormigón armado hay bastante oferta de personal, el cual no necesita estar altamente calificado si no se requiere métodos avanzados de construcción, pero normalmente la mayor parte del personal tiene experiencia o está bajo el mando de alguien con conocimiento.

El hormigón armado consta principalmente de dos materiales que son el concreto y el acero de refuerzo, en nuestro país es bastante sencillo adquirir estos materiales por la gran cantidad de empresas que se dedican a la elaboración de los mismos, además de que las estructuras que predominan en la zona son las de hormigón, por lo tanto, no hay muchas dificultades a la hora de ponerlos en obra.

Para ejecutar una estructura de hormigón se deben seguir varios pasos, primero se debe definir el trazado y corte del acero de refuerzo, que viene ya indicado en los planos. Al mismo tiempo se comienza a armar el encofrado de las secciones, una vez se ubica el acero dentro de su sitio en el encofrado se procede a fundir el hormigón y al curado. Cabe destacar que si el hormigón se hace in situ deberá de haber un control para comprobar la uniformidad del mismo, lo que suele provocar cierta demora.

2.5.2. Alternativa 2: Acero Estructural

Este material está formado principalmente de hierro y pequeñas proporciones de carbono, silicio, magnesio, entre otros. El carbono es el más importante de ellos ya que afecta directamente la dureza y resistencia del acero, al agregar más sube la dureza y resistencia, pero aumenta la fragilidad y la soldabilidad. Al reducir el carbono pasa lo opuesto. Por lo que aseguramos que las propiedades del acero dependen de su composición química especialmente, también influyen otros factores como las aleaciones o los procesos de laminación (McCormac, 2012).

La propiedad que hace al acero fluir plásticamente bajo un esfuerzo y mantener su resistencia es la ductilidad, esto le deja ajustarse a una carga máxima de diseño y tener una resistencia de reserva. Por eso a diferencia del hormigón armado, este no se necesita de otro material para lograr funcionar, sino que ya posee una alta resistencia a compresión como a tracción.

A diferencia del hormigón, conseguir mano de obra calificada para realizar soldadura o anclaje es más complicado, por el hecho deberían contar con certificación internacional para asegurar un trabajo de calidad; lastimosamente en Ecuador ese no es el caso, dado que los trabajadores que cuentan con las certificaciones requeridas suelen demandar un salario bien remunerado, lo que las empresas no suelen asumir el costo y optan por personal con experiencia, pero sin la certificación exigida.

En nuestro medio si se puede conseguir acero desde un inicio, lo que deben considerar para hacerlo es tener los recursos económicos necesarios y tener un cronograma bien coordinado, dado que generalmente se suele trabajar con secciones I, IPE, etc.; pero en algunos casos se requerirá perfiles no comerciales o que no se encuentren las fábricas, por lo que se debe considerar el tiempo de fabricación de los perfiles.

El proceso de montaje del acero estructural esta industrializado en su mayoría, por lo que las actividades a realizar se hacen de manera más rápida, desde la prefabricación de los miembros en los talleres, hasta el armado y soldadura de los perfiles, o en algunos casos empernado. Algo a tomar en cuenta es la seguridad de los trabajadores ya que el proceso de montaje suele ser de alto riesgo.

En el caso de impacto ambiental el acero suele tener cierta ventaja sobre el hormigón por el hecho de que puede ser vendido y reutilizado después de uso, a pesar de que al momento de su instalación suele gastar mucha energía y emisiones, igualmente el concreto también genera contaminación al fabricarse, pero dado que el acero puede ser reutilizado genera menos impacto ambiental.

El hormigón suele tener mayor ventaja en el tema de los costos, especialmente al momento de la construcción, ya que los materiales suelen ser más baratos y fáciles de conseguir por lo que en teoría no habría mucho gasto en transporte, de igual manera, el personal al no tener que necesitar certificados o alta experiencia, suele ser más económico. Incluso en el entorno costero que se encuentra el proyecto el acero será más susceptible a la corrosión, por lo que requerirá mayor control e inspección.

Tabla 1

Comparación entre Alternativa 1 y 2

Criterio	F.I.	A1	A1*F.I.	A2	A2*F.I.
Costo	1	4	4	2	2
Velocidad de construcción	0.5	2	1	4	2
Disponibilidad de material	0.8	4	3.2	2	1.6

Personal calificado	0.7	4	2.8	1	0.7
Frecuencia de mantenimiento	0.8	3	2.4	2	1.6
Impacto ambiental	0.3	2	0.6	4	1.2
		TOTAL A1	14	TOTAL A2	9.1

Como el resultado de la tabla 3 muestra, se optará por la alternativa 1, estructura de hormigón

Capítulo 3

3. Diseños y especificaciones

3.1. Análisis y estudios preliminares

3.1.1. Estimación de cargas

3.1.1.1. Estimación de carga muerta

Se considera una pared hecha de ladrillos 12X8X26, pesando cada ladrillo 3.5 kg, se obtiene que en un 1 m² de pared habrá 32 ladrillos. Y considerando que por 1 m² de losa existe 1.7 m² de pared, se puede determinar que:

$$W_{pared} = 32 * 1.7 * 3.5 = 190.4 \frac{kgf}{m^2} = 0.19 \frac{tonnef}{m^2} \quad (3.1)$$

Para el enlucido normalmente se coloca por ambos lados con un espesor de 1.5 cm. Si se toma la densidad del mortero del enlucido como 2100 kg/m³:

$$W_{enlucidopared} = 2 * 1.5 \text{ cm} * \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} * 2100 \frac{kg}{m^3} * 1.7 = 0.107 \frac{tonnef}{m^2} \quad (3.2)$$

$$W_{enlucidotecho} = 1.5 \text{ cm} * 2100 \frac{kg}{m^3} = 0.032 \frac{tonnef}{m^2}$$

Para el piso se usará cerámica de 50x50 con un peso por pieza de 7.5 kg y en 1 metro cuadrado hay 4 piezas, por lo tanto:

$$W_{piso} = 7.5 \text{ kg} * \frac{1 \text{ m}^2}{0.5 \text{ m} * 0.5 \text{ m}} * \frac{1}{1 \text{ m}^2} = 0.03 \frac{tonnef}{m^2}$$

Para las instalaciones se usa un peso común de 15 kg/m².

$$W_{instalaciones} = 15 \frac{kgf}{m^2} = 0.015 \frac{tonnef}{m^2}$$

Dado que las luces en los dos sentidos tienen longitudes similares se optará por usar una losa nervada en dos direcciones, donde calcularemos la altura de las viguetas en función de la longitud de las luces:

$$h_{vigüeta} = \frac{l}{28} = \frac{4 m}{28} = 14.286 cm$$

Por lo que optaremos por elegir una losa nervada con altura de 20 cm lo que nos da el siguiente peso por metro cuadrado:

$$W_{losa2D20cm} = (0.05 m * 1 m + 0.15 m * 0.10 m * 4 - 0.014) * \frac{2400kg}{m^3} = 0.250 \frac{tonnef}{m^2}$$

También se debe considerar el peso de los bloques aligerados, por metro cuadrado de losa suelen haber 8 bloques alivianados y con cada bloque pesando 10 kg:

$$W_{bloqueliv} = 10 kg * 8 = 0.08 \frac{tonnef}{m^2}$$

Con todo esto calculado nos queda sumar todos los parámetros para conseguir la carga muerta final, cabe recalcar que esta puede variar depende del tipo de material que se use.

Tabla 2

Valores de carga muerta

Carga Muerta		
Paredes	0.190	Tonf/m ²
Enlucidos	0.107	Tonf/m ²
Pisos	0.030	Tonf/m ²
Enlucido de tumbado	0.032	Tonf/m ²
Instalaciones	0.015	Tonf/m ²

Bloques alivianados	0.080	Tonf/m ²
Peso Losa	0.250	Tonf/m ²
TOTAL	0.704	Tonf/m ²

Tenemos como resultado 0.704 tonf/m² de carga muerta, este valor será usado para todos los pisos excluyendo la cubierta para ese caso se usará el valor del 25% de la carga muerta de los pisos inferiores:

$$W_{cubierta} = 0.704 * 25\% = 0.176 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \quad (3.3)$$

Cabe destacar que en la cubierta se usará una losa metálica ligera, a excepción de algunos paños de losa, por lo cual se procederá a usar perfiles metálicos de apoyo. Estos serán definidos más adelante al obtener los valores de carga viva.

3.1.1.2. Estimación de carga viva

Para la carga viva se hará uso de NEC de cargas (no sísmicas), en la tabla 9: sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas, nos indica lo siguiente para residencias de viviendas unifamiliares y bifamiliares:

Tabla 3

Valores de carga viva

Carga viva para viviendas		
Piso común	0.20	Tonf/m ²
Cubierta	0.07	Tonf/m ²

Nota. Valores obtenidos de la NEC

En este caso la NEC indica que se use el valor de 0.07 tonf/m² para cubiertas que no sean accesibles, pero en este caso se ubicará sobre un paño de losa los condensadores de los aires

acondicionados y los tanques elevados que tendrán agua para el edificio, por lo cual no es lo correcto usar el valor de carga viva de la NEC.

Así que se deberá calcular la carga viva sobre ese paño de losa tomando en cuenta que se usarán 8 condensadores de aire de 24000 BTU y el peso promedio de uno de ellos suele ser de 40 kg, también se colocarán 2 tanques de capacidad de 2000 litros de agua que en total serían 4000 kilogramos, se usará un factor de seguridad de 1.2, por lo que:

$$M_{cubesp} = (40 * 8 + 4000) * 1.2 = 5184 \text{ kg} \quad (3.4)$$

Y si dividimos eso para el área del paño en el que será ubicada esa masa nos queda:

$$WL_{cubesp} = \frac{5184 \text{ kg}}{4 \text{ m} * 4 \text{ m}} = 0.324 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \quad (3.5)$$

Con estos dos valores definidos ya se puede dar paso al predimensionamiento de las secciones de los elementos. Pero antes se determinará el espectro de respuesta elástico de diseño.

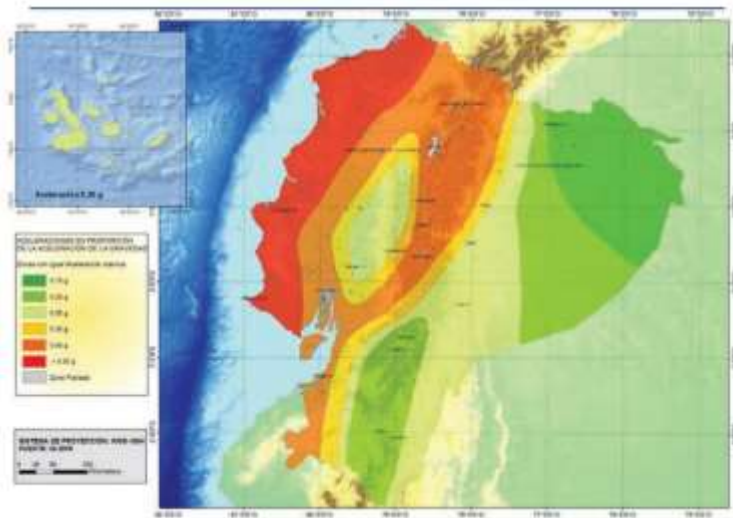
3.1.2. Espectro de respuesta elástico e inelástico de diseño

En esta sección se presentarán los criterios para el diseño y la construcción de edificios sismo resistentes de acuerdo con la norma vigente: NEC-2015

Comenzamos determinando el factor Z, para generar el espectro de Respuesta elástico primero se debe determinar el factor de zona sísmica Z (en roca). Pág. 27, el proyecto se encuentra ubicado en Playas, por lo que se usará un valor Z de 0.4.

Figura 4

Mapa de factor de carga sísmica del Ecuador



Nota. Figura obtenida de la NEC

Tabla 4

Valores de factor Z en base a zona sísmica

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

Nota. Datos obtenidos de la NEC

Determinar clase y coeficientes de sitio F_a , F_d y F_s , para determinar los coeficientes se debe determinar primero la clase de suelo en el que será construido el proyecto, esto se definen con los estudios de suelo antes ya indicados. Los parámetros utilizados en la clasificación son los correspondientes a los 30 m superiores del perfil para los perfiles tipo A, B, C, D y E. Dicho esto el suelo en el que se construirá será tipo D. Entonces:

Tabla 5*Valores para coeficiente Fa*

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

Nota. Datos obtenidos de la NEC**Tabla 6***Valores para coeficiente Fd*

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

Nota. Datos obtenidos de la NEC

Tabla 7

Valores para coeficiente F_s

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z para coeficiente F_s					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	>0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.10
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2

Nota. Datos obtenidos de la NEC

Determinar la relación de amplificación espectral, se definen los valores de la relación de amplificación especial, este varía dependiendo de la región en Ecuador. Como estamos en la costa se usa el valor de 1.80

$$\eta = 1.80; \text{Provincias de la costa (excepto Esmeraldas)}$$

$$\eta = 2.48; \text{Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos}$$

$$\eta = 2.60; \text{Provincias del Oriente}$$

Determinar T_0 y T_e , el T_0 es el período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño. Y el T_e es el período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.

$$T_0 = 0.10F_s * \frac{F_d}{F_a} = 0.10 * 1.28 * \frac{1.19}{1.28} = 0.1269 \quad (3.6)$$

$$T_e = 0.55F_s * \frac{F_d}{F_a} = 0.55 * 1.28 * \frac{1.19}{1.28} = 0.6981 \quad (3.7)$$

El espectro de respuesta elástico de aceleraciones S_a , expresado como fracción de la aceleración de la gravedad, para el nivel del sismo de diseño consiste en el factor de zona sísmica Z , el tipo de suelo del sitio de emplazamiento de la estructura y de la consideración de los valores de los coeficientes de amplificación del suelo F_a , F_d , F_s , donde además se debe considerar dos condiciones:

$$S_a = \eta Z F_a; \text{ para } 0 \leq T \leq T_c \quad (3.8)$$

$$S_a = \eta Z F_a \left(\frac{T_c}{T} \right)^r; \text{ para } T > T_c \quad (3.9)$$

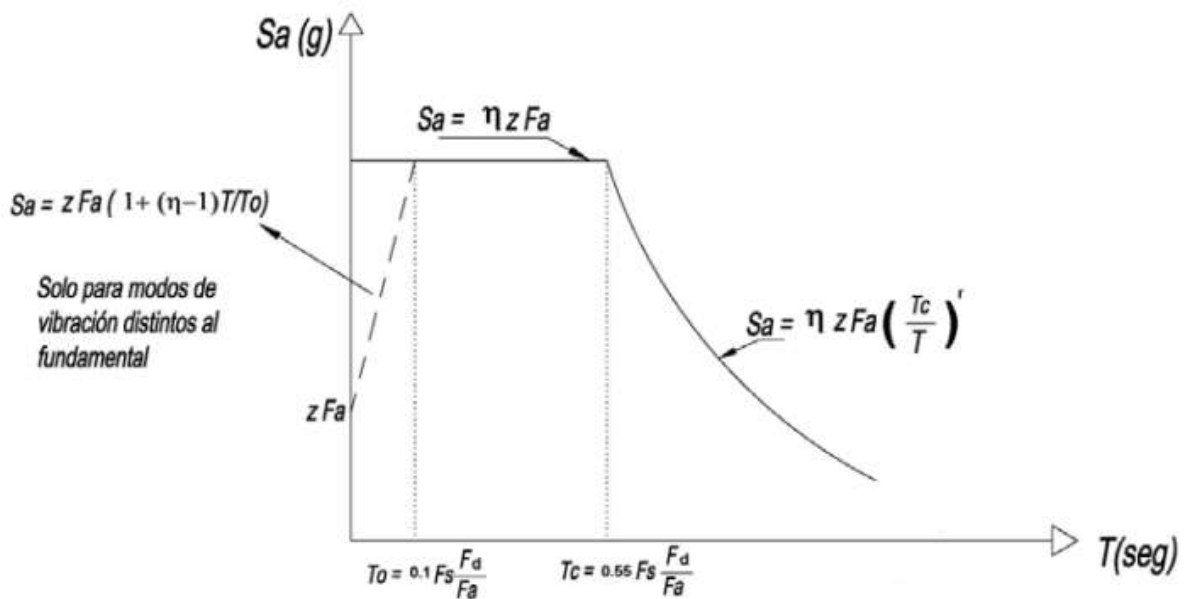
Donde:

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

$r = 1.5$ para suelo tipo E

Figura 5

Gráfico de espectro elástico



Ahora se determina el espectro inelástico de diseño, para construirlo se deben considerar además el factor de importancia de la edificación, los factores de irregularidad en planta y elevación y el factor modificador de respuesta. Para edificios convencionales (oficinas, departamentos) $I=1.0$. Independientemente del código (NEC 2015).

$$C_s(T) = \frac{S_a * I}{R * \phi_p * \phi_e}(T) \quad (3.10)$$

Al diseñar edificaciones convencionales se usa el espectro inelástico, por lo que se debe tomar en cuenta lo siguiente: se propone una estructura económica y la estructura debe poseer una ductilidad adecuada a fin de compensar que la estructura tiene una capacidad muy por debajo de la elástica.

Para determinar dichos factores se deben considerar las siguientes tablas:

Tabla 8

Coefficiente I y R

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

Sistemas Estructurales Dúctiles		R
Sistemas Duales		
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas y con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras (sistemas duales).		8
Pórticos especiales sismo resistentes de acero laminado en caliente, sea con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas) o con muros estructurales de hormigón armado.		8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas).		8

Como nuestra estructura entra en el rango de otras estructuras el coeficiente I será 1, y es un pórtico resistente a momento el coeficiente R es 8 y al ser una estructura regular los valores de ϕ_p y ϕ_e son 1. Por lo que se debe calcular el período de vibración del edificio para poder determinar el coeficiente inelástico.

$$T = C_t * h_n^\alpha \quad (3.11)$$

Donde:

C_t = Coeficiente que depende del tipo de edificio

h_n = Altura máxima de la edificación de n pisos

T = Período de vibración

Los valores de C_t y α dependen de la siguiente tabla:

Tabla 9

Valores de C_t y α

Tipo de estructura	C_t	α
Estructuras de acero		
Sin arrastramientos	0.072	0.8
Con arriostamientos	0.073	0.75

Pórticos especiales de hormigón armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadores	0.055	0.9
Con muros estructurales rigidizadores	0.055	0.75

Nota. Datos obtenidos de la NEC

La altura total del edificio es de 12 metros y es un pórtico especial de hormigón armado que no lleva muros estructurales ni diagonales rigidizadores, por lo tanto, la fórmula quedaría de la siguiente forma:

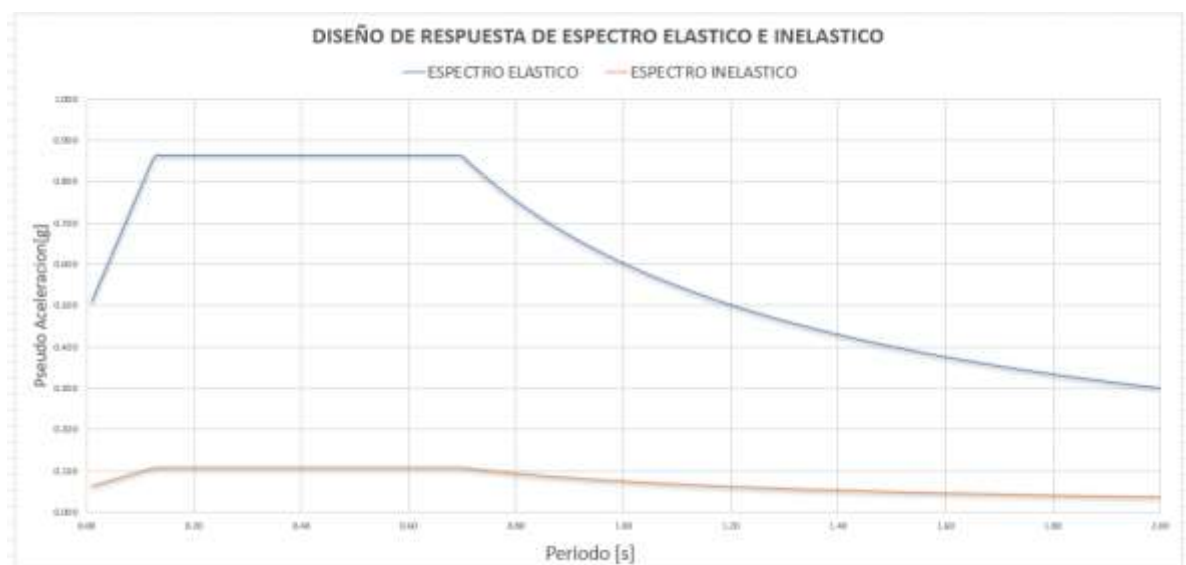
$$T = 0.055 * 12^{0.9} = 0.515 \text{ s}$$

$$C_s(T) = \frac{0.864 * 1}{8 * 1 * 1} = 0.108 \text{ s}$$

Y el gráfico del espectro completo nos quedaría de la siguiente manera:

Figura 6

Espectro Elástico e inelástico



3.1.3. Determinación del Peso sísmico (W) y distribución vertical de fuerzas sísmicas

Para obtener el peso sísmico se deben considerar las cargas de los pisos y la cubierta, como aún no se han diseñado los elementos se asume el peso propio de las vigas y de las columnas. Se usa la siguiente expresión para calcular el peso.

$$W = \sum_{i=1}^N A_i * (W_D + W_{pp} + 0.25 * W_L + W_{EP} + W_p) \quad (3.12)$$

Donde:

$$A_i = \text{Área de piso } i$$

$$N = \text{Número de pisos}$$

Al reemplazar los valores obtenemos un peso de:

$$W = 570.94 \text{ Ton}$$

Con el valor del peso sísmico podemos seguir con la fuerza sísmica, para obtenerla se hará uso de la NEC.

$$F_i = C_{vx} * V_x \quad (3.13)$$

$$C_{vx} = \frac{W_i * h_i^k}{\sum_{i=1}^N W_i * h_i} \quad (3.14)$$

Donde:

$$F_x = \text{Fuerza sísmica lateral en el nivel } i$$

$$C_{vX} = \text{Factor de distribución vertical}$$

$$W_i = \text{Peso del piso } i$$

$$k = \text{Exponente relacionado al período de la estructura}$$

El valor del factor k depende del período fundamental de la estructura, el cual se determinará mediante la siguiente tabla.

Tabla 10

Valores T y factor K

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

Nota. Datos obtenidos de la NEC

Como el período está dentro del rango de 0.5 y 2.5, se usa la expresión:

$$k = 0.75 + 0.5(0.515) \quad (3.15)$$

$$k = 1.008$$

Con el coeficiente de respuesta sísmica ya antes obtenido para el espectro elástico, podemos definir el cortante basal con la siguiente fórmula.

$$V = C_s * W_{total} \quad (3.16)$$

$$V = 0.108 * 570.94 = 61.66 \text{ Ton} = V_x = V_y$$

Finalmente, ahora se calculará la fuerza sísmica y el cortante basal para cada piso, tanto para el eje x, así como al eje y.

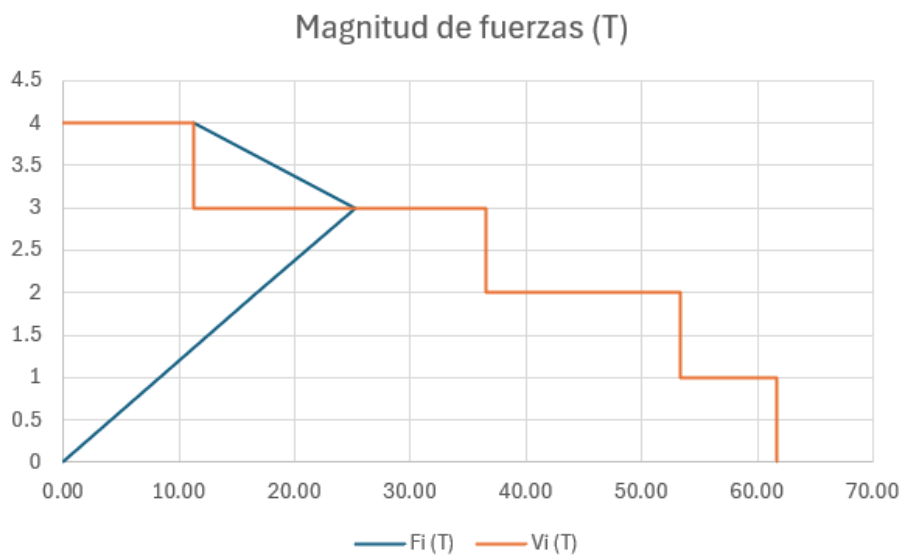
Tabla 11

Datos para cálculo de fuerza sísmica y cortante basal

Piso	Altura	Peso	$h_i^k \times w_i$	C_{vx}	C_{vy}	F_x	F_y	V_x	V_y
	de piso	del piso							
	(m)	(T)				(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)
4	12	57.09	698.88	0.18	0.18	11.26	11.26	11.26	11.26
3	9	171.28	1568.87	0.41	0.41	25.27	25.27	36.52	36.52
2	6	171.28	1042.53	0.27	0.27	16.79	16.79	53.31	53.31
1	3	171.28	518.38	0.14	0.14	8.35	8.35	61.66	61.66
Total			3828.67	1					

Figura 7

Grafico de F_i y V_i



3.2. Diseño definitivo

3.2.1. Pre-Dimensionamiento

Para definir las secciones de vigas y columnas se hizo uso del método del portal, en este caso comenzaremos por las vigas donde se les hizo el análisis para ambos ejes. Para el eje x tenemos 6 pórticos mientras que para el eje y solo hay 2.

Tabla 12

Método del portal eje X

Piso	Altura (m)	F_x (t)	F_x/6	F_x Acum.	V_c
4	12	11.26	1.88	1.88	0.47
3	9	25.27	4.21	6.09	1.52
2	6	16.79	2.80	8.89	2.22
1	3	8.35	1.39	10.28	2.57

Tabla 13

Método del portal eje Y

Piso	Altura (m)	F_y (t)	F_y/3	F_y Acum.	V_c
4	12	11.26	3.75	3.75	0.38
3	9	25.27	8.42	12.17	1.22
2	6	16.79	5.60	17.77	1.78
1	3	8.35	2.78	20.55	2.06

Con los valores de las fuerzas cortantes de cada piso podemos realizar las combinaciones de carga para obtener las demandas y así definir el peralte de las vigas.

Tabla 14*Combinaciones de carga*

Piso	MD	ML	MS	1.2MD+1.6ML	1.2MD+ML+MS	Mu Max (ton*m)
4	4.50	1.28	0.70	7.45	7.38	7.45
3	4.50	1.28	2.32	7.45	9.00	9.00
2	4.50	1.28	4.10	7.45	10.78	10.78
1	4.50	1.28	6.26	7.45	12.94	12.94

Tabla 15*Combinaciones de carga*

Piso	MD	ML	MS	1.2MD+1.6ML	1.2MD+ML+MS	Mu Max (ton*m)
4	4.50	1.28	0.56	7.45	7.24	7.45
3	4.50	1.28	1.85	7.45	8.53	8.53
2	4.50	1.28	3.28	7.45	9.96	9.96
1	4.50	1.28	4.99	7.45	11.67	11.67

Seleccionamos el momento máximo entre las dos combinaciones y con esto ya se puede calcular la altura que la viga demanda.

Tabla 16*Altura real de viga*

Piso	Mu (ton*m)	Peralte (cm)	Altura (cm)	Altura real (cm)
4	7.45	24.73	32.73	35
3	9.00	27.18	35.18	40
2	10.78	29.75	37.75	40
1	12.94	32.59	40.59	40

Tabla 17*Altura real de viga*

Piso	Mu (ton*m)	Peralte (cm)	Altura (cm)	Altura real (cm)
4	7.45	24.73	32.73	35
3	8.53	26.46	34.46	40
2	9.96	28.60	36.60	40
1	11.67	30.95	38.95	40

Ahora para las columnas, se escogió la columna con la carga más crítica la cual sería la que tenga la mayor área de influencia, es decir una columna que se encuentre en el interior. Además de definir el área de influencia también debemos determinar el factor K_{LL} con la siguiente tabla extraída de la ASCE 7.16.

Tabla 18*Factor K_{LL}*

Factor K_{LL}	
Elemento	K_{LL}
Columna interior	4
Columna Exterior sin losa voladizo	4
Columna de borde sin losa de voladizo	3
Columna esquinera con losa de voladizo	2

Conocido este valor podemos revisar si la carga viva se puede reducir.

$$K_{LL} * A > 37.16 \text{ m}^2$$

$$4 * 16 = 64 \text{ m}^2 > 37.16 \text{ m}^2$$

Se puede reducir por lo tanto la nueva carga será.

$$CV_r = CV * \left(0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{K_{LL} * A}} \right) \quad (3.17)$$

$$CV_r = 0.20 * \left(0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{4 * 16}} \right) = 0.16 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

Ahora con el valor de la carga muerta y la carga viva reducida se determina la carga axial para esa columna, se usa la siguiente fórmula de la NEC.

$$P_i = A_i * (CM + CV_r + C_{pp}) * N_p \quad (3.18)$$

$$P_i = 16 * (0.704 + 0.16 + 0.4) * 4 = 80.90 \text{ Ton}$$

Ahora para determinar el área transversal de la columna usaremos la siguiente expresión:

$$A_c = \frac{P_i}{\alpha * f'_c} \quad (3.19)$$

$$\alpha = 0.17 \text{ (Columnas esquineras)}$$

$$\alpha = 0.20 \text{ (Columnas exteriores)}$$

$$\alpha = 0.25 \text{ (Columnas interiores)}$$

$$A_c = \frac{80.90}{0.21 * 280} = 1375.78 \text{ cm}^2$$

Realizamos el mismo proceso para todos los pisos, cabe destacar que por el hecho de que el largo de la estructura es mayor que el ancho, se optó por usar columnas rectangulares para ayudar a soportar las cargas sísmicas laterales, dejando el eje fuerte de la columna perpendicular al lado largo de la edificación.

Tabla 19

Secciones finales de columna

Piso	Sección (cm)
4	45x35
3	45x35
2	45x35
1	45x35

3.2.2. Irregularidades y derivas permisibles

Una vez ya tengamos modelado nuestra edificación en el programa estructural, debemos comprobar si se cumple con los criterios de irregularidades en elevación y planta, con el fin de determinar los coeficientes de regularidad ya antes escogidos, se usan las tablas de tipos de irregularidad de la NEC, primero tenemos la irregularidad en planta.

Tabla 20

Tipo de irregularidades

<p>Tipo 1 - Irregularidad torsional $\phi_t = 0.9$ $\lambda > 1.2 \frac{(\Delta 1 + \Delta 2)}{2}$</p> <p>Existe irregularidad por torsión, cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es mayor que 1.2 veces la deriva promedio de los extremos de la estructura con respecto al mismo eje de referencia. La torsión accidental se define en el numeral 6.4.2 del presente código.</p>	
<p>Tipo 2 - Retrocesos excesivos en las esquinas $\phi_t = 0.9$ $A > 0.15B$ y $C > 0.15D$</p> <p>La configuración de una estructura se considera irregular cuando presenta entrantes excesivos en sus esquinas. Un entrante en una esquina se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados del entrante, son mayores que el 15% de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección del entrante.</p>	
<p>Tipo 3 - Discontinuidades en el sistema de piso $\phi_t = 0.8$ a) $CeD > 0.5AaB$ b) $[CeD + CeE] > 0.5AaB$</p> <p>La configuración de la estructura se considera irregular cuando el sistema de piso tiene discontinuidades apreciables o variaciones significativas en su rigidez, incluyendo las causadas por aberturas, entrantes o huecos, con áreas mayores al 50% del área total del piso o con cambios en la rigidez en el plano del sistema de piso de más del 50% entre niveles consecutivos.</p>	
<p>Tipo 4 - Ejes estructurales no paralelos $\phi_t = 0.8$</p> <p>La estructura se considera irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura.</p>	
<p><i>Nota:</i> La descripción de estas irregularidades no faculta al calculista o diseñador a considerarla como normales, por lo tanto la presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.</p>	

Tabla 21

Derivas de la edificación

IRREGULARIDADES EN PLANTA				
Piso	Dirección	Deriva Máxima	Deriva Promedio	D_{max}/D_{prom}
4	X	0.001928	0.001806	1.068
3	X	0.00356	0.003402	1.046
2	X	0.004848	0.004582	1.058
1	X	0.003433	0.0032	1.073
4	Y	0.001782	0.001691	1.054
3	Y	0.003792	0.003768	1.006
2	Y	0.005364	0.005346	1.003
1	Y	0.004193	0.004185	1.002

Con estos valores podemos confirmar que la estructura no es irregular según el primer tipo de planta. Los otros tipos son más detectables a simple vista, entonces nos quedaría de la siguiente manera.

Tabla 22

Tipo de irregularidades

IRREGULARIDADES				φp
TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4	
REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	1
REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	
REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	
REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	

Ahora verificaremos las irregularidades en elevación.

Figura 8

Tipos de irregularidades

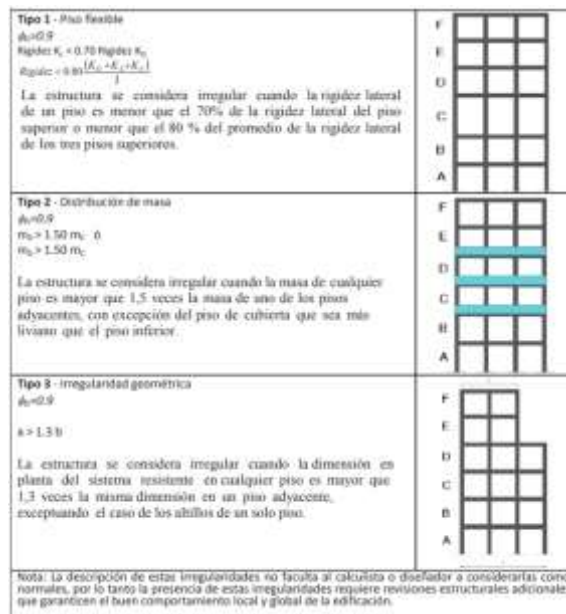


Tabla 23*Irregularidades de la edificación*

IRREGULARIDADES EN ELEVACIÓN				
Piso	Dirección	Rigidez en X	Rigidez en Y	%
4	X	5447.50	0	47
3	X	10362.99	0	9
2	X	11382.24	0	40
1	X	18926.26	0	66
4	Y	0	5820.32	38
3	Y	0	9356.62	4
2	Y	0	9754.99	33
1	Y	0	14470.10	48

Como se puede observar el edificio no es irregular en elevación por tipo 1, asimismo de los otros tipos.

Tabla 24*Tipo de irregularidad de edificación*

IRREGULARIDADES			ϕ_e
Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	
REGULAR	REGULAR	REGULAR	1
REGULAR	REGULAR	REGULAR	
REGULAR	REGULAR	REGULAR	
REGULAR	REGULAR	REGULAR	

Con esto queda confirmado que la edificación no tiene algún tipo de irregularidad ya sea de planta o elevación, por lo tanto, los coeficientes ϕ_p y ϕ_e tienen un valor de 1. Ahora seguiremos con las derivas permisibles.

En la NEC se establece que la deriva máxima para cualquier piso no debe pasarse de los límites de deriva inelástica establecidos por la tabla a continuación.

Tabla 25

Derivas máximas

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

Entonces se hace uso del programa estructural para obtener las derivas por piso y con eso se calcula la deriva inelástica para comprobar que cumpla con la tabla de antes, para ello se hace uso de la siguiente fórmula.

$$\Delta_M = 0.75R\Delta_E \quad (3.20)$$

Donde:

$$\Delta_M = \text{Deriva máxima inelástica}$$

$$\Delta_E = \text{Desplazamiento obtenido en aplicación de las fuerzas laterales de diseño}$$

$$R = \text{Factor de reducción de resistencia}$$

Tabla 26*Deriva inelástica*

Piso	Fuerza	Deriva en X	$\Delta_M = 0.75R\Delta_E$	Deriva en Y	$\Delta_M = 0.75R\Delta_E$
4	Sismo en X	0.001806	0.352%	0.000007	0.001%
3	Sismo en X	0.003402	0.662%	0.000037	0.007%
2	Sismo en X	0.004582	0.892%	0.000055	0.011%
1	Sismo en X	0.0032	0.623%	0.000051	0.010%
4	Sismo en Y	0.00002	0.004%	0.001691	0.329%
3	Sismo en Y	0.000035	0.007%	0.003768	0.734%
2	Sismo en Y	0.000025	0.005%	0.005346	1.041%
1	Sismo en Y	0.000009	0.002%	0.004185	0.815%

Con esto confirmamos las derivas.

3.2.3. Corrección y comprobación del cortante basal

Para verificar que el cortante dinámico se debe evitar que este sea menor del 80% del cortante elástico, esto se puede observar en la siguiente tabla.

$$S_X = S_X = 60.56 \text{ Ton}$$

$$SD_x = 49.50 \text{ Ton}$$

$$SD_y = 52.30 \text{ Ton}$$

$$Cortante_{min} = 0.8 * S_X/S_Y \text{ (3.21)}$$

$$Cortante_{min} = 48.45 \text{ Ton}$$

Observamos que los dos cortantes dinámicos se encuentran por encima del cortante mínimo por lo tanto no habrá que hacer corrección.

3.2.4. Diseño de vigas

En este caso las dimensiones de las vigas ya fueron definidas aun así se procede a comprobar sus dimensiones.

$$M_u = 4.80 T * m, b_w = 30 \text{ cm}, f'c = 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}, rec = 4 \text{ cm}, \phi_e = 10 \text{ mm}, \phi_L = 1.6 \text{ mm}$$

$$d = \sqrt{\frac{M_u}{0.145 * b_w * f'c}} = 21.5 \text{ cm} \quad (3.22)$$

$$H = d + rec + \phi_e + \frac{\phi_L}{2} = 27.5 \text{ cm} \quad (3.23)$$

El dimensionamiento inicial es correcto.

$$P_u \text{ despreciable} \rightarrow P_u < \frac{A_g * f'c}{10} \text{ OK} \quad (3.24)$$

Se determina la luz libre de la viga de estudio.

$$l_n = 4 \text{ m} - 0.5 \text{ m} = 3.5 \text{ m}, d = 40 \text{ cm} - 4 \text{ cm} - 1 \text{ cm} - \frac{1.6 \text{ cm}}{2} = 34.2 \text{ cm}$$

$$\frac{l_n}{d} = \frac{3.5 \text{ m}}{0.342 \text{ m}} = 10.15 > 4 \text{ OK} \quad (3.25)$$

$$b_w = \text{Ancho} = \begin{cases} > 250 \text{ mm} = 300 \text{ mm} > 250 \text{ mm} \text{ OK} \\ > 0.3h = 0.3 * 50 \text{ cm} = 15 \text{ cm} \text{ OK} \end{cases}$$

$$b_w < c_2 + \text{menor} = \begin{cases} 2c_2 \\ 1.5 * c_1 \end{cases} \text{ donde } c_1 \text{ y } c_2 \text{ son dimensiones de la columna}$$

En nuestro caso las columnas son de 35X45, c2 corresponde a la dimensión perpendicular a la longitud de la viga, c1 corresponde a la dimensión paralela a la longitud de la viga.

$$b_w < c_2 + menor = \begin{cases} 2 * 45 = 90 \text{ cm} \\ 1.5 * 35 = 52.5 \text{ cm} \end{cases} \text{ OK}$$

Ahora se procederá con el diseño a flexión de la viga, en este caso se ha usado las combinaciones de carga del ACI 2014 o de la NEC 2015, que son similares. Y se usa un programa estructural para conseguir los momentos de demanda. Con el valor de la envolvente se calculará el momento mínimo y los límites de acero longitudinal. Primero tomaremos los valores que el programa estructural nos otorga.

Figura 9

Cortante y momento de viga



Con el valor del momento se puede calcular el acero requerido en esa sección para la parte superior e inferior.

$$A_s = k * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mu}{\phi * k * d * fy}} \right) \quad (3.26)$$

$$k = \frac{0.85 * f'c * b * d}{fy} = \frac{0.85 * 280 * 30 * 34.2}{4200} = 58.14 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{sup}} = 58.14 * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 4.87 * 100000}{0.9 * 58.14 * 34.2 * 4200}} \right) = 3.90 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{inf}} = 58.14 * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 2.43 * 100000}{0.9 * 58.14 * 34.2 * 4200}} \right) = 1.91 \text{ cm}^2$$

Ahora procedemos a calcular los límites máximo y mínimo de acero que se puede colocar.

$$A_{s\text{min}} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{0.25 * \sqrt{280}}{4200} * b * d = 3.23 \text{ cm}^2 \\ \frac{1.4}{f_y} * b * d = 3.42 \text{ cm}^2 \end{array} \right. \rightarrow 3.42 \text{ cm}^2 (3.27)$$

$$A_{s\text{max}} = 0.75 * \frac{b * d * 0.85 * 0.85 * f'c}{f_y} * \frac{0.003}{0.003 + 0.002} = 22.24 \text{ cm}^2 (3.28)$$

En este caso vemos que el acero superior requerido se encuentra dentro del rango, pero el inferior no, cuando se dé este caso se coloca el acero mínimo en esa parte, por lo que usaremos 2 varillas de 16 mm.

$$A_s = \frac{\pi * 1.6^2}{4} * 2 = 4.02 \text{ cm}^2$$

Con esto se puede observar que el acero colocado es más que suficiente y cubre la demanda en la parte superior e inferior, en caso de que haya una sección con mayor demanda colocar mayor área de acero, cabe recalcar que no se debe superar el acero máximo.

Luego se procederá con calcular la longitud requerida de anclaje del refuerzo a flexión en la columna exterior. Tenemos que el diámetro de la varilla es de 16 mm.

$$l_d = \frac{f_y}{1.4 * \sqrt{f'c}} * d_b = \frac{420 \text{ MPa}}{1.4 * \sqrt{28 \text{ MPa}}} * 16 \text{ mm} = 907 \text{ mm} \rightarrow 0.95 \text{ m} (3.29)$$

$$l_{\text{ext}} = 12 * d_b = 12 * 16 \text{ mm} = 19.2 \text{ mm} \rightarrow 20 \text{ cm} (3.30)$$

$$l_{dh} = \frac{f_y}{5.4 * \sqrt{f'c}} * d_b = \frac{420 \text{ MPa}}{5.4 * \sqrt{28 \text{ MPa}}} * 16 \text{ mm} = 210 \text{ mm} \rightarrow 0.21 \text{ m} (3.31)$$

Empalme clase B

$$1.3 * l_d = 1.3 * 0.95 = 1.23 \text{ m} \rightarrow 1.4 \text{ m} \quad (3.32)$$

Lo siguiente será determinar el esfuerzo a cortante, por lo que se necesita tener un esquema del armado longitudinal de la viga de estudio. Este procedimiento será el mismo para el resto de las vigas.

En el caso de la determinación de la demanda de cortante, la demanda que se obtiene en el análisis lineal del programa en la envolvente se tiene que comprobar que sea mayor a: $V_u = V_{pr} + V_{gr}$, donde interviene el cortante probable y el cortante gravitatorio. Se determina el momento probable:

$$M_{pr} = A_s * 1.25 * f_y * \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (3.34)$$

$$a = \frac{A_s * 1.25 * f_y}{0.85 * f'_c * b} \quad (3.35)$$

Se determina un momento probable por cada sección (Superior e inferior, inicio y fin de la viga).

Sección: Inicio Superior

$$A_s = 4.02 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{4.02 * 1.25 * 4200}{0.85 * 280 * 30} = 2.96 \text{ cm}$$

$$M_{pr} = 4.02 * 1.25 * 4200 * \left(34.2 - \frac{2.96}{2} \right) = 6.90 \text{ T} * \text{m}$$

Sección: Inicio Inferior

$$A_s = 4.02 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{4.02 * 1.25 * 4200}{0.85 * 280 * 30} = 2.96 \text{ cm}$$

$$M_{pr} = 4.02 * 1.25 * 4200 * \left(34.2 - \frac{2.96}{2}\right) = 6.90 T * m$$

Sección: Fin Superior

$$A_s = 4.02 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{4.02 * 1.25 * 4200}{0.85 * 280 * 30} = 2.96 \text{ cm}$$

$$M_{pr} = 4.02 * 1.25 * 4200 * \left(34.2 - \frac{2.96}{2}\right) = 6.90 T * m$$

Sección: Fin Inferior

$$A_s = 4.02 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{4.02 * 1.25 * 4200}{0.85 * 280 * 30} = 2.96 \text{ cm}$$

$$M_{pr} = 4.02 * 1.25 * 4200 * \left(34.2 - \frac{2.96}{2}\right) = 6.90 T * m$$

Se determina el máximo cortante probable.

$$V_{pr} = \frac{M_{pr \text{ ini-sup}} + M_{pr \text{ fin-inf}}}{l_n} \quad (3.36)$$

$$V_{pr1} = \frac{M_{pr \text{ ini-sup}} + M_{pr \text{ fin-inf}}}{l_n} = \frac{6.90 + 6.90}{3.5} = 3.95 \text{ ton}$$

$$V_{pr2} = \frac{M_{pr \text{ ini-inf}} + M_{pr \text{ fin-sup}}}{l_n} = \frac{6.90 + 6.90}{3.5} = 3.95 \text{ ton}$$

Se determina el cortante gravitatorio con la combinación de $W_u = 1.2D + 0.5L$ con ayuda del programa estructural.

$$V_{gr} = 3.12 \text{ ton}$$

$$V_u = V_{pr} + V_{gr} = 3.95 + 3.12 = 7.06 \text{ ton} \quad (3.37)$$

$$\text{Si } V_{pr} > 0.5V_u \rightarrow V_c = 0$$

$$3.95 > 3.53$$

$$V_s \geq \frac{V_u}{\phi} - V_c = 9.42 \text{ ton} \quad (3.38)$$

Cabe destacar que aquí no se debe usar el cortante de la envolvente de diseño a menos que sea mayor que el calculado anteriormente, en este caso nos dio un valor de 5.45 toneladas por lo que es menor que la calculada.

Se usará un estribo de 10 cm, $A_v = 2 * 0.785 \text{ cm}^2 = 1.57 \text{ cm}^2$

$$s = \frac{A_v * f_y * d}{V_s} \quad (3.39)$$

$$s = \frac{1.57 * 4200 * 34.2}{9.42 * 1000} = 23.95 \text{ cm}$$

Esta separación es la que se requiere por demanda, pero por temas de ductilidad se requiere una separación más cercana.

$$s \leq \begin{cases} \frac{d}{4} = \frac{32.4}{4} = 8.1 \text{ cm} \\ 6 * d_b = 9.6 \text{ cm} \\ 200 \text{ mm} \end{cases} \rightarrow 10 \text{ cm en las zonas de } 2h \quad (3.40)$$

Fuera de las zonas 2h se podría colocar en:

$$\frac{d}{2} = \frac{32.5}{2} = 15 \text{ cm} \quad (3.41)$$

3.2.5. Diseño de columnas

A diferencia de las vigas, las columnas no se diseñan con la envolvente, si no que se determina la combinación de carga más crítica, se obtienen con ayuda de un programa estructural.

Figura 10*Combinaciones de carga*

COMBO ID	STATION LOC	CAPACITY RATIO	MAJOR SHEAR REINFORCEMENT	MINOR SHEAR REINFORCEMENT
1.2D+Ey+L	1.3000	0.301	0.00000	0.00000
1.2D+Ey+L	2.6000	0.333	0.00000	0.00000
1.2D+Ex+L	0.0000	0.402	0.00000	0.00000
1.2D+Ex+L	1.3000	0.304	0.00000	0.00000
1.2D+Ex+L	2.6000	0.306	0.00000	0.00000
1.2D+Ey(-)+L	0.0000	0.535	0.00000	0.00000
1.2D+Ey(-)+L	1.3000	0.313	0.00000	0.00000
1.2D+Ey(-)+L	2.6000	0.355	0.00000	0.00000
1.2D+L+0.5Lr	0.0000	0.298	0.00000	0.00000
1.2D+L+0.5Lr	1.3000	0.294	0.00000	0.00000
1.2D+L+0.5Lr	2.6000	0.293	0.00000	0.00000
0.9D+Ex	0.0000	0.341	0.00000	0.00000
0.9D+Ex	1.3000	0.204	0.00000	0.00000
0.9D+Ex	2.6000	0.207	0.00000	0.00000
0.9D+Ex(-)	0.0000	0.341	0.00000	0.00000

Lo siguiente que se debe hacer es comprobar la sección y el refuerzo longitudinal de la columna.

Dimensión menor de la sección transversal = 35 cm > 30 cm OK

$$\frac{\text{Dimensión menor de la sección transversal}}{\text{Dimensión perpendicular}} = \frac{35}{40} = 0.875 > 0.4 \text{ OK}$$

Figura 11*Limites dimensionales*

18.7.2 Limites dimensionales

18.7.2.1 Las columnas deben cumplir con (a) y (b):

(a) La dimensión menor de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, debe ser al menos 300 mm.

(b) La relación entre la dimensión menor de la sección transversal y la dimensión perpendicular debe ser al menos 0.4.

En el modelo de la columna 35x45 hay 10 varillas de 16 mm.

$$A_{st} = 16 * 2.01 \text{ cm}^2 = 20.17 \text{ cm}^2$$

$$p_{As} = \frac{A_{st}}{A_g} = \frac{20.17 \text{ cm}^2}{35 * 45 \text{ cm}^2} = 1.28\% \text{ (3.42)}$$

En una columna la cuantía longitudinal en zona sísmica debe ser: $0.01 < p_{As} < 0.03$, por lo que tenemos que el armado colocado es correcto. Ahora podemos verificar que las demandas estén dentro del diagrama de interacción reducido. Se obtienen los diagramas de interacción reducido para cada eje.

Figura 12

Diagrama de interacción

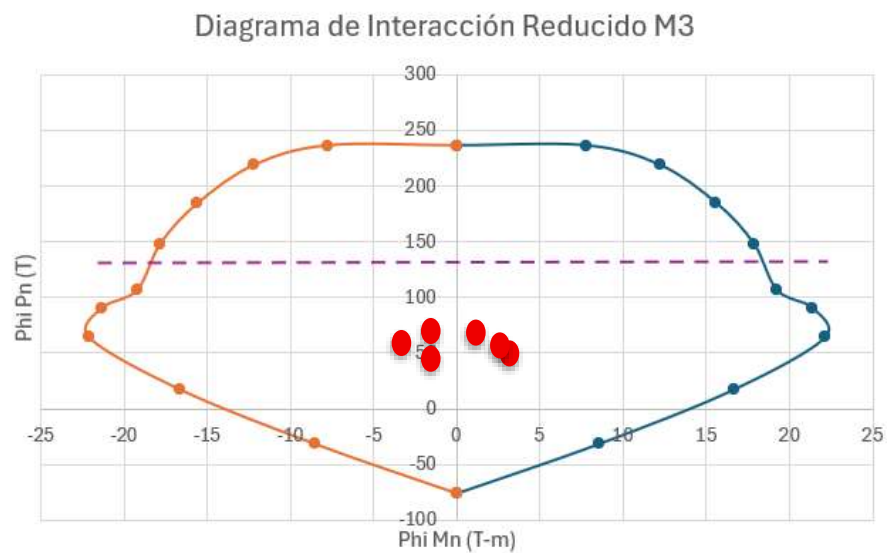
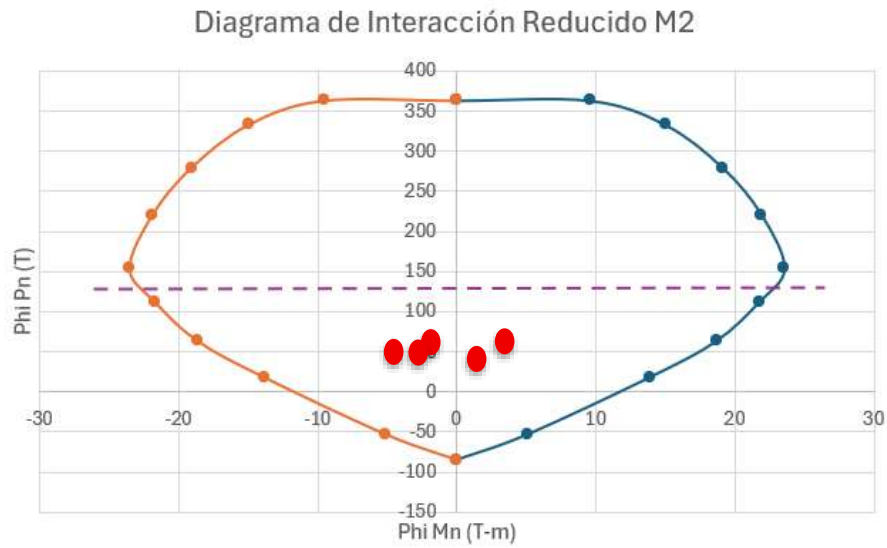


Figura 13

Diagrama de interacción



La línea morada segmentada corresponde al límite axial, se recomienda que las demandas no superen este límite para asegurar un comportamiento dúctil ante eventos sísmicos cíclicos:

$$P = A_g * f'c * 30\% \quad (3.43)$$

$$P = 35 * 45 * 280 * 30\% = 132 \text{ Ton}$$

Para el siguiente paso se deberá comprobar el criterio columna fuerte viga débil, con este análisis se asegura que la columna sea más resistente que la viga, si sucede lo contrario, las columnas fallarán antes que las vigas produciendo un mecanismo de colapso.

Figura 14

Parámetro de resistencia a flexión de columna

18.7.3.2 Las resistencias a flexión de las columnas deben cumplir con

$$\Sigma M_{nc} \geq (6/5) \Sigma M_{nb} \quad (18.7.3.2)$$

donde

ΣM_{nc} es la suma de los momentos nominales de flexión de las columnas que llegan al nudo, evaluados en las caras del nudo. La resistencia a la flexión de la columna debe calcularse para la fuerza axial mayorada, congruente con la dirección de las fuerzas laterales consideradas, que conduzca a la resistencia a la flexión más baja.

ΣM_{nb} es la suma de los momentos resistentes nominales a flexión de las vigas que llegan al nudo, evaluados en la cara del nudo. En vigas T, cuando la losa está en tracción debida al momento en la cara del nudo, el refuerzo de la losa dentro del ancho efectivo de losa definido en 6.3.2 debe suponerse que contribuye a M_{nb} siempre que el refuerzo de la losa esté desarrollado en la sección crítica para flexión.

Para este análisis se deberá considerar el aporte de la losa, en este caso tenemos una losa nervada en dos direcciones con un alto de 20 cm, para este análisis solo se considera el espesor de la loseta de compresión. Al ser una columna central se deberá tomar en cuenta el aporte para ambos lados.

Tabla 27

Limites de ancho de ala viga T

Tabla 6.3.2.1 — Límites dimensionales del ancho sobresaliente del ala para vigas T

Ubicación del ala	Ancho sobresaliente efectivo del ala, más allá de la cara del alma	
A cada lado del alma	El menor de:	$8h$
		$s_w/2$
		$l_n/8$
A un solo lado	El menor de:	$6h$
		$s_w/2$
		$l_n/12$

s_w = distancia libre entre almas de vigas adyacentes

$$\text{Ancho sobresaliente} = \text{Menor} \begin{cases} 8h = 8 * 40 = 320 \\ \frac{s_w}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ cm} \\ \frac{l_n}{8} = \frac{4 \text{ m}}{8} = 50 \text{ cm} \end{cases} \rightarrow 20 \text{ cm} \quad (3.44)$$

Por lo tanto, en la viga se tendrá que considerar 20 cm de loseta en cada lado, también se deberá considera el armado que se encuentra de la malla electrosoldada de retracción.

$$M_{pr} = A_s * 1.25 * f_y * \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$a = \frac{A_s * 1.25 * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

Se determina la capacidad de momento probable positivo y negativo.

$$d = 40 \text{ cm} - 4 \text{ cm} - 1 \text{ cm} - \frac{1.6}{2} \text{ cm} = 34.2 \text{ cm}$$

Momento positivo (Arriba compresión, abajo tracción)

$$b = 70 \text{ cm}, A_s = 4.02 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s * 1.25 * f'_c}{0.85 * f'_c * b} = \frac{4.02 * 1.25 * 4200}{0.85 * 280 * 70} = 1.27 \text{ cm}$$

$$M_{pr1} = A_s * 1.25 * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right) = 4.02 * 1.25 * 4200 * \left(34.2 - \frac{1.27}{2}\right) = 7.08 \text{ Ton} * m$$

Momento negativo (Arriba tracción, abajo compresión)

$$b = 30 \text{ cm}, A_s = 6.03 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s * 1.25 * f'_c}{0.85 * f'_c * b} = \frac{6.03 * 1.25 * 4200}{0.85 * 280 * 30} = 4.43 \text{ cm}$$

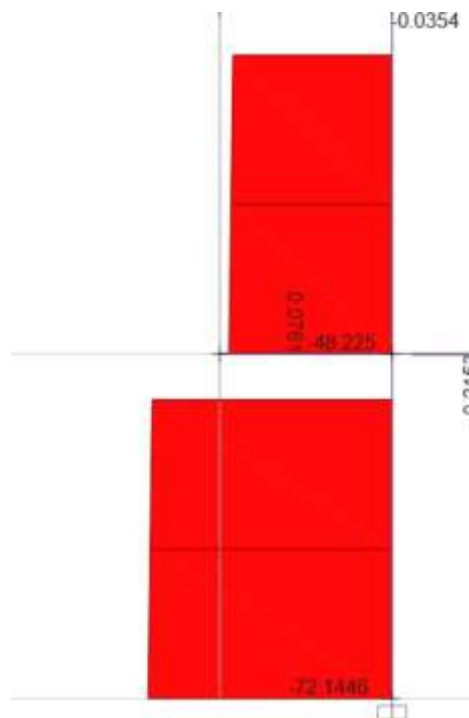
$$M_{pr2} = A_s * 1.25 * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right) = 4.02 * 1.25 * 4200 * \left(34.2 - \frac{4.43}{2}\right) = 10.13 \text{ Ton} * m$$

$$\sum M_{nb} = M_{pr1} + M_{pr2} = 17.21 \text{ Ton} * m \quad (3.45)$$

Ahora se determina la capacidad de la columna, se determina a través de los diagramas de interacción nominal, se obtienen las demandas de la combinación más crítica. Se determina Pu arriba y debajo de la losa.

Figura 15

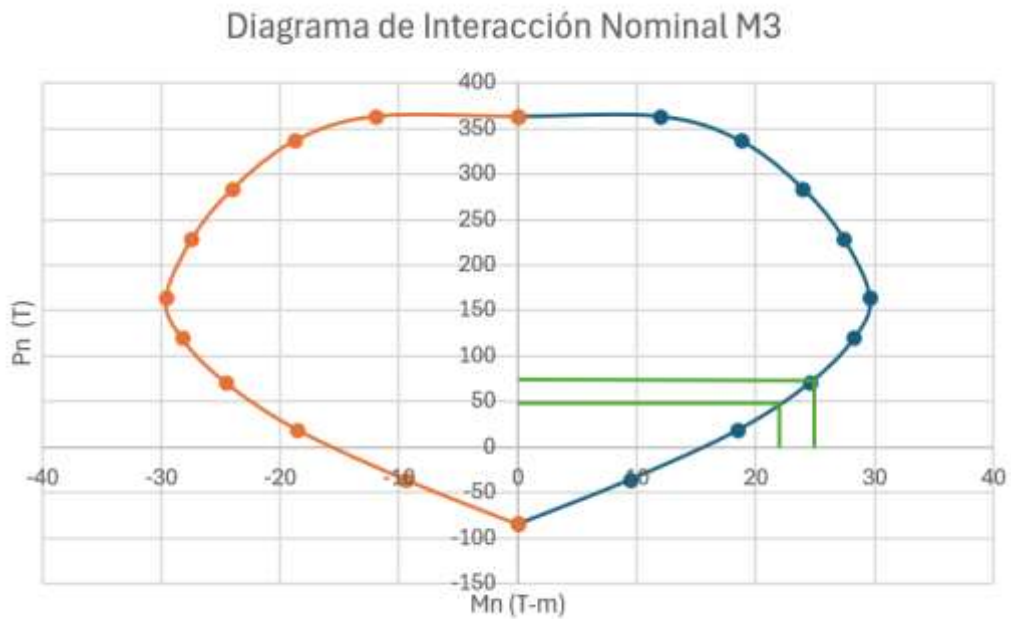
Demandas de combinación más crítica



$$P_u1 = 48 \text{ Ton}, P_u2 = 72 \text{ Ton}$$

Figura 16

Diagrama de interacción nominal



$$M_n1 = 22 \text{ Ton} - m, M_n2 = 25 \text{ Ton} - m$$

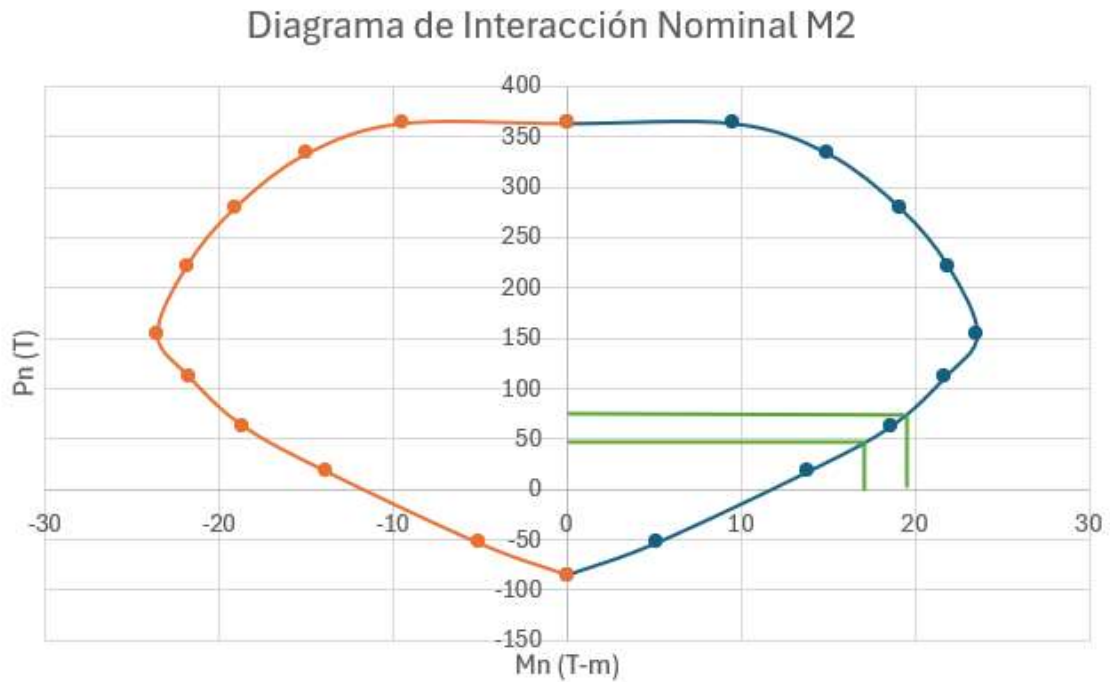
$$\sum M_c = M_n1 + M_n2 = 47 \text{ Ton} - m$$

Se comprueba el criterio de columna fuerte en el eje m3:

$$\sum M_{nc} \geq 1.2 * \sum M_{nb}$$

$$\frac{\sum M_{nc}}{\sum M_{nb}} = \frac{47}{17.21} = 2.73 \geq 1.2 \text{ OK}$$

Ahora se comprueba en el eje m2:

Figura 17*Diagrama de interacción nominal*

$$M_n1 = 17 \text{ Ton} - m, M_n2 = 19 \text{ Ton} - m$$

$$\sum M_c = M_n1 + M_n2 = 36 \text{ Ton} - m$$

Se comprueba el criterio de columna fuerte en el eje m3:

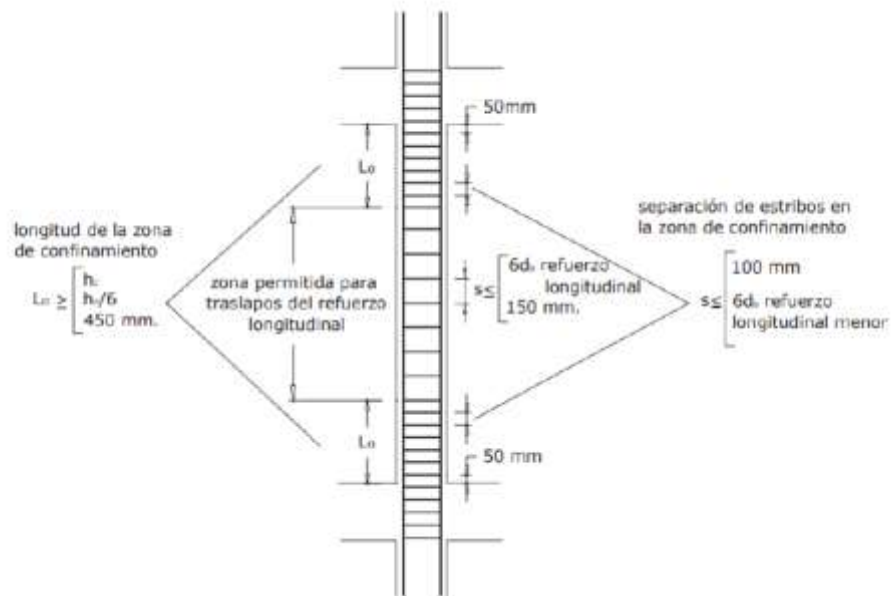
$$\sum M_{nc} \geq 1.2 * \sum M_{nb}$$

$$\frac{\sum M_{nc}}{\sum M_{nb}} = \frac{36}{17.21} = 2.09 \geq 1.2 \text{ OK}$$

Ahora se determinará el acero transversal, primero se determina la separación de estribos por norma. Según la NEC 2015, la separación en la zona:

Figura 18

Separación de estribos



$$L_o = \text{mayor} \left\{ \begin{array}{l} \text{Máxima dimensión de columna} = 45 \text{ cm} \\ \frac{\text{Altura libre de columna}}{6} = \frac{250 \text{ cm}}{6} = 41.66 \text{ cm} \rightarrow 45 \text{ cm} \quad (3.47) \\ 45 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$s = \text{mínimo} \left\{ \begin{array}{l} 6 * d_b = 6 * 1.6 \text{ cm} = 9.6 \text{ cm} \\ 10 \text{ cm} \end{array} \right. = 9.6 \text{ cm}$$

Lo siguiente se determina el acero transversal por confinamiento.

- El área del refuerzo en forma de estribos de confinamiento rectangulares no puede ser menor que ninguna de las siguientes:

$$A_{sh} = 0.3 \frac{A_g f_c}{f_y} \left[\left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right]$$

$$A_{sh} = 0.09 \frac{A_g f_c}{f_y}$$

Dónde:

- A_{sh} Área total de las varillas que forman los estribos y anillos suplementarios con separación s y perpendicular a la dimensión b , mm².
- s Separación, centro a centro, entre estribos, mm.
- b Dimensión máxima, medida centro a centro, entre esquinas del estribo, en mm.

A_g Área bruta (mm²)

A_{ch} Área de la conexión interior confinada (mm²)

$$s = 9.6 \text{ cm}$$

$b_c = \text{Distancia máxima, medida de centro a centro, entre esquinas del estribo}$

$$b_c = 36 \text{ cm}$$

$$A_{sh} = 0.3 * \frac{s * b_c * f'c}{fy} * \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \quad (3.48)$$

$$A_{sh1} = 0.3 * \frac{9.6 * 36 * 280}{4200} * \left(\frac{35 * 45}{36 * 26} - 1 \right) = 4.72 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh2} = 0.09 * \frac{s * b_c * f'c}{fy} = 0.09 * \frac{9.6 * 36 * 280}{4200} = 2.07 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh \text{ MAX}} = 4.72 \text{ cm}^2$$

Se coloca 1 estribo exterior y 1 interno de 12 mm:

$$A_v = 1.13 \text{ cm}^2 * 4 = 4.52 \text{ cm}^2$$

Ahora realizamos el mismo proceso para el lado corto de la columna.

$b_c =$ Distancia máxima, medida de centro a centro, entre esquinas del estribo

$$b_c = 36 \text{ cm}$$

$$A_{sh1} = 0.3 * \frac{s * b_c * f'c}{fy} * \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) = 0.3 * \frac{9.6 * 36 * 280}{4200} * \left(\frac{35 * 45}{36 * 36} - 1 \right) = 3.41 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh2} = 0.09 * \frac{s * b_c * f'c}{fy} = 0.09 * \frac{9.6 * 26 * 280}{4200} = 1.50 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh \text{ MAX}} = 3.41 \text{ cm}^2$$

Se coloca 1 estribo exterior y 1 vincha de 12 mm:

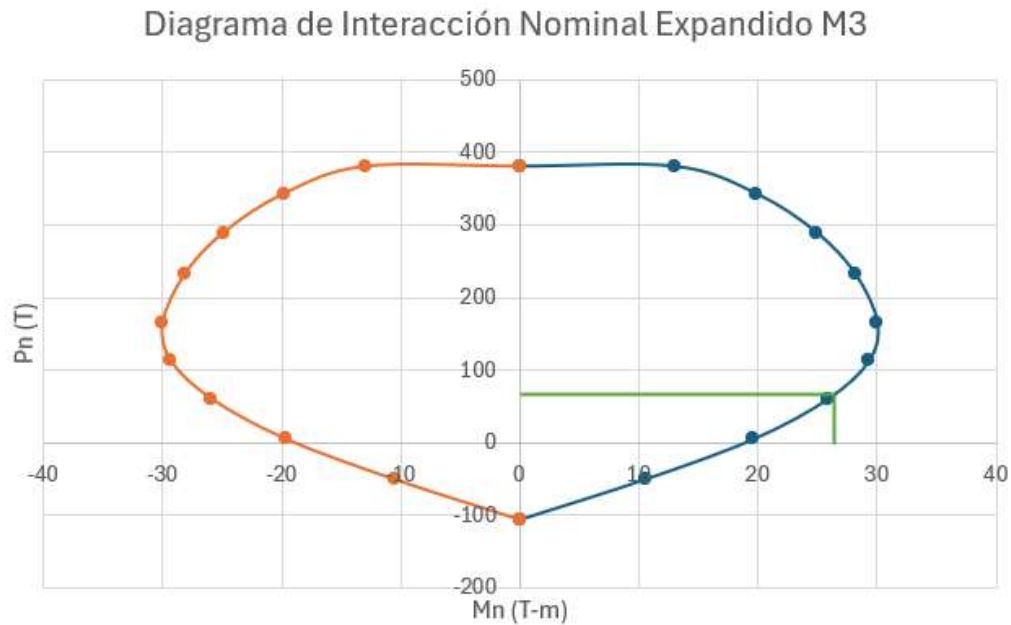
$$A_v = 1.13 \text{ cm}^2 * 3 = 3.39 \text{ cm}^2$$

A continuación, se debe determinar la fuerza cortante por capacidad. Se usará el diagrama de interacción nominal anteriormente usado, solo que se le multiplicará el valor de 1.25. Se hará uso de la demanda en la combinación más crítica, solo se debe considerar de la columna de estudio, es decir, de la planta inferior.

$$P_u = 72.15 \text{ Ton}$$

Figura 19

Diagrama de interacción expandido



En este caso tenemos que el armado longitudinal de la columna es el mismo al inicio y al final de ese. El momento probable será el mismo. La carga axial varía muy poco.

$$M_{pr1} = M_{pr2} = 1.25 * M_n = 26 \text{ Ton} - m$$

Por lo que:

$$V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_u} = \frac{2 * 26 \text{ Ton} - m}{2.5 \text{ m}} = 20.8 \text{ Ton} = V_u$$

Dado que $P_u > A_g * f'_c / 20$ se utiliza el aporte de la resistencia a cortante del hormigón.

$$d = 45 - rec - \phi_E - \frac{\phi_L}{2} = 39 \text{ cm}$$

$$N_u = P_u = 72.15 \text{ Ton}$$

$$V_c = 0.53 * \left(1 + \frac{N_u}{140 * A_g} \right) * \sqrt{f'_c} * b * d \quad (3.49)$$

$$V_c = 0.53 * \left(1 + \frac{72.15 * 1000}{140 * 45 * 35} \right) * \sqrt{280} * 45 * 39 = 20.66 \text{ Ton}$$

$$V_u \leq \phi * (V_c + V_s) \rightarrow V_s \geq \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{20.08}{0.75} - 20.66 = 6.11 \text{ Ton}$$

El acero por cortante ya está establecido:

$$A_v = 1.13 \text{ cm}^2 * 4 = 4.52 \text{ cm}^2$$

Se determina la separación necesaria por demanda:

$$s = \frac{A_v * f_y * d}{V_s} = \frac{4.52 * 4200 * 39}{6.11 * 1000} = 121.17 \text{ cm}$$

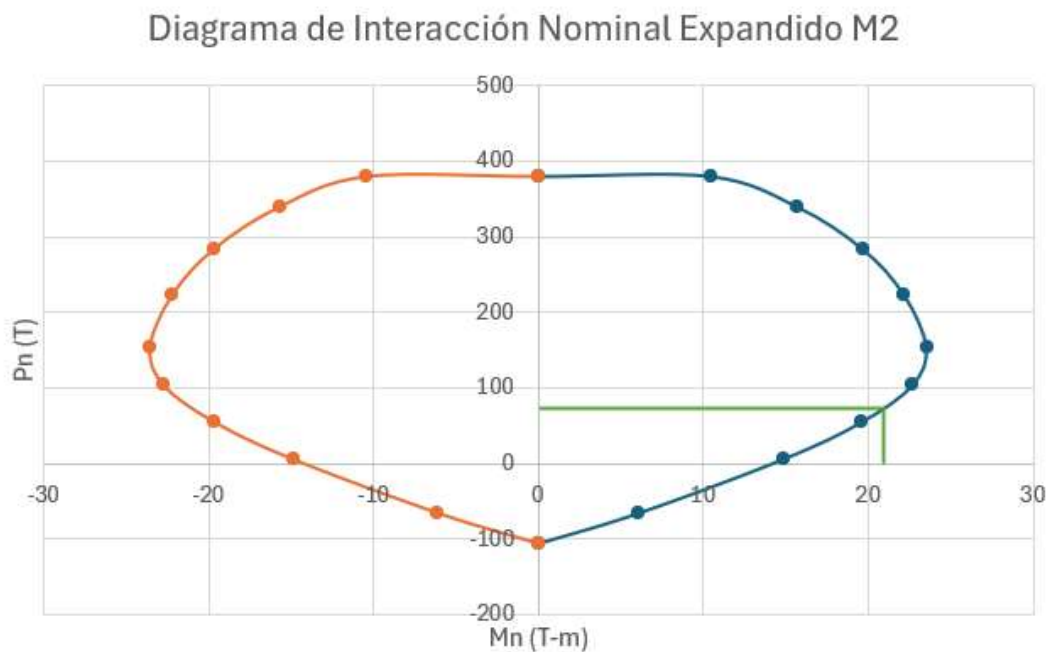
Esta separación es la requerida por demanda, pero por normativa y temas de ductilidad se requiere una separación más cercana.

$$s = \text{mínimo} \left\{ \begin{array}{l} 6 * d_b = 6 * 1.6 = 9.6 \text{ cm} \rightarrow 9.6 \text{ cm} \\ 10 \text{ cm} \end{array} \right.$$

Ahora se comprueba para el eje m2.

Figura 20

Diagrama de interacción expandido



En este caso tenemos que el armado longitudinal de la columna es el mismo al inicio y al final de ese. El momento probable será el mismo. La carga axial varía muy poco.

$$M_{pr1} = M_{pr2} = 1.25 * M_n = 21 \text{ Ton} - m$$

Por lo que:

$$V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_u} = \frac{2 * 21 \text{ Ton} - m}{2.5 \text{ m}} = 16.8 \text{ Ton} = V_u$$

Dado que $P_u > A_g * f'_c / 20$ se utiliza el aporte de la resistencia a cortante del hormigón.

$$d = 35 - rec - \phi_E - \frac{\phi_L}{2} = 29 \text{ cm}$$

$$N_u = P_u = 72.15 \text{ Ton}$$

$$V_c = 0.53 * \left(1 + \frac{N_u}{140 * A_g} \right) * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_c = 0.53 * \left(1 + \frac{72.15 * 1000}{140 * 45 * 35} \right) * \sqrt{280} * 35 * 29 = 11.95 \text{ Ton}$$

$$V_u \leq \phi * (V_c + V_s) \rightarrow V_s \geq \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{16.8}{0.75} - 11.95 = 10.45 \text{ Ton}$$

El acero por cortante ya está establecido:

$$A_v = 1.13 \text{ cm}^2 * 3 = 3.39 \text{ cm}^2$$

Se determina la separación necesaria por demanda:

$$s = \frac{A_v * f_y * d}{V_s} = \frac{3.39 * 4200 * 29}{10.45 * 1000} = 53.13 \text{ cm}$$

Esta separación es la requerida por demanda, pero por normativa y temas de ductilidad se requiere una separación más cercana.

$$s = \text{mínimo} \begin{cases} 6 * d_b = 6 * 1.6 = 9.6 \text{ cm} \\ 10 \text{ cm} \end{cases} \rightarrow 9.6 \text{ cm}$$

Finalmente se calcula la longitud requerida de anclaje de refuerzo a flexión en la columna exterior.

$$l_d = \frac{f_y}{1.4 * \sqrt{f'_c}} * d_b = \frac{420 \text{ MPa}}{1.4 * \sqrt{28 \text{ MPa}}} * 16 \text{ mm} = 907 \text{ mm} \rightarrow 0.95 \text{ m}$$

$$l_{ext} = 12 * d_b = 12 * 16 \text{ mm} = 19.2 \text{ mm} \rightarrow 20 \text{ cm}$$

$$l_{dh} = \frac{f_y}{5.4 * \sqrt{f'_c}} * d_b = \frac{420 \text{ MPa}}{5.4 * \sqrt{28 \text{ MPa}}} * 16 \text{ mm} = 210 \text{ mm} \rightarrow 0.21 \text{ m}$$

Empalme clase B

$$1.3 * l_d = 1.3 * 0.95 = 1.23 \text{ m} \rightarrow 1.4 \text{ m}$$

3.2.6. Diseño de losa

Para el diseño de losa haremos uso de los momentos generados por las cargas antes calculadas, estos se obtienen de la siguiente manera, primero se realizará para los nervios de los pisos principales, en esto caso debemos considerar el ancho libre del nervio.

$$CM = 0.704 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}, CV = 0.20 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}, CM_{cub} = 0.176 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}, CV_{cub} = 0.324 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$CU = 1.2 * CV + 1.6 * CV = 1.16 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$CU_{cub} = 1.2 * CV_{cub} + 1.6 * CV_{cub} = 0.73 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$a_{libre} = l_n - b_w = 4 - 0.30 = 3.70 \text{ m}$$

$$cu = CU * a_{libre} = 0.47 \frac{\text{Ton}}{\text{m}}$$

$$cu_{libre} = CU_{libre} * a_{libre} = 0.29 \frac{\text{Ton}}{\text{m}}$$

$$d = 17.5 \text{ cm}, b = 10 \text{ cm}$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14 * b * d}{f_y} = 0.58 \text{ cm}^2$$

Los momentos se calculan dependiendo de la zona en la que se encuentre el nervio.

Primero calcularemos para los que se encuentran en los costados.

$$Mu = \frac{cu * a_{libre}^2}{24} = 0.266 \text{ Ton} * m$$

Ahora para los nervios que tienen llegada por los dos lados.

$$Mu = \frac{cu * a_{libre}^2}{9} = 0.709 \text{ Ton} * m$$

Finalmente, para los momentos del centro de los nervios.

$$Mu = \frac{cu * a_{libre}^2}{14} = 0.456 \text{ Ton} * m$$

Usamos la fórmula de acero simplificada para obtener el acero requerido considerando el momento máximo.

$$As = \frac{Mu * 30}{d} = 1.21 \text{ cm}^2$$

Usamos una varilla de 12 mm en la parte superior e inferior para conservar simetría en el diseño. Ahora para la loseta de compresión se obtiene el acero por cuantía.

$$\rho = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 100 * 5 = 0.9 \text{ cm}^2$$

Ubicamos una malla de varillas de 8 mm cada 20 cm, ahora calcularemos el acero para la losa de cubierta que sostendrá los tanques elevados y compresores de aire acondicionado, se repite el mismo proceso.

$$Mu = \frac{cu * a_{libre}^2}{24} = 0.195 \text{ Ton} * m$$

Ahora para los nervios que tienen llegada por los dos lados.

$$Mu = \frac{cu * a_{libre}^2}{9} = 0.519 \text{ Ton} * m$$

Finalmente, para los momentos del centro de los nervios.

$$Mu = \frac{cu * a_{libre}^2}{14} = 0.334 \text{ Ton} * m$$

Usamos la fórmula de acero simplificada para obtener el acero requerido considerando el momento máximo.

$$As = \frac{Mu * 30}{d} = 0.90 \text{ cm}^2$$

Usamos una varilla de 12 mm en la parte superior e inferior para conservar simetría en el diseño. Ahora para la loseta de compresión se obtiene el acero por cuantía.

$$\rho = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 100 * 5 = 0.9 \text{ cm}^2 \text{ (3.50)}$$

Ubicamos una malla de varillas de 8 mm cada 20 cm.

3.2.7. Diseño de cimentación

Para el diseño de la cimentación se hizo uso de los estudios de suelo, donde se puede concluir que la mejor manera de soportar las cargas actuantes en la base es usando una viga de cimentación. Lo primero que se deberá hacer es obtener las demandas en la base de cada columna usando el programa estructural.

Figura 21

Demandas en la base de columnas

Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m
Base	2	7	Cimen D+L	Combinaton	0.396	-0.0235	20.2546	-0.0376	0.3756
Base	2	7	Cimen D+L+Sy	Combinaton	0.2854	-2.8599	13.9931	5.7819	0.2468
Base	2	7	Cimen D+L+Sx	Combinaton	-3.0464	0.0757	12.285	-0.1988	-7.9683
Base	2	7	Cimen 1.2D+L	Combinaton	-2.9932	0.0678	15.5184	-0.2001	-7.6177
Base	2	7	Cimen 1.2D+Lx	Combinaton	0.3386	-2.868	17.2245	5.7807	0.2974
Base	2	7	Cimen 1.2D+Ly	Combinaton	3.8915	-0.1306	31.4755	0.1224	7.8795
Base	2	7	Cimen 1.2D+Lx+Ly	Combinaton	0.5597	2.0048	29.7674	-5.8583	0.5554
Base	2	7	Cimen D+L+Sx	Combinaton	3.8383	-0.1228	26.2441	0.1237	7.5189
Base	2	7	Cimen D+L+Sy	Combinaton	0.5068	2.8128	26.536	-5.8571	0.5048
Base	3	12	Cimen D+L	Combinaton	0.4195	0.0683	20.9561	-0.1284	0.4017
Base	3	12	Cimen D+L+Sy	Combinaton	0.4272	-3.5077	21.7231	6.4253	0.3947
Base	3	12	Cimen D+L+Sx	Combinaton	-2.8452	0.1424	13.1887	-0.2649	-6.7639
Base	3	12	Cimen 1.2D+L	Combinaton	-2.7929	0.1533	16.4465	-0.285	-6.7139
Base	3	12	Cimen 1.2D+Lx	Combinaton	0.4794	-3.4968	24.9809	6.4052	0.4447
Base	3	12	Cimen 1.2D+Ly	Combinaton	3.7365	0.0051	31.9813	-0.2119	7.6173

Comenzaremos diseñando el eje x, en este caso es el eje más corto, generaremos una serie de nuevas combinaciones para obtener la sumatoria de cargas puntuales y momentos en la base de las columnas de ese eje, lo que nos quedaría de la siguiente manera.

Tabla 28

Combinación de cargas eje X

Eje 6	P (Ton)		My (Ton-m)	
	D+L	D+L+Sx	D+L+Sx	di (m)
Eje A	21.10	13.63	-6.34	0
Eje B	35.92	35.73	-7.66	4
Eje C	22.16	29.84	-7.17	8
Total	79.18	79.19	-21.18	

En este caso se usó el eje con las demandas más elevadas el cual fue el 6, luego de esto se toman los datos que se tienen como lo son la longitud de la viga y el esfuerzo admisible del suelo, todo esto con el fin de calcular el ancho de la base y el área de contacto de la cimentación.

$$L = 8 \text{ m}, Esf_{adm} = 20 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

Para la sumatoria de carga puntuales se usa el valor máximo entre las combinaciones de D+L y D+L+Sx, usamos un factor de seguridad que considera la sumatoria de momentos de 1.35.

$$b = \frac{\sum P_i * 1.35}{L * Esf_{adm}} \quad (3.51)$$

$$b = \frac{79.19 * 1.35}{8 * 20} = 0.67 \text{ m} \rightarrow 1 \text{ m}$$

$$A = L * b = 8 * 1 = 8 \text{ m}^2$$

Ahora se definirán las cargas de servicio para poder así obtener los esfuerzos máximos y mínimos.

Tabla 29

Combinación de carga de servicio eje X

Eje 6	P (Ton)	Muy (Ton-m)
1.2D+L+Sx		
Eje A	16.92	-6.29
Eje B	40.93	-7.66
Eje C	33.33	-7.23
Total	91.17	-21.18

Una vez obtenidos estos valores se calcula la inercia y el x_r que debe tener un valor cercano con la distancia de la mitad de la longitud total de la viga.

$$I = \frac{1}{12} * b * L^3 = 42.67 \text{ m}^4 \quad (3.52)$$

$$x_r = \frac{\sum P_i * x_i + \sum M_i}{P} \quad (3.53)$$

$$x_r = \frac{16.92 * 0 + 40.93 * 4 + 33.33 * 8 - 21.18}{91.17} = 4.49 \text{ m}$$

$$Esf_{min} = \frac{P}{A} - P * \left(x_r - \frac{L}{2}\right) * \frac{L}{2 * I} \quad (3.54)$$

$$Esf_{min} = \frac{91.17}{8} - 91.17 * \left(4.49 - \frac{8}{2}\right) * \frac{8}{2 * 42.67} = 7.23 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$Esf_{max} = \frac{P}{A} + P * \left(x_r - \frac{L}{2}\right) * \frac{L}{2 * I} \quad (3.55)$$

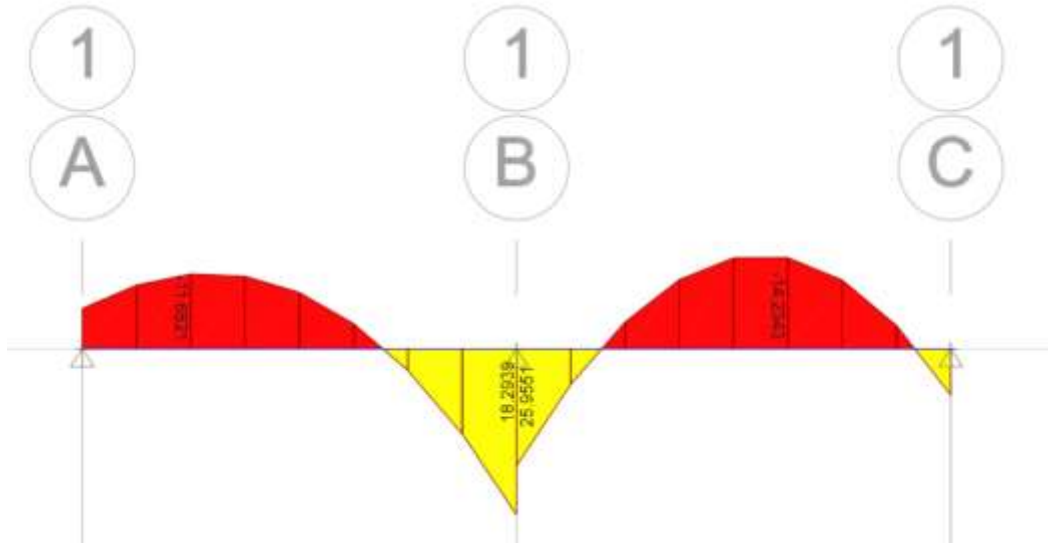
$$Esf_{min} = \frac{91.17}{8} + 91.17 * \left(4.49 - \frac{8}{2}\right) * \frac{8}{2 * 42.67} = 15.57 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

Con estos datos conseguidos se procede a modelar la viga en un programa estructural, usamos una sección de viga T con los siguientes valores.

$$H = 60 \text{ cm}, B = 100 \text{ cm}, h = 20 \text{ cm}, bw = 35 \text{ cm}$$

Figura 22

Momento en viga eje X



Se debe hacer todo el proceso, pero ahora considerando el movimiento contrario del sismo.

Tabla 30

Combinaciones de carga eje X sentido contrario

Eje 6	P (Ton)		My (Ton-m)	
	D+L	D+L-Sx	D+L-Sx	di (m)
Eje A	21.10	28.57	7.17	0
Eje B	35.92	36.12	7.64	4
Eje C	22.16	14.47	6.33	8
Total	79.18	79.16	21.14	

$$L = 8 \text{ m}, Esf_{adm} = 20 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$b = \frac{\sum P_i * 1.35}{L * Esf_{adm}} = \frac{79.18 * 1.35}{8 * 20} = 0.67 \text{ m} \rightarrow 1 \text{ m}$$

$$A = L * b = 8 * 1 = 8 \text{ m}^2$$

Ahora se definirán las cargas de servicio para poder así obtener los esfuerzos máximos y mínimos.

Tabla 31

Combinación de carga de servicio eje X sentido contrario

Eje 6	P (Ton)	Muy (Ton-m)
1.2D+L-Sx		
Eje A	31.86	7.22
Eje B	41.32	7.64
Eje C	17.96	6.27
Total	91.14	21.13

Una vez obtenidos estos valores se calcula la inercia y el x_r que debe tener un valor cercano con la distancia de la mitad de la longitud total de la viga.

$$I = \frac{1}{12} * b * L^3 = 42.67 \text{ m}^4$$

$$x_r = \frac{\sum P_i * x_i + \sum M_i}{P}$$

$$x_r = \frac{31.86 * 0 + 41.32 * 4 + 17.96 * 8 + 21.13}{91.14} = 3.62 \text{ m}$$

$$Esf_{min} = \frac{P}{A} - P * \left(x_r - \frac{L}{2}\right) * \frac{L}{2 * I}$$

$$Esf_{min} = \frac{91.14}{8} - 91.14 * \left(3.62 - \frac{8}{2}\right) * \frac{8}{2 * 42.67} = 14.62 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$Esf_{max} = \frac{P}{A} + P * \left(x_r - \frac{L}{2}\right) * \frac{L}{2 * I}$$

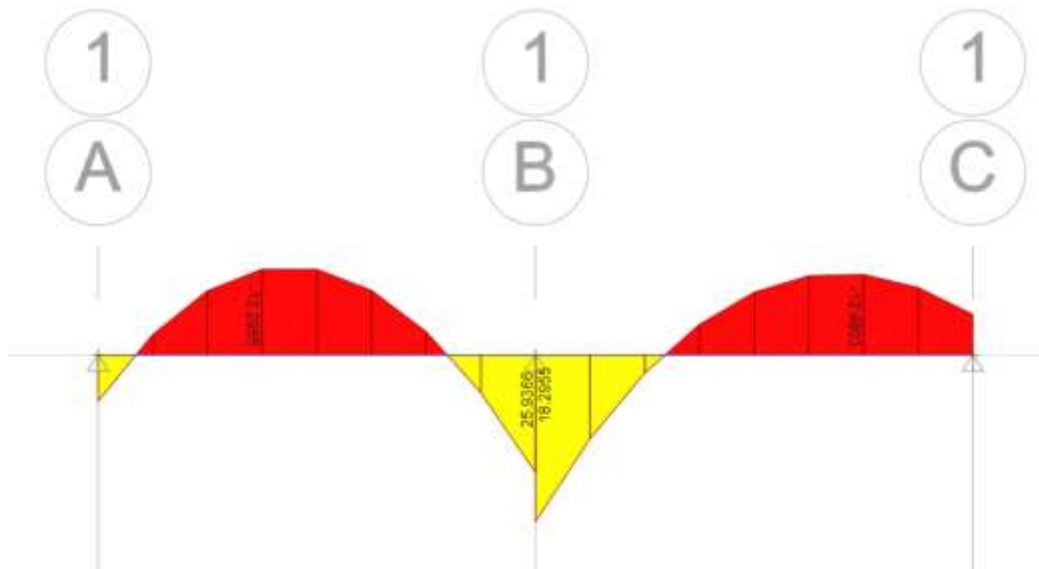
$$Esf_{min} = \frac{91.14}{8} + 91.14 * \left(3.62 - \frac{8}{2}\right) * \frac{8}{2 * 42.67} = 8.16 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

Con estos datos conseguidos se procede a modelar la viga en un programa estructural, usamos una sección de viga T con los siguientes valores.

$$H = 60 \text{ cm}, B = 100 \text{ cm}, h = 20 \text{ cm}, bw = 35 \text{ cm}$$

Figura 23

Demandas en viga eje X sentido contrario



Se puede observar que los dos momentos máximos no varían mucho, de igual manera se usará el primero que dio un valor de 25.96 Ton-m.

Al ser una viga, se siguen los mismos pasos con los que se diseñaron las vigas de la superestructura, con lo que primero comenzamos comprobando sus dimensiones.

$$M_u = 25.96 \text{ T} * m, b_w = 35 \text{ cm}, f'_c = 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}, rec = 7 \text{ cm}, \phi_e = 10 \text{ mm}, \phi_L = 1.8 \text{ mm}$$

$$d = \sqrt{\frac{M_u}{0.145 * bw * f'_c}} = 42.72 \text{ cm}$$

$$H = d + rec + \phi_e + \frac{\phi_L}{2} = 51.72 \text{ cm}$$

El dimensionamiento inicial es correcto.

$$P_u \text{ despreciable} \rightarrow P_u < \frac{A_g * f'_c}{10} \text{ OK}$$

Se determina la luz libre de la viga de estudio.

$$l_n = 4 \text{ m} - 0.5 \text{ m} = 3.5 \text{ m}, d = 60 \text{ cm} - 7 \text{ cm} - 1 \text{ cm} - \frac{1.8 \text{ cm}}{2} = 51.1 \text{ cm}$$

$$\frac{l_n}{d} = \frac{3.5 \text{ m}}{0.511 \text{ m}} = 7.85 > 4 \text{ OK}$$

Con el valor del momento se puede calcular el acero requerido en esa sección para la parte superior e inferior.

$$A_s = k * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mu}{\phi * k * d * fy}} \right)$$

$$k = \frac{0.85 * f'_c * b * d}{fy} = \frac{0.85 * 280 * 35 * 51}{4200} = 101.15 \text{ cm}^2$$

$$A_{sreq} = 58.14 * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 25.96 * 100000}{0.9 * 101.15 * 51 * 4200}} \right) = 14.50 \text{ cm}^2$$

Ahora procedemos a calcular los límites máximo y mínimo de acero que se puede colocar.

$$A_{smin} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{0.25 * \sqrt{280}}{4200} * b * d = 5.62 \text{ cm}^2 \\ \frac{1.4}{fy} * b * d = 5.95 \text{ cm}^2 \end{array} \right. \rightarrow 5.95 \text{ cm}^2$$

$$A_{smax} = 0.75 * \frac{b * d * 0.85 * 0.85 * f'_c}{fy} * \frac{0.003}{0.003 + 0.002} = 38.69 \text{ cm}^2$$

Colocaremos 6 varillas de 18 mm.

$$A_s = \frac{\pi * 1.8^2}{4} * 6 = 15.27 \text{ cm}^2$$

Con esto se puede observar que el acero colocado es más que suficiente y cubre la demanda. Luego se procederá con calcular la longitud requerida de anclaje del refuerzo a flexión en la columna exterior. Tenemos que el diámetro de la varilla es de 16 mm

$$l_d = \frac{f_y}{1.4 * \sqrt{f'_c}} * d_b = \frac{420 \text{ MPa}}{1.4 * \sqrt{28 \text{ MPa}}} * 18 \text{ mm} = 1021 \text{ mm} \rightarrow 1.02 \text{ m}$$

$$l_{ext} = 12 * d_b = 12 * 18 \text{ mm} = 216 \text{ mm} \rightarrow 21.6 \text{ cm}$$

$$l_{dh} = \frac{f_y}{5.4 * \sqrt{f'_c}} * d_b = \frac{420 \text{ MPa}}{5.4 * \sqrt{28 \text{ MPa}}} * 18 \text{ mm} = 265 \text{ mm} \rightarrow 0.265 \text{ m}$$

Empalme clase B

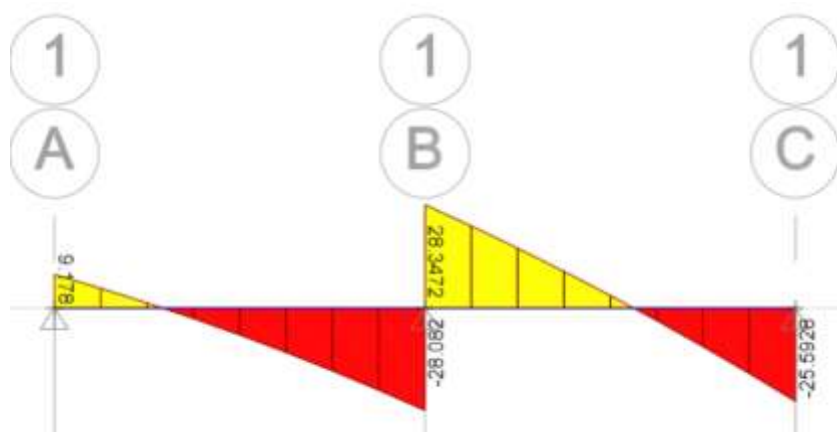
$$1.3 * l_d = 1.3 * 1.02 = 1.326 \text{ m} \rightarrow 1.5 \text{ m}$$

Lo siguiente será determinar el esfuerzo a cortante, por lo que se necesita tener un esquema del armado longitudinal de la viga de estudio. Este procedimiento será el mismo para el resto de las vigas.

Cabe destacar que aquí no se debe usar el valor de cortante dado por el programa que en este caso es de 28.35 Ton.

Figura 24

Cortante en viga



Se usará un estribo de 10 cm, $A_v = 2 * 0.785 \text{ cm}^2 = 1.57 \text{ cm}^2$. Por temas de ductilidad se requiere una separación indicada por la normativa.

$$s \leq \begin{cases} \frac{d}{4} = \frac{51.1}{4} = 12.78 \text{ cm} \\ 6 * \frac{d_b}{200 \text{ mm}} = 6 * \frac{1.8}{200} = 10.8 \text{ cm} \end{cases} \rightarrow 10 \text{ cm en las zonas de } 2h$$

Fuera de las zonas 2h se podría colocar en:

$$\frac{d}{2} = \frac{51.1}{2} = 25.55 \text{ cm} \rightarrow 20 \text{ cm}$$

Ahora se realizará el mismo procedimiento para eje Y (eje largo). Cabe destacar que ahora se tomará en cuenta el momento en X, generado por el movimiento del sismo en dirección del eje Y.

Tabla 32

Combinación de cargas eje Y

Eje B	P (Ton)		Mx (Ton-m)	
	D+L	D+L+Sy	D+L+Sy	di (m)
Eje 8	20.88	28.27	6.30	20
Eje 7	35.50	34.31	6.66	16
Eje 6	35.92	36.27	6.62	12
Eje 5	34.22	33.88	6.53	8
Eje 4	34.45	36.01	6.69	4
Eje 3	34.29	26.60	6.05	0
Total	195.26	195.43	38.83	

En este caso se usó el eje con las demandas más elevadas el cual fue el B, luego de esto se toman los datos que se tienen como lo son la longitud de la viga y el esfuerzo admisible del suelo, todo esto con el fin de calcular el ancho de la base y el área de contacto de la cimentación.

$$L = 20 \text{ m}, Esf_{adm} = 20 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

Para la sumatoria de carga puntuales se usa el valor máximo entre las combinaciones de D+L y D+L+Sx, usamos un factor de seguridad que considera la sumatoria de momentos de 1.35.

$$b = \frac{\sum P_i * 1.35}{L * Esf_{adm}} = \frac{195.43 * 1.35}{20 * 20} = 0.66 \text{ m} \rightarrow 1 \text{ m}$$

$$A = L * b = 20 * 1 = 20 \text{ m}^2$$

Ahora se definirán las cargas de servicio para poder así obtener los esfuerzos máximos y mínimos.

Tabla 33

Combinación de cargas de servicio eje Y

Eje B	P (Ton)	Mux (Ton-m)
1.2D+L+Sy		
Eje 8	31.61	6.33
Eje 7	39.39	6.64
Eje 6	41.47	6.60
Eje 5	38.99	6.51
Eje 4	41.03	6.67
Eje 3	31.71	6.06

Total	224.19	38.79
-------	--------	-------

Una vez obtenidos estos valores se calcula la inercia y el x_r que debe tener un valor cercano con la distancia de la mitad de la longitud total de la viga.

$$I = \frac{1}{12} * b * L^3 = 666.67 \text{ m}^4$$

$$x_r = \frac{\sum P_i * x_i + \sum M_i}{P}$$

$$x_r = \frac{31.61 * 20 + 39.39 * 16 + 41.47 * 12 + 39.99 * 8 + 41.03 * 4 + 31.71 * 0 + 38.79}{224.19}$$

$$x_r = 10.15 \text{ m}$$

$$Esf_{min} = \frac{P}{A} - P * \left(x_r - \frac{L}{2}\right) * \frac{L}{2 * I}$$

$$Esf_{min} = \frac{224.19}{20} - 224.19 * \left(10.20 - \frac{20}{2}\right) * \frac{20}{2 * 666.67} = 10.71 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$Esf_{max} = \frac{P}{A} + P * \left(x_r - \frac{L}{2}\right) * \frac{L}{2 * I}$$

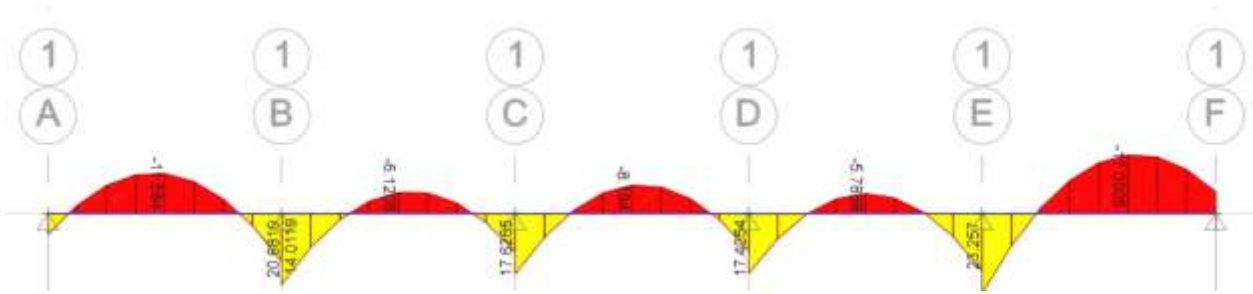
$$Esf_{min} = \frac{224.19}{20} + 224.19 * \left(10.20 - \frac{20}{2}\right) * \frac{20}{2 * 666.67} = 11.70 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

Con estos datos conseguidos se procede a modelar la viga en un programa estructural, usamos una sección de viga T con los siguientes valores. Donde se obtiene como momento máximo 23.26 Ton-m.

$$H = 60 \text{ cm}, B = 100 \text{ cm}, h = 20 \text{ cm}, bw = 35 \text{ cm}$$

Figura 25

Momento en viga eje Y



Se debe hacer todo el proceso, pero ahora considerando el movimiento contrario del sismo.

Tabla 34

Combinación de cargas eje Y sentido contrario

Eje B	P (Ton)		Mx (Ton-m)	
	D+L	D+L-Sy	D+L-Sy	di (m)
Eje 8	20.88	13.39	6.30	20
Eje 7	35.50	36.70	6.66	16
Eje 6	35.92	35.58	6.62	12
Eje 5	34.22	34.56	6.53	8
Eje 4	34.45	32.89	6.69	4
Eje 3	34.29	41.99	6.05	0
Total	195.26	195.09	38.83	

$$L = 8m, Esf_{adm} = 20 \frac{Ton}{m^2}$$

$$b = \frac{\sum P_i * 1.35}{L * Esf_{adm}} = \frac{195.26 * 1.35}{8 * 20} = 0.66 m \rightarrow 1 m$$

$$A = L * b = 20 * 1 = 20 m^2$$

Ahora se definirán las cargas de servicio para poder así obtener los esfuerzos máximos y mínimos.

Tabla 35

Combinación de cargas de servicio eje Y sentido contrario

Eje B	P (Ton)	Mux (Ton-m)
1.2D+L-Sy		
Eje 8	16.64	-5.71
Eje 7	41.78	-6.97
Eje 6	40.79	-6.86
Eje 5	39.66	-6.90
Eje 4	37.90	-6.92
Eje 3	47.09	-6.00
Total	223.85	-39.35

Una vez obtenidos estos valores se calcula la inercia y el x_r que debe tener un valor cercano con la distancia de la mitad de la longitud total de la viga.

$$I = \frac{1}{12} * b * L^3 = 666.67 \text{ m}^4$$

$$x_r = \frac{\sum P_i * x_i + \sum M_i}{P}$$

$$x_r = \frac{16.64 * 20 + 41.78 * 16 + 40.79 * 12 + 39.66 * 8 + 37.90 * 4 + 47.09 * 0 - 39.35}{223.85}$$

$$x_r = 8.58 \text{ m}$$

$$Es f_{min} = \frac{P}{A} - P * \left(x_r - \frac{L}{2} \right) * \frac{L}{2 * I}$$

$$Esf_{min} = \frac{223.85}{20} - 223.85 * \left(11.07 - \frac{20}{2}\right) * \frac{20}{2 * 666.67} = 15.97 \frac{Ton}{m^2}$$

$$Esf_{max} = \frac{P}{A} + P * \left(x_r - \frac{L}{2}\right) * \frac{L}{2 * I}$$

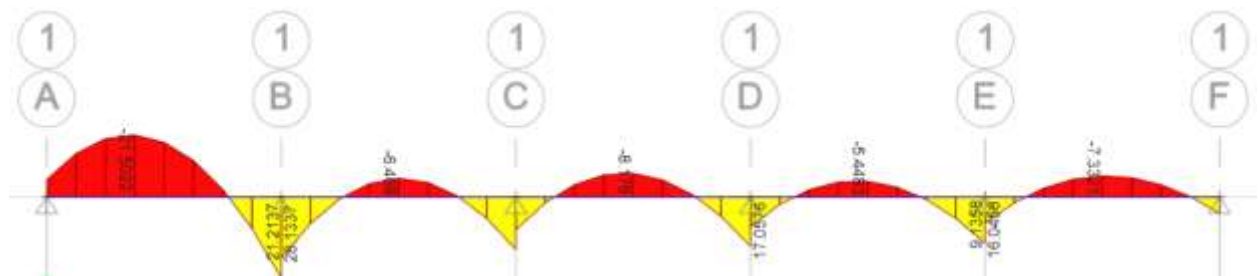
$$Esf_{min} = \frac{223.85}{20} + 223.85 * \left(10.07 - \frac{20}{2}\right) * \frac{20}{2 * 666.67} = 6.42 \frac{Ton}{m^2}$$

Con estos datos conseguidos se procede a modelar la viga en un programa estructural, usamos una sección de viga T con los siguientes valores. Donde nos da como momento máximo un valor de 28.13 Ton-m.

$$H = 60 \text{ cm}, B = 100 \text{ cm}, h = 20 \text{ cm}, bw = 35 \text{ cm}$$

Figura 26

Momento en viga eje Y sentido contrario



Se toma para el diseño el valor mayor que en este caso fue el 28.13 Ton-m. Al igual que el otro eje se comienza comprobando las dimensiones.

$$M_u = 28.13 \text{ T} * m, b_w = 35 \text{ cm}, f'_c = 280 \frac{kg}{cm^2}, rec = 7 \text{ cm}, \phi_e = 10 \text{ mm}, \phi_L = 1.8 \text{ mm}$$

$$d = \sqrt{\frac{M_u}{0.145 * bw * f'_c}} = 44.49 \text{ cm}$$

$$H = d + rec + \frac{\phi_L}{2} = 53.49 \text{ cm}$$

El dimensionamiento inicial es correcto.

$$P_u \text{ despreciable} \rightarrow P_u < \frac{A_g * f'c}{10} \text{ OK}$$

Se determina la luz libre de la viga de estudio.

$$l_n = 4 \text{ m} - 0.5 \text{ m} = 3.5 \text{ m}, d = 60 \text{ cm} - 7 \text{ cm} - 1 \text{ cm} - \frac{1.8 \text{ cm}}{2} = 51.1 \text{ cm}$$

$$\frac{l_n}{d} = \frac{3.5 \text{ m}}{0.511 \text{ m}} = 7.85 > 4 \text{ OK}$$

Con el valor del momento se puede calcular el acero requerido en esa sección para la parte superior e inferior.

$$A_s = k * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mu}{\phi * k * d * fy}} \right)$$

$$k = \frac{0.85 * f'c * b * d}{fy} = \frac{0.85 * 280 * 35 * 51}{4200} = 101.15 \text{ cm}^2$$

$$A_{sreq} = 58.14 * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 28.13 * 100000}{0.9 * 101.15 * 51 * 4200}} \right) = 15.83 \text{ cm}^2$$

Ahora procedemos a calcular los límites máximo y mínimo de acero que se puede colocar.

$$A_{smin} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{0.25 * \sqrt{280}}{4200} * b * d = 5.62 \text{ cm}^2 \\ \frac{1.4}{fy} * b * d = 5.95 \text{ cm}^2 \end{array} \right. \rightarrow 5.95 \text{ cm}^2$$

$$A_{smax} = 0.75 * \frac{b * d * 0.85 * 0.85 * f'c}{fy} * \frac{0.003}{0.003 + 0.002} = 38.69 \text{ cm}^2$$

Colocaremos 6 varillas de 18 mm.

$$A_s = \frac{\pi * 1.8^2}{4} * 4 = 15.27 \text{ cm}^2$$

Con esto se puede observar que el acero colocado es más que suficiente y cubre la demanda. Luego se procederá con calcular la longitud requerida de anclaje del refuerzo a flexión en la columna exterior. Tenemos que el diámetro de la varilla es de 16 mm

$$l_d = \frac{f_y}{1.4 * \sqrt{f'_c}} * d_b = \frac{420 \text{ MPa}}{1.4 * \sqrt{28 \text{ MPa}}} * 18 \text{ mm} = 1021 \text{ mm} \rightarrow 1.02 \text{ m}$$

$$l_{ext} = 12 * d_b = 12 * 18 \text{ mm} = 216 \text{ mm} \rightarrow 21.6 \text{ cm}$$

$$l_{dh} = \frac{f_y}{5.4 * \sqrt{f'_c}} * d_b = \frac{420 \text{ MPa}}{5.4 * \sqrt{28 \text{ MPa}}} * 18 \text{ mm} = 265 \text{ mm} \rightarrow 0.265 \text{ m}$$

Empalme clase B

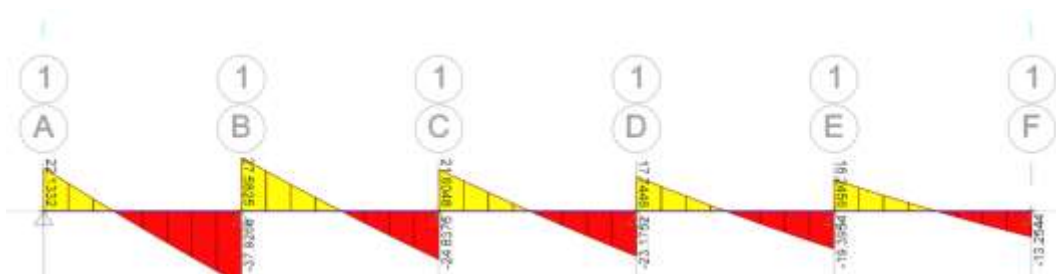
$$1.3 * l_d = 1.3 * 1.02 = 1.326 \text{ m} \rightarrow 1.5 \text{ m}$$

Lo siguiente será determinar el esfuerzo a cortante, por lo que se necesita tener un esquema del armado longitudinal de la viga de estudio. Este procedimiento será el mismo para el resto de las vigas.

Cabe destacar que aquí no se debe usar el valor de cortante dado por el programa que en este caso es de 37.93 Ton.

Figura 27

Cortante en viga eje Y



Se usará un estribo de 10 cm, $A_v = 2 * 0.785 \text{ cm}^2 = 1.57 \text{ cm}^2$. Por temas de ductilidad se requiere una separación indicada por la normativa.

$$s \leq \begin{cases} \frac{d}{4} = \frac{51.1}{4} = 12.78 \text{ cm} \\ 6 * d_b = \frac{6 * 1.8}{200 \text{ mm}} = 10.8 \text{ cm} \end{cases} \rightarrow 10 \text{ cm en las zonas de } 2h$$

Fuera de las zonas 2h se podría colocar en:

$$\frac{d}{2} = \frac{51.1}{2} = 25.55 \text{ cm} \rightarrow 20 \text{ cm}$$

Finalmente, para la parte de la losa maciza en la viga, tenemos que el acero a retracción usamos el acero mínimo por cuantía el cual es:

$$A_s \text{ min} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 1 \text{ m} * 0.20 \text{ m} = 3.6 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Nos da un valor de 3.6 cm² por metro lineal, ahora debemos buscar una malla que cumpla con lo requerido. En este caso usaremos la malla de varillas de 10 mm cada 20 cm, comprobamos que cumpla.

$$A_{10} = \frac{\pi * 1^2}{4} = 0.785 * 5 = 3.93 \text{ cm}^2$$

Tenemos que en un metro lineal habrá más que suficiente para satisfacer la demanda, por lo tanto, nuestra propuesta es correcta.

3.2.8. Diseño de escaleras

Para diseñar la escalera primero se deben definir las dimensiones de la misma, haremos uso de la normativa donde se contempla el espacio de circulación constituido por el ancho y la altura de paso, el ancho mínimo libre de paso debe ser de 120 mm.

Comenzaremos definiendo los peldaños los cuales consisten en dos elementos, la huella y la contrahuella, estas tienen una relación dimensional al aplicar la fórmula:

$$600 \text{ mm} \leq 2a + b \leq 660 \text{ mm} \quad (3.56)$$

Donde:

$$a = \text{contrahuella en mm}$$

$$b = \text{huella en mm}$$

La norma indica que la dimensión mínima de a huella debe ser de 280 mm y la dimensión máxima de la contrahuella debe ser de 180 mm, por lo tanto, se opta por usar unas dimensiones de 300 mm y 180 mm respectivamente.

$$600 \text{ mm} \leq 2 * 180 + 300 \leq 660 \text{ mm}$$

$$600 \text{ mm} \leq 660 \text{ mm} \leq 660 \text{ mm}$$

Ahora tomamos los cálculos para comprobar, la cantidad de escalones que hay que usar. Tenemos que la altura libre tiene un valor de 2.60 m entre pisos.

$$a = 18 \text{ cm}, h_{\text{libre}} = 2.60 \text{ m}$$

$$\#CH = \frac{2.60}{0.18} = 14.44 \cong 15 \text{ (3.57)}$$

Ahora se aproxima la altura de la contrahuella, dado que tenemos un valor máximo de 18 cm y comprobamos el criterio de antes.

$$CH = \frac{h_{\text{libre}}}{\#CH} = \frac{2.60}{15} = 0.17 \text{ m} \cong 17.50 \text{ cm}$$

$$600 \text{ mm} \leq 2 * 175 + 300 \leq 660 \text{ mm}$$

$$600 \text{ mm} \leq 650 \text{ mm} \leq 660 \text{ mm}$$

Considerando estas dimensiones, obtenemos una escalera de 15 escalones de 30 cm de huella y 17.5 cm de contrahuella, se propone un descanso de 90 cm de largo como si fuera 1 escalón más, también para el último escalón debemos tomar en cuenta la diferencia entre la altura de la escalera y la altura libre entre pisos.

$$h_{\text{escalera}} = 15 * 17.5 = 262.50 \text{ cm}$$

$$dif_{\text{alturas}} = 260 - 262.50 = -2.5 \text{ cm}$$

$$h_{\text{ultimo-escalón}} = 17.5 - 2.5 = 15 \text{ cm}$$

En este caso tenemos una escalera de una vivienda que está apoyada en una viga embebida en un muro. En este caso para las cargas se tomarán en cuenta el peso de los acabados y la sobrecarga, se tienen los siguientes valores, las escaleras se diseñan como elementos horizontales, donde se toman como luz libre la proyección horizontal de la misma.

$$W_{\text{acabado}} = 0.1 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}, W_{\text{sobrecarga}} = 0.2 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

También se debe tomar en cuenta que el diseño es parecido al de una loza maciza, primero se comienza con el cálculo del espesor de garganta, que se estima con la siguiente fórmula.

$$t = \frac{L_n}{20} \text{ o } \frac{L_n}{25} \quad (3.58)$$

$$L_n = 0.8 + 2.40 + 0.8 - 0.2 = 3.8 \text{ m}$$

$$t = \frac{3.8}{20} = 0.19 \cong 0.20 \text{ m}$$

Dado que un tramo de escalera es una sección irregular por la huella y la contrahuella, se debe calcular una altura equivalente para obtener una sección uniforme.

$$h_m = h_o + \frac{CH}{2} \quad (3.59)$$

$$\cos\theta = \frac{t}{h_o} \rightarrow h_o = \frac{t}{\cos\theta} \quad (3.60)$$

$$\cos\theta = \frac{H}{\sqrt{CH^2 + H^2}} = \frac{0.175}{\sqrt{0.175^2 + 0.30^2}} = 0.86 \quad (3.61)$$

$$h_o = \frac{0.20}{0.86} = 0.232 \text{ m}$$

$$h_m = 0.232 + \frac{0.175}{2} = 31.90 \text{ cm}$$

Ahora lo siguiente es estimar las cargas muertas y vivas que actúan sobre la escalera, comenzaremos por la del peso propio.

$$CM_{descanso} = ancho * espesor * \gamma_{cocreto} = 1.2 * 0.2 * 2.4 = 0.576 \frac{Ton}{m}$$

$$CM_{inclinado} = ancho * espesor * \gamma_{cocreto} = 1.2 * 0.319 * 2.4 = 0.919 \frac{Ton}{m}$$

En este caso como los tramos de descanso tienen las mismas dimensiones se usa la misma carga para los dos, ahora calcularemos la de los acabados.

$$CM_{descanso} = ancho * peso_{acabado} = 1.2 * 0.40 = 0.05 \frac{Ton}{m}$$

$$CM_{inclinado} = ancho * peso_{acabado} = 1.2 * 0.40 = 0.05 \frac{Ton}{m}$$

Con esto ya tenemos la carga muerta total

$$CM_{descanso} = 0.576 + 0.05 = 0.581 \frac{Ton}{m}$$

$$CM_{inclinado} = 0.919 + 0.05 = 0.924 \frac{Ton}{m}$$

Ahora calculamos la carga viva y con eso la combinación de carga de diseño.

$$CV_{descanso} = ancho * S/C = 1.20 * 0.20 = 0.24 \frac{Ton}{m}$$

$$CV_{inclinado} = ancho * S/C = 1.20 * 0.20 = 0.24 \frac{Ton}{m}$$

$$CU_{descanso} = 1.2 * CM + 1.6 * CV$$

$$CU_{descanso} = 1.2 * 0.581 + 1.6 * 0.24 = 1.08 \frac{Ton}{m}$$

$$CU_{inclinado} = 1.2 * 0.924 + 1.6 * 0.24 = 1.49 \frac{Ton}{m}$$

Con estos datos procedemos a modelar la escalera en un programa estructural, donde nos dará los valores de momentos y cortantes máximos en cada tramo.

Figura 28

Momento en tramo de escalera

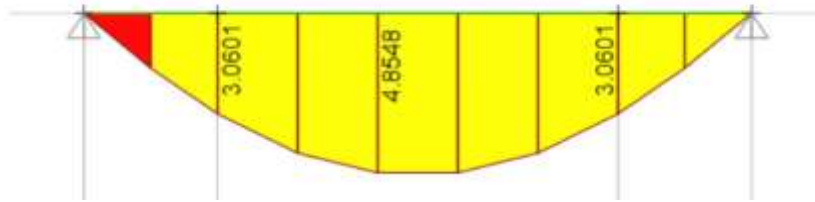


Figura 29

Momento en tramo de escalera



Debemos verificar que el t calculado es el ideal para la escalera, esto se realiza mediante el esfuerzo cortante del concreto.

$$d = 20 - 3 = 17 \text{ cm}$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d \quad (3.62)$$

$$\phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{280} * 120 * 17 = 15.38 \text{ Ton}$$

En este caso tenemos que el cortante dado por el programa nos dio un valor de 4.53 Ton, por lo tanto, confirmamos que si cumple el esfuerzo del concreto. Ahora vamos por el diseño a flexión, en teoría los momentos en los apoyos debe ser 0 aun así se considera un valor para prevenir cualquier momento que se pueda generar, con la fórmula que indica los momentos para apoyos poco rígidos.

$$M(-) = \frac{1}{3} * M_{max} = \frac{1}{3} * 4.85 = 1.62 \text{ Ton} * m$$

Comenzamos calculando el acero mínimo y luego para el acero del descanso.

$$As_{min} = 0.0018 * b * d = 0.0018 * 120 * 17 = 3.67 \text{ cm}^2$$

Calculo para acero positivo.

$$M_{max} = 3.06 \text{ Ton} * m = 3.06 * 10^5 \text{ kg} * cm$$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * Mu}{0.9 * 0.85 * b * f'c}}$$

$$a = 17 - \sqrt{17^2 - \frac{2 * 3.06 * 10^5}{0.9 * 0.85 * 120 * 280}} = 0.715 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.9 * fy * \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{3.06 * 10^5}{0.9 * 4200 * \left(17 - \frac{0.715}{2}\right)} = 4.86 \text{ cm}^2$$

Usamos varillas de 12 mm $A = 1.13 \text{ cm}^2$.

$$Cantidad \rightarrow n = \frac{As}{A_{12}} = \frac{4.86}{1.13} = 4.30 \cong 5$$

$$s = \frac{120}{5} = 24 \text{ cm}$$

Entonces tenemos que para los descansos cumple con varillas de 12 mm cada 20 cm, realizamos el mismo proceso para el acero negativo.

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * Mu}{0.9 * 0.85 * b * f'c}}$$

$$a = 17 - \sqrt{17^2 - \frac{2 * 1.62 * 10^5}{0.9 * 0.85 * 120 * 280}} = 0.375 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{Mu}{0.9 * fy * \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{1.62 * 10^5}{0.9 * 4200 * \left(17 - \frac{0.375}{2}\right)} = 2.55 \text{ cm}^2$$

En este caso tenemos que el acero requerido es menor que el acero mínimo por lo tanto se usa ese. Escogemos varillas de 12 mm $A = 1.13 \text{ cm}^2$.

$$n = \frac{A_s}{A_{12}} = \frac{3.67}{1.13} = 3.25 \cong 4$$

$$s = \frac{120}{4} = 30 \text{ cm}$$

Se satisface con una varilla de 12 mm cada 30 cm, ahora se calculará para el tramo inclinado de la escalera.

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * Mu}{0.9 * 0.85 * b * f'c}}$$

$$a = 17 - \sqrt{17^2 - \frac{2 * 4.85 * 10^5}{0.9 * 0.85 * 120 * 280}} = 1.149 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{Mu}{0.9 * fy * \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{4.85 * 10^5}{0.9 * 4200 * \left(17 - \frac{1.149}{2}\right)} = 7.81 \text{ cm}^2$$

Escogemos varillas de 12 mm $A = 1.13 \text{ cm}^2$.

$$n = \frac{A_s}{A_{12}} = \frac{7.81}{1.13} = 6.91 \cong 7$$

$$s = \frac{120}{7} = 17.14 \text{ cm}$$

Obtenemos que este tramo requiere una varilla de 12 cm cada 15 cm, por lo tanto, usaremos este armado para los tramos de descanso para tener uniformidad y sea más fácil al momento de construir, finalmente calculamos el acero por temperatura, este acero se colocará en 2 capas, por lo tanto, la cuantía para cada una es:

$$\rho_{temperatura} = \frac{0.0018}{2} = 0.0009$$

$$A_{S_{temperatura}} = 0.0009 * 100 * 17 = 1.53 \text{ cm}^2$$

Usamos varillas de 10 mm $A = 0.785 \text{ cm}^2$.

$$n = \frac{1.53}{0.785} = 1.949$$

$$s = \frac{100}{2} = 50 \text{ cm}$$

Esta separación es muy alta por lo que se bajará a 30 cm por temas de ductilidad, por lo que colocamos una varilla de 10 mm cada 30 cm.

3.2.9. Diseño de perfilería metálica para cubierta

Como se mencionó anteriormente se hará uso de una cubierta ligera, solo se ubicará losa nervada en los sitios donde se ubicarán los equipos de acondicionamiento y reservas de agua, por lo que se necesitará escoger un perfil metálico que sirva de apoyo para la cubierta doble que se desea ubicar. Usamos las cargas de cubierta.

$$CM_{cub} = 25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}, CL_{cub} = 70 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

La luz libre es de 4 metro, con esto podemos estimar su ancho de influencia. También determinamos la carga última, usamos un acero A36 con esfuerzo 36 ksi = 2520 kg/cm².

$$CU_{cub} = 1.2 * CM_{cub} + 1.6 * CV_{cub} = 142 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$a_{inf} = \frac{4}{3} = 1.33 \text{ m}$$

$$Cu_{cub} = CU_{cub} * a_{inf} = 189.33 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$M_{max} = \frac{CU_{cub} * l_n^2}{8} = 378.67 \text{ kg} - \text{m}$$

$$S = \frac{M_{max}}{\frac{Esf}{1.66}} = 24.94 \text{ cm}^3 \text{ (3.63)}$$

Se escoge una correa C34.

Capítulo 4

4.1. Objetivos

Identificar los componentes del medio físico, biótico y socioeconómico susceptibles de ser afectados por el proyecto. Evaluar la magnitud, durabilidad, extensión y reversibilidad de los impactos generados en las fases de construcción y operación. Establecer medidas de prevención, mitigación y manejo ambiental basadas en criterios técnicos y normativos. Proveer un instrumento de planificación ambiental que facilite la toma de decisiones responsables y la sostenibilidad del proyecto.

4.2. Descripción del Proyecto

El proyecto consiste en la construcción de un edificio multifamiliar de cuatro plantas destinado al alquiler de departamentos, ubicado en el cantón Playas, provincia del Guayas. El diseño contempla una estructura de hormigón armado, seleccionada por su resistencia y durabilidad en ambientes marinos. El área del proyecto presenta características urbanas, con infraestructura existente y acceso a servicios básicos.

El terreno muestra suelos arcillosos clasificados como CL, con un contenido de finos cercano al 63%. Además, la zona se encuentra a una altitud aproximada de 2 m.s.n.m., lo que implica susceptibilidad a niveles freáticos elevados y necesidad de un sistema de drenaje eficiente. El clima predominante es cálido y húmedo, con alta incidencia de brisas marinas y salinidad ambiental, lo cual influye directamente en el proceso constructivo, especialmente en cuestiones relacionadas con corrosión y durabilidad estructural.

4.3. Línea Base Ambiental

La línea base ambiental describe las condiciones actuales del entorno donde se desarrollará el proyecto¹¹. Esta información permite determinar el estado previo de los componentes ambientales y sirve como referencia para evaluar los impactos.

4.3.1. Medio Físico

- **Clima:** De tipo cálido ecuatorial, con temperaturas promedio de 24–28°C y humedad elevada durante todo el año¹³. La influencia marina provoca una constante presencia de salinidad en el aire.
- **Suelo:** La clasificación SUCS es CL, lo cual implica riesgo de asentamientos si no se aplican procesos de compactación adecuados.
- **Hidrología:** El terreno se encuentra en una zona llana cercana al nivel del mar, con riesgo de acumulación de agua en épocas lluviosas.

4.3.2. Medio Biótico

- **Flora:** Vegetación ornamental dispersa característica de zonas urbanas costeras.
- **Fauna:** Principalmente aves urbanas como gorriones y palomas; presencia ocasional de especies adaptadas al ecosistema costero.

4.3.3. Medio Socioeconómico

Zona residencial con servicios básicos y comercios locales. La demanda de vivienda es alta debido al turismo estacional¹⁹. El proyecto generará empleo temporal y contribuirá a la economía local mediante la oferta de unidades habitacionales.

4.4. Actividades del Proyecto

El proyecto contempla las siguientes actividades, organizadas por fase:

Fase De Construcción

- Excavación para cimentaciones.
- Colado de hormigón.
- Instalación de redes sanitarias, eléctricas e hidráulicas.
- Transporte y almacenamiento de materiales.
- Gestión de residuos de construcción.

Fase De Operación

- Uso y ocupación del edificio por parte de los residentes.
- Limpieza, desbroce y nivelación del terreno.
- Mantenimiento preventivo y correctivo de la estructura.

4.5. Identificación de Impactos Ambientales

La identificación de impactos se realiza relacionando cada actividad del proyecto con los elementos del ambiente susceptibles de afectarse.

Formato de valoración:

- Magnitud (M): -10 impacto negativo / +10 impacto positivo.
- Importancia (I): 1 (baja) – 10 (alta).
- Los valores se expresan como M / I.

Tabla 36

Matriz de Leopold – Proyecto Edificio Multifamiliar

Actividad / Componente	Suelo	Agua / Drenaje	Aire	Ruido	Flora	Fauna	Paisaje	Socio económico
Limpieza y nivelación del terreno	-6 / 6	-5 / 6	-5 / 5	-3 / 4	-2 / 2	-2 / 2	-4 / 5	+4 / 5

Excavación y cimentación	-8 / 8	-7 / 8	-4 / 5	-5 / 6	-2 / 2	-2 / 2	-5 / 6	+5 / 6
Hormigonado y estructura	-5 / 5	-4 / 5	-4 / 4	-4 / 5	-1 / 1	-1 / 1	-4 / 5	+6 / 7
Transporte de materiales	-4 / 5	-2 / 3	-5 / 5	-5 / 5	-1 / 1	-1 / 1	-4 / 4	+5 / 5
Instalación de redes	-4 / 4	-5 / 5	-2 / 2	-2 / 2	-1 / 1	-1 / 1	-2 / 3	+4 / 4
Operación del edificio	-1 / 2	-3 / 4	-1 / 2	-2 / 3	-1 / 1	-1 / 1	-3 / 4	+8 / 9

4.6. Valoración de Impactos Ambientales

- Impactos temporales de magnitud media durante la construcción, como ruido y generación de polvo.
- Impactos permanentes como los relacionados con el suelo, especialmente los asentamientos diferenciales.
- Impactos reversibles asociados al manejo adecuado de residuos.
- Impactos de importancia alta en relación con la corrosión estructural si no se aplican medidas adecuadas en zonas costeras.

4.7. Medidas de Prevención y Mitigación

Control de excavaciones y cimentación: Previo al inicio de obra, se realizará una planificación detallada de las excavaciones considerando la clasificación del suelo CL y su alta plasticidad³⁹.

Las excavaciones se ejecutarán por etapas, evitando dejar taludes expuestos por periodos prolongados, con el fin de prevenir deslizamientos, reblandecimiento del suelo y pérdida de capacidad portante.

Protección del suelo expuesto: Durante la fase de construcción, el suelo expuesto será cubierto temporalmente con lonas o geotextiles en sectores no intervenidos de forma inmediata, reduciendo la erosión superficial.

Control de aguas contaminadas: Se prohíbe la descarga directa de aguas con restos de cemento, pintura o aceites al suelo o alcantarillado⁴². Se habilitará un área específica para lavado de herramientas con sedimentación previa, evitando la contaminación del medio hídrico.

Programación de actividades ruidosas: Las actividades que generen altos niveles de ruido (corte, demolición puntual, uso de vibradores) se ejecutarán exclusivamente en horarios diurnos permitidos, minimizando molestias a la población vecina.

Clasificación de residuos en obra: Los residuos serán separados en origen (escombros, madera, metal, plásticos y residuos peligrosos), almacenados temporalmente en áreas delimitadas y entregados a gestores autorizados, evitando contaminación del suelo y acumulación inadecuada.

Aplicación de recubrimientos protectores: Elementos expuestos como barandas, anclajes y fachadas recibirán tratamientos anticorrosivos específicos para zonas costeras, minimizando deterioro y futuras intervenciones correctivas.

Implementación de jardín vertical en fachada del edificio: Como medida de mitigación paisajística y ambiental, se propone la instalación de un jardín vertical en una de las fachadas más expuestas del edificio, utilizando especies vegetales adaptadas al clima costero.

4.8. Conclusiones

El desarrollo del edificio multifamiliar de cuatro pisos en el cantón Playas se emplaza en un entorno urbano costero cuyas condiciones ambientales, especialmente la presencia de suelos

arcillosos y un nivel freático elevado, influyen de manera directa en la identificación y valoración de los impactos ambientales del proyecto.

La aplicación de la matriz causa–efecto de Leopold permitió identificar que los impactos ambientales de mayor magnitud e importancia se concentran principalmente en la fase de construcción, particularmente sobre los componentes suelo y drenaje, debido a las actividades de excavación y cimentación.

Los impactos asociados a la calidad del aire y al ruido presentan un carácter temporal, local y reversible, siendo considerados de importancia media, siempre que se apliquen de manera adecuada las medidas de prevención y mitigación propuestas⁵⁰. La incorporación de estrategias de sostenibilidad, como la implementación de un jardín vertical en la fachada del edificio, contribuye de manera positiva a la mitigación del impacto paisajístico, mejora la calidad ambiental del entorno y fortalece el enfoque sostenible del proyecto.

Capítulo 5

5.1. Presupuesto

5.1.1. Estructura Desglosada de Trabajo

El esquema de la metodología que se aplicará para resolver el problema nos ayudó a dividir el proyecto en fases ordenadas y de manera visualmente agradable para entender el orden que se llevó a cabo durante el proyecto.

Figura 30

Diagrama de metodología de trabajo



En las secciones anteriores se definieron las 3 primeras fases en esta parte se detallará la última.

5.1.2. Especificaciones técnicas

Son las normas, códigos, reglamentos, cantidades, dimensiones, equipos y maquinarias destinados a la construcción aplicados a todos los elementos contemplados en los diseños

Son las normas, códigos, reglamentos, cantidades, dimensiones, equipos y maquinarias destinados a la construcción aplicados a todos los elementos contemplados en los diseños

1.1 Área de almacenamiento temporal de desechos

Instalación y operación de área destinada a almacenar temporalmente los desechos generados al ejecutarse la obra.

Materiales mínimos:

- Arena
- Clavos
- Cemento
- Alambre galvanizado
- Plancha de zinc
- Agua

Equipo mínimo:

- Andamio

Mano de obra:

- Albañil
- Inspector de obra
- Peón

Transporte:

- No aplica

Este rubro se cobra por unidad.

1.2 Batería sanitaria portátil (Unidad x mes)

Instalación de baños químicos para uso del personal de obra, conforme al PMA.

Materiales mínimos:

- Batería sanitaria portátil (alquiler 1 unidad) incluye instalación y desinstalación

Equipo mínimo:

- No aplica

Mano de obra:

- Peón

Transporte:

- No aplica

1.3 Charlas de capacitación al personal

Ejecución de sesiones de capacitación teórica y práctica sobre gestión ambiental y prevención de riesgos, dirigidas al personal operativo y técnico del proyecto.

Materiales mínimos:

- No aplica

Equipo mínimo:

- No aplica

Mano de obra:

- Técnico en obras civiles (Est.Oc.C2)

Transporte:

- No aplica

1.4 Protección para trabajadores

Entrega y uso de los elementos de protección personal, para protección de los trabajadores en obra con el fin de prevenir accidentes laborales.

Materiales mínimos:

- Casco
- chaleco
- Mascarilla desechable
- Botín punta de acero
- Gafas de seguridad
- Tapón auditivo
- Camiseta identificada cuello redondo

Equipo mínimo:

- No aplica

Mano de obra:

- No aplica

Transporte:

- No aplica

1.5 Monitoreo y medición de ruido ambiental

El ruido es todo sonido indeseable percibido por el receptor y que al igual que las vibraciones, si no se implementan las medidas de prevención y control adecuadas, pueden generar importantes repercusiones negativas en la salud de los obreros y operarios de las fuentes generadoras de éste.

El control y corrección del ruido y/o vibraciones puede requerir del Contratista la ejecución de alguna de las siguientes acciones:

- Reducir la causa, mediante la utilización de silenciadores de escape, para el caso de vehículos, maquinaria o equipo pesado y de amortiguadores para mitigar las vibraciones.
- Aislamiento de la fuente emisora mediante la instalación de locales cerrados y de talleres de mantenimiento de maquinaria revestidos con material absorbente de sonido.
- Control y eliminación de señales audibles innecesarias tales como sirenas y pitos.
- Absorción o atenuación del ruido entre la fuente emisora y el receptor mediante barreras o pantallas.

1.6 Monitoreo y medición de material particulado

Evaluación periódica de la concentración de material particulado en suspensión (PM10 o similar), generado por actividades de movimiento de tierra, tránsito y demolición en obra. Este control es obligatorio dentro del cumplimiento del PMA y normativas ambientales.

Materiales mínimos:

- No aplica

Equipo mínimo:

- Equipos de medición ambientales de Laboratorio Ambiental Acreditado por el

SAE

- Material particulado

Mano de obra:

- Laboratorista
- Peón

Transporte:

- No aplica

1.7 Limpieza y desbroce del terreno

Consiste en la limpieza del área destinada al proyecto, incluye el desbroce y retiro de vegetación, maleza, arbusto, basura, entre otras cosas, con el fin de dejar el terreno en condiciones adecuadas para el replanteo y movimiento de tierras.

Equipo mínimo:

Machetes, palas y picos

Desbrozadora o moto guadaña

Carretillas

Camión volquete (para retiro de material)

Herramientas menores (rastrillos, hachas, barras)

Mano de obra mínima:

Maestro de obra

Peones de obra

Materiales mínimos:

Combustibles y lubricante para equipos

Bolsas para recolección

Rubros o trabajos previos:

- No aplica

2.1 Trazado y replanteo

Consiste en el marcado y replanteo de ejes, niveles y alineaciones de la obra en el terreno, para garantizar la correcta ubicación de cimentaciones, estructuras y elementos arquitectónicos según planos de diseño.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% de M.O:
- Estación Total.

Mano de obra mínima:

- Cadenero EO. D2
- Topógrafo EO. C1

Materiales mínimos:

- Cal
- Estacas

Ensayos de laboratorio – Certificaciones

- No aplica

Rubros o trabajos previos:

- Revisión de planos aprobados
- Limpieza del terreno y autorización del responsable de obra.

Se medirá por metro cuadrado (m²) de área replanteada, incluyendo materiales, herramientas, mano de obra y transporte.

2.2 Excavación manual H=0 a 2 m

Consiste en la remoción de tierra utilizando maquinaria especializada para preparar zanjas, cimientos o explanadas, según los planos de construcción.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% M.O.
- Excavadora de oruga

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles EO. C1
- Peón EO. E2
- Op. Retroexcavadora EO. C1. G1
- Ayudante de plomero EO. E2
- Materiales mínimos:
- No aplica

Ensayos de laboratorio – Certificaciones

- No aplica

Rubros o trabajos previos:

- Verificación de límites de excavación
- Liberación de servicios existentes
- Seguridad industrial.

Por metro cúbico (m³) de tierra excavada y aprobada, incluyendo transporte, maquinaria y mano de obra

2.3 Desalojo de material excavado

Este trabajo consiste en el acarreo y disposición del material producto de excavaciones, demoliciones o limpiezas hacia los sitios de depósito aprobados por fiscalización, cumpliendo

con las normas de transporte, seguridad y medio ambiente. El objetivo es mantener la obra libre de escombros, garantizando el tránsito seguro y la adecuada gestión de residuos.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% M.O.
- Cargadora Frontal
- Volqueta

Mano de obra mínima:

- Peón EO.E2
- Op. Cargadora frontal (sobre ruedas u orugas) EO.C1. G1
- Chofer Volquetas EO.C.

Materiales mínimos:

- No aplica

Ensayos de laboratorio – Certificaciones

- No aplica Rubros o trabajos previos:
- Identificación de sitios de depósito aprobados.
- Revisión de rutas de transporte.
- Verificación de permisos de circulación según normativa.

El material será cargado, transportado y descargado sin causar daños al entorno ni dispersión de residuos. Se evitará sobrecargar los vehículos. Las rutas deberán mantenerse limpias. Se cumplirán las normas de tránsito y seguridad vigentes y se cobra por m³,

2.4 Relleno compactado manual con material del sitio

Consiste en el suministro, transporte e instalación de material granular importado, compactado en capas para alcanzar la densidad requerida en bases de obra o subrasantes.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% M.O.
- Mini cargadora
- Compactador manual (rodillo doble tambor)

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles EO. C1
- Peón EO. E2
- Op. Cargadora frontal (sobre ruedas u orugas) EO. C1. G1
- Op. Equipo liviano EO. D2

Materiales mínimos:

- Material de mejoramiento
- Agua

Ensayos de laboratorio – Certificaciones

- No aplica

Rubros o trabajos previos:

- No aplica

Por metro cúbico (m³) compactado e incluido transporte del material.

3.1 Hormigón premezclado clase “A” ($f'c=280$ kg/cm²) (Inc. Encofrado, inc. Aditivos

Suministro, colocación, vibrado y curado de hormigón premezclado con resistencia a la compresión $f^c=280 \text{ kg/cm}^2$, con aditivo impermeabilizante integral, para estructuras enterradas como muros de cisterna.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5%MO
- Vibrador
- Encofrado metálico (incluye plancha, puntales mayores a 3.50)

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Albañil
- Peón
- Encofrador o carpintero de ribera

Materiales mínimos:

- Hormigón premezclado $f^c=280 \text{ kg/cm}^2$
- Impermeabilizante integral para hormigón
- Curador para hormigón y mortero

Transporte mínimo:

- No aplica

Este rubro se cobra por m³.

3.2 Replanteo hormigón simple $f^c=140 \text{ kg/cm}^2$

Este rubro contempla el suministro y colocación de hormigón premezclado con resistencia característica a la compresión de $f^c = 140 \text{ kg/cm}^2$, utilizado en elementos estructurales o de soporte según planos de obra.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5%MO
- Vibrador

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Peón
- Albañil

Materiales mínimos:

- Hormigón premezclado $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$
- Fibra de Polipropileno

Transporte mínimo:

- No aplica

Este rubro se cobra por m³.

3.3 Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ (Con alambre galvanizado N°18)

Incluye el suministro, corte, figurado y colocación de acero de refuerzo en barras con resistencia $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, conforme a planos estructurales del proyecto.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5%MO
- Cortadora de hierro
- Dobladora

Mano de obra mínima:

- Fierro 165
- Maestro mayor en ejecución de obras civiles

- Peón

Materiales mínimos:

- Acero de refuerzo en barras $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
- Alambre de amarre negro #18

Transporte mínimo:

- No aplica

Este rubro se cobra por kg.

3.4 Estructura de acero (Perfilería A36). Inc. Anticorrosivo

Indica la colocación, suministro, transporte y montaje y protección anticorrosiva de la estructura metálica conformada por perfiles de acero estructural ASTM A36 conforme a los planos estructurales.

Equipo mínimo:

- Máquina de soldar eléctrica
- Máquina de soldar eléctrica
- Equipo de oxicorte o plasma

Mano de obra mínima:

- Maestro soldador
- Soldador calificado
- Maestro mayor en ejecución de obras civiles

Materiales mínimos:

- Perfiles estructurales de acero ASTM A36
- Planchas y platinas A36
- Electrodo de soldadura (E6013 o E7018)

- Pernos, tuercas y arandelas estructurales (ASTM A325 / A307)
- Imprimante anticorrosivo (epóxico o alquídico)
- Pintura de acabado según ambiente

Transporte mínimo:

- No aplica

Este rubro se cobra por kg.

4.1 Mampostería bloque alivianado 39x19x9 cm

Consiste en la construcción de mamposterías interiores y exteriores compuestas por bloques huecos livianos de hormigón.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor
- Andamio.

Materiales mínimos:

- Bloque liviano Hueco de hormigón medidas 9x19x39 cm
- Mortero para pegar bloques de compresión moderada (saco 40 kg)
- Agua.

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Albañil
- Peón.

Transporte mínimo:

- No aplica

Este rubro se cobra por m².

4.2 Enlucido vertical interior

Rubro que contempla el revestimiento continuo de paredes o externas mediante mortero predosificado con aditivos, con el objetivo de nivelar y proteger superficies.

Materiales mínimos:

- Agua
- Mortero para Enlucidos

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO
- Andamio metálico

Mano de obra:

- Albañil
- Peón
- Maestro mayor en ejecución de obras civiles

Transporte:

- No aplica

Este rubro se cobra por m².

4.3 Enlucido vertical exterior

Rubro que contempla el revestimiento continuo de paredes externas mediante mortero predosificado con aditivos, con el objetivo de nivelar y proteger superficies.

Materiales mínimos:

- Agua
- Mortero para Enlucidos

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO
- Andamio metálico

Mano de obra:

- Albañil
- Peón
- Maestro mayor en ejecución de obras civiles

Transporte:

- No aplica

Este rubro se cobra por m².

5.1 Sobrepiso: Terrazo mármol 50X50 pulido

Para el revestimiento de suelos (pisos) se utilizará terrazo. Este producto de tipo cerámico es fabricado a partir de una combinación de granos de mármol, vidrio, cuarzos y otros materiales. El resultado es una pieza compacta y pulida, que tiene una gran resistencia al desgaste y que absorbe una cantidad muy baja de agua, por lo que ofrece una gran resistencia al paso del tiempo.

Materiales:

- Terrazo pulido, mortero adhesivo.

Equipo mínimo:

- Herramienta manual, cortadora.

Procedimiento de trabajo:

- Para su instalación el área deberá estar nivelada, limpio y libre de rebabas u otras impregnaciones tales como salpicaduras de mortero, empaste, etc. y seca. Se

utilizará pegamento propio para el material asegurándose de cumplir las recomendaciones del fabricante.

Ensayos de Laboratorio:

- No aplica

Mano de obra:

- Maestro mayor de Obra – Est. Ocp. C1
- Albañil – Est. Ocp. D2
- Peón – Est. Ocup. E2

Se pagará por metro cuadrado. Todos los gastos que el contratista tenga que hacer en cumplimiento del rubro, se pagarán al precio contractual para el rubro designado y que conste en el contrato.

5.2 Rastrera de porcelanato H=0.09 m

Instalación de barredera de porcelanato interior de 10 cm de alto como remate en encuentros de muro-piso. Su objetivo es proteger la base de los muros contra golpes, humedad y suciedad.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO
- Amoladora Mano de obra mínima:
- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Albañil 170
- Peón

Materiales mínimos:

- Porcelanato tipo 2 60x60
- Mortero adhesivo con polímeros tixotrópico
- Porcelana 2 kg
- Copa cónica para porcelanato
- Disco de corte diamantado
- Separadores
- Agua

Transporte mínimo:

- No aplica

Este rubro se cobra por metro lineal.

6.1 Puerta de madera 0.80 m H=2.10 m

Este rubro contempla la instalación por puerta de una cerradura metálica de manija acabado negro con cuatro bisagras omega tipo mariposa.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Carpintero
- Ayudante de carpintero

Materiales mínimos:

- Puerta melamínico RH e=36mm. Inc. Bordo Duro 2mm y perforación para cerradura.
- Medidas: 0.70x2.10 m; 0.90x2.10 m

- Manija metálica color negro; Inc. Llaves.
- Bisagras metálicas omega (mariposa) 3"x1,8 mm color acero inox o negro.
- Marco melamínico RH e=15mm. Inc. Bordo duro.
- Tapamarco melamínico RH e=15mm Inc. Bordo duro.

Transporte mínimo:

NA

6.2 Puerta de madera 0.90 m H=2.10 m

6.3 Estructura de vidrio (ventanas)

Incluye el suministro, fabricación e instalación de estructuras de vidrio de seguridad laminado o templado, según planos arquitectónicos. Estas estructuras se emplean como fachadas ligeras, ventanales, puertas o divisiones internas en zonas habitacionales e institucionales.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Instalador de revestimiento en general
- Peón Materiales mínimos:
- Aluminio 1.2mm y vidrio 4+4 laminado

Transporte mínimo:

- No aplica

Este rubro se cobra en m2.

6.4 Pasamanos de acero inoxidable

Serán los elementos metálicos utilizados como protecciones en escaleras, muros, pasillos o en sitios donde se necesite protección, de acuerdo con los planos, detalles del proyecto y a las indicaciones del Fiscalizador.

Materiales mínimos:

- Tubo acero inoxidable, accesorios en acero inoxidable, soldadura.

Equipo requerido:

- Herramienta manual, soldadora.

Procedimiento de trabajo:

- Las piezas de acero inoxidable serán en acabado semi-mate, debiendo presentar uniones limpias y cordones de soldadura regulares o pulidos según muestras que apruebe la fiscalización. Serán rechazadas piezas de acero inoxidable que hayan perdido su condición por exceso de temperatura en el proceso de soldado.

La unidad de medida para fines de control y liquidación será en metros lineales (ml) y se calculará en base al desarrollo lineal de los mismos.

7.1 Pintura interior latex vinyl acrílico

Consiste en la aplicación de pintura látex sobre superficies interiores previamente empastadas o enlucidas, con el objetivo de brindar protección, limpieza y acabado estético en espacios institucionales de alta ocupación.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO
- Andamio metálico

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles

- Peón
- Pintor

Materiales mínimos:

- Pintura de caucho interiores
- Agua

Transporte mínimo:

- No aplica

Este rubro se cobra en m2.

7.2 Pintura exterior latex vinyl acrílico

Consiste en la aplicación de pintura látex sobre superficies exteriores previamente empastadas o enlucidas, con el objetivo de brindar protección, limpieza y acabado estético en espacios institucionales de alta ocupación.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO
- Andamio metálico

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Peón
- Pintor

Materiales mínimos:

- Pintura de caucho interiores
- Agua

Transporte mínimo:

- No aplica

Este rubro se cobra en m2.

7.3 Sellado para paredes interiores y exteriores

Comprende la ejecución de sellado con masilla elástica sobre juntas de paredes interiores y exteriores, con el objetivo de mejorar la impermeabilidad y el comportamiento ante movimientos estructurales leves, además de proporcionar un acabado continuo previo a la pintura.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO
- Andamio metálico

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Peón
- Pintor

Materiales mínimos:

- Sellador acrílico

Transporte mínimo:

- No aplica

Este rubro se cobra en m2.

7.4 Tumbado tipo gypsum con perfilería metálica

Corresponde a la ejecución de tumbado suspendido tipo Gypsum, el cual incluye el suministro y montaje de perfilería metálica galvanizada tipo canaleta y omega, así como la instalación de planchas de yeso (gypsum board) sobre dicha estructura.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Peón
- Instalador de revestimiento en general

Materiales mínimos:

- Perfiles cielo raso L-12
- Plancha yeso Gypsum e=12cm
- Gancho J 140mm
- Tornillo aleta 3.5x31mm

Transporte mínimo:

- No aplica

Este rubro se cobra también en m2.

7.5Cubierta doble

Corresponde a la colocación de la cubierta doble encima de la perfilería metálica.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO
- Andamios o plataformas

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Peón
- Instalador de revestimiento en general

Materiales mínimos:

- Perfiles cielo raso L-12
- Plancha yeso Gypsum e=12cm
- Gancho J 140mm
- Tornillo aleta 3.5x31mm

Transporte mínimo:

- No aplica

Este rubro se cobra también en m2.

5.1.3. Rubros y análisis de precios unitarios

Para el cálculo de precios unitario o APU, se debe separar el costo directo en diferentes clases como lo son los equipos, la mano de obra, los materiales y el transporte. Para definir los precios de cada clase se hizo uso de la tabla de sueldos elaborada por la Cámara de la Industria de la Construcción. De esta manera se pudo definir los APUS de cada rubro como el de la cubierta doble, que usaremos de ejemplo, el resto de los rubros se encuentra en la zona de anexos.

Figura 31

Apus cubierta doble

Rubro: CUBIERTA DOBLE		Unidad: M2			
Detalle:					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO	11.47	0.000	0.05000	0.57
SUBTOTAL M					0.57
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
PEON	2.00	4.05	8.100	0.55000	4.46
INSTALADOR DE REVESTIMIENTO EN GENERAL	2.00	4.10	8.200	0.55000	4.51
MAESTRO MAYOR EN EJECUCION DE OBRAS CIVILES	1.00	4.55	4.550	0.55000	2.50
SUBTOTAL N					11.47
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
CUBIERTA DOBLE: PANEL SUPERIOR COLOR E=0.60 MM + POLIURETANO E=40 MM + PANEL INFERIOR COLOR E=0.40 MM	M2	1.05	36.70	38.54	
PERNO B LARGO 4"	PAQUETE	0.05	6.10	0.31	
PERNO SUSTITUTO A	PAQUETE	0.03	4.10	0.10	
REMATES ALERO, TAPA DE ALERO, CULATA, POSTERIOR	U	0.13	6.50	0.85	
SUBTOTAL O					39.80
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
					0.00
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					51.84
INDIRECTOS				7.00%	3.63
UTILIDAD				0.10	5.18
COSTO TOTAL DEL RUBRO					60.65
VALOR OFERTADO					60.65

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

RUBROS			
1.	AMBIENTAL	UNIDAD	PRECIO
1.1	AREA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE DESECHOS	U	185.89
1.2	BATERIA SANITARIA PORTATIL (UNIDAD X MES)	U	264
1.3	CHARLAS DE CAPACITACION AL PERSONAL	U	114.61
1.4	PROTECCION PARA TRABAJADORES	U	93
1.5	MONITOREO Y MEDICION DE RUIDO AMBIENTAL	U	53.46
1.6	MONITOREO Y MEDICION DE MATERIAL PARTICULADO	U	851.04
1.7	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO	M3	1.33
2.	MOVIMIENTO DE TIERRA	UNIDAD	PRECIO
2.1	TRAZADO Y REPLANTEO	M2	1.16
2.2	EXCAVACION MANUAL H=0 A 2 M	M3	8.83
2.3	DESALOJO DE MATERIAL EXCAVADO	M3/KM	4.94
2.4	RELLENO COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL DEL SITIO	M3	3.38
3.	ESTRUCTURAL		
3.1	HORMIGON PREMEZCLADO CLASE "A" (F' C=280 KG/CM2) (INC. ENCOFRADO, INC ADITIVOS)	M3	308.35
3.2	REPLANTILLO HORMIGON SIMPLE F' C=140 KG/M2	M3	128.3
3.3	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 (CON ALAMBRE GALVANIZADO N°18)	KG	1.97
3.4	ESTRUCTURA DE ACERO (PERFILERIA A36). INCL. ANTICORROSIVO	KG	5.32
4.	ALBAÑILERIA		
4.1	MAMPOSTERIA BLOQUE ALIVIANADO 39X19X9 CM	M2	12.73
4.2	ENLUCIDO VERTICAL INTERIOR	M2	18.52
4.3	ENLUCIDO VERTICAL EXTERIOR	M2	18.48
5.	PISO Y SOBREPISO		
5.1	SOBREPISO: TERRAZO MÁRMOL 50X50 PULIDO	M2	27.12
5.2	RASTRERA DE PORCELANATO H=0.09 M	M	3.71
6.	VENTANAS Y PUERTAS		
6.1	PUERTA DE MADERA 0.80 M H=2.10 M	U	259.04
6.2	PUERTA DE MADERA 0.90 M H=2.10 M	U	268.7
6.3	ESTRUCTURAS DE VIDRIO (VENTANAS)	M2	298.7
6.4	PASAMANOS DE ACERO INOXIDABLE	M	34.3
7.	ACABADOS		
7.1	PINTURA INTERIOR LATEX VINYL ACRILICO	M2	4.73
7.2	PINTURA EXXTERIOR LATEX VINYL ACRILICO	M2	6.06
7.3	SELLADO PARA PAREDES INTERIORES Y EXTERIORES	M2	4.78
7.4	TUMBADO TIPO GYMSUM CON PERFILERIA METALICA	M2	18.06
7.5	CUBIERTA DOBLE	M2	60.65

5.1.4. Cantidades de obra

Se sacaron las cantidades con ayuda del programa Revit.

Figura 32

Presupuesto del proyecto

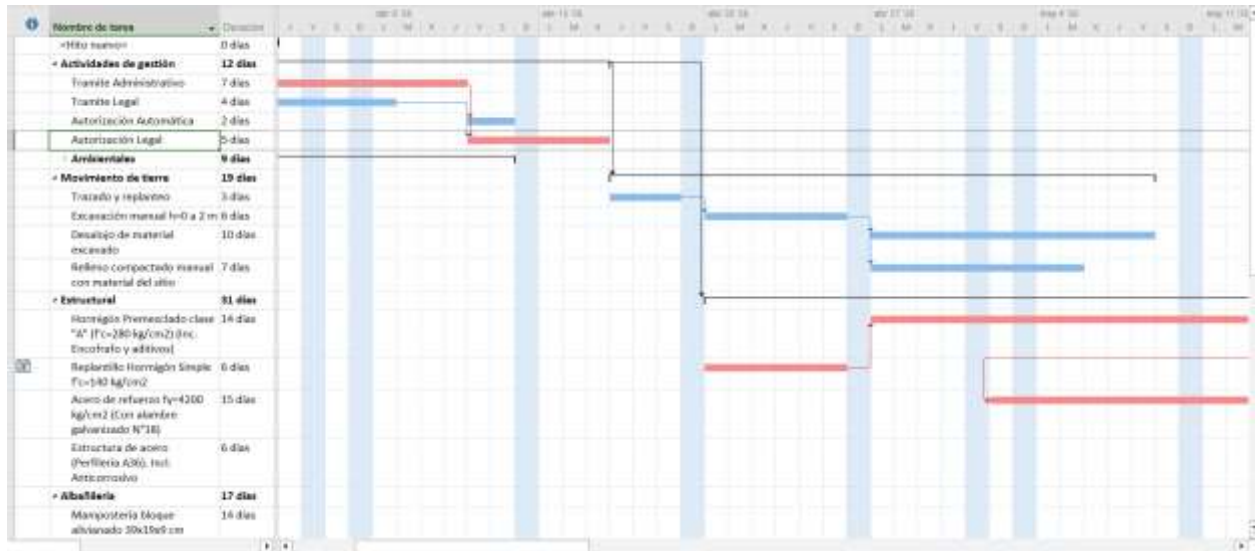
RUBROS					
1.	AMBIENTAL	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
1.1	AREA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE DESECHOS	U	\$ 185.89	1.00	\$ 185.89
1.2	BATERIA SANITARIA PORTATIL (UNIDAD X MES)	U	\$ 264.00	1.00	\$ 264.00
1.3	CHARLAS DE CAPACITACION AL PERSONAL	U	\$ 114.61	2.00	\$ 229.22
1.4	PROTECCION PARA TRABAJADORES	U	\$ 93.00	4.00	\$ 372.00
1.5	MONITOREO Y MEDICION DE RUIDO AMBIENTAL	U	\$ 53.46	2.00	\$ 106.92
1.6	MONITOREO Y MEDICION DE MATERIAL PARTICULADO	U	\$ 851.04	2.00	\$ 1,702.08
1.7	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO	M3	\$ 1.33	1.00	\$ 1.33
2.	MOVIMIENTO DE TIERRA				
2.1	TRAZADO Y REPLANTEO	M2	\$ 1.16	200.00	\$ 232.00
2.2	EXCAVACION MANUAL H=0 A 2 M	M3	\$ 8.83	112.00	\$ 988.96
2.3	DESALOJO DE MATERIAL EXCAVADO	M3/KM	\$ 4.94	112.00	\$ 553.28
2.4	RELLENO COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL DEL SITIO	M3	\$ 3.38	96.00	\$ 324.48
3.	ESTRUCTURAL				
3.1	HORMIGON PREMEZCLADO CLASE "A" (F'C=280 KG/CM2) (INC. ENCOFRADO, INC ADITIVOS)	M3	\$ 308.35	142.30	\$ 43,878.21
3.2	REPLANTILLO HORMIGON SIMPLE F'C=140 KG/M2	M3	\$ 128.30	9.60	\$ 1,231.68
3.3	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 (CON ALAMBRE GALVANIZADO N°18)	KG	\$ 1.97	10281.54	\$ 20,254.63
3.4	ESTRUCTURA DE ACERO (PERFILERIA A36). INCL. ANTICORROSIVO	KG	\$ 5.32	588.48	\$ 3,130.71
4.	ALBAÑILERIA				
4.1	MAMPOSTERIA BLOQUE ALIVIANADO 39X19X9 CM	M2	\$ 12.73	506.48	\$ 6,447.43
4.2	ENLUCIDO VERTICAL INTERIOR	M2	\$ 18.52	338.51	\$ 6,269.21
4.3	ENLUCIDO VERTICAL EXTERIOR	M2	\$ 18.48	674.44	\$ 12,463.65
5.	PISO Y SOBREPISO				
5.1	SOBREPISO: TERRAZO MÁRMOL 50X50 PULIDO	M2	\$ 27.12	494.25	\$ 13,404.06
5.2	RASTRERA DE PORCELANATO H=0.09 M	ML	\$ 3.71	444.83	\$ 1,650.30
6.	VENTANAS Y PUERTAS				
6.1	PUERTA DE MADERA 0.80 M H=2.10 M	U	\$ 259.04	11.00	\$ 2,849.44
6.2	PUERTA DE MADERA 0.90 M H=2.10 M	U	\$ 268.70	15.00	\$ 4,030.50
6.3	ESTRUCTURAS DE VIDRIO (VENTANAS)	M2	\$ 298.70	55.58	\$ 16,601.75
6.4	PASAMANOS DE ACERO INOXIDABLE	ML	\$ 34.30	19.20	\$ 658.56
7.	ACABADOS				
7.1	PINTURA INTERIOR LATEX VINYL ACRILICO	M2	\$ 4.73	338.51	\$ 1,601.15
7.2	PINTURA EXTERIOR LATEX VINYL ACRILICO	M2	\$ 6.06	674.44	\$ 4,087.11
7.3	SELLADO PARA PAREDES INTERIORES Y EXTERIORES	M2	\$ 4.78	1012.95	\$ 4,841.90
7.4	TUMBADO TIPO GYMSUM CON PERFILERIA METALICA	M2	\$ 18.06	128.00	\$ 2,311.68
7.5	CUBIERTA DOBLE	M2	\$ 60.65	128.00	\$ 7,763.20
				SUBTOTAL	\$ 158,435.32
				IVA 15%	\$ 23,765.30
				TOTAL	\$ 182,200.62
				PRECIO DE M2	\$ 368.64

5.3. Cronograma de obra

El cronograma de obra indica cuánto tardará el proyecto en ser realizado, indica fechas de inicio, fin, y hasta días no laborales. El proyecto tarda entre 6 a 7 meses en meses en ser terminado, a continuación, el cronograma de este.

Figura 33

Cronograma de obra



Capítulo 6

6.1. Conclusiones

1. El estudio geotécnico realizado permitió caracterizar el suelo del terreno como una arcilla de baja plasticidad, clasificada como CL según el sistema SUCS y A-6 según AASHTO, con un contenido aproximado del 63 % de finos. Este resultado permitió cumplir con el objetivo específico de determinar las condiciones del subsuelo.
2. Los ensayos de laboratorio ejecutados, como por ejemplo granulometría, límites de Atterberg, Proctor estándar y corte directo, evidenciaron que el suelo presenta baja permeabilidad y susceptibilidad a variaciones de humedad, lo cual confirmó la necesidad de aplicar controles estrictos durante los procesos de compactación y construcción, especialmente considerando la ubicación costera del proyecto.
4. El análisis comparativo entre las alternativas estructurales de hormigón armado y acero estructural demostró que la alternativa de hormigón armado es la más adecuada para el proyecto, al obtener el mayor puntaje considerando criterios de costo, disponibilidad de materiales, mantenimiento y durabilidad, cumpliendo con el objetivo de seleccionar una solución estructural viable para un ambiente marino.
5. El diseño estructural del edificio multifamiliar de cuatro pisos cumple con los requisitos establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015) y el ACI 318, garantizando la seguridad estructural frente a cargas muertas, vivas y sísmicas, lo cual satisface el objetivo de asegurar la estabilidad y resistencia de la edificación.
6. La aplicación de criterios sismorresistentes, tales como el diseño por capacidad y la verificación del principio columna fuerte–viga débil, permitió asegurar un comportamiento dúctil adecuado del sistema estructural, aspecto fundamental considerando que el proyecto se localiza en una zona de alta amenaza sísmica.

7. La cimentación resultó adecuada para las condiciones geotécnicas del terreno y las cargas transmitidas por la superestructura, permitiendo una correcta distribución de esfuerzos y reduciendo el riesgo de asentamientos diferenciales, cumpliendo con la integración del diseño geotécnico y estructural.

8. La integración de los diseños arquitectónico y estructural permitió desarrollar un proyecto técnico completo y coherente, viable para su ejecución constructiva y orientado a la generación de ingresos mediante el arrendamiento de departamentos, cumpliendo con el objetivo general del proyecto.

6.2. Recomendaciones

1. Se recomienda que en futuros proyectos similares se realicen estudios geotécnicos complementarios, como ensayos de penetración estándar (SPT) y pruebas de consolidación, con el fin de evaluar de manera más precisa los asentamientos a largo plazo en suelos arcillosos de zonas costeras.

2. Se sugiere incorporar análisis específicos de durabilidad del hormigón, considerando la acción de cloruros y la salinidad ambiental, así como el uso de cementos especiales, aditivos o mayores recubrimientos de acero para incrementar la vida útil de la estructura.

3. Para edificaciones de mayor altura o con mayores demandas estructurales, se recomienda evaluar técnicas de mejoramiento de suelos, tales como estabilización química, reemplazo parcial del material o el uso de geosintéticos.

5. Se sugiere que futuros estudios incorporen criterios de eficiencia energética y sostenibilidad, tales como ventilación pasiva, protección solar y uso de energías renovables, aspectos que no fueron abordados en profundidad debido a las limitaciones de alcance del presente trabajo.

6. Se recomienda desarrollar un análisis económico del ciclo de vida de la edificación, considerando costos de construcción, mantenimiento y rehabilitación, especialmente relevante para proyectos ubicados en ambientes marinos.
7. Se sugiere la implementación de herramientas BIM (Building Information Modeling) en etapas futuras del proyecto, para mejorar la coordinación entre especialidades, reducir interferencias constructivas y optimizar tiempos y costos de ejecución.

REFERENCIAS

- Blanco, M. (2012). Criterios fundamentales para el diseño sismorresistente. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 27(3), 071-084.
- Camino, A. R. A., Camino, D. E. A., Naranjo, C. E. C., & Maldonado, R. L. P. (2023). Comparativo técnico económico entre pórticos especiales a momento de hormigón armado y acero estructural empleando las normativas ACI 318 19, AISC 341 16, AISC 360 22 Y NEC SE DS 2015. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 7458–7486
- San Bartolomé, Á., Quiun, D., & Silva, W. (2020). *Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería*. Fondo Editorial de la PUCP.
- Rodríguez, M. (2018). Una revisión crítica de las normativas de diseño sismorresistente en el Perú: E. 030 Sismo y E. 060 Concreto Armado. *Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras*, 23(1).
- SALINAS, D., & REYES, J. (2006). Validación de los métodos aproximados comúnmente utilizados en análisis estructural.
- Grados Ventura, P. M. Aplicación del software Etabs para el diseño estructural de una edificación de 05 pisos con semisótano en San Isidro-2018.
- Mera Intriago, S. A. (2025). Modelación estructural de vivienda multifamiliar de 3 niveles con vigas, columnas y losas alivianadas de hormigón armado, aplicando la NEC 15, en la parroquia Canoa, cantón San Vicente.

- Gavridou, S., Wallace, J. W., Nagae, T., Matsumori, T., Tahara, K., & Fukuyama, K. (2017). Shake-table test of a full-scale 4-story precast concrete building. I: Overview and experimental results. *Journal of Structural Engineering*, 143(6), 04017034.
- Nagae, T., Ghannoum, W. M., Kwon, J., Tahara, K., Fukuyama, K., Matsumori, T., ... & Moehle, J. P. (2015). Design implications of large-scale shake-table test on four-story reinforced concrete building. *ACI Structural Journal*, 112(2), 135.
- Gil, C. G. (2018). Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): una revisión crítica. *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, (140), 107-118.
- Cano, C. A. G., Gamboa, A. J. P., & Castillo, V. S. (2024). Análisis de la producción científica entorno a ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles. *Mundo FESC*, 14(28), 117-135.
- Sarango, A. F. H., Paredes, N. E. G., Ávila, A. S. M., Gualpa, S. G. S., & Nieto, M. E. F. (2023). Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS 9-Industria, Innovación e Infraestructura: un análisis mediante modelos estadístico y algorítmico. *Tesla Revista Científica*, 3(2), e216-e216.
- Toruño Díaz, J. F. (2004). *Métodos constructivos para obras de protección playera contra la erosión marina* (Doctoral dissertation, Universidad del Valle de Guatemala).
- Benalcázar Arias, M. C. (2023). Guía de diseño de equipamiento y mobiliario para el Área Nacional de Recreación Playas de Villamil, del Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica.
- Isla, F. I. (2006). Erosión y defensa costeras. *Manual de manejo costero para la provincia de Buenos Aires*. Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, 125-147.

López, L. F. C., & Ochoa, K. V. (2011). Control de erosión en tramo costero de Varadero aplicando soluciones combinadas. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 32(3), 64-72.

Dhawan, S. K., Bhandari, H., Ruhi, G., Bisht, B. M. S., & Sambyal, P. (2020). *Corrosion preventive materials and corrosion testing*. CRC Press.

Pegram, J. E., & Andrady, A. L. (1989). Outdoor weathering of selected polymeric materials under marine exposure conditions. *Polymer degradation and stability*, 26(4), 333-345.

Belmouden, Y., & Lestuzzi, P. (2009). An equivalent frame model for seismic analysis of masonry and reinforced concrete buildings. *Construction and building materials*, 23(1), 40-53.

Vera, C. E. C., Zambrano, A. J. J., & Reina, J. O. F. (2025). Evaluación de las derivas de piso máximas en estructuras sobre diversos suelos ecuatorianos y su implicación en el diseño sísmico. *South Florida Journal of Development*, 6(12), e6075-e6075.

De La Cruz Alvarez, J. E., & Yoctun Rios, R. R. (2022). Análisis comparativo del diseño estructural de una edificación regular e irregular de ocho niveles en sistema de pórticos aplicando la norma E. 030 2003, 2016 y 2018 diseño sismorresistente en la Ciudad de Lima. *Gaceta Técnica*, 23(1), 48-71.

Camino, A. R. A., Camino, D. E. A., Naranjo, C. E. C., & Maldonado, R. L. P. (2023). Comparativo técnico económico entre pórticos especiales a momento de hormigón armado y acero estructural empleando las normativas ACI 318 19, AISC 341 16, AISC 360 22 Y NEC SE DS 2015. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 7458-7486.

Andrade Sojos, J. D., & Jaramillo Carrillo, M. K. (2015). Análisis comparativo entre sistemas estructurales sísmos resistentes para edificios utilizando sistemas combinados con pórticos, muros o diagonales en hormigón y acero.

Baquero Bastidas, E. X. (2024). Comparativa de costos estructurales entre una edificación con pórticos resistentes a momento de hormigón armado versus pórticos resistentes a momento de perfiles laminados en caliente.

GONZÁLEZ CHIQUITO, C. J. (2019). *COMPARACIÓN ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA DE 3 PISOS EN HORMIGÓN ARMADO Y ACERO ESTRUCTURAL EN FUNCIÓN DE SU DERIVA* (Bachelor's thesis, JIPIJAPA-UNESUM).

Uzqueda Pellejero, M. (2020). *Análisis de la vulnerabilidad de los edificios frente al ambiente marino en Oropesa del Mar (Castellón de la Plana)* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).

Palomeque Garcia, R. (2023). Vulnerabilidades y afectaciones en estructuras de concreto por agentes externos en los litorales: revisión de literatura.

Waldmüller, J. M., Jamali, H., & Nogales, N. (2019). Operationalizing sustainable development goals in vulnerable coastal areas of Ecuador and Pakistan: Marginalizing human development?. *Journal of Human Development and Capabilities*, 20(4), 468-485.

Mestanza-Ramón, C., Capa, M. S., Saavedra, H. F., & Paredes, J. R. (2019). Integrated coastal zone management in continental Ecuador and Galapagos Islands: Challenges and opportunities in a changing tourism and economic context. *Sustainability*, 11(22), 6386.

Kennedy, C., Pincetl, S., & Bunje, P. (2011). The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design. *Environmental pollution*, 159(8-9), 1965-1973.

Orellana Román, G. A., & Parra Mora, J. L. (2017). Evaluación de desempeño sísmico de un edificio esencial aporricado de hormigón armado según la norma ecuatoriana de construcción (NEC-SE-RE, 2015).

Alvarado Abad, J. C. (2015). Estudio de los Coeficientes de Reduccion de Respuesta Estructural “R” de la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

Chicaiza Ojeda, S. B. (2024). *Optimización del Control de Costos en Proyectos de Construcción en Ecuador: Un Enfoque Comparativo de las Metodologías AACE, PMI y Análisis de Precios Unitarios: Control de Costos usando los lineamientos de la Association for the Advancement of Cost Engineering (AACE), aplicados a la realidad ecuatoriana* (Bachelor's thesis, Quito: EPN, 2024.).

Vargas Rodríguez, D. A. (2022). *Aplicación web para el análisis de precios unitarios de los presupuestos de proyectos de obras de la empresa eléctrica Ambato regional centro norte sa* (Bachelor's thesis).

Castro, D. S. A., & Ortega, J. C. (2021). Manejo y control de bodegas de construcción en función de su cronograma de obra. Caso de estudio: Edificios residenciales de la ciudad de Azogues. *Dominio de las Ciencias*, 7(1), 197-215.

Ramos Rivera, B. J., & Tolentino Huaraca, J. M. (2020). Directivas de gestión en obras por administración directa para cumplir el cronograma de obras.

ACI Committee. (2005). Building code requirements for structural concrete (ACI 318-05) and commentary (ACI 318R-05). American Concrete Institute.

Novo, M., & Zaragoza, F. M. (2006). *El desarrollo sostenible: su dimensión ambiental y educativa* (p. 431). Madrid: Pearson.

Pancorbo, F. J. (2010). *Corrosión, degradación y envejecimiento de los materiales empleados en la edificación*. Marcombo.

Hernández, E. (2018). Uso de aditivos naturales en materiales de construcción-una revisión. *Revista Arquitectura+*, 3(6), 63-68.

López, O., Lozano, R. V., & Verdu, A. (2016). Investigación sobre la construcción sostenible y su normalización. *Madrid: Primera: Fundación General de la UPM*.

Castro, R., Puertas, E., & Gallego, R. (2024). Ensayos no destructivos en la construcción sostenible. In *I INTERNATIONAL CONGRESS ON MATERIALS FOR SUSTAINABLE CONSTRUCTION (MatConS)* (p. 23).

Cepa, J. J., Pavon, R. M., Alberti, M. G., Ciccone, A., & Asprone, D. (2023). A Review on the Implementation of the BIM Methodology in the Operation Maintenance and Transport Infrastructure. *Applied Sciences*, 13(5), 3176.

Rocha, G., Mateus, L., Fernández, J., & Ferreira, V. (2020). A scan-to-BIM methodology applied to heritage buildings. *Heritage*, 3(1), 47-67.

Jirón, P., Imilan, W., Guerra, C., Corvalán, M., & Iturra, L. (2024). Incremental housing as care infrastructure: transformations in low-income housing in Alto Hospicio, Chile. *International Journal of Housing Policy*.

López Peral, M. A., García González, E., Andújar-Montoya, M. D., García-Quismondo Cartes, A., & Sánchez Valcárcel, R. (2016). Gamificación como estrategia para la enseñanza de sistemas estructurales y constructivos.

Villafuerte Vivanco, V. V. (2002). Planes de acción para promover el crecimiento y desarrollo socioeconómico del cantón General Villamil Playas a través del turismo (Bachelor's thesis).

Del Hierro, C. A. V., Zúñiga, M. E. G., & Del Hierro, J. L. V. (2017). El turismo local en el Cantón General Villamil Playas: Una Reflexión desde la normativa gubernamental. RICIT: Revista Turismo, Desarrollo y Buen Vivir, (11), 25-53.

Apolo Ronquillo, S. (2012). Creación de una ruta turística denominada ruta del mar para el desarrollo turístico del canton General Villamil Playas (Bachelor's thesis).

Contreras Lebed, V. C. (2014). Plan de negocios para proyecto inmobiliario en el Cantón General Villamil Playas (Bachelor's thesis).

Marañón, C. O., & Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. (1995). Problemas geotécnicos y comportamiento dinámico de los fondos costeros arenosos. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.

Olalla Marañón, C. (1992). Problemas geotécnicos y comportamiento dinámico de fondos costeros arenosos (Doctoral dissertation, Caminos).

		EJE C																	
		EJE 8-7			EJE 7-6			EJE 6-5			EJE 5-4			EJE 4-3			Voladizo		
		Momentos (T*m)																	
		Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Superior		4.43	0.00	4.83	4.20	0.00	4.45	4.33	0.00	4.36	3.85	0.00	3.78	5.10	0.00	4.32	2.08	0.83	0.05
Inferior		2.68	2.10	1.78	1.78	1.69	1.65	1.85	1.18	1.81	2.52	1.99	1.91	2.02	1.99	2.24	1.50	0.50	0.10
		Momentos (Min) (Ton*m)																	
Superior		4.43	1.21	4.83	4.20	1.11	4.45	4.33	1.09	4.36	3.85	0.96	3.78	5.10	1.28	4.32	2.08	0.52	0.05
Inferior		2.22	2.10	2.42	2.10	1.69	2.23	2.17	1.18	2.18	1.93	1.99	1.89	2.55	1.99	2.16	1.04	0.50	0.05
		Acero requerido (cm2)																	
Superior		3.53	3.42	3.86	3.42	3.42	3.55	3.45	3.42	3.48	3.42	3.42	3.42	4.09	3.42	3.44	3.42	3.42	3.42
Inferior		3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
		Acero requerido (Min) (cm2)																	
Superior		3.53	3.42	3.86	3.42	3.42	3.55	3.45	3.42	3.48	3.42	3.42	3.42	4.09	3.42	3.44	4.51	3.42	3.42
Inferior		3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
		Acero colocado (cm2)																	
Superior		2D16	2D16	3D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	3D16	2D16	2D16
Inferior		2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16
		Acero colocado (cm2)																	
Superior		4.02	4.02	6.03	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	6.03	4.02	4.02
Inferior		4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
		Acero colocado / Acero requerido (%)																	
Superior		114%	118%	156%	118%	118%	113%	116%	118%	116%	118%	118%	118%	98%	118%	117%	131%	118%	118%
Inferior		118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%

		EJE 8					
		EJE A-B			EJE B-C		
		Momentos (T*m)					
		Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Superior		3.30	0.00	3.24	3.23	0.00	3.35
Inferior		1.23	1.20	1.51	1.50	1.10	1.23
		Momentos (Min) (Ton*m)					
Superior		3.30	0.83	3.24	3.23	0.84	3.35
Inferior		1.65	1.20	1.62	1.62	1.10	1.68
		Acero requerido (cm2)					
Superior		3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Inferior		3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
		Acero requerido (Min) (cm2)					
Superior		3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Inferior		3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
		Acero colocado (cm2)					
Superior		2D16	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14
Inferior		4D14	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14
		Acero colocado (cm2)					
Superior		4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
Inferior		4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
		Acero colocado / Acero requerido (%)					
Superior		118%	118%	118%	118%	118%	118%
Inferior		118%	118%	118%	118%	118%	118%

EJE 3						
EJE A-B			EJE B-C			
Momentos (T*m)						
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Superior	3.30	0.00	3.24	3.23	0.00	3.35
Inferior	1.23	1.20	1.51	1.50	1.10	1.23
Momentos (Min) (Ton*m)						
Superior	3.30	0.83	3.24	3.23	0.84	3.35
Inferior	1.65	1.20	1.62	1.62	1.10	1.68
Acero requerido (cm2)						
Superior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Inferior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Acero requerido (Min) (cm2)						
Superior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Inferior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Acero colocado (cm2)						
Superior	2D16	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14
Inferior	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14
Acero colocado (cm2)						
Superior	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
Inferior	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
Acero colocado / Acero requerido (%)						
Superior	118%	118%	118%	118%	118%	118%
Inferior	118%	118%	118%	118%	118%	118%

EJE 2						
EJE A-B			EJE B-C			
Momentos (T*m)						
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Superior	3.30	0.00	3.24	3.23	0.00	3.35
Inferior	1.23	1.20	1.51	1.50	1.10	1.23
Momentos (Min) (Ton*m)						
Superior	3.30	0.83	3.24	3.23	0.84	3.35
Inferior	1.65	1.20	1.62	1.62	1.10	1.68
Acero requerido (cm2)						
Superior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Inferior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Acero requerido (Min) (cm2)						
Superior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Inferior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Acero colocado (cm2)						
Superior	2D16	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14
Inferior	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14
Acero colocado (cm2)						
Superior	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
Inferior	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
Acero colocado / Acero requerido (%)						
Superior	118%	118%	118%	118%	118%	118%
Inferior	118%	118%	118%	118%	118%	118%

Comprobación cortante

EJE 8						
EJE A-B			EJE B-C			
Momentos Probables						
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
a (cm) (Sup)	2.96		2.96	2.96		2.96
a (cm) (Inf)	2.96		2.96	2.96		2.96
Mpr (T-m) (Sup)	6.90		6.90	6.90		6.90
Mpr (T-m) (Inf)	6.90		6.90	6.90		6.90
Separación de estribos por demanda y normativa						
Vpr1	3.95	Ton	Vpr1	3.95	Ton	
Vpr2	3.95	Ton	Vpr2	3.95	Ton	
VprMax	3.95	Ton	VprMax	3.95	Ton	
Vgr	7.14	Ton	Vgr	6.95	Ton	
Vu calc	11.09	Ton	Vu calc	10.90	Ton	
Vu progr	11.56	Ton	Vu progr	10.87	Ton	
Vu	11.56	Ton	Vu	10.90	Ton	
Vc	9.10	Ton	Vc	9.10	Ton	
Vs	5.68	Ton	Vs	5.43	Ton	
s deman	39.69	cm	s deman	41.55	cm	
s norm	9	cm	s norm	9	cm	
s zona 2h	9	cm	s zona 2h	9	cm	
s central	17	cm	s central	17	cm	

EJE 7						
EJE A-B			EJE B-C			
Momentos Probables						
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
a (cm) (Sup)	2.96		2.96	2.96		2.96
a (cm) (Inf)	2.96		2.96	2.96		2.96
Mpr (T-m) (Sup)	6.90		6.90	6.90		6.90
Mpr (T-m) (Inf)	6.90		6.90	6.90		6.90
Separación de estribos por demanda y normativa						
Vpr1	3.95	Ton	Vpr1	3.95	Ton	
Vpr2	3.95	Ton	Vpr2	3.95	Ton	
VprMax	3.95	Ton	VprMax	3.95	Ton	
Vgr	7.14	Ton	Vgr	6.95	Ton	
Vu calc	11.09	Ton	Vu calc	10.90	Ton	
Vu progr	11.94	Ton	Vu progr	11.21	Ton	
Vu	11.94	Ton	Vu	11.21	Ton	
Vc	9.10	Ton	Vc	9.10	Ton	
Vs	5.68	Ton	Vs	5.43	Ton	
s deman	39.69	cm	s deman	41.55	cm	
s norm	9	cm	s norm	9	cm	
s zona 2h	9	cm	s zona 2h	9	cm	
s central	17	cm	s central	17	cm	

	EJE 6					
	EJE A-B			EJE B-C		
	Momentos Probables					
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
a (cm) (Sup)	2.96		2.96	2.96		2.96
a (cm) (Inf)	2.96		2.96	2.96		2.96
Mpr (T-m) (Sup)	6.90		6.90	6.90		6.90
Mpr (T-m) (Inf)	6.90		6.90	6.90		6.90
Separación de estribos por demanda y normativa						
Vpr1	3.95	Ton	Vpr1	3.95	Ton	
Vpr2	3.95	Ton	Vpr2	3.95	Ton	
VprMax	3.95	Ton	VprMax	3.95	Ton	
Vgr	7.14	Ton	Vgr	6.95	Ton	
Vu calc	11.09	Ton	Vu calc	10.90	Ton	
Vu progr	11.56	Ton	Vu progr	10.87	Ton	
Vu	11.56	Ton	Vu	10.90	Ton	
Vc	9.10	Ton	Vc	9.10	Ton	
Vs	5.68	Ton	Vs	5.43	Ton	
s deman	39.69	cm	s deman	41.55	cm	
s norm	9	cm	s norm	9	cm	
s zona 2h	9	cm	s zona 2h	9	cm	
s central	17	cm	s central	17	cm	

	EJE 5					
	EJE A-B			EJE B-C		
	Momentos Probables					
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
a (cm) (Sup)	2.96		2.96	2.96		2.96
a (cm) (Inf)	2.96		2.96	2.96		2.96
Mpr (T-m) (Sup)	6.90		6.90	6.90		6.90
Mpr (T-m) (Inf)	6.90		6.90	6.90		6.90
Separación de estribos por demanda y normativa						
Vpr1	3.95	Ton	Vpr1	3.95	Ton	
Vpr2	3.95	Ton	Vpr2	3.95	Ton	
VprMax	3.95	Ton	VprMax	3.95	Ton	
Vgr	7.14	Ton	Vgr	6.95	Ton	
Vu calc	11.09	Ton	Vu calc	10.90	Ton	
Vu progr	11.94	Ton	Vu progr	11.21	Ton	
Vu	11.94	Ton	Vu	11.21	Ton	
Vc	9.10	Ton	Vc	9.10	Ton	
Vs	5.68	Ton	Vs	5.43	Ton	
s deman	39.69	cm	s deman	41.55	cm	
s norm	9	cm	s norm	9	cm	
s zona 2h	9	cm	s zona 2h	9	cm	
s central	17	cm	s central	17	cm	

EJE 4						
EJE A-B			EJE B-C			
Momentos Probables						
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
a (cm) (Sup)	2.96		2.96	2.96		2.96
a (cm) (Inf)	2.96		2.96	2.96		2.96
Mpr (T-m) (Sup)	6.90		6.90	6.90		6.90
Mpr (T-m) (Inf)	6.90		6.90	6.90		6.90
Separación de estribos por demanda y normativa						
Vpr1	3.95	Ton	Vpr1	3.95	Ton	
Vpr2	3.95	Ton	Vpr2	3.95	Ton	
VprMax	3.95	Ton	VprMax	3.95	Ton	
Vgr	7.14	Ton	Vgr	6.95	Ton	
Vu calc	11.09	Ton	Vu calc	10.90	Ton	
Vu progr	11.56	Ton	Vu progr	10.87	Ton	
Vu	11.56	Ton	Vu	10.90	Ton	
Vc	9.10	Ton	Vc	9.10	Ton	
Vs	5.68	Ton	Vs	5.43	Ton	
s deman	39.69	cm	s deman	41.55	cm	
s norm	9	cm	s norm	9	cm	
s zona 2h	9	cm	s zona 2h	9	cm	
s central	17	cm	s central	17	cm	

EJE 3						
EJE A-B			EJE B-C			
Momentos Probables						
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
a (cm) (Sup)	2.96		2.96	2.96		2.96
a (cm) (Inf)	2.96		2.96	2.96		2.96
Mpr (T-m) (Sup)	6.90		6.90	6.90		6.90
Mpr (T-m) (Inf)	6.90		6.90	6.90		6.90
Separación de estribos por demanda y normativa						
Vpr1	3.95	Ton	Vpr1	3.95	Ton	
Vpr2	3.95	Ton	Vpr2	3.95	Ton	
VprMax	3.95	Ton	VprMax	3.95	Ton	
Vgr	7.14	Ton	Vgr	6.95	Ton	
Vu calc	11.09	Ton	Vu calc	10.90	Ton	
Vu progr	11.94	Ton	Vu progr	11.21	Ton	
Vu	11.94	Ton	Vu	11.21	Ton	
Vc	9.10	Ton	Vc	9.10	Ton	
Vs	5.68	Ton	Vs	5.43	Ton	
s deman	39.69	cm	s deman	41.55	cm	
s norm	9	cm	s norm	9	cm	
s zona 2h	9	cm	s zona 2h	9	cm	
s central	17	cm	s central	17	cm	

		EJE B																	
		EJE 8-7			EJE 7-6			EJE 6-5			EJE 5-4			EJE 4-3			Voladizo		
		Momentos (T*m)																	
		Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Superior		4.87	0.00	5.57	4.92	0.00	5.15	4.97	0.00	5.10	4.76	0.00	4.86	5.05	0.00	5.80	3.40	0.00	0.13
Inferior		1.87	2.10	1.00	0.97	1.78	0.86	1.05	1.85	0.95	1.18	1.57	1.00	1.35	1.87	1.19	1.50	0.90	0.52
		Momentos (Min) (Ton*m)																	
Superior		4.87	1.39	5.57	4.92	1.29	5.15	4.97	1.28	5.10	4.76	1.22	4.86	5.05	1.45	5.80	3.40	0.85	0.13
Inferior		2.43	2.10	2.79	2.46	1.78	2.58	2.49	1.85	2.55	2.38	1.57	2.43	2.53	1.87	2.90	1.70	0.50	0.06
		Acero requerido (cm2)																	
Superior		3.90	3.42	4.48	3.94	3.42	4.13	3.98	3.42	4.09	3.81	3.42	3.89	4.05	3.42	4.67	3.42	3.42	3.42
Inferior		3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
		Acero requerido (Min) (cm2)																	
Superior		3.90	3.42	4.48	3.94	3.42	4.13	3.98	3.42	4.09	3.81	3.42	3.89	4.05	3.42	4.67	4.61	3.42	3.42
Inferior		3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
		Acero colocado (cm2)																	
Superior		2D16	2D16	3D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	3D16	3D16	2D16	2D16
Inferior		2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16
		Acero colocado (cm2)																	
Superior		4.02	4.02	6.03	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	6.03	6.03	4.02	4.02
Inferior		4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
		Acero colocado / Acero requerido (%)																	
Superior		103%	118%	135%	102%	118%	97%	101%	118%	98%	105%	118%	103%	99%	118%	129%	131%	118%	118%
Inferior		118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%

		EJE C																	
		EJE 8-7			EJE 7-6			EJE 6-5			EJE 5-4			EJE 4-3			Voladizo		
		Momentos (T*m)																	
		Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Superior		4.43	0.00	4.83	4.20	0.00	4.45	4.33	0.00	4.36	3.85	0.00	3.78	5.10	0.00	4.32	2.08	0.83	0.05
Inferior		2.68	2.10	1.78	1.78	1.69	1.65	1.85	1.18	1.81	2.52	1.99	1.91	2.02	1.99	2.24	1.50	0.50	0.10
		Momentos (Min) (Ton*m)																	
Superior		4.43	1.21	4.83	4.20	1.11	4.45	4.33	1.09	4.36	3.85	0.96	3.78	5.10	1.28	4.32	2.08	0.52	0.05
Inferior		2.22	2.10	2.42	2.10	1.69	2.23	2.17	1.18	2.18	1.93	1.99	1.89	2.55	1.99	2.16	1.04	0.50	0.05
		Acero requerido (cm2)																	
Superior		3.53	3.42	3.86	3.42	3.42	3.55	3.45	3.42	3.48	3.42	3.42	3.42	4.09	3.42	3.44	3.42	3.42	3.42
Inferior		3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
		Acero requerido (Min) (cm2)																	
Superior		3.53	3.42	3.86	3.42	3.42	3.55	3.45	3.42	3.48	3.42	3.42	3.42	4.09	3.42	3.44	4.61	3.42	3.42
Inferior		3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
		Acero colocado (cm2)																	
Superior		2D16	2D16	3D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	3D16	3D16	2D16
Inferior		2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16
		Acero colocado (cm2)																	
Superior		4.02	4.02	6.03	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	6.03	4.02	4.02
Inferior		4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
		Acero colocado / Acero requerido (%)																	
Superior		114%	118%	156%	118%	118%	113%	116%	118%	116%	118%	118%	118%	98%	118%	117%	131%	118%	118%
Inferior		118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%

		EJE 8					
		EJE A-B			EJE B-C		
		Momentos (T*m)					
		Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Superior		3.30	0.00	3.24	3.23	0.00	3.35
Inferior		1.23	1.20	1.51	1.50	1.10	1.23
		Momentos (Min) (Ton*m)					
Superior		3.30	0.83	3.24	3.23	0.84	3.35
Inferior		1.65	1.20	1.62	1.62	1.10	1.68
		Acero requerido (cm2)					
Superior		3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Inferior		3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
		Acero requerido (Min) (cm2)					
Superior		3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Inferior		3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
		Acero colocado (cm2)					
Superior		2D16	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14
Inferior		4D14	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14
		Acero colocado (cm2)					
Superior		4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
Inferior		4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
		Acero colocado / Acero requerido (%)					
Superior		118%	118%	118%	118%	118%	118%
Inferior		118%	118%	118%	118%	118%	118%

EJE 3						
EJE A-B			EJE B-C			
Momentos (T*m)						
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Superior	3.30	0.00	3.24	3.23	0.00	3.35
Inferior	1.23	1.20	1.51	1.50	1.10	1.23
Momentos (Min) (Ton*m)						
Superior	3.30	0.83	3.24	3.23	0.84	3.35
Inferior	1.65	1.20	1.62	1.62	1.10	1.68
Acero requerido (cm2)						
Superior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Inferior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Acero requerido (Min) (cm2)						
Superior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Inferior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Acero colocado (cm2)						
Superior	2D16	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14
Inferior	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14
Acero colocado (cm2)						
Superior	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
Inferior	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
Acero colocado / Acero requerido (%)						
Superior	118%	118%	118%	118%	118%	118%
Inferior	118%	118%	118%	118%	118%	118%

EJE 2						
EJE A-B			EJE B-C			
Momentos (T*m)						
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Superior	3.30	0.00	3.24	3.23	0.00	3.35
Inferior	1.23	1.20	1.51	1.50	1.10	1.23
Momentos (Min) (Ton*m)						
Superior	3.30	0.83	3.24	3.23	0.84	3.35
Inferior	1.65	1.20	1.62	1.62	1.10	1.68
Acero requerido (cm2)						
Superior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Inferior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Acero requerido (Min) (cm2)						
Superior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Inferior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Acero colocado (cm2)						
Superior	2D16	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14
Inferior	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14
Acero colocado (cm2)						
Superior	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
Inferior	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
Acero colocado / Acero requerido (%)						
Superior	118%	118%	118%	118%	118%	118%
Inferior	118%	118%	118%	118%	118%	118%

Comprobación cortante

EJE 8						
EJE A-B			EJE B-C			
Momentos Probables						
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
a (cm) (Sup)	2.96		2.96	2.96		2.96
a (cm) (Inf)	2.96		2.96	2.96		2.96
Mpr (T-m) (Sup)	6.90		6.90	6.90		6.90
Mpr (T-m) (Inf)	6.90		6.90	6.90		6.90
Separación de estribos por demanda y normativa						
Vpr1	3.95	Ton	Vpr1	3.95	Ton	
Vpr2	3.95	Ton	Vpr2	3.95	Ton	
VprMax	3.95	Ton	VprMax	3.95	Ton	
Vgr	7.14	Ton	Vgr	6.95	Ton	
Vu calc	11.09	Ton	Vu calc	10.90	Ton	
Vu progr	11.56	Ton	Vu progr	10.87	Ton	
Vu	11.56	Ton	Vu	10.90	Ton	
Vc	9.10	Ton	Vc	9.10	Ton	
Vs	5.68	Ton	Vs	5.43	Ton	
s deman	39.69	cm	s deman	41.55	cm	
s norm	9	cm	s norm	9	cm	
s zona 2h	9	cm	s zona 2h	9	cm	
s central	17	cm	s central	17	cm	

EJE 7						
EJE A-B			EJE B-C			
Momentos Probables						
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
a (cm) (Sup)	2.96		2.96	2.96		2.96
a (cm) (Inf)	2.96		2.96	2.96		2.96
Mpr (T-m) (Sup)	6.90		6.90	6.90		6.90
Mpr (T-m) (Inf)	6.90		6.90	6.90		6.90
Separación de estribos por demanda y normativa						
Vpr1	3.95	Ton	Vpr1	3.95	Ton	
Vpr2	3.95	Ton	Vpr2	3.95	Ton	
VprMax	3.95	Ton	VprMax	3.95	Ton	
Vgr	7.14	Ton	Vgr	6.95	Ton	
Vu calc	11.09	Ton	Vu calc	10.90	Ton	
Vu progr	11.94	Ton	Vu progr	11.21	Ton	
Vu	11.94	Ton	Vu	11.21	Ton	
Vc	9.10	Ton	Vc	9.10	Ton	
Vs	5.68	Ton	Vs	5.43	Ton	
s deman	39.69	cm	s deman	41.55	cm	
s norm	9	cm	s norm	9	cm	
s zona 2h	9	cm	s zona 2h	9	cm	
s central	17	cm	s central	17	cm	

	EJE 6					
	EJE A-B			EJE B-C		
	Momentos Probables					
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
a (cm) (Sup)	2.96		2.96	2.96		2.96
a (cm) (Inf)	2.96		2.96	2.96		2.96
Mpr (T-m) (Sup)	6.90		6.90	6.90		6.90
Mpr (T-m) (Inf)	6.90		6.90	6.90		6.90
Separación de estribos por demanda y normativa						
Vpr1	3.95	Ton	Vpr1	3.95	Ton	
Vpr2	3.95	Ton	Vpr2	3.95	Ton	
VprMax	3.95	Ton	VprMax	3.95	Ton	
Vgr	7.14	Ton	Vgr	6.95	Ton	
Vu calc	11.09	Ton	Vu calc	10.90	Ton	
Vu progr	11.56	Ton	Vu progr	10.87	Ton	
Vu	11.56	Ton	Vu	10.90	Ton	
Vc	9.10	Ton	Vc	9.10	Ton	
Vs	5.68	Ton	Vs	5.43	Ton	
s deman	39.69	cm	s deman	41.55	cm	
s norm	9	cm	s norm	9	cm	
s zona 2h	9	cm	s zona 2h	9	cm	
s central	17	cm	s central	17	cm	

	EJE 5					
	EJE A-B			EJE B-C		
	Momentos Probables					
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
a (cm) (Sup)	2.96		2.96	2.96		2.96
a (cm) (Inf)	2.96		2.96	2.96		2.96
Mpr (T-m) (Sup)	6.90		6.90	6.90		6.90
Mpr (T-m) (Inf)	6.90		6.90	6.90		6.90
Separación de estribos por demanda y normativa						
Vpr1	3.95	Ton	Vpr1	3.95	Ton	
Vpr2	3.95	Ton	Vpr2	3.95	Ton	
VprMax	3.95	Ton	VprMax	3.95	Ton	
Vgr	7.14	Ton	Vgr	6.95	Ton	
Vu calc	11.09	Ton	Vu calc	10.90	Ton	
Vu progr	11.94	Ton	Vu progr	11.21	Ton	
Vu	11.94	Ton	Vu	11.21	Ton	
Vc	9.10	Ton	Vc	9.10	Ton	
Vs	5.68	Ton	Vs	5.43	Ton	
s deman	39.69	cm	s deman	41.55	cm	
s norm	9	cm	s norm	9	cm	
s zona 2h	9	cm	s zona 2h	9	cm	
s central	17	cm	s central	17	cm	

EJE 4						
EJE A-B			EJE B-C			
Momentos Probables						
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
a (cm) (Sup)	2.96		2.96	2.96		2.96
a (cm) (Inf)	2.96		2.96	2.96		2.96
Mpr (T-m) (Sup)	6.90		6.90	6.90		6.90
Mpr (T-m) (Inf)	6.90		6.90	6.90		6.90
Separación de estribos por demanda y normativa						
Vpr1	3.95	Ton	Vpr1	3.95	Ton	
Vpr2	3.95	Ton	Vpr2	3.95	Ton	
VprMax	3.95	Ton	VprMax	3.95	Ton	
Vgr	7.14	Ton	Vgr	6.95	Ton	
Vu calc	11.09	Ton	Vu calc	10.90	Ton	
Vu progr	11.56	Ton	Vu progr	10.87	Ton	
Vu	11.56	Ton	Vu	10.90	Ton	
Vc	9.10	Ton	Vc	9.10	Ton	
Vs	5.68	Ton	Vs	5.43	Ton	
s deman	39.69	cm	s deman	41.55	cm	
s norm	9	cm	s norm	9	cm	
s zona 2h	9	cm	s zona 2h	9	cm	
s central	17	cm	s central	17	cm	

EJE 3						
EJE A-B			EJE B-C			
Momentos Probables						
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
a (cm) (Sup)	2.96		2.96	2.96		2.96
a (cm) (Inf)	2.96		2.96	2.96		2.96
Mpr (T-m) (Sup)	6.90		6.90	6.90		6.90
Mpr (T-m) (Inf)	6.90		6.90	6.90		6.90
Separación de estribos por demanda y normativa						
Vpr1	3.95	Ton	Vpr1	3.95	Ton	
Vpr2	3.95	Ton	Vpr2	3.95	Ton	
VprMax	3.95	Ton	VprMax	3.95	Ton	
Vgr	7.14	Ton	Vgr	6.95	Ton	
Vu calc	11.09	Ton	Vu calc	10.90	Ton	
Vu progr	11.94	Ton	Vu progr	11.21	Ton	
Vu	11.94	Ton	Vu	11.21	Ton	
Vc	9.10	Ton	Vc	9.10	Ton	
Vs	5.68	Ton	Vs	5.43	Ton	
s deman	39.69	cm	s deman	41.55	cm	
s norm	9	cm	s norm	9	cm	
s zona 2h	9	cm	s zona 2h	9	cm	
s central	17	cm	s central	17	cm	

EJE 3						
EJE A-B			EJE B-C			
Momentos (T*m)						
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Superior	3.30	0.00	3.24	3.23	0.00	3.35
Inferior	1.23	1.20	1.51	1.50	1.10	1.23
Momentos (Min) (Ton*m)						
Superior	3.30	0.83	3.24	3.23	0.84	3.35
Inferior	1.65	1.20	1.62	1.62	1.10	1.68
Acero requerido (cm2)						
Superior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Inferior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Acero requerido (Min) (cm2)						
Superior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Inferior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Acero colocado (cm2)						
Superior	2D16	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14
Inferior	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14
Acero colocado (cm2)						
Superior	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
Inferior	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
Acero colocado / Acero requerido (%)						
Superior	118%	118%	118%	118%	118%	118%
Inferior	118%	118%	118%	118%	118%	118%

EJE 2						
EJE A-B			EJE B-C			
Momentos (T*m)						
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Superior	3.30	0.00	3.24	3.23	0.00	3.35
Inferior	1.23	1.20	1.51	1.50	1.10	1.23
Momentos (Min) (Ton*m)						
Superior	3.30	0.83	3.24	3.23	0.84	3.35
Inferior	1.65	1.20	1.62	1.62	1.10	1.68
Acero requerido (cm2)						
Superior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Inferior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Acero requerido (Min) (cm2)						
Superior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Inferior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Acero colocado (cm2)						
Superior	2D16	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14
Inferior	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14
Acero colocado (cm2)						
Superior	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
Inferior	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
Acero colocado / Acero requerido (%)						
Superior	118%	118%	118%	118%	118%	118%
Inferior	118%	118%	118%	118%	118%	118%

Comprobación cortante

EJE 8						
EJE A-B			EJE B-C			
Momentos Probables						
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
a (cm) (Sup)	2.96		2.96	2.96		2.96
a (cm) (Inf)	2.96		2.96	2.96		2.96
Mpr (T-m) (Sup)	6.90		6.90	6.90		6.90
Mpr (T-m) (Inf)	6.90		6.90	6.90		6.90
Separación de estribos por demanda y normativa						
Vpr1	3.95	Ton	Vpr1	3.95	Ton	
Vpr2	3.95	Ton	Vpr2	3.95	Ton	
VprMax	3.95	Ton	VprMax	3.95	Ton	
Vgr	7.14	Ton	Vgr	6.95	Ton	
Vu calc	11.09	Ton	Vu calc	10.90	Ton	
Vu progr	11.56	Ton	Vu progr	10.87	Ton	
Vu	11.56	Ton	Vu	10.90	Ton	
Vc	9.10	Ton	Vc	9.10	Ton	
Vs	5.68	Ton	Vs	5.43	Ton	
s deman	39.69	cm	s deman	41.55	cm	
s norm	9	cm	s norm	9	cm	
s zona 2h	9	cm	s zona 2h	9	cm	
s central	17	cm	s central	17	cm	

EJE 7						
EJE A-B			EJE B-C			
Momentos Probables						
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
a (cm) (Sup)	2.96		2.96	2.96		2.96
a (cm) (Inf)	2.96		2.96	2.96		2.96
Mpr (T-m) (Sup)	6.90		6.90	6.90		6.90
Mpr (T-m) (Inf)	6.90		6.90	6.90		6.90
Separación de estribos por demanda y normativa						
Vpr1	3.95	Ton	Vpr1	3.95	Ton	
Vpr2	3.95	Ton	Vpr2	3.95	Ton	
VprMax	3.95	Ton	VprMax	3.95	Ton	
Vgr	7.14	Ton	Vgr	6.95	Ton	
Vu calc	11.09	Ton	Vu calc	10.90	Ton	
Vu progr	11.94	Ton	Vu progr	11.21	Ton	
Vu	11.94	Ton	Vu	11.21	Ton	
Vc	9.10	Ton	Vc	9.10	Ton	
Vs	5.68	Ton	Vs	5.43	Ton	
s deman	39.69	cm	s deman	41.55	cm	
s norm	9	cm	s norm	9	cm	
s zona 2h	9	cm	s zona 2h	9	cm	
s central	17	cm	s central	17	cm	

	EJE 6					
	EJE A-B			EJE B-C		
	Momentos Probables					
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
a (cm) (Sup)	2.96		2.96	2.96		2.96
a (cm) (Inf)	2.96		2.96	2.96		2.96
Mpr (T-m) (Sup)	6.90		6.90	6.90		6.90
Mpr (T-m) (Inf)	6.90		6.90	6.90		6.90
Separación de estribos por demanda y normativa						
Vpr1	3.95	Ton	Vpr1	3.95	Ton	
Vpr2	3.95	Ton	Vpr2	3.95	Ton	
VprMax	3.95	Ton	VprMax	3.95	Ton	
Vgr	7.14	Ton	Vgr	6.95	Ton	
Vu calc	11.09	Ton	Vu calc	10.90	Ton	
Vu progr	11.56	Ton	Vu progr	10.87	Ton	
Vu	11.56	Ton	Vu	10.90	Ton	
Vc	9.10	Ton	Vc	9.10	Ton	
Vs	5.68	Ton	Vs	5.43	Ton	
s deman	39.69	cm	s deman	41.55	cm	
s norm	9	cm	s norm	9	cm	
s zona 2h	9	cm	s zona 2h	9	cm	
s central	17	cm	s central	17	cm	

	EJE 5					
	EJE A-B			EJE B-C		
	Momentos Probables					
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
a (cm) (Sup)	2.96		2.96	2.96		2.96
a (cm) (Inf)	2.96		2.96	2.96		2.96
Mpr (T-m) (Sup)	6.90		6.90	6.90		6.90
Mpr (T-m) (Inf)	6.90		6.90	6.90		6.90
Separación de estribos por demanda y normativa						
Vpr1	3.95	Ton	Vpr1	3.95	Ton	
Vpr2	3.95	Ton	Vpr2	3.95	Ton	
VprMax	3.95	Ton	VprMax	3.95	Ton	
Vgr	7.14	Ton	Vgr	6.95	Ton	
Vu calc	11.09	Ton	Vu calc	10.90	Ton	
Vu progr	11.94	Ton	Vu progr	11.21	Ton	
Vu	11.94	Ton	Vu	11.21	Ton	
Vc	9.10	Ton	Vc	9.10	Ton	
Vs	5.68	Ton	Vs	5.43	Ton	
s deman	39.69	cm	s deman	41.55	cm	
s norm	9	cm	s norm	9	cm	
s zona 2h	9	cm	s zona 2h	9	cm	
s central	17	cm	s central	17	cm	

EJE 4						
EJE A-B			EJE B-C			
Momentos Probables						
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
a (cm) (Sup)	2.96		2.96	2.96		2.96
a (cm) (Inf)	2.96		2.96	2.96		2.96
Mpr (T-m) (Sup)	6.90		6.90	6.90		6.90
Mpr (T-m) (Inf)	6.90		6.90	6.90		6.90
Separación de estribos por demanda y normativa						
Vpr1	3.95	Ton	Vpr1	3.95	Ton	
Vpr2	3.95	Ton	Vpr2	3.95	Ton	
VprMax	3.95	Ton	VprMax	3.95	Ton	
Vgr	7.14	Ton	Vgr	6.95	Ton	
Vu calc	11.09	Ton	Vu calc	10.90	Ton	
Vu progr	11.56	Ton	Vu progr	10.87	Ton	
Vu	11.56	Ton	Vu	10.90	Ton	
Vc	9.10	Ton	Vc	9.10	Ton	
Vs	5.68	Ton	Vs	5.43	Ton	
s deman	39.69	cm	s deman	41.55	cm	
s norm	9	cm	s norm	9	cm	
s zona 2h	9	cm	s zona 2h	9	cm	
s central	17	cm	s central	17	cm	

EJE 3						
EJE A-B			EJE B-C			
Momentos Probables						
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
a (cm) (Sup)	2.96		2.96	2.96		2.96
a (cm) (Inf)	2.96		2.96	2.96		2.96
Mpr (T-m) (Sup)	6.90		6.90	6.90		6.90
Mpr (T-m) (Inf)	6.90		6.90	6.90		6.90
Separación de estribos por demanda y normativa						
Vpr1	3.95	Ton	Vpr1	3.95	Ton	
Vpr2	3.95	Ton	Vpr2	3.95	Ton	
VprMax	3.95	Ton	VprMax	3.95	Ton	
Vgr	7.14	Ton	Vgr	6.95	Ton	
Vu calc	11.09	Ton	Vu calc	10.90	Ton	
Vu progr	11.94	Ton	Vu progr	11.21	Ton	
Vu	11.94	Ton	Vu	11.21	Ton	
Vc	9.10	Ton	Vc	9.10	Ton	
Vs	5.68	Ton	Vs	5.43	Ton	
s deman	39.69	cm	s deman	41.55	cm	
s norm	9	cm	s norm	9	cm	
s zona 2h	9	cm	s zona 2h	9	cm	
s central	17	cm	s central	17	cm	

EJE 3						
EJE A-B			EJE B-C			
Momentos (T*m)						
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Superior	3.30	0.00	3.24	3.23	0.00	3.35
Inferior	1.23	1.20	1.51	1.50	1.10	1.23
Momentos (Min) (Ton*m)						
Superior	3.30	0.83	3.24	3.23	0.84	3.35
Inferior	1.65	1.20	1.62	1.62	1.10	1.68
Acero requerido (cm2)						
Superior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Inferior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Acero requerido (Min) (cm2)						
Superior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Inferior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Acero colocado (cm2)						
Superior	2D16	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14
Inferior	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14
Acero colocado (cm2)						
Superior	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
Inferior	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
Acero colocado / Acero requerido (%)						
Superior	118%	118%	118%	118%	118%	118%
Inferior	118%	118%	118%	118%	118%	118%

EJE 2						
EJE A-B			EJE B-C			
Momentos (T*m)						
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Superior	3.30	0.00	3.24	3.23	0.00	3.35
Inferior	1.23	1.20	1.51	1.50	1.10	1.23
Momentos (Min) (Ton*m)						
Superior	3.30	0.83	3.24	3.23	0.84	3.35
Inferior	1.65	1.20	1.62	1.62	1.10	1.68
Acero requerido (cm2)						
Superior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Inferior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Acero requerido (Min) (cm2)						
Superior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Inferior	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
Acero colocado (cm2)						
Superior	2D16	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14
Inferior	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14	4D14
Acero colocado (cm2)						
Superior	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
Inferior	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
Acero colocado / Acero requerido (%)						
Superior	118%	118%	118%	118%	118%	118%
Inferior	118%	118%	118%	118%	118%	118%

Comprobación cortante

EJE 8						
EJE A-B			EJE B-C			
Momentos Probables						
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
a (cm) (Sup)	2.96		2.96	2.96		2.96
a (cm) (Inf)	2.96		2.96	2.96		2.96
Mpr (T-m) (Sup)	6.90		6.90	6.90		6.90
Mpr (T-m) (Inf)	6.90		6.90	6.90		6.90
Separación de estribos por demanda y normativa						
Vpr1	3.95	Ton	Vpr1	3.95	Ton	
Vpr2	3.95	Ton	Vpr2	3.95	Ton	
VprMax	3.95	Ton	VprMax	3.95	Ton	
Vgr	7.14	Ton	Vgr	6.95	Ton	
Vu calc	11.09	Ton	Vu calc	10.90	Ton	
Vu progr	11.56	Ton	Vu progr	10.87	Ton	
Vu	11.56	Ton	Vu	10.90	Ton	
Vc	9.10	Ton	Vc	9.10	Ton	
Vs	5.68	Ton	Vs	5.43	Ton	
s deman	39.69	cm	s deman	41.55	cm	
s norm	9	cm	s norm	9	cm	
s zona 2h	9	cm	s zona 2h	9	cm	
s central	17	cm	s central	17	cm	

EJE 7						
EJE A-B			EJE B-C			
Momentos Probables						
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
a (cm) (Sup)	2.96		2.96	2.96		2.96
a (cm) (Inf)	2.96		2.96	2.96		2.96
Mpr (T-m) (Sup)	6.90		6.90	6.90		6.90
Mpr (T-m) (Inf)	6.90		6.90	6.90		6.90
Separación de estribos por demanda y normativa						
Vpr1	3.95	Ton	Vpr1	3.95	Ton	
Vpr2	3.95	Ton	Vpr2	3.95	Ton	
VprMax	3.95	Ton	VprMax	3.95	Ton	
Vgr	7.14	Ton	Vgr	6.95	Ton	
Vu calc	11.09	Ton	Vu calc	10.90	Ton	
Vu progr	11.94	Ton	Vu progr	11.21	Ton	
Vu	11.94	Ton	Vu	11.21	Ton	
Vc	9.10	Ton	Vc	9.10	Ton	
Vs	5.68	Ton	Vs	5.43	Ton	
s deman	39.69	cm	s deman	41.55	cm	
s norm	9	cm	s norm	9	cm	
s zona 2h	9	cm	s zona 2h	9	cm	
s central	17	cm	s central	17	cm	

	EJE 6					
	EJE A-B			EJE B-C		
	Momentos Probables					
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
a (cm) (Sup)	2.96		2.96	2.96		2.96
a (cm) (Inf)	2.96		2.96	2.96		2.96
Mpr (T-m) (Sup)	6.90		6.90	6.90		6.90
Mpr (T-m) (Inf)	6.90		6.90	6.90		6.90
Separación de estribos por demanda y normativa						
Vpr1	3.95	Ton	Vpr1	3.95	Ton	
Vpr2	3.95	Ton	Vpr2	3.95	Ton	
VprMax	3.95	Ton	VprMax	3.95	Ton	
Vgr	7.14	Ton	Vgr	6.95	Ton	
Vu calc	11.09	Ton	Vu calc	10.90	Ton	
Vu progr	11.56	Ton	Vu progr	10.87	Ton	
Vu	11.56	Ton	Vu	10.90	Ton	
Vc	9.10	Ton	Vc	9.10	Ton	
Vs	5.68	Ton	Vs	5.43	Ton	
s deman	39.69	cm	s deman	41.55	cm	
s norm	9	cm	s norm	9	cm	
s zona 2h	9	cm	s zona 2h	9	cm	
s central	17	cm	s central	17	cm	

	EJE 5					
	EJE A-B			EJE B-C		
	Momentos Probables					
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
a (cm) (Sup)	2.96		2.96	2.96		2.96
a (cm) (Inf)	2.96		2.96	2.96		2.96
Mpr (T-m) (Sup)	6.90		6.90	6.90		6.90
Mpr (T-m) (Inf)	6.90		6.90	6.90		6.90
Separación de estribos por demanda y normativa						
Vpr1	3.95	Ton	Vpr1	3.95	Ton	
Vpr2	3.95	Ton	Vpr2	3.95	Ton	
VprMax	3.95	Ton	VprMax	3.95	Ton	
Vgr	7.14	Ton	Vgr	6.95	Ton	
Vu calc	11.09	Ton	Vu calc	10.90	Ton	
Vu progr	11.94	Ton	Vu progr	11.21	Ton	
Vu	11.94	Ton	Vu	11.21	Ton	
Vc	9.10	Ton	Vc	9.10	Ton	
Vs	5.68	Ton	Vs	5.43	Ton	
s deman	39.69	cm	s deman	41.55	cm	
s norm	9	cm	s norm	9	cm	
s zona 2h	9	cm	s zona 2h	9	cm	
s central	17	cm	s central	17	cm	

EJE 4						
EJE A-B			EJE B-C			
Momentos Probables						
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
a (cm) (Sup)	2.96		2.96	2.96		2.96
a (cm) (Inf)	2.96		2.96	2.96		2.96
Mpr (T-m) (Sup)	6.90		6.90	6.90		6.90
Mpr (T-m) (Inf)	6.90		6.90	6.90		6.90
Separación de estribos por demanda y normativa						
Vpr1	3.95	Ton	Vpr1	3.95	Ton	
Vpr2	3.95	Ton	Vpr2	3.95	Ton	
VprMax	3.95	Ton	VprMax	3.95	Ton	
Vgr	7.14	Ton	Vgr	6.95	Ton	
Vu calc	11.09	Ton	Vu calc	10.90	Ton	
Vu progr	11.56	Ton	Vu progr	10.87	Ton	
Vu	11.56	Ton	Vu	10.90	Ton	
Vc	9.10	Ton	Vc	9.10	Ton	
Vs	5.68	Ton	Vs	5.43	Ton	
s deman	39.69	cm	s deman	41.55	cm	
s norm	9	cm	s norm	9	cm	
s zona 2h	9	cm	s zona 2h	9	cm	
s central	17	cm	s central	17	cm	

EJE 3						
EJE A-B			EJE B-C			
Momentos Probables						
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
a (cm) (Sup)	2.96		2.96	2.96		2.96
a (cm) (Inf)	2.96		2.96	2.96		2.96
Mpr (T-m) (Sup)	6.90		6.90	6.90		6.90
Mpr (T-m) (Inf)	6.90		6.90	6.90		6.90
Separación de estribos por demanda y normativa						
Vpr1	3.95	Ton	Vpr1	3.95	Ton	
Vpr2	3.95	Ton	Vpr2	3.95	Ton	
VprMax	3.95	Ton	VprMax	3.95	Ton	
Vgr	7.14	Ton	Vgr	6.95	Ton	
Vu calc	11.09	Ton	Vu calc	10.90	Ton	
Vu progr	11.94	Ton	Vu progr	11.21	Ton	
Vu	11.94	Ton	Vu	11.21	Ton	
Vc	9.10	Ton	Vc	9.10	Ton	
Vs	5.68	Ton	Vs	5.43	Ton	
s deman	39.69	cm	s deman	41.55	cm	
s norm	9	cm	s norm	9	cm	
s zona 2h	9	cm	s zona 2h	9	cm	
s central	17	cm	s central	17	cm	

Rubros y Análisis de precios unitarios

1.1

Rubro:

AREA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE DESECHOS

Unidad:

U

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.000		0.66
ANDAMIO	1.00	0.12	0.120	1.00000	0.12
SUBTOTAL M					0.78
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
ALBAÑIL	1.00	4.28	4.280	1.00000	4.28
INSPECTOR DE OBRA	0.10	4.76	0.476	1.00000	0.48
PEON	2.00	4.23	8.460	1.00000	8.46
SUBTOTAL N					13.22
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
ARENA	M3	0.18	95.00	17.10	
CLAVOS	KG	0.10	2.08	0.21	
ALAMBRE GALVANIZADO	KG	0.10	2.50	0.25	
PINGO Φ 10-12	M3	8.00	1.20	9.60	
RIEL DE EUCALIPTO (L=2.40 M 3*12 CM)	U	8.00	1.50	12.00	
PLANCHA DE ZINC DE 12"	U	1.50	10.92	16.38	
ALFAJIA DE EUCALIPTO 7X7 CM (ENCOFRADO)	M3	0.60	1.20	0.72	
CEMENTO	SACO	1.90	31.00	58.90	
RIPIO	M3	0.25	95.00	23.75	
AGUA	M3	1.00	2.00	2.00	
SUBTOTAL O				140.91	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
				0.00	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					154.91
INDIRECTOS				20.00%	30.98
UTILIDAD				%	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					185.89
VALOR OFERTADO					185.89

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

1.2

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro:

BATERIA SANITARIA PORTATIL (unidad x mes)

Unidad: u

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			0.00000		0.00
SUBTOTAL M					0.00
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
			0.00000		0.00
SUBTOTAL N					0.00
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
CABINA SANITARIA PORTATIL	mes	1.00000	220.00	220.00	
SUBTOTAL O					220.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					220.00
INDIRECTOS					20.00%
					44.00
UTILIDAD					%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					264.00
VALOR OFERTADO					264.00

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

1.3

Rubro:

CHARLAS DE CAPACITACION AL PERSONAL

Unidad:

U

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.000		0.26
SUBTOTAL M					0.26
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
INSPECTOR DE OBRA	0.10	4.76	0.476	1.00000	0.48
RESIDENTE DE OBRA	1.00	4.77	4.770	1.00000	4.77
SUBTOTAL N					5.25
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
CHARLAS DE CAPACITACION AL PERSONAL: MANEJO AMBIENTAL, SOCIAL Y SALUD SEGURIDAD OCUPACIONAL	HORA	1.00	90.00	90.00	
SUBTOTAL O				90.00	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
				0.00	
SUBTOTAL P				0.00	
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				95.51
	INDIRECTOS				20.00%
					19.10
	UTILIDAD				%
					-
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				114.61
	VALOR OFERTADO				114.61

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

1.4

Rubro:
PROTECCION PARA TRABAJADORES

Unidad: U

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
					0.00
SUBTOTAL M					0.00
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
					0.00
SUBTOTAL N					0.00
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
CASCO	U	1.00	7.00	7.00	
CHALECO REFLECTIVO	U	1.00	6.50	6.50	
MASCARILLA DESECHABLE	U	20.00	0.20	4.00	
BOTIN PUNTA DE ACERO	U	1.00	45.00	45.00	
GAFAS DE SEGURIDAD	U	1.00	3.00	3.00	
TAPON AUDITIVO	U	1.00	2.00	2.00	
CAMISETA IDENTIFICATIVA CUELLO REDONDO	U	1.00	10.00	10.00	
SUBTOTAL O					77.50
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					77.50
INDIRECTOS				20.00%	15.50
UTILIDAD				%	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					93.00
VALOR OFERTADO					93.00

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

1.5

Rubro:

MONITOREO Y MEDICIÓN DE RUIDO AMBIENTAL

Unidad:

U

Detalle:**EQUIPOS**

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
SONOMETRO DIGITAL. EQUIPOS DE MEDICIONES DE LABORATORIO AMBIENTAL ACREDITADO POR EL SAE	1.00	40.00	40.000	1.00000	40.00
SUBTOTAL M					40.00

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
LABORATORISTA	1.00	4.55	4.550	1.00000	4.55
SUBTOTAL N					4.55

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
				0.00
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
				0.00
SUBTOTAL P				0.00

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			44.55
	INDIRECTOS			20.00%
				8.91
	UTILIDAD			%
				-
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			53.46
	VALOR OFERTADO			53.46

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

1.6

Rubro:

MONITOREO Y MEDICIÓN DE MATERIAL PARTICULADO

Unidad:

U

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
EQUIPOS DE MEDICIONES DE LABORATORIO AMBIENTAL ACREDITADO POR EL SAE	1.00	25.00	25.000	24.00000	600.00
SUBTOTAL M					600.00
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
LABORATORISTA	1.00	4.55	4.550	24.00000	109.20
SUBTOTAL N					109.20
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
				0.00	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					709.20
INDIRECTOS				20.00%	141.84
UTILIDAD				%	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					851.04
VALOR OFERTADO					851.04

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

1.7

Rubro:

LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO

Unidad:

m3

Detalle:**EQUIPOS**

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		0.05
SUBTOTAL M					0.05

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
INSPECTOR DE OBRA	0.10	4.76	0.476	0.08000	0.04
PEON	3.00	4.23	12.690	0.08000	1.02
SUBTOTAL N					1.06

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
				0.00
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
				0.00
SUBTOTAL P				0.00

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			1.11
	INDIRECTOS			20.00%
	UTILIDAD			%
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			1.33
	VALOR OFERTADO			1.33

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

2.1

Rubro:
TRAZADO Y REPLANTEO

Unidad: M2

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.000		0.03
ESTACION TOTAL	1.00	2.00	2.000	0.06900	0.14
SUBTOTAL M					0.17
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
CADENERO	1.00	4.28	4.280	0.06900	0.30
TOPÓGRAFO	1.00	4.72	4.720	0.06900	0.33
SUBTOTAL N					0.63
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
CAL	SACO	5.00	0.03	0.15	
ESTACAS	U	0.15	0.10	0.02	
SUBTOTAL O				0.17	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
				0.00	
SUBTOTAL P				0.00	
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				0.97
	INDIRECTOS			20.00%	0.19
	UTILIDAD			%	-
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				1.16
	VALOR OFERTADO				1.16

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

2.2

Rubro:

EXCAVACION MANUAL H=0 A 2 M

Unidad:

M3

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.000		0.35
SUBTOTAL M					0.35
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
INSPECTOR DE OBRA	0.10	4.76	0.476	0.78000	0.37
PEON	1.00	4.23	4.230	0.78000	3.30
ALBAÑIL	1.00	4.28	4.280	0.78000	3.34
SUBTOTAL N					7.01
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
					0.00
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
					0.00
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					7.36
INDIRECTOS 20.00%					1.47
UTILIDAD %					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					8.83
VALOR OFERTADO					8.83

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

2.3

Rubro:

DESALOJO DE MATERIAL EXCAVADO

Unidad:

M3/KM

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.000		0.05
VOLQUETA	2.00	24.00	48.000	0.06300	3.02
SUBTOTAL M					3.07
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
PEON	1.00	4.23	4.230	0.06300	0.27
CHOFER VOLQUETAS	2.00	6.22	12.440	0.06300	0.78
SUBTOTAL N					1.05
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
					0.00
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
					0.00
SUBTOTAL P					0.00
			TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		4.12
			INDIRECTOS	20.00%	0.82
			UTILIDAD	%	-
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		4.94
			VALOR OFERTADO		4.94

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

2.4

Rubro:

RELLENO COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL DEL SITIO

Unidad:

M3

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.000		0.13
SUBTOTAL M					0.13
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
ALBAÑIL	1.00	4.28	4.280	0.30000	1.28
INSPECTOR DE OBRA	0.10	4.76	0.476	0.30000	0.14
PEON	1.00	4.23	4.230	0.30000	1.27
SUBTOTAL N					2.69
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
				0.00	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
			TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		2.82
			INDIRECTOS	20.00%	0.56
			UTILIDAD	%	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.38
VALOR OFERTADO					3.38

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

3.1

Rubro:

HORMIGON PREMEZCLADO CLASE "A" (F'C=280 KG/CM2) (INC. ENCOFRADO, INC ADITIVOS)

Unidad:

M3

Detalle:**EQUIPOS**

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.000		0.46
VIBRADOR	2.00	3.84	7.680	0.29460	2.26
SUBTOTAL M					2.72

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
PEON	4.00	3.83	15.320	0.29460	4.51
ALBAÑIL	2.00	3.87	7.740	0.29460	2.28
CARPINTERO	1.00	3.87	3.870	0.29460	1.14
MAESTRO MAYOR EN EJECUCION DE OBRAS CIVILES	1.00	4.29	4.290	0.29460	1.26
SUBTOTAL N					9.19

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
ADITIVO PLASTIFICANTE	U	1.00	9.22	9.22
CARBOXILATO DE AMINA-HRMIGON MEZCLA	LT	1.00	25.00	25.00
ENCOFRADO	GBL	1.00	59.38	59.38
HORMIGON PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2	M3	1.05	116.80	122.64
SUBTOTAL O				216.24

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
TRANSPORTE DE CARGA PESADA LONGITUD DE ACARREO DE 30-180 KM	TON-KM	175.1520	0.17	29.78
TRANSPORTE VARIOS 2	GBL	1.0000	5.62	5.62
SUBTOTAL P				35.40

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				263.55
INDIRECTOS				17.00%
UTILIDAD				%
COSTO TOTAL DEL RUBRO				308.35
VALOR OFERTADO				308.35

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

3.2

Rubro:

REPLANTILLO HORMIGON SIMPLE F'C=140 KG/CM2

Unidad:

M3

Detalle:**EQUIPOS**

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.000		4.33
CONCRETERA	1.00	2.00	2.000	4.95600	9.91
SUBTOTAL M					14.24

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
PEON	2.00	4.23	8.460	4.95600	41.93
ALBAÑIL	1.00	4.28	4.280	4.95600	21.21
MAESTRO MAYOR EN EJECUCION EN OBRAS CIVILES	1.00	4.75	4.750	4.95600	23.54
SUBTOTAL N					86.68

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
CEMENTO PORTLAND	SACO	7.90	0.48	3.79
ARENA GRUESA	M3	20.00	0.06	1.20
PIEDRA 3/4"	M3	20.00	0.05	1.00
AGUA	M3	1.00	0.01	0.01
SUBTOTAL O				6.00

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
				0.00
SUBTOTAL P				0.00

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	106.92
	INDIRECTOS 20.00%	21.38
	UTILIDAD %	-
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	128.30
	VALOR OFERTADO	128.30

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

3.3

Rubro:

ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 (CON ALAMBRE GALVANIZADO N°18) **Unidad:** KG

Detalle:**EQUIPOS**

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.000		0.02
CORTADORA/DOBLADORA	1.00	0.51	0.510	0.03570	0.02
SUBTOTAL M					0.04

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
FIERRERO-ESTRUC.OCUP.D2	1.00	4.28	4.280	0.03570	0.15
MAESTRO MAYOR DE OBRAS CIVILES-ESTRUC.OCUP.D2	0.10	4.75	0.475	0.03570	0.02
PEON-ESTRUC.OCUP.E2	1.00	4.23	4.230	0.03570	0.15
SUBTOTAL N					0.32

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
ALAMBRE GALVANIZADO N°18	KG	0.05	2.07	0.10
ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	KG	1.05	1.12	1.18
SUBTOTAL O				1.28

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
				0.00
SUBTOTAL P				0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			1.64
	INDIRECTOS			20.00%
	UTILIDAD			%
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			1.97
	VALOR OFERTADO			1.97

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

3.4

Rubro:

ESTRUCTURA DE ACERO (PERFILERIA A36). INCL. ANTICORROSIVO

Unidad:

KG

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.000		0.04
COMPRESOR	2.00	2.00	4.000	0.08000	0.32
SOLDADORA ELECTRICA 300A	0.25	2.50	0.625	0.08000	0.05
SUBTOTAL M					0.41
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
INSPECTOR DE OBRA	0.10	4.76	0.476	0.08000	0.04
PEON	1.00	4.23	4.230	0.08000	0.34
MAESTRO SOLDADOR ESPECIALIZADO	1.00	4.75	4.750	0.08000	0.38
SUBTOTAL N					0.76
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
THINNER	GAL	0.01	11.00	0.11	
PINTURA ANTICORROSIVA	GAL	0.01	22.00	0.22	
FONDO ANTICORROSIVO	GAL	0.01	17.46	0.17	
ELECTRODO E7018	KG	0.25	4.91	1.23	
PERFIL ESTRUCTURAL ASTM A36	KG	1.09	1.40	1.53	
SUBTOTAL O				3.26	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
				0.00	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4.43
INDIRECTOS					20.00%
UTILIDAD					%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5.32
VALOR OFERTADO					5.32

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

4.1

Rubro:

MAMPOSTERIA BLOQUE ALIVIANADO 39X19X9 CM

Unidad:

M2

Detalle:**EQUIPOS**

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.000		0.43
ANDAMIO	1.00	0.12	0.120	0.64700	0.08
SUBTOTAL M					0.51

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
PEON	1.00	4.23	4.230	0.64700	2.74
ALBAÑIL	1.00	4.28	4.280	0.64700	2.77
MAESTRO MAYOR EN EJECUCION DE OBRAS CIVILES	1.00	4.75	4.750	0.64700	3.07
SUBTOTAL N					8.58

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
CEMENTO PORTLAND	SACO	0.06	7.90	0.47
BLOQUE DE HORMIGON LIVIANO. DENSIDAD ESPECIAL (39X19X9 CM)	U	0.06	0.50	0.03
ARENA FINA	M3	0.06	16.00	0.96
AGUA	M3	0.06	1.00	0.06
SUBTOTAL O				1.52

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
				0.00
SUBTOTAL P				0.00

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	10.61
	INDIRECTOS 20.00%	2.12
	UTILIDAD %	-
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	12.73
	VALOR OFERTADO	12.73

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

Rubro:

ENLUCIDO VERTICAL INTERIOR

Unidad:

M2

Detalle:**EQUIPOS**

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.000		0.27
ANDAMIO	1.00	0.12	0.120	0.60000	0.07
SUBTOTAL M					0.34

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
ALBAÑIL	1.00	4.28	4.280	0.60000	2.57
INSPECTOR DE OBRA	0.10	4.76	0.476	0.60000	0.29
PEON	1.00	4.23	4.230	0.60000	2.54
SUBTOTAL N					5.40

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
AGUA	M3	0.01	2.00	0.02
ARENA	M3	0.03	95.00	2.85
CEMENTO	SACO	0.22	31.00	6.82
SUBTOTAL O				9.69

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
				0.00
SUBTOTAL P				0.00

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	15.43
	INDIRECTOS 20.00%	3.09
	UTILIDAD %	-
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	18.52
	VALOR OFERTADO	18.52

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

4.3

Rubro:
ENLUCIDO VERTICAL EXTERIOR

Unidad: M2

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.000		0.27
ANDAMIO	1.00	0.12	0.120	0.60000	0.07
SUBTOTAL M					0.34
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
PEON	1.00	4.23	4.230	0.60000	2.54
INSPECTOR DE OBRA	0.10	4.76	0.476	0.60000	0.29
PEON	1.00	4.23	4.230	0.60000	2.54
SUBTOTAL N					5.37
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
AGUA	M3	0.01	2.00	0.02	
ARENA	M3	0.03	95.00	2.85	
CEMENTO	SACO	0.22	31.00	6.82	
SUBTOTAL O				9.69	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
				0.00	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					15.40
INDIRECTOS				20.00%	3.08
UTILIDAD				%	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					18.48
VALOR OFERTADO					18.48

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

5.1

Rubro:

SOBREPISO: TERRAZO MÁRMOL 50X50 PULIDO

Unidad:

M2

Detalle:**EQUIPOS**

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.000		0.45
CORTAADOR ELÉCTRICA	1.00	0.50	0.500	1.00000	0.50
PULIDORA DE PISO	1.00	0.80	0.800	1.00000	0.80
SUBTOTAL M					1.75

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
ALBAÑIL	1.00	4.28	4.280	1.00000	4.28
INSPECTOR DE OBRA	0.10	4.76	0.476	1.00000	0.48
PEON	1.00	4.23	4.230	1.00000	4.23
SUBTOTAL N					8.99

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
TERRAZO PULIDO	M2	1.05	5.00	5.25
MORTERO ADHESIVO	SACO	0.89	7.43	6.61
SUBTOTAL O				11.86

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
				0.00
SUBTOTAL P				0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				22.60
INDIRECTOS				20.00%
UTILIDAD				%
COSTO TOTAL DEL RUBRO				27.12
VALOR OFERTADO				27.12

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

5.2

Rubro:					
RASTRERA DE PORCELANATO H=0.09 M			Unidad: M		
Detalle:					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
					0.00
SUBTOTAL M					0.00
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
PEON	1.00	4.23	4.230	0.06000	0.25
INSTALADOR DE REVESTIMIENTO EN GENERAL	1.00	4.28	4.280	0.06000	0.26
PEON	0.20	4.52	0.904	0.06000	0.05
SUBTOTAL N					0.56
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
MORTERO ADHESIVO PARA CERAMICA PREMIUM (40 KG)	SACO	0.02	16.67	0.33	
PORCELANATO ANTIDESLIZANTE (GRES)	M2	0.10	22.42	2.13	
PORCELANA ARENA	KG	0.05	1.31	0.07	
SUBTOTAL O					2.53
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3.09
INDIRECTOS				20.00%	0.62
UTILIDAD				%	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.71
VALOR OFERTADO					3.71

6.1

Rubro:PUERTA DE MADERA PANELADA 0.70 M H=2.00 M, MARCO -TAPAMARCO **Unidad:** U**Detalle:****EQUIPOS**

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.000		0.66
ANDAMIO	1.00	0.12	0.120	1.00000	0.12
SUBTOTAL M					0.78

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
ALBAÑIL	1.00	4.28	4.280	1.00000	4.28
INSPECTOR DE OBRA	0.10	4.76	0.476	1.00000	0.48
PEON	2.00	4.23	8.460	1.00000	8.46
SUBTOTAL N					13.22

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
MADERA	M3	0.18	95.00	17.10
CLAVOS	KG	0.10	2.08	0.21
RIPIO	M3	0.25	95.00	23.75
SUBTOTAL O				41.06

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
				0.00
SUBTOTAL P				0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			55.06
	INDIRECTOS			20.00% 11.01
	UTILIDAD			% -
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			66.07
	VALOR OFERTADO			66.07

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

7.1

Rubro:		PINTURA INTERIOR LATEX VINYL ACRILICO			Unidad:	M2
Detalle:						
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo	
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.000		0.12	
ANDAMIO	1.00	0.12	0.120	0.26790	0.03	
SUBTOTAL M					0.15	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
PINTOR	1.00	4.28	4.280	0.26790	1.15	
PEON	1.00	4.23	4.230	0.26790	1.13	
MAESTRO DE OBRAS CIVILES	0.10	4.75	0.475	0.26790	0.13	
SUBTOTAL N					2.41	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		
LIJA DE HIERRO	PLIEGO	0.20	0.35	0.07		
PINTURA LATEX INTERIOR	GAL	0.08	16.39	1.31		
SUBTOTAL O					1.38	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo		
					0.00	
SUBTOTAL P					0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3.94	
INDIRECTOS					20.00%	0.79
UTILIDAD					%	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.73	
VALOR OFERTADO					4.73	

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

7.2

Rubro:

PINTURA EXTERIOR LATEX VINYL ACRILICO

Unidad:

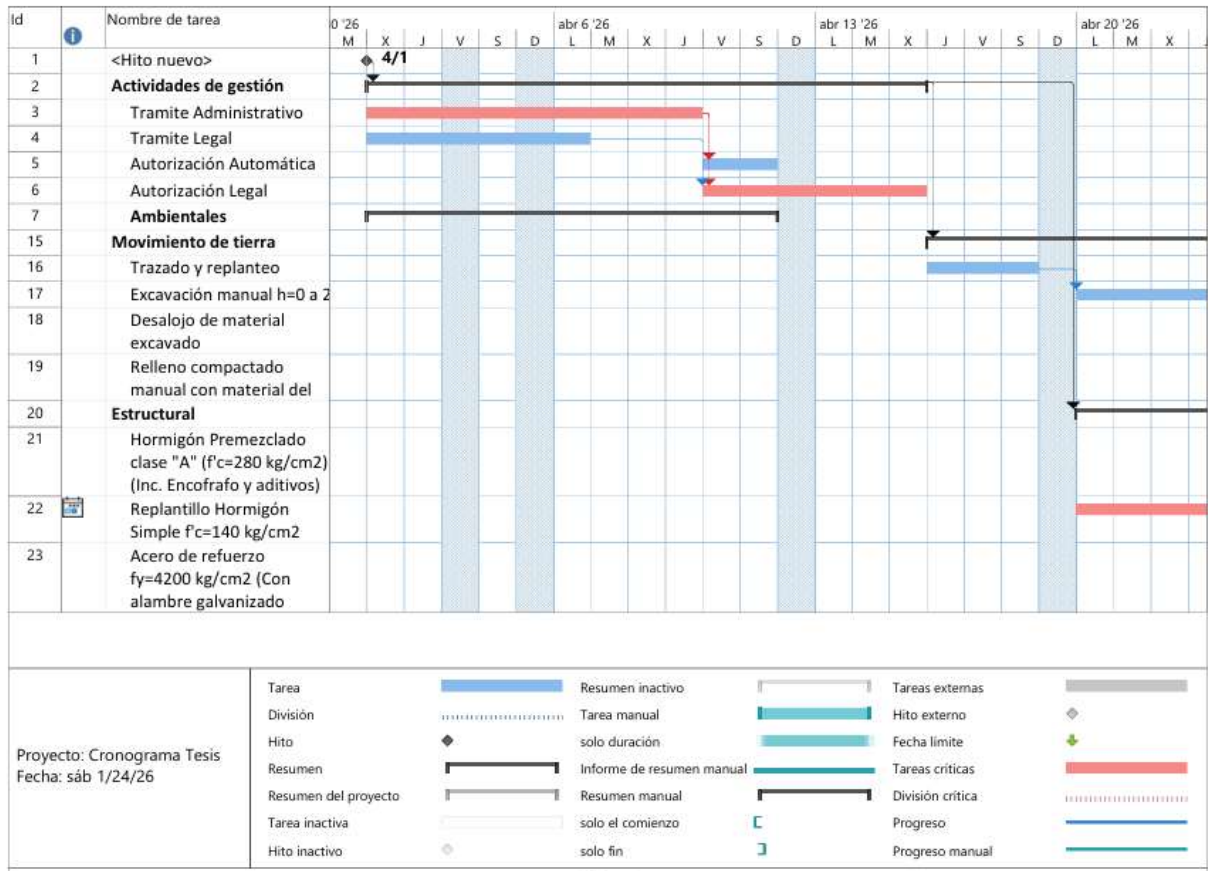
M2

Detalle:

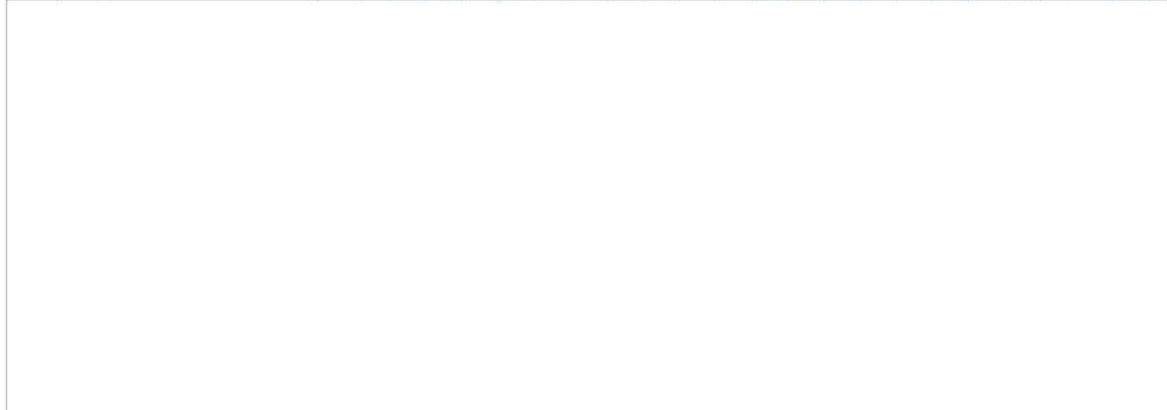
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo	
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.000		0.13	
ANDAMIO	1.00	0.12	0.120	0.28570	0.03	
SUBTOTAL M					0.16	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
PINTOR	1.00	4.28	4.280	0.28570	1.22	
PEON	1.00	4.23	4.230	0.28570	1.21	
MAESTRO DE OBRAS CIVILES	0.10	4.75	0.475	0.28570	0.14	
SUBTOTAL N					2.57	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		
LIJA DE HIERRO	PLIEGO	0.20	0.35	0.07		
PINTURA LATEX EXTERIOR	GAL	0.10	22.50	2.25		
SUBTOTAL O				2.32		
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo		
				0.00		
SUBTOTAL P				0.00		
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					5.05	
INDIRECTOS					20.00%	1.01
UTILIDAD					%	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					6.06	
VALOR OFERTADO					6.06	

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

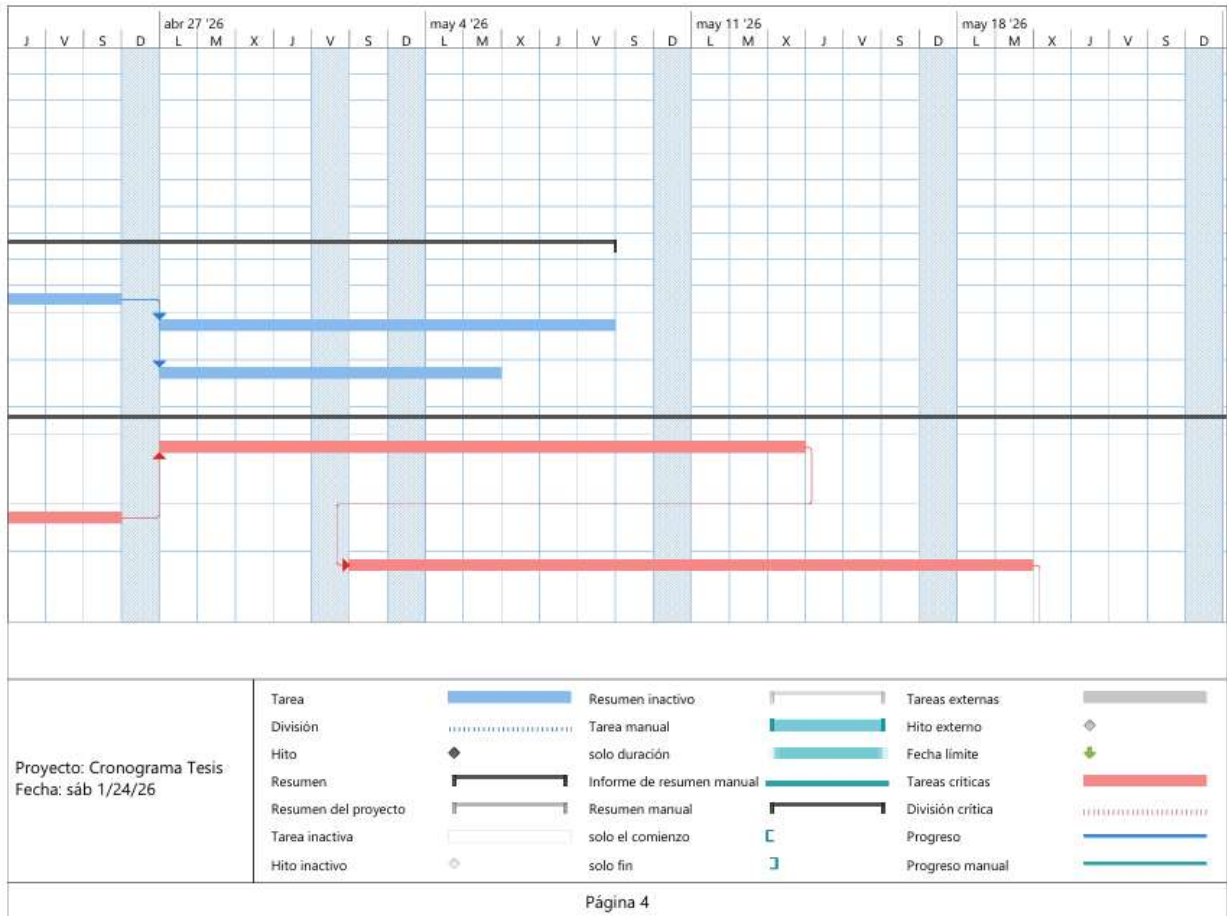
Cronograma

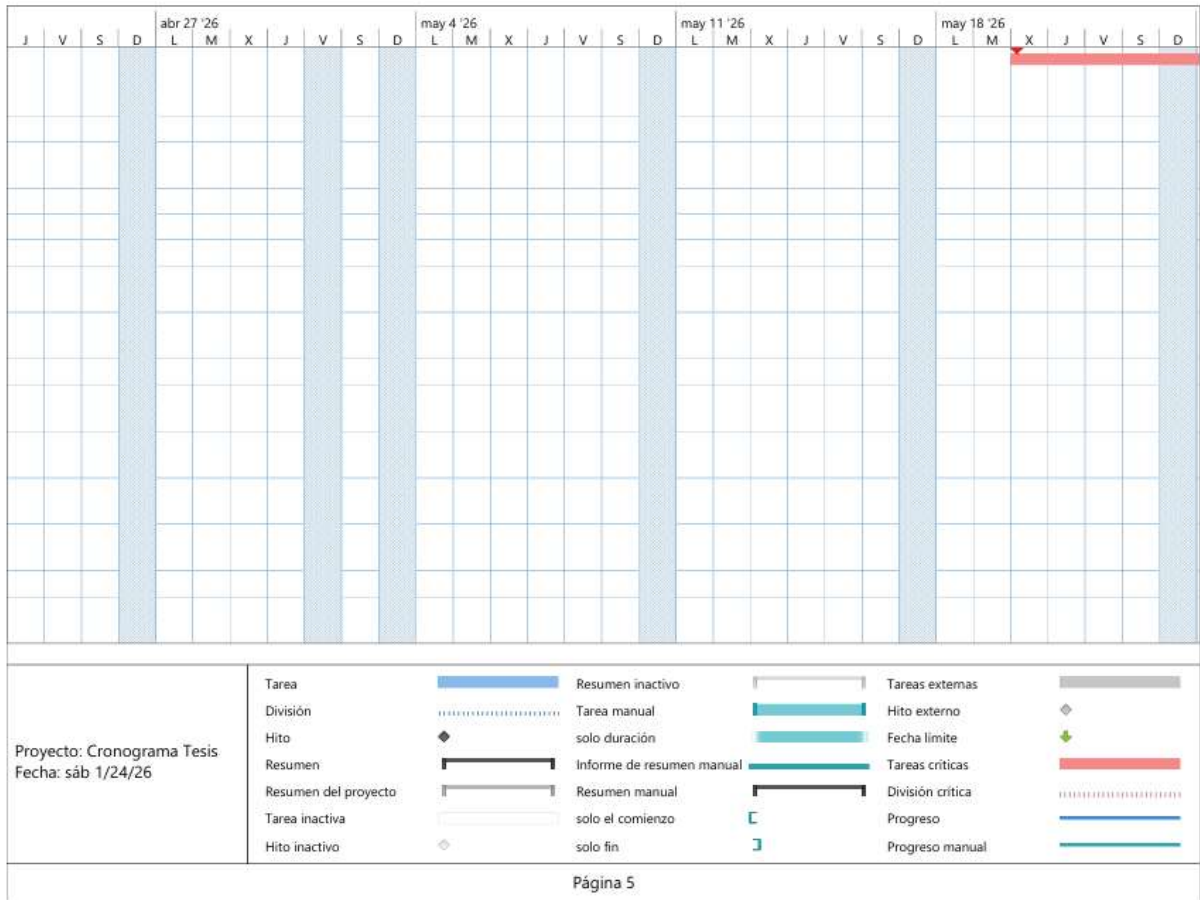


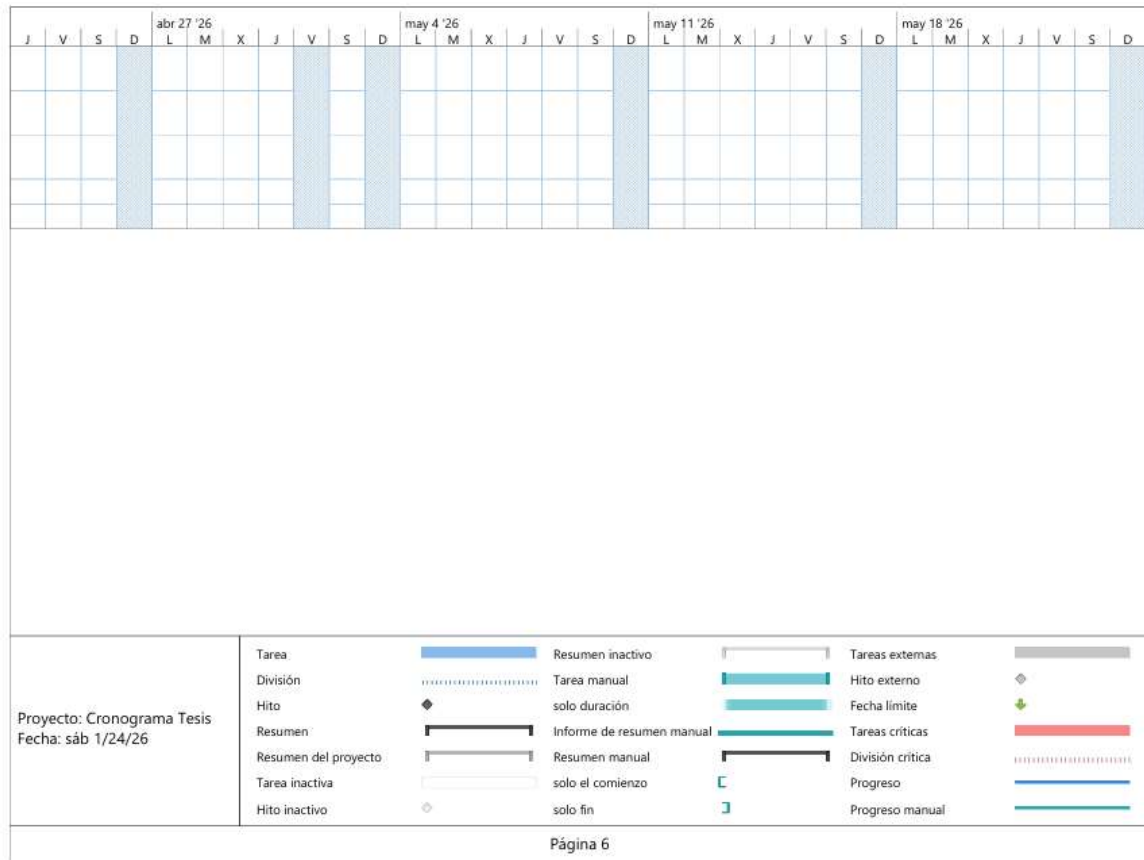
Id	Nombre de tarea	0 '26			abr 6 '26			abr 13 '26			abr 20 '26					
		M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M
39	Pintura exterior Latex Vinyl acrílico															
40	Sellado para paredes interiores y exteriores															
41	Tumbado tipo gypsum con perfilera metálica															
42	Cubierta doble															
43	Fin															

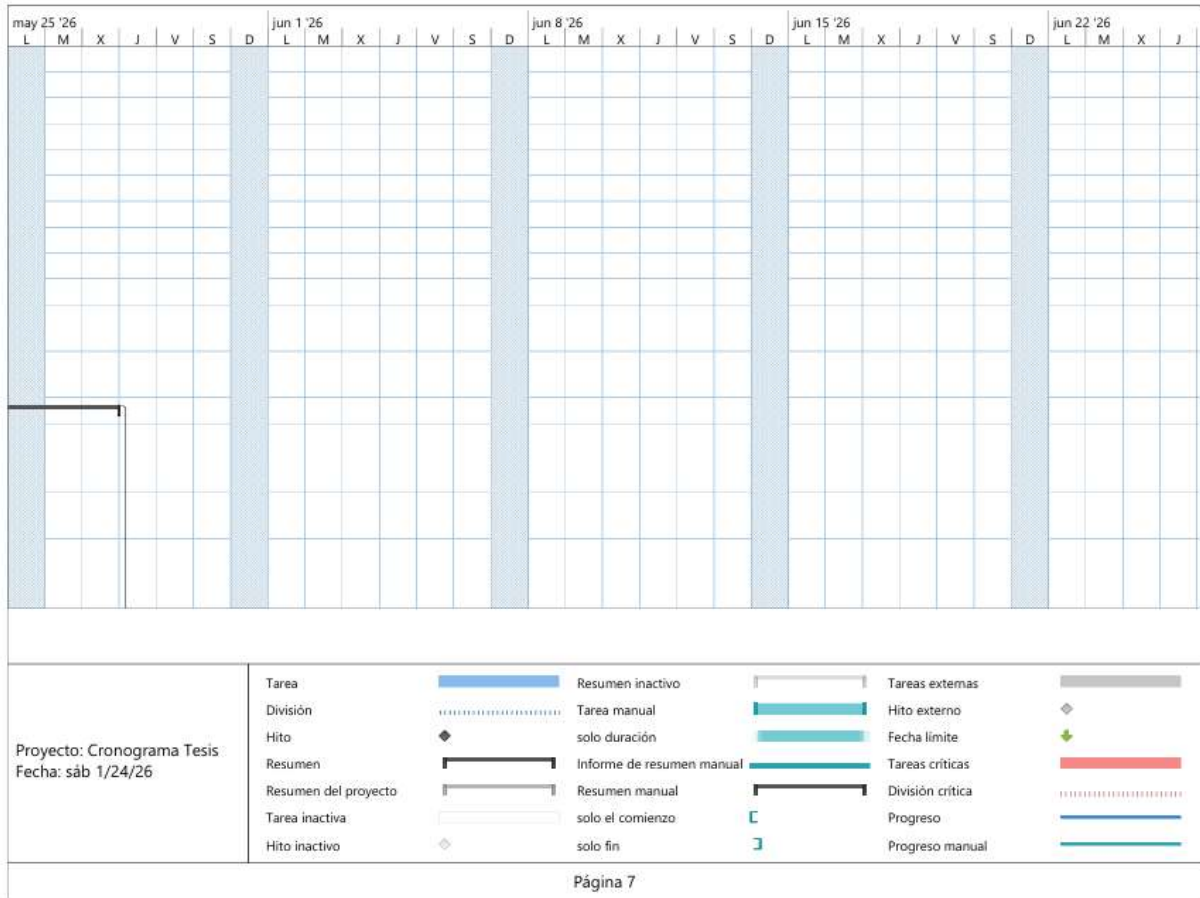


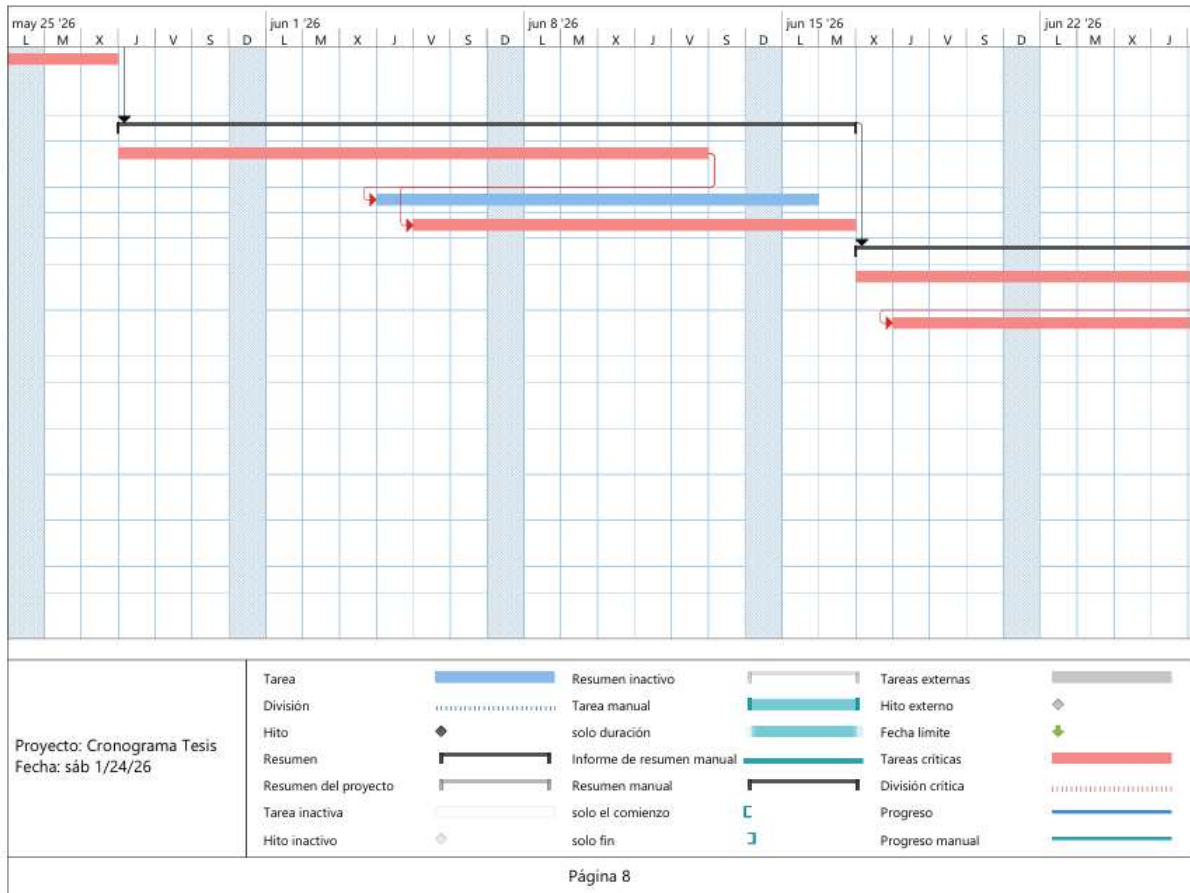
Proyecto: Cronograma Tesis Fecha: sáb 1/24/26	Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas
	División		Tarea manual		Hito externo
	Hito		solo duración		Fecha límite
	Resumen		Informe de resumen manual		Tareas críticas
	Resumen del proyecto		Resumen manual		División crítica
	Tarea inactiva		solo el comienzo		Progreso
Hito inactivo		solo fin		Progreso manual	

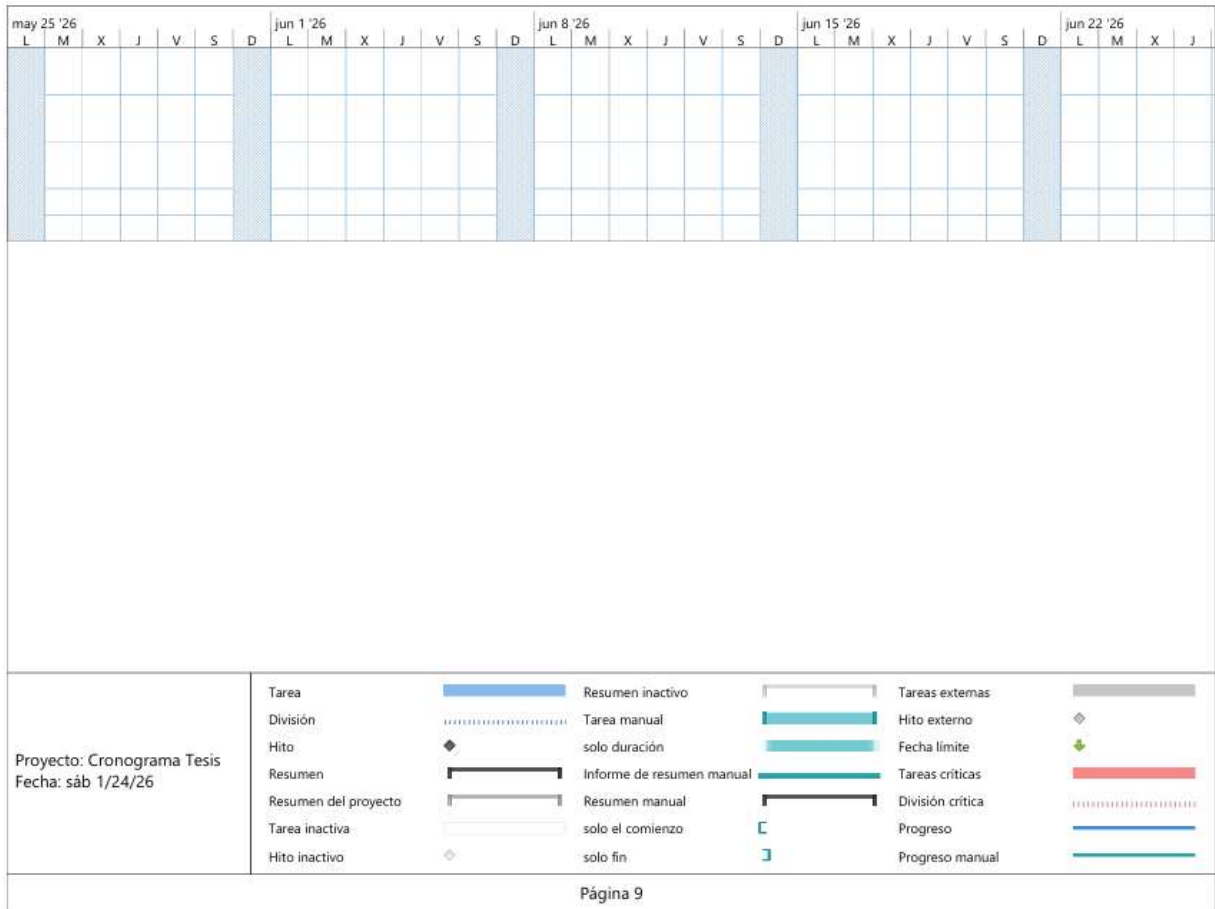


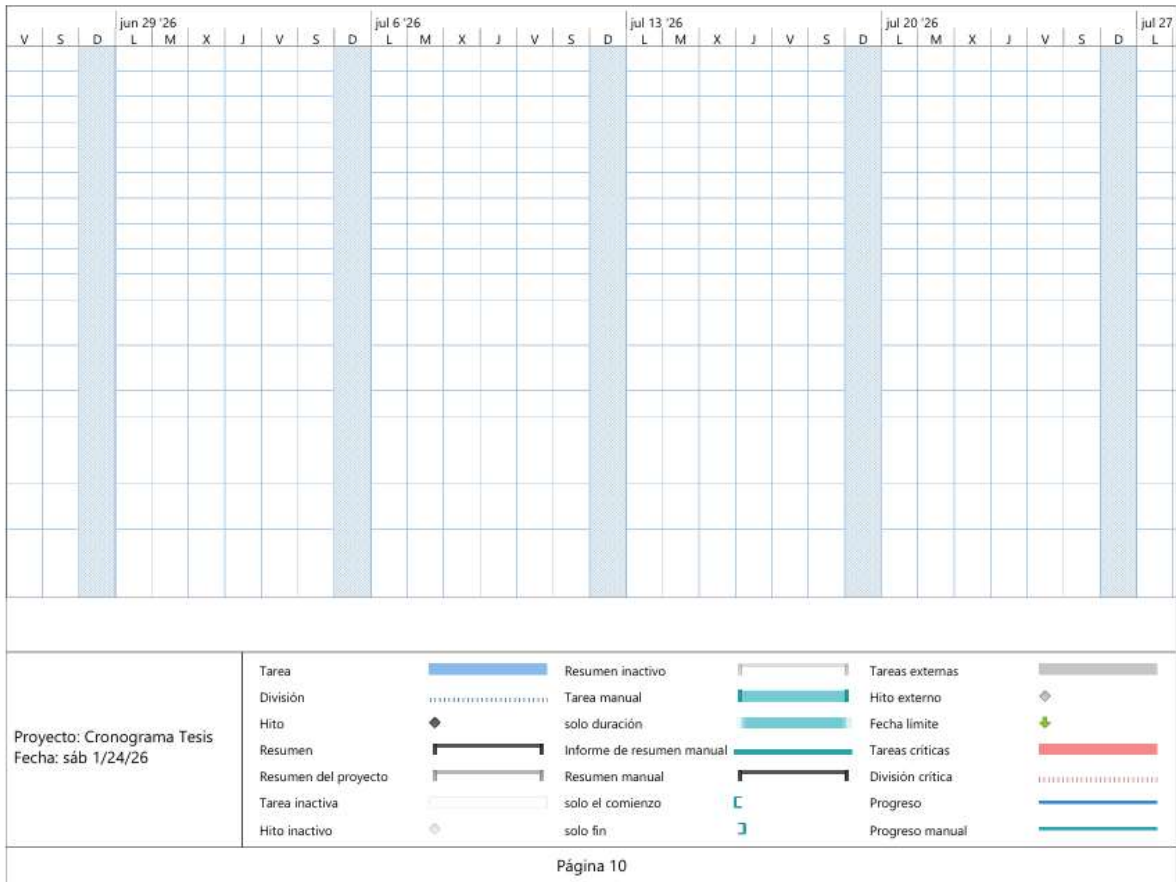


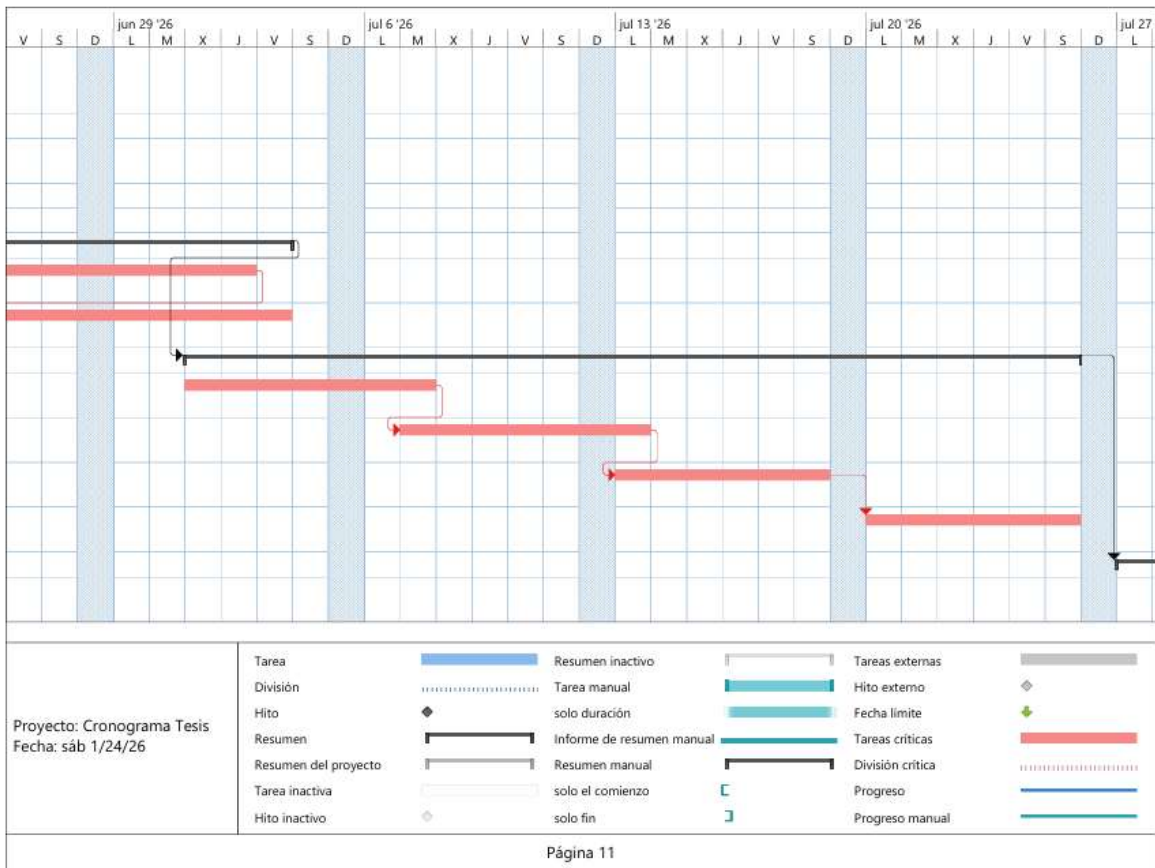


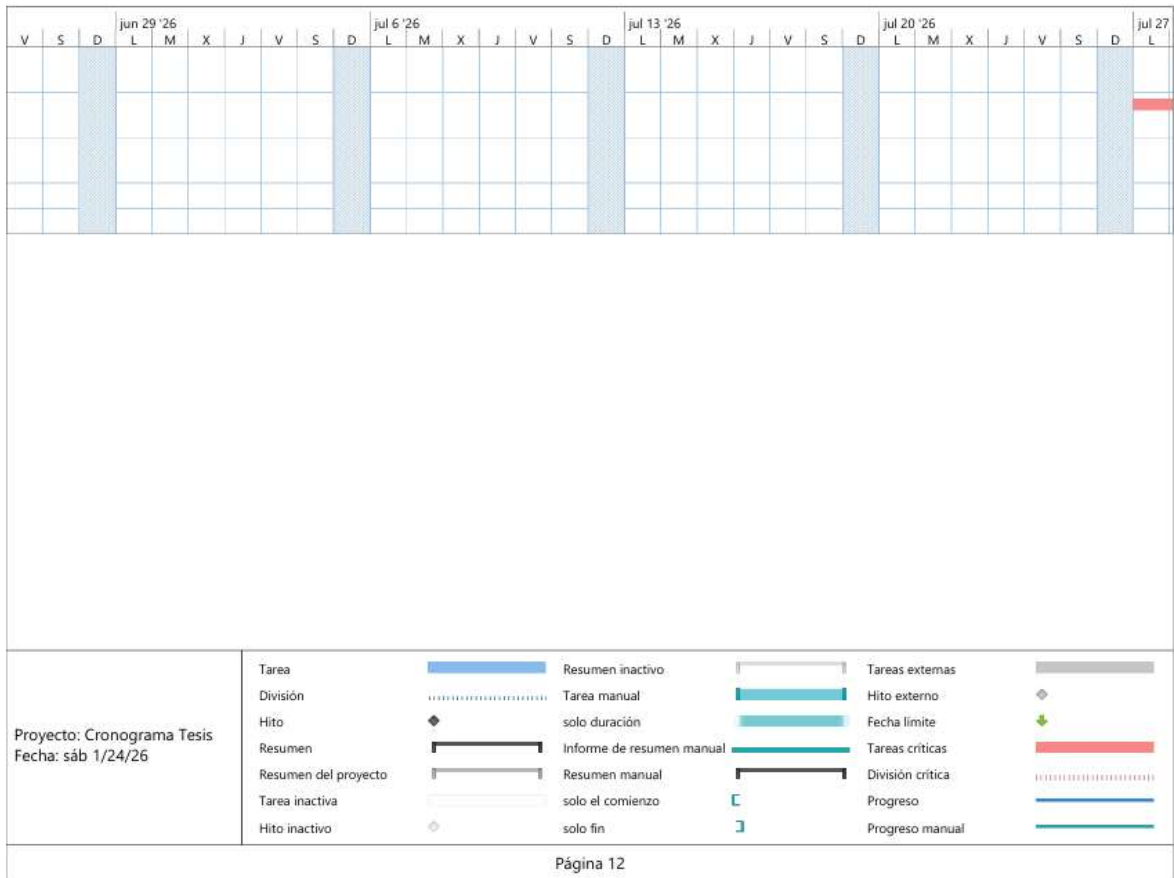


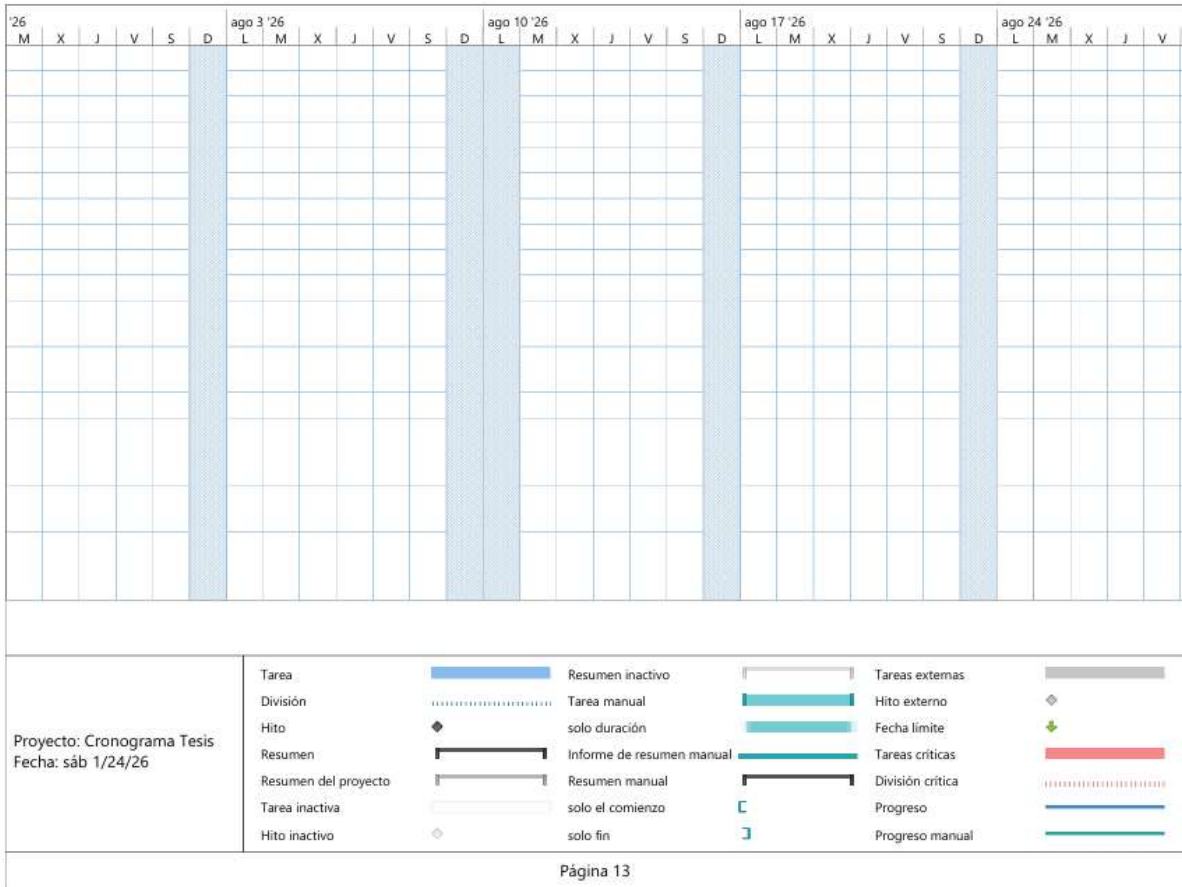


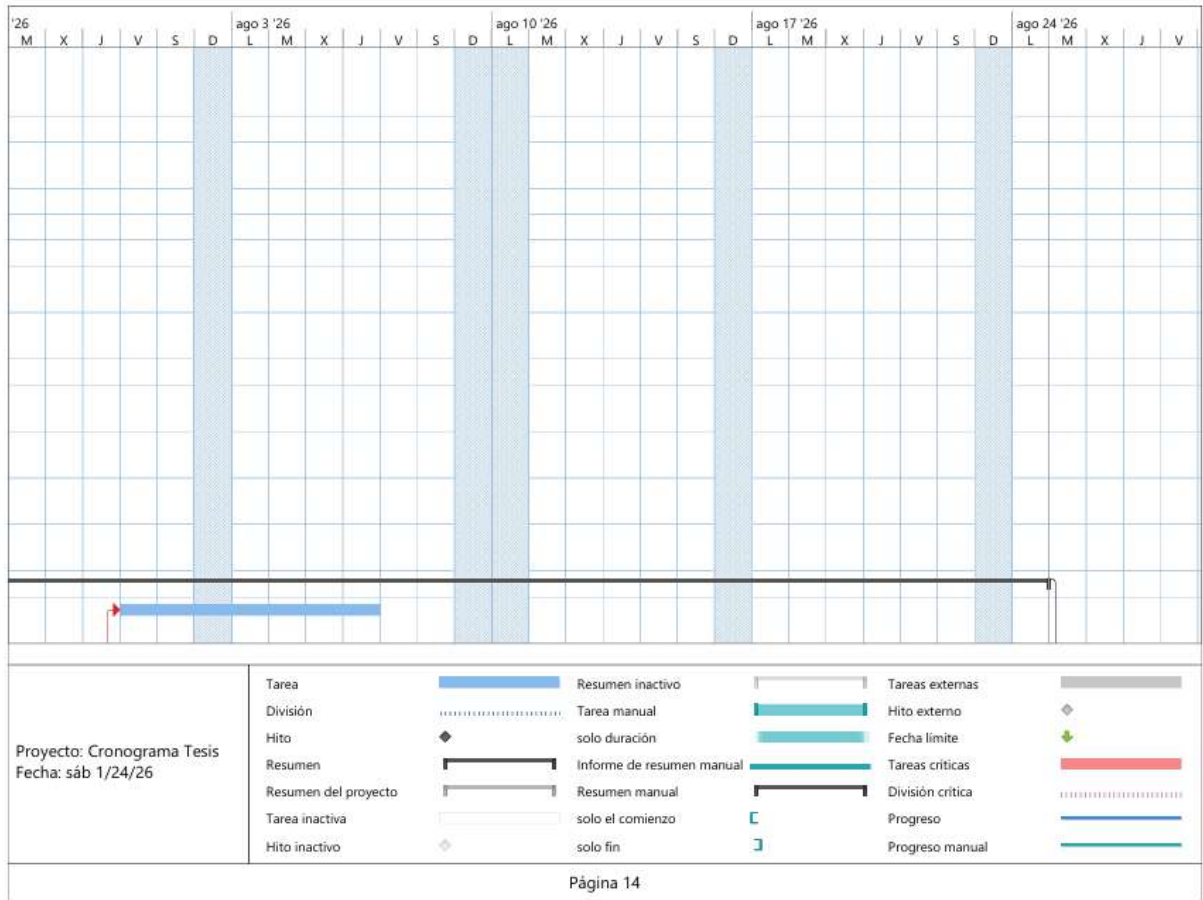


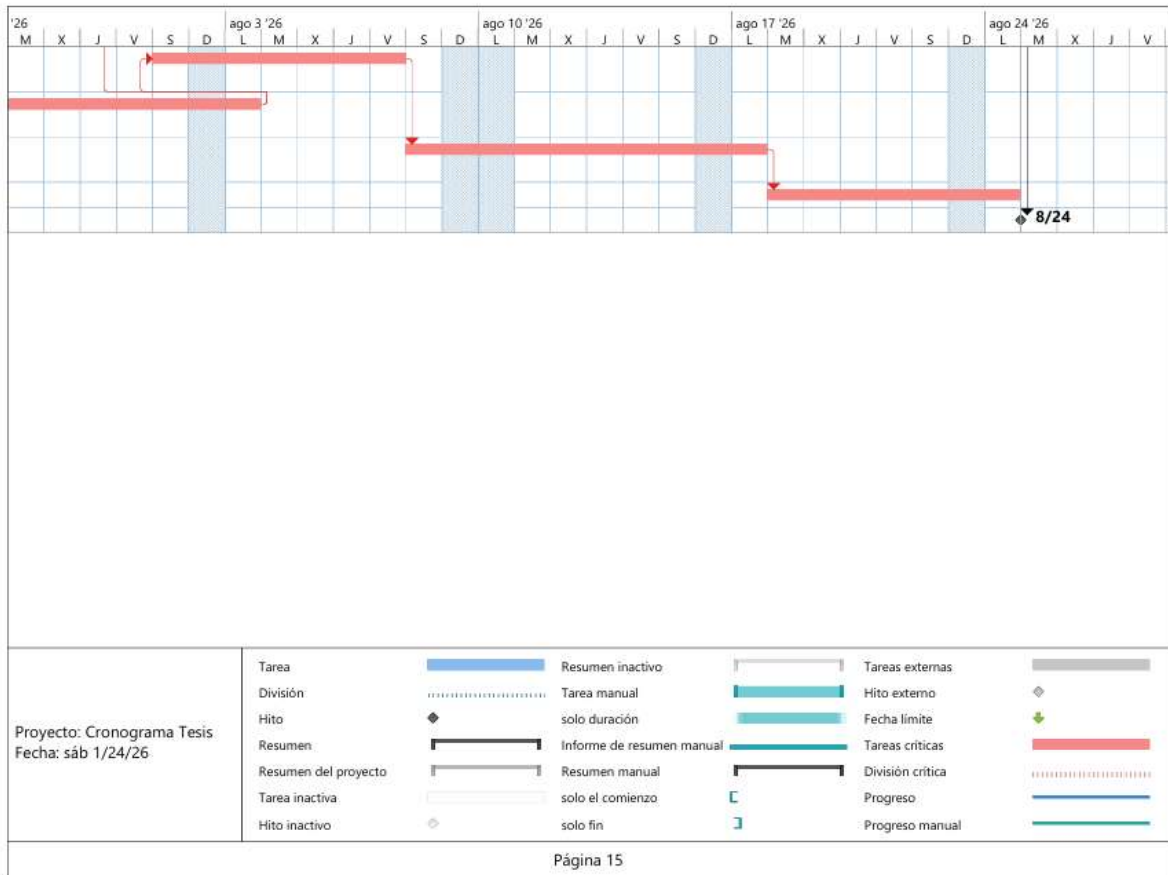


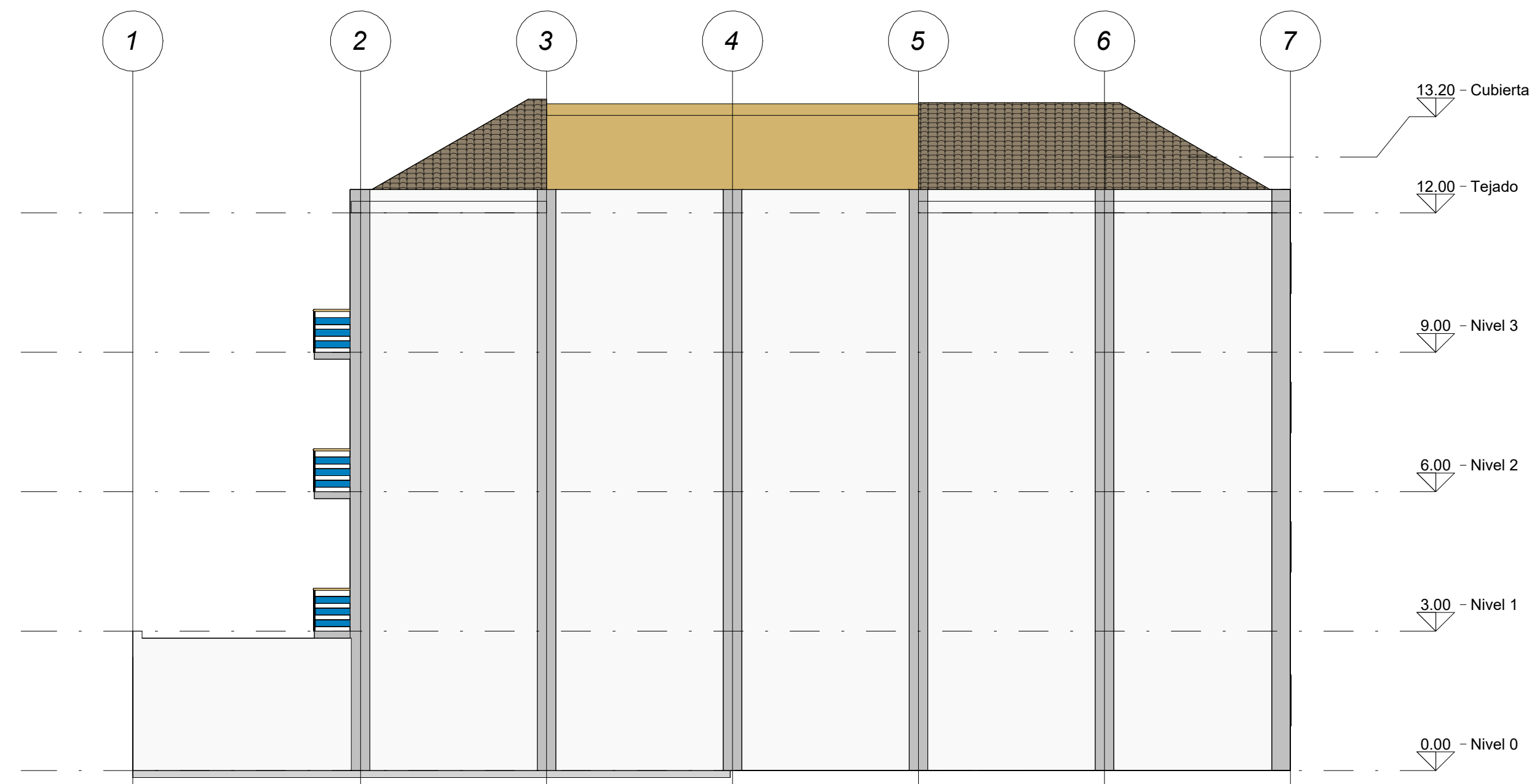




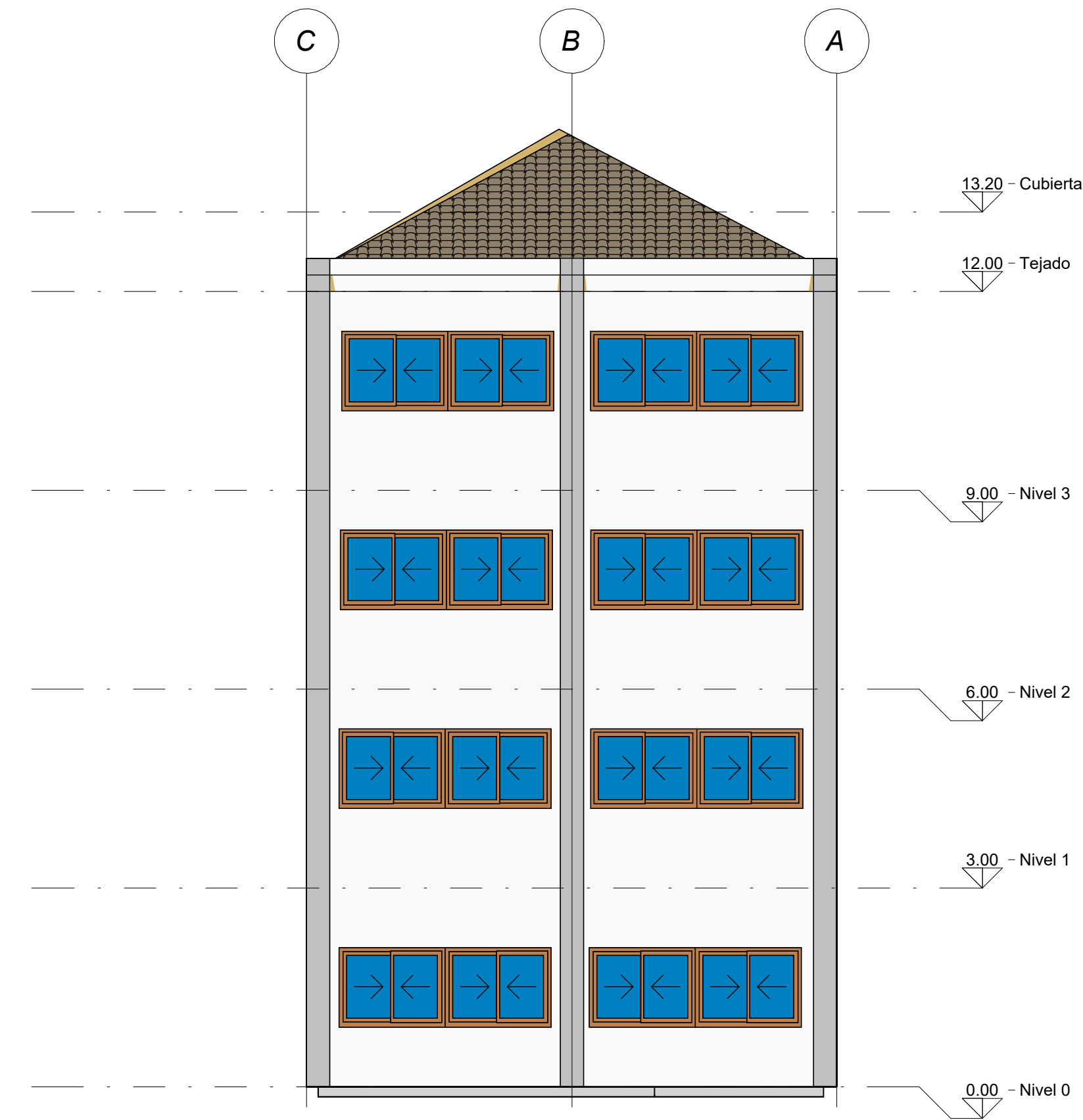




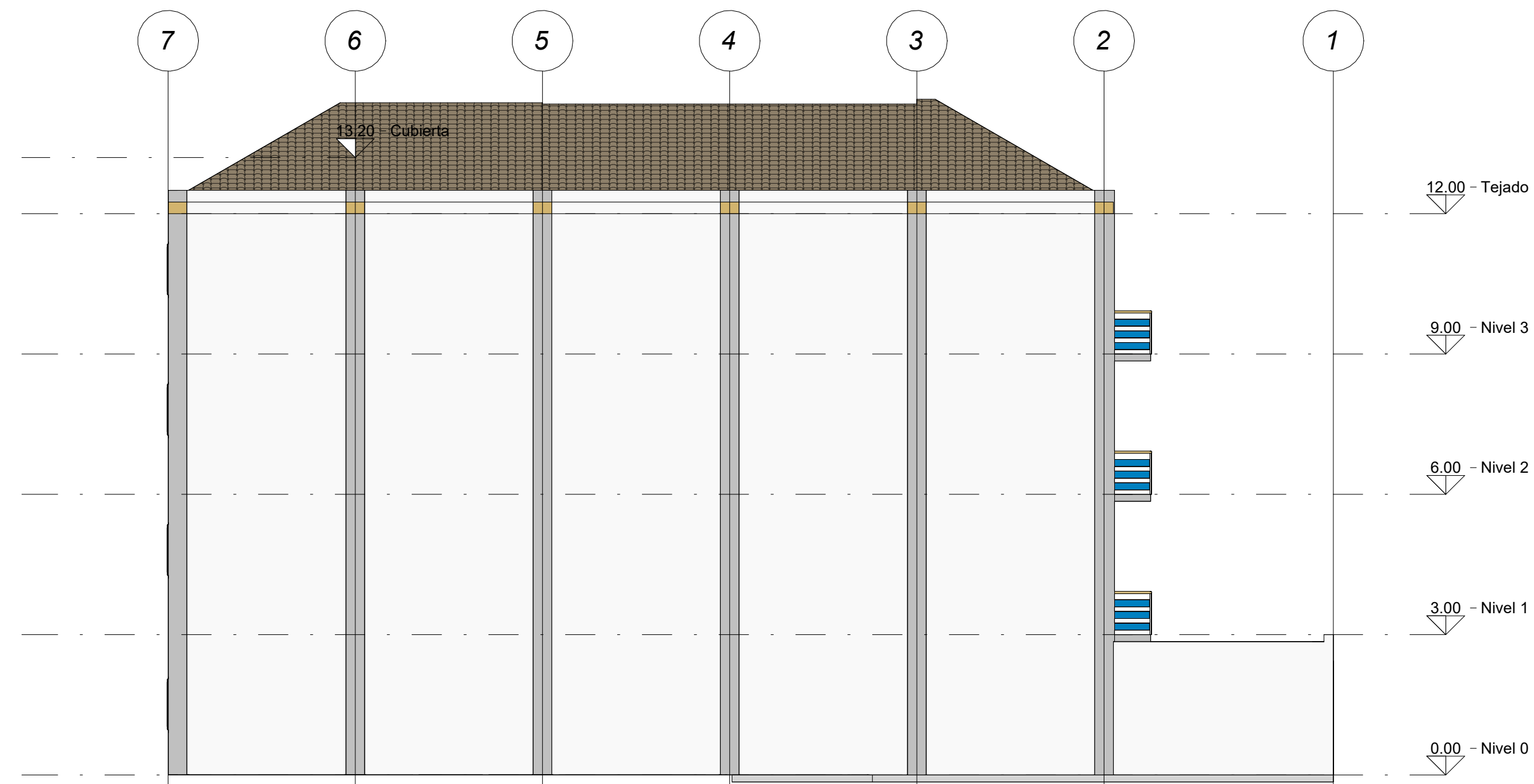




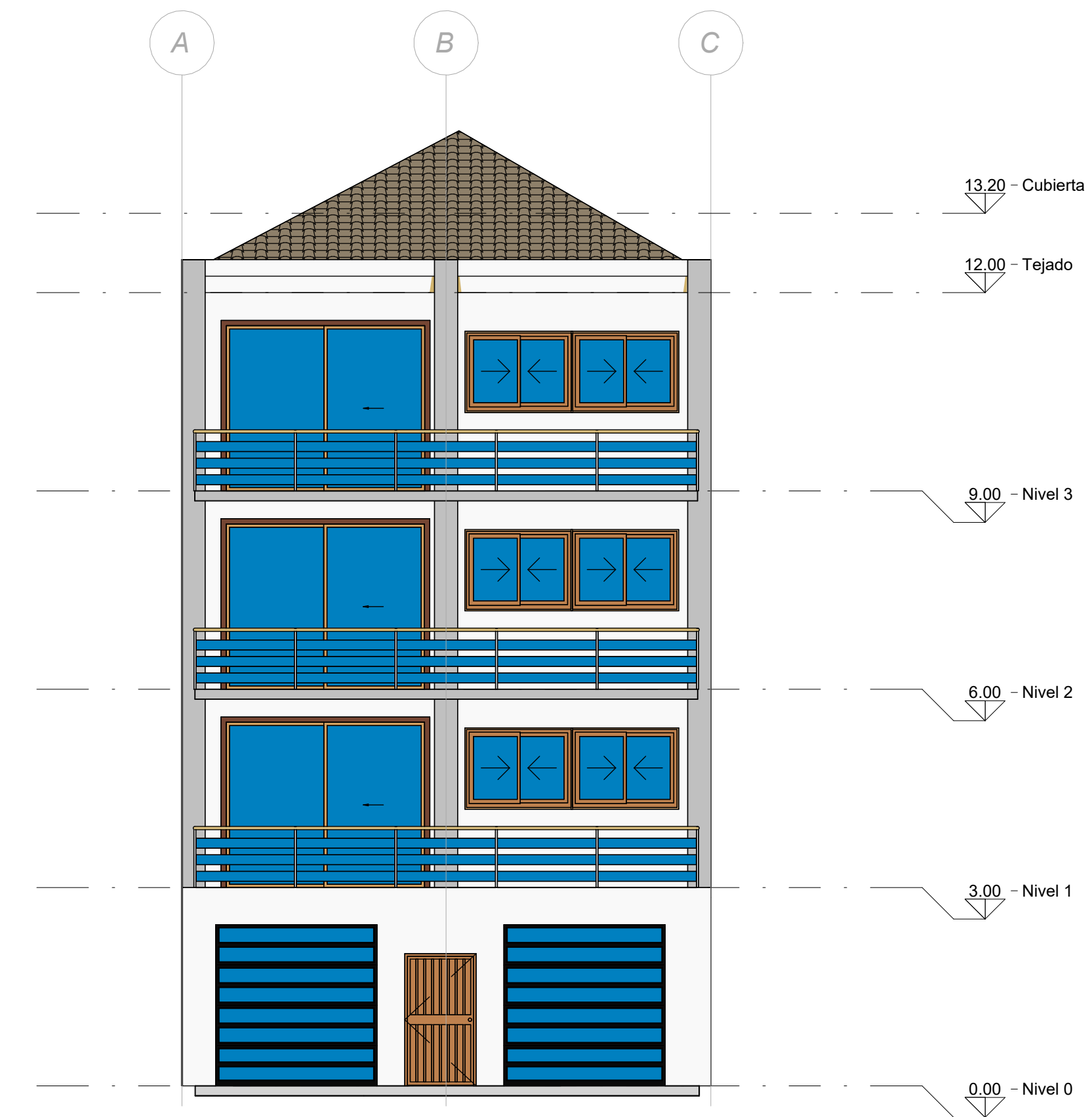
3 Este
A102 | 1:100



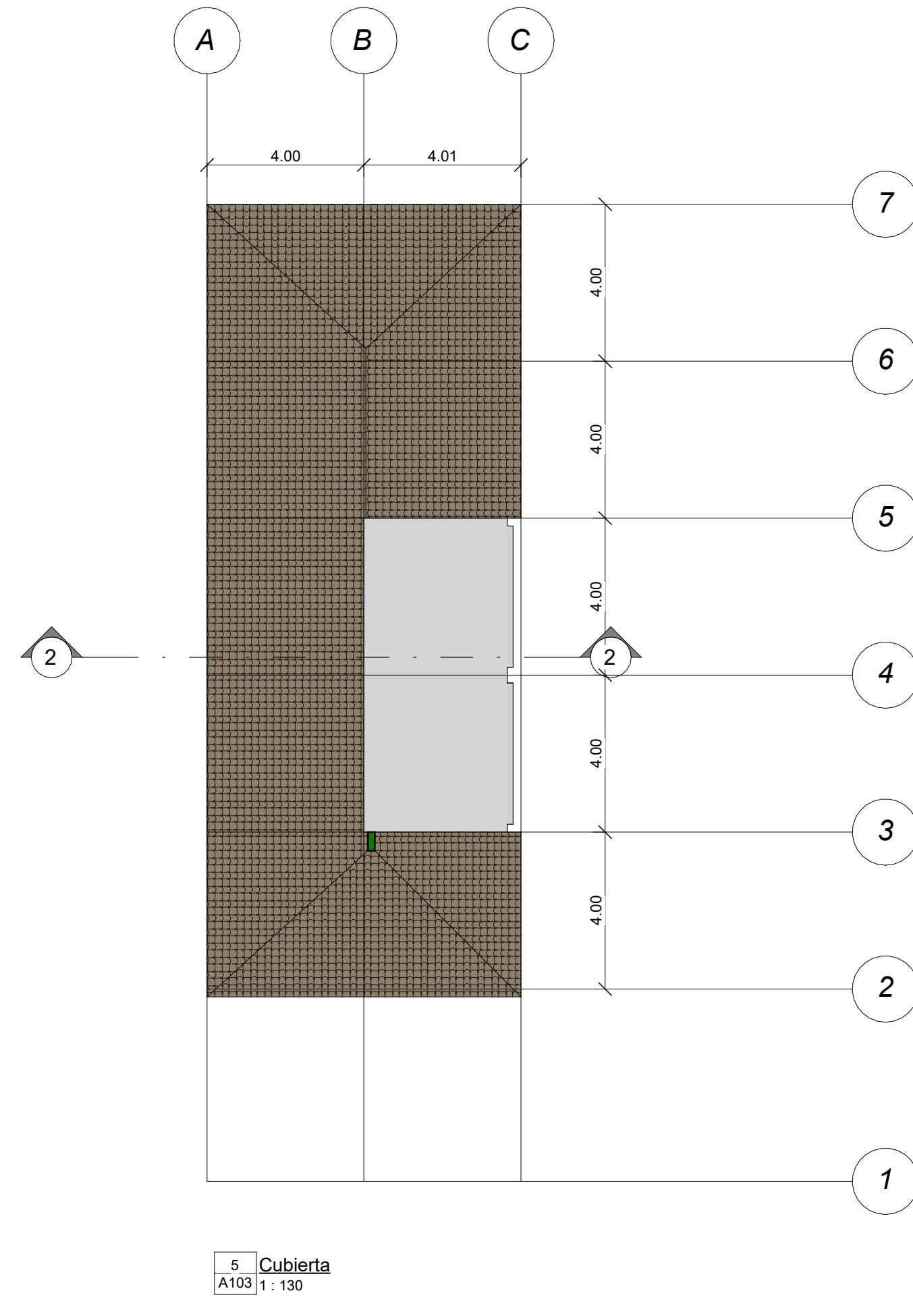
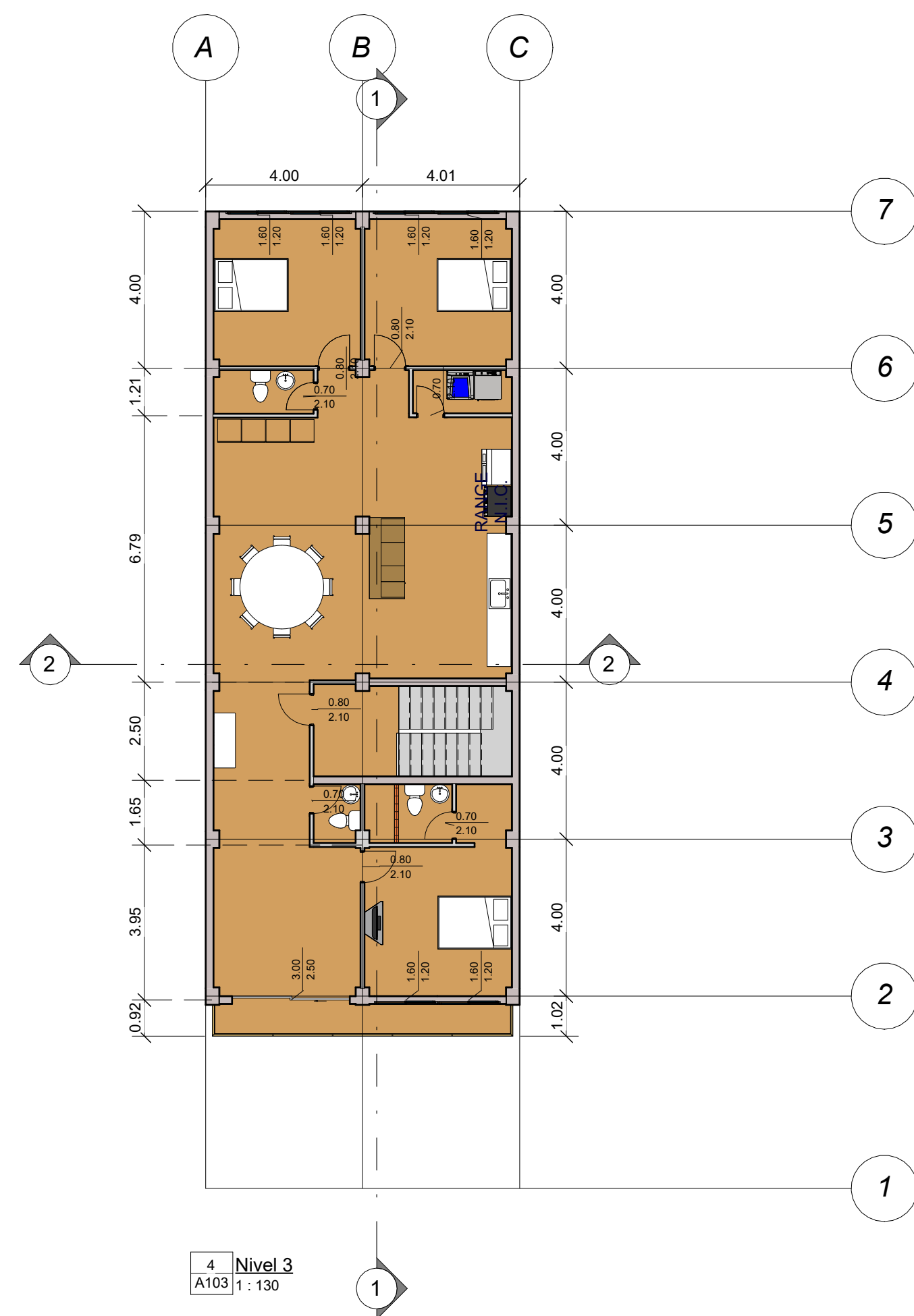
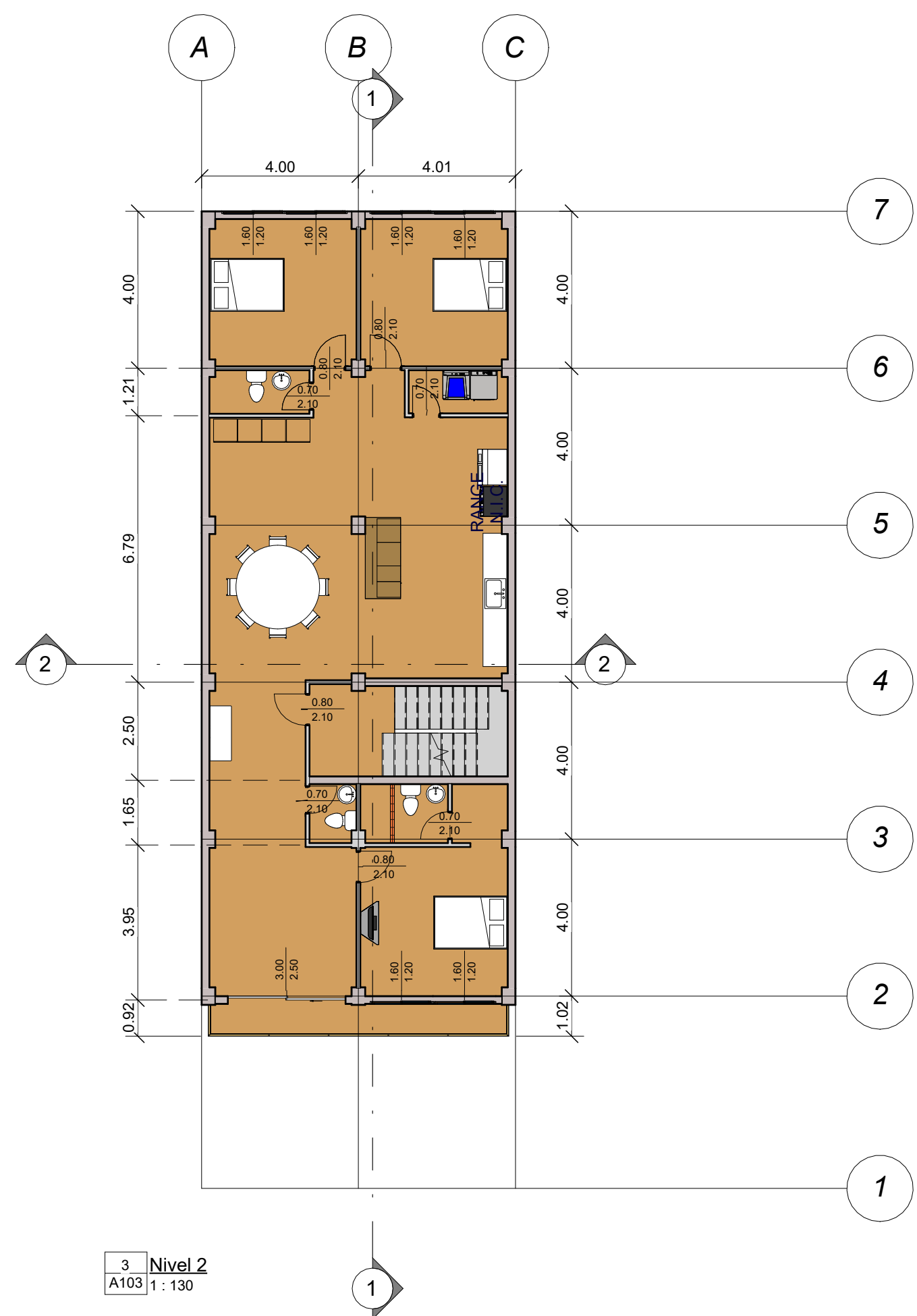
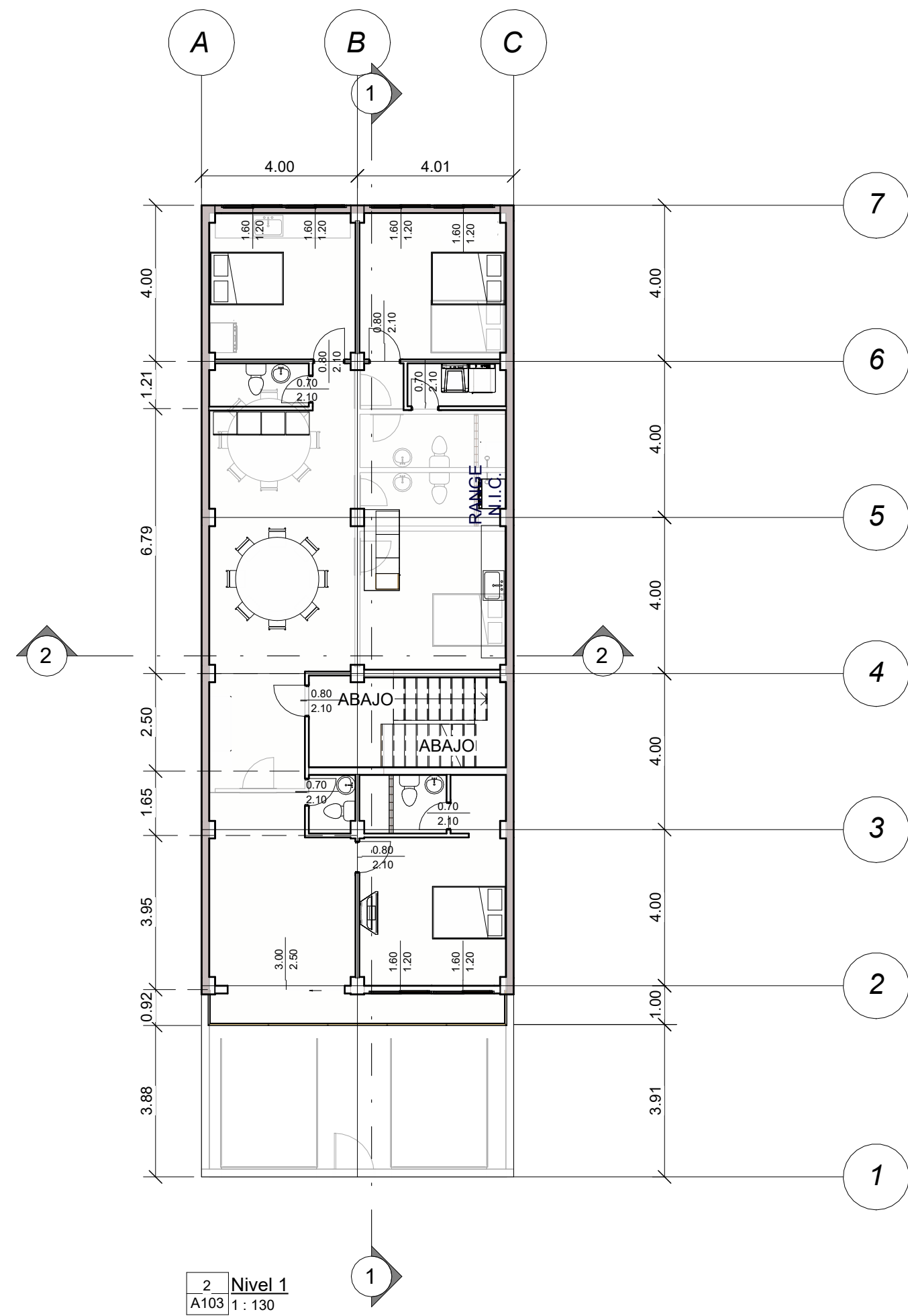
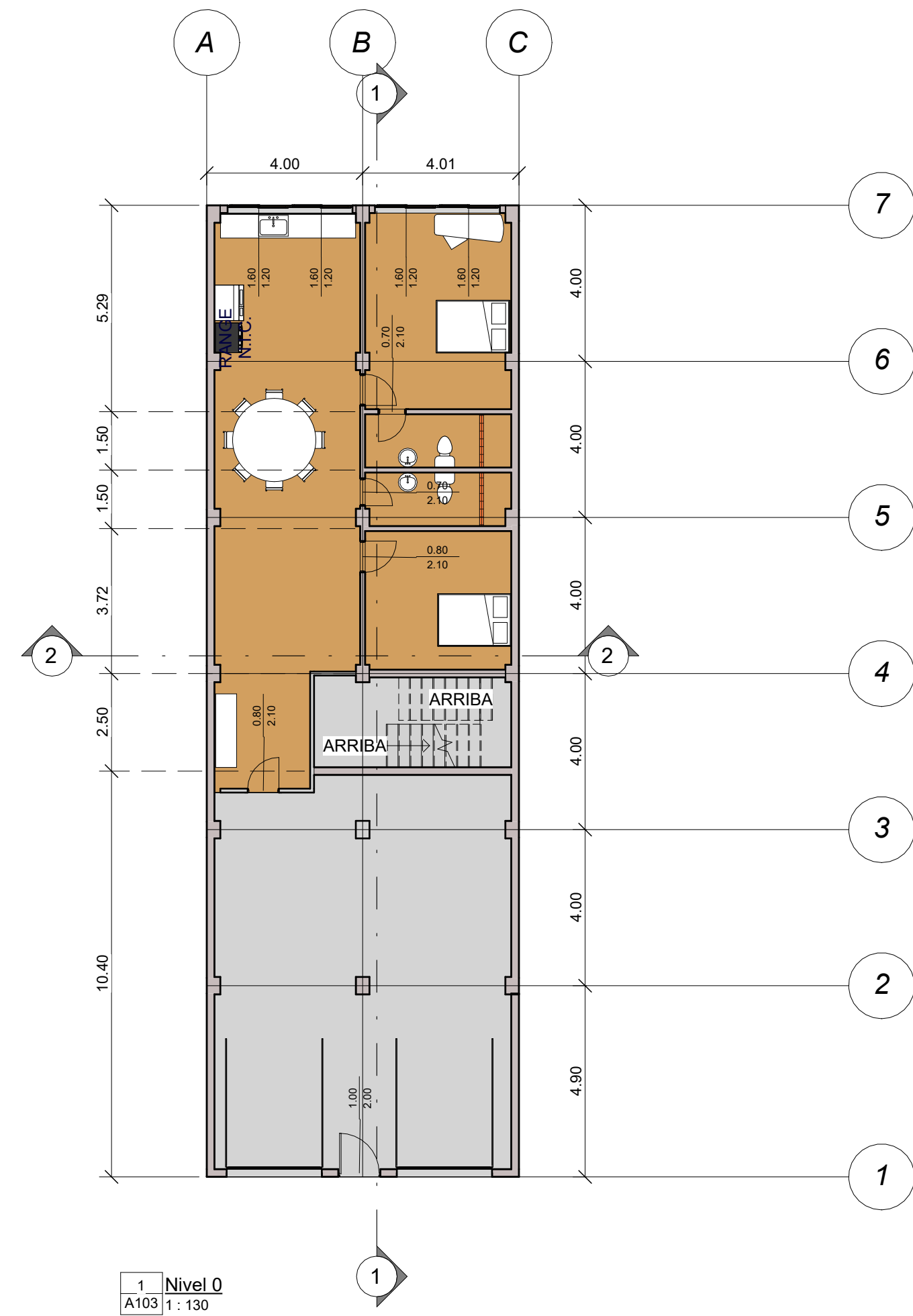
1 Norte
A102 | 1:75



4 Oeste
A102 | 1:100



2 Sur
A102 | 1:75



Facultad
Facultad de ingeniería
en Ciencias de la Tierra

Proyecto
Diseño de un edificio
multifamiliar de cuatro
pisos en la ciudad de
Playas

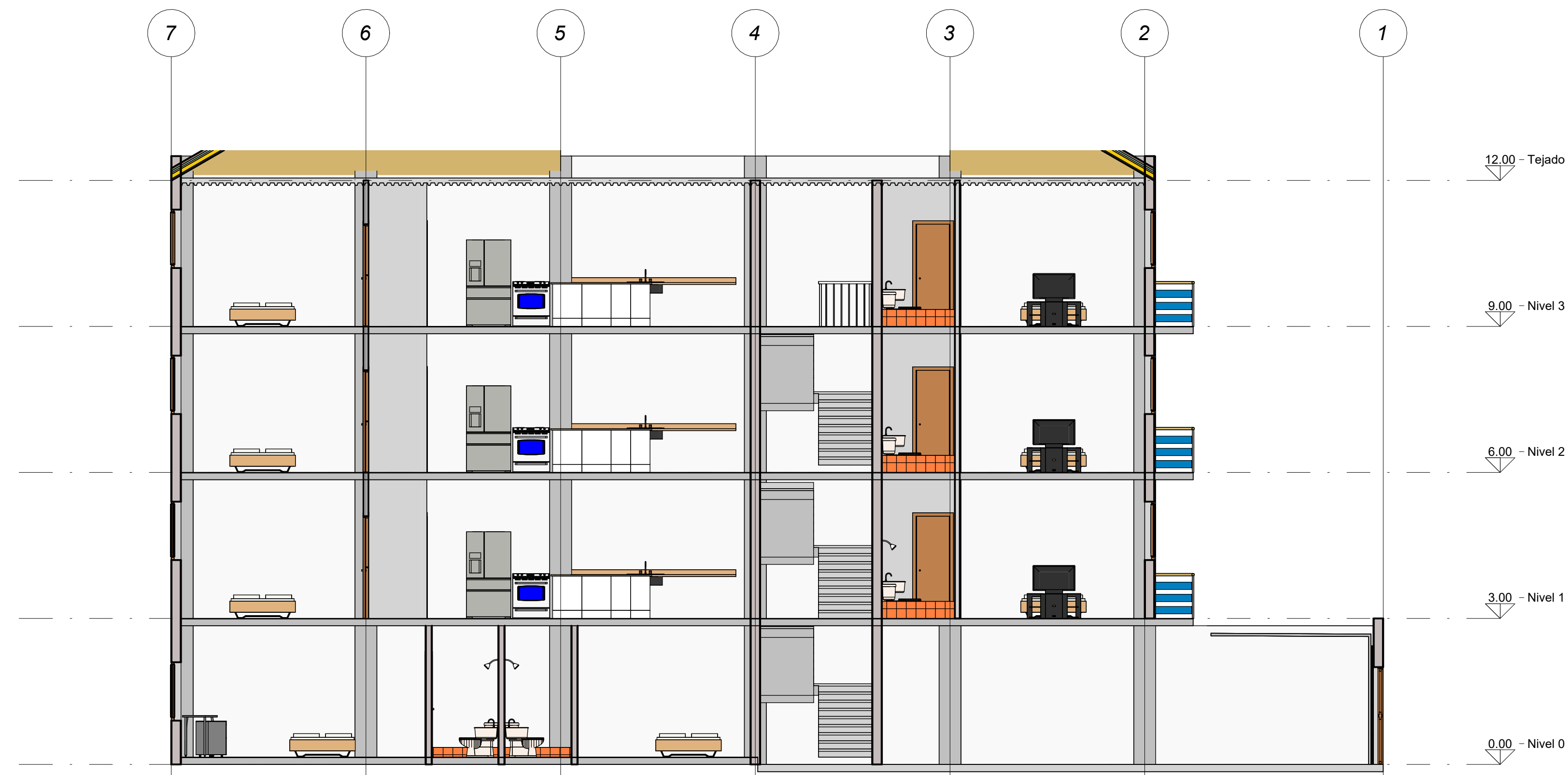
Autores
Patrick André Eugenio
Loor
Juan Pablo Herrera
Martinez

Tutor
David Valverde

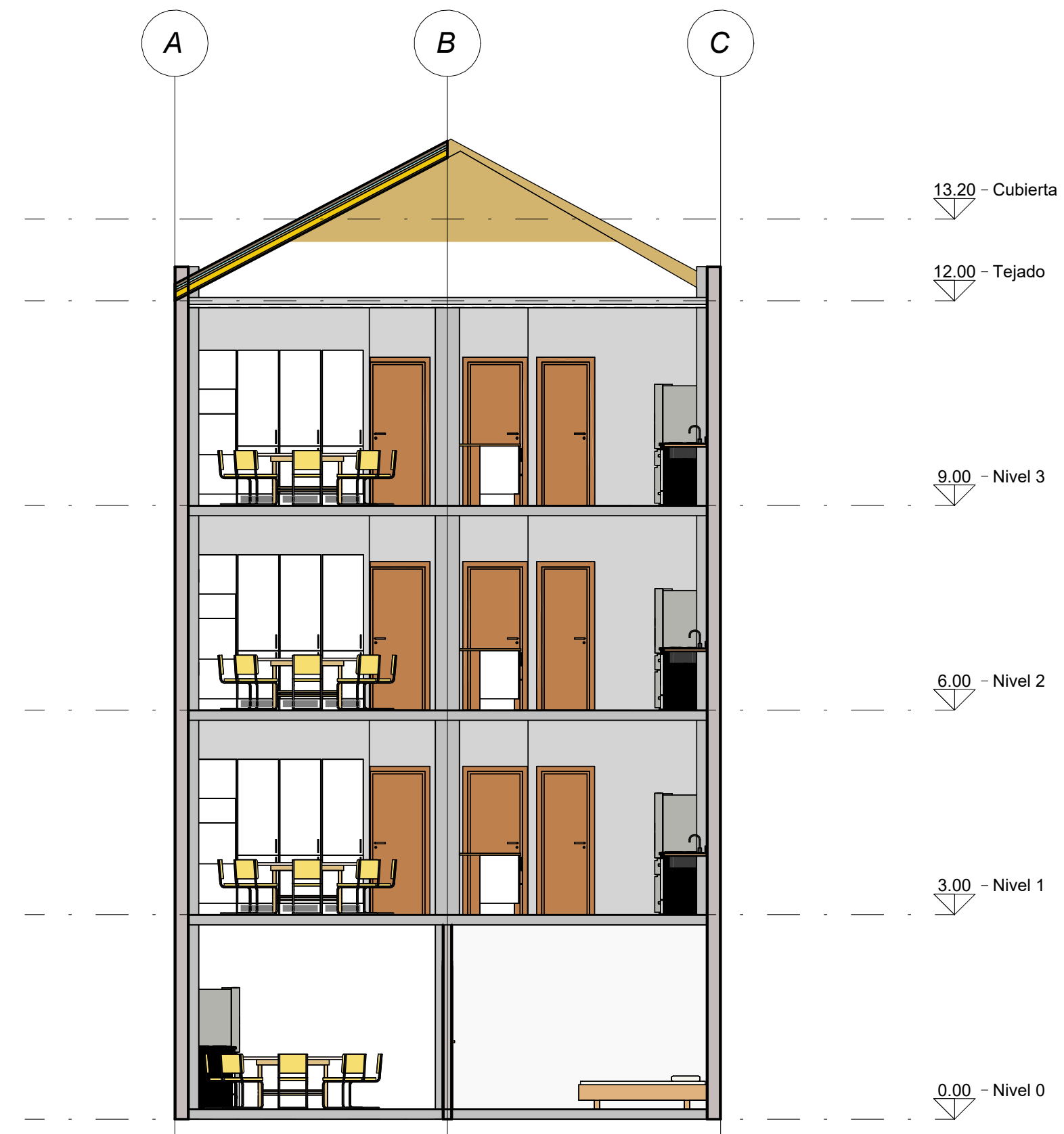
Contenido

Fecha

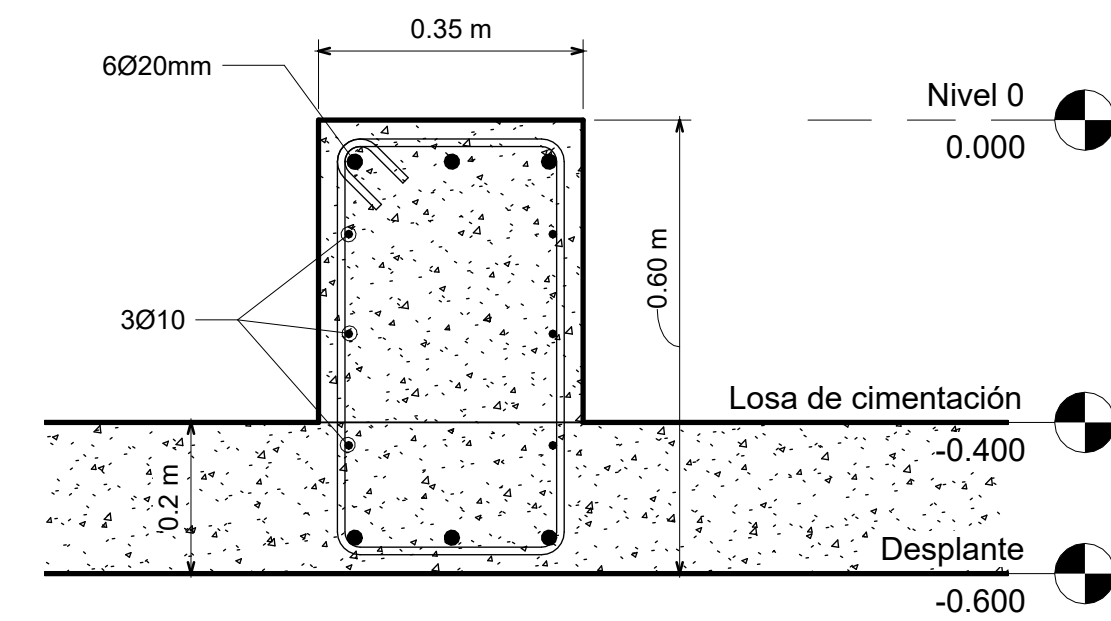
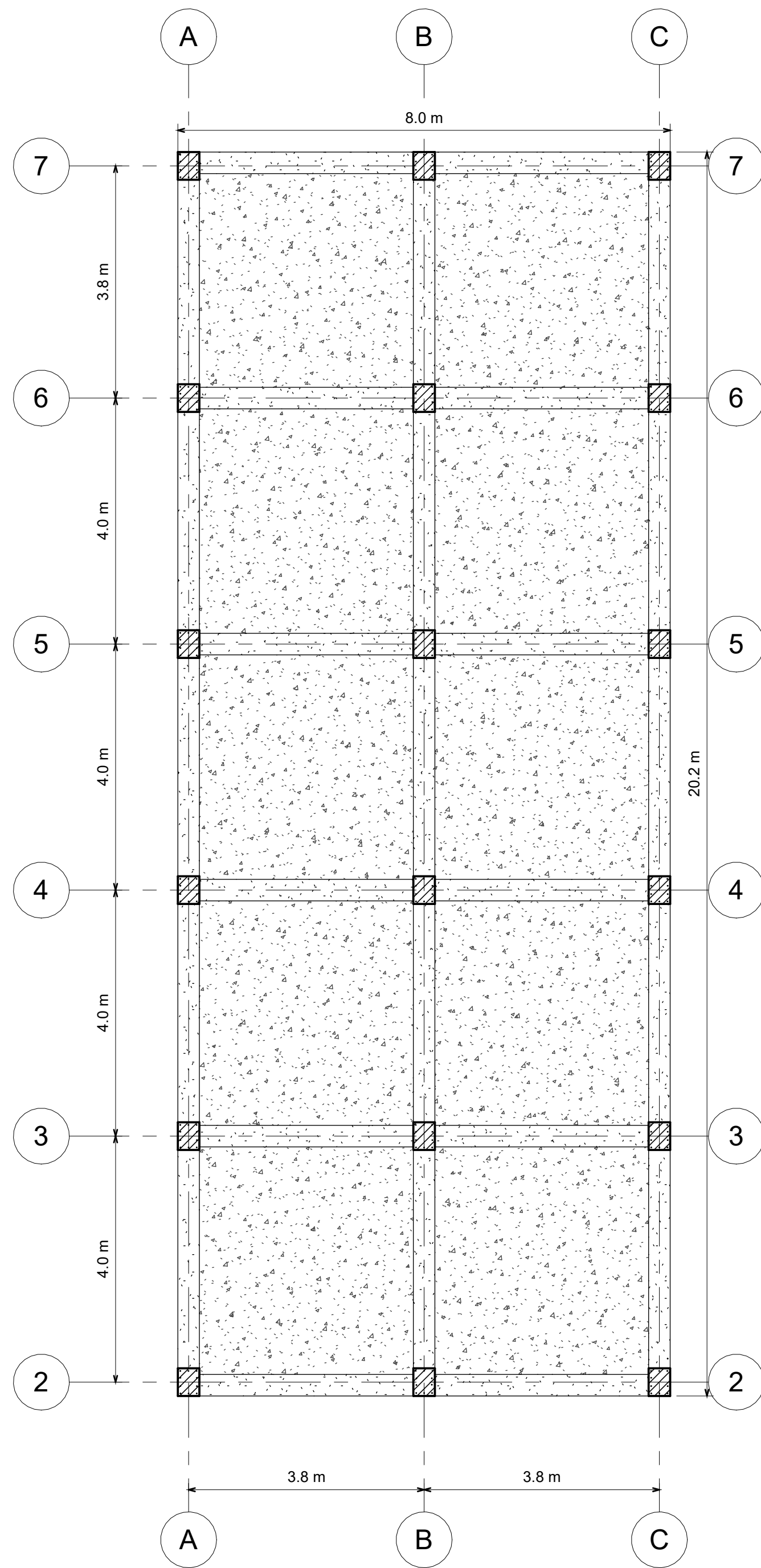
Escala 1 : 75



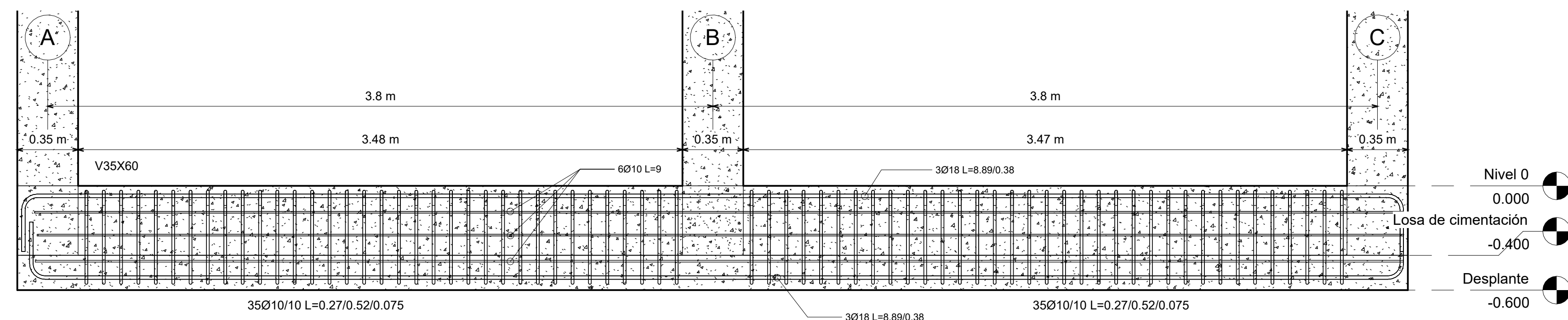
1. Sección 1
A104 | 1 : 75



2. Sección 2
A104 | 1 : 75

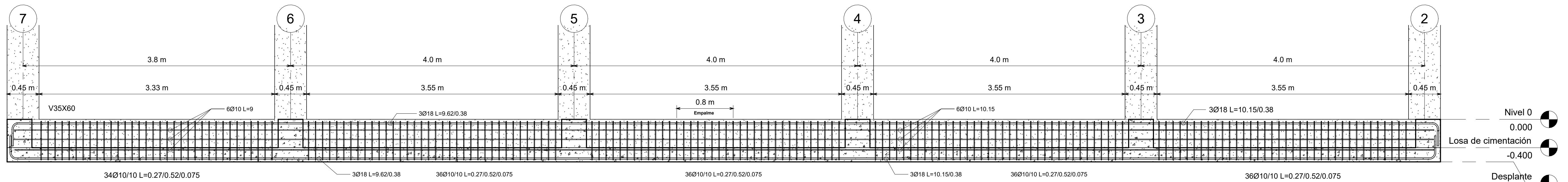


3 VC transversal
1 : 10

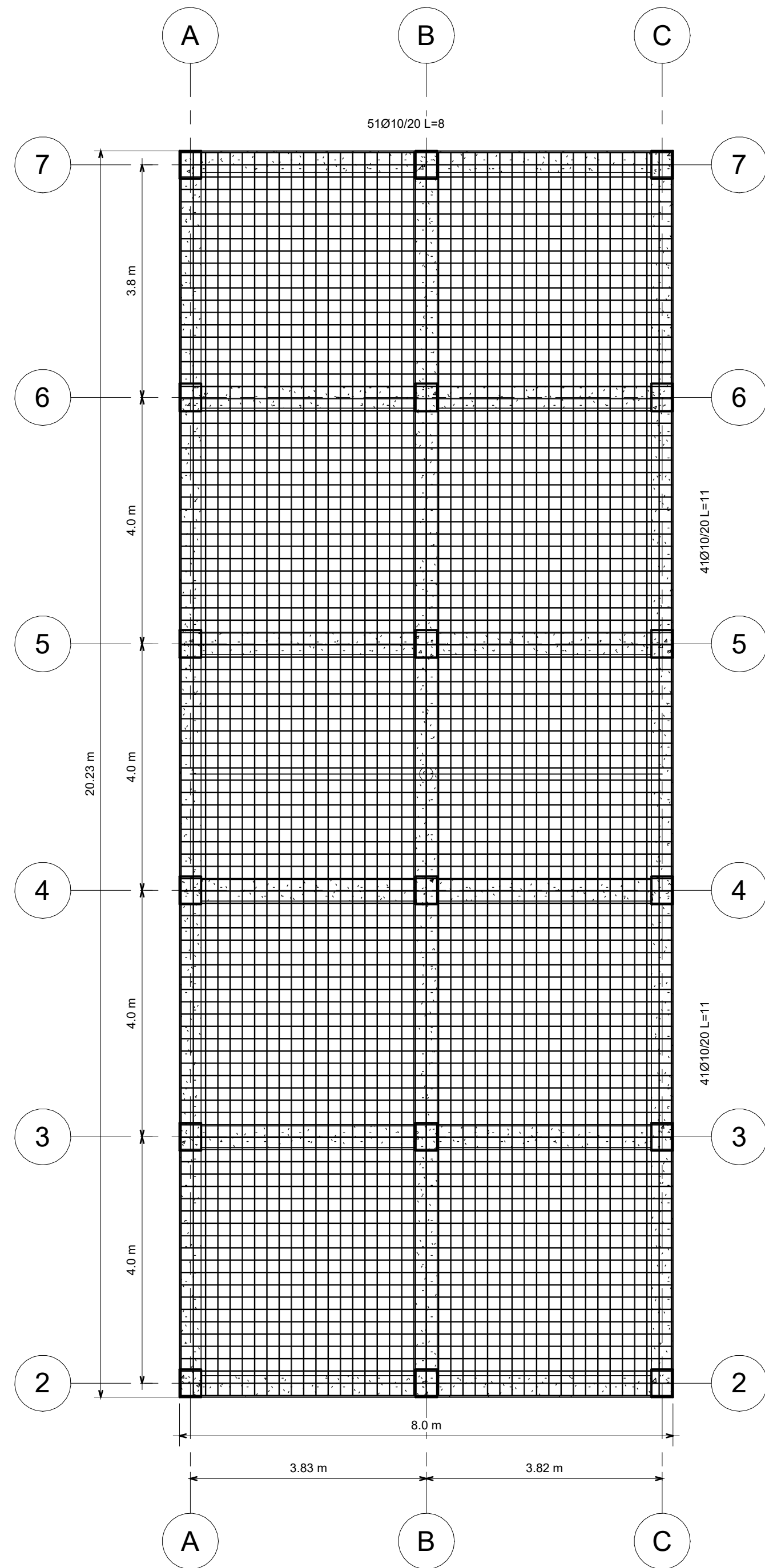


1 VC Eje 2-3-4-5-6-7
1 : 20

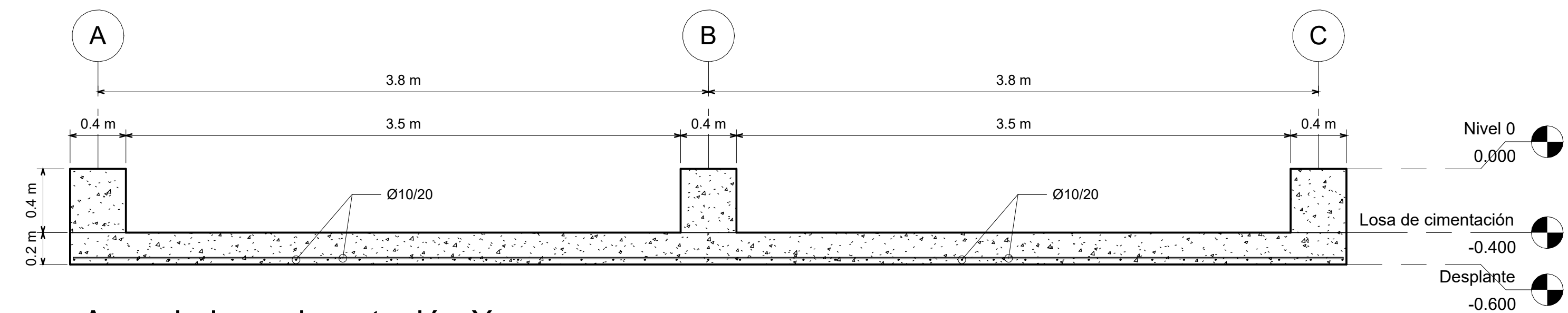
4 Detalle Losa de cimentación
1 : 70



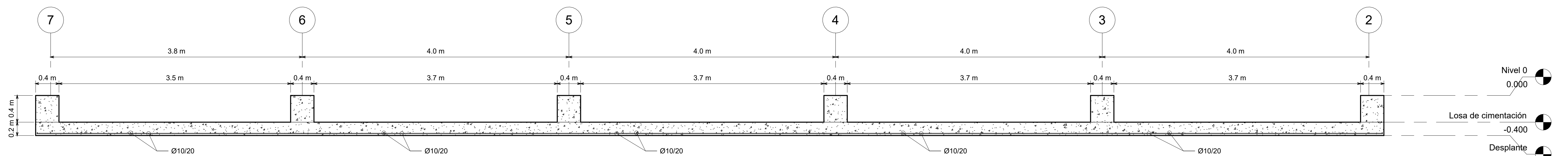
2 VC Eje A-B-C
1 : 30



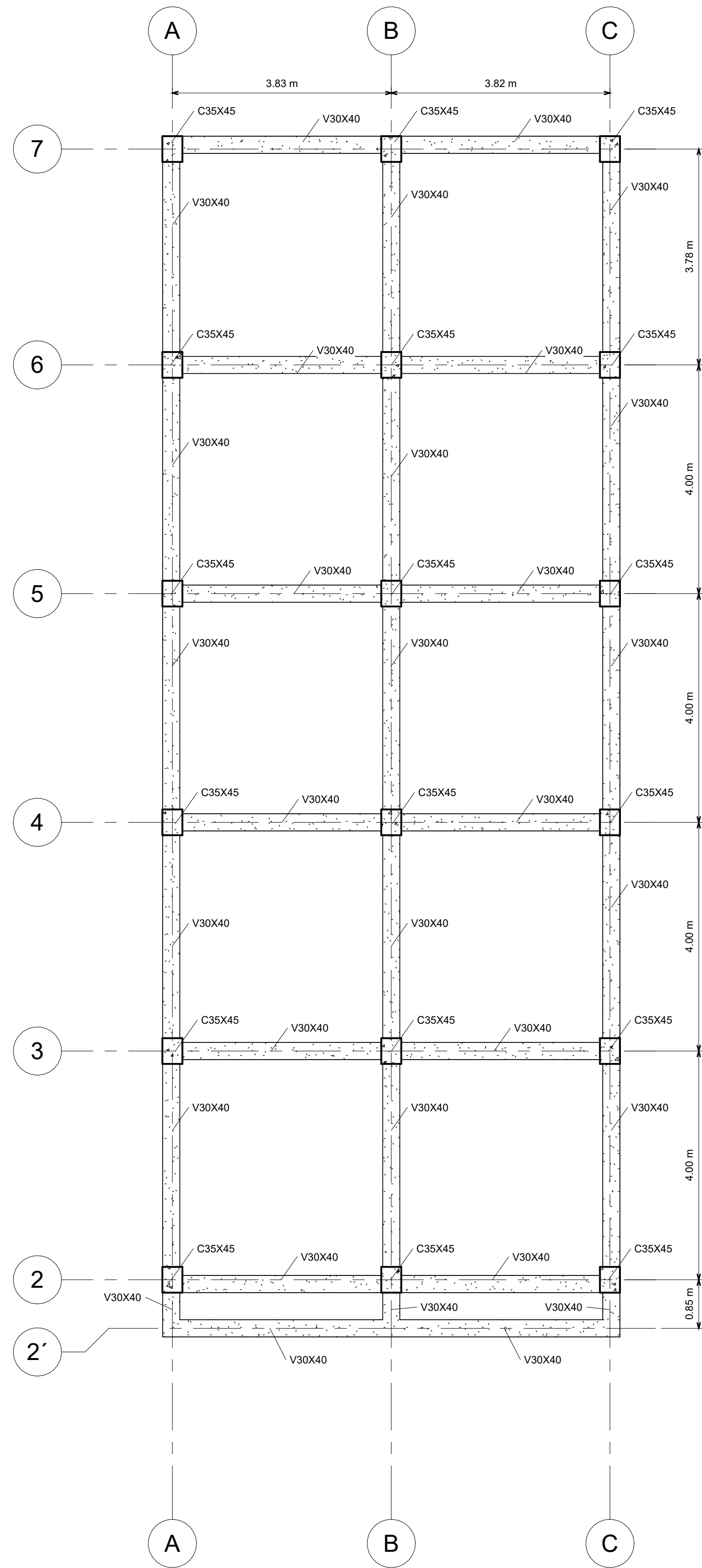
2 Losa de cimentación
1 : 70



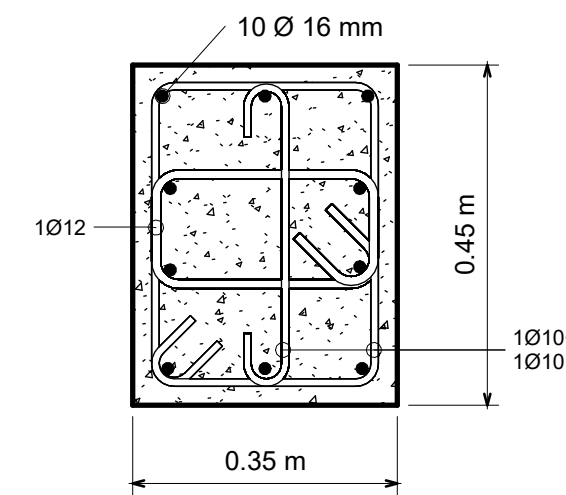
1 Armado losa cimentación X
1 : 25



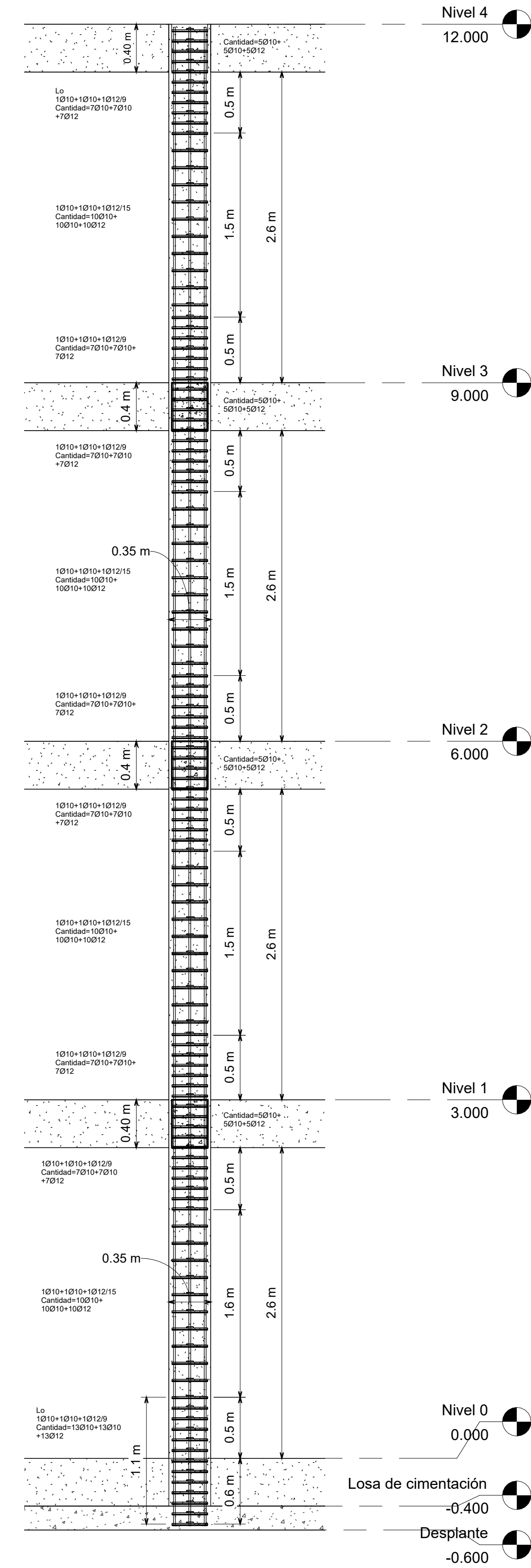
3 Armado losa cimentación Y
1 : 30



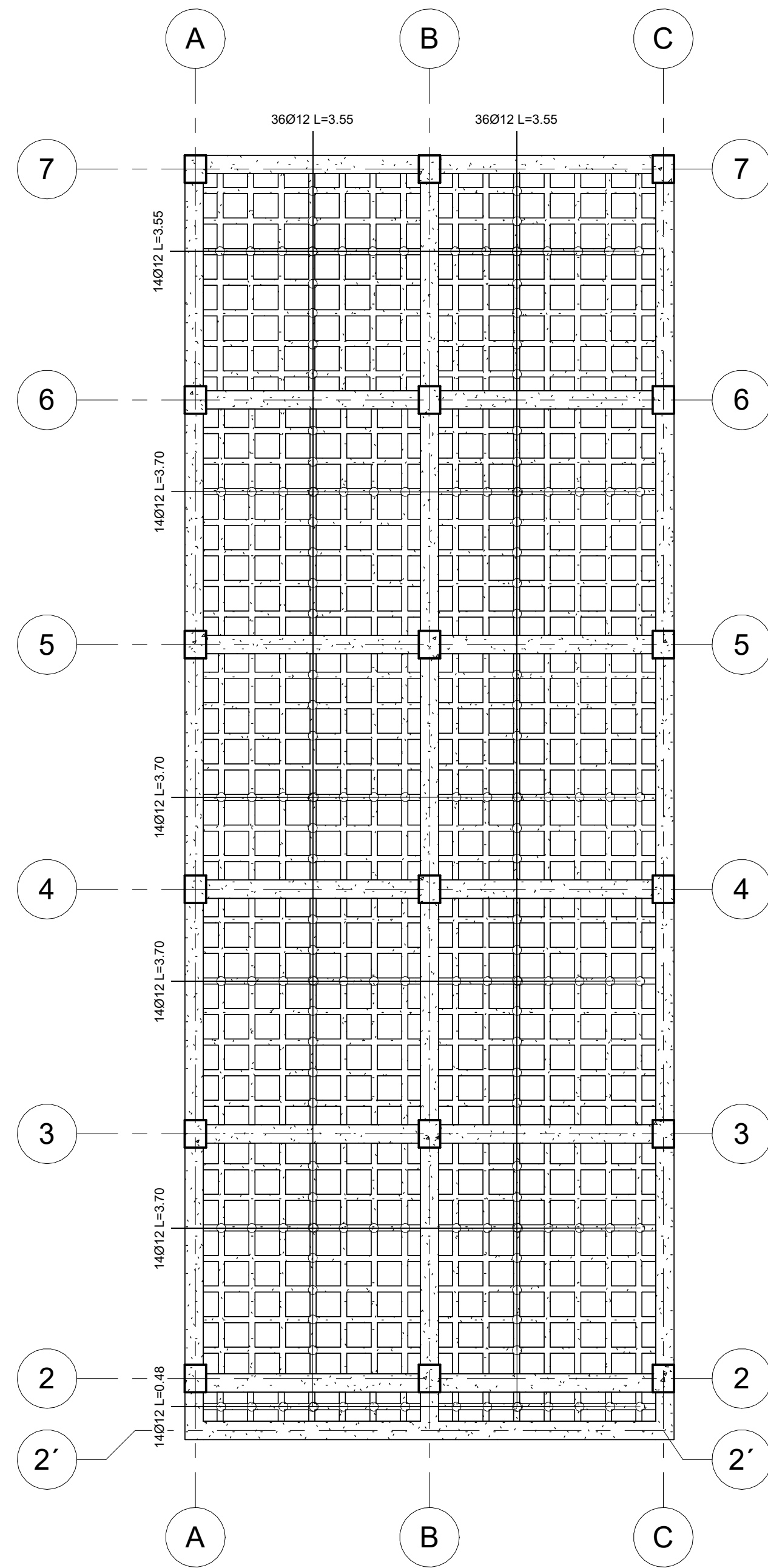
2 Nivel 1, 2 y 3
1 : 65



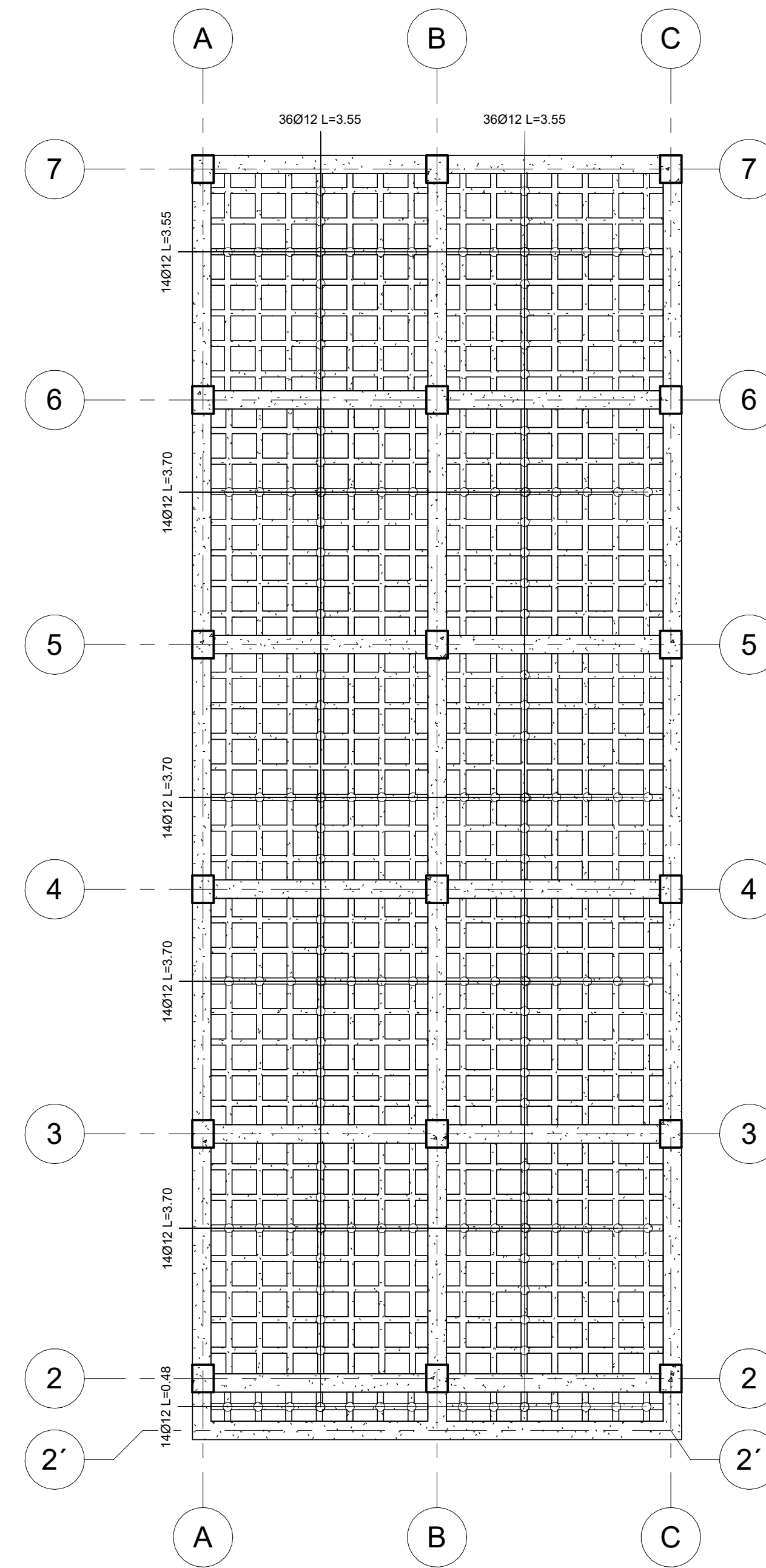
5 Columna transversal todos
los ejes
1 : 10



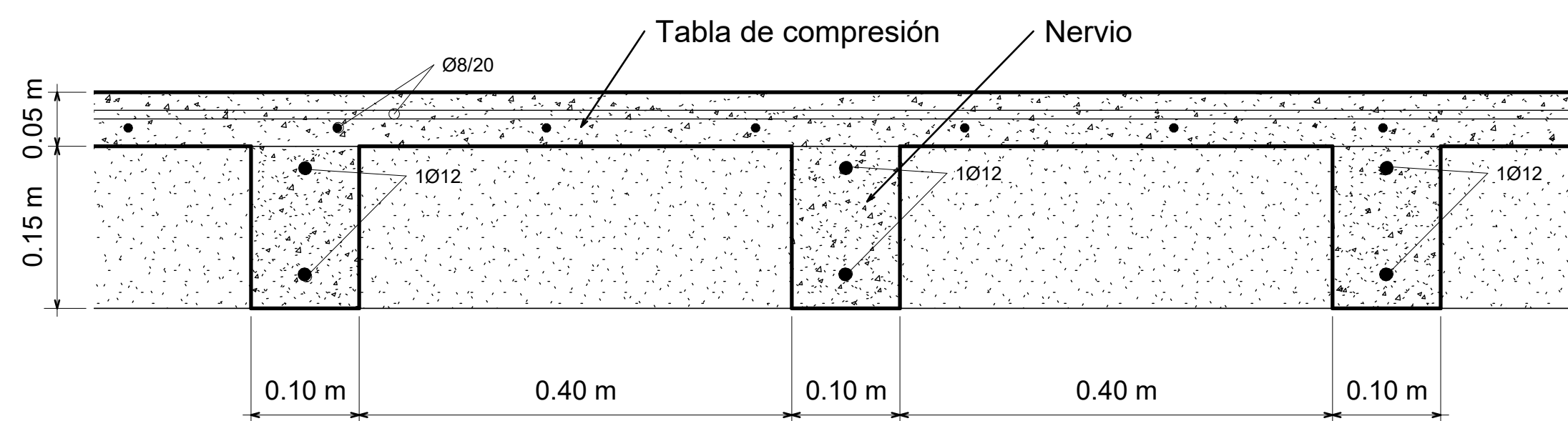
1 Columna todos los ejes
1 : 30



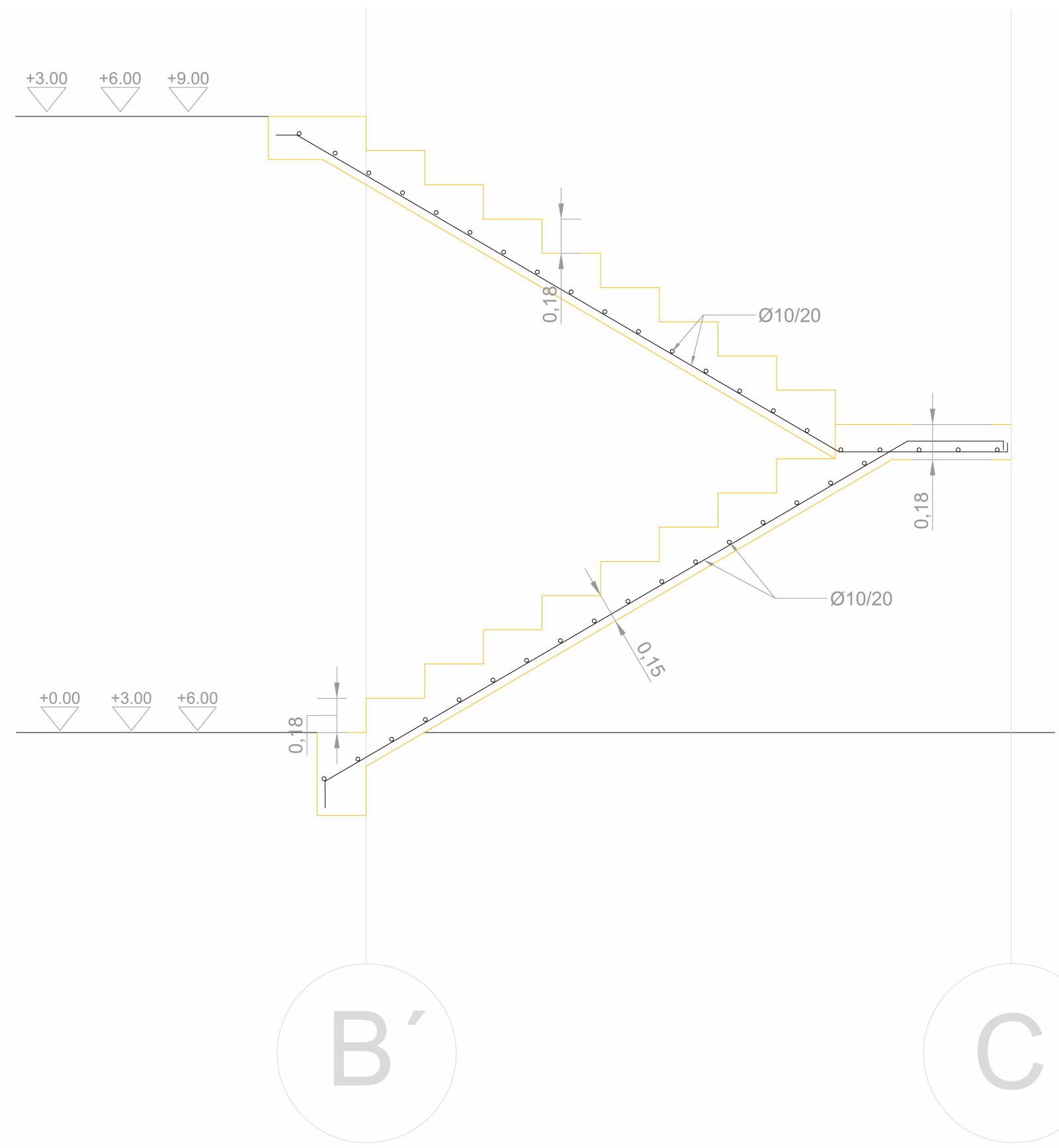
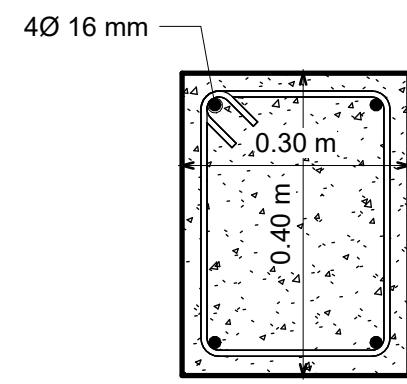
2 **Losa acero inferior**
1:75



3 **Losa acero superior**
1:75

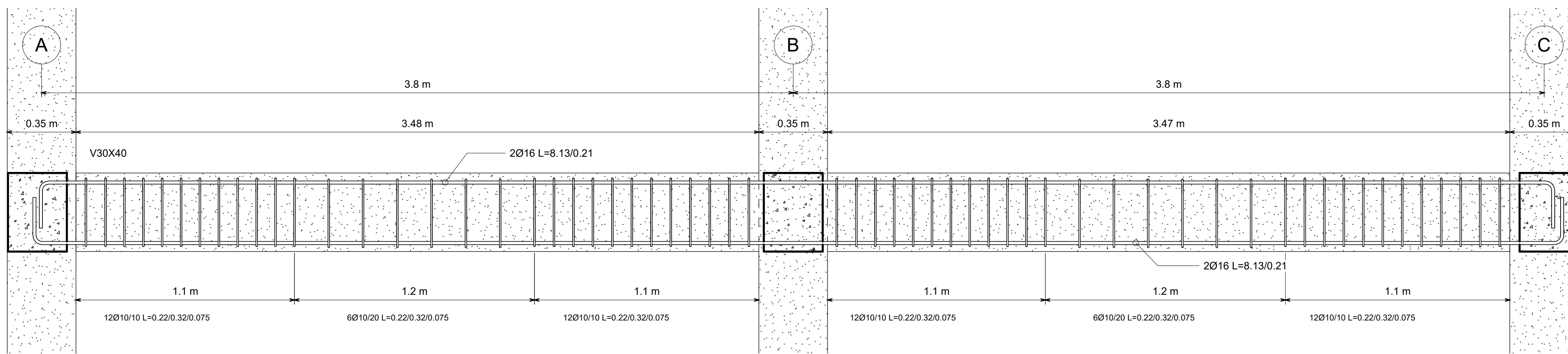


1 **Corte típico de losa**
1:5

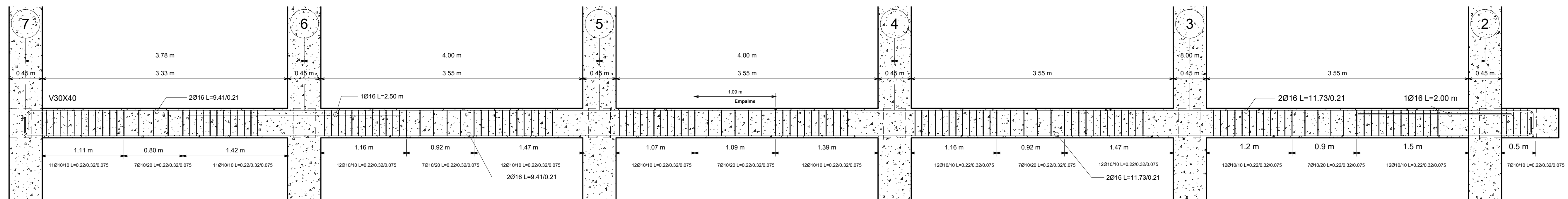


3 **Viga transversal Piso 1-2-3**
Todos los ejes
1 : 10

4 **Escalera**
1 : 200



1 **Viga Piso 1-2-3 Eje**
2-3-4-5-6-7
1 : 15



2 **Viga Piso 1-2-3 Eje A-B-C**
1 : 30