

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA**

Diseño y actualización estructural de edificación comercial de 3 niveles en  
Guayaquil según NEC-15.

INGE-3052

**Proyecto Integrador**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Civil**

**Presentado por:**

Mike Marlon Arellano Suárez

Jesús David Villacís Dávila

Guayaquil - Ecuador

PAO II 2025

## Dedicatoria

---

Dedico este logro a mi mamá Beatriz, a mi papá Roberth, a mis hermanos Bryan y Andy, así como a mi hermano Roberth, que descansa en el cielo; su recuerdo y ejemplo siempre me acompañan y me motivan a seguir adelante.

Gracias a mi familia pude mantenerme enfocado y alcanzar esta meta, ya que nada de esto habría sido posible sin su apoyo y guía.

**Mike Marlon Arellano Suárez**

## Dedicatoria

---

Este logro se lo dedico principalmente a mi padre, Hugo Alfredo Villacís, a mi madre, Martha Dávila García, por haber sido siempre el pilar fundamental de mi vida, y a mis hermanas que siempre estarán para mí incondicionalmente.

A mi enamorada, Paulina Garcia, que me ha dado mucho amor y motivación, y sé perfectamente que siempre estará para mí, sé que estará presente en este logro y muchos más.

A mis docentes, por brindarme de sus enseñanzas, a mis amigos y compañeros por su apoyo y echarme una mano cuando más lo necesité.

**Jesús David Villacís Dávila**

## Agradecimientos

---

Agradezco a Dios por darme fuerza, perseverancia y claridad para alcanzar este logro.

Mi mamá, mi papá y mis hermanos, por su amor incondicional, apoyo constante y por acompañarme siempre, incluso en los momentos más difíciles. A mis mejores amigos, Scarleth y Pedro, por su ánimo, compañía y respaldo a lo largo de todo este proceso.

A las ingenieras Paulina Vilela y Natividad García, por sus consejos y la confianza que me brindaron, así como por su cercanía y apoyo. A los ingenieros Guillermo Muñoz y Carlos Quishpe, por sus valiosas enseñanzas y la confianza depositada en mí durante mi formación como su ayudante.

**Mike Marlon Arellano Suarez**

## Agradecimientos

---

Agradezco profundamente a mi familia por haberme brindado siempre todo lo que he necesitado, por su apoyo incondicional y por su eterno amor.

A Paulina, por ser mi mayor motivación para superarme cada día, sé perfectamente que ella estará para mí en cualquier circunstancia y me brindará de su ayuda, si lo necesitare.

A los profesores, por impartirme su conocimiento; A mis amigos y compañeros que, con su ayuda, contribuyeron a esta etapa de mi vida.

**Jesús David Villacís Dávila**

## Declaración Expresa

---

Nosotros, Mike Marlon Arellano Suárez y Jesús David Villacís Dávila acordamos y reconocemos que:

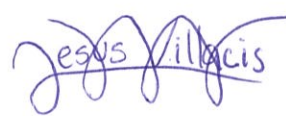
La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá a los autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, 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 a 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, 17 de octubre del 2025.

  
Mike Marlon Arellano Suárez

  
Jesús David Villacís Dávila

## **Evaluadores**

---

---

**Msc. Ingrid Tatiana Orta Zambrano**

Profesor de la Materia

---

**Msc. Carlos Paul Quishpe Otacoma**

Tutor de proyecto

# Resumen

El presente proyecto evalúa el desempeño de una edificación existente mediante una comparación normativa para sustentar la toma de decisiones sobre su intervención. El objetivo es verificar el comportamiento sísmico y definir, si corresponde, una solución con mínima invasión arquitectónica que incremente la capacidad y prolongue la vida útil. La hipótesis sostiene que, aun con el mismo peso sísmico, la demanda aumenta al aplicar la normativa vigente por cambios en parámetros de diseño respecto a normativas anteriores, justificando una evaluación comparativa. Durante el desarrollo del proyecto se realizó el levantamiento del sitio, el predimensionamiento y la modelación; se ejecutó un análisis estático lineal con combinaciones de carga de CEC-2000 y NEC-15, y se elaboraron entregables técnicos, incluyendo planos estructurales e hidrosanitarios, presupuesto y cronograma. Los resultados mostraron que las derivas cumplieron; sin embargo, en pórticos de concreto resistente a momento la variación del factor R incrementó el coeficiente sísmico ( $C_s$ ), elevando las solicitaciones y evidenciando verificaciones de resistencia no conformes en columnas. Se concluye que la intervención debe priorizar el aumento de capacidad en columnas con baja afectación arquitectónica.

**Palabras Clave:** CEC-2000, PCRM, demanda sísmica, evaluación estructural, viabilidad arquitectónica.

# Abstract

This project assesses the performance of an existing building through a code-based comparison to support intervention decisions. The objective is to verify seismic behavior and, if needed, define a solution with minimal architectural intrusion that increases capacity and extends service life. The hypothesis states that, even with the same seismic weight, demand increases under current provisions due to changes in key design parameters compared to older codes, justifying a comparative assessment. During the project, a site survey, preliminary sizing, and structural modeling were carried out; a linear static analysis was performed using CEC-2000 and NEC-15 load combinations, and technical deliverables were produced, including structural and plumbing drawings, a cost estimate, and a schedule. Results showed that story drifts complied; however, for a reinforced concrete moment resisting frame (RCMRF) the change in the response modification factor  $R$  increased the seismic coefficient  $C_s$ , raising internal demands and leading to non-compliant strength checks in columns. It is concluded that the intervention should prioritize increasing column capacity with low architectural impact.

**Keywords:** CEC-2000, RCMRF, seismic demand, structural assessment, architectural feasibility.

## Índice general

Resumen.....	I
Abstract.....	II
Índice general.....	III
Abreviaturas.....	VIII
Simbología.....	IX
Índice de figuras.....	X
Índice de tablas.....	XII
<a href="#">yy</a> Índice de planos.....	XIV
Capítulo 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Descripción del Problema.....	4
1.3 Justificación del Problema.....	6
1.4 Objetivos.....	7
1.4.1 Objetivo general.....	7
1.4.2 Objetivos específicos.....	7
Capítulo 2.....	8
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
2.1 Revisión de literatura.....	9
2.1.1 Hormigón Armado.....	10

2.1.2 Elementos Estructurales .....	11
2.1.3 Métodos Constructivos .....	12
2.1.4 Diseño Estructural.....	13
2.2 Área de estudio .....	14
2.3 Trabajo de campo y laboratorio .....	16
2.4 Análisis de datos .....	17
2.4.1 Información dada por el cliente .....	17
2.4.2 Información procesada.....	24
2.5 Análisis de alternativas .....	32
2.5.1 Planteamiento de Alternativas .....	33
2.5.2 Alternativa 1 - Encamisado de columnas.....	34
2.5.3 Alternativa 2 - Arriostramiento metálico.....	35
2.5.4 Alternativa 3 - Enchapado de muros de mampostería .....	36
2.5.5 Criterios de evaluación de alternativas .....	36
2.5.6 Selección de alternativa .....	37
Capítulo 3.....	39
3 DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES.....	40
3.1 Análisis y estudios preliminares .....	40
3.1.1 Análisis preliminar del diseño estructural.....	40
3.1.1.1 Predimensionamiento.....	40
3.1.1.2 Cálculo de cargas no sísmicas.....	41

3.1.1.3 Combinaciones de carga .....	51
3.1.1.4 Diseño de Losa.....	52
3.1.1.5 Diseño de Vigas .....	53
3.1.1.6 Diseño de Columnas .....	54
3.1.1.7 Modelamiento Estructural.....	56
3.1.2 Análisis preliminar del diseño hidrosanitario .....	60
3.1.2.1 Consumo de agua en el edificio .....	60
3.1.2.2 Dimensiones del tanque de agua.....	61
3.1.2.3 Nodos de análisis .....	61
3.1.2.4 <i>Equipos hidrosanitarios</i> .....	62
3.1.2.5 Cantidades de accesorios .....	63
3.1.2.6 Parámetros de diseño del sistema de agua potable .....	63
3.1.2.7 Longitud efectiva en tuberías.....	63
3.2 Diseño definitivo.....	64
3.2.1 Diseño estructural .....	64
3.2.2 Diseño hidrosanitario .....	69
3.2.2.1 Análisis de parámetro hidráulicos.....	69
3.2.2.2 Longitud efectiva de los accesorios .....	70
3.2.2.3 Definición de ADS en succión.....	71
3.2.2.4 Definición de ADI en impulsión.....	71
3.2.2.5 Selección de la bomba .....	72

3.2.2.6	Diseño hidráulico de tuberías horizontales instalación sanitaria .....	73
3.2.2.7	Diseño de bajante de instalación sanitaria .....	74
3.2.2.8	Diseño de ventilación.....	74
3.2.2.9	Diseño hidráulico de aguas lluvias .....	75
3.2.2.10	Diseño de bajantes de agua lluvias .....	76
Capítulo 4	.....	77
4	ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL .....	78
4.1	Descripción del proyecto .....	78
4.2	Línea base ambiental.....	79
4.3	Actividades del proyecto.....	79
4.4	Identificación de impactos ambientales .....	80
4.5	Valoración de impactos ambientales .....	81
4.6	Propuestas de medidas de prevención/mitigación .....	83
4.7	Resultados de medidas .....	84
Capítulo 5	.....	86
5	PRESUPUESTO .....	87
5.1	Estructura Desglosada de Trabajo .....	87
5.2	Especificaciones Técnicas .....	87
5.3	Rubros y análisis de precios unitarios.....	88
5.4	Cantidad de obra .....	92
5.5	Costo del proyecto .....	94

5.6	Cronograma de obra.....	97
	Capítulo 6.....	101
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	102
6.1	Conclusiones.....	102
6.2	Recomendaciones.....	103
	REFERENCIAS.....	104
	PLANOS Y ANEXOS.....	110

**Abreviaturas**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
NEC	Normativa Ecuatoriana de la Construcción
ASCE	American Society of Civil Engineers
ACI	American Concrete Institute
ODS	Objetivo de Desarrollo Sostenible
AAPP	Agua potable y presión
AASS	Agua servidas sanitarias
AALL	Aguas lluvias

**Simbología**

m	Metros
m <sup>2</sup>	Metros cuadrados
m <sup>3</sup>	Metros cúbicos
kg	Kilogramos
u	Unidad
gb	Global
tonf	Toneladas fuerza

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Ubicación de la propiedad .....	15
<b>Figura 2</b> Edificio comercial del cliente .....	16
<b>Figura 3</b> Áreas de construcción del plano arquitectónico del cliente .....	18
<b>Figura 4</b> Vista en planta del sótano de los planos arquitectónicos .....	19
<b>Figura 5</b> Vista en planta de la planta baja de los planos arquitectónicos.....	20
<b>Figura 6</b> Vista en planta del primer piso de los planos arquitectónicos .....	21
<b>Figura 7</b> Vista en planta del segundo piso de los planos arquitectónicos.....	22
<b>Figura 8</b> Vista en planta del tercer piso de los planos arquitectónicos .....	23
<b>Figura 9</b> Fachadas principales del sitio de estudio de los planos arquitectónicos .....	24
<b>Figura 10</b> Sótano de la edificación después del levantamiento .....	26
<b>Figura 11</b> Planta baja después del levantamiento in situ .....	27
<b>Figura 12</b> Primer piso después del levantamiento in situ .....	28
<b>Figura 13</b> Segundo piso después del levantamiento in situ .....	29
<b>Figura 14</b> Tercer piso después del levantamiento in situ.....	30
<b>Figura 15</b> Fachadas principales realizadas finalmente al edificio .....	31
<b>Figura 16</b> Modelo arquitectónico tridimensional.....	32
<b>Figura 17</b> Esquema del proceso constructivo del encamisado de columnas. ....	34
<b>Figura 18</b> Esquema del proceso constructivo del arriostramiento metálico. ....	35
<b>Figura 19</b> Esquema del proceso constructivo del enchapado de muros de mampostería .....	36
<b>Figura 20</b> Carga viva de almacén .....	42
<b>Figura 21</b> Carga viva de cubierta.....	42
<b>Figura 22</b> Espectro de diseño: elástico e inelástico con NEC-2015 .....	46
<b>Figura 23</b> Espectro de diseño: elástico e inelástico con CEC-2000 .....	47
<b>Figura 24</b> Diagrama de fuerzas cortantes sísmicas .....	49

<b>Figura 25</b> Deriva inelástica NEC-2015 vs CEC-2000 .....	50
<b>Figura 26</b> Geometría de la losa .....	53
<b>Figura 27</b> Armado de una viga principal .....	53
<b>Figura 28</b> Dimensión de la columna en plano arquitectónico .....	54
<b>Figura 29</b> Creación de material del concreto .....	56
<b>Figura 30</b> Creación de material para acero de refuerzo .....	56
<b>Figura 31</b> Creación de C30X30 .....	57
<b>Figura 32</b> Creación de C40X40 .....	57
<b>Figura 33</b> Creación de C50X50 .....	58
<b>Figura 34</b> Creación de V25X25 .....	58
<b>Figura 35</b> Creación de V25X40 .....	59
<b>Figura 36</b> Creación de V30X50 .....	59
<b>Figura 37</b> Tanque de almacenamiento de agua (Plastigama) .....	61
<b>Figura 38</b> Denotación de los nodos de cálculos hidráulicos .....	62
<b>Figura 39</b> Diagrama de Interacción Reducido M33.....	66
<b>Figura 40</b> Diagrama de Interacción Nominal M22 .....	67
<b>Figura 41</b> Diagrama de Interacción Nominal M33 .....	67
<b>Figura 42</b> Diagrama de Interacción $1.25 \cdot f_y$ .....	68
<b>Figura 43</b> Matriz de Leopold .....	82
<b>Figura 44</b> Estructura desglosada de trabajo .....	87
<b>Figura 45</b> Hormigón en columnas .....	92
<b>Figura 46</b> Hormigón en vigas .....	92
<b>Figura 47</b> Hormigón en losas.....	93
<b>Figura 48</b> Hormigón en plintos .....	93
<b>Figura 49</b> Cuantificación de acero en elementos estructurales.....	94

### Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Área de construcción de la edificación según los planos del cliente .....	18
<b>Tabla 2</b> Áreas de construcción reales de la edificación .....	25
<b>Tabla 3</b> Planteamiento de alternativas .....	33
<b>Tabla 4</b> Análisis de alternativas .....	37
<b>Tabla 5</b> Predimensionamiento de elementos estructurales .....	40
<b>Tabla 6</b> Resumen de cargas permanentes sobrepuestas.....	41
<b>Tabla 7</b> Resumen de cargas.....	43
<b>Tabla 8</b> Factor de Zona Sísmica en Roca ( $Z$ ).....	44
<b>Tabla 9</b> Coeficiente de amplificación de suelo $F_a$ .....	44
<b>Tabla 10</b> Coeficiente de amplificación de las ordenadas del espectro $F_d$ .....	45
<b>Tabla 11</b> Coeficiente de comportamiento no lineal de los suelos $F_s$ .....	45
<b>Tabla 12</b> Parámetros de peligro sísmico y de sitio.....	45
<b>Tabla 13</b> Coeficiente de modificación de respuesta NEC-SE-DS vs CEC-2000 .....	46
<b>Tabla 14</b> Pesos sísmico .....	47
<b>Tabla 15</b> Cortante basal NEC-SE-DS vs CEC-2000 .....	48
<b>Tabla 16</b> Fuerzas sísmicas equivalentes.....	50
<b>Tabla 17</b> Combinaciones de carga del modelo estructural .....	51
<b>Tabla 18</b> Dimensiones de la losa.....	52
<b>Tabla 19</b> Dotaciones para departamentos y edificios.....	60
<b>Tabla 20</b> Diseño de la columna.....	64
<b>Tabla 21</b> Parámetros hidráulicos.....	69
<b>Tabla 22</b> Longitud efectiva en la línea de succión.....	70
<b>Tabla 23</b> Longitud efectiva en la línea de impulsión .....	70
<b>Tabla 24</b> Cálculo de la altura dinámica de succión.....	71

<b>Tabla 25</b> Cálculo de altura dinámica de impulsión.....	71
<b>Tabla 26</b> Cálculo de la potencia de la bomba .....	72
<b>Tabla 27</b> Diseño de tuberías sanitarias.....	73
<b>Tabla 28</b> Selección de diámetro mínimo de tubería de ventilación en base a las unidades de descarga y la altura máxima de ventilación .....	74
<b>Tabla 29</b> Diámetro de bajante/ventilación mínimo y seleccionado .....	75
<b>Tabla 30</b> Diseño hidráulico para tuberías horizontales aguas lluvias (AALL).....	76
<b>Tabla 31</b> Identificación de impactos ambientales: actividades y factores afectados .....	80
<b>Tabla 32</b> Características de los impactos ambientales identificados .....	81
<b>Tabla 34</b> Descripción de los capítulos del presupuesto de obra .....	89
<b>Tabla 35</b> Formato de análisis de precios unitarios .....	91
<b>Tabla 36</b> Presupuesto del proyecto .....	94
<b>Tabla 37</b> Duración de la obra.....	99

**Índice de planos**

<b>Plano 1</b> Vigas – Vistas en planta.....	153
<b>Plano 2</b> Alzado de vigas – Piso 1.....	154
<b>Plano 3</b> Alzado de vigas – Piso 2.....	155
<b>Plano 4</b> Alzado de vigas – Piso 3.....	156
<b>Plano 5</b> Alzado de vigas – cubierta.....	157
<b>Plano 6</b> Columnas – Vistas en planta y elevación.....	158
<b>Plano 7</b> Cimentaciones – Vista en planta.....	159
<b>Plano 8</b> Losas – Vista en planta.....	160
<b>Plano 9</b> Plano AAPP.....	161
<b>Plano 10</b> Plano AASS.....	162
<b>Plano 11</b> Plano AALL.....	163
<b>Plano 12</b> Tablas de planificación y vistas isométricas.....	164

# Capítulo 1

## 1. INTRODUCCIÓN

El contraste entre lo proyectado y lo construido constituye un grave problema en la práctica edificatoria. Las constantes modificaciones in situ, cambios de uso no autorizados y ausencia de actualizaciones técnicas son factores recurrentes en entornos urbanos donde la regulación es limitada o su cumplimiento es débil. Estas alteraciones comprometen la trazabilidad técnica de las estructuras y dificultan su evaluación bajo los estándares vigentes de seguridad sísmica.

A nivel internacional, los códigos estructurales han experimentado una evolución significativa, incorporando criterios de diseño más rigurosos basados en la caracterización precisa del riesgo sísmico. Esta transformación ha sido particularmente relevante en países con alta exposición a eventos tectónicos, donde la adaptación del entorno edificatorio existente a nuevas exigencias normativas representa una necesidad técnica y social prioritaria.

Ecuador, localizado en una de las zonas de mayor actividad sísmica del continente, enfrenta una situación estructural crítica: un gran número de edificaciones fueron construidas bajo normativas ya superadas, y en muchos casos presentan intervenciones no documentadas que afectan su comportamiento ante sollicitaciones dinámicas. En ciudades como Guayaquil, esta problemática se acentúa debido al crecimiento urbano acelerado, la informalidad en la construcción y la falta de mantenimiento estructural.

El terremoto de 2016, de magnitud 7.8, fue devastador para el Ecuador, dejando 673 fallecidos y más de 6.000 heridos, lo que evidenció la vulnerabilidad estructural y la imperante necesidad de aplicar las normativas constructivas vigentes. Por ello, el presente proyecto radica en la urgente necesidad de modernizar la infraestructura existente garantizando su seguridad estructural y aumentando el nivel de confianza de los ocupantes.

Se tiene una fuerte vinculación con el sector productivo, ya que busca implementar un modelo de evaluación estructural que podría aplicarse a una gran cantidad de edificaciones

existentes de condiciones similares en Ecuador. Además, contribuirá al desarrollo de estándares más seguros y adecuados a las condiciones sísmicas de la región, lo que representa una inversión para el futuro de las ciudades y sus habitantes.

Este trabajo se enfoca en la evaluación de una edificación comercial de tres plantas, con el fin de identificar posibles riesgos estructurales derivados de modificaciones no documentadas. El alcance del proyecto se orienta a realizar un análisis detallado de la estructura bajo las normativas actuales, asegurando que la edificación pueda resistir las sollicitaciones sísmicas según los estándares contemporáneos.

## **1.1 Antecedentes**

A nivel global, el fortalecimiento estructural de edificaciones existentes ha cobrado especial relevancia ante el aumento de eventos sísmicos y los crecientes requerimientos de seguridad (López, 2014). La tendencia internacional apunta hacia la evaluación y actualización de construcciones que, con el paso del tiempo, se han visto afectadas por cambios funcionales, envejecimiento de materiales o modificaciones no registradas en el diseño original. Países como Japón, Chile y México han desarrollado programas de rehabilitación y monitoreo estructural, combinando ingeniería avanzada con gestión del riesgo urbano (Habitat y Vivienda, 2014; Quinatoa Martínez, 2022).

En Latinoamérica, la realidad constructiva muestra un contraste entre el avance normativo y su aplicación práctica. La informalidad de las edificaciones y la falta de control técnico han generado un entorno inmobiliario con vulnerabilidades significativas (Semblantes Vélez, 2015). Ecuador comparte este escenario, agravado por su localización en una de las zonas sísmicamente más activas del planeta. Esta condición geológica ha impulsado la evolución de las normativas estructurales, pasando de los lineamientos iniciales del CEC-2000 hacia marcos más actualizados como la NEC-2011 y la NEC-2015, que incorporan criterios modernos de diseño sismorresistente (Habitat y Vivienda, 2014). Sin embargo, la

implementación de estos avances en edificaciones ya construidas continúa siendo un desafío para el sector.

En el ámbito nacional, la expansión rápida urbana y la heterogeneidad en la calidad constructiva han evidenciado la necesidad de reevaluar edificaciones levantadas bajo normas anteriores o con variaciones respecto al diseño aprobado. Cabe resaltar, que algunas instituciones académicas y entidades públicas han promovido investigaciones orientadas a la actualización estructural, priorizando edificaciones con uso comercial o público (Vistín Guamantaqui, 2019). Estas iniciativas no buscan solo garantizar la seguridad de los ocupantes, sino también establecer lineamientos replicables para el diagnóstico y la rehabilitación estructural.

En el caso específico de Guayaquil, la dinámica constructiva ha estado marcada por la alta densidad comercial y la adaptación constante de los inmuebles a nuevas demandas funcionales. Esto ha generado discrepancias entre los planos aprobados y la realidad edificada, bajo esta situación el cliente solicitó la revisión técnica de su edificación comercial, cuyo diseño original no fue completamente respetado durante su ejecución, generando incertidumbre sobre su comportamiento sísmico y su conformidad con los estándares actuales (López, 2014; Quinatoa Martínez, 2022).

Por ello, el proyecto se enmarca en las tendencias internacionales de verificación y actualización estructural, aplicadas a la realidad local. A través del levantamiento in situ, el modelamiento analítico y la propuesta de refuerzo según criterios contemporáneos, se busca aportar una referencia metodológica aplicable a edificaciones similares.

## **1.2 Descripción del Problema**

El presente proyecto aborda la evaluación estructural de una edificación comercial de tres niveles incluido un sótano pequeño, ubicada en la ciudad de Guayaquil, la cual fue diseñada bajo los lineamientos del CEC-2000. Durante su ejecución se registraron

variaciones respecto al diseño original, generando discrepancias entre los planos aprobados y la configuración real de la estructura. Estas modificaciones, comunes en edificaciones del entorno urbano ecuatoriano, alteran las condiciones previstas de rigidez, distribución de cargas y respuesta sísmica, comprometiendo potencialmente su desempeño estructural.

El problema se centra en determinar si el edificio conserva un nivel de seguridad adecuado frente a las exigencias sísmicas y gravitacionales establecidas por las normativas vigentes. Para ello, se requiere contrastar la información documental con el levantamiento in situ, evaluar la integridad de los elementos estructurales y analizar su comportamiento dinámico mediante modelos tridimensionales representativos. Las variables de estudio incluyen la resistencia de materiales, la configuración estructural, la interacción suelo–estructura y los parámetros sísmicos definidos para suelos tipo D con una capacidad admisible de  $6 \text{ T/m}^2$ .

Actualmente, gran parte del ecosistema edificatorio ecuatoriano presenta condiciones similares: edificaciones diseñadas bajo normativas anteriores, planos desactualizados o modificaciones constructivas no registradas. Esta falta de correspondencia entre el diseño y la realidad construida dificulta la verificación de la seguridad estructural conforme a los criterios actuales de desempeño. El caso analizado representa, por tanto, una situación técnica verificable y medible, susceptible de análisis comparativo entre la normativa original y las disposiciones actuales.

El cliente del proyecto, un profesional del área de arquitectura y responsable directo del diseño del inmueble, solicita una revisión estructural integral que permita validar la capacidad resistente del edificio y definir, de ser necesario, alternativas de rediseño o reforzamiento estructural. El desarrollo de esta evaluación requiere la aplicación de herramientas de modelamiento estructural y análisis sísmico basados en los lineamientos de

la NEC-2015 y normas internacionales, con la finalidad de determinar el cumplimiento de los parámetros de seguridad establecidos.

En síntesis, el problema técnico identificado corresponde a la existencia de discrepancias entre el diseño proyectado y la construcción ejecutada, dentro de un marco normativo superado por actualizaciones posteriores. Su resolución exige un proceso de verificación estructural riguroso, que permita cuantificar el estado actual de la edificación y establecer los ajustes necesarios para garantizar su estabilidad y desempeño frente a sollicitaciones sísmicas contemporáneas.

### **1.3 Justificación del Problema**

La actualización estructural de edificaciones existentes en zonas sísmicamente activas representa una acción prioritaria para garantizar la seguridad de los usuarios y la sostenibilidad del entorno urbano. Este proyecto, trasciende el análisis puntual de un caso específico, abordando una problemática extendida a numerosas construcciones en el país, diseñadas bajo normativas constructivas superadas. Su desarrollo permitirá establecer un modelo técnico replicable que fomente la adopción de prácticas de diseño y verificación más seguras, alineadas con los criterios internacionales vigentes.

La necesidad de resolver este problema se sustenta en la evolución del conocimiento sísmico y en los aprendizajes derivados de eventos como el terremoto de Pedernales en 2016, que evidenció la vulnerabilidad de muchas edificaciones construidas con criterios empíricos o normativas obsoletas. Ignorar este tipo de evaluaciones perpetuaría riesgos estructurales latentes, comprometiendo la integridad de los ocupantes y la inversión inmobiliaria.

Por el contrario, abordar la actualización estructural con base en normativas modernas como la NEC-15 y los lineamientos internacionales (ACI 318-19, ASCE 7-22) ofrece ventajas tangibles como la prolongación de la vida útil del inmueble, reducción de costos futuros y fortalecimiento de la confianza en las prácticas profesionales del sector.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Diseñar el reforzamiento estructural de una edificación comercial de tres plantas, construida en 2010 bajo la normativa CEC-2000, mediante los lineamientos de la NEC-15 y estándares internacionales, garantizando la seguridad y vida útil de la edificación.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

1. Realizar un levantamiento in situ de los elementos estructurales, arquitectónicos e hidrosanitarios para la verificación de los datos
2. Evaluar la seguridad estructural del edificio bajo criterios de la normativa internacional vigente considerando cargas gravitacionales y sísmicas.
3. Elaborar planos, presupuestos y cronograma valorado de la nueva propuesta estructural e hidrosanitario mediante la implementación de la norma vigente.
4. Realizar un estudio de impacto ambiental garantizando la viabilidad y sostenibilidad de posibles mejoras a la edificación en análisis.

## **Capítulo 2**

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Revisión de literatura

A lo largo del tiempo, las normativas sísmicas han presentado mejoras para adaptarse a las necesidades de seguridad estructural en áreas expuestas a terremotos. Durante las primeras décadas del siglo XX, los códigos sismorresistentes se basaban en observaciones empíricas y experiencias históricas de sismos, sin contar con los avances tecnológicos de hoy en día (Chopra, 2012). Con el paso de los años, se fue incorporando modelos matemáticos y herramientas de análisis dinámico para mejorar el diseño de edificaciones frente a eventos sísmicos, un fenómeno que ha sido documentado en códigos actualizados a lo largo del mundo (Işık, 2021; BEE, 2024). De esta manera se mitiga los daños, y asegura que las construcciones puedan resistir los esfuerzos sin comprometer su estabilidad.

Las primeras normativas se originaron en países con alta actividad sísmica, como Japón y Chile, que fueron pioneros en el uso de códigos que consideran la respuesta estructural dinámica ante terremotos. En Estados Unidos, el Uniform Building Code (UBC) fue uno de los primeros documentos para la regulación sísmica, implementado en 1927 (ICBO, 1997). Posteriormente, el ASCE 7 (1967), el cual se consolidó como un estándar mundial, siendo referente para la creación de muchos códigos internacionales, incluyendo el ACI 318 para el diseño de estructuras de hormigón armado (ACI, 2014).

En Ecuador, la continua mejora de las normativas estructurales se ha visto impulsada por la necesidad de adaptarse a los riesgos sísmicos locales, algo que también ha sido analizado en estudios históricos recientes sobre los códigos latinoamericanos (Cevallos-Velásquez et al., 2024). De este modo, el crecimiento urbano acelerado y el aumento en la densidad de edificaciones en zonas sísmicamente activas, como Guayaquil, hicieron que el CEC-2000 resultara insuficiente para enfrentar las realidades de los

terremotos más recientes. A raíz de esto, surgieron actualizaciones como la NEC-2011 y posteriormente, la NEC-2015, las cuales están más alineadas con los estándares internacionales (MIDUVI, 2015).

El terremoto de 2016, con epicentro en Pedernales, evidenció la vulnerabilidad de muchas construcciones en el país, lo que aceleró la implementación de normas más estrictas como la NEC-15. Este evento mostró que muchos edificios construidos bajo normativas pasadas no estaban preparados para soportar eventos sísmicos de gran magnitud, lo que resalta la importancia de actualizar las normativas y reforzar la infraestructura existente (BEE, 2025; IGN, 2016).

### **2.1.1 Hormigón Armado**

El hormigón armado ha sido históricamente uno de los materiales más confiables en el diseño estructural sismo-resistente debido a su resistencia tanto a la compresión como a la tracción, según Li, Ding y Liu (2024), quienes reportan mejoras significativas en ductilidad y capacidad de disipación de energía. Además, estudios como el de Wen et al. (2024) han demostrado que el uso de barras de ultra-alta resistencia puede aumentar la resiliencia sísmica, permitiendo que las estructuras absorban energía sin colapsar. En términos de diseño sísmico, el hormigón armado permite construir estructuras flexibles que pueden adaptarse a las deformaciones inducidas por los terremotos sin comprometer la estabilidad general del edificio. En Ecuador, se establecen guías detalladas para el uso de este material, incorporando las mejores prácticas del ACI 318 para garantizar que las estructuras no solo sean resistentes, sino también dúctiles frente a fuerzas sísmicas (ACI, 2014).

Las columnas, vigas, losas y muros de corte son los principales elementos que utilizan hormigón armado en la mayoría de las edificaciones sismo-resistentes, como lo demuestra Benjumea et al. (2021) al analizar la capacidad de disipación de energía en marcos estructurales. Además, Fujii (2024) señala que el uso de columnas con disipadores de energía

permite distribuir la energía sísmica entrante de manera que parte de ella se absorbe en estos elementos, lo que mejora la rigidez global y la estabilidad del edificio. En el caso de Ecuador, se refuerza las especificaciones sobre el diseño de estos componentes, priorizando la ductilidad y la disipación de energía durante un sismo. De acuerdo con MacGregor & Wight (2012), este enfoque garantiza que, aunque el material puede deformarse considerablemente durante un terremoto, la estructura no colapsará bajo la presión sísmica.

### **2.1.2 Elementos Estructurales**

Los principales elementos de una estructura sismorresistente incluyen columnas, vigas y/o muros, los cuales distribuyen cargas y proporcionan resistencia frente a movimientos sísmicos, como evidencian los estudios en muros de corte con aberturas realizados en ensayos cíclicos, donde se observa la alteración de la rigidez y de la capacidad resistente cuando existen discontinuidades (Altiok et al., 2025). De igual manera, el comportamiento de marcos de concreto reforzado con muros de relleno demuestra que la interacción marco-mampostería incrementa la rigidez global y modifica la demanda de deformaciones durante movimientos sísmicos (Messaoudi et al., 2022; Falcão Moreira et al., 2023). Cada componente tiene como objetivo garantizar la resistencia y una distribución eficiente de las cargas durante un sismo, manteniendo la capacidad portante y controlando la respuesta lateral.

En edificaciones comerciales de varios pisos, el comportamiento de los elementos estructurales está determinado por su dimensionamiento y el refuerzo aplicado, factores que influyen en la rigidez y la estabilidad global de la estructura. En este sentido, Özmen & Inel (2024) señalan que el diseño detallado de columnas y vigas impacta directamente en la capacidad de absorción de energía frente a cargas sísmicas, lo que permite que la estructura responda de manera controlada durante un sismo. Por su parte, Falcão Moreira et al. (2023) destaca que los muros de corte y otros elementos verticales contribuyen a limitar las

deformaciones, de manera que los desplazamientos se mantienen dentro de rangos aceptables, aspecto relevante para la seguridad de los ocupantes.

Asimismo, la evaluación de la rigidez y de la capacidad de disipación de energía de estos componentes ha sido identificada como un aspecto central en el diseño sismo-resistente, dado que influye en la respuesta estructural ante eventos sísmicos moderados o severos (Gholami et al., 2022). Según López (2014), las edificaciones deben cumplir con estándares que reduzcan las derivas y los movimientos torsionales, asegurando que la estructura mantenga su integridad bajo sismos de gran intensidad.

### **2.1.3 Métodos Constructivos**

Las prácticas de construcción han orientado el desarrollo del diseño y la rehabilitación estructural. Las técnicas tradicionales de construcción in situ han sido ampliamente utilizadas, pero la creciente necesidad de eficiencia y precisión ha impulsado el uso de elementos prefabricados y la construcción modular. En este sentido, Ferdous et al. (2019) subrayan que la edificación modular de varios pisos permite reducir tiempos de ejecución y errores en obra, mientras que Fathieh y Mercan (2016) destacan que los sistemas modulares pueden mantener un comportamiento sísmico satisfactorio cuando son adecuadamente diseñados. Estas tecnologías permiten construir con mayor rapidez y menos errores, lo que es particularmente beneficioso en la rehabilitación de edificaciones existentes. Según Olmo y González (2013), el uso de componentes prefabricados también mejora la calidad del material y garantiza una mayor estabilidad sísmica, coincidiendo con estudios contemporáneos que analizan el desempeño sísmico de sistemas modulares y prefabricados en estructuras de acero y concreto (Palmiotta et al., 2023; Pan & Zhang, 2023).

Por lo tanto, estas técnicas permiten integrar refuerzos estructurales sin afectar la ocupación de la edificación, lo que resulta especialmente útil en construcciones en servicio. Li et al. (2023) muestran que las soluciones prefabricadas de concreto reforzado pueden

emplearse para mejorar el desempeño sísmico en edificaciones de mediana y gran altura, manteniendo niveles adecuados de seguridad estructural. Estas soluciones constructivas también contribuyen a minimizar el impacto ambiental, al reducir los residuos generados durante el proceso de construcción y al permitir una mayor sostenibilidad derivada del control industrializado de materiales y de una menor huella de carbono. En esta línea, Kamali et al. (2019) comparan, mediante un análisis de ciclo de vida, la construcción modular y la convencional, evidenciando ventajas ambientales de la primera, mientras que Pan y Zhang (2023) confirman estos beneficios al analizar la sostenibilidad de sistemas modulares de concreto y acero en entornos urbanos.

#### **2.1.4 Diseño Estructural**

Para un correcto diseño estructural se debe considerar tanto las cargas gravitacionales como las solicitaciones sísmicas. Chopra (2012) enfatiza que los procedimientos de análisis dinámico, apoyados en modelos estructurales adecuados, permiten caracterizar con mayor precisión la respuesta de la edificación frente a diferentes intensidades de sismo. De manera complementaria, Işık (2021) compara el comportamiento de un edificio de concreto reforzado frente a distintos códigos sísmicos actualizados y muestra cómo los criterios normativos influyen en las demandas de esfuerzo y deformación. En el ámbito del refuerzo estructural, Baek et al. (2023) evalúan edificios de concreto rehabilitados con sistemas compuestos de columnas de tubo relleno de concreto, mientras que Xiong et al. (2025) analizan sistemas combinados de marcos y muros de corte, evidenciando el papel de la configuración estructural en la respuesta dinámica global. Bajo el principio de diseño por capacidad, los elementos estructurales están concebidos para disipar energía y mantener un comportamiento predecible durante eventos sísmicos, asegurando la estabilidad global de la estructura (Chopra, 2012; Işık, 2021).

Además, el diseño estructural implica la selección adecuada de materiales, secciones y sistemas resistentes, buscando un equilibrio entre seguridad, economía y funcionalidad. Este proceso no solo contempla la resistencia última, sino también aspectos de rigidez, ductilidad y control de deformaciones, de manera que la edificación pueda soportar acciones extremas sin sufrir daños irreparables. Los resultados de Baek et al. (2023) indican que la incorporación de sistemas de refuerzo bien detallados incrementa la capacidad de disipación de energía y reduce la probabilidad de daño severo, mientras que Xiong et al. (2025) señalan que una adecuada interacción entre marcos y muros de corte es fundamental para limitar derivas y concentraciones de daño en estructuras de concreto reforzado.

## 2.2 Área de estudio

El área de estudio se localiza en Ecuador, dentro de la provincia del Guayas, en el cantón y ciudad de Guayaquil. El análisis se centra en una edificación comercial de tres niveles con un sótano, localizada en la parroquia Urdaneta, en una zona de la ciudad con alta actividad comercial y crecimiento urbano acelerado, donde existen modificaciones estructurales no documentadas. Esta condición constituye un factor determinante para la evaluación de la seguridad sísmica de la edificación. Las coordenadas que demarcan los extremos del sitio de estudio son las siguientes: 17 S 620718 E 9756565 N, 17 S 620733 E 9756560 N, 17 S 620737 E 9756573 N y 17 S 620722 E 9756578 N

**Figura 1***Ubicación de la propiedad*

*Nota.* Ubicación del sitio de estudio (Google Maps, 2025).

El sitio se caracteriza por un tipo de suelo blando, lo que influye directamente en la respuesta sísmica de las estructuras. El clima es tropical húmedo, con temperaturas promedio entre 24 °C y 32 °C y un régimen de lluvias intensas concentradas entre enero y abril, lo que puede afectar el drenaje y la operación de instalaciones hidrosanitarias. La topografía es predominantemente plana, favoreciendo la construcción de infraestructuras, aunque requiere una planificación adecuada del drenaje superficial para evitar inundaciones. La vegetación es escasa debido al desarrollo urbano, y las condiciones socioeconómicas del entorno presentan contrastes entre zonas comerciales activas y sectores residenciales con limitaciones de servicios básicos, factores que pueden influir en la gestión y seguridad de las edificaciones.

**Figura 2**

*Edificio comercial del cliente*



*Nota.* Se observa la imagen del edificio del cliente ubicado en la calle Portete.

### 2.3 Trabajo de campo y laboratorio

El trabajo de campo consistió en el levantamiento físico de la edificación mediante mediciones in situ, realizado debido a las inconsistencias detectadas entre los planos arquitectónicos proporcionados por el cliente y la construcción existente. Este proceso permitió obtener dimensiones precisas de los elementos principales, como columnas, vigas y muros de corte, además de identificar fisuras, deformaciones y daños visibles en puntos críticos de la estructura. Del mismo modo, se procedió a reconocer el sistema estructural sismorresistente, determinando si la edificación corresponde a un sistema aporticado, de

muros portantes o dual, con el fin de orientar adecuadamente el enfoque del análisis estructural.

Asimismo, se llevó a cabo una evaluación superficial de las instalaciones hidrosanitarias, drenaje y suministro de agua potable, con el objetivo de validar su presencia y funcionamiento básico, y verificar si estas han sufrido modificaciones o posibles sobrecargas que puedan afectar indirectamente la estructura. Por ello, los datos recolectados en campo servirán como base para el análisis estructural posterior en oficina, donde se evaluará la capacidad de la edificación para resistir las cargas gravitacionales y sísmicas, según las normativas vigentes.

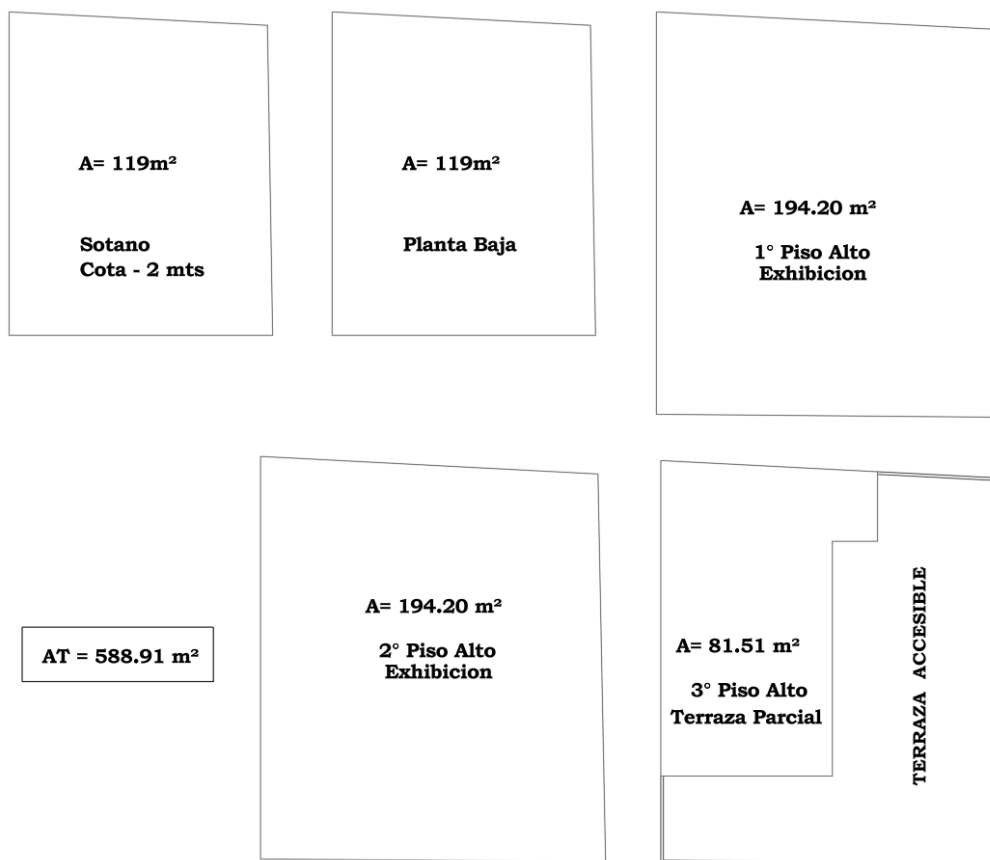
## **2.4 Análisis de datos**

### **2.4.1 Información dada por el cliente**

El cliente disponía de los planos arquitectónicos de su edificio comercial de tres plantas y un sótano. En esta sección se detalla el área de construcción y las vistas en planta de cada nivel, además de la representación de las dos fachadas principales, dado que el inmueble se ubica en una esquina y, por tanto, cuenta con dos frentes visibles.

**Figura 3**

*Áreas de construcción del plano arquitectónico del cliente*



*Nota.* Se presentan las áreas de construcción de cada nivel de la edificación en base a los planos arquitectónicos que fueron entregados al cliente.

**Tabla 1**

*Área de construcción de la edificación según los planos del cliente*

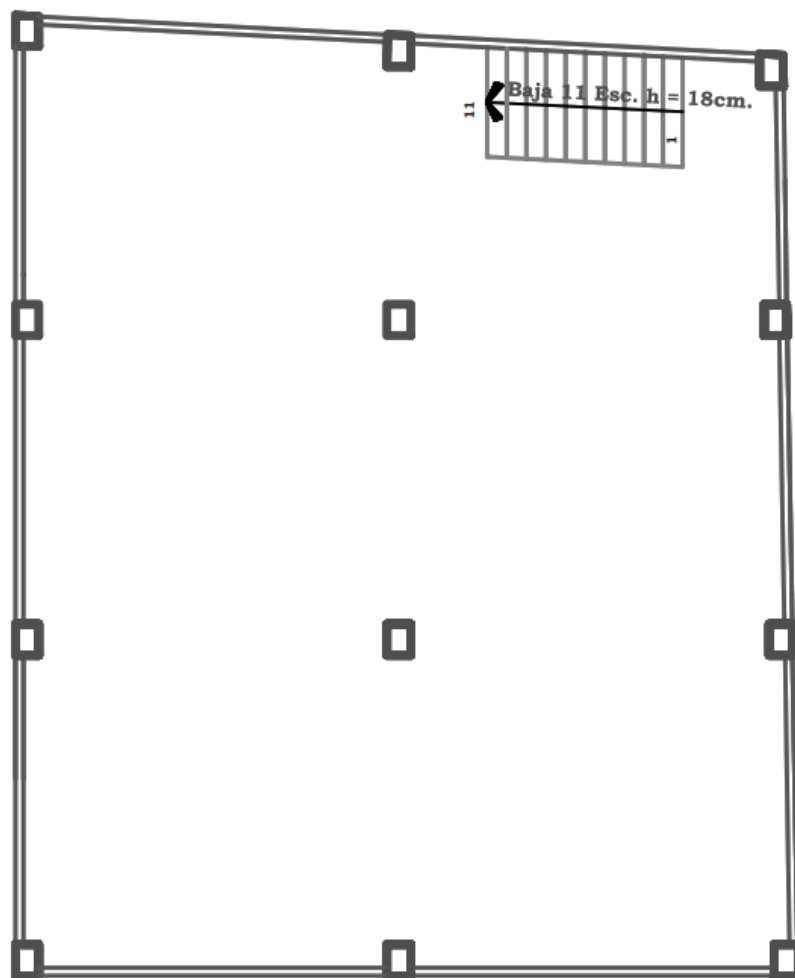
Nivel	Área de construcción (m <sup>2</sup> )
Sótano	119.00
Planta baja	119.00
Primer piso	194.20
Segundo piso	194.20
Tercer piso	81.51
<b>Área total</b>	<b>707.81</b>

*Nota.* Se detalla el área de construcción correspondiente a los 5 niveles del edificio comercial en base a los planos arquitectónicos que dispone el cliente.

El primer *sitio* construido corresponde al sótano del edificio, originalmente destinado a ofrecer un amplio espacio de almacenamiento para productos de exhibición, electrodomésticos y utilería. En el diseño inicial se contemplaba la construcción de una escalera en la parte posterior. Se trata de un sótano de gran tamaño, cuya ejecución habría requerido un análisis estructural más riguroso, especialmente en el diseño de los elementos de contención, para garantizar su estabilidad y seguridad.

#### Figura 4

*Vista en planta del sótano de los planos arquitectónicos*

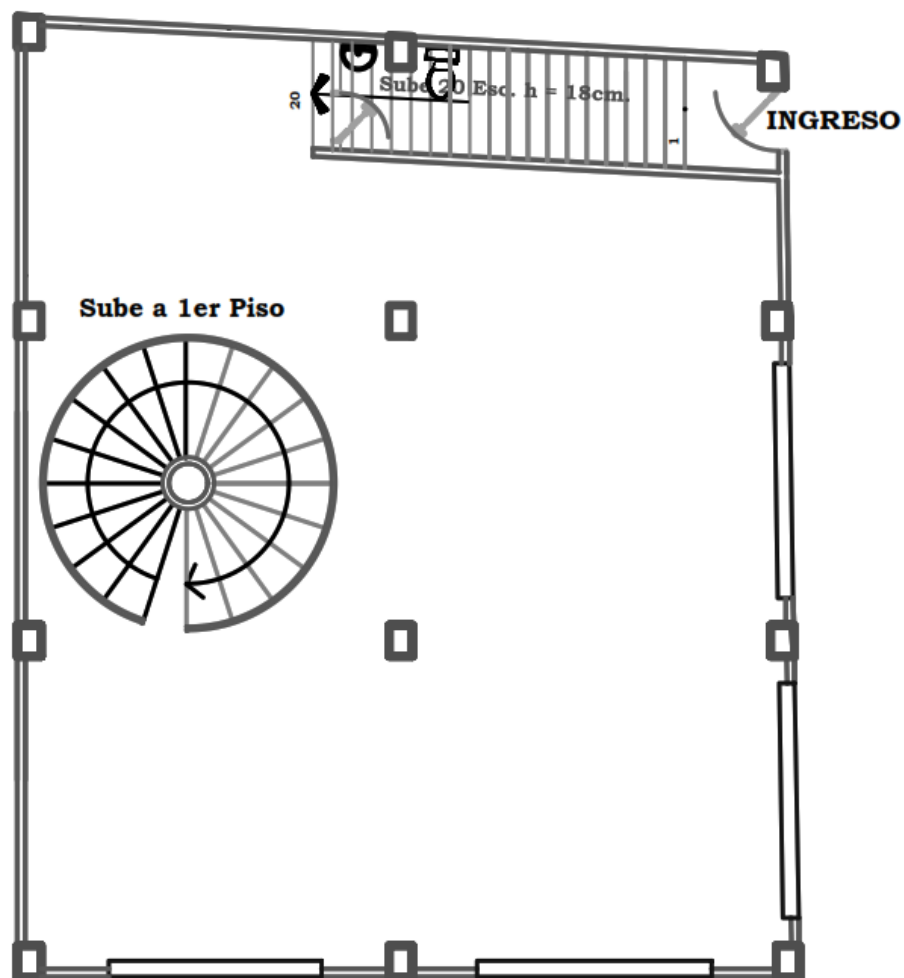


*Nota.* En la imagen se observa la vista en planta del sótano de la edificación de los planos arquitectónicos entregados por el cliente.

La planta baja de la edificación fue concebida inicialmente con dos escaleras de acceso al nivel superior: una en forma de caracol y otra ubicada en la parte posterior, destinada al uso del personal administrativo y del propietario. Este nivel incluye además un baño de uso exclusivo para el personal. En términos generales, la planta baja estaba proyectada como un espacio amplio y abierto, con grandes ventanales de vidrio que aportarían luminosidad y una imagen comercial moderna.

### Figura 5

*Vista en planta de la planta baja de los planos arquitectónicos*

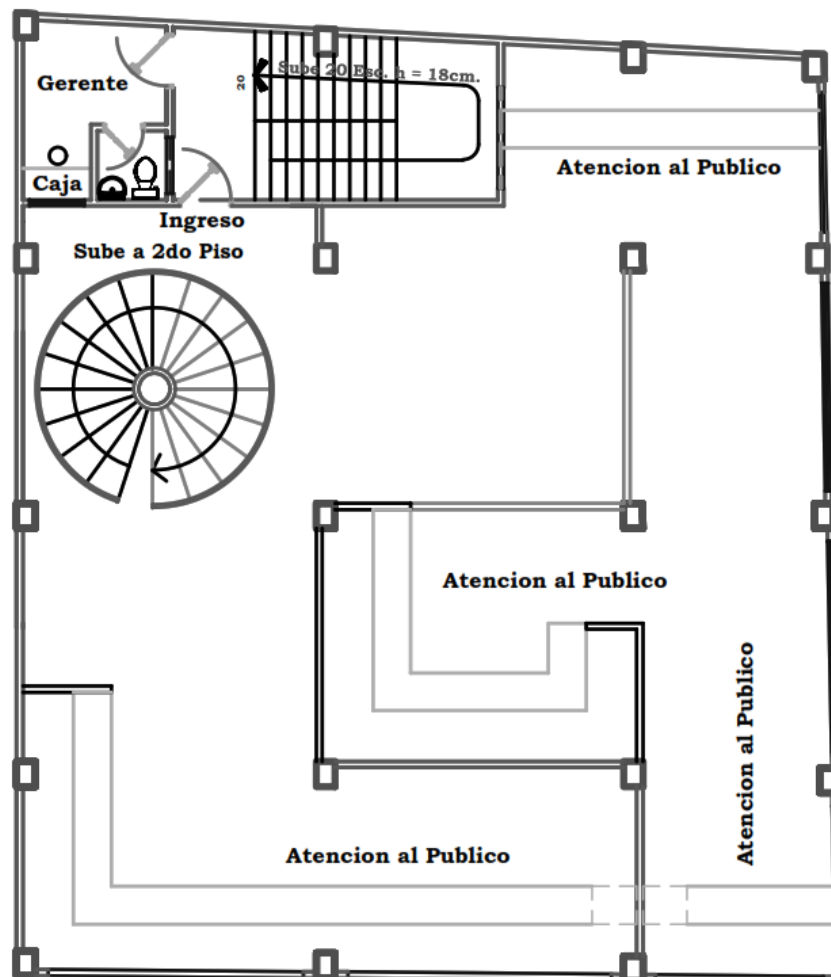


*Nota.* Se observa la vista en planta de la planta baja de la edificación de los planos arquitectónicos entregados por el cliente.

El primer piso cuenta con un amplio espacio destinado a la atención al público, equipado con estanterías para la exhibición de productos. Además, incluye la oficina del gerente, con su área de caja registradora y un baño privado. En este nivel se mantienen dos escaleras: la escalera de caracol y otra ubicada discretamente en la parte posterior, de uso exclusivo para el personal. También se aprecia una pared divisoria en el lateral derecho, posiblemente pensada para delimitar zonas de exposición u organizar diferentes tipos de productos dentro del área comercial.

### Figura 6

*Vista en planta del primer piso de los planos arquitectónicos*

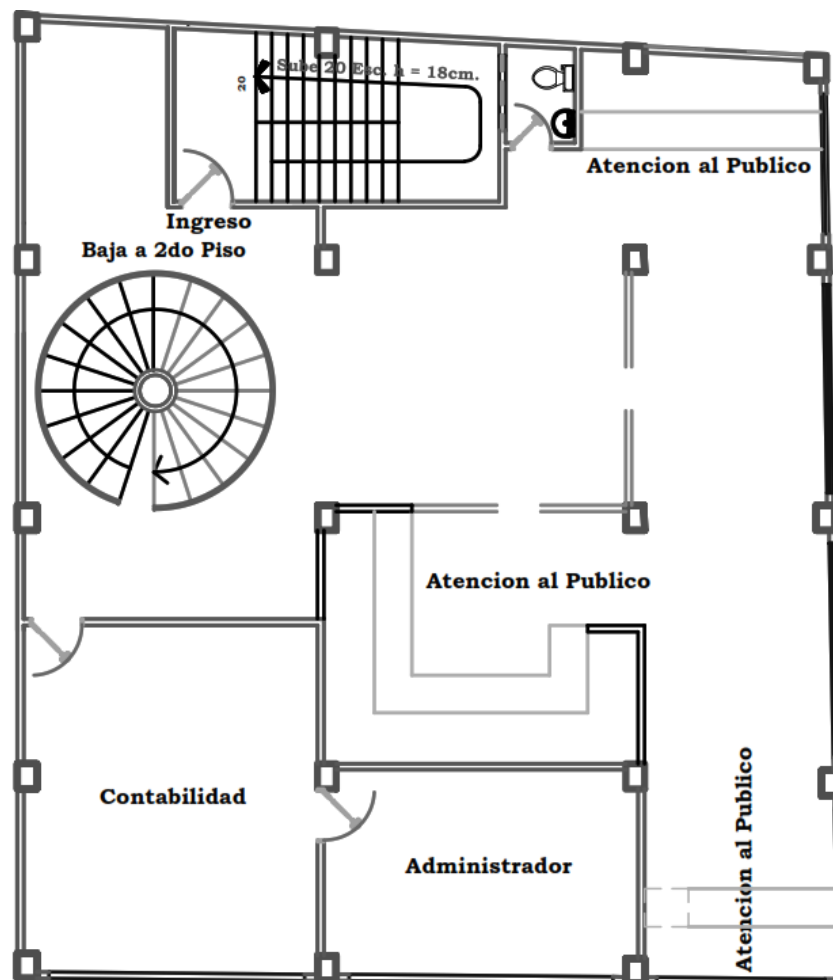


*Nota. Se divide la planta arquitectónica del primer piso del edificio comercial de los planos arquitectónicos entregados por el cliente.*

El segundo piso alberga la oficina de administración y contabilidad, junto con sus respectivos puestos de atención al público y un baño de servicio. En este nivel se mantienen dos escaleras: la escalera de caracol, que culmina en esta planta, y la escalera posterior, que continúa hacia el último nivel. Se aprecia un amplio espacio destinado a la atención al público, orientado a la exhibición de productos de menor rotación o especialidad, que, aunque presentan menor demanda, conservan su importancia comercial dentro del conjunto del edificio.

### Figura 7

*Vista en planta del segundo piso de los planos arquitectónicos*

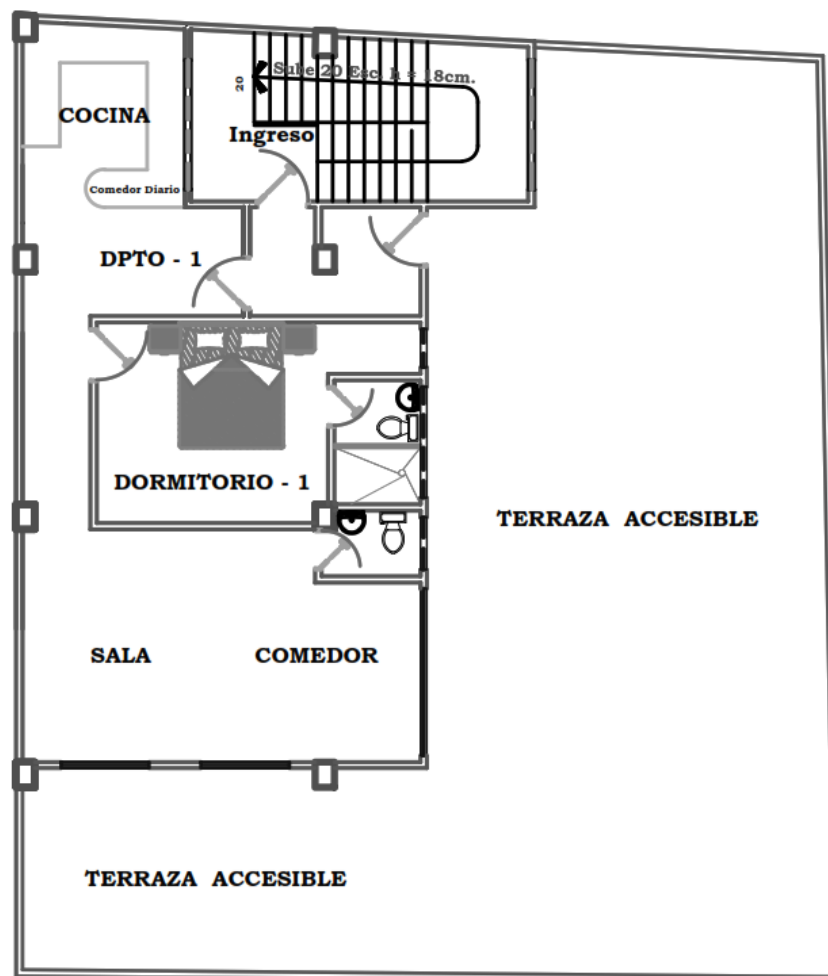


*Nota.* Se observa el segundo piso con sus detalles del edificio comercial de los planos arquitectónicos entregados por el cliente.

En la tercera y última planta se ubica el departamento del propietario, concebido como un espacio residencial funcional y confortable. Incluye sala, comedor, cocina, dormitorio principal y dos baños, uno de ellos con ducha. La vivienda se complementa con una amplia terraza, ideal para el descanso o reuniones familiares. Las escaleras posteriores concluyen en este nivel, completando la circulación vertical del edificio.

### Figura 8

*Vista en planta del tercer piso de los planos arquitectónicos*



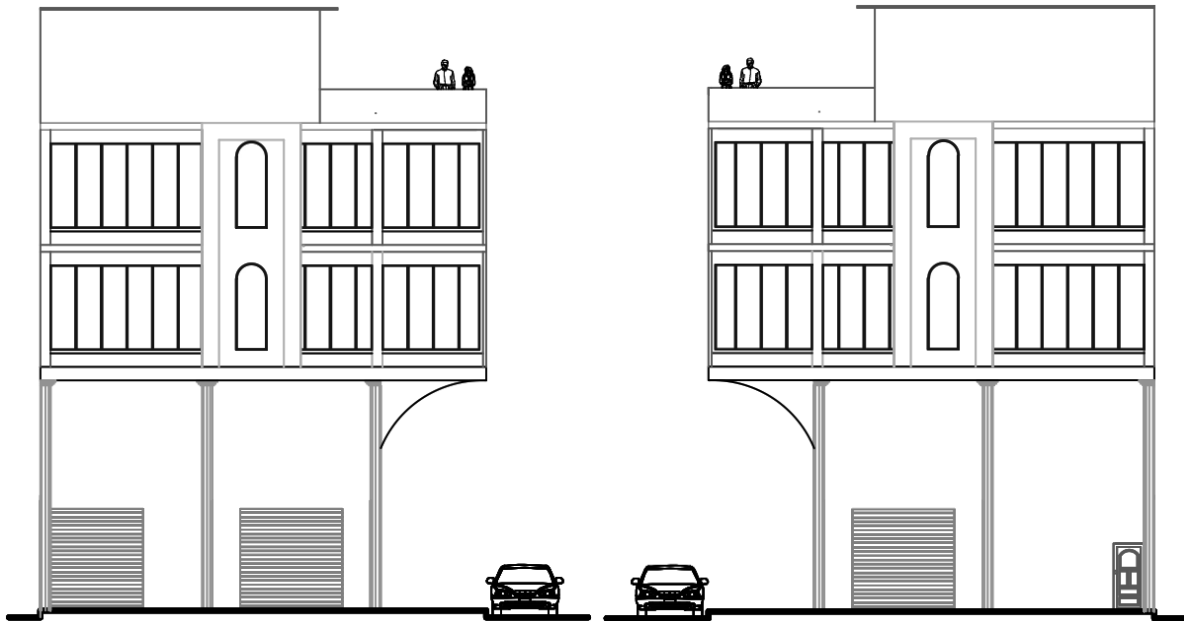
*Nota.* Se presenta el detalle arquitectónico de la última planta de la edificación de los planos arquitectónicos entregados por el cliente.

Respecto a las fachadas principales del edificio comercial corresponden a las vistas norte y este. Estas representaciones reflejan la apariencia que debía tener el inmueble. Se

observa que el entrepiso de la planta baja es aproximadamente el doble de la altura de cualquier otra planta. La distribución de la cristalería es bastante notoria en su exterior contando en ambos lados de la edificación.

### Figura 9

*Fachadas principales del sitio de estudio de los planos arquitectónicos*



*Nota.* La imagen es basada a las fachadas de los planos arquitectónicos. Sin embargo, estas fachadas no son las que se pueden encontrar en la vida real visitando el sitio. Se presentan la vista norte y este.

#### 2.4.2 Información procesada

En esta sección, se presenta la **Tabla 2**

Áreas de construcción reales de la edificación que incluye el análisis comparativo entre la información proporcionada por el cliente en los planos arquitectónicos y las mediciones levantadas in situ de la edificación. La principal diferencia en el área de construcción se encuentra en el sótano, que fue ejecutado con dimensiones menores a las proyectadas debido a consideraciones prácticas y a la baja capacidad portante del suelo. En cuanto al resto de la edificación, las áreas de construcción son similares a las originales, salvo en el primer y

segundo piso, donde se incorporó un pequeño diseño curvo en la esquina para mejorar la estética arquitectónica del edificio.

**Tabla 2**

*Áreas de construcción reales de la edificación*

<b>Nivel</b>	<b>Área de construcción (m<sup>2</sup>)</b>
Sótano	20.93
Planta baja	120.45
Primer piso	192.80
Segundo piso	192.80
Tercer piso	81.51
<b>Área total</b>	<b>608.49</b>

*Nota.* Áreas de construcción obtenidas del levantamiento in situ de la edificación comercial.

Con el objetivo de mejorar la comprensión y el análisis de los datos procesados, se decidió recrear el plano arquitectónico en un software más moderno. Originalmente, el archivo se encontraba en AutoCAD, pero ahora se dispone de una versión modelada en Revit. Esta decisión se tomó debido a las ventajas que ofrece Revit frente a AutoCAD, entre las que destacan su capacidad para trabajar en un entorno BIM, lo que permite integrar en un solo modelo la información arquitectónica, estructural y de instalaciones.

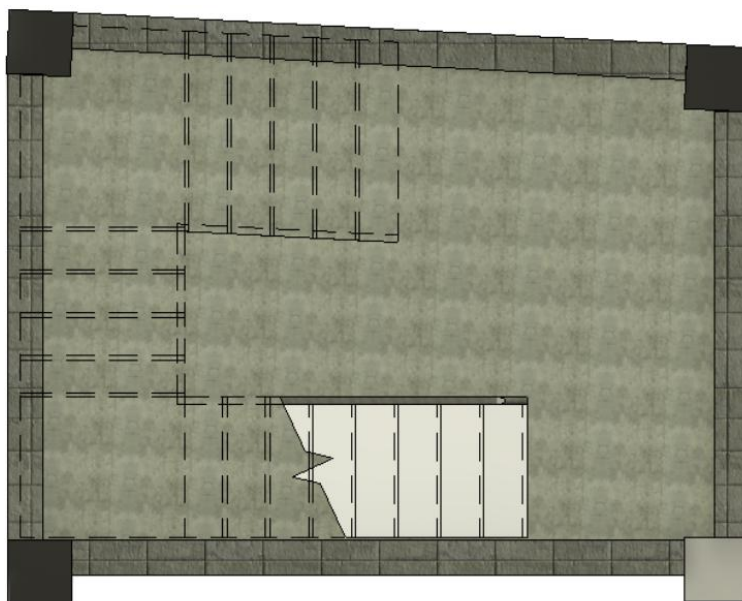
Además, Revit facilita la coordinación entre disciplinas, reduce los errores por incompatibilidad de planos y permite extraer cantidades, áreas y vistas tridimensionales de manera automática y precisa. Su entorno paramétrico también hace posible actualizar en tiempo real cualquier cambio realizado en el modelo, garantizando una documentación más coherente y actualizada (Autodesk, 2025).

A continuación, se presenta las vistas en plantas, fachadas y vista isométrica (nuevo) del modelo arquitectónico actualizado y real:

El sótano del edificio comercial se destina al almacenamiento de productos y cuenta además con un sistema de reserva de agua potable, cuya distribución al resto del inmueble se realiza mediante una bomba hidráulica. Se estima que las columnas sean de 0.45 x 0.45 metros, de acuerdo con la continuidad con el piso superior y que se cuenta con muros de contención de 0.25 metros. A diferencia del diseño original, el sótano construido es 5,68 veces más pequeño que el proyectado inicialmente, lo que evidencia que durante la ejecución de la obra se tomaron decisiones orientadas a optimizar costos, aunque ello implicara reducir significativamente el espacio disponible.

### Figura 10

*Sótano de la edificación después del levantamiento*



*Nota.* La imagen representa la gran variación de área entre el actual y real sótano frente al planteado inicialmente.

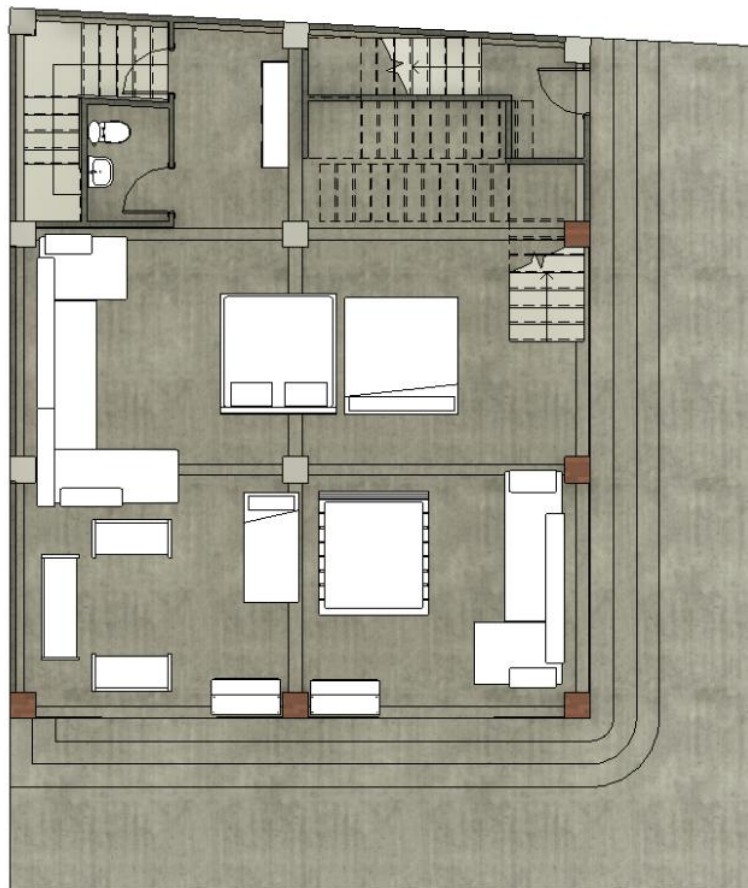
En la planta baja se observa un acceso con tres escalones que elevan el nivel del piso 0,45 m, con 15 cm por peldaño. Por otro lado, a diferencia del diseño inicial, que contemplaba solo dos escaleras, una en forma de caracol y otra posterior para uso del personal y del propietario, la edificación actual presenta tres escaleras: una que conduce a la

zona comercial del piso superior, una posterior que comunica con el área administrativa, y otra ubicada al extremo izquierdo que desciende al sótano.

Este nivel dispone además de un amplio espacio comercial, un baño equipado con sanitario y lavamanos. Se identificó que las columnas son de 0,45 x 0,45 m, en base al levantamiento. En conjunto, la planta baja conserva su carácter amplio y funcional, aunque incorpora una escalera adicional, crean modificaciones que responden a ajustes prácticos y de necesidad para el cliente.

### **Figura 11**

*Planta baja después del levantamiento in situ*



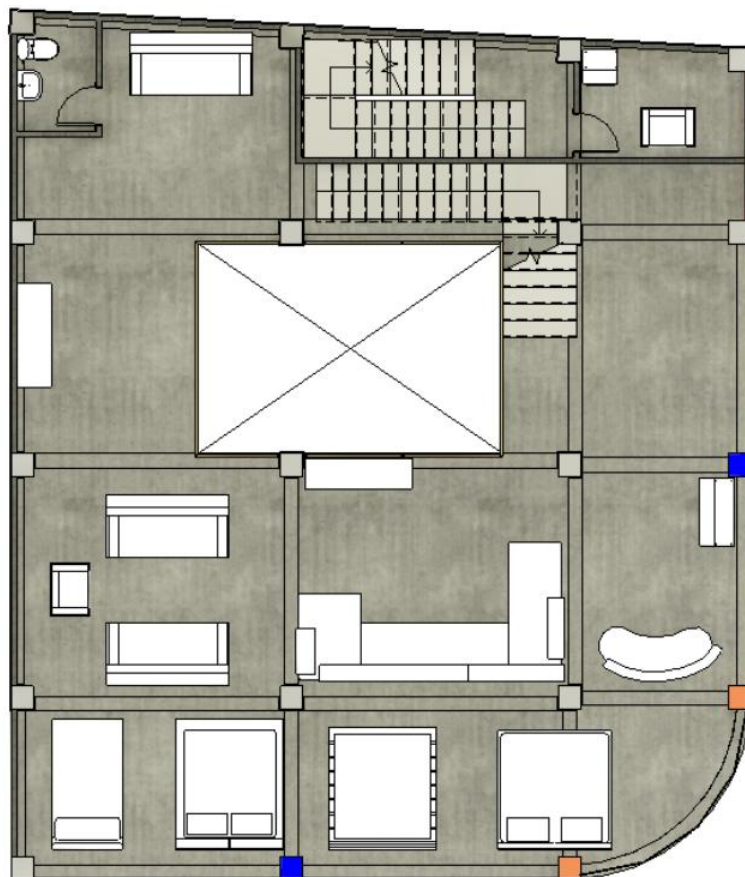
*Nota.* Se observa la planta baja después del levantamiento, mostrando sus múltiples variaciones e incorporaciones finales en la misma.

En la primera planta se sigue desarrollando como la zona comercial principal, junto a su oficina administrativa y un baño. En el diseño actual se omite la escalera en caracol y se creó un espacio vacío como un balcón en el centro de la planta para permitir una mayor observación de productos. Adicional, en la parte inferior derecha se considera un detalle arquitectónico curvo que embelleció la fachada, lo cual no estaba contemplado en un inicio.

Este nivel sigue manteniendo un amplio espacio de atención al público, enfocado en la exhibición y venta de productos de mayor rotación, consolidándose como el núcleo comercial del edificio. Estructuralmente, cuenta con columnas de 0,40 x 0,40 m y una losa aligerada en una dirección.

### Figura 12

*Primer piso después del levantamiento in situ*

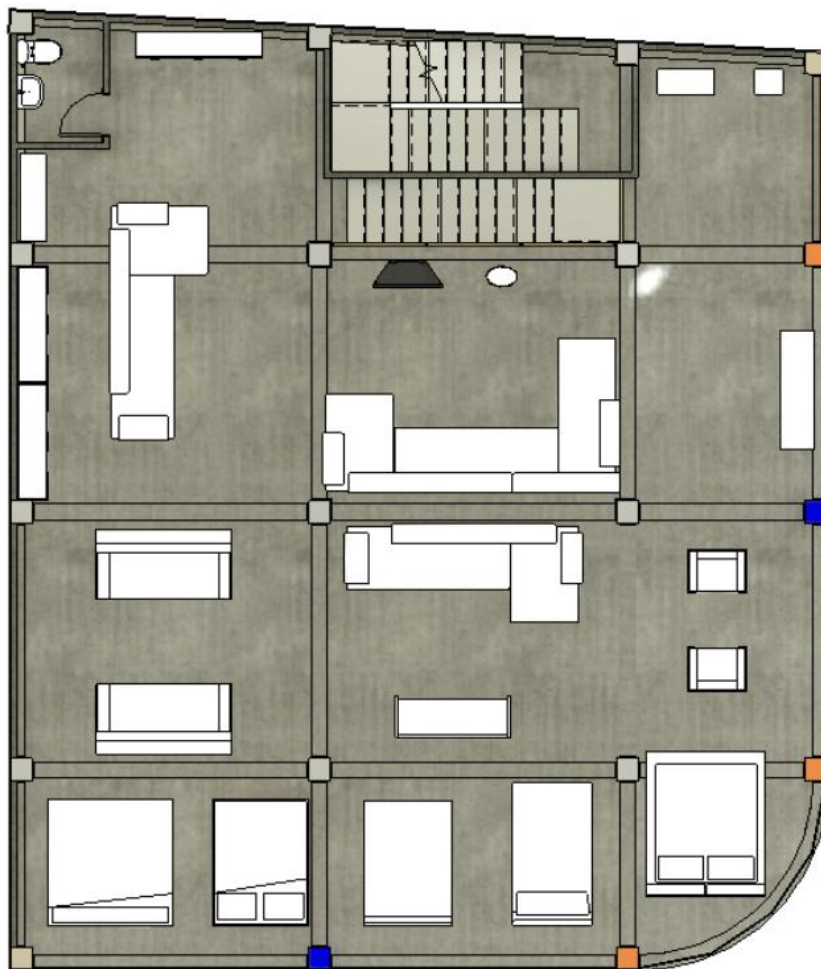


*Nota.* La edificación contempla la elaboración del levantamiento realizado en el sitio y las modificaciones establecidas durante la ejecución.

El segundo nivel omitió la oficina de contabilidad y del administrador. Por otro lado, dispone de un baño de servicio equipado con inodoro y lavamanos, junto a un amplio espacio comercial. Se conservan dos escaleras: la principal en forma de L, que culmina en esta planta, y la posterior, que conduce al último nivel, donde se ubica el departamento del propietario. Cabe destacar la incorporación del elemento arquitectónico curvo presente también en la planta inferior, un detalle no considerado en el proyecto inicial. En cuanto al sistema estructural, esta planta cuenta con una losa aligerada unidireccional y columnas de 0,35 x 0,35 m, manteniendo la uniformidad estructural con el primer piso.

### Figura 13

*Segundo piso después del levantamiento in situ*



*Nota.* Se observa en la imagen el segundo piso después de las mediciones realizadas en el sitio y las decisiones que se contemplaron durante su construcción

En la tercera y última planta se sigue encontrando el departamento del propietario. Se sigue disponiendo de sala, comedor, cocina y un dormitorio principal, además de dos baños equipados con sanitario y lavamanos, uno de los cuales incluye una ducha. La vivienda se complementa con una amplia terraza. Su principal variación es en la inclusión de un nuevo pequeño dormitorio y la forma en la que se accede al departamento desde la azotea.

Las escaleras posteriores también culminan en este nivel, marcando el punto final de circulación vertical dentro del edificio. En cuanto al sistema estructural, esta planta cuenta con columnas de 0,35 x 0,35 m, similares a las del piso inferior, y se remata con una cubierta a una sola agua orientada hacia la terraza, lo que facilita el drenaje pluvial y protege la estructura interior de la humedad.

#### **Figura 14**

*Tercer piso después del levantamiento in situ*



*Nota.* Vista realizada después de las mediciones realizadas en el sitio y las decisiones que se contemplaron durante su construcción

Las fachadas principales del edificio destacan por una amplia cristalera que permite visualizar el interior y proyectar una imagen moderna y comercial. En la parte frontal se incorporó el rótulo “Comercial Cevallos”, nombre del establecimiento y apellido del propietario, con el propósito de reforzar la identidad del local y atraer la atención de los clientes. El entresijo de la planta baja fue modificado, reduciendo su altura original a la mitad y eliminando la doble altura prevista inicialmente. Finalmente, se añadió un detalle curvo a lo largo del extremo frontal del edificio, aportando un toque estético distintivo al conjunto arquitectónico.

### Figura 15

*Fachadas principales realizadas finalmente al edificio*



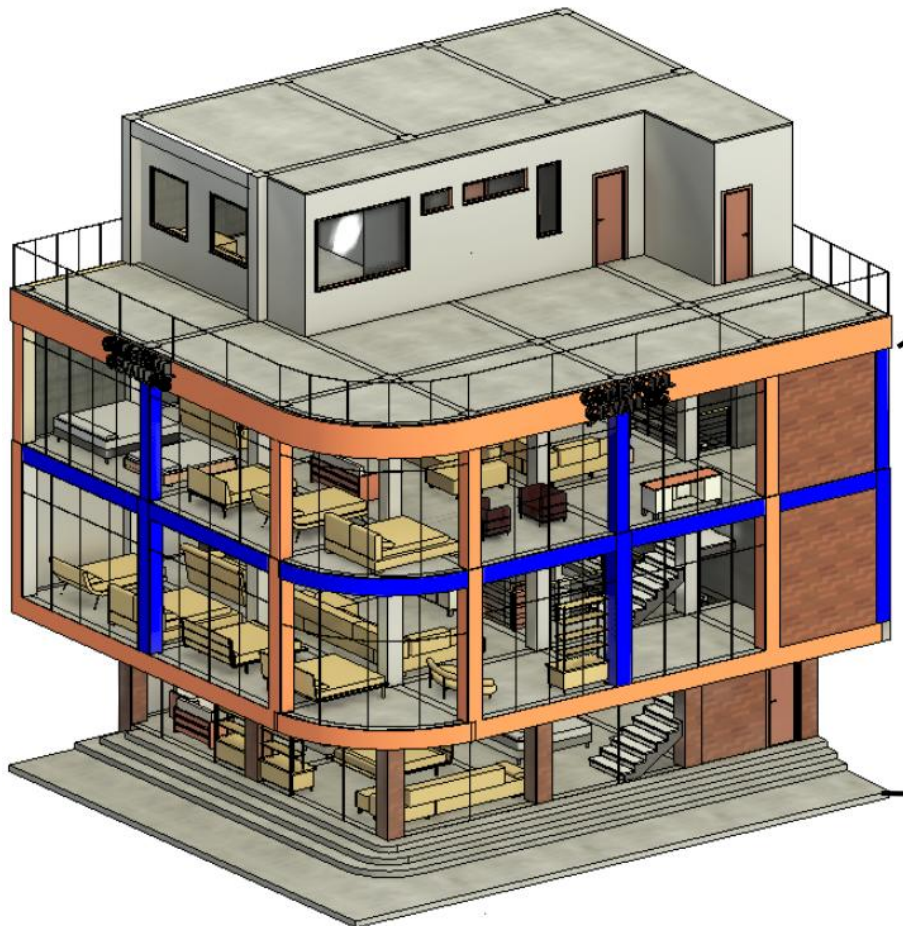
*Nota.* Esta son las fachadas de las edificaciones que se realizaron finalmente después de la ejecución de la obra.

A diferencia de los planos entregados por el cliente. Esta memoria técnica ofrece la visualización tridimensional de la edificación del cliente, permitiendo gestionar arquitectura, estructuras e instalaciones en un solo entorno. Esta decisión facilita la detección de

interferencias, la obtención de metrados precisos y la visualización realista del proyecto, lo que mejora tanto el diseño como la comunicación con el cliente (Autodesk, 2025).

### **Figura 16**

*Modelo arquitectónico tridimensional*



*Nota.* Representación gráfica en 3D de la vista arquitectónica de la edificación del cliente.

### **2.5 Análisis de alternativas**

En esta etapa se consideraron diferentes opciones para abordar el análisis y diseño del edificio. Debido a que el proyecto es un edificio comercial con alta afluencia de usuarios y actividad constante, el acceso para un levantamiento exhaustivo y mediciones detalladas en todas las áreas resultó sumamente limitado. Además, el terreno presenta condiciones

prácticamente planas y la edificación ya se encuentra construida, lo que restringe la posibilidad de intervenir físicamente para obtener información adicional.

Los planos disponibles corresponden principalmente a la documentación arquitectónica, la cual presenta ciertas discrepancias con respecto a las modificaciones realizadas en obra, como la existencia de un sótano mucho más grande contemplado en los planos originales y ajustes realizados de manera urgente por el proyectista, que llevaron a un sobredimensionamiento en algunos elementos.

Considerando estas restricciones y la necesidad de garantizar un análisis confiable, se optó por realizar un modelamiento estructural basado en la información disponible, junto con una revisión superficial de las instalaciones hidrosanitarias y sistemas de drenaje para verificar su capacidad y funcionamiento general.

### 2.5.1 Planteamiento de Alternativas

En esta sección se presentan tres alternativas de reforzamiento estructural consideradas para la intervención propuesta en la **Tabla 3**

**Tabla 3**

*Planteamiento de alternativas*

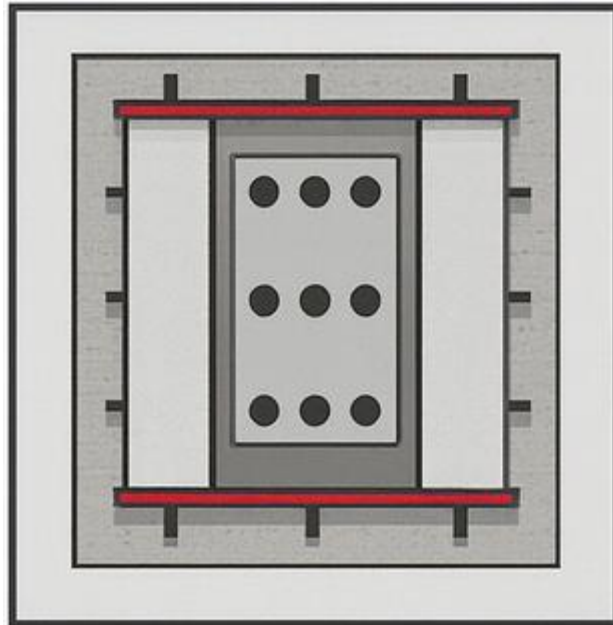
<b>Alternativa</b>	<b>Descripción</b>
A1	Encamisado de columnas,
A2	Arriostramiento metálico
A3	Enchapado de muros de mampostería

*Nota.* Listado de las alternativas propuestas para su evaluación.

## 2.5.2 Alternativa 1 - Encamisado de columnas

**Figura 17**

*Esquema del proceso constructivo del encamisado de columnas.*



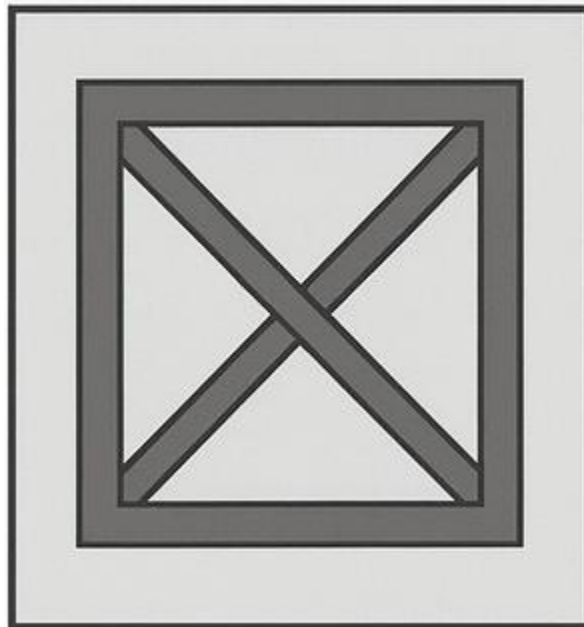
*Nota.* Adaptada de Folleto Reforzamiento Estructuras de Concreto 2017-1 (Sika, 2017).

El encamisado de columnas es una técnica de reforzamiento estructural empleada para aumentar la resistencia y ductilidad de elementos de hormigón armado afectados o subdimensionados. Su ejecución consiste en retirar el recubrimiento deteriorado, limpiar la superficie del elemento existente y colocar barras de acero adicionales conectadas al refuerzo original mediante anclajes o pernos de adherencia. Posteriormente, se instala el encofrado y se vacía una nueva capa de hormigón armado, conformando una sección compuesta que mejora la capacidad a flexión, cortante y confinamiento del núcleo. Este procedimiento, según Encalada Fuentes (2023), permite restablecer la integridad estructural cumpliendo con criterios de sismo resistencia, siendo una técnica confiable y ampliamente utilizada en la rehabilitación de edificaciones existentes.

### 2.5.3 Alternativa 2 - Arriostramiento metálico

#### Figura 18

*Esquema del proceso constructivo del arriostramiento metálico.*



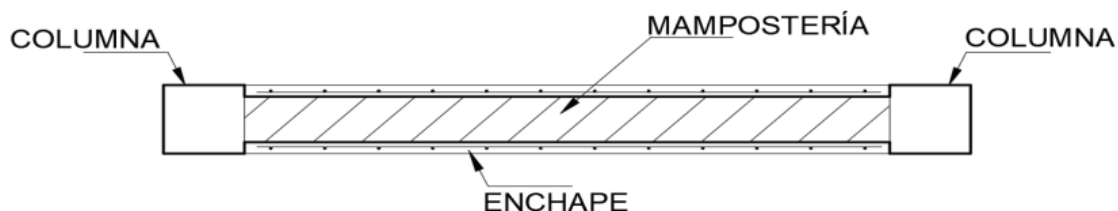
*Fuente.* Adaptada de Folleto Reforzamiento Estructuras de Concreto 2017-1 (Sika, 2017).

El arriostramiento metálico aplicado a columnas de hormigón armado se fundamenta en la incorporación de atiesadores o abrazaderas de acero dispuestos alrededor del elemento estructural, con el objetivo de aumentar su rigidez lateral y resistencia axial mediante un efecto de confinamiento externo. Estas piezas metálicas se fijan mediante pernos o placas ancladas, permitiendo restringir la expansión transversal del concreto y mejorar su comportamiento frente a esfuerzos sísmicos. La técnica destaca por su facilidad y rapidez constructiva, ya que no requiere procesos húmedos ni aumento considerable de la sección, lo que la hace adecuada para edificaciones en uso. Además, su aplicación puede ser localizada y de bajo impacto, manteniendo la funcionalidad y operatividad del inmueble durante la intervención.

### 2.5.4 Alternativa 3 - Enchapado de muros de mampostería

**Figura 19**

*Esquema del proceso constructivo del enchapado de muros de mampostería*



*Nota.* Tomada de Evaluación de vulnerabilidad sísmica, análisis estructural y diseño de reforzamiento de una vivienda en Quito–Ecuador (Bungacho et al., 2022).

El reforzamiento mediante enchapado es un procedimiento que consiste en adherir una malla electrosoldada en ambas caras de los muros de mampostería, la cual se fija al pórtico estructural mediante anclajes metálicos y se recubre con una capa de mortero de baja resistencia. Este sistema genera una acción compuesta entre muro y marco, incrementando la rigidez lateral, la capacidad última y la disipación de energía ante cargas sísmicas. Según Terán Zambrano (2023), la técnica presenta un comportamiento altamente eficiente en estructuras con paneles de mampostería, con ventajas en costo, simplicidad constructiva y bajo impacto arquitectónico, por lo que constituye una alternativa viable para el reforzamiento de edificaciones existentes en zonas sísmicas.

### 2.5.5 Criterios de evaluación de alternativas

A continuación, se presenta la tabla resumen del análisis de las alternativas propuestas, en la cual se evaluaron cinco criterios principales. La invasión arquitectónica, se refiere al espacio que ocupa la intervención dentro de la edificación, reduciendo el área útil disponible para otros fines, a mayor puntuación, menor es la pérdida de espacio útil. El tiempo, que considera la duración estimada de los trabajos de reforzamiento, menor puntaje representa mayor tiempo. El costo, busca equilibrar la eficiencia estructural con la economía

del cliente, una ponderación más alta indica menor cantidad de dinero. La facilidad, evalúa el grado de complejidad de la ejecución, tomando en cuenta la necesidad de herramientas especializadas o de personal con mayor experiencia. Finalmente, el impacto ambiental mide la cantidad de escombros generados y las posibles afectaciones a los vecinos durante la intervención, un mayor puntaje representa una alternativa más sostenible.

**Tabla 4**

*Análisis de alternativas*

<b>Criterio</b>	<b>Puntaje máximo</b>	<b>Encamisado de columnas</b>	<b>Arriostramiento metálico</b>	<b>Enchapado de mampostería</b>
<b>Menor Invasión Arquitectónica</b>	40%	35%	20%	20%
<b>Menor Tiempo</b>	20%	15%	15%	18%
<b>Menor Costo</b>	20%	15%	18%	18%
<b>Facilidad</b>	10%	5%	9%	9%
<b>Menor Impacto Ambiental</b>	10%	8%	5%	5%
<b>TOTAL</b>	100%	78%	67%	70%

*Nota.* Alternativas consideradas para obtener la mejor solución al objeto de estudio planteado. Mas información detallada en el párrafo superior a la tabla.

### **2.5.6 Selección de alternativa**

El encamisado de columnas es la alternativa más efectiva, ya que aumenta la capacidad estructural sin requerir tanto espacio adicional, trabajando directamente sobre los elementos existentes. Reduce el impacto ambiental al generar pocos residuos y no depender de soldaduras ni cortes metálicos. Sin embargo, también presenta mayor dificultad y costo, pues requiere intervención directa sobre las columnas, con trabajos de picado, limpieza, refuerzo y encofrado que demandan precisión y control técnico. Además, el proceso suele ser más lento debido a la ejecución por etapas y a los tiempos de fraguado del concreto.

El parámetro de invasión arquitectónica resulta el más relevante, ya que se trata de un edificio comercial, donde cada metro cuadrado tiene un valor funcional y económico. Cualquier reducción en el área útil implica menos espacio disponible para la exhibición o almacenamiento de productos, lo que podría disminuir la oferta visible y, por ende, la probabilidad de que los clientes no encuentren lo que buscan.

## **Capítulo 3**

### 3 DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

#### 3.1 Análisis y estudios preliminares

##### 3.1.1 Análisis preliminar del diseño estructural

Para el diseño de los elementos estructurales del sistema de pórtico de concreto resistente a momento (PCRM), se adoptó acero de refuerzo conforme a la especificación ASTM A615/A615M, de uso general en estructuras de concreto armado (acero al carbono para refuerzo). Asimismo, se consideró una resistencia a compresión del concreto a los 28 días de  $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$  y un esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo de  $f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$ , valores empleados como parámetros de diseño para la verificación de la capacidad resistente y el desempeño deformacional de los elementos del sistema.

##### 3.1.1.1 Predimensionamiento

El predimensionamiento de los elementos estructurales se realizó con base en la información disponible en los planos arquitectónicos y en criterios de configuración estructural preliminar. Para el sistema de entrepisos se adoptaron losas nervadas en una dirección, con el fin de optimizar el desempeño estructural y la eficiencia constructiva. La **Tabla 5** resume las dimensiones preliminares consideradas para vigas, columnas y losas por nivel.

**Tabla 5**

*Predimensionamiento de elementos estructurales*

PISO	VIGAS X	VIGAS Y	COLUMNAS	LOSA
P4	V25X25	V25X25	C35X35	LN1D 20cm
P3	V25X40	V30X50	C40X40	LN1D 20cm
P2	V25X40	V30X50	C40X40	LN1D 20cm
P1	V25X40	V30X50	C50X50	LN1D 20cm

Nota. Las dimensiones indicadas corresponden a valores de predimensionamiento adoptados para el modelado y análisis preliminar.

### 3.1.1.2 Cálculo de cargas no sísmicas

Para el análisis gravitacional se consideraron cargas no sísmicas de acuerdo con la naturaleza de las acciones que actúan sobre la edificación: carga muerta (permanente) y carga viva (variable).

**Carga muerta (CM).** Corresponde al conjunto de acciones permanentes asociadas al peso propio de los elementos estructurales y a las cargas muertas sobreimpuestas provenientes de acabados, mampostería, enlucidos, cielorrasos e instalaciones fijas, entre otros componentes que permanecen adheridos o actúan de manera constante durante la vida útil de la estructura. En este estudio, además del peso propio calculado por el modelo estructural, se consideraron las cargas muertas sobreimpuestas resumidas en la Tabla 1.

**Tabla 6**

*Resumen de cargas permanentes sobreimpuestas*

OCUPACIÓN	CARGA [kN/m <sup>2</sup> ]
Cerámica	0.20
Paredes	1.46
Enlucidos	1.39
Tumbado (instalaciones)	0.60
<b>W<sub>sobreimpuesto</sub></b>	<b>3.63</b>

Nota. Los valores corresponden a cargas muertas sobreimpuestas y no incluyen el peso propio de los elementos estructurales.

**Carga viva (CV).** La carga viva se definió en función del uso y ocupación de la edificación. En el presente caso, el inmueble corresponde a un establecimiento comercial destinado a la venta de mobiliario, con operación predominantemente tipo almacén, por lo que se adoptaron cargas vivas representativas para áreas de almacenamiento y circulación

asociada. Adicionalmente, se consideró la carga viva en cubierta no accesible según corresponda. Cabe indicar que el último nivel contempla un área destinada a uso residencial del propietario; por tal motivo, las cargas vivas se diferenciaron por zonas y por tipo de ocupación, conforme a la distribución arquitectónica y los valores normativos aplicables.

## Figura 20

### *Carga viva de almacén*

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m <sup>2</sup> )	Carga concentrada (kN)
<b>Almacenes</b>		
Venta al por menor		
Primer piso	4.80	4.50
Pisos superiores	3.60	4.50
Venta al por mayor. Todos los pisos	6.00	4.50
<b>Armerías y salas de instrucción militar</b>	7.20	
<b>Áreas de reunión y teatros</b>		
Asientos fijos	2.90	
Áreas de recepción	4.80	
Asientos móviles	4.80	
Plataformas de reunión	4.80	
Escenarios	7.20	
<b>Áreas de almacenamiento sobre techos</b>	1.00	
<b>Barreras vehiculares</b>	Véase sección <a href="#">4.5 ASCE 7-10</a>	
<b>Balcones</b>	4.80	

*Fuente.* Tomado de (NEC-SE-CG, 2015).

## Figura 21

### *Carga viva de cubierta*

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m <sup>2</sup> )	Carga concentrada (kN)
<b>Cubiertas</b>		
Cubiertas planas, inclinadas y curvas	0.70	
Cubiertas destinadas para áreas de paseo	3.00	
Cubiertas destinadas en jardinería o patios de reunión.	4.80	

Fuente. Tomado de (NEC-SE-CG, 2015).

**Tabla 7**

*Resumen de cargas*

CARGAS VIVAS	USO	W [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>L</b>	Primer piso	4.7
	Pisos superiores	3.6
	Balcones	4.8
	Vivienda	2
<b>Lr</b>	Cubiertas	0.7

*Nota.* Se presentan las cargas vivas consideradas en el edificio utilizando NEC-SE-DS

### 3.1.1.1 Cálculo de cargas sísmicas

Debido a la incidencia sísmica es muy importante calcular el coeficiente sísmico que se interpreta como un porcentaje del peso sísmico total de la estructura utilizando la fórmula de la normativa vigente.

$$C_s(T) = \frac{S_a(T) * I}{R * \emptyset_P * \emptyset_E} \quad (1)$$

Donde:

Cs (T): Coeficiente Sísmico

Sa (T): Espectro de respuesta elástica de aceleraciones

I: Coeficiente de tipo de uso, destino o importancia

R: Coeficiente de modificación de respuesta

$\emptyset_P$ : Factor de irregularidad en planta

$\emptyset_E$ : Factor de irregularidad en elevación

Zona sísmica y factor de zona Z. El proyecto se encuentra ubicado en el cantón y ciudad de Guayaquil con un suelo tipo D, por lo cual su valor de Z es de 0.40g, obteniendo una zona sísmica de V.

**Tabla 8***Factor de Zona Sísmica en Roca (Z)*

<b>Zona sísmica</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
<b>Valor factor Z</b>	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
<b>Caracterización del peligro sísmico</b>	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

*Nota.* Tomado de (NEC-SE-DS, 2015)

Coefficientes de perfil de suelo Fa, Fd y Fs. La normativa establece los coeficientes Fa, Fd y Fs para incorporar la influencia de las condiciones geotécnicas locales en la demanda sísmica de diseño. Estos factores dependen del tipo de perfil del subsuelo y de la zona sísmica (o del nivel de amenaza asociado), y permiten ajustar los parámetros espectrales para reflejar los efectos de amplificación o atenuación del movimiento del terreno, según la caracterización del sitio.

**Tabla 9***Coefficiente de amplificación de suelo Fa*

<b>Tipo de perfil del subsuelo</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
	<b>0.15</b>	<b>0.25</b>	<b>0.3</b>	<b>0.35</b>	<b>0.4</b>	<b>≥ 0.5</b>
<b>A</b>	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
<b>B</b>	1	1	1	1	1	1
<b>C</b>	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
<b>D</b>	1.6	1.4	1.3	1.25	<b>1.2</b>	1.12
<b>E</b>	1.8	1.4	1.25	1.1	1	0.85
<b>F</b>	Véase Tabla 2: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.5.4					

*Nota.* Tomado de (NEC-SE-DS, 2015)

**Tabla 10***Coefficiente de amplificación de las ordenadas del espectro  $F_d$* 

<b>Tipo de perfil</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
<b>del subsuelo</b>	<b>0.15</b>	<b>0.25</b>	<b>0.3</b>	<b>0.35</b>	<b>0.4</b>	<b><math>\geq 0.5</math></b>
<b>A</b>	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
<b>B</b>	1	1	1	1	1	1
<b>C</b>	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
<b>D</b>	1.62	1.45	1.36	1.28	<b>1.19</b>	1.11
<b>E</b>	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
<b>F</b>	Véase Tabla 2: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.6.4					

*Nota.* Tomado de (NEC-SE-DS, 2015)**Tabla 11***Coefficiente de comportamiento no lineal de los suelos  $F_s$* 

<b>Tipo de perfil</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
<b>del subsuelo</b>	<b>0.15</b>	<b>0.25</b>	<b>0.3</b>	<b>0.35</b>	<b>0.4</b>	<b><math>\geq 0.5</math></b>
<b>A</b>	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
<b>B</b>	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
<b>C</b>	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
<b>D</b>	1.02	1.06	1.11	1.19	<b>1.28</b>	1.4
<b>E</b>	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
<b>F</b>	Véase Tabla 2: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.6.4					

*Nota.* Tomado de (NEC-SE-DS, 2015)**Tabla 12***Parámetros de peligro sísmico y de sitio*

<b>Categoría Sísmica</b>	<b>Tipo V</b>	<b>Clase de Sitio</b>
	<i>Guayaquil</i>	<i>D</i>
<b><math>\eta</math></b>	1.8	(-)
<b><math>F_a</math></b>	1.2	(-)

<b>F<sub>d</sub></b>	1.19	(-)
<b>F<sub>s</sub></b>	1.28	(-)
<b>Z</b>	0.4	g
<b>r</b>	1	(-)

*Nota.* Los parámetros presentados corresponden a las condiciones sísmicas y de sitio de Guayaquil (Tipo V, Clase D) según la NEC-SE-DS.

**Tabla 13**

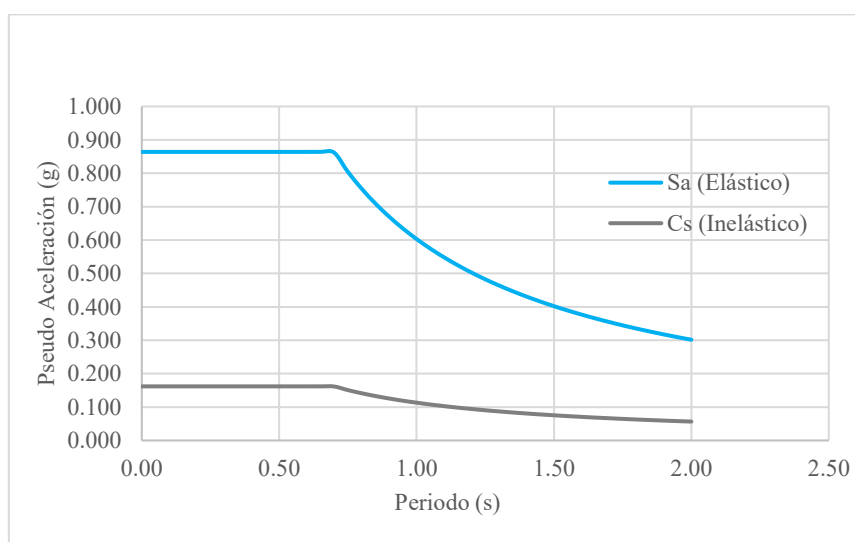
*Coefficiente de modificación de respuesta NEC-SE-DS vs CEC-2000*

<b>Parámetros</b>	<b>NEC-SE-DS</b>	<b>CEC-2000</b>
<b>I</b>	1	1
<b>R</b>	8	10
<b>Ø<sub>P</sub></b>	0.81	0.81
<b>Ø<sub>P</sub></b>	0.9	0.9

*Nota.* Se presenta la variación del coeficiente de modificación de respuesta.

**Figura 22**

*Espectro de diseño: elástico e inelástico con NEC-2015*

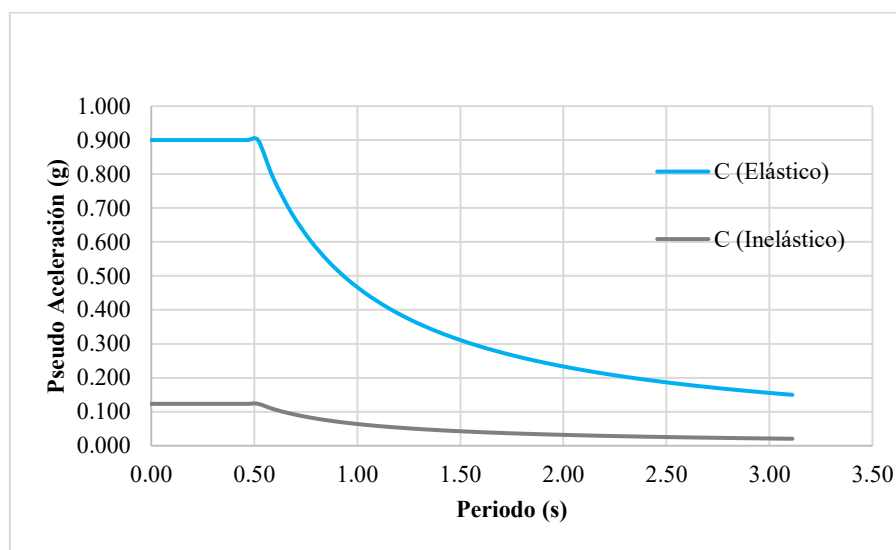


*Nota.* Elaboración propia a partir de la NEC-SE-DS (2015): Peligro Sísmico y Diseño Sismo Resistente (MIDUVI, 2021)

Espectro de respuesta elástico e inelástico con normativa CEC-2000

**Figura 23**

*Espectro de diseño: elástico e inelástico con CEC-2000*



*Nota.* Elaboración propia a partir de la CPE INEN 5:2001: Peligro sísmico, espectros de diseño y requisitos mínimos de cálculo para diseño sismo-resistente (CEC, 2002).

Para el cálculo del cortante basal se determinó previamente el peso sísmico reactivo, entendido como la masa efectiva que participa en la respuesta dinámica de la edificación. Este peso incluye el peso propio de los elementos estructurales (vigas, columnas y losas), así como las cargas permanentes adicionalmente adheridas a la estructura. Adicionalmente, se incorporó la fracción de sobrecarga de uso asociada a la ocupación, considerando un 25% de la carga viva en las áreas clasificadas como almacenamiento, de acuerdo con los criterios establecidos en ASCE 7-22.

$$W_{SISMICO} = W_{PESO PROPIO} + W_{SOBREIMPUESTO} \quad (2)$$

**Tabla 14**

*Pesos sísmico*

<b>PISOS</b>	<b>Vigas (kN)</b>	<b>Columnas (kN)</b>	<b>Losa (kN)</b>	<b>Sobrecarga (kN)</b>	<b>Subtotal (kN)</b>	<b>W<sub>PISO</sub> (kN/m<sup>2</sup>)</b>
<b>P4</b>	62.73	57.58	105.52	0.000	225.83	4.03

<b>P3</b>	354.53	160.31	347.32	670.62	1532.78	8.31
<b>P2</b>	354.53	160.31	347.32	670.62	1532.78	8.31
<b>P1</b>	357.71	250.49	347.32	670.62	1626.14	8.81

*Nota.* Se presenta el cálculo del peso por cada piso del edificio

Con este detalle del peso de cada piso, calculamos el peso sísmico

$$W_{SISMICO} = W_{PISO1} + W_{PISO2} + W_{PISO3} + W_{PISO4} \quad (3)$$

$$W_{SISMICO} = (225.83 + 1532.78 + 1532.78 + 1626.14) [kN]$$

$$W_{SISMICO} = 4917.54 \text{ kN}$$

Para el cálculo del cortante basal, se utiliza el producto del coeficiente y el peso sísmicos reactivo.

$$V_{BASAL} = C_s * W_{SISMICO} \quad (4)$$

**Tabla 15**

*Cortante basal NEC-SE-DS vs CEC-2000*

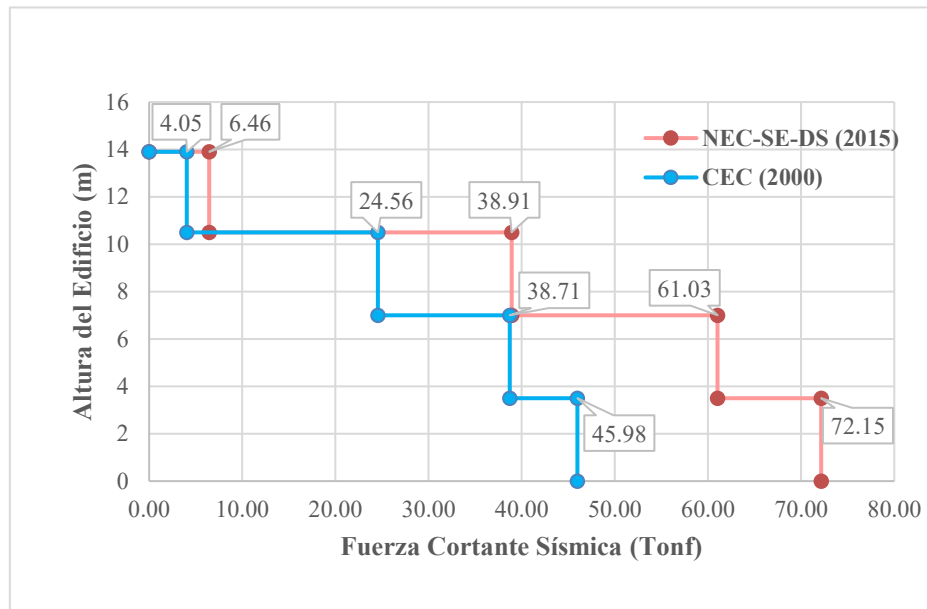
NEC-SE-DS		CEC-2000	
<b>T<sub>1</sub> (s)</b>	0.6	<b>T<sub>1</sub> (s)</b>	0.59
<b>S<sub>a</sub> (g)</b>	0.864	<b>C (g)</b>	0.81
<b>C<sub>s</sub> (g)</b>	0.148	<b>C (g)</b>	0.0975
<b>V<sub>BASAL</sub> [T]</b>	69.91	<b>V<sub>BASAL</sub> [T]</b>	47.18

*Nota.* Contraste de parámetros en el cálculo de cortante basal con NEC-SE-DS y CEC2000

La **Tabla 15** confirma que, manteniendo el mismo principio de cálculo, la normativa vigente conduce a un cortante basal mayor que la normativa antigua. Con períodos prácticamente equivalentes, la diferencia no proviene de la dinámica de la estructura sino de la intensidad de demanda asociada al coeficiente sísmico, que representa un porcentaje del peso reactivo y que incrementa el cortante basal en un 5.07%. En términos de diseño, esto implica mayores exigencias en fuerzas internas y verificación de elementos y conexiones, aun cuando el período adoptado sea similar.

**Figura 24**

*Diagrama de fuerzas cortantes sísmicas*



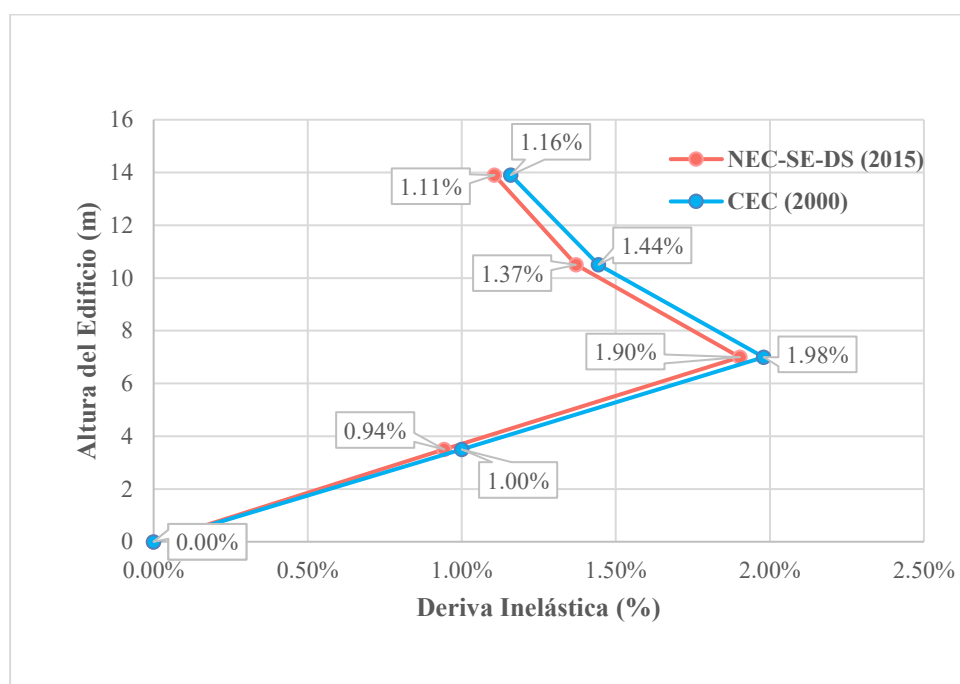
*Nota.* Distribución de fuerzas cortantes sísmicas el edificio con NEC-SE-DS y CEC2000

La **Figura 24** muestra que la normativa vigente genera cortantes sísmicos mayores en todos los niveles respecto a la normativa antigua, con un incremento global consistente a lo largo de la altura del edificio. El cortante máximo se concentra en la base, disminuyendo progresivamente hacia los niveles superiores, patrón coherente con el equilibrio global de fuerzas laterales. La forma escalonada y prácticamente paralela de ambas curvas indica que la distribución vertical del cortante es similar, y que la diferencia entre normas responde principalmente a una mayor magnitud de la demanda en la normativa vigente, más que a cambios en la distribución de fuerzas por piso.

En consecuencia, se calculan las derivas inelásticas para verificar que el diseño cumpla el límite de 2% exigido por ambas normativas.

$$\Delta_{CEC} = R * \Delta_{ELASTICA} \quad (5)$$

$$\Delta_{NEC} = 0.75 * R * \Delta_{ELASTICA}$$

**Figura 25***Deriva inelástica NEC-2015 vs CEC-2000*

*Nota.* Comparación de deriva inelástica con NEC-SE-DS y CEC2000

La gráfica evidencia que el perfil de derivas inelásticas es muy similar entre ambas, con diferencias pequeñas por nivel y un máximo cercano al 2% en pisos intermedios. Esta compensación se explica porque los criterios de la normativa vigente para estimar derivas inelásticas son más conservadores en términos de amplificación respecto a la respuesta elástica, por lo que el incremento de demanda se refleja principalmente en mayores fuerzas internas y no en aumentos proporcionales de deformaciones.

**Tabla 16***Fuerzas sísmicas equivalentes*

Pisos	Altura	Fuerzas Sísmicas Equivalentes		
		CEC-2000	NEC-2015	Diferencia
4	13.9	4.05	6.46	37.32%
3	10.5	20.51	32.45	36.79%
2	7	14.16	22.12	36.02%
1	3.5	7.26	11.12	34.67%

*Nota.* Comparación utilizando el método estático lineal con NEC-SE-DS y CEC2000

La **Tabla 16** muestra que la normativa vigente genera cortantes sísmicos mayores en todos los niveles respecto a la normativa antigua, con un incremento global consistente a lo largo de la altura del edificio. El cortante máximo se concentra en la base, disminuyendo progresivamente hacia los niveles superiores, patrón coherente con el equilibrio global de fuerzas laterales. La forma escalonada y prácticamente paralela de ambas curvas indica que la distribución vertical del cortante es similar, y que la diferencia entre normas responde principalmente a una mayor magnitud de la demanda en la normativa vigente, más que a cambios en la distribución de fuerzas por piso.

### 3.1.1.3 Combinaciones de carga

Para el análisis estructural se aplicaron las combinaciones de carga correspondientes a ambas normativas, con el objetivo de evaluar las demandas actuantes y, a partir de ellas, dimensionar y verificar los elementos estructurales.

**Tabla 17**

*Combinaciones de carga del modelo estructural*

COMBINACIÓN	NEC-SE-CG (2015)	CEC (2000)
1	1.4D	1.4D + 1.7L
2	1.2D + 1.6L + 0.5S	0.75(1.4D + 1.7L + 1.87S <sub>x</sub> )
3	1.2D + 0.5L + 1.0E <sub>x</sub> + 0.3E <sub>y</sub>	0.75(1.4D + 1.7L + 1.87S <sub>y</sub> )
4	1.2D + 0.5L - 1.0E <sub>x</sub> - 0.3E <sub>y</sub>	0.75(1.4D + 1.7L + 1.87S <sub>x</sub> + S <sub>y</sub> )
5	1.2D + 0.5L - 1.0E <sub>x</sub> + 0.3E <sub>y</sub>	0.75(1.4D + 1.7L + 1.87S <sub>y</sub> + S <sub>x</sub> )
6	1.2D + 0.5L + 1.0E <sub>x</sub> - 0.3E <sub>y</sub>	0.9D + 1.43S <sub>x</sub>
7	1.2D + 0.5L + 0.3E <sub>x</sub> + 1.0E <sub>y</sub>	0.9D + 1.43S <sub>y</sub>
8	1.2D + 0.5L + 0.3E <sub>x</sub> - 1.0E <sub>y</sub>	0.9D - 1.43S <sub>x</sub>
9	1.2D + 0.5L - 0.3E <sub>x</sub> + 1.0E <sub>y</sub>	0.9D + 1.43S <sub>y</sub>
10	1.2D + 0.5L - 0.3E <sub>x</sub> - 1.0E <sub>y</sub>	-
11	0.9D + 1.0E <sub>x</sub> + 0.3E <sub>y</sub>	-
12	0.9D - 1.0E <sub>x</sub> - 0.3E <sub>y</sub>	-

13	$0.9D - 1.0E_x + 0.3E_y$	-
14	$0.9D + 0.3E_x + 1.0E_y$	-
15	$0.9D + 0.3E_x - 1.0E_y$	-
16	$0.9D - 0.3E_x + 1.0E_y$	-
17	$0.9D - 0.3E_x - 1.0E_y$	-

*Nota.* Comparación de combinaciones de carga con NEC-SE-DS y CEC2000

La comparación muestra que la normativa vigente aborda el diseño sísmico de forma más explícita y plantea combinaciones separadas para gravedad y sismo, incluye la interacción bidireccional (dirección principal y dirección ortogonal), considera los cambios de signo y añade casos con 0.9D para captar situaciones más desfavorables. En cambio, la normativa antigua reúne el sismo en menos combinaciones mediante factores globales, lo que simplifica el procedimiento, pero recorre un conjunto más reducido de escenarios críticos.

#### 3.1.1.4 Diseño de Losa

Se adoptó una losa nervada unidireccional de 20 cm de espesor total empleando hormigón  $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ , sus dimensiones se especifican en la **Tabla 18**.

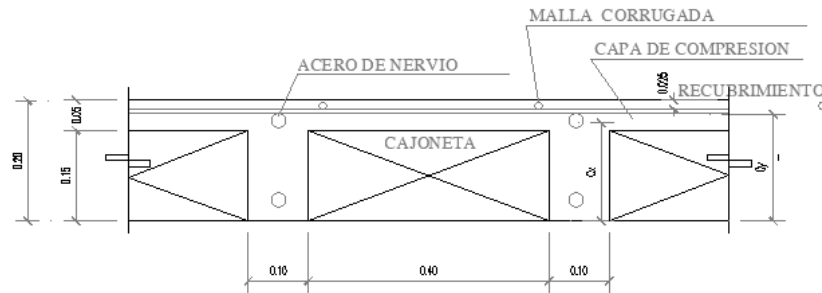
**Tabla 18**

*Dimensiones de la losa*

Peso Específico $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Ancho del Nervio [m]	Altura del Nervio [m]	Espesor de la loseta [m]	Espesor de losa [m]
2.40	0.10	0.15	0.05	0.20

*Nota.* Dimensiones adoptadas de losa nervada en una dirección

Dada la geometría mostrada en la figura, se procede al cálculo del acero de refuerzo: en los nervios para resistir la flexión y el cortante, y en la loseta mediante malla electrosoldada para controlar fisuración por retracción y/o contracción, variaciones térmicas y efectos de servicio, asegurando continuidad y adecuada distribución de cargas

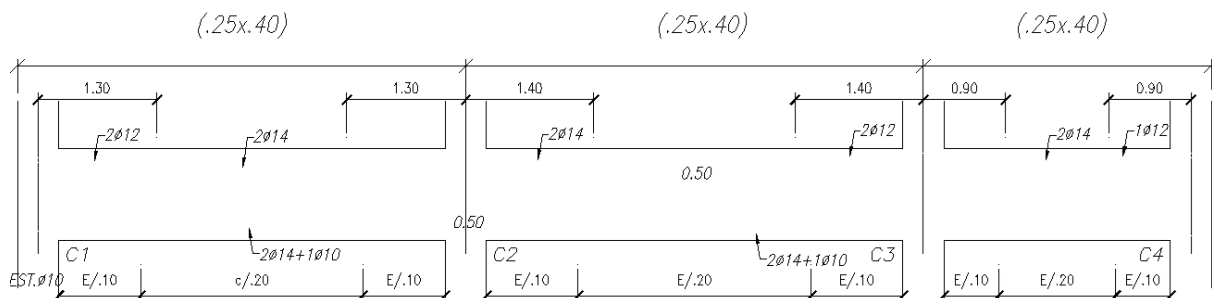
**Figura 26***Geometría de la losa*

*Nota.* Autoría propia. Componentes de una losa nervada

Para el refuerzo se seleccionó malla electrosoldada R-106 del catálogo Novacero con acero de 4.5 mm separadas cada 15 cm. El acero adicional requerido se verificó y se adoptó la cuantía mínima conforme a ACI 318, resultando barras  $\varnothing 10$  mm; el procedimiento de cálculo se presenta en el Anexo.

**3.1.1.5 Diseño de Vigas**

Para el diseño de las vigas se inició con un predimensionamiento basado en las dimensiones definidas en los planos arquitectónicos entregados por el cliente, garantizando compatibilidad geométrica y constructiva. A partir del modelo estructural, se obtuvo la envolvente de acciones internas de la viga de estudio (momentos y cortantes en inicio–centro–fin), que constituye la base de las verificaciones posteriores.

**Figura 27***Armado de una viga principal*

*Nota.* Autoría propia. Detallamiento de una viga

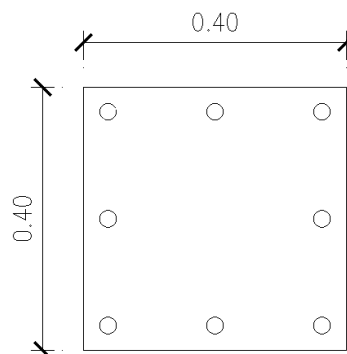
Posteriormente, se siguió una secuencia de diseño: verificación preliminar de la sección (criterios geométricos), dimensionamiento del refuerzo longitudinal por flexión en zonas críticas y control de mínimos/máximos de refuerzo con sus respectivas cuantías, comprobación de anclajes, longitudes de desarrollo y empalmes para asegurar que el acero pueda desarrollar su capacidad sin fallas prematuras de adherencia, diseño a cortante con criterio sísmico, tomando como referencia la condición más demandante y adoptando separaciones de estribos compatibles con requisitos de ductilidad en zonas críticas, y detallamiento final del armado (disposición, longitudes y zonas de confinamiento).

### 3.1.1.6 Diseño de Columnas

El diseño de la columna partió de un predimensionamiento sustentado en dos insumos complementarios: las dimensiones establecidas en los planos arquitectónicos proporcionados por el cliente y una inspección in situ, que permitió confirmar condicionantes reales de construcción (alineamientos, claros disponibles, interferencias y detalles de ejecución).

#### Figura 28

*Dimensión de la columna en plano arquitectónico*



*Nota.* Autoría propia. Sección adoptada para el predimensionamiento

Con esa sección de partida, se obtuvieron del modelo estructural las demandas de carga axial y momentos asociadas a las combinaciones gobernantes. Luego se verificó la idoneidad de la sección mediante su comparación con los diagramas de interacción reducidos, confirmando que las combinaciones críticas se ubican dentro de la capacidad disponible y que el nivel de compresión se mantiene en rangos compatibles con un comportamiento dúctil. A partir de ello, se definió el refuerzo longitudinal, verificando que la cuantía cumpla los límites exigidos para zona sísmica y que el arreglo de barras sea coherente con la demanda biaxial.

Posteriormente, se desarrolló el detallamiento sísmico mediante el diseño del refuerzo transversal de confinamiento, diferenciando una zona crítica con menor espaciamiento de estribos y una zona fuera de confinamiento con separación mayor, de manera consistente con el control de pandeo de barras y el confinamiento del núcleo. En paralelo, se revisaron las longitudes de desarrollo, anclaje y empalme para garantizar continuidad del refuerzo y transferencia confiable de esfuerzos entre elementos. Finalmente, se incorporó la verificación por diseño por capacidad, estimando la demanda asociada a resistencia probable y evaluando el cortante por capacidad, lo cual permitió confirmar el refuerzo transversal adoptado y asegurar que el comportamiento esperado privilegie mecanismos dúctiles, evitando respuestas frágiles dominadas por cortante.

### 3.1.1.7 Modelamiento Estructural

**Figura 29**

*Creación de material del concreto*

General Data	
Material Name	fc = 280 kgf/cm2
Material Type	Concrete
Directional Symmetry Type	Isotropic
Material Display Color	<span style="background-color: #00FF00; width: 20px; height: 15px; display: inline-block;"></span> Change...
Material Notes	Modify/Show Notes...
Material Weight and Mass	
<input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density	<input type="radio"/> Specify Mass Density
Weight per Unit Volume	2,4028 tonf/m <sup>3</sup>
Mass per Unit Volume	0,245014 tonf-s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>
Mechanical Property Data	
Modulus of Elasticity, E	2526713,28 tonf/m <sup>2</sup>
Poisson's Ratio, U	0,2
Coefficient of Thermal Expansion, A	0,0000099 1/C
Shear Modulus, G	1052797,2 tonf/m <sup>2</sup>

**Figura 30**

*Creación de material para acero de refuerzo*

General Data	
Material Name	fy=4200 kgf/cm2
Material Type	Rebar
Directional Symmetry Type	Uniaxial
Material Display Color	<span style="background-color: #00FFFF; width: 20px; height: 15px; display: inline-block;"></span> Change...
Material Notes	Modify/Show Notes...
Material Weight and Mass	
<input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density	<input type="radio"/> Specify Mass Density
Weight per Unit Volume	7,849 tonf/m <sup>3</sup>
Mass per Unit Volume	0,80038 tonf-s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>
Mechanical Property Data	
Modulus of Elasticity, E	20389019,16 tonf/m <sup>2</sup>
Coefficient of Thermal Expansion, A	0,0000117 1/C

**Figura 31**

Creación de C30X30

**General Data**

Property Name: C30X30 (P4)

Material:  $f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 0,3 m

Width: 0,3 m

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently User Specified

**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...

**Figura 32**

Creación de C40X40

**General Data**

Property Name: C40X40 (P2-P3)

Material:  $f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 0,4 m

Width: 0,4 m

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently User Specified

**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...

Show Section Properties...

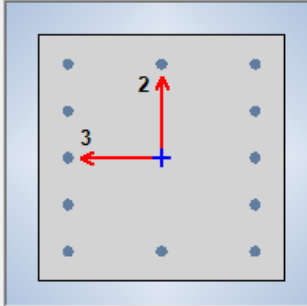
Include Automatic Rigid Zone Area Over Column

OK

Cancel

**Figura 33***Creación de C50X50*

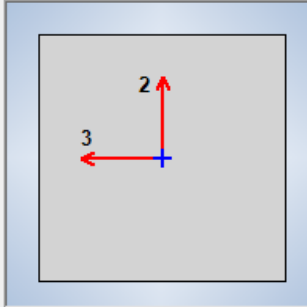
General Data	
Property Name	C50X50 (P1)
Material	$f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Display Color	Change...
Notes	Modify/Show Notes...
Shape	
Section Shape	Concrete Rectangular
Section Property Source	
Source:	User Defined
Section Dimensions	
Depth	0,5 m
Width	0,5 m



Property Modifiers	
Modify/Show Modifiers...	
Currently User Specified	
Reinforcement	
Modify/Show Rebar...	

**Figura 34***Creación de V25X25*

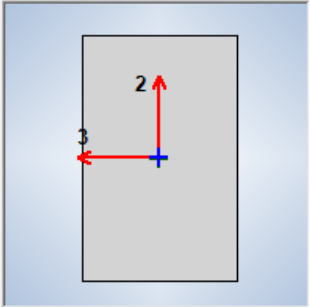
General Data	
Property Name	V25X25 (P4-X)
Material	$f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Display Color	Change...
Notes	Modify/Show Notes...
Shape	
Section Shape	Concrete Rectangular
Section Property Source	
Source:	User Defined
Section Dimensions	
Depth	0,25 m
Width	0,25 m



Property Modifiers	
Modify/Show Modifiers...	
Currently User Specified	
Reinforcement	
Modify/Show Rebar...	

**Figura 35***Creación de V25X40*

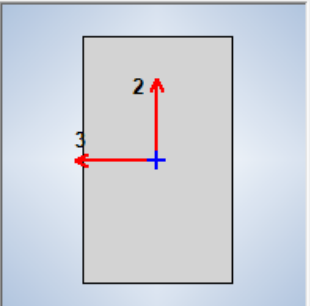
General Data	
Property Name	V25X40 (Y)
Material	$f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Display Color	Change...
Notes	Modify/Show Notes...
Shape	
Section Shape	Concrete Rectangular
Section Property Source	
Source:	User Defined
Section Dimensions	
Depth	0,4 m
Width	0,25 m



Property Modifiers	
Modify/Show Modifiers...	
Currently User Specified	
Reinforcement	
Modify/Show Rebar...	

**Figura 36***Creación de V30X50*

General Data	
Property Name	V30X50 (X)
Material	$f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Display Color	Change...
Notes	Modify/Show Notes...
Shape	
Section Shape	Concrete Rectangular
Section Property Source	
Source:	User Defined
Section Dimensions	
Depth	0,5 m
Width	0,3 m



Property Modifiers	
Modify/Show Modifiers...	
Currently User Specified	
Reinforcement	
Modify/Show Rebar...	

### 3.1.2 Análisis preliminar del diseño hidrosanitario

#### 3.1.2.1 Consumo de agua en el edificio

Para este apartado, se debe considerar las dotaciones correspondientes para el análisis de consumo de agua del sitio de estudio.

**Tabla 19**

*Dotaciones para departamentos y edificios*

Número de personas por casa/departamento	Caudal (Litros/persona*día)	
	Rango	Valor típico
1	285-490	365
2	225-385	288
3	194-335	250
4	155-268	200
5	150-260	193
6	147-253	189
7	140-244	182
8	135-233	174

Nota: Tomado de Ingeniería de las Aguas Residuales, Tratamiento y Reutilización (Edición Internacional) de Metcalf & Eddy, Singapur, 2004.

El departamento ubicado en la última planta tiene capacidad para 3 personas. No obstante, al tratarse de una edificación con uso comercial, se debe considerar además al personal de apoyo del local. Se estima que alrededor de 3 trabajadores pueden ocupar el espacio de manera simultánea. En consecuencia, el total de usuarios entre habitantes y trabajadores es de 6 personas. Por lo tanto, la dotación de la edificación se encuentra en el rango de 147 a 253 L/hab·día, adoptándose un valor de diseño de 190 L/hab·día.

### 3.1.2.2 Dimensiones del tanque de agua

El tanque de agua se dimensiona para cubrir un día completo de consumo. Por lo tanto, su capacidad resulta del producto entre la dotación y el número de personas que ocuparán la edificación.

$$Q = \text{dotación} * \text{personas} = 190 \frac{L}{\text{hab} * \text{día}} (6 \text{ hab}) = 1140 L/\text{día}$$

Dado que el tanque solo debe garantizar el abastecimiento por un día en caso de interrupción del servicio, la capacidad teórica requerida es de 1140 L. En términos comerciales, se selecciona un tanque de 1200 L.

#### Figura 37

*Tanque de almacenamiento de agua (Plastigama)*



*Nota. Tanque subterráneo de agua de la empresa Plastigama Wavin.*

### 3.1.2.3 Nodos de análisis

Para el análisis hidrosanitario, se dividió en 6 nodos la edificación:

Nodo 1 – Baño de servicio del tercer piso

Nodo 2 – Baño del dormitorio del tercer piso

Nodo 3 – Cocina del tercer piso

Nodo 4 – Baño del segundo piso

Nodo 5 – Baño del primer piso

Nodo 6 – Baño de la planta baja

### 3.1.2.4 Equipos hidrosanitarios

Para el análisis hidráulico del edificio, se necesita identificar los dispositivos hidrosanitarios que incluye cada nodo de análisis.

Nodo 1 – Lavamanos e inodoro

Nodo 2 – Lavamanos, inodoro y ducha

Nodo 3 – Fregadero, refrigeradora y lavadora

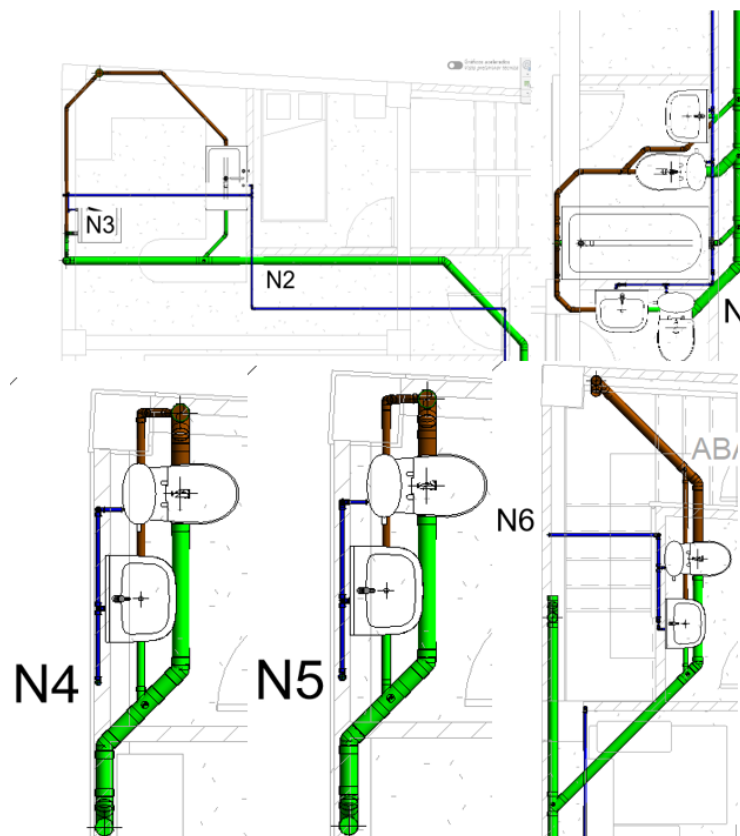
Nodo 4 – Lavamanos e inodoro

Nodo 5 – Lavamanos e inodoro

Nodo 6 – Lavamanos e inodoro

### Figura 38

Denotación de los nodos de cálculos hidráulicos



*Nota.* Se proporciona información de interés de la ubicación de los nodos

### 3.1.2.5 Cantidades de accesorios

En la transición de conexión entre los nodos se encuentra la presencia de accesorios de conexión entre los diversos dispositivos hidrosanitarios.

Tee de paso directo de PVC de 1", ¾" y ½"

Tee con reducción de PVC de 1" a ¾" y de ¾" a ½"

Codo de 90° de PVC de 1", ¾" y ½"

Válvula de globo de PVC de 1", ¾" y ½"

Válvula de compuerta de cobre de 1" para bomba

Se coloca en anexos un detallamiento de los accesorios por cada nodo de análisis

### 3.1.2.6 Parámetros de diseño del sistema de agua potable

Al diseñar el sistema de agua potable (AAPP), se debe tener en consideración que la velocidad del flujo dentro de las tuberías debe rondar entre 0.6 a 2.5 m/s, preferiblemente una velocidad optima de 1.5 m/s. El caudal de diseño debe ser inferior al caudal que puede adquirir la tubería, de modo que este ultimo sea superior al caudal de diseño.

### 3.1.2.7 Longitud efectiva en tuberías

La longitud efectiva consiste en la transformación de una región que sufre pérdidas, ya sea por accesorios, quiebres o dificultades del flujo en una longitud aparente de tubería. De dicho modo, se puede obtener los valores de pérdida por fricción que oponga el movimiento del flujo.

$$L_e = (A * D[in] \pm B) \left( \frac{120}{C} \right)^{1.8519}$$

A y B: Factores propios de algún tipo de accesorio

C: Factor de material

D: Diámetro en pulgadas

$L_e$ : Longitud efectiva

### 3.2 Diseño definitivo

#### 3.2.1 Diseño estructural

Dentro del análisis estructural realizado, se revisó la relación demanda–capacidad de la columna y, mediante el diagrama de interacción reducido, se verificó que las solicitaciones se mantuvieran dentro de la región resistente utilizable. Sin embargo, al evaluar la columna interior del primer piso (C40×40) se evidenció un cambio importante al contrastar la normativa antigua con la normativa vigente: bajo el criterio antiguo, los puntos de demanda se ubicaban dentro del diagrama, lo cual era consistente con el menor nivel de solicitación sísmica considerado y, por ende, con una sección adecuada para las exigencias de su época.

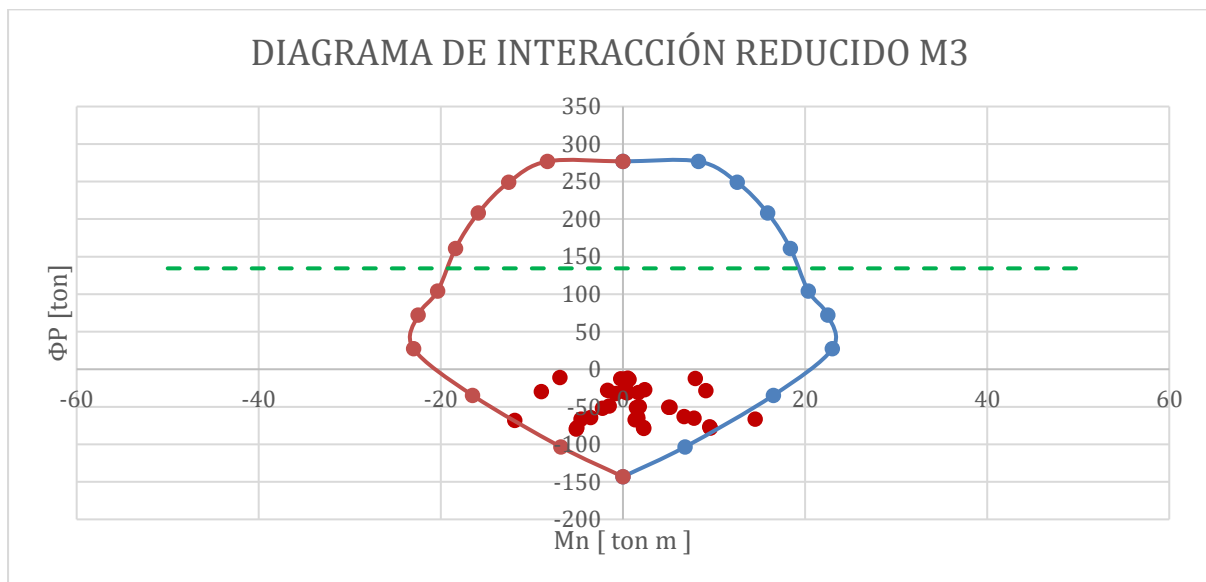
**Tabla 20**

Diseño de la columna

<b>DATOS</b>		
<b>h</b>	50	<b>cm</b>
<b>b</b>	50	<b>cm</b>
<b>filas</b>	5	
<b>columnas</b>	4	
<b>número de varillas</b>	14	
<b>recubrimiento</b>	4	<b>cm</b>
<b>Diámetro Varilla <math>\phi_l</math></b>	20	<b>mm</b>
<b>Diámetro Estribo <math>\phi_e</math></b>	10	<b>mm</b>
<b>Peralte efectivo <math>d</math></b>	44	<b>cm</b>
<b>Área Varilla</b>	3.14	<b>cm<sup>2</sup></b>
<b><math>f_y</math></b>	4200	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>
<b><math>f'_c</math></b>	280	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>
<b><math>E_s</math></b>	2030000	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>
<b><math>\xi_{cu}</math></b>	0.003	
<b><math>\beta_1</math></b>	0.85	

**$\phi P_n$  max  
(Asegurar  
Ductilidad)                      210                      ton**

En cambio, al llevar el mismo elemento a las exigencias actuales, el incremento de la demanda sísmica desplaza varios puntos de sollicitación fuera de la envolvente de capacidad, indicando insuficiencia resistente en la interacción carga axial–momento. En consecuencia, se justifica la necesidad de reforzamiento para restituir margen de seguridad y garantizar un desempeño compatible con los requerimientos actuales.



Por lo que optamos por aumentar la sección 10cm en cada lado convirtiéndola en una columna de C60X60

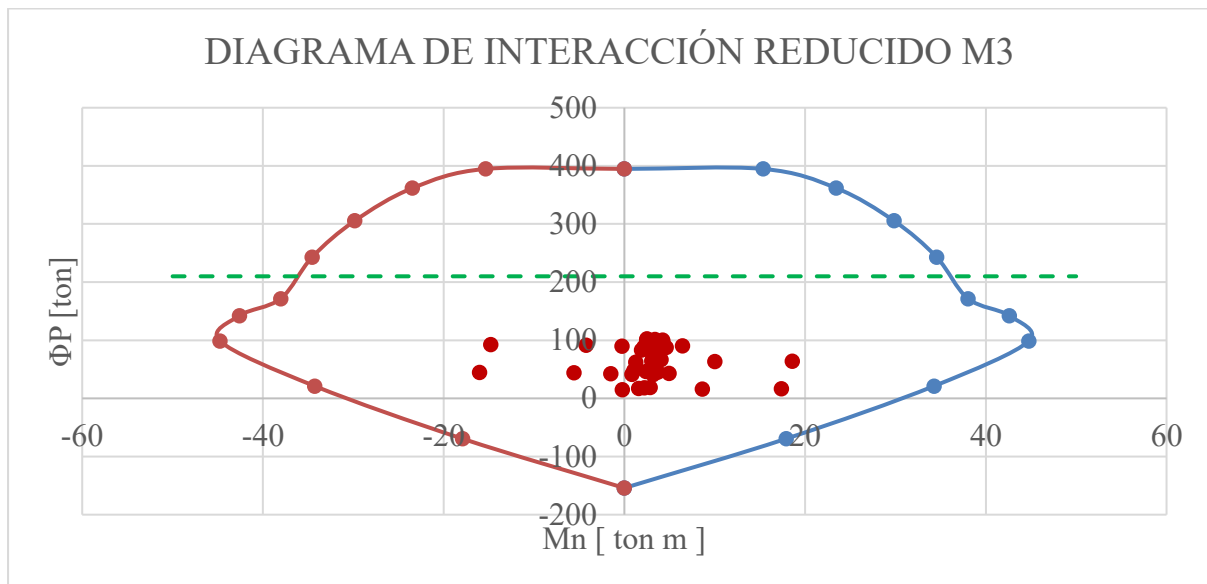
**DIAGRAMA ETABS (Phi reducido)**

<b>EJE 3</b>			
<b>M3 [ton-m]</b>	<b>P [ton]</b>	<b>M3 [ton-m]</b>	<b>P [ton]</b>
<b>0</b>	394.759	0	394.759
<b>15.3443</b>	394.759	-15.3443	394.759
<b>23.4528</b>	361.6762	-23.4528	361.6762
<b>29.8343</b>	305.4968	-29.8343	305.4968
<b>34.5491</b>	243.0121	-34.5491	243.0121
<b>38.0272</b>	171.6658	-38.0272	171.6658
<b>42.5875</b>	142.4274	-42.5875	142.4274

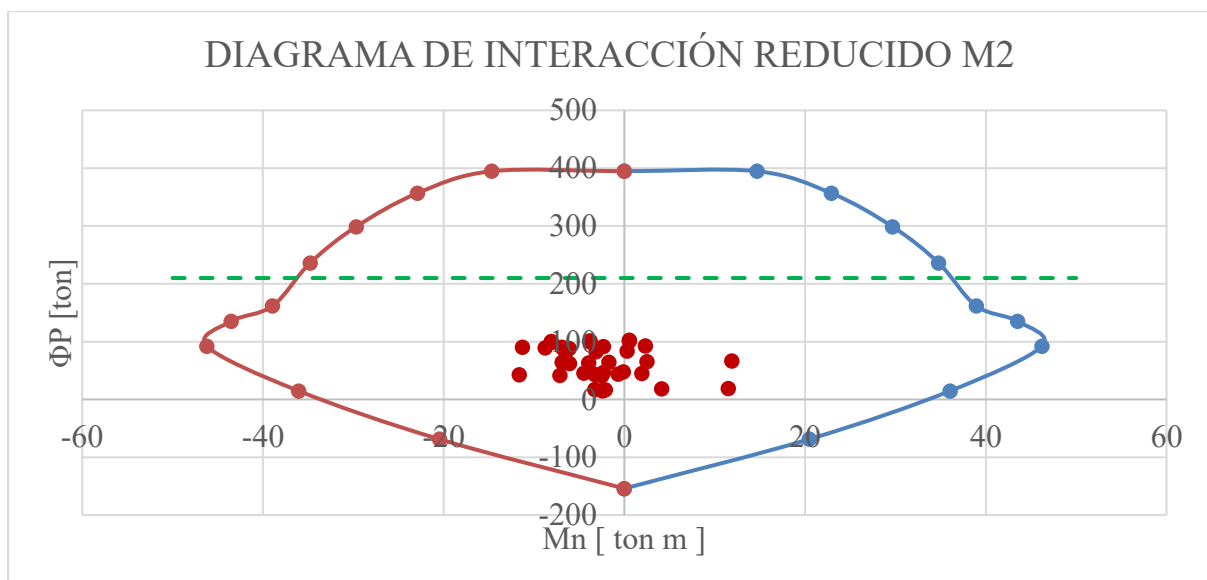
<b>44.7585</b>	98.7009	-44.7585	98.7009
<b>34.2629</b>	21.1835	-34.2629	21.1835
<b>17.9183</b>	-69.3053	-17.9183	-69.3053
<b>0</b>	-154.122	0	-154.122

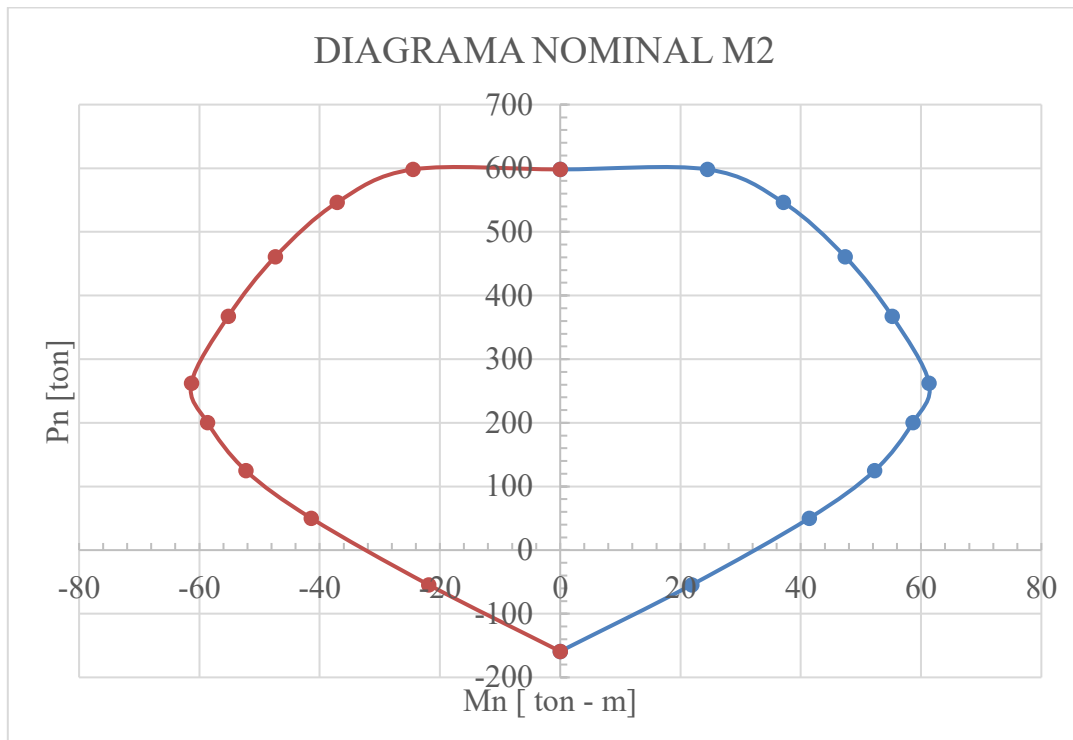
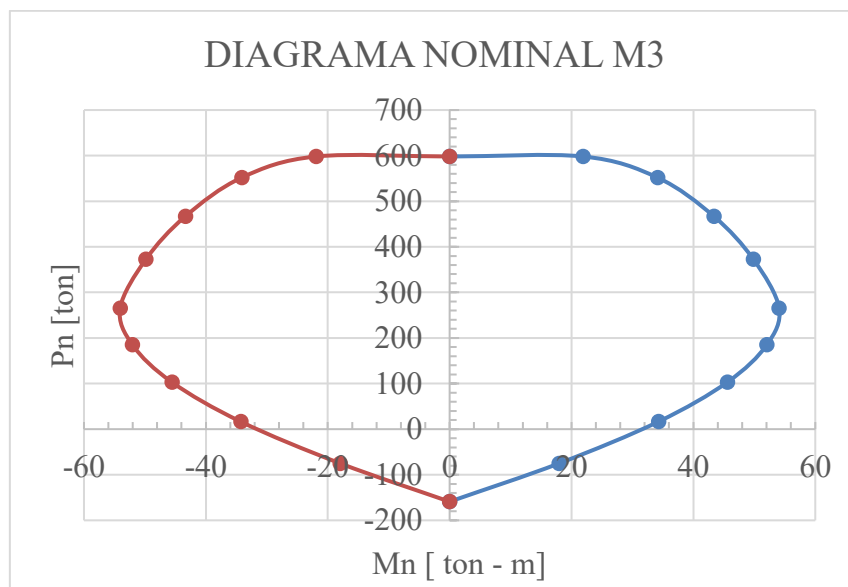
**Figura 39**

*Diagrama de Interacción Reducido M33*



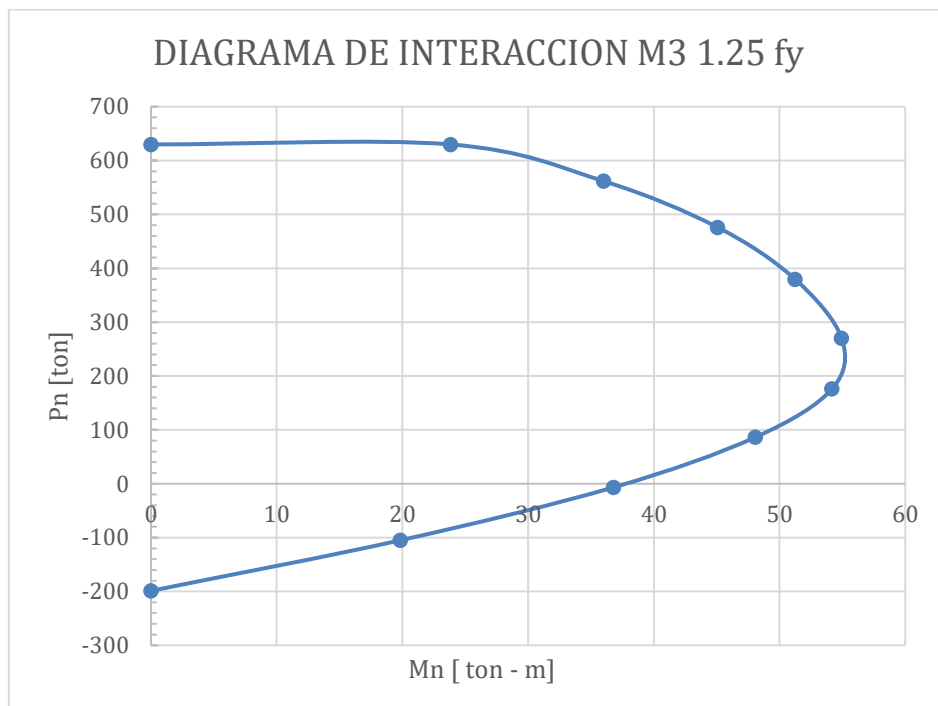
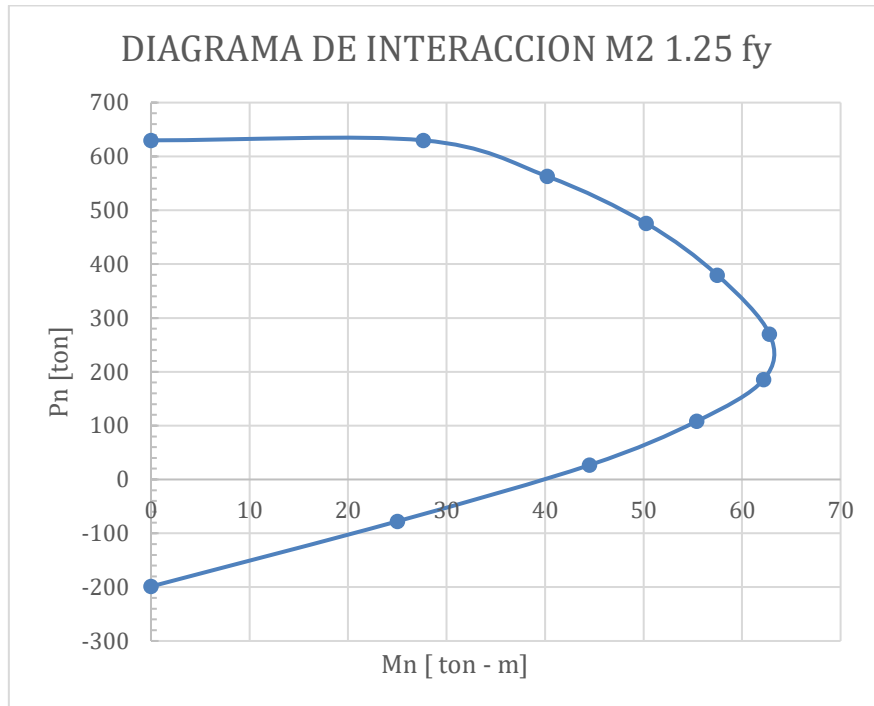
*Nota.* Autoría propia.



**Figura 40***Diagrama de Interacción Nominal M22***Figura 41***Diagrama de Interacción Nominal M33*

**Figura 42**

*Diagrama de Interacción  $1.25 \cdot f_y$*



Como medida de reforzamiento se incrementó la sección de la columna interior del primer piso en 10 cm cada lado, partiendo de una columna originalmente de 40×40 cm. Este aumento de dimensiones permitió incrementar de forma apreciable la capacidad resistente del

elemento, ampliando la envolvente de interacción carga axial–momento y mejorando el margen de seguridad frente a las combinaciones críticas. En términos estructurales, la mayor sección aporta más área de concreto y un brazo resistente más favorable, lo que se refleja en un incremento tanto de la capacidad axial como de la capacidad a flexión, y contribuye a que las demandas que antes excedían la capacidad bajo las exigencias actuales se mantengan dentro de la región resistente utilizable.

### 3.2.2 Diseño hidrosanitario

#### 3.2.2.1 Análisis de parámetro hidráulicos

Para el diseño de agua potable, se analiza por nodos las diversas áreas de servicio donde se valida el diámetro, caudal, velocidad y pérdidas por fricción de cada nodo correspondiente a la edificación. Cabe resaltar que todas las tuberías son de PVC, exceptuando la línea de succión que es de acero galvanizado.

**Tabla 21**

*Parámetros hidráulicos*

<b>Nodo</b>	<b>Zona</b>	<b>Diámetro (in)</b>	<b>Caudal (L/s)</b>	<b>Velocidad (m/s)</b>	<b>Pérdidas por fricción (m/m)</b>
1	Baño de servicio (3er planta)	½	0.32	2.53	0.475
2	Baño dormitorio (3er planta)	¾	0.44	1.54	0.121
3	Cocina (3er planta)	¾	0.50	1.75	0.151
4	Baño (2da planta)	¾	0.57	1.99	0.189
5	Baño (1er planta)	1	0.57	1.12	0.048
6	Baño (Planta baja)	1	0.76	1.49	0.080

*Nota:* Mas información detallada de la tabla en anexos. Se agrega adicional los cálculos para la obtención de los datos

### 3.2.2.2 Longitud efectiva de los accesorios

Según Hazen Williams, presenta sus coeficientes para obtener los valores de la longitud efectiva en función del tipo, material y diámetro. A continuación, se detalla la longitud efectiva de los accesorios utilizados tanto en la línea de succión, como de impulsión.

**Tabla 22**

*Longitud efectiva en la línea de succión*

Tipo	Accesorios	Diámetro (in)	Longitud efectiva (m)
Succión	Válvula de pie de coladera de cobre	1	0.561
	Codo 90° de acero galvanizado	1	0.060
	Salida de tubería de acero galvanizado	1	0.070
	válvula de compuerta de acero galvanizado	1	0.037

*Nota.* Se coloca en anexo los coeficientes para realizar el cálculo de la longitud efectiva de la línea de succión.

**Tabla 23**

*Longitud efectiva en la línea de impulsión*

Tipo	Accesorios	Diámetro (in)	Longitud efectiva (m)
Impulsión	Tee paso directo PVC	1	0.047
	Tee paso directo PVC	3/4	0.042
	Tee paso directo PVC	1/2	0.036
	Tee con reducción PVC	1	0.233
	Tee con reducción PVC	3/4	0.229
	Codo 90° PVC	1	0.040
	Codo 90° PVC	3/4	0.037
	Codo 90° PVC	1/2	0.033
	válvula de compuerta abierta de cobre	1	0.028
	Válvula de globo abierta PVC	1	0.551
	Válvula de globo abierta PVC	3/4	0.496
	Válvula de globo abierta PVC	1/2	0.441

*Nota.* Se coloca en anexo los coeficientes para realizar el cálculo de la longitud efectiva de la línea de impulsión.

### 3.2.2.3 Definición de ADS en succión

La altura dinámica de succión (ADS), se debe tener en consideración la longitud horizontal y vertical. Así también, la longitud equivalente, de dicho modo, se obtendría la longitud total. Las pérdidas de fricción es el resultado de la pendiente hidráulica con la longitud total. Por último, el ADS es la suma de la longitud vertical con las perdidas de fricción.

**Tabla 24**

*Cálculo de la altura dinámica de succión*

Lh (m)	Lv (m)	Le (m)	Lt (m)	j (m/m)	Hf (m)	ADS (mca)
0.70	0.45	0.73	1.88	0.183	0.344	1.044

*Nota.* Se detalla el cálculo de la altura dinámica de succión.

### 3.2.2.4 Definición de ADI en impulsión

La altura dinámica de impulsión (ADI), se requiere las distancias de las tuberías horizontales y verticales. Por otro lado, la longitud efectiva fue obtenida del análisis de los accesorios. De dicho modo, la longitud total es la suma de las distancias antes mencionadas.

**Tabla 25**

*Cálculo de altura dinámica de impulsión*

Tipo	Dispositivo crítico a N1	N1 a N2	N2 a N3	N3 a N4	N4 a N5	N5 a N6	N6 a bomba
Lh	0.50	0.50	8.10	4.75	1.10	1.10	3.25
Lv	0.50	0.20	4.10	8.40	4.10	4.10	3.80
Le	0.51	1.05	2.22	1.32	1.75	1.94	2.00
Lt	1.75	14.42	14.47	6.95	7.14	9.05	9.05
hf	0.475	0.475	0.121	0.151	0.189	0.048	0.080

<b>ADI</b>	0.832	6.851	1.751	1.050	1.350	0.434	0.724
<b>ADI</b>	0.84	6.86	1.76	1.05	1.35	0.44	0.730

*Nota.* Se detalla el cálculo de la altura dinámica de impulsión (ADI)

Para finalizar con el cálculo del ADI, se suma las cantidades obtenidas de ADI por cada uno de los nodos de análisis.

### 3.2.2.5 Selección de la bomba

Una vez obtenida la altura dinámica de succión (ADS) y altura dinámica de impulsión (ADI), se procede a calcular la altura dinámica total (HDT). Cabe resaltar que se requiere la presión diferencial entre el arranque y parada de la bomba, y el cabezal de presión en el dispositivo más crítico. Se considera un factor de seguridad entre el 10 al 20% junto a una eficiencia que escala entre el 65 y 70 %. La formula de la potencia de la bomba es:

$$P_{HP} = \frac{\gamma * HDT * Q}{76 * \eta}$$

Donde:

$\gamma$ : Peso específico del agua (1 kg/L).

HDT: Altura dinámica total de diseño.

Q: Caudal transcurrente en la bomba.

$\eta$ : Eficiencia de la bomba.

**Tabla 26**

*Cálculo de la potencia de la bomba*

<b>ADS</b>	1.04	mca
<b>ADI</b>	13.03	mca
<b>Pdif</b>	14.00	teórico
<b>Cabezal de presión</b>		
<b>D. crítico</b>	5.00	mca
<b>ADT/HDT</b>	33.07	mca
<b>FS</b>	1.15	

<b>HDT diseño</b>	38.03	mca
<b>Qo</b>	0.76	L/s
<b>n</b>	0.65	
<b>P bomba</b>	0.59	HP
<b>P bomba comercial</b>	0.60	HP

### 3.2.2.6 Diseño hidráulico de tuberías horizontales instalación sanitaria

Para el diseño sanitario de las tuberías horizontales se debe considerar primordialmente que las pendientes se encuentren un rango moderado entre 1 a 15%, con una velocidad mayor a 0.6 m/s, diámetro mayor a 2 pulgadas, una fuerza tractiva mayor a 0.15 kg/cm<sup>2</sup> y que el tubo se encuentre menor al 75% de su capacidad.

**Tabla 27**

*Diseño de tuberías sanitarias*

<b>Nodo</b>	<b>Zona</b>	<b>Pendiente (%)</b>	<b>Unidades de descarga</b>	<b>Caudal (L/s)</b>	<b>Capacidad hidráulica Q/Qo</b>
<b>1</b>	Baño de servicio (3er planta)	1.00	3	1.27	16%
<b>2</b>	Baño dormitorio (3er planta)	1.00	8	1.57	20%
<b>3</b>	Cocina (3er planta)	1.00	14	1.91	25%
<b>4</b>	Baño (2da planta)	1.00	17	2.04	26%
<b>5</b>	Baño (1er planta)	1.00	20	2.19	28%
<b>6</b>	Baño (Planta alta)	1.00	23	2.30	30%

*Nota.* Se presenta una descripción más detallada de estos parámetros hidráulicos en la sección de anexos.

### 3.2.2.7 Diseño de bajante de instalación sanitaria

Se debe tener en consideración que el diámetro mínimo para una bajante ronda las 3” para edificaciones pequeñas hasta las 12” para rascacielos. Las unidades de descarga se especifican por cada bajante o nivel.

Piso	Unidades de descarga	Caudal (L/s)	Longitud (m)	Diámetro (in)
3	14	1.91	3.60	4.00
2	17	2.04	3.60	4.00
1	20	2.19	3.65	4.00

*Nota.* Se presenta los parámetros hidráulicos de las bajantes de cada piso de la edificación.

### 3.2.2.8 Diseño de ventilación

Como el diámetro de la bajante es de 4 pulgadas, se ventilarán 25 DFUs y la longitud es de aproximadamente 11 pies, se elige una tubería de ventilación de 2 pulgadas. No se elige la tubería de 1 1/2 pulgadas porque la Sección 906 del IPC indica que el diámetro de la tubería de ventilación no debe ser menor a la mitad del diámetro de la tubería de la bajante.

**Tabla 28**

*Selección de diámetro mínimo de tubería de ventilación en base a las unidades de descarga y la altura máxima de ventilación*

Diameter of soil or waste stack (in)	Total fixture units being vented (DFU)	Maximum developed length of vent (feet)						
		Diameter of vent (in)						
		1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	4	5
1 ¼	2	30	150					
1 ½	8	50	100					
1 ½	10	30						
2	12	30	75	200	300			
2	20	26	50	150				
2 ½	42		30	100				
3	10	-	42	150	360	1040		
3	21		32	110	270	810		
3	53		27	94	230	680		
3	102	-	25	86	210	620	980	

4	43			35	85	250	750	
4	140			27	65	200		
4	320	-	-	23	55	170	640	990
4	540			21	50	150	580	
					28	82	320	

*Nota.* Tabla de tamaños de tuberías de ventilación

Dado que el bajante tiene un diámetro de 4", se ventilarán 23 DFU y su longitud es de aproximadamente 11 pies, se elige un tubo de ventilación de 2" de diámetro. No se elige el tubo de 1 1/2" porque la Sección 906 del Código de Procedimiento Civil (IPC) establece que el diámetro del tubo de ventilación no debe ser inferior a la mitad del diámetro del bajante.

### Tabla 29

*Diámetro de bajante/ventilación mínimo y seleccionado*

<b>Total DFU</b>	23
<b>D bajante (in)</b>	4.00
<b>D vent min (in)</b>	1.25
<b>D vent min 2 (in)</b>	2.00
<b>D vent min</b>	2.00

*Nota.* Se observa los diámetros y unidades de descarga del sistema de ventilación

Por último, la longitud máxima de desarrollo de la ventilación es de 35 pies o 10.67 m.

#### 3.2.2.9 Diseño hidráulico de aguas lluvias

El diseño de aguas lluvias conlleva hacer uso del método racional:

$$Q = C * I * A$$

Donde:

Q: Es el caudal del agua lluvia

C: Coeficiente de escorrentía (1 para techos)

I: Intensidad de lluvia (0.0278 L/s/m<sup>2</sup>)

A: Área acumulada que abarca las tuberías

**Tabla 30***Diseño hidráulico para tuberías horizontales aguas lluvias (AALL)*

<b>Colectoras</b>	<b>Area acum (m<sup>2</sup>)</b>	<b>D (in)</b>	<b>Q (L/s)</b>	<b>S (%)</b>	<b>Q/Qo</b>
<b>C1-C2</b>	61.50	3	1.72	1.00	48%
<b>C2-C3</b>	96.32	3	2.70	2.00	53%
<b>C4-C3</b>	96.83	3	2.71	5.00	53%
<b>C3-salida</b>	193.15	4	5.41	5.00	67%

**3.2.2.10 Diseño de bajantes de agua lluvias**

<b>Bajante</b>	<b>Area (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Φ (in) Chart</b>	<b>Φ (in) Min. Recommended</b>
<b>1</b>	96.32	2 ½	3
<b>2</b>	96.83	2 ½	3

# Capítulo 4

## 4 ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL

### 4.1 Descripción del proyecto

El estudio de impacto ambiental se enmarca en la evaluación y reforzamiento estructural de una edificación comercial de tres plantas en un sector urbano de Guayaquil. El proyecto no implica nueva ocupación de suelo, sino la intervención de una estructura diseñada con la normativa antigua, con el fin de mejorar su seguridad sísmica y prolongar su vida útil (Banihashemi et al., 2021). En este sentido, se alinea principalmente con los ODS 9, 11 y 13, al promover la rehabilitación de infraestructura construida, reducir el riesgo ante eventos sísmicos y contribuir a una ciudad más segura y resiliente.

Desde el punto de vista ambiental, las acciones con potencial son: la demolición localizada de acabados, el encamisado de columnas y refuerzos en elementos de concreto, el transporte de materiales y residuos, y el consumo de agua y energía durante la obra (Enshassi et al., 2014). El estudio se desarrolla en el predio del edificio y su área de influencia inmediata son aceras, vía y edificaciones colindantes, donde se evaluarán los efectos sobre aire, ruido, residuos y seguridad de las personas.

La evaluación se realiza mediante una matriz de Leopold modificada, que constituye la metodología central para identificar y valorar los impactos (Banihashemi et al., 2021; Diéguez Santana et al., 2021). Esta herramienta permite asignar valores de magnitud e importancia a cada interacción acción–factor ambiental, estimar la demanda global de recursos, verificar el cumplimiento de la normativa municipal para la gestión de residuos y comparar alternativas de intervención. A partir de los resultados se formulan medidas de prevención y mitigación y se prioriza la alternativa de reforzamiento que presenta el menor impacto ambiental compatible con el desempeño estructural requerido.

## 4.2 Línea base ambiental

El proyecto se implanta en una zona urbana consolidada de la parroquia Urdaneta, Guayaquil. El entorno físico se caracteriza por un relieve plano con suelos sedimentarios de alta compresibilidad y un nivel freático elevado. Bióticamente, el área presenta una antropización total con vegetación ornamental escasa. Socioeconómicamente, destaca un uso de suelo estrictamente comercial con alto flujo peatonal y vehicular, niveles de ruido preexistentes elevados y cobertura completa de servicios básicos. (Diéguez Santana et al., 2021; Mena Moreira, 2018).

## 4.3 Actividades del proyecto

### Preparación y levantamiento

- Señalización y delimitación de áreas de trabajo.
- Instalación de andamios, cerramientos provisionales y zonas de acopio.

### Intervención estructural (reforzamiento)

- Demolición puntual de recubrimientos y elementos no estructurales.
- Orden, limpieza y preparación de superficies de concreto existente.
- Colocación de acero adicional y encofrado para encamisado de columnas y refuerzos locales.
- Vaciado y curado de concreto; retiro de encofrados.
- Reposición de acabados y elementos arquitectónicos intervenidos.

### Manejo de materiales y residuos

- Transporte, almacenamiento y manipulación de cemento, agregados, acero y aditivos.
- Acopio temporal de escombros y residuos de construcción.
- Transporte de residuos hacia sitios de disposición final autorizados.

### Operación posterior

- Uso habitual del edificio reforzado por trabajadores y clientes, con impactos ambientales similares a la situación actual, pero con menor riesgo estructural.

#### 4.4 Identificación de impactos ambientales

La identificación de impactos se realizará mediante una matriz de causa–efecto que relaciona las actividades del proyecto (sección 4.3) con los factores ambientales relevantes.

**Tabla 31**

*Identificación de impactos ambientales: actividades y factores afectados*

<b>Código</b>	<b>Actividad del proyecto</b>	<b>Factor ambiental</b>	<b>Descripción</b>
<b>I1</b>	Demolición puntual de recubrimientos y acabados	Calidad del aire (polvo, PM)	Generación de polvo y material particulado en las zonas de intervención.
<b>I2</b>	Corte, perforación y uso de herramientas eléctricas	Ruido ambiental	Incremento de niveles de ruido para usuarios y vecinos cercanos.
<b>I3</b>	Vaciado de concreto y manipulación de acero	Residuos de construcción y demolición	Producción de escombros y residuos que requieren disposición adecuada.
<b>I4</b>	Movimiento de materiales, andamios y equipos	Seguridad de peatones y trabajadores	Riesgo de accidentes en un entorno con tránsito habitual de personas.
<b>I5</b>	Reforzamiento estructural (encamisado de columnas, etc.)	Seguridad estructural / riesgo sísmico	Reducción del riesgo de falla estructural ante sismos; mayor seguridad para usuarios.

*Nota.* Los impactos identificados corresponden a las actividades de reforzamiento estructural del edificio comercial analizado en Guayaquil y consideran los principales factores ambientales susceptibles de afectación en su entorno urbano inmediato.

Para cada interacción actividad–factor se determina el tipo de impacto (positivo/negativo), su carácter (directo/indirecto), duración (temporal/permanente) y reversibilidad (Banihashemi et al., 2021; Mena Moreira, 2018).

**Tabla 32***Características de los impactos ambientales identificados*

<b>Código</b>	<b>Tipo de impacto</b>	<b>Carácter</b>	<b>Duración</b>	<b>Reversibilidad</b>
<b>I1</b>	Negativo	Directo	Temporal	Reversible
<b>I2</b>	Negativo	Directo	Temporal	Reversible
<b>I3</b>	Negativo	Directo	Temporal	Reversible
<b>I4</b>	Negativo	Directo	Temporal	Reversible
<b>I5</b>	Positivo	Indirecto	Permanente	Difícilmente reversible

*Nota.* Se detalla los impactos identificados en la **Tabla 32**, de acuerdo con la matriz de causa–efecto empleado en el análisis de impacto ambiental del proyecto.

#### 4.5 Valoración de impactos ambientales

La valoración de los impactos ambientales se realiza mediante un enfoque cualitativo–semicuantitativo basado en matrices de evaluación. A cada impacto identificado se le asignan dos parámetros: importancia (Imp) e intensidad o magnitud (Mag) en una escala numérica definida para el estudio, considerando criterios como duración, extensión, reversibilidad y sensibilidad del medio (Banihashemi et al., 2021). La ecuación resulta:

$$IA = \pm\sqrt{Imp * |Mag|} \quad (6)$$

El signo positivo o negativo indica si el impacto es benéfico o adverso. Este índice permite ordenar y clasificar los impactos en diferentes niveles de relevancia (despreciables, moderados o significativos), lo que facilita la priorización de las medidas de prevención y mitigación.

**Figura 43**

*Matriz de Leopold*

Reforzamiento estructural de edificio comercial existente		Construcción				Operación	Afectaciones	
		Demolición localizada de recubrimientos	Corte y perforación estructural	Vaciado de concreto y colocación de acero	Transporte y acopio de materiales y residuos	Operación del edificio reforzado		
Factores ambientales		Acciones						
						+	-	
Atmósfera	Calidad del aire (polvo y material particulado)	-5 7	-3 5	-2 4	-3 6	0 0	0	4
	Ruido ambiental	-3 5	-4 6	-3 4	-3 5	0 0	0	4
Procesos	Residuos de construcción y demolición	-4 6	0 0	-6 8	-5 7	0 0	0	3
Seguridad	Peatones y trabajadores (riesgo de accidentes)	-3 6	-3 6	-3 5	-4 7	0 0	0	4
Seguridad estructural	Riesgo sísmico / seguridad del edificio	0 0	0 0	7 9	0 0	7 9	2	0
Afectaciones	+	0	0	1	0	1	2	15
	-	4	3	4	4	0	15	
<b>Total de afectaciones</b>		5	5	5	5	5	25	
<b>Agregado del impacto</b>		-92	-57	-20	-96	180	-85	

*Nota.* Matriz de Leopold para la valoración de impactos ambientales del proyecto. Autoría propia.

#### 4.6 **Propuestas de medidas de prevención/mitigación**

A partir de los resultados de la matriz de Leopold, se observa que todas las actividades de la fase de construcción presentan impactos ambientales negativos, con agregados que varían entre  $-20$  y  $-96$ , mientras que la operación del edificio reforzado genera un impacto positivo ( $+180$ ) asociado a la mejora de la seguridad estructural. Los impactos negativos más relevantes se concentran en la calidad del aire, los residuos de construcción y demolición y la seguridad de peatones y trabajadores, que registran hasta 4 afectaciones negativas por acción.

En función de ello, se propone el siguiente conjunto de medidas de prevención y mitigación, que conforman el plan de manejo ambiental del proyecto:

##### **Control de emisiones de polvo y material particulado**

- Humectación periódica de las zonas de demolición y corte.
- Cobertura de pilas de materiales sueltos y limpieza frecuente de pasillos y accesos.
- Prohibición de quemas y manejo adecuado de sacos y empaques.

##### **Gestión de residuos de construcción y demolición**

- Clasificación básica de escombros en el sitio (concreto, acero, recubrimientos).
- Acopio temporal en áreas delimitadas y protegidas dentro del predio.
- Traslado de residuos a gestores o rellenos autorizados, con respaldo documental.

##### **Seguridad y salud de trabajadores y peatones**

- Señalización visible de áreas de trabajo y rutas seguras de circulación.
- Uso obligatorio de equipos de protección personal (EPP) para el personal de obra.
- Incluye uso obligatorio de mascarilla media cara con cartucho 3M 2091.
- Implementación de barandas, mallas y cerramientos para evitar caídas de materiales.

- Charlas de inducción y registros de incidentes para seguimiento.

### **Uso eficiente de materiales y recursos**

- Optimización del diseño de refuerzos para no sobredimensionar volúmenes de concreto y acero.
- Programación de pedidos para reducir transporte innecesario y almacenamiento prolongado.
- Buenas prácticas de uso de agua y energía en mezclado, bombeo y curado del concreto.

### **Gestión de la fase de operación**

- Registro y archivo de la información estructural del edificio reforzado.
- Programación de inspecciones periódicas para verificar el comportamiento de los elementos encamisados.

Estas medidas deben ser implementadas principalmente por el residente de obra y el contratista, con la supervisión del equipo técnico responsable del proyecto.

## **4.7 Resultados de medidas**

La aplicación de la matriz de Leopold permitió cuantificar la incidencia ambiental de cada actividad. Las cuatro acciones de la fase de construcción presentan impactos agregados negativos (-92, -57, -20 y -96), mientras que la operación del edificio muestra un impacto positivo (+180) asociado a la reducción del riesgo sísmico y aumento de la seguridad estructural. El agregado total del impacto es de -85, lo que indica que el proyecto tiene una carga ambiental global negativa moderada, dominada por la etapa constructiva.

Sin embargo, al contrastar estos resultados con el plan de medidas de prevención y mitigación, se concluye que los impactos sobre la calidad del aire, el ruido, los residuos y la

seguridad en obra son temporales y controlables, siempre que se apliquen las acciones propuestas de humectación, manejo de escombros, señalización y protección de trabajadores y peatones (Enshassi et al., 2014; Diéguez Santana et al., 2021).

Por otro lado, el impacto positivo sobre la seguridad estructural del edificio es permanente y altamente significativo, ya que disminuye el riesgo de daños o colapso ante eventos sísmicos y protege la integridad de los usuarios y de la actividad económica que se desarrolla en la edificación (Banihashemi et al., 2021).

En consecuencia, el proyecto de reforzamiento estructural resulta ambientalmente viable, siempre que se implemente de manera efectiva el plan de manejo ambiental y se mantenga un seguimiento básico durante la construcción. Se recomienda, para futuros proyectos similares, replicar esta metodología de evaluación y priorizar medidas de gestión de residuos y seguridad en obra, de modo que los beneficios en seguridad estructural superen ampliamente los impactos negativos temporales asociados a la intervención (Diéguez Santana et al., 2021; Mena Moreira, 2018).

# Capítulo 5

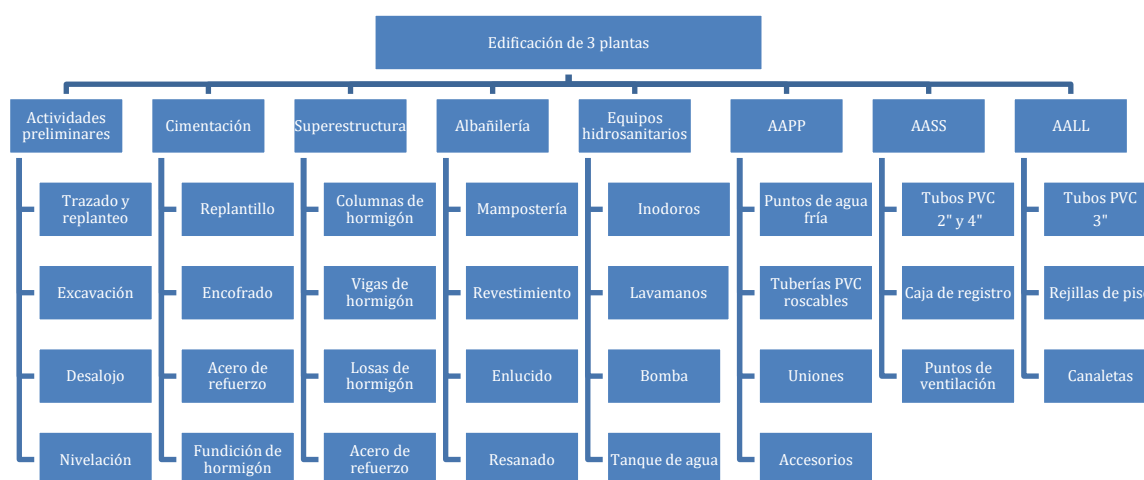
## 5 PRESUPUESTO

### 5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

Para la ejecución del presente proyecto constructivo se dispone de la siguiente estructura de trabajos por realizar:

**Figura 44**

Estructura desglosada de trabajo



*Nota:* Se presentan detalladamente la mayoría de actividades por realizar de la obra.

### 5.2 Especificaciones Técnicas

Para el encamisado de columnas se establecen especificaciones estructurales fundamentadas en la NEC-15 y el ACI 318, considerando el uso de hormigón con una resistencia mínima a la compresión de  $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$  y acero de refuerzo con una resistencia a la fluencia de  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ . Se definen recubrimientos mínimos de 4 cm para columnas y vigas, así como la correcta disposición del refuerzo longitudinal y transversal. En zonas confinadas de columnas, la separación máxima entre estribos será de 8 cm, mientras que en zonas no confinadas no excederá los 9 cm, garantizando un adecuado confinamiento y comportamiento sísmico del elemento reforzado.

Adicionalmente, los nodos viga-columna deberán encontrarse confinados en todas sus caras, con una profundidad mínima de **35 cm**, asegurando la continuidad estructural y una correcta transferencia de esfuerzos. Se especifican también los procedimientos constructivos para la preparación de la superficie del elemento existente, incluyendo limpieza, picado y aplicación de agentes de adherencia, así como los criterios para el vaciado, compactación y curado del nuevo hormigón. Estos procesos deberán complementarse con controles de calidad, tales como ensayos de resistencia y verificación del recubrimiento, con el fin de garantizar la seguridad estructural y el adecuado desempeño sísmico de la edificación.

El sistema de agua potable se diseña considerando un caudal máximo comprendido entre 35 y 45 l/min y una altura de bombeo entre 30 y 40 m, mediante una bomba centrífuga de 0.6 HP. La red de distribución se conforma con tuberías de PVC roscable de diámetros ½”, ¾” y 1”, las cuales deberán cumplir con las normas INEN vigentes. Previo a la puesta en marcha del sistema, se realizarán pruebas de presión y estanqueidad para verificar la correcta instalación.

Finalmente, los sistemas de aguas servidas y aguas lluvias consideran el uso de tuberías de PVC de 2”, 3” y 4”, con pendientes mínimas reglamentarias, puntos de ventilación y sifones adecuados. Para la instalación de las tuberías se dispondrá una cama de arena de 10 cm por encima y por debajo de las mismas, y el relleno se compactará en capas no mayores a 20 cm. Asimismo, se realizarán pruebas de escurrimiento y estanqueidad antes del vaciado del contrapiso, garantizando la funcionalidad, durabilidad y facilidad de mantenimiento del sistema hidrosanitario.

### **5.3 Rubros y análisis de precios unitarios**

Para la elaboración de los rubros se consideraron 8 capítulos:

**Tabla 33**

Descripción de los capítulos del presupuesto de obra

<b>Capítulo</b>	<b>Descripción de capítulo</b>
1	Actividades preliminares
2	Cimentación
3	Superestructura
4	Albañilería
5	Dispositivos hidrosanitarios
6	Instalaciones para agua potable (AAPP)
7	Instalaciones sanitarias y de ventilación (AASS)
8	Instalaciones para aguas lluvias (AALL)

*Nota:* Se describen los capítulos llevados a cabo en el presupuesto.

**Capítulo 1 – Actividades preliminares:** comprende las labores iniciales necesarias para la correcta implantación del proyecto, tales como el trazado y replanteo de la obra conforme a planos, la nivelación topográfica del terreno y la excavación requerida, incluyendo el desalojo del material excedente, con el fin de garantizar condiciones adecuadas para el inicio de la construcción.

**Capítulo 2 – Cimentación:** Incluye la ejecución del hormigón de replanteo, el sistema de encofrado, la colocación del acero de refuerzo y el vaciado de hormigón estructural en zapatas y cadenas de amarre, así como la construcción del contrapiso, asegurando una correcta transmisión de cargas hacia el terreno de fundación.

**Capítulo 3 – Superestructura:** Abarca la construcción de los elementos estructurales principales de la edificación, tales como columnas, vigas y losas de hormigón armado, incluyendo el suministro, corte, figurado y armado del acero de refuerzo, el uso de encofrados, la colocación del hormigón y el curado necesario para alcanzar las resistencias especificadas.

**Capítulo 4 – Albañilería:** Comprende la ejecución de muros de mampostería, el enlucido interior, los trabajos de picado y resane para la instalación de redes, así como el suministro e instalación de puertas, ventanas y muros cortina en los pisos superiores, garantizando funcionalidad y acabados adecuados.

**Capítulo 5 – Dispositivos hidrosanitarios:** Este capítulo considera el suministro e instalación de los distintos aparatos sanitarios, griferías, tinas, fregaderos, tanque de almacenamiento de agua y sistema de bombeo, incluyendo accesorios, conexiones y pruebas de funcionamiento para asegurar su correcta operación.

**Capítulo 6 – Agua Potable (AAPP):** Incluye la provisión e instalación de tuberías de PVC roscable, accesorios, uniones, codos, tees y adaptadores necesarios para la distribución eficiente del agua potable desde el tanque de almacenamiento hacia los diferentes puntos de consumo de la edificación.

**Capítulo 7 – Aguas Servidas (AASS):** Comprende la instalación de tuberías de PVC, accesorios, sifones, puntos de ventilación y cajas domiciliarias, destinados a la adecuada recolección y evacuación de las aguas residuales, cumpliendo con las pendientes y normas técnicas correspondientes.

**Capítulo 8 – Aguas Lluvias (AALL):** Abarca la instalación de tuberías, accesorios y rejillas de piso para la captación y conducción de aguas lluvias, con el objetivo de evitar acumulaciones, filtraciones y daños en la estructura de la edificación.

El análisis de precios unitarios se desarrolla para cada uno de los rubros incluidos en el presupuesto de obra. En el presente proyecto, dichos rubros corresponden a la ejecución de la obra gris de la estructura y a las instalaciones hidrosanitarias proyectadas. Los análisis de precios unitarios elaborados se presentan de manera detallada en la sección de Anexos. No obstante, en el cuerpo del documento se expone un APU representativo, en el cual se

evidencian los componentes de equipos, mano de obra, materiales, transporte y la aplicación de un porcentaje del 20% correspondiente a costos indirectos.

**Tabla 34**

Formato de análisis de precios unitarios

<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>						
<b>Código</b>	<b>Fecha</b>	<b>Proyecto</b>				
<b>#</b>	<b>"</b>	<b>DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIÓN COMERCIAL DE 3 NIVELES EN GUAYAQUIL SEGÚN NEC-15</b>				
<b>Etap</b>	<b>Nombre del capitulo</b>				<b>Rubro</b>	<b>#</b>
<b>Detalle</b>	<b>Nombre del rubro</b>				<b>Unidad</b>	<b>#</b>
<b>EQUIPOS</b>						
<b>Descripcion</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Costo por unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>
		A	B	AxB	R	D=C*R
<b>SUBTOTAL</b>						0.00
<b>MANO DE OBRA</b>						
<b>Descripcion</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Costo por unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>
		A	B	AxB	R	D=C*R
<b>SUBTOTAL</b>						0.00
<b>MATERIALES</b>						
<b>Descripcion</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Costo por unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>
		A	B		R	AxB
<b>SUBTOTAL</b>						0.00
<b>TRANSPORTE</b>						
<b>Descripcion</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Costo por unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>
		A	B	AxB	R	D=C*R
<b>SUBTOTAL</b>						0.00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>						0.00
<b>X=(M+N+O+P)</b>						
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>				20.00%		0.00
<b>OTROS ESPECIFICOS</b>						0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>						0.00

*Nota.* Se presenta el formato de elaboración de análisis de precios unitarios (APU)

## 5.4 Cantidad de obra

Para la determinación de las cantidades de obra de los distintos elementos estructurales de la edificación, se emplearon planillas de cómputo de materiales generadas mediante el software de modelación Revit. A través de esta herramienta se obtuvo el volumen de hormigón y la cantidad de acero de refuerzo requerida en cada uno de los niveles del condominio, correspondientes a la ejecución de zapatas corridas, vigas, columnas y losas. A continuación, se presentan las tablas que detallan las cantidades de obra asociadas al hormigón armado.

**Figura 45**

Hormigón en columnas

<Hormigón en columnas>		
A	B	C
Tipo	Recuento	Volumen
C35x35	12	8.62 m <sup>3</sup>
C40x40	12	6.91 m <sup>3</sup>
C45x45	16	13.85 m <sup>3</sup>

*Nota.* Se muestran los tipos de columnas, su cantidad y volumen.

**Figura 46**

Hormigón en vigas

<Hormigón en vigas>		
A	B	C
Tipo	Recuento	Volumen
R20x60	12	5.97 m <sup>3</sup>
R25x60	9	4.64 m <sup>3</sup>
V25x25	4	1.10 m <sup>3</sup>
V25x40	51	18.04 m <sup>3</sup>
V30x50	50	26.02 m <sup>3</sup>

*Nota.* Se muestran los tipos de vigas, su cantidad y volumen.

**Figura 47**

Hormigón en losas

<Hormigón en losas>		
A	B	C
Tipo	Recuento	Volumen (m3)
acera 15 cm	1	11.01 m <sup>3</sup>
carpeta de compresión 5cm	34	40.32 m <sup>3</sup>
contrapiso 15 cm	6	14.94 m <sup>3</sup>
grada 15 cm	3	8.06 m <sup>3</sup>
Losa de compresión 5 cm	5	7.68 m <sup>3</sup>

*Nota.* Se muestran los tipos de losas, su cantidad y volumen.

**Figura 48**

Hormigón en plintos

<Hormigón en zapatas>		
A	B	C
Tipo	Recuento	Volumen
PL 210x210x30	12	1.32 m <sup>3</sup>

*Nota.* Se muestran los tipos de zapatas, su cantidad y volumen.

Para la volumetría de los elementos estructurales, se obtuvieron los valores directos y se sumaron manualmente. Para la obtención de los encofrados, se dividió el volumen para la altura o base, dando así por resultado alguna de las caras, con ello se suma y se obtiene el m<sup>2</sup> de encofrado. Para la cuantificación de las longitudes de las tuberías y tubos de AAPP, AASS, AALL junto a sus accesorios correspondientes, se presenta en anexos. Para la cuantificación de la mampostería se utilizó las diversas medidas presentadas en el plano

arquitectónico y se multiplicó por la altura de entrepiso. Para los demás rubros, se utilizaron técnicas similares e ingeniosas.

### Figura 49

#### Cuantificación de acero en elementos estructurales

<Cuantificación de acero en elementos estructurales>				
A	B	C	D	E
Tipo	Diámetro de barra	Cantidad	Longitud total de barra (m)	Comentarios
E. $\phi$ 10c/	10 mm	2828	3827.06	Vigas o Columnas
$\phi$ 16	16 mm	176	662.72	Columnas
$\phi$ 18	18 mm	304	1535.20	Columnas
$\phi$ 20	20 mm	300	1262.61	Columnas
$\phi$ 4.5	5 mm	3146	11020.72	Malla electrosoldada
$\phi$ 8	8 mm	594	802.22	Malla electrosoldada
$\phi$ 10	10 mm	3	0.15	Losa
$\phi$ 14	14 mm	759	2402.31	Zapata
$\phi$ 14	14 mm	104	396.53	Vigas
$\phi$ 16	16 mm	29	112.15	Vigas
$\phi$ 18	18 mm	631	2032.94	Vigas
$\phi$ 20	20 mm	97	354.99	Vigas

*Nota.* Se muestran los tipos de barras, su diámetro, cantidad y longitud total.

## 5.5 Costo del proyecto

**Tabla 35**

Presupuesto del proyecto

RUBRO	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNIT	PRECIO TOTAL
<b>1</b>	<b>ACTIVIDADES PRELIMINARES</b>				
1.1	TRAZADO Y REPLANTEO DE LA OBRA	m2	587.56	\$ 3.12	\$ 1,833.21
1.2	EXCAVACIÓN DE ROCA Y DESALOJO DE MATERIAL	m3	21.55	\$ 8.15	\$ 175.58
1.3	NIVELACIÓN TOPOGRÁFICA	m2	587.56	\$ 0.95	\$ 555.84
				<b>SUBTOTAL:</b>	\$ 2,564.63
<b>2</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>				
2.1	HORMIGÓN DE F'C=180 KG/CM2 PARA REPLANTILLO	m3	2.65	\$ 131.59	\$ 348.70
2.2	SISTEMA DE ENCOFRADO PARA ELEMENTO DE CIMENTACIÓN	m2	83.16	\$ 17.28	\$ 1,436.99

2.3	HORMIGÓN DE F'C=210 KG/CM2 PARA ZAPATAS	m3	15.88	\$ 133.40	\$ 2,118.44
2.4	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 (INC. FIGURADO Y COLOCADO)	kg	2906.88	\$ 2.24	\$ 6,523.04
2.5	HORMIGÓN DE F'C=210 KG/CM2 PARA CADENAS DE AMARRE	m3	10.61	\$ 133.40	\$ 1,415.41
2.6	CONTRAPISO DE HORMIGÓN SIMPLE F'C = 180 KG/CM2	m3	14.94	\$ 10.84	\$ 161.93
				<b>SUBTOTAL:</b>	\$ 12,004.51
<b>3</b>	<b>SUPERESTRUCTURA</b>				
3.1	HORMIGON EN COLUMNAS	m3	29.38	\$ 160.40	\$ 4,712.55
3.2	HORMIGON EN LOSAS Y VIGAS	m3	126.77	\$ 132.56	\$ 16,804.63
3.3	MALLA ELECTROSOLDADA Y ALZAS PLASTICAS	m2	391.71	\$ 4.92	\$ 1,927.20
3.4	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	207.36	\$ 26.40	\$ 5,474.30
3.5	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGAS	m2	428.13	\$ 29.60	\$ 12,672.65
3.6	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSAS	m2	960.00	\$ 28.00	\$ 26,880.00
3.7	PROVISION CORTADO Y FIGURADO DE ACERO DE REFUERZO	kg	14589.23	\$ 0.60	\$ 8,753.54
3.8	ARMADO DE ACERO DE REFUERZO	kg	14589.23	\$ 0.40	\$ 5,835.69
3.9	CURADO DE HORMIGÓN	m2	1595.49	\$ 9.36	\$ 14,933.79
				<b>SUBTOTAL:</b>	\$ 97,994.35
<b>4</b>	<b>ALBAÑILERÍA</b>				
4.1	MAMPOSTERIA DE 10 CM	m2	1166.64	\$ 10.07	\$ 11,748.06
4.2	ENLUCIDO DE MAMPOSTERIA INTERIOR	m2	1166.64	\$ 8.52	\$ 9,939.77
4.3	PICADO Y RESANADO PARA INSTALACIONES	m	233.33	\$ 5.75	\$ 1,341.64
4.4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PUERTA DOBLES Y SIMPLES	u	12.00	\$ 266.00	\$ 3,192.00
4.5	SUMINISTRO E INSTALACION DE VENTANAS	u	10.00	\$ 111.00	\$ 1,110.00
4.6	COLOCACIÓN DE MUROS CORTINAS EN PISOS SUPERIORES	m2	174.60	\$ 247.00	\$ 43,126.20
				<b>SUBTOTAL:</b>	\$ 70,457.67
<b>5</b>	<b>DISPOSITIVOS HIDROSANITARIOS</b>				
5.1	INODOROS	u	3.00	\$ 172.20	\$ 516.59
5.2	INODOROS- DEPARTAMENTO	u	2.00	\$ 172.20	\$ 516.59
5.3	TINA PARA BAÑO (INC. GRIFERÍA)	u	1.00	\$ 456.94	\$ 913.87

5.4	LAVAMANOS PARA EMPOTRAR (INC. PROVISIÓN, MONTAJE Y GRIFERÍA)	u	5.00	\$ 80.95	\$ 80.95
5.5	FREGADERO	u	1.00	\$ 163.52	\$ 817.61
5.6	LAVADORA (INC. GRIFERÍA)	u	1.00	\$ 736.25	\$ 736.25
5.7	TANQUE PLASTIGAMA WAVIN 1300 L	u	1.00	\$ 285.58	\$ 285.58
5.8	BOMBA GRUNDFOS 0,6 HP (INC. GRIFERÍA)	u	1.00	\$ 199.52	\$ 199.52
				<b>SUBTOTAL:</b>	\$ 4,066.97
<b>6</b>	<b>INSTALACIONES PARA AGUA POTABLE (AAPP)</b>				
6.1	TUBERIAS PVC 1" ROSCABLE 6M (INC. INSTALACIÓN)	m	29.21	\$ 36.33	\$ 1,061.20
6.2	TUBERIAS PVC 3/4" ROSCABLE 6M (INC. INSTALACIÓN)	m	26.95	\$ 22.93	\$ 617.86
6.3	TUBERIAS PVC 1/2" ROSCABLE 6M	m	7.41	\$ 16.95	\$ 125.60
6.4	LINEA DORADA CODO 90° DE 1"	u	4.00	\$ 0.78	\$ 3.12
6.5	LINEA DORADA CODO 90° DE 3/4"	u	7.00	\$ 0.52	\$ 3.64
6.6	LINEA DORADA CODO 90° DE 1/2"	u	22.00	\$ 0.41	\$ 9.02
6.7	LINEA DORADA TEE DE 1"	u	2.00	\$ 1.94	\$ 3.88
6.8	LINEA DORADA TEE DE 3/4"	u	3.00	\$ 0.57	\$ 1.71
6.9	LINEA DORADA TEE DE 1/2"	u	6.00	\$ 0.57	\$ 3.42
6.10	UNIONES DE TUBERÍAS	u	32.00	\$ 1.10	\$ 35.20
6.11	ADAPTADORES PARA TANQUE	u	2.00	\$ 2.76	\$ 5.52
				<b>SUBTOTAL:</b>	\$ 1,870.16
<b>7</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS Y VENTILACIÓN (AASS)</b>				
7.1	TUBERIAS PVC 2" 6M (INC. INSTALACIÓN)	m	20.05	\$ 16.42	\$ 329.26
7.2	TUBERIAS PVC 4" 6M (INC. INSTALACIÓN)	m	41.69	\$ 29.45	\$ 1,227.94
7.3	PUNTO DE VENTILACIÓN	u	2.00	\$ 7.00	\$ 14.00
7.4	UNIONES DE TUBOS	u	36.00	\$ 5.00	\$ 180.00
7.5	CODO DE DESAGUE 90° DE 2"	u	12.00	\$ 4.00	\$ 48.00
7.6	CODO DE DESAGUE 90° DE 4"	u	8.00	\$ 9.30	\$ 74.40
7.7	CODO DE DESAGUE 45° DE 2"	u	19.00	\$ 3.30	\$ 62.70
7.8	CODO DE DESAGUE 45° DE 4"	u	32.00	\$ 9.30	\$ 297.60
7.9	TAPON PARA TUBO DE DESAGUE DE 4"	u	3.00	\$ 2.50	\$ 7.50
7.10	YEE DE DESAGUE DE 2"	u	9.00	\$ 3.30	\$ 29.70

7.11	YEE DE DESAGUE DE 4"	u	26.00	\$ 9.30	\$ 241.80
7.12	CAJA DOMICILIARIA 39X43X25 cm	u	1.00	\$ 14.77	\$ 14.77
7.13	SIFÓN DE DESAGUE DE 2"	u	7.00	\$ 7.90	\$ 55.30
<b>SUBTOTAL:</b>					\$ 2,582.97
<b>8</b>	<b>INSTALACIONES PARA AGUAS LLUVIAS</b>				
8.1	TUBERIAS PVC 3" 6M (INC. INSTALACIÓN)	m	53.33	\$ 23.79	\$ 1,268.72
8.2	UNIONES DE TUBOS	u	27.00	\$ 8.00	\$ 216.00
8.3	CODO DE DESAGUE 45° DE 3"	u	19.00	\$ 3.11	\$ 59.09
8.4	YEE DE DESAGUE DE 3"	u	2.00	\$ 11.20	\$ 22.40
8.5	REJILLAS DE PISO DE 3"	u	4.00	\$ 12.35	\$ 49.40
<b>SUBTOTAL:</b>					\$ 1,615.61
<b>TOTAL:</b>					<b>\$ 193,156.88</b>

*Nota.* Se presenta el presupuesto detallando cada rubro de la obra.

### 5.6 Cronograma de obra

Para la estimación del plazo de ejecución del proyecto se consideró la secuencialidad y simultaneidad de las actividades que conforman el proceso constructivo, así como el rendimiento promedio de cuadrillas y el desarrollo normal de una edificación de características similares. En este sentido, las actividades preliminares, que incluyen el trazado y replanteo de la obra, la nivelación topográfica y la excavación con desalojo de material, constituyen la etapa inicial del proyecto y presentan una duración estimada de una a dos semanas, ejecutándose de manera secuencial.

La etapa de cimentación comprende la ejecución del hormigón de replanteo, el armado y colocación del sistema de encofrado, la instalación del acero de refuerzo y el vaciado de hormigón en zapatas, cadenas de amarre y contrapiso. Estas actividades, aunque presentan cierta simultaneidad por frentes de trabajo, requieren tiempos mínimos de fraguado y control, por lo que se estima una duración aproximada de tres a cuatro semanas.

La ejecución de la superestructura incluye la construcción de columnas, vigas y losas de hormigón armado, considerando los trabajos de provisión, corte, figurado y armado del acero de refuerzo, el encofrado, el vaciado del hormigón y el curado correspondiente. Estas

actividades se desarrollan de manera secuencial por niveles, permitiendo la superposición parcial de tareas, y se estima una duración total de seis a ocho semanas, constituyendo la fase de mayor incidencia en el plazo del proyecto.

Una vez liberados los primeros niveles de la estructura, se inicia la etapa de albañilería, la cual comprende la ejecución de mampostería, enlucidos interiores, trabajos de picado y resane para instalaciones, así como el suministro e instalación de puertas, ventanas y muros cortina. Esta etapa puede desarrollarse en paralelo con la ejecución de las instalaciones hidrosanitarias y presenta una duración estimada de cuatro a cinco semanas.

Las instalaciones de agua potable, aguas servidas y aguas lluvias se ejecutan de manera simultánea, e incluyen la colocación de tuberías, accesorios, cajas de registro, ventilaciones y conexiones correspondientes. Estas actividades se desarrollan en coordinación con la albañilería y previo a los acabados finales, estimándose un tiempo de ejecución de tres a cuatro semanas.

Finalmente, la instalación de los dispositivos hidrosanitarios, tales como inodoros, lavamanos, tinas, fregaderos, tanque de almacenamiento y sistema de bombeo, se realiza en la etapa final del proyecto, una vez concluidos los trabajos de obra gruesa e instalaciones principales. Esta fase presenta una duración estimada de una a dos semanas.

En consecuencia, considerando la superposición de actividades y el desarrollo normal de la obra, el plazo total estimado para la ejecución del proyecto se encuentra comprendido entre dieciséis y veinte semanas, equivalente aproximadamente a cuatro a cinco meses, lo cual resulta coherente con proyectos de características y complejidad similares.

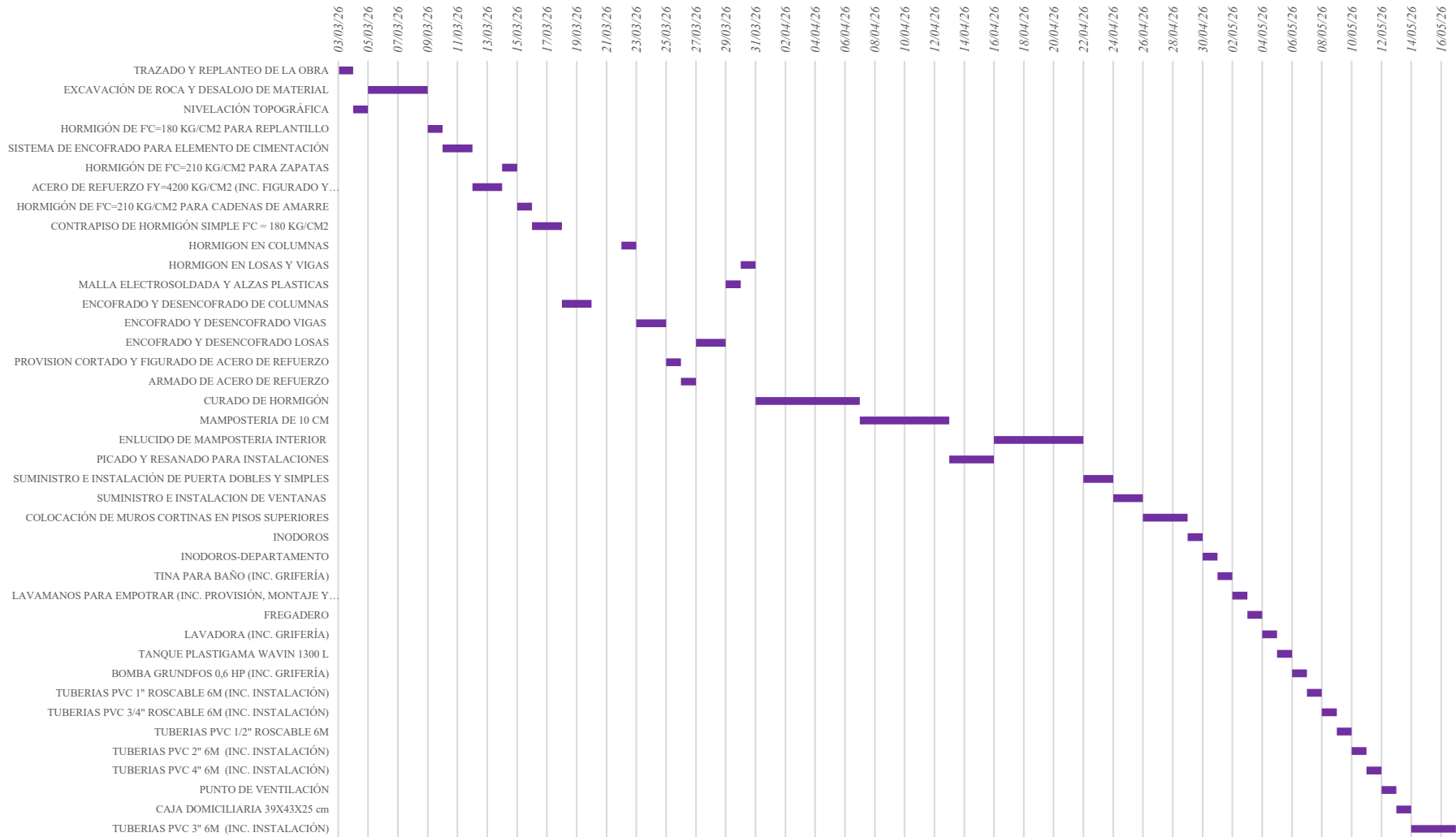
**Tabla 36**

Duración de la obra

<b>Capítulo</b>	<b>Duración</b>
Preliminares	1-2 semanas
Cimentación	3-4 semanas
Superestructura	6-8 semanas
Albañilería	4-5 semanas
Instalaciones (AAPP-AASS-AALL)	3-4 semanas (En paralelo)
Dispositivos sanitarios	1-2 semanas

*Notas:* Se presenta la duración completa del proyecto incluido el reforzamiento estructural

## Diagrama de Gantt (Cronograma de obra)



# Capítulo 6

## 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

- El proyecto permitió comparar CEC-2000 y NEC-2015, evidenciando que bajo la normativa vigente la demanda sísmica es más exigente y gobierna verificaciones de resistencia, especialmente en columnas del sistema sismorresistente.
- Los resultados evidenciaron que, aunque el peso sísmico de la estructura se mantiene, la demanda sísmica cambia al aplicar la normativa vigente, debido a variaciones en parámetros de diseño como el factor de modificación de respuesta (R) y, en consecuencia, en el coeficiente sísmico (Cs).
- El punto crítico se presentó en capacidad: bajo las combinaciones de la norma vigente se detectaron verificaciones no conformes en columnas, lo que sustenta la necesidad de incrementar su resistencia para alcanzar un desempeño consistente con la demanda considerada.
- La evaluación global mostró que las derivas cumplen los límites normativos. Sin embargo, el análisis estructural concluye que el control principal del desempeño no fue la deriva, sino la capacidad resistente de elementos críticos frente a la demanda de la norma vigente, lo que justifica proponer un incremento de capacidad en columnas.
- Considerando criterios de viabilidad e invasión arquitectónica, se concluye que la intervención debe enfocarse en alternativas que aumenten la capacidad de columnas con mínima afectación al funcionamiento y a la arquitectura del edificio.
- Desde el enfoque multidisciplinario, además del componente estructural, el proyecto integró el diseño hidrosanitario y la consolidación de entregables (planos, presupuesto y cronograma), fortaleciendo la factibilidad técnica para una futura ejecución coordinada.

## 6.2 Recomendaciones

- Realizar un levantamiento complementario previo a la intervención (dimensiones, materiales y condición real), para reducir incertidumbre del modelo y asegurar que el reforzamiento responda a la realidad construida.
- Ejecutar un diseño detallado de reforzamiento de columnas para los elementos no conformes bajo NEC-2015, definiendo alcance por niveles y ejes, detalles constructivos y secuencia de obra que minimice la invasión arquitectónica.
- Complementar el análisis con verificaciones adicionales para elementos críticos (p. ej., revisión de combinaciones gobernantes, compatibilidad entre rigidez/resistencia y efectos de segundo orden si aplica), de modo que la solución quede respaldada por el caso más desfavorable.
- Coordinar desde el inicio la solución estructural con el diseño hidrosanitario y la arquitectura, para evitar interferencias en pasos de instalaciones, recubrimientos y acabados, y reducir retrabajos en obra.
- Definir un plan de gestión de obra: control de calidad del reforzamiento (inspecciones, ensayos y registros), seguridad ocupacional, manejo de residuos y mitigación de impactos temporales durante la intervención.
- Establecer un esquema de mantenimiento e inspección postintervención (periodicidad y responsables) para asegurar el desempeño esperado y la conservación de la vida útil prolongada.

## REFERENCIAS

- Altiok, T. Y., Cetin, K., & Demir, A. (2025). Effect of shear wall opening and reinforcement around opening on the structural strengthening. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 23, 3421–3449. <https://doi.org/10.1007/s10518-025-02180-3>
- American Concrete Institute (ACI). (2014). *ACI 318-14: Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary*. ACI.
- Baek, H.-J., Jung, J.-S., Lee, K.-S., & Lee, B.-G. (2023). Seismic performance evaluation of reinforced concrete buildings retrofitted with a new concrete filled tube composite strengthening system. *Applied Sciences*, 13(24), 13231. <https://doi.org/10.3390/app132413231>
- Banihashemi, S. A., et al. (2021). Investigating the environmental impacts of construction projects using the Leopold matrix and multi-criteria decision methods. *Sustainability*, 13(19), 10922.
- Benjumea, J., Chaparro, A. C., Suárez, A., & Villalba-Morales, J. D. (2021). Desempeño sísmico y cantidades de obra de edificaciones aporricadas de concreto reforzado diseñadas para diferentes capacidades de disipación de energía. *Revista EIA*, 18(35), 1–16. <https://doi.org/10.24050/reia.v18i35.1454>
- Bulletin of Earthquake Engineering*. (2024). Code-based brittle capacity models for seismic assessment of pre code RC buildings: comparison and consequences on retrofit. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 22, 6643–6674. <https://doi.org/10.1007/s10518-024-02016-6>
- Bulletin of Earthquake Engineering*. (2025). Physics-based seismic vulnerability assessment of aging building stocks at city scale. *Bulletin of Earthquake Engineering*. <https://doi.org/10.1007/s10518-025-02210-0>

- Bungacho, J., Baquero, R. & Hernández, L. (2022). Evaluación de vulnerabilidad sísmica, análisis estructural y diseño de reforzamiento de una vivienda en Quito–Ecuador. *Ciencia, Ingenierías y Aplicaciones*, 5(2), 63–79.  
<https://doi.org/10.22206/cyap.2022.v5i2.pp63-79>
- Chopra, A. K. (2012). *Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering* (4th ed.). Pearson.
- Diéguez Santana, K., Carvajal Padilla, V. P., Ambuludi Paredes, R., Chávez, H., & Grefa, E. (2021). Evaluación de impacto ambiental en el sector de la construcción de viviendas: Caso estudio viviendas del MIDUVI en el cantón “La Maná”, Cotopaxi, Ecuador. *Revista de Iniciación Científica*, 7(1), 40–48.
- Diéguez Santana, K., Carvajal Padilla, V. P., Ambuludi Paredes, R., Chávez, H., & Grefa, E. (2021). Evaluación de impacto ambiental en el sector de la construcción de viviendas: Caso estudio viviendas del MIDUVI en el cantón “La Maná”, Cotopaxi, Ecuador. *Revista de Iniciación Científica*, 7(1), 40–48. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v7.1.3053>
- Enshassi, A., et al. (2014). Evaluation of the environmental impacts of construction projects. *Revista de la Construcción*, 29(3).
- Falcão Moreira, R., Varum, H., & Castro, J. M. (2023). Influence of masonry infill walls on the seismic assessment of non-seismically designed RC framed structures. *Buildings*, 13(5), 1148. <https://doi.org/10.3390/buildings13051148>
- Fathieh, A., & Mercan, O. (2016). Seismic evaluation of modular steel buildings. *Engineering Structures*, 122, 83–92. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2016.04.054>
- Ferdous, W., Bai, Y., Ngo, T. D., Manalo, A., & Mendis, P. (2019). New advancements, challenges and opportunities of multi-storey modular buildings. A state-of-the-art

- review. *Engineering Structures*, 183, 883–893.  
<https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.01.061>
- Fujii, K. (2024). Critical pseudo-double impulse analysis evaluating seismic energy input to reinforced concrete buildings with steel damper columns. *Frontiers in Built Environment*, 10. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2024.1369589>
- Gholami, N., Garivani, S., & Askariani, S. S. (2022). State-of-the-art review of energy-based seismic design methods. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 29(4), 1965–1996. <https://doi.org/10.1007/s11831-021-09645-z>
- Habitat y Vivienda. (2014). NEC-SE-DS: Peligro sísmico, diseño sismo resistente parte 1. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/2.-NEC-SE-DS-Peligro-Sismico-parte-1.pdf>
- Habitat y Vivienda. (2014). NEC-SE-RE: Riesgo sísmico, evaluación, rehabilitación de estructuras. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/GUIA-5-EVALUACION-Y-REHABILITACION.pdf>
- Instituto Geofísico. (2016). Informe del sismo de Pedernales del 16 de abril de 2016. Escuela Politécnica Nacional.
- International Conference of Building Officials (ICBO). (1997). Uniform Building Code (UBC-97). ICBO.
- Işık, E. (2021). A comparative study on the structural performance of an RC building based on updated seismic design codes: case of Turkey. *Challenge Journal of Structural Mechanics*, 7(3), 123–134. <https://doi.org/10.20528/cjsmec.2021.03.002>
- Li, H., Ding, L., & Liu, Y. (2024). Seismic performance analysis of concrete columns reinforced with prestressed wire ropes embedded in polyurethane cement composites. *Buildings*, 14(4), 993. <https://doi.org/10.3390/buildings14040993>

- Li, W., Che, X., Wan, T., Wu, L., Wang, X., Zhou, Y., & Liu, H. (2023). Research on seismic performance evaluation of prefabricated reinforced concrete structures in high-rise buildings. *International Journal of Frontiers in Engineering Technology*, 5(9), 11–14. <https://doi.org/10.25236/IJFET.2023.050903>
- López, O. A. (2014). Guía para la evaluación de edificaciones existentes con fines de adecuación sísmica. Caracas: CAF. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/895>
- Mena Moreira, A. L. (2018). Evaluación de impacto ambiental para la construcción y operación de la ampliación y remodelación del Hotel “Hampton By Hilton”, Cantón Guayaquil (Tesis de grado). Universidad de Guayaquil.
- Messaoudi, A., Chebili, R., Mohamed, H., & Rodrigues, H. (2022). Influence of masonry infill wall position and openings in the seismic response of reinforced concrete frames. *Applied Sciences*, 12(19), 9477. <https://doi.org/10.3390/app12199477>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). (2015). Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-2015). Quito, Ecuador.
- Montoya Rios, F. S. (2025). Impactos ambientales de la construcción del componente 1 del proyecto “Sistema de tratamiento de aguas residuales de la cuenca del Lago Titicaca”, Ilave, aplicando la matriz de Leopold turbinada (Tesis de pregrado). Universidad Privada de Ciencias Aplicadas.
- Olmo, J., & González, P. (2013). Sistemas constructivos prefabricados y modulares en zonas sísmicas. *Revista Ingeniería y Construcción*, 28(2), 115–126.
- Özmen, H. B., & Inel, M. (2024). Effect of concrete strength and detailing properties on seismic damage for RC structures. *Research and Design*, 1(1), 1–11. <https://doi.org/10.17515/rede2024-005en1124rs>

- Palmiotta, A., Garbellini, S., Audisio, L., Sulla, R., D'Amato, M., & Gigliotti, R. (2023). Seismic behaviour of steel modular buildings: Numerical analysis and comparisons between different design solutions. *Procedia Structural Integrity*, 44, 1156–1163.
- Pan, W., & Zhang, Z. (2023). Benchmarking the sustainability of concrete and steel modular construction for buildings in urban development. *Sustainable Cities and Society*, 90, 104400. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104400>
- Quispe-Quezada, L. P., & Flores-Asencio, S. (2022). Impacto ambiental sonoro en la construcción de la urbanización Perlas del Altiplano, Juliaca. *Micaela Revista de Investigación – UNAMBA*, 3(1), 35–38. <https://doi.org/10.57166/micaela.v3.n1.2022.75>
- Semblantes Vélez, M. L. (2015). Modificación en la norma ecuatoriana de diseño sísmico NEC-SE-DS: Peligro sísmico, diseño sismo resistente. [https://masterieg.uc.cl/wp-content/uploads/2022/04/201511\\_MARCELO\\_LEONARDO\\_SEMBLANTES\\_V%33%89LEZ.pdf](https://masterieg.uc.cl/wp-content/uploads/2022/04/201511_MARCELO_LEONARDO_SEMBLANTES_V%33%89LEZ.pdf)
- Sika. (2017). Folleto Reforzamiento Estructuras de Concreto 2017-1 [Folleto]. <https://col.sika.com/dms/getdocument.get/e28ca587-f9f9-3a7b-a7b8-213d78a63fa9/Folleto%20Reforzamiento%20Estructuras%20de%20Concreto%202017-1.pdf>
- Vistín Guamantaqui, H. S. (2019). Trabajo de fin de máster: Evaluación sísmica de edificaciones existentes en Guayaquil. Universidad Politécnica de Madrid. [https://oa.upm.es/54436/1/TFM\\_HECTOR\\_SANTIAGO\\_VISTIN\\_GUAMANTAQUII.pdf](https://oa.upm.es/54436/1/TFM_HECTOR_SANTIAGO_VISTIN_GUAMANTAQUII.pdf)
- Wen, Y., Cai, G., Malla, P. B., Kikuchi, H., & Xie, C. (2024). Seismic Behavior of Resilient Reinforced Concrete Columns with Ultra-High-Strength Rebars Under Strong

Earthquake-Induced Multiple Reversed Cyclic Loading. *Buildings*, 14(12), 3747.

<https://doi.org/10.3390/buildings14123747>

Wight, J. K., & MacGregor, J. G. (2012). *Reinforced Concrete: Mechanics and Design* (6<sup>a</sup> ed.). Pearson Education.

Xiong, Z., Liang, J., & Chen, X. (2025). Seismic performance evaluation of reinforced concrete frame–shear wall structural systems in thermal power plants. *Buildings*, 15(3), 419. <https://doi.org/10.3390/buildings15030419>

# **PLANOS Y ANEXOS**

Nodo	Zona	Equipo	Cantidad	Caudal (L/s)	Factor de servicio	Caudal máx probable (L/s)	Diámetro (in)	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Material	Coefficiente de rugosidad	Perdidas por fricción (m/m)
1	Baño de servicio (3er planta)	Lavamano	1	0.1								
		Inodoro	1	0.2								
		<b>Total nodo 1</b>	2	0.3	1.000	0.300	1/2	0.32	2.53	PVC	0.00010	0.475
2	Baño dormitorio (3er planta)	Lavamano	1	0.1								
		Inodoro	1	0.2								
		Ducha	1	0.2								
		<b>Total nodo 2</b>	3	0.5	0.707	0.354	3/4	0.38	1.33	PVC	0.00010	0.093
<b>Total nodo 1+2</b>	5	0.8	0.500	0.400	3/4	0.44	1.54	PVC	0.00010	0.121		
3	Cocina (3era planta)	Fregadero	1	0.2								
		Refrigeradora	1	0.1								
		Lavadora	1	0.2								
		<b>Total nodo 3</b>	3	0.5	0.707	0.354	3/4	0.38	1.33	PVC	0.00010	0.093
<b>Total nodo 1+2+3</b>	8	1.3	0.378	0.491	3/4	0.5	1.75	PVC	0.00010	0.151		
4	baño (2da planta)	Lavamano	1	0.1								
		Inodoro	1	0.2								
		<b>Total nodo 4</b>	2	0.3	1.000	0.300	3/4	0.32	1.12	PVC	0.00010	0.069
<b>Total nodo 1+2+3+4</b>	10	1.6	0.333	0.533	3/4	0.57	1.99	PVC	0.00010	0.189		
5	baño (1er planta)	Lavamano	1	0.1								
		Inodoro	1	0.2								
		<b>Total nodo 5</b>	2	0.3	1.000	0.300	1	0.38	0.75	PVC	0.00010	0.024
<b>Total nodo 1+2+3+4+5</b>	12	1.9	0.302	0.573	1	0.57	1.12	PVC	0.00010	0.048		
6	baño (planta baja)	Lavamano	1	0.1								
		Inodoro	1	0.2								
		<b>Total nodo 6</b>	2	0.3	1.000	0.300	1	0.38	0.75	PVC	0.00010	0.024
<b>Total nodo 1+2+3+4+5+6</b>	14	2.2	0.277	0.610	1	0.76	1.49	PVC	0.00010	0.080		
<b>Línea de succión</b>	14	2.2	0.277	0.610	1	0.76	1.49	AG	0.00023	0.183		

Tipo	Accesorios	A	B	C	D (in)	Le (unidad)
Succión	Valvula de pie de coladera de cobre	6.38	0.4	130	1	0.561
	Codo 90° de acero galvanizado	0.52	0.04	120	1	0.060
	Salida de tubería de acero galvanizado	0.77	0.04	120	1	0.070
	Valvula de compuerta de acero galvanizado	0.17	0.03	120	1	0.037
Impulsión	Tee paso directo PVC	0.77	0.04	150	1	0.047
	Tee paso directo PVC	0.77	0.04	150	3/4	0.042
	Tee paso directo PVC	0.77	0.04	150	1/2	0.036
	Tee con reducción PVC	0.56	0.33	150	1	0.233
	Tee con reducción PVC	0.56	0.33	150	3/4	0.229
	Codo 90° PVC	0.52	0.04	150	1	0.040
	Codo 90° PVC	0.52	0.04	150	3/4	0.037
	Codo 90° PVC	0.52	0.04	150	1/2	0.033
	Valvula de compuerta abierta de cobre	0.17	0.03	140	1	0.028
	Valvula de globo abierta PVC	8.44	0.5	150	1	0.551
	Valvula de globo abierta PVC	8.44	0.5	150	3/4	0.496
Valvula de globo abierta PVC	8.44	0.5	150	1/2	0.441	

Accesorio	Dispositivo crítico a N1	N1 a N2	N2 a N3	N3 a N4	N4 a N5	N5 a N6	N6 a bomba
Tee paso directo PVC 1"							1
Tee paso directo PVC 3/4"				1	1		
Tee paso directo PVC 1/2"		1					
Tee con reducción PVC 1" a 3/4"						1	1
Tee con reducción PVC 3/4" a 1/2"			3	1	1	1	
Codo 90° PVC 1"							4
Codo 90° PVC 3/4"			4	1	1	1	
Codo 90° PVC 1/2"	2	4	2	4	2	2	3
Valvula de compuerta abierta de cobre 1"							1
Valvula de globo abierta PVC 1"							1
Valvula de globo abierta PVC 3/4"					1	1	
Valvula de globo abierta PVC 1/2"	1	2	3	2	2	2	2
Longitud efectiva	0.51	1.05	2.22	1.32	1.75	1.94	2.00

Caja de inspección o nodo	Zona	Equipo	Unidades de descarga	Unidades de descarga (sum)	Chart 5.3				MATERIAL	Diseño (Charts)			Capacidad Hidráulica	Desnivel	LQ/Qo < 75%?	
					Caudal (L/s)	Longitud (m)	Diámetro (in)	Pendiente de demanda (%)		Coefficiente de Manning (n)	Pendiente adoptada (%)	Qo (L/s)				Vo (m/s)
1	Baño de servicio (3er planta)	Lavamanos	1													
		Inodoro	2													
			3	3	1.27	1.4	4	0.9%	0.009	1%	7.78	0.96	7.784	16%	0.014	CUMPLE
2	Baño dormitorio (3er planta)	Lavamanos	1													
		Inodoro	2													
		Ducha	2													
			5	6	1.57	9.1	4	0.9%	0.009	1%	7.78	0.96	7.784	20%	0.091	CUMPLE
3	Cocina (3er planta)	Fregadero	2													
		Refrigeradora	1													
		Lavadora	3													
			6	14	1.91	2	4	0.9%	0.009	1%	7.78	0.96	7.784	25%	0.02	CUMPLE
4	baño (2da planta)	Lavamanos	1													
		Inodoro	2													
			3	17	2.04	2.2	4	0.9%	0.009	1%	7.78	0.96	7.784	26%	0.022	CUMPLE
5	baño (1er planta)	Lavamanos	1													
		Inodoro	2													
			3	20	2.19	2.2	4	0.9%	0.009	1%	7.78	0.96	7.784	28%	0.022	CUMPLE
6	baño (planta baja)	Lavamanos	1													
		Inodoro	2													
			3	23	2.3	16	4	0.9%	0.009	1%	7.78	0.96	7.784	30%	0.16	CUMPLE

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO							
Código	Fecha	Proyecto					
AP	16/1/2026	DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIÓN COMERCIAL DE 3 NIVELES EN GUAYAQUIL SEGÚN NEC-15					
Etapa	ACTIVIDADES PRELIMINARES					Rubro	1.1
Detalle	TRAZADO Y REPLANTEO DE LA OBRA					Unidad	m2
EQUIPOS							
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
Herramienta manual (5% mo)	GLOBAL	3.00	3.16	9.48	0.0100	0.09	
Teodolito	HM	1.40	2.35	2.35	0.0224	0.05	
SUBTOTAL							0.15
MANO DE OBRA							
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
Topógrafo	HH	1.40	4.65	6.51	0.0224	0.15	
Peón	HH	4.20	4.14	17.39	0.0672	1.17	
SUBTOTAL							1.31
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	AxB	
Cal hidratada	bls	0.050	5.400			0.27	
Cuarton 4X2 m	UNIDAD	0.100	1.50			0.15	
Clavos pequeños 2, 2 1/2", 3", 3 1/2"	caja	0.010	63.830			0.64	
Tiras de madera	UNIDAD	0.200	0.40			0.08	
SUBTOTAL							1.14
TRANSPORTE							
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
SUBTOTAL							0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				2.60	
		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	0.52	
		OTROS ESPECIFICOS				0.00	
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				3.12	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
Código	Fecha	Proyecto				
AP	16/1/2026	DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIÓN COMERCIAL DE 3 NIVELES EN GUAYAQUIL SEGÚN NEC-15				
Etapa	ACTIVIDADES PRELIMINARES				Rubro	1.2
Detalle	EXCAVACIÓN DE ROCA Y DESALOJO DE MATERIAL				Unidad	m3
EQUIPOS						
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Herramienta manual (5% mo)	GLOBAL	3.00	3.16	9.48	0.0100	0.09
Retroexcavadora caterpillar E20	hm	0.03	7.00	0.18	0.6000	0.11
Cargadora frontal	HM	0.20	7.50	1.50	0.6000	0.90
SUBTOTAL						1.10
MANO DE OBRA						
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Maestro mayor de obra	HH	1.00	4.42	4.42	0.10	0.44
Peón	HH	1.00	4.42	4.42	1.00	4.42
Operario de maquinaria	HH	1.00	4.14	4.14	0.2000	0.83
SUBTOTAL						5.69
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	AxB
SUBTOTAL N						0.00
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	D=C*R
SUBTOTAL						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				6.79
		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	1.36
		OTROS ESPECIFICOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				8.15

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO							
Código	Fecha	Proyecto					
AP	16/11/2026	DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIÓN COMERCIAL DE 3 NIVELES EN GUAYAQUIL SEGÚN NEC-15					
<b>Etap</b>	ACTIVIDADES PRELIMINARES				<b>Rubro</b>	1.3	
<b>Detalle</b>	NIVELACIÓN TOPOGRÁFICA				<b>Unidad</b>	m2	
EQUIPOS							
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unid	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
Herramienta manual (5% mo)	GLOBAL	3.00	3.16	9.48	0.0100	0.09	
Teodolito	HM	1.40	2.35	2.35	0.0224	0.05	
SUBTOTAL						0.15	
MANO DE OBRA							
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unid	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
Peón	HH	0.01	4.14	0.04	1.5000	0.06	
Cadenero	HH	0.08	4.19	0.34	1.5000	0.50	
SUBTOTAL						0.56	
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unid	Rendimiento	Costo	
		A	B		R	AxB	
Tiras 2.5X2.5X250	UNIDAD	0.200	0.380			0.08	
SUBTOTAL						0.08	
TRANSPORTE							
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unid	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
SUBTOTAL						0.00	
		TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					0.79
		INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%	0.16
		OTROS ESPECIFICOS					0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.95

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO							
Código	Fecha	Proyecto					
AP	16/1/2026	DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIÓN COMERCIAL DE 3 NIVELES EN GUAYAQUIL SEGÚN NEC-15					
Etapa	CIMENTACIÓN					Rubro	2.1
Detalle	HORMIGÓN DE F'c=180 KG/CM2 PARA REPLANTILLO					Unidad	m3
EQUIPOS							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
Camion comba estacionado	HH	0.06	208.69	13.15	1.0000	13.15	
Herramienta manual (5% mo)	GLOBAL	3.00	3.16	9.48	0.1000	0.95	
						0.00	
						0.00	
						0.00	
SUBTOTAL							14.10
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
Maestro de estructura mayor	HH	0.067	11.07	0.74	1.5000	1.11	
Ayudante estructurista	HH	0.224	7.09	1.59	1.5000	2.38	
SUBTOTAL							3.49
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B		R	AxB	
Hormigon simple f'c=180 kg/cm2	M3	1.050	87.68			92.06	
						0.00	
						0.00	
						0.00	
SUBTOTAL							92.06
TRANSPORTE							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
SUBTOTAL							0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							109.65
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%			21.93
OTROS ESPECIFICOS							0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							131.59

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
Código	Fecha	Proyecto				
AP	16/1/2026	DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIÓN COMERCIAL DE 3 NIVELES EN GUAYAQUIL SEGÚN NEC-15				
<b>Etap</b>	CIMENTACIÓN				<b>Rubro</b>	2.2
<b>Detalle</b>	SISTEMA DE ENCOFRADO PARA ELEMENTO DE CIMENTACIÓN				<b>Unidad</b>	m2
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Regla vibrante de 3 m	HH	0.333	5.73	1.91	1.0000	1.91
Camión bomba estacionado en obra	HH	0.042	208.69	8.76	1.0000	2.15
Herramienta manual (5% mo)	GLOBAL	3.00	3.16	9.48	0.1000	0.95
SUBTOTAL						5.01
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Fierrero	HH	0.016	4.19	0.07	1.5000	0.10
Ayudante de fierrero	HH	0.023	4.14	0.10	1.5000	0.14
Maestro de estructura mayor	HH	0.01	4.65	0.05	1.5000	0.07
Ayudante estructurista	HH	0.135	4.42	0.60	1.5000	0.90
SUBTOTAL						1.21
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	AxB
parador homologado para cimentacion	UNIDAD	5	0.18			0.90
n varras corrugadas, grado 60, fy=4200	KG	1.765	1.45			2.56
galvanizado para atar, de 1.30 mm de c	KG	0.009	1.84			0.02
dera para encofrar, de 26 mm de espes	M3	0.01	470.98			4.71
SUBTOTAL						8.19
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)						14.40
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%		2.88
OTROS ESPECIFICOS						0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO						17.28

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
Código	Fecha	Proyecto				
AP	16/1/2026	DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIÓN COMERCIAL DE 3 NIVELES EN GUAYAQUIL SEGÚN NEC-15				
Etapa	CIMENTACIÓN				Rubro	2.3
Detalle	HORMIGÓN DE F'C=210 KG/CM2 PARA ZAPATAS				Unidad	m3
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Regla vibrante de 3 m	HH	0.333	5.73	1.91	1.0000	1.91
Camión bomba estacionado en obra	HH	0.042	208.69	8.76	1.0000	2.15
Herramienta manual (5% mo)	GLOBAL	3.00	3.16	9.48	0.1000	0.95
SUBTOTAL						5.01
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Fierrero	HH	0.016	4.19	0.07	1.5000	0.10
Ayudante fierrero	HH	0.023	4.14	0.10	1.5000	0.14
Maestro de estructura mayor	HH	0.01	4.65	0.05	1.5000	0.07
Ayudante estructurista	HH	0.135	4.42	0.60	1.5000	0.90
SUBTOTAL						1.21
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	AxB
Separador homologado para cimentacion	UNIDAD	5	0.18			0.90
Hormigon Fc=210 kg/cm2	M3	1.05	99.1			104.06
SUBTOTAL						104.96
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)						111.17
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%		22.23
OTROS ESPECIFICOS						0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO						133.40

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
Código	Fecha	Proyecto				
AP	16/1/2026	DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIÓN COMERCIAL DE 3 NIVELES EN GUAYAQUIL SEGÚN NEC-15				
<b>Etapa</b>	CIMENTACIÓN				<b>Rubro</b>	2.4
<b>Detalle</b>	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 (INC. FIGURADO Y COLOCADO)				<b>Unidad</b>	kg
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Cortadora dobladora de hierro	HH	1	0.51	0.51	0.0300	0.02
SUBTOTAL						0.02
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Peón	HH	1	4.14	4.14	0.1000	0.41
Fierrero	HH	1	4.19	4.19	0.1000	0.42
Maestro de Obra	HH	1	4.42	4.42	0.0100	0.04
SUBTOTAL						0.88
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	AxB
Alambre galvanizado No.18 para atar	KG	0.05	2.54			0.13
cero en varras corrugadas fy=4200 kg/cm	KG	1.05	0.81			0.85
SUBTOTAL						0.98
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)						1.87
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%		0.37
OTROS ESPECIFICOS						0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO						2.24

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
Código	Fecha	Proyecto				
AP	16/1/2026	DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIÓN COMERCIAL DE 3 NIVELES EN GUAYAQUIL SEGÚN NEC-15				
Etapa	CIMENTACIÓN				Rubro	2.5
Detalle	HORMIGÓN DE F'c=210 KG/CM2 PARA CADENAS DE AMARRE				Unidad	m3
EQUIPOS						
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Regla vibrante de 3 m	HH	0.333	5.73	1.91	1.0000	1.91
Camión bomba estacionado en obra	HH	0.042	208.69	8.76	1.0000	2.15
Herramienta manual (5% mo)	GLOBAL	3.00	3.16	9.48	0.1000	0.95
SUBTOTAL						5.01
MANO DE OBRA						
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Fierrero	HH	0.016	4.19	0.07	1.5000	0.10
Ayudante fierrero	HH	0.023	4.14	0.10	1.5000	0.14
Maestro de estructura mayor	HH	0.01	4.65	0.05	1.5000	0.07
Ayudante estructurista	HH	0.135	4.42	0.60	1.5000	0.90
SUBTOTAL						1.21
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	AxB
Esparador homologado para cimentaciones	UNIDAD	5	0.18			0.90
Hormigon Fc=210 kg/cm2	M3	1.05	99.1			104.06
SUBTOTAL						104.96
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)						111.17
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%		22.23
OTROS ESPECIFICOS						0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO						133.40

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO							
Código	Fecha	Proyecto					
AP	16/1/2026	DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIÓN COMERCIAL DE 3 NIVELES EN GUAYAQUIL SEGÚN NEC-15					
<b>Etap</b>	CIMENTACIÓN					<b>Rubro</b>	2.6
<b>Detalle</b>	CONTRAPISO DE HORMIGÓN SIMPLE F'C = 180 KG/CM2					<b>Unidad</b>	m3
EQUIPOS							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
Herramienta manual (5% mo)	GLOBAL	3.00	3.16	9.48	0.1000	0.95	
Escladora de concreto tambor 18HP 11	hm	0.04	4.53	0.18	1.0000	2.40	
SUBTOTAL						3.35	
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
Maestro mayor de obra	HH	0.04	4.42	0.18	1.0000	0.18	
Albañil	HH	0.37	4.19	1.55	1.0000	1.55	
Peón	HH	0.27	4.14	1.12	1.0000	1.12	
SUBTOTAL						2.84	
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	AxB	
Cemento Portland tipo GU (42,5 kg)	BLS	0.500	3.000			1.50	
Hormigón (Puesto en obra)	M3	0.113	11.65			1.32	
Agua	M3	0.017	1.340			0.02	
						0.00	
SUBTOTAL						2.84	
TRANSPORTE							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
SUBTOTAL						0.00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)						9.03	
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%		1.81	
OTROS ESPECIFICOS						0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO						10.84	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
Código	Fecha	Proyecto				
ES	16/1/2026	DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIÓN COMERCIAL DE 3 NIVELES EN GUAYAQUIL SEGÚN NEC-15				
<b>Etap</b>	Hidrosanitario				<b>Rubro</b>	3.2
<b>Detalle</b>	HORMIGON EN LOSAS Y VIGAS				<b>Unidad</b>	m3
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	HH					0.21
SUBTOTAL						0.21
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Peón Cat-E2	HH	1.00	4.14	4.14	0.500	2.07
Plomero Cat-D2	HH	1.00	4.19	4.19	0.500	2.10
SUBTOTAL						4.17
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	AxB
Sifón lavabo	UNIDAD	1.00	2.00			2.00
Llave Livorno Lavamanos	UNIDAD	1.00	67.90			67.90
Lavamanos Peggio	UNIDAD	1.00	67.54			67.54
Cinta teflon 12 mmx10mm C/Carrete	UNIDAD	4.00	0.42			1.68
SUBTOTAL						139.12
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)						143.50
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%		28.70
OTROS ESPECIFICOS						0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO						172.20

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
Código	Fecha	Proyecto				
HS	16/11/2026	DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIÓN COMERCIAL DE 3 NIVELES EN GUAYAQUIL SEGÚN NEC-15				
<b>Etap</b>		Hidrosanitario			<b>Rubro</b>	5.1
<b>Detalle</b>		INODOROS			<b>Unidad</b>	UNIDAD
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	HH					0.21
SUBTOTAL						0.21
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Peón Cat-E2	HH	1.00	4.14	4.14	0.500	2.07
Plomero Cat-D2	HH	1.00	4.19	4.19	0.500	2.10
SUBTOTAL						4.17
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
Sifón lavabo	UNIDAD	1.00	2.00			2.00
Llave Livorno Lavamanos	UNIDAD	1.00	67.90			67.90
Lavamanos Reggio	UNIDAD	1.00	67.54			67.54
Cinta teflon 12 mmx10mm C/Carrete	UNIDAD	4.00	0.42			1.68
SUBTOTAL						139.12
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)						143.50
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%		28.70
OTROS ESPECIFICOS						0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO						172.20

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
Código	Fecha	Proyecto				
HS	16/11/2026	DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIÓN COMERCIAL DE 3 NIVELES EN GUAYAQUIL SEGÚN NEC-15				
<b>Etap</b>	Hidrosanitario				<b>Rubro</b>	5.2
<b>Detalle</b>	INODOROS-DEPARTAMENTO				<b>Unidad</b>	UNIDAD
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	HH					0.21
SUBTOTAL						0.21
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Peón Cat-E2	HH	1.00	4.14	4.14	0.500	2.07
Plomero Cat-D2	HH	1.00	4.19	4.19	0.500	2.10
SUBTOTAL						4.17
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
Sifón lavabo	UNIDAD	1.00	2.00			2.00
Llave Livorno Lavamanos	UNIDAD	1.00	67.90			67.90
Lavamanos Reggio	UNIDAD	1.00	67.54			67.54
Cinta teflon 12 mmx10mm C/Carrete	UNIDAD	4.00	0.42			1.68
SUBTOTAL						139.12
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				143.50
		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	28.70
		OTROS ESPECIFICOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				172.20

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
Código	Fecha	Proyecto				
HS	16/1/2026	DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIÓN COMERCIAL DE 3 NIVELES EN GUAYAQUIL SEGÚN NEC-15				
Etapa	Hidrosanitario				Rubro	5.3
Detalle	TINA PARA BAÑO (INC. GRIFERÍA)				Unidad	UNIDAD
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	HH					0.16
SUBTOTAL						0.16
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Maestro mayor Cat-C1	HH	0.75	4.65	3.49	0.250	0.87
Peón Cat-E2	HH	1.50	4.14	6.21	0.250	1.55
Plomero Cat-D2	HH	0.75	4.19	3.14	0.250	0.79
SUBTOTAL						3.21
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	AxB
Tina confor y griferia	UNIDAD	1.00	376.57			376.57
Cinta teflon 12 mmx10mm C/Carrete	UNIDAD	2.00	0.42			0.84
SUBTOTAL						377.41
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)						380.78
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%		76.16
OTROS ESPECIFICOS						0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO						456.94

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
Código	Fecha	Proyecto				
HS	16/11/2026	DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIÓN COMERCIAL DE 3 NIVELES EN GUAYAQUIL SEGÚN NEC-15				
<b>Etap</b>	Hidrosanitario				<b>Rubro</b>	5.4
<b>Detalle</b>	LAVAMANOS PARA EMPOTRAR (INC. PROVISIÓN, MONTAJE Y GRIFERÍA)				<b>Unidad</b>	UNIDAD
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	HH					0.83
SUBTOTAL						0.83
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Peón	HH	1.00	4.14	4.14	2.000	8.28
Albañil	HH	1.00	4.19	4.19	2.000	8.38
SUBTOTAL						16.66
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
Teflón 10 m	UNIDAD	0.50	0.55			0.28
Tubo de abasto inodoro	UNIDAD	1.00	1.48			1.48
Grifería para lavamanos	UNIDAD	1.00	11.47			11.47
Lavamanos para empotrar en mueble	UNIDAD	1.00	36.74			36.74
SUBTOTAL						49.97
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)						67.46
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%		13.49
OTROS ESPECIFICOS						0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO						80.95

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO							
Código	Fecha	Proyecto					
HS	16/1/2026	DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIÓN COMERCIAL DE 3 NIVELES EN GUAYAQUIL SEGÚN NEC-15					
<b>Etapa</b>	Hidrosanitario					<b>Rubro</b>	5.5
<b>Detalle</b>	FREGADERO					<b>Unidad</b>	UNIDAD
EQUIPOS							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
Herramienta menor 5% M.O	HH					0.21	
SUBTOTAL						0.21	
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
Peón Cat-E2	HH	1.00	4.14	4.14	0.500	2.07	
Plomero Cat-D2	HH	1.00	4.19	4.19	0.500	2.10	
SUBTOTAL						4.17	
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	AxB	
Fregadero 1 pozo 49x43	UNIDAD	1.00	97.05			97.05	
Llave con pico para Fregadero	UNIDAD	1.00	33.16			33.16	
Cinta teflon 12 mmx10mm C/Carrete	UNIDAD	4.00	0.42			1.68	
SUBTOTAL						131.89	
TRANSPORTE							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
SUBTOTAL						0.00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)						136.27	
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%		27.25	
OTROS ESPECIFICOS						0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO						163.52	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO								
Código	Fecha	Proyecto						
HS	16/12/2026	DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIÓN COMERCIAL DE 3 NIVELES EN GUAYAQUIL SEGÚN NEC-15						
<b>Etap</b>	Hidrosanitario						<b>Rubro</b>	5.8
<b>Detalle</b>	BOMBA GRUNDFOS 0.6 HP (INC. GRIFERÍA)						<b>Unidad</b>	u
EQUIPOS								
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo		
Herramienta menor 5% M.O	%	A	B	AxB	R	D=C/R	1.95	
SUBTOTAL							1.95	
MANO DE OBRA								
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo		
Peón	HH	A	B	AxB	R	D=C/R		
Plomero	HH	1.00	4.14	4.14	3.000		12.42	
Maestro de Obra	HH	1.00	4.19	4.19	3.000		12.57	
		1.00	4.65	4.65	3.000		13.95	
SUBTOTAL							38.94	
MATERIALES								
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo		
Bomba grundfos de 0.6 hp	UNIDAD	A	B	AxB	R	D=C/R		
		1.00	125.38				125.38	
SUBTOTAL							125.38	
TRANSPORTE								
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo		
		A	B	AxB	R	D=C/R		
SUBTOTAL							0.00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+M+O+P)						166.27		
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%		33.25		
OTROS ESPECIFICOS						0.00		
COSTO TOTAL DEL RUBRO						199.52		



ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO							
Código	Fecha	Proyecto					
HS	16/11/2026	DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIÓN COMERCIAL DE 3 NIVELES EN GUAYAQUIL SEGÚN NEC-15					
Etapa	Instalaciones para agua potable (AAPP)					Rubro	6.2
Detalle	TUBERIAS PVC 3/4" ROSCABLE 6M (INC. INSTALACIÓN)					Unidad	m
EQUIPOS							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
Herramienta menor 5% M.O	HH					0.33	
SUBTOTAL						0.33	
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
Maestro mayor Cat-C1	HH	1.00	4.65	4.65	0.500	2.33	
Peón Cat-E2	HH	1.00	4.14	4.14	0.500	2.07	
Plomero Cat-D2	HH	1.00	4.19	4.19	0.500	2.10	
SUBTOTAL						6.50	
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	AxB	
TUBERIAS PVC 3/4" ROSCABLE DE 6 M	6M	1.00	12.28			12.28	
SUBTOTAL						12.28	
TRANSPORTE							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
				0.00		0.00	
				0.00		0.00	
SUBTOTAL						0.00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)						19.11	
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%		3.82	
OTROS ESPECIFICOS						0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO						22.93	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO							
Código	Fecha	Proyecto					
HS	16/11/2026	DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIÓN COMERCIAL DE 3 NIVELES EN GUAYAQUIL SEGÚN NEC-15					
<b>Etapa</b>	Instalaciones para agua potable (AAPP)					<b>Rubro</b>	6.3
<b>Detalle</b>	TUBERIAS PVC 1/2" ROSCABLE 6M					<b>Unidad</b>	m
<b>EQUIPOS</b>							
<b>Descripcion</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Costo por unida</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>	
Herramienta menor 5% M.O	HH	A	B	AxB	R	D=C*R	
						0.33	
SUBTOTAL						0.33	
<b>MANO DE OBRA</b>							
<b>Descripcion</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Costo por unida</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>	
Maestro mayor Cat-C1	HH	1.00	4.65	4.65	0.500	2.33	
Peón Cat-E2	HH	1.00	4.14	4.14	0.500	2.07	
Plomero Cat-D2	HH	1.00	4.19	4.19	0.500	2.10	
SUBTOTAL						6.50	
<b>MATERIALES</b>							
<b>Descripcion</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Costo por unida</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>	
TUBERIAS PVC 1/2" ROSCABLE DE 6 M	6M	1.00	7.3		R	AxB	
						7.30	
SUBTOTAL						7.30	
<b>TRANSPORTE</b>							
<b>Descripcion</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Costo por unida</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
				0.00		0.00	
				0.00		0.00	
SUBTOTAL						0.00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)						14.13	
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20.00%	2.83	
OTROS ESPECIFICOS						0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO						16.95	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO							
Código	Fecha	Proyecto					
HS	16/11/2026	DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIÓN COMERCIAL DE 3 NIVELES EN GUAYAQUIL SEGÚN NEC-15					
Etapa	INSTALACIONES SANITARIAS Y VENTILACIÓN (AASS)					Rubro	7.1
Detalle	TUBERIAS PVC 2" 6M (INC. INSTALACIÓN)					Unidad	m
EQUIPOS							
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unida	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
Herramienta menor 5% M.O	HH					0.33	
SUBTOTAL						0.33	
MANO DE OBRA							
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unida	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
Maestro mayor Cat-C1	HH	1.00	4.65	4.65	0.500	2.33	
Peón Cat-E2	HH	1.00	4.14	4.14	0.500	2.07	
Plomero Cat-D2	HH	1.00	4.19	4.19	0.500	2.10	
SUBTOTAL						6.50	
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unida	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
TUBERIAS PVC 2" DE 6 M	6M	1.00	6.86			6.86	
SUBTOTAL						6.86	
TRANSPORTE							
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unida	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
				0.00		0.00	
				0.00		0.00	
SUBTOTAL						0.00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)						13.69	
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%		2.74	
OTROS ESPECIFICOS						0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO						16.42	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO							
Código	Fecha	Proyecto					
HS	16/11/2026	DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIÓN COMERCIAL DE 3 NIVELES EN GUAYAQUIL SEGÚN NEC-15					
<b>Etap</b>	INSTALACIONES SANITARIAS Y VENTILACIÓN (AASS)					<b>Rubro</b>	7.2
<b>Detalle</b>	TUBERIAS PVC 4" 6M (INC. INSTALACIÓN)					<b>Unidad</b>	m
EQUIPOS							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unida	Rendimiento	Costo	
Herramienta menor 5% M.O	HH	A	B	AxB	R	D=C*R	
						0.33	
SUBTOTAL						0.33	
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unida	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
Maestro mayor Cat-C1	HH	1.00	4.65	4.65	0.500	2.33	
Peón Cat-E2	HH	1.00	4.14	4.14	0.500	2.07	
Plomero Cat-D2	HH	1.00	4.19	4.19	0.500	2.10	
SUBTOTAL						6.50	
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unida	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	AxB	
TUBERIAS PVC 4" DE 6 M	6M	1.00	17.72			17.72	
SUBTOTAL						17.72	
TRANSPORTE							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unida	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
				0.00		0.00	
				0.00		0.00	
SUBTOTAL						0.00	
		TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				24.55	
		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	4.91	
		OTROS ESPECIFICOS				0.00	
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				29.45	



DATOS			
I	1	R	8
<b>Irregularidad en Planta</b>			
Planta	Tipo 1	1	
	Tipo 2	0.9	
	Tipo 3	1	
	Tipo 4	0.9	
$\Phi_{PA}$	0.9	$\Phi_{PB}$	0.9
$\Phi_P$ 0.81			
<b>Irregularidad en Elevación</b>			
Elevación	Tipo 1	1	
	Tipo 2	0.9	
	Tipo 3	0.9	
$\Phi_{EA}$	1	$\Phi_{EB}$	0.9
$\Phi_E$ 0.9			

1. Coeficiente de regularidad en planta  $\Phi_P$ .  
El coeficiente  $\Phi_P$  se obtiene a partir del análisis de las características de regularidad e irregularidad en planta de la estructura.

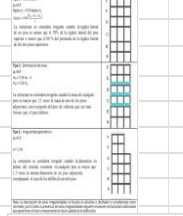
- $\Phi_{PA} = \Phi_{PB} = \Phi_P$
- Nota: Coeficiente de regularidad en planta
- $\Phi_{PA}$ : Mismo valor  $\Phi_P$  de cada piso de la estructura en el caso de regularidad tipo 1 y 2
- $\Phi_{PB}$ : Mismo valor  $\Phi_P$  de cada piso de la estructura en el caso de regularidad tipo 3 y 4
- Nota: Coeficiente de configuración en planta



2. Coeficiente de regularidad en elevación  $\Phi_E$ .

El coeficiente  $\Phi_E$  se obtiene a partir del análisis de las características de regularidad e irregularidad en elevación de la estructura, expresado en el SUB 32. Se obtiene la expresión:

- $\Phi_E = \Phi_{EA} \cdot \Phi_{EB}$
- Nota: Coeficiente de regularidad en elevación
- $\Phi_{EA}$ : Mismo valor  $\Phi_E$  de cada piso de la estructura, en el caso de regularidad tipo 1 (1), en cada piso se calcula como el mismo valor expresado por la configuración de regularidad tipo 1
- $\Phi_{EB}$ : Mismo valor  $\Phi_E$  de cada piso de la estructura, en el caso de regularidad tipo 2 (2), en cada piso se calcula como el mismo valor expresado por la configuración de regularidad tipo 2 y 3
- Nota: Coeficiente de configuración en elevación



Nota:  $\Phi_{EA}$  y  $\Phi_{EB}$  deben considerarse que son expresiones de la Ecuación 3.2.4.1

- $\Phi_{EA}$ : Mismo valor  $\Phi_E$  de cada piso
- $\Phi_{EB}$ : Mismo valor  $\Phi_E$  de cada piso

**TIPO 1: Joint Output > Displacements > Story Drifts ; Story Max Avg Drifts; Regular Tipo1**

Tipo 1 - Irregularidad torsional  
 $\Phi_T = 0.9$

$$\Delta > 1.2 \frac{(\Delta_1 + \Delta_2)}{2}$$

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.



Story	Output Case	Case Type	Direction	Max Drift m	Avg Drift m	Ratio	CHECK
Story4	SismoX	LinStatic	X	0.006105	0.005969	1.023	Regular Tipo1
Story4	SismoY	LinStatic	Y	0.003159	0.003125	1.011	Regular Tipo1
Story3	SismoX	LinStatic	X	0.013983	0.012569	1.113	Regular Tipo1
Story3	SismoY	LinStatic	Y	0.007814	0.007199	1.085	Regular Tipo1
Story2	SismoX	LinStatic	X	0.018645	0.016334	1.142	Regular Tipo1
Story2	SismoY	LinStatic	Y	0.01165	0.010288	1.132	Regular Tipo1
Story1	SismoX	LinStatic	X	0.010336	0.009147	1.130	Regular Tipo1
Story1	SismoY	LinStatic	Y	0.00695	0.006198	1.121	Regular Tipo1

**TIPO 1: Structure Output > Other Output Items > Story Stiffness: Regular Tipo1**

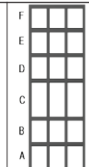
Tipo 1 - Piso flexible

$$\Phi_{RF} = 0.9$$

$$R_{flex} < 0.70 R_{rigid} \Phi_{RF}$$

$$R_{flex} < 0.80 \frac{(R_{flex} + R_{rigid})}{2}$$

La estructura se considera irregular cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80 % del promedio de la rigidez lateral de los tres pisos superiores.



Story	Output Case	Drift X	Stiff X	Caso 1	Caso 2
		m	ton/m		
Story4	SismoX	0.005969	1163.777	CASO 1 < 0.7	CASO 2 < 0.8
Story3	SismoX	0.012569	2942.357	Regular Tipo1	Regular Tipo1
Story2	SismoX	0.016334	3502.78	Regular Tipo1	Regular Tipo1
Story1	SismoX	0.009147	7338.129	Regular Tipo1	Regular Tipo1
Story	Output Case	Drift Y	Stiff Y	Caso 1	Caso 2
		m	ton/m		
Story4	SismoY	0.003125	2223.06	CASO 1	CASO 2
Story3	SismoY	0.007199	5137.186	Regular Tipo1	Regular Tipo1
Story2	SismoY	0.010288	5560.937	Regular Tipo1	Regular Tipo1
Story1	SismoY	0.006198	10829.884	Regular Tipo1	Regular Tipo1

**TIPO 2: Irregular Tipo 2**

Tipo 2 - Retorción excesiva en las esquinas  $\Phi_{RE} = 0.9$   
 $A > 0.15B$  y  $C > 0.15D$

La configuración de una estructura se considera irregular cuando presenta entrantes excesivos en sus esquinas. Un entrante es 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.



Dimension	Value	Check
B	15.1	$\geq A/B > 0.15?$
A	2.8	0.185430464
D	12.6	$\geq C/D > 0.15?$
C	7.9	0.626984127

Irregular Tipo2

**TIPO 2: Structure Output > Other Output Items > Story Forces: IRREGULAR Tipo2**

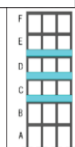
Tipo 2 - Distribución de masa

$$\Phi_{DM} = 0.9$$

$$m_1 > 1.50 m_2$$

$$m_2 > 1.50 m_3$$

La estructura se considera irregular cuando la masa de cualquier piso es mayor que 1.5 veces la masa de uno de los pisos adyacentes, con excepción del piso de cubierta que sea más liviano que el piso inferior.



Story	Output Case	Location	P	Cargas por piso	Irregular Tipo2
			tonf	[tonf]	
Story4	Muerta	Bottom	281,992	281,992	
Story3	Muerta	Bottom	1,719,354	1,437,362	Irregular Tipo2
Story2	Muerta	Bottom	3,156,717	1,437,363	Regular Tipo2
Story1	Muerta	Bottom	4,635,732	1,479,015	Regular Tipo2

**TIPO 3: Regular Tipo3**

**TIPO 4: Irregular Tipo4**

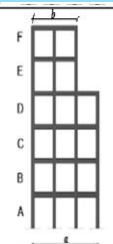
**TIPO 3: IRREGULAR Tipo3**

Tipo 3 - Irregularidad geométrica

$$\Phi_{IG} = 0.9$$

$$a > 1.3 b$$

La estructura se considera irregular cuando la dimensión en planta del sistema resistente en cualquier piso es mayor que 1.3 veces la misma dimensión en un piso adyacente, exceptuando el caso de los altillos de un solo piso.

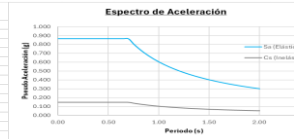


	BASE [m]	$\geq a/b > 1.3?$
P4	4.7	
P3	12.6	Irregular Tipo3
P2	12.6	Regular Tipo3
P1	12.6	Regular Tipo3

H	13.9	m
<b>Categoría Sísmica</b>		
Tipo IV	Guayaquil	II
Pa	1.2	(-)
PB	1.10	(-)
Ps	1.20	(-)
Z	1.4	R
T	1	(-)
<b>Límite para el período de vibración T<sub>0</sub> y T<sub>E</sub></b>		
T <sub>0</sub> (D)	0.197	s
T <sub>E</sub> (D)	0.696	s
W	13.9	(s)
Cl	0.052	-
W	0.89	-
T <sub>1</sub> (NEC)	0.59	-
R(NEC)	1.044	-

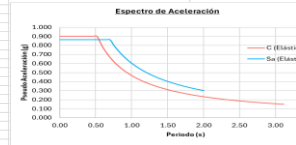
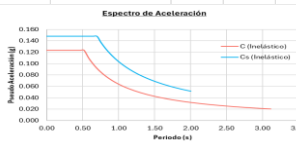
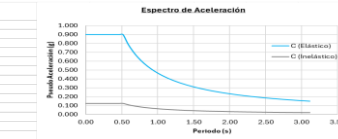
<b>DATOS</b>		<b>1</b>
R	0	0
Phi	0.051	0
Phi	0.05	0
Sa(NEC)	0.494	0
CS(NEC)	0.148	0
<b>Períodos (Método 1 y 2)</b>		
T <sub>1</sub> (NEC)	0.59	Cumple ✓
T <sub>2</sub> (ETABS)	0.697	
T (Mod) = 1.3*T <sub>1</sub>	0.764	
CS(NEC)	0.1481	T
Wreactivo	484.35	T
W(mínimo) = Wreactivo(NEC)	71.702	T
Wreactivo(SAP2000)	22.5494	T
WETABS = WNEC(mínimo)?	Cumple, mantiene Cs	

T	Sa(Elastico)	Cs (Inelástico)
0.00	0.494	0.148
0.05	0.494	0.148
0.10	0.494	0.148
0.15	0.494	0.148
0.20	0.494	0.148
0.25	0.494	0.148
0.30	0.494	0.148
0.35	0.494	0.148
0.40	0.494	0.148
0.45	0.494	0.148
0.50	0.494	0.148
0.55	0.494	0.148
0.60	0.494	0.148
0.65	0.494	0.148
0.70	0.494	0.148
0.75	0.494	0.148
0.80	0.494	0.148
0.85	0.494	0.148
0.90	0.494	0.148
0.95	0.494	0.148
1.00	0.494	0.148
1.05	0.494	0.148
1.10	0.494	0.148
1.15	0.494	0.148
1.20	0.494	0.148
1.25	0.494	0.148
1.30	0.494	0.148
1.35	0.494	0.148
1.40	0.494	0.148
1.45	0.494	0.148
1.50	0.494	0.148
1.55	0.494	0.148
1.60	0.494	0.148
1.65	0.494	0.148
1.70	0.494	0.148
1.75	0.494	0.148
1.80	0.494	0.148
1.85	0.494	0.148
1.90	0.494	0.148
1.95	0.494	0.148
2.00	0.494	0.148



<b>DATOS</b>	
I	1
R	10
Phi	0.05
Phi	0.0

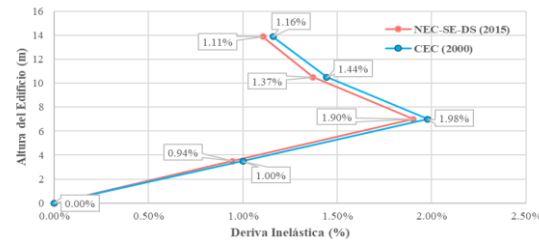
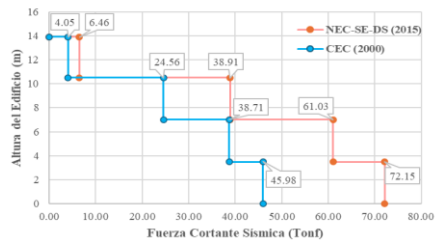
T	C (Elastico)	C (Inelástico)
0.00	0.900	0.123
0.02	0.900	0.123
0.04	0.900	0.123
0.06	0.900	0.123
0.08	0.900	0.123
0.10	0.900	0.123
0.12	0.900	0.123
0.14	0.900	0.123
0.16	0.900	0.123
0.18	0.900	0.123
0.20	0.900	0.123
0.22	0.900	0.123
0.24	0.900	0.123
0.26	0.900	0.123
0.28	0.900	0.123
0.30	0.900	0.123
0.32	0.900	0.123
0.34	0.900	0.123
0.36	0.900	0.123
0.38	0.900	0.123
0.40	0.900	0.123
0.42	0.900	0.123
0.44	0.900	0.123
0.46	0.900	0.123
0.48	0.900	0.123
0.50	0.900	0.123
0.52	0.900	0.123
0.54	0.900	0.123
0.56	0.900	0.123
0.58	0.900	0.123
0.60	0.900	0.123
0.62	0.900	0.123
0.64	0.900	0.123
0.66	0.900	0.123
0.68	0.900	0.123
0.70	0.900	0.123
0.72	0.900	0.123
0.74	0.900	0.123
0.76	0.900	0.123
0.78	0.900	0.123
0.80	0.900	0.123
0.82	0.900	0.123
0.84	0.900	0.123
0.86	0.900	0.123
0.88	0.900	0.123
0.90	0.900	0.123
0.92	0.900	0.123
0.94	0.900	0.123
0.96	0.900	0.123
0.98	0.900	0.123
1.00	0.900	0.123
1.02	0.900	0.123
1.04	0.900	0.123
1.06	0.900	0.123
1.08	0.900	0.123
1.10	0.900	0.123
1.12	0.900	0.123
1.14	0.900	0.123
1.16	0.900	0.123
1.18	0.900	0.123
1.20	0.900	0.123
1.22	0.900	0.123
1.24	0.900	0.123
1.26	0.900	0.123
1.28	0.900	0.123
1.30	0.900	0.123
1.32	0.900	0.123
1.34	0.900	0.123
1.36	0.900	0.123
1.38	0.900	0.123
1.40	0.900	0.123
1.42	0.900	0.123
1.44	0.900	0.123
1.46	0.900	0.123
1.48	0.900	0.123
1.50	0.900	0.123
1.52	0.900	0.123
1.54	0.900	0.123
1.56	0.900	0.123
1.58	0.900	0.123
1.60	0.900	0.123
1.62	0.900	0.123
1.64	0.900	0.123
1.66	0.900	0.123
1.68	0.900	0.123
1.70	0.900	0.123
1.72	0.900	0.123
1.74	0.900	0.123
1.76	0.900	0.123
1.78	0.900	0.123
1.80	0.900	0.123
1.82	0.900	0.123
1.84	0.900	0.123
1.86	0.900	0.123
1.88	0.900	0.123
1.90	0.900	0.123
1.92	0.900	0.123
1.94	0.900	0.123
1.96	0.900	0.123
1.98	0.900	0.123
2.00	0.900	0.123



Pisos	Altura	Fuerzas Sísmicas Equivalentes			Pisos	Altura	Fuerzas Sísmicas Equivalentes		
		CEC-2000	CEC-2000	Diferencia			NEC-2015	NEC-2015	Diferencia
4	13.9	0.00	4.05	100.00%	4	13.9	0.00	6.46	100.00%
3	10.5	4.05	20.51	80.25%	3	10.5	6.46	32.45	80.08%
2	7	20.51	14.16	-44.88%	2	7	32.45	22.12	-46.65%
1	3.5	14.16	7.26	-94.91%	1	3.5	22.12	11.12	-99.00%

Derivas: Joint Output > Story Drifts							
NEC-SE-DS (2015)				CEC (2000)			
Story	Output Case	DERIVA ELASTICA [%] AE	DERIVA INELASTICA [%] AM	Story	Output Case	DERIVA ELASTICA [%] AE	DERIVA INELASTICA [%] AM
P4	SismoX	1.84E-03	1.11%	P4	SismoX	1.16E-03	1.16%
P3	SismoX	0.002284	1.37%	P3	SismoX	0.001444	1.44%
P2	SismoX	0.003171	1.90%	P2	SismoX	0.00198013	1.98%
P1	SismoX	0.001572	0.94%	P1	SismoX	0.001	1.00%
P0	SismoX	0	0.00%	P0	SismoX	0	0.00%
P4	SismoY	1.07E-03	0.64%	P4	SismoY	6.70E-04	0.67%
P3	SismoY	0.001945	1.17%	P3	SismoY	0.001231	1.23%
P2	SismoY	0.00283	1.70%	P2	SismoY	0.001797	1.80%
P1	SismoY	0.001447	0.87%	P1	SismoY	0.000921	0.92%
P0	SismoX	0	0.00%	P0	SismoX	0	0.00%

Pisos	Altura	Fuerzas Sísmicas Equivalentes			Pisos	Altura	Fuerza Cortante Sísmica		
		CEC-2000	NEC-2015	Diferencia			CEC-2000	NEC-2015	Diferencia
4	13.9	4.05	6.46	37.32%	4.00	13.90	4.05	6.46	37.32%
3	10.5	20.51	32.45	36.79%	3.00	10.50	24.56	38.91	36.88%
2	7	14.16	22.12	36.02%	2.00	7.00	38.71	61.03	36.57%
1	3.5	7.26	11.12	34.67%	1.00	3.50	45.98	72.15	36.27%



BLOQUE		
Criterio	Dimension	Unidades
a	20	cm
b	15	cm
c	40	cm
Wbloque	11.45	kg/m <sup>2</sup>
Abloque	0.08	m <sup>2</sup>
Wbloques/pared	13.00	unidades/m <sup>2</sup> pared
Wbloques/pared	148.85	kg/m <sup>2</sup> pared

ENLACE 1

ENLACE 2

Criterio	γh [Tonf/m <sup>2</sup> ]	Espesor [m]	(m <sup>2</sup> pared)/(m <sup>2</sup> losa)	Cantidad	W [kg/m <sup>2</sup> losa]
Enlucidos	2.1	0.015	1.91	2	0.121
Enlucido-Piso	2.1	0.01	-	1	0.021
Cerámica	0.2	kN/m <sup>2</sup>	0.02	tonf/m <sup>2</sup>	20.39
Paredes	1.46	kN/m <sup>2</sup>	0.149	tonf/m <sup>2</sup>	149
Enlucidos	1.39	kN/m <sup>2</sup>	0.142	tonf/m <sup>2</sup>	142
Tumbado (enlucidos)	0.6	kN/m <sup>2</sup>	0.06	tonf/m <sup>2</sup>	59.70
Wsobrepuesto	3.633	kN/m <sup>2</sup>	0.370	tonf/m <sup>2</sup>	169.24

CARGAS VIVAS	USO	W [kN/m <sup>2</sup> ]	W [Tonf/m <sup>2</sup> ]
	Primer piso	4.7	0.479
Pisos superiores	3.6	0.367	
Balcones	4.8	0.489	
Vivienda	2	0.204	
Cubiertas	0.7	0.071	

γh	23.52	kN/m <sup>3</sup>
A nervios	0.03	m <sup>2</sup>
A loseta	0.05	m <sup>2</sup>
A total	0.08	m <sup>2</sup>
Wlosa	1.88	kN/m <sup>2</sup>

	W losa (kN/m <sup>2</sup> )	Area (m <sup>2</sup> )	W losa (por piso)
P4	1.8816	56.08	105.520128
P3	1.8816	184.59	347.324544
P2	1.8816	184.59	347.324544
P1	1.8816	184.59	347.324544

	W sobrepuesto (kN/m <sup>2</sup> )	Area (m <sup>2</sup> )	W sobrepuesto (por piso)
P4	0.000	56.08	0.0
P3	3.633	184.59	670.6
P2	3.633	184.59	670.6
P1	3.633	184.59	670.6

Wsobrepuesto total (kN)	2011.8
Wsobrepuesto total (Tonf)	205.15

	VIGAS	b	h	Area	γh	W (kN/m)	L	Cantidad	Wvigas (kN)
P4	V25X25 (X-P)	0.25	0.25	0.06	23.52	1.47	18.812	1	27.65
	V25X25 (Y-P)	0.25	0.25	0.06	23.52	1.47	23.8643	1	35.08
P3	V25X40 (X-P)	0.25	0.4	0.10	23.52	2.35	63.03	1	148.25
	V30X50 (Y-P)	0.3	0.5	0.15	23.52	3.53	58.47	1	206.28
P2	V25X40 (X-P)	0.25	0.4	0.10	23.52	2.35	63.03	1	148.25
	V30X50 (Y-P)	0.3	0.5	0.15	23.52	3.53	58.47	1	206.28
P1	V25X40 (X-P)	0.25	0.4	0.10	23.52	2.35	63.0321	1	148.25
	V30X50 (Y-P)	0.3	0.5	0.15	23.52	3.53	59.3714	1	209.46
	Wtotal (kN)								1129.505399
	Wtotal (Tonf)								115.14

	COLUMNAS	b	h	Area	γh	W (kN/m)	h	Cantidad	Wtotal (kN)
P4	C50X30	0.30	0.3	0.09	23.52	2.1168	3.4	8	57.57696
P3	C40X40	0.40	0.4	0.16	23.52	3.7632	3.6	12	160.31232
P2	C40X40	0.40	0.4	0.16	23.52	3.7632	3.6	12	160.31232
P1	C50X50	0.50	0.5	0.25	23.52	5.88	3.6	12	250.488
	Wtotal (kN)								628.6896
	Wtotal (Tonf)								64.09

PESO SÍSMICO					
	Vigas (kN)	Columnas (kN)	Losa (kN)	Sobrepuesto kN	Subtotal (kN)
P4	62.7342	57.5770	105.5201	0.000	225.83
P3	354.5287	160.3123	347.3245	670.616	1532.78
P2	354.5287	160.3123	347.3245	670.616	1532.78
P1	357.7138	250.4880	347.3245	670.616	1626.14
					Peso Sísmico (kN)
					4917.54
					Peso Sísmico (Tonf)
					501.28

Peso Sísmico (Manualmente)	501.28	Cx	0.1481
Peso Sísmico (ETABS)	484.18	Vbasal	71.73022222
Error (%)	3.53%		

COMBINACIÓN	NEC-SE-CG (2015)	CEC (2000)
1	1.4D	1.4D + 1.7L
2	1.2D + 1.6L + 0.5 max [Lr; S; R]	0.75(1.4D + 1.7L + 1.87S <sub>x</sub> )
3	1.2D + 1.6 max [Lr; S; R] + max [L; 0.5W]	0.75(1.4D + 1.7L + 1.87S <sub>x</sub> )
4	1.2D + W + L + 0.5 max [Lr; S; R]	0.75(1.4D + 1.7L + 1.87S <sub>x</sub> + S <sub>y</sub> )
5	1.2D + E + L + 0.2S	0.75(1.4D + 1.7L + 1.87S <sub>x</sub> + S <sub>y</sub> )
6	0.9D + W	0.9D + 1.43S <sub>x</sub>
7	0.9D + E	0.9D + 1.43S <sub>x</sub>
8	-	0.9D + 1.43S <sub>x</sub> + S <sub>y</sub>
9	-	0.9D + 1.43S <sub>x</sub> + S <sub>y</sub>

#	Combinaciones
1	1.4D
2	1.2D + 1.6L + 0.5 max [Lr; S; R]
3	1.2D + 1.6 max [Lr; S; R] + max [L; 0.5W]
4	1.2D + W + L + 0.5 max [Lr; S; R]
5	1.2D + E + L + 0.2S
6	0.9D + W
7	0.9D + E

COMBINACIÓN	NEC-SE-CG (2015)	CEC (2000)
1	1.4D	1.4D + 1.7L
2	1.2D + 1.6L + 0.5S	0.75(1.4D + 1.7L + 1.87S <sub>x</sub> )
3	1.2D + 0.5L + 1.0Ex + 0.3Ey	0.75(1.4D + 1.7L + 1.87S <sub>x</sub> )
4	1.2D + 0.5L - 1.0Ex - 0.3Ey	0.75(1.4D + 1.7L + 1.87S <sub>x</sub> + S <sub>y</sub> )
5	1.2D + 0.5L - 1.0Ex + 0.3Ey	0.75(1.4D + 1.7L + 1.87S <sub>x</sub> + S <sub>y</sub> )
6	1.2D + 0.5L + 1.0Ex - 0.3Ey	0.9D + 1.43S <sub>x</sub>
7	1.2D + 0.5L + 0.3Ex + 1.0Ey	0.9D + 1.43S <sub>x</sub>
8	1.2D + 0.5L + 0.3Ex - 1.0Ey	0.9D + 1.43S <sub>x</sub> + S <sub>y</sub>
9	1.2D + 0.5L - 0.3Ex + 1.0Ey	0.9D + 1.43S <sub>x</sub> + S <sub>y</sub>
10	1.2D + 0.5L - 0.3Ex - 1.0Ey	
11	0.9D + 1.0Ex + 0.3Ey	
12	0.9D - 1.0Ex - 0.3Ey	
13	0.9D - 1.0Ex + 0.3Ey	
14	0.9D + 0.3Ex + 1.0Ey	
15	0.9D + 0.3Ex - 1.0Ey	
16	0.9D - 0.3Ex + 1.0Ey	
17	0.9D - 0.3Ex - 1.0Ey	

Método Estático Lineal (Eje X)						
Piso	Altura de piso (m)	Peso del piso (w) [T]	h <sup>2</sup> *k + w <sub>i</sub>	Cvx	Fix [T]	Vx [T]
4	14.05	23.03	363.2481662	0.09	6.45	6.4478704
3	10.65	156.30	1846.303164	0.46	32.77	39.22
2	7.1	156.30	1209.204197	0.30	21.46	60.68
1	3.55	165.82	622.2487075	0.15	11.05	71.73
	Summ	4041.004235				6.4478704

PISO	VIGAS X	VIGAS Y	COLUMNAS	LOSA
P4	V25X40	V25X40	C35X35	LN1D
P3	V25X40	V25X40	C45X45	LN1D
P2	V25X40	V25X40	C45X45	LN1D
P1	V25X40	V25X40	C45X45	LN1D

**DISEÑO DE UNA LOSA NERVADA DE ID @20cm**

DATOS			
L1 (m)	4.1	# Pórticos X:	5
L2 (m)	5	# Pórticos Y:	3

Losa Simplemente Apoyada (L/16)  
 Losa con extremo continuo (L/18.5)  
 Losa con ambos extremos continuos (L/21)  
 Losa en voladizo (L/8)

4.476

Vano	L/16	L/18.5	L/21	L/8
L1	0.13	0.11	0.10	0.26
L2	0.31	0.27	0.24	0.63

AREA DE VARILLAS	
6	0.28
8	0.50
10	0.79
12	1.13
14	1.54
16	2.01
18	2.54
20	3.14
25	4.91
32	8.04
40	12.57

0.565486678  
 1.005309649  
 1.570796327  
 2.261946711  
 3.078760801  
 4.021238597  
 5.089380099  
 6.283185307  
 9.817477042  
 16.08495439  
 25.13274123

f <sub>c</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	280
f <sub>y</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	4200
β <sub>1</sub>	0.85
γ <sub>h</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	24

H <sub>min</sub> [m]	0.11	H <sub>loseta</sub> [m]	0.05
H <sub>adaptado</sub> [m]	0.20	H <sub>nervio</sub> [m]	0.15

OK

r <sub>c</sub> [mm]	20	b <sub>nervios</sub> [m]	0.15
φ <sub>L</sub> [mm]	10	a <sub>alivianamiento</sub> [m]	0.4
d [m]	0.17		

A <sub>nervios</sub> [m <sup>2</sup> ]	0.045	ρ <sub>min</sub>	0.0033
A <sub>loseta</sub> [m <sup>2</sup> ]	0.05	ρ <sub>max</sub>	0.021

A <sub>balance</sub> [cm <sup>2</sup> ]	2.709375000		#Nervios
A <sub>min</sub> [cm <sup>2</sup> ]	0.850000000	L1	8.2
A <sub>máx</sub> [cm <sup>2</sup> ]	5.418750000	L2	10

W <sub>losa</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	2.28
W <sub>sobrepuesto</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	3.63
W <sub>viva</sub> [kN/m]	4.8
W <sub>ult</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	14.77
q <sub>ult</sub> [Tonf/m]	0.828

Mu1 [Ton-m]	0.145	24		
Mu2 [Ton-m]	0.218	16	k [cm <sup>2</sup> ]	14.45
Mu3 [Ton-m]	0.317	11		
Mu4 [Ton-m]	0.348	10		

Momentos (Ton-m)									
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Momento Sup (-)	0.145		0.348	0.145		0.348	0.145		0.348
Momento Inf (+)		0.317			0.317			0.317	
As Requerido (cm <sup>2</sup> )									
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
As Sup (-)	0.256	0	0.614	0.256	0	0.614	0.256	0	0.614
As Inf (+)	0	0.559	0	0	0.559	0	0	0.559	0
As Corregido (cm <sup>2</sup> )									
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
As Sup (-)	0.850	0.85	0.850	0.850	0.85	0.850	0.850	0.85	0.850
As Inf (+)	0.85	0.850	0.85	0.85	0.850	0.85	0.85	0.850	0.85
Varillas Colocadas (cm <sup>2</sup> )									
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Varillas Sup (-)	1φ10		1φ10	1φ10		1φ10	1φ10		1φ10
Varillas Inf (+)					1φ10				
As Colocado (cm <sup>2</sup> )									
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
As Sup (-)	0.79		0.79	0.79		0.79	0.79		0.79
As Inf (+)	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79

L <sub>dh</sub>	14.4	cm
L <sub>ext</sub>	7.5	cm
L <sub>d</sub>	68.0	cm
L <sub>e</sub>	88.4	cm

L<sub>dh</sub> Longitud de anclaje  
 L<sub>d</sub> Longitud de desarrollo  
 L<sub>e</sub> Longitud de empalme  
 L<sub>ext</sub> Longitud de doblado

Vu1 [T]	1.19
Vu2 [T]	1.66
Vu [T]	1.66
Vc [T]	2.26
φ	0.75
φVn [T]	1.866

EJEMPLO

OK

As Retracción [cm <sup>2</sup> ]	0.9
As Colocado de Retracción	R-106

MALLA	Sep (cm)	Diámetro (mm)	A (cm <sup>2</sup> ) en 1m	As Retracción	Verificador
R-64	15	3.5	0.641	0.9	NO CUMPLE
R-126	10	4	1.257	0.9	OK
R-84	15	4	0.838	0.9	NO CUMPLE
R-106	15	4.5	1.060	0.9	OK
R-196	10	5	1.963	0.9	OK
R-131	15	5	1.309	0.9	OK
R-238	10	5.5	2.376	0.9	OK
R-158	15	5.5	1.584	0.9	OK
R-283	10	6	2.827	0.9	OK
R-188	15	6	1.885	0.9	OK
R-257	15	7	2.566	0.9	OK
R-257	10	8	5.027	0.9	OK
R-335	15	8	3.351	0.9	OK

LABORADO POR: MMAS

Fc	280	(kg/cm <sup>2</sup> )
fy	4200	(kg/cm <sup>2</sup> )
h	40	cm
h <sub>ec</sub>	4	cm
Ø estribo	10	mm
Ø var. Long	20	mm
Ø	34.3	cm
h	46.35	cm
A <sub>as</sub>	19.23	cm <sup>2</sup>
A <sub>as</sub> (sólida)	21.4375	cm <sup>2</sup>
A <sub>as</sub> (sólida)	30.7425	cm <sup>2</sup>
As con más Momento	6.54	cm <sup>2</sup>
a	4.62	cm
Nu < ΦMs	8.79	ton-m
Nu < ΦMs (ton-m)	8.79	Comprob.
N Ramales	2	

Comprobación β1 = 0.85  
β (líneas y vigas controladas por tensión) β2 = 0.9

### DISEÑO A FLEXIÓN

#### VIGAS PRINCIPALES EN X

V1 2.94 V2 0.756 V3

V1			V2			V3					
Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin			
<b>Momentos (T-m)</b>											
Superior	1.65	0.85	2.96	Superior	1.7638	1.53	-0.61	Superior	2.01	1.54	1.42
Inferior	1.11	2.94	-0.12	Inferior	0.08	1.39	0.57	Inferior	0.47	-0.23	0.36
<b>Momentos (Mts) (cm)</b>											
Superior	1.7	0.85	2.1	Superior	1.8	1.2	-0.6	Superior	7.9	3.5	1.4
Inferior	1.3	2.9	-0.1	Inferior	0.9	1.4	0.6	Inferior	4.9	-0.3	0.3
<b>Acero requerido (cm<sup>2</sup>)</b>											
Superior	1.29	0.66	1.62	Superior	1.38	0.90	-0.24	Superior	6.54	2.85	1.11
Inferior	1.02	2.92	0.80	Inferior	0.68	1.08	0.44	Inferior	3.35	1.95	0.56
<b>Acero colocado (Mts) (cm)</b>											
Superior	2.86	2.86	2.86	Superior	2.86	2.86	2.86	Superior	6.54	2.86	2.86
Inferior	2.86	2.86	2.86	Inferior	2.86	2.86	2.86	Inferior	2.86	2.86	2.86
<b># Varillas con Ø propuesto = 14</b>											
Superior	1.86	1.86	1.86	Superior	1.86	1.86	1.86	Superior	4.25	1.86	1.86
Inferior	2.86	2.86	2.86	Inferior	2.86	2.86	2.86	Inferior	2.86	2.86	2.86
<b>Acero colocado</b>											
Superior	2814	2814	2814	Superior	2814	2814	2814	Superior	4914	2814	2814
Inferior	2814	2814	2814	Inferior	2814	2814	2814	Inferior	2814	2814	2814
<b>Acero colocado (cm<sup>2</sup>)</b>											
Superior	3.08	3.08	3.08	Superior	3.08	3.08	3.08	Superior	6.10	3.08	3.08
Inferior	3.08	3.08	3.08	Inferior	3.08	3.08	3.08	Inferior	3.08	3.08	3.08
<b>As colocado / As requerido (%)</b>											
Superior	107.71	107.71	107.71	Superior	107.71	107.71	107.71	Superior	94.14	107.71	107.71
Inferior	107.71	107.71	107.71	Inferior	107.71	107.71	107.71	Inferior	97.86	107.71	107.71

LONGITUD REQUERIDA DE ANCLAJE DE REFUERZO A FLEXIÓN EN COLUMNA EXT

Ø var. Long	Ø	20	mm	
Longitud de desarrollo	sd	740	25.00	mm
Longitud exterior	lext	688	mm	
Longitud de empalmes	ln	205	205.00	mm
	ln1	1025	40.00	mm

Cumple

### DISEÑO A CORTANTE

#### VIGAS PRINCIPALES EN X

V1 4.2 m V2 4.5 m V3 2.65 m

V1			V2			V3		
Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
<b>Acero colocado</b>								
Superior	2814	2814	Superior	2814	2814	Superior	4914	2814
Inferior	2814	2814	Inferior	2814	2814	Inferior	2814	2814
<b>Acero colocado (cm<sup>2</sup>)</b>								
Superior	3.08	3.08	Superior	3.08	3.08	Superior	6.28	3.08
Inferior	3.08	3.08	Inferior	3.08	3.08	Inferior	3.08	3.08
<b>Mpa (T-m)</b>								
Superior	2.71	2.71	Superior	2.71	2.71	Superior	5.43	2.71
Inferior	2.71	2.71	Inferior	2.71	2.71	Inferior	2.71	2.71
<b>Mpa (T-m)</b>								
Superior	5.32	5.32	Superior	5.32	5.32	Superior	10.74	5.32
Inferior	5.32	5.32	Inferior	5.32	5.32	Inferior	5.32	5.32
<b>Vr (T)</b>								
Vr(1)	2.35	2.35	Vr(1T)	2.35	2.35	Vr(1T)	4.69	2.35
Vr(2)	2.35	2.35	Vr(2T)	2.35	2.35	Vr(2T)	4.69	2.35
Vrmax	2.35	2.35	Vrmax	2.35	2.35	Vrmax	4.69	2.35
<b>Vgr 1.20+6-RL</b>								
Vu calculada	5.98	Vu	6.86	Vu	6.86	Vu	6.21	
Vu diseño (Envolverte)	2620	Vu	2620	Vu	2620	Vu	2620	
Comprobación	Umar Vu calculada	Comprobación	Umar Vu Envolverte	Comprobación	Umar Vu calculada	Comprobación	Umar Vu calculada	
<b>Vgr 0.5 Vu</b>								
Vc	7.605	Vc	7.605	Vc	7.605	Vc	7.605	
Vs=Vu/Vc-Vc	-0.661	Vs=Vu/Vc-Vc	0.377	Vs=Vu/Vc-Vc	12.281	Vs=Vu/Vc-Vc	8.982	
Separación por Demanda (cm)	-342.292	Separación por Demanda	601.638	Separación por Demanda	18.420	Separación por Demanda	18.420	
<b>Separación Normativa zona 2h</b>								
Separación seleccionada (cm)	6.75	Separación seleccionada (cm)	6.75	Separación seleccionada (cm)	6.75	Separación seleccionada (cm)	6.75	
<b>Separación fuera de 2h (cm)</b>								
Separación fuera de 2h (cm)	17.15	15	Separación fuera de 2h (cm)	17.15	15	Separación fuera de 2h (cm)	17.15	15

LABORADO POR: MMAS

Fc	280	(kg/cm <sup>2</sup> )
fy	4200	(kg/cm <sup>2</sup> )
h	40	cm
h <sub>ec</sub>	4	cm
Ø estribo	10	mm
Ø var. Long	20	mm
Ø	34.3	cm
h	46.35	cm
A <sub>as</sub>	19.23	cm <sup>2</sup>
A <sub>as</sub> (sólida)	21.4375	cm <sup>2</sup>
A <sub>as</sub> (sólida)	30.7425	cm <sup>2</sup>
As con más Momento	6.54	cm <sup>2</sup>
a	4.62	cm
Nu < ΦMs	8.79	ton-m
Nu < ΦMs (ton-m)	8.79	Comprob.
N Ramales	2	

Comprobación β1 = 0.85  
β (líneas y vigas controladas por tensión) β2 = 0.9

### DISEÑO A FLEXIÓN

#### VIGAS PRINCIPALES EN X

V4-V7-V10 V5-V8-V11 V6-V9-V12

B24			B25			B26					
Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin			
<b>Momentos (T-m)</b>											
Superior	0.610	0.602	10.650	Superior	10.650	11.10	Superior	11.860	11.860		
Inferior	7.156	2.228	6.28	Inferior	7.04	2.3859	4.446	Inferior	2.646655	0.967725	
<b>Momentos (Mts) (cm)</b>											
Superior	6.5	2.5	3.3	Superior	7.0	3.3	6.6	Superior	12.2	6.2	5.0
Inferior	7.2	2.5	-0.3	Inferior	7.0	3.3	6.6	Inferior	6.5	3.2	1.0
<b>Acero requerido (cm<sup>2</sup>)</b>											
Superior	6.17	3.00	6.59	Superior	11.38	2.62	11.81	Superior	11.38	3.20	6.00
Inferior	5.03	2.90	5.94	Inferior	5.83	2.62	5.41	Inferior	5.31	2.28	0.76
<b>Acero colocado (Mts) (cm)</b>											
Superior	6.17	2.62	6.59	Superior	6.20	2.83	11.01	Superior	11.38	3.20	2.83
Inferior	5.03	2.62	6.59	Inferior	5.83	2.83	5.41	Inferior	5.31	2.28	2.83
<b># Varillas con Ø propuesto = 20</b>											
Superior	2.80	0.90	2.71	Superior	2.80	0.90	3.69	Superior	3.62	1.02	0.80
Inferior	1.89	0.90	2.1	Inferior	1.89	0.90	1.72	Inferior	1.89	0.90	0.90
<b>Acero colocado</b>											
Superior	3820	1820	3820	Superior	3820	1820	4820	Superior	4820	1820	1820
Inferior	2920	1820	2920	Inferior	2920	1820	2920	Inferior	2920	1820	1820
<b>Acero colocado (cm<sup>2</sup>)</b>											
Superior	9.42	3.14	9.42	Superior	9.42	3.14	12.67	Superior	12.67	3.14	3.14
Inferior	6.28	3.14	6.28	Inferior	6.28	3.14	6.28	Inferior	6.28	3.14	3.14
<b>As colocado / As requerido (%)</b>											
Superior	110.33	110.88	109.78	Superior	110.33	109.78	110.33	Superior	110.39	109.78	110.88
Inferior	105.89	110.88	90.50	Inferior	105.78	110.88	110.50	Inferior	110.28	110.88	110.88

LONGITUD REQUERIDA DE ANCLAJE DE REFUERZO A FLEXIÓN EN COLUMNA EXT

Ø var. Long	Ø	20	mm	
Longitud de desarrollo	sd	1133	35.02	mm
Longitud exterior	lext	287	mm	
Longitud de empalmes	ln	205	205.00	mm
	ln1	1474	62.14	mm

Cumple

### DISEÑO A CORTANTE

#### VIGAS PRINCIPALES EN X

V4-V7-V10 V5-V8-V11 V6-V9-V12

V4-V7-V10			V5-V8-V11			V6-V9-V12		
Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
<b>Acero colocado</b>								
Superior	2820	2820	Superior	4820	2820	Superior	4820	2820
Inferior	2820	2820	Inferior	2820	2820	Inferior	2820	2820
<b>Acero colocado (cm<sup>2</sup>)</b>								
Superior	6.28	6.28	Superior	6.28	6.28	Superior	6.28	6.28
Inferior	6.28	6.28	Inferior	6.28	6.28	Inferior	6.28	6.28
<b>Mpa (T-m)</b>								
Superior	6.136	6.136	Superior	6.136	6.136	Superior	11.088	6.136
Inferior	5.544	5.544	Inferior	5.544	5.544	Inferior	5.544	5.544
<b>Mpa (T-m)</b>								
Superior	14.76	14.76	Superior	14.76	18.773	Superior	18.773	14.76
Inferior	10.501	10.501	Inferior	10.501	10.501	Inferior	10.501	10.501
<b>Vr (T)</b>								
Vr(1)	5.98	5.98	Vr(1T)	5.976	5.976	Vr(1T)	6.114	5.976
Vr(2)	5.98	5.98	Vr(2T)	5.976	5.976	Vr(2T)	6.114	5.976
Vrmax	5.98	5.98	Vrmax	5.976	5.976	Vrmax	6.114	5.976
<b>Vgr 1.20+6-RL</b>								
Vu calculada	3.94	Vu	10.976	Vu	10.976	Vu	11.311	
Vu diseño (Envolverte)	3.94	Vu	3.94	Vu	3.94	Vu	3.94	
Comprobación	Umar Vu calculada	Comprobación	Umar Vu calculada	Comprobación	Umar Vu calculada	Comprobación	Umar Vu calculada	
<b>Vgr 0.5 Vu</b>								
Vc	12.513	Vc	12.513	Vc	12.513	Vc	12.513	
Vs=Vu/Vc-Vc	17.607	Vs=Vu/Vc-Vc	15.127	Vs=Vu/Vc-Vc	12.635	Vs=Vu/Vc-Vc	12.635	
Separación por Demanda (cm)	8.5	Separación por Demanda	15.127	Separación por Demanda	8.5	Separación por Demanda	8.5	
<b>Separación Normativa zona 2h</b>								
Separación seleccionada (cm)	6	Separación seleccionada (cm)	6	Separación seleccionada (cm)	6	Separación seleccionada (cm)	6	
<b>Separación fuera de 2h (cm)</b>								
Separación fuera de 2h (cm)	17	18	Separación fuera de 2h (cm)	17	18	Separación fuera de 2h (cm)	17	18

LABORADO POR: MMAS

Fc	280	(kg/cm <sup>2</sup> )
fy	4200	(kg/cm <sup>2</sup> )
h	40	cm
h <sub>ec</sub>	4	cm
Ø estribo	10	mm
Ø var. Long	20	mm
Ø	34.3	cm
h	46.35	cm
A <sub>as</sub>	19.23	cm <sup>2</sup>
A <sub>as</sub> (sólida)	21.4375	cm <sup>2</sup>
A <sub>as</sub> (sólida)	30.7425	cm <sup>2</sup>
As con más Momento	6.54	cm <sup>2</sup>
a	4.62	cm
Nu < ΦMs	8.79	ton-m
Nu < ΦMs (ton-m)	8.79	Comprob.
N Ramales	2	

Comprobación β1 = 0.85  
β (líneas y vigas controladas por tensión) β2 = 0.9

### DISEÑO A FLEXIÓN

#### VIGAS PRINCIPALES EN X

V13 10.62556 V14 2.6620 V15

B24			B25			B26					
Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin			
<b>Momentos (T-m)</b>											
Superior	5.09	0.46	-10.85	Superior	11.25	1.024	10.53	Superior	10.26	1.024	0.71
Inferior	6.15	10.62	-6.18	Inferior	7.13	2.09	6.68	Inferior	6.81	3.94	0.30
<b>Momentos (Mts) (cm)</b>											
Superior	9.7	2.62	10.6	Superior	11.3	2.6	10.6	Superior	10.3	4.1	0.7
Inferior	6.1	10.6	-6.2	Inferior	7.1	2.6	6.7	Inferior	6.4	2.6	0.4
<b>Acero requerido (cm<sup>2</sup>)</b>											
Superior	6.19	2.10	6.07	Superior	6.68	2.23	6.97	Superior	6.76	3.20	0.85
Inferior	5.04	2.10	6.04	Inferior	5.07	2.23	6				

Fc	200	[kg/cm <sup>2</sup> ]	β1	0.05
Vy	4300	[kg/cm <sup>2</sup> ]	β (Ejes y vigas controladas por tensión)	0.5
h	30	[cm]		
h <sub>0</sub>	26	[cm]		
h <sub>ef</sub>	4	[cm]		
φ	32	[mm]		
φ var. Long.	32	[mm]		
φ var. Área	48.0000	[mm <sup>2</sup> ]		
Área	21.97	[cm <sup>2</sup> ]		
Área <sub>ef</sub>	33.075	[cm <sup>2</sup> ]		
Área <sub>ef</sub> (Evolución)	12.275	[cm <sup>2</sup> ]		
Área <sub>ef</sub> (Máx)	17.92	[cm <sup>2</sup> ]		
h <sub>0</sub> - h <sub>ef</sub>	22.0000	[cm]		
h <sub>0</sub> - h <sub>0,ef</sub>	22.0000	[cm]		
h <sub>0</sub> - h <sub>0,ef</sub>	22.0000	[cm]		
h <sub>0</sub> - h <sub>0,ef</sub>	22.0000	[cm]		

**DIMENSIONES DE LA SECCIÓN**

Longitud 1.0 m

Columna 0.5 m

Los Otros LA 1.1 m

LA 0.60000000 m

Comprobación Lvd > S Cumple

Comprobación Sv m 11 0.5

Comprobación Ache proyectión 12 0.5

Sí Cumple

DISEÑO A FLEXIÓN VIGAS PRINCIPALES EN X													
V6			V7			V8			V9				
Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin		
Momentos [T-cm]													
Superior	0.500	0.600	0.600	0.600	0.600	Superior	0.6	1.50	0.60	Superior	0.4	0.170	0.60
Inferior	0.510	1.045	0.500	0.5	0.500	Inferior	0.8	1.50	0.8	Inferior	0.6	0.200	0.60
Momentos [Mm-T-cm]													
Superior	11.7	12.6	12.6	12.6	12.6	Superior	3.9	2.7	3.9	Superior	1.2	2.2	1.2
Inferior	11.7	21.7	11.7	11.7	11.7	Inferior	10.2	2.7	10.2	Inferior	6.0	2.6	6.0
Áreas requeridas [cm <sup>2</sup> ]													
Superior	0.20	0.45	0.40	0.40	0.40	Superior	0.70	1.04	1.20	Superior	0.60	1.00	0.45
Inferior	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	Inferior	1.50	1.04	1.00	Inferior	1.00	1.00	1.00
Áreas colocadas [cm <sup>2</sup> ]													
Superior	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	Superior	0.70	0.62	0.40	Superior	0.60	0.62	0.41
Inferior	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	Inferior	1.50	0.41	0.40	Inferior	0.41	0.41	0.41
Áreas requeridas [Mm-cm]													
Superior	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	Superior	0.87	0.74	0.73	Superior	2.0	1.74	1.69
Inferior	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	Inferior	2.07	1.74	1.73	Inferior	5.74	5.74	5.74
Áreas colocadas [Mm-cm]													
Superior	2.010	2.010	2.010	2.010	2.010	Superior	2.010	2.010	2.010	Superior	2.010	2.010	2.010
Inferior	2.010	2.010	2.010	2.010	2.010	Inferior	2.010	2.010	2.010	Inferior	2.010	2.010	2.010
Áreas colocadas [cm <sup>2</sup> ]													
Superior	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	Superior	7.50	5.00	5.00	Superior	7.50	5.00	5.00
Inferior	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	Inferior	5.00	5.00	5.00	Inferior	5.00	5.00	5.00
Áreas colocadas / Áreas requeridas (%)													
Superior	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	Superior	100.00	100.00	100.00	Superior	100.00	100.00	100.00
Inferior	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	Inferior	100.00	100.00	100.00	Inferior	100.00	100.00	100.00

LONGITUD REQUERIDA DEL ANCLAJE DE REFUERZO A FLEXIÓN EN COLUMNA EXT.			
φ var. Long.	IS	mm	
Longitud de desarrollo	IS	3000.000000	[mm]
Longitud exterior	IS	250	[mm]
Longitud de empalme	IS	250.000000	[mm]

DISEÑO A CORTANTE VIGAS PRINCIPALES EN X											
V6			V7			V8			V9		
Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Áreas colocadas											
Superior	20.01	20.01	Superior	20.01	20.01	Superior	20.01	20.01	Superior	20.01	20.01
Inferior	20.01	20.01	Inferior	20.01	20.01	Inferior	20.01	20.01	Inferior	20.01	20.01
Áreas requeridas [cm <sup>2</sup> ]											
Superior	0.50	0.50	Superior	0.50	0.50	Superior	0.50	0.50	Superior	0.50	0.50
Inferior	0.50	0.50	Inferior	0.50	0.50	Inferior	0.50	0.50	Inferior	0.50	0.50
Áreas colocadas [cm <sup>2</sup> ]											
Superior	0.50	0.50	Superior	0.50	0.50	Superior	0.50	0.50	Superior	0.50	0.50
Inferior	0.50	0.50	Inferior	0.50	0.50	Inferior	0.50	0.50	Inferior	0.50	0.50
Áreas requeridas [Mm-cm]											
Superior	11.200	11.200	Superior	11.200	11.200	Superior	11.200	11.200	Superior	11.200	11.200
Inferior	11.200	11.200	Inferior	11.200	11.200	Inferior	11.200	11.200	Inferior	11.200	11.200
Áreas colocadas [Mm-cm]											
Superior	11.200	11.200	Superior	11.200	11.200	Superior	11.200	11.200	Superior	11.200	11.200
Inferior	11.200	11.200	Inferior	11.200	11.200	Inferior	11.200	11.200	Inferior	11.200	11.200
Áreas colocadas [cm <sup>2</sup> ]											
V6	6.561	V6	6.561	V6	6.561	V6	6.561	V6	6.561	V6	6.561
V7	6.561	V7	6.561	V7	6.561	V7	6.561	V7	6.561	V7	6.561
V8	6.561	V8	6.561	V8	6.561	V8	6.561	V8	6.561	V8	6.561
V9	6.561	V9	6.561	V9	6.561	V9	6.561	V9	6.561	V9	6.561
Separación por Demanda [cm]											
V6	21.200	V6	21.200	V6	21.200	V6	21.200	V6	21.200	V6	21.200
V7	21.200	V7	21.200	V7	21.200	V7	21.200	V7	21.200	V7	21.200
V8	21.200	V8	21.200	V8	21.200	V8	21.200	V8	21.200	V8	21.200
V9	21.200	V9	21.200	V9	21.200	V9	21.200	V9	21.200	V9	21.200
Separación Normativa zona III [cm]											
V6	11.000	V6	11.000	V6	11.000	V6	11.000	V6	11.000	V6	11.000
V7	11.000	V7	11.000	V7	11.000	V7	11.000	V7	11.000	V7	11.000
V8	11.000	V8	11.000	V8	11.000	V8	11.000	V8	11.000	V8	11.000
V9	11.000	V9	11.000	V9	11.000	V9	11.000	V9	11.000	V9	11.000
Separación Normativa zona II [cm]											
V6	22.00	V6	22.00	V6	22.00	V6	22.00	V6	22.00	V6	22.00
V7	22.00	V7	22.00	V7	22.00	V7	22.00	V7	22.00	V7	22.00
V8	22.00	V8	22.00	V8	22.00	V8	22.00	V8	22.00	V8	22.00
V9	22.00	V9	22.00	V9	22.00	V9	22.00	V9	22.00	V9	22.00

Fc	200	[kg/cm <sup>2</sup> ]	β1	0.05
Vy	4300	[kg/cm <sup>2</sup> ]	β (Ejes y vigas controladas por tensión)	0.5
h	30	[cm]		
h <sub>0</sub>	26	[cm]		
h <sub>ef</sub>	4	[cm]		
φ	32	[mm]		
φ var. Long.	32	[mm]		
φ var. Área	48.0000	[mm <sup>2</sup> ]		
Área	21.97	[cm <sup>2</sup> ]		
Área <sub>ef</sub>	33.075	[cm <sup>2</sup> ]		
Área <sub>ef</sub> (Evolución)	12.275	[cm <sup>2</sup> ]		
Área <sub>ef</sub> (Máx)	17.92	[cm <sup>2</sup> ]		
h <sub>0</sub> - h <sub>ef</sub>	22.0000	[cm]		
h <sub>0</sub> - h <sub>0,ef</sub>	22.0000	[cm]		
h <sub>0</sub> - h <sub>0,ef</sub>	22.0000	[cm]		
h <sub>0</sub> - h <sub>0,ef</sub>	22.0000	[cm]		

**DIMENSIONES DE LA SECCIÓN**

Longitud 1.0 m

Columna 0.5 m

Los Otros LA 1.1 m

LA 0.60000000 m

Comprobación Lvd > S Cumple

Comprobación Sv m 11 0.4

Comprobación Ache proyectión 12 0.4

Sí Cumple

DISEÑO A FLEXIÓN VIGAS PRINCIPALES EN X												
V6			V7			V8			V9			
Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	
Momentos [T-cm]												
Superior	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	Superior	0.80	0.50	0.50	Superior	0.40	0.50
Inferior	0.50	1.04	0.50	0.50	0.50	Inferior	1.50	0.50	0.50	Inferior	0.40	0.50
Momentos [Mm-T-cm]												
Superior	10.2	11.1	10.2	10.2	10.2	Superior	3.1	2.2	3.1	Superior	1.2	2.0
Inferior	10.2	20.2	10.2	10.2	10.2	Inferior	3.1	2.2	3.1	Inferior	5.2	2.2
Áreas requeridas [cm <sup>2</sup> ]												
Superior	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	Superior	0.8	1.04	1.04	Superior	0.50	0.50
Inferior	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	Inferior	1.50	1.04	1.04	Inferior	0.50	0.50
Áreas colocadas [cm <sup>2</sup> ]												
Superior	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	Superior	1.00	0.6	0.6	Superior	0.6	0.6
Inferior	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	Inferior	1.50	0.6	0.6	Inferior	0.6	0.6
Áreas requeridas [Mm-cm]												
Superior	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	Superior	0.6	0.6	0.6	Superior	0.6	0.6
Inferior	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	Inferior	0.6	0.6	0.6	Inferior	0.6	0.6
Áreas colocadas [Mm-cm]												
Superior	2.010	2.010	2.010	2.010	2.010	Superior	2.010	2.010	2.010	Superior	2.010	2.010
Inferior	2.010	2.010	2.010	2.010	2.010	Inferior	2.010	2.010	2.010	Inferior	2.010	2.010
Áreas colocadas [cm <sup>2</sup> ]												
Superior	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	Superior	5.00	5.00	5.00	Superior	5.00	5.00
Inferior	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	Inferior	5.00	5.00	5.00	Inferior	5.00	5.00
Áreas colocadas / Áreas requeridas (%)												
Superior	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	Superior	100.00	100.00	100.00	Superior	100.00	100.00
Inferior	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	Inferior	100.00	100.00	100.00	Inferior	100.00	100.00

LONGITUD REQUERIDA DEL ANCLAJE DE REFUERZO A FLEXIÓN EN COLUMNA EXT.			
φ var. Long.	IS	mm	
Longitud de desarrollo	IS	3000.000000	[mm]
Longitud exterior	IS	250	[mm]
Longitud de empalme	IS	250.000000	[mm]

DISEÑO A CORTANTE VIGAS PRINCIPALES EN X											
V6			V7			V8			V9		
Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Áreas colocadas											
Superior	20.01	20.01	Superior	20.01	20.01	Superior	20.01	20.01	Superior	20.01	20.01
Inferior	20.01	20.01	Inferior	20.01	20.01	Inferior	20.01	20.01	Inferior	20.01	20.01
Áreas requeridas [cm <sup>2</sup> ]											
Superior	0.50	0.50	Superior	0.50	0.50	Superior	0.50	0.50	Superior	0.50	0.50
Inferior	0.50	0.50	Inferior	0.50	0.50	Inferior	0.50	0.50	Inferior	0.50	0.50
Áreas colocadas [cm <sup>2</sup> ]											
Superior											

ELABORADO POR: MMAS

f'c	280	[kg/cm <sup>2</sup> ]
fy	4200	[kg/cm <sup>2</sup> ]
b	25	cm
h	25	cm
rec	4	cm
Φ estribo	10	mm
Φ var. Long	16	mm
d	19.2	cm
k	27.2	cm <sup>2</sup>
Asmin	1.6	cm <sup>2</sup>
Asmax	12	cm <sup>2</sup>
Asmax (sísmico)	6	cm <sup>2</sup>
As con máx Momento	4.39	cm <sup>2</sup>
a	3.10	cm
Mu = ΦMn	3.26	ton-m
Mu = ΦMn [ton-m]	3.26	Cumple
N Ramales	2	

Comprobación  
17.90933806

β1	0.85
Φ (losas y vigas controladas por tensión)	0.9

### DISEÑO A FLEXIÓN

#### VIGAS PRINCIPALES EN X

##### LONGITUD REQUERIDA DEL ANCLAJE DE REFUERZO A FLEXIÓN EN COLUMNA EXT

Φ var. Long	16	mm
Longitud de desarrollo	ld	907.114735 mm
Longitud exterior	ld <sub>ext</sub>	192 mm
Longitud de empalme	lst	235.177894 mm
Longitud de empalme	lst	1179.24916 mm

**Cumple**

V1			
	Inicio	Centro	Fin
Momentos [T-m]			
Superior	2.82	0.37	2.93
Inferior	1.21	2.43	1.13
Momentos (Min) [T-m]			
Superior	2.8	0.73	2.9
Inferior	1.4	2.4	1.5
Acero requerido [cm <sup>2</sup> ]			
Superior	4.21	1.03	4.39
Inferior	2.02	3.58	2.10
Acero requerido (Min) [cm <sup>2</sup> ]			
Superior	4.21	1.60	4.39
Inferior	2.02	3.58	2.10
<b># Varillas con Φ propuesto = 16</b>			
Superior	2.09	0.80	2.18
Inferior	1.00	1.78	1.04
Acero colocado			
Superior	2Φ16	1Φ14	2Φ16
Inferior	2Φ12	3Φ12	2Φ12
Acero colocado [cm <sup>2</sup> ]			
Superior	4.02	1.54	4.02
Inferior	2.26	3.39	2.26
As colocado / As requerido (%)			
Superior	95.48	96.21	91.56
Inferior	112.11	94.66	107.73

#### DISEÑO A FLEXIÓN

##### VIGAS PRINCIPALES EN X

f'c	280	[kg/cm <sup>2</sup> ]
fy	4200	[kg/cm <sup>2</sup> ]
b	25	cm
h	25	cm
rec	4	cm
Φ estribo	10	mm
Φ var. Long	16	mm
d	19.2	cm
k	27.2	cm <sup>2</sup>
Asmin	1.6	cm <sup>2</sup>
Asmax	12	cm <sup>2</sup>
As con máx Momento	4.39	cm <sup>2</sup>
a	3.10	cm
Mu = ΦMn	3.26	ton-m
Mu = ΦMn [ton-m]	3.26	Cumple
N Ramales	2	

**Cumple**

Longitud	3.45	m
Columna	0.4	m
Los Min Ld	3.09	m
Ld <sub>ext</sub>	0.20120805	m
Comprobación Ld <sub>ext</sub> 4	Cumple	
Comprobación Sin más	Cumple b	
Comprobación Ancho proyección	Cumple	

DISEÑO A FLEXIÓN												
VIGAS PRINCIPALES EN X												
V16			V17			V18			V19			
Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	
Momentos [T-m]												
Superior	0.30	3.09	0.09	Superior	10.25	11.424	0.96	0.29	Superior	0.60	0.26	0.29
Inferior	0.05	1.04	0.21	Inferior	0.07	0.07	0.08	Inferior	7.00	1.12	7.31	
Momentos (Min) [T-m]												
Superior	0.3	3.0	0.1	Superior	10.2	10.5	0.1	Superior	0.3	0.2	0.1	
Inferior	0.0	0.0	0.0	Inferior	0.0	0.0	0.0	Inferior	7.0	2.0	7.0	
Acero requerido [cm <sup>2</sup> ]												
Superior	0.30	3.09	0.09	Superior	10.25	11.424	0.96	0.29	Superior	0.60	0.26	0.29
Inferior	0.05	1.04	0.21	Inferior	0.07	0.07	0.08	Inferior	7.00	1.12	7.31	
Acero requerido (Min) [cm <sup>2</sup> ]												
Superior	0.3	3.0	0.1	Superior	10.2	10.5	0.1	Superior	0.3	0.2	0.1	
Inferior	0.0	0.0	0.0	Inferior	0.0	0.0	0.0	Inferior	7.0	2.0	7.0	
Acero colocado [cm <sup>2</sup> ]												
Superior	0.30	3.09	0.09	Superior	10.25	11.424	0.96	0.29	Superior	0.60	0.26	0.29
Inferior	0.05	1.04	0.21	Inferior	0.07	0.07	0.08	Inferior	7.00	1.12	7.31	
Acero colocado (Min) [cm <sup>2</sup> ]												
Superior	0.3	3.0	0.1	Superior	10.2	10.5	0.1	Superior	0.3	0.2	0.1	
Inferior	0.0	0.0	0.0	Inferior	0.0	0.0	0.0	Inferior	7.0	2.0	7.0	
Acero colocado / As requerido (%)												
Superior	100.0	100.0	100.0	Superior	100.0	100.0	100.0	Superior	100.0	100.0	100.0	
Inferior	100.0	100.0	100.0	Inferior	100.0	100.0	100.0	Inferior	100.0	100.0	100.0	

##### LONGITUD REQUERIDA DEL ANCLAJE DE REFUERZO A FLEXIÓN EN COLUMNA EXT

Φ var. Long	16	mm
Longitud de desarrollo	ld	907.000077 mm
Longitud exterior	ld <sub>ext</sub>	200 mm
Longitud de empalme	lst	200.000000 mm
Longitud de empalme	lst	1320.000000 mm

#### DISEÑO A CORTANTES

##### VIGAS PRINCIPALES EN X

VIGAS PRINCIPALES EN X											
V16			V17			V18			V19		
Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Acero colocado											
Superior	200	200	Superior	200	200	Superior	200	200	Superior	200	200
Inferior	200	200	Inferior	200	200	Inferior	200	200	Inferior	200	200
Acero requerido (Min)											
Superior	0.00	0.00	Superior	0.00	0.00	Superior	0.00	0.00	Superior	0.00	0.00
Inferior	0.00	0.00	Inferior	0.00	0.00	Inferior	0.00	0.00	Inferior	0.00	0.00
Acero colocado / As requerido (%)											
Superior	0.00	0.00	Superior	0.00	0.00	Superior	0.00	0.00	Superior	0.00	0.00
Inferior	0.00	0.00	Inferior	0.00	0.00	Inferior	0.00	0.00	Inferior	0.00	0.00
Acero colocado / As requerido (%)											
Superior	0.00	0.00	Superior	0.00	0.00	Superior	0.00	0.00	Superior	0.00	0.00
Inferior	0.00	0.00	Inferior	0.00	0.00	Inferior	0.00	0.00	Inferior	0.00	0.00

DISEÑO DE COLUMNAS CENTRALES

COLUMNA C50 , PISO 1

DATOS		
h	40	cm
b	40	cm
filas	5	
columnas	4	
número de varillas	14	
recubrimiento	4	cm
Diámetro Varilla $\phi_l$	20	mm
Diámetro Estribo $\phi_e$	10	mm
Peralte efectivo d	34	cm
Area Varilla	3.14	cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub>	4200	kg/cm <sup>2</sup>
f' c	280	kg/cm <sup>2</sup>
Es	2030000	kg/cm <sup>2</sup>
Ecu	0.003	
$\beta_1$	0.85	
$\phi$ Pn max (Asegurar Ductilidad)	134.4	ton

2.03E+12	x	y
	-50	134.4
	50	134.4

Combinación	Estación	M2	M3	P
1.4D	0	1.4726	-0.8078	-32.3838
1.4D	1.5	-0.3929	0.4421	-31.5765
1.4D	3	-2.2469	1.6788	-30.7692
1.2D+1.6L	0	-0.6597	-5.0739	-77.984
1.2D+1.6L	1.5	0.7955	2.2597	-77.292
1.2D+1.6L	3	2.2272	9.5264	-76.6
1.2D+1.6L+0.5Lr	0	-0.6806	-5.1148	-79.5888
1.2D+1.6L+0.5Lr	1.5	0.8032	2.2766	-78.8968
1.2D+1.6L+0.5Lr	3	2.2632	9.6006	-78.2048
1.2D+L+1.6Lr	0	-0.0058	-3.5616	-64.2846
1.2D+L+1.6Lr	1.5	0.3956	1.6085	-63.5926
1.2D+L+1.6Lr	3	0.7852	6.7309	-62.9006
1.2D+L+Ex	0	-0.9887	5.0307	-50.4066
1.2D+L+Ex	1.5	0.3723	1.7807	-49.7146
1.2D+L+Ex	3	1.7223	-1.522	-49.0226
1.2D+L-Ex	0	1.1108	-11.8924	-67.8915
1.2D+L-Ex	1.5	0.3695	1.3281	-67.1995
1.2D+L-Ex	3	-0.3828	14.5093	-66.5075
1.2D+L+Ey	0	5.3909	-2.2562	-51.8014
1.2D+L+Ey	1.5	0.6806	1.4798	-51.1094
1.2D+L+Ey	3	-4.05	5.1719	-50.4174
1.2D+L-Ey	0	-5.2689	-4.6055	-66.4967
1.2D+L-Ey	1.5	0.0612	1.6291	-65.8047
1.2D+L-Ey	3	5.3895	7.8154	-65.1127
0.9D+Ex	0	-0.1031	7.9423	-12.0757
0.9D+Ex	1.5	-0.2512	0.5105	-11.5567
0.9D+Ex	3	-0.3919	-6.9364	-11.0377
0.9D-Ex	0	1.9965	-8.9809	-29.5606
0.9D-Ex	1.5	-0.254	0.0579	-29.0416
0.9D-Ex	3	-2.497	9.0949	-28.5226
0.9D+Ey	0	6.2766	0.6554	-13.4706
0.9D+Ey	1.5	0.0571	0.2095	-12.9516
0.9D+Ey	3	-6.1642	-0.2425	-12.4326
0.9D-Ey	0	-4.3832	-1.6939	-28.1658
0.9D-Ey	1.5	-0.5623	0.3589	-27.6468
0.9D-Ey	3	3.2753	2.401	-27.1278

LIMITES DIMENSIONALES		
Dimensión Menor	40	cm
Dimensión Perpendicular	40	cm
Comprobación	1	
Si Cumple, es mayor a 0.4		
REFUERZO LONGITUDINAL		
Numero de varillas	14	
$\phi$ estribo	20	mm
Area $\phi_l$	43.98229715	mm <sup>2</sup>
pAs	0.027488936	
Si Cumple la cuantía en zona sísmica		

DIAGRAMA ETABS (Phi reducido)			
EJE 3			
M3 [ton-m]	P [ton]	M3 [ton-m]	P [ton]
0	276.9043	0	276.9043
8.2805	276.9043	-8.2805	276.9043
12.5355	249.1349	-12.5355	249.1349
15.8759	208.3243	-15.8759	208.3243
18.3933	160.9085	-18.3933	160.9085
20.3499	104.3193	-20.3499	104.3193
22.4908	72.1854	-22.4908	72.1854
22.9961	27.3789	-22.9961	27.3789
16.5172	-34.7231	-16.5172	-34.7231
6.8282	-103.3931	-6.8282	-103.3931
0	-143.1461	0	-143.1461

DIAGRAMA ETABS (Phi reducido)			
M2 [ton-m]	P [ton]	M2 [ton-m]	P [ton]
0	394.759	0	394.759
14.6723	394.759	-14.6723	394.759
22.9013	366.7359	-22.9013	366.7359
29.6794	298.7948	-29.6794	298.7948
34.7818	235.9391	-34.7818	235.9391
38.9357	161.7661	-38.9357	161.7661
43.5266	135.2613	-43.5266	135.2613
46.1978	92.1664	-46.1978	92.1664
36.0331	14.6174	-36.0331	14.6174
20.4595	-68.7728	-20.4595	-68.7728
0	-154.122	0	-154.122

Las demandas se encuentran dentro del diagrama de interacción reducido, tanto para el EJE 2-2, como para el EJE 3- 3. Así mismo, estan dentro de el límite 30% f' c Ag b para asegurar la ductilidad

Combinación mas crítica	Mu [ton-m]	Pu [ton]
	14.5093	-66.5075

Combinación mas crítica	Mu [ton-m]	Pu [ton]
	-0.9887	-50.4066

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11

CRITERIO COLUMNA FUERTE - VIGA DEBIL													
VIGA EJE X APORTE DE LA LOSA			DIAGRAMA NOMINAL ETABS				VIGA EJE Y APORTE DE LA LOSA			DIAGRAMA NOMINAL ETABS			
			EJE 2							EJE 3			
			M2 [ton-m]	P [ton]	M2 [ton-m]	P [ton]				M3 [ton-m]	P [ton]	M3 [ton-m]	P [ton]
			0	598.118	0	598.118				0	598.118	0	598.118
			24.5002	598.118	-24.5002	598.118				21.8957	598.118	-21.8957	598.118
			37.0755	546.4134	-37.0755	546.4134				34.1154	551.7948	-34.1154	551.7948
			47.3905	460.7936	-47.3905	460.7936				43.3646	466.8322	-43.3646	466.8322
			55.1771	367.5267	-55.1771	367.5267				49.8569	372.3806	-49.8569	372.3806
			61.3295	262.3388	-61.3295	262.3388				54.0632	265.4114	-54.0632	265.4114
Base de viga			25	cm	58.6423	200.202	Base de viga			30	cm	52.0421	184.824
Altura de viga			40	cm	52.2676	124.836	Altura de viga			50	cm	45.5652	102.9674
Distancia Alma de vigas sw			50	cm	41.39	50.0297	Distancia Alma de vigas sw			50	cm	34.2786	16.4758
Luz viga en X Ln			4.0127	m	21.8724	-54.4781	Luz viga en X Ln			3.1	m	17.9461	-75.1427
Ancho sobresaliente			25	cm	0	-159.0512	Ancho sobresaliente			25	cm	0	-159.0512
Peralte efectivo d			34.3	cm	0	-159.0512	Peralte efectivo d			44.1	cm	0	-159.0512
MOMENTO POSITIVO, ARRIBA COMPRESIÓN - ABAJO TRACCIÓN							MOMENTO POSITIVO, ARRIBA COMPRESIÓN - ABAJO TRACCIÓN						
Base inferior b			75	cm					Base inferior b			80	cm
Acero colocado As			5.99	cm <sup>2</sup>					Acero colocado As			3.08	cm <sup>2</sup>
a			1.4968765	cm					a			0.84892301	cm
Mpr1			8.95472416	ton - m					Mpr1			7.05948313	ton - m
MOMENTO NEGATIVO, ARRIBA TRACCIÓN - ABAJO COMPRESIÓN							MOMENTO NEGATIVO, ARRIBA TRACCIÓN - ABAJO COMPRESIÓN						
Base superior b			25	cm					Base superior b			30	cm
Acero colocado As			6.16	cm <sup>2</sup>					Acero colocado As			3.08	cm <sup>2</sup>
a			5.4331073	cm					a			2.26378471	cm
Mpr2			10.209977	ton - m					Mpr2			6.94514678	ton - m
			19.1747012	ton - m								14.0046399	ton - m
Pu1			50.4066	ton					Pu 1			79.5888	ton
Pu2			-50.4066	ton					Pu2			-66.5075	ton
Mn 1			39	ton - m					Mn 1			41	ton - m
Mn2			41	ton - m					Mn2			46	ton - m
			80	ton - m								87	ton - m
Si Cumple							Si Cumple						

CONFINAMIENTO DE ACERO TRANSVERSAL Y LONGITUD REQUERIDA																			
ACERO TRANSVERSAL CONFINAMIENTO					LONGITUD REQUERIDA DEL ANCLAJE DE REFUERZO A FLEXIÓN EN COLUMNA EXT						Confinamiento de Columnas			Análisis en la dimensión "h"					
Altura libre de la columna					2.95			m			f'c			280		kg/cm <sup>2</sup>			
Zona de Confinamiento											fy			4200		kg/cm <sup>2</sup>			
lo					a			40			b			40			cm		
					b			49.16666667			h			40			cm		
					c			45			s			10			cm		
lo seleccionada					49.16666667			cm			rec			4			cm		
Separación Estribos											Phi Estribo			12			mm		
s					a			12			Phi Long			20			mm		
					b			10											
Separación seleccionada					10			cm			Cumple			Análisis en la dimensión "b"			Análisis en la dimensión "h"		
Fuera de zona de Confinamiento																			
s					a			12											
					b			15			Ag			1800			cm <sup>2</sup>		
Separación seleccionada					12			cm			Ash			948.64			cm <sup>2</sup>		
Acero Transversal Confinado											Ash1			4.23			cm <sup>2</sup>		
bc					a			31			Ash2			1.848			cm <sup>2</sup>		
					Ash 1			4.12			Ash Máx			4.23			cm <sup>2</sup>		
Área Varillas					1.86			cm <sup>2</sup>			Área estribo			1.13			cm <sup>2</sup>		
Estribos					4.12			cm <sup>2</sup>			#Ramales			3					
Ash Max					4.12			cm <sup>2</sup>											
Se colocan 1 estribo exterior de 16mm y dos estribos interiores de 12mm.																			

FUERZA POR CAPACIDAD DE CARGA

FUERZA CORTANTE POR CAPACIDAD		
Pu	-50.4066	ton
Debido a que el armado longitudinal de la columna será el mismo al inicio y al final de este piso, el momento probable será el mismo		
Mpr1 = Mpr2	51	ton
Vp = Vu	34.57627119	ton - m
Pu >= Ag Fc /20	22.4	ton
<b>No se debe utilizar el aporte de resistencia a cortante del hormigón</b>		
Vc	9	ton
Ø	0.75	
Vs >= Vu/Ø - Vc	37	ton
Av	4.272566009	cm2
Separación Demanda	s	16.60 cm
Separación por Normativa	s	10 cm

DIAGRAMA NOMINAL ETABS CONSIDERANDO 1.25 fy	
EJE 2	
M2 (ton-m)	P (ton)
0	629.9283
27.6481	629.9283
40.2234	562.9812
50.2588	475.8902
57.4827	379.6615
62.789	270.0203
62.198	185.7804
55.4155	108.2681
44.5379	26.8349
25.0203	-77.6731
0	-198.814

DIAGRAMA NOMINAL ETABS CONSIDERANDO 1.25 fy	
EJE 3	
M3 (ton-m)	P (ton)
0	629.9283
23.8349	629.9283
36.0041	561.7355
45.0856	475.8902
51.2402	379.6615
54.9389	270.0203
54.1755	176.1711
48.0835	86.3996
36.7969	-6.7191
19.8349	-104.9648
0	-198.814

Pu [ton]	-50.4066
Mpr [ton - m]	51

Pu [ton]	-66.5075
Mpr [ton - m]	50

DISEÑO DE COLUMNAS CENTRALES

COLUMNA C50 , PISO 1

DATOS		
h	50	cm
b	50	cm
Etas	5	
columnas	4	
número de varillas	14	
recubrimiento	4	cm
Diámetro Varilla øl	20	mm
Diámetro Estribo øe	10	mm
Peralte efectivo d	44	cm
Area Varilla	3.14	cm²
fy	4200	kg/cm²
f'c	280	kg/cm²
Es	203000	kg/cm²
Ecu	0.003	
Ø	0.85	
Ø Pn max (Asegurar Ductilidad)	210	ton

LIMITES DIMENSIONALES	
Dimensión Menor	50 cm
Dimensión Perpendicular	50 cm
Comprobación	5
Si Cumple, es mayor a 0.4	

REFUERZO LONGITUDINAL	
Número de varillas	14
Ø estribo	20 mm
Area øl	43.98229715 mm2
pAs	0.017592919
Si Cumple la cuantía en zona sísmica	

Combinación	Estación	M2	M3	P
1-D	0	-0.1296	1.0489	47.8701
1-D	1.5	-2.3162	2.39	46.0887
1-D	3	-4.4663	3.9335	45.3472
1.2D+1.6L	0	0.5521	2.4819	100.8053
1.2D+1.6L	1.5	-3.8035	3.389	99.724
1.2D+1.6L	3	-8.0952	4.2429	98.6428
1.2D+1.6L+0.5U	0	0.5542	2.4878	102.4203
1.2D+1.6L+0.5U	1.5	-3.8051	3.3799	101.339
1.2D+1.6L+0.5U	3	-8.1046	4.2189	100.2578
1.2D+1+1.6U	0	0.3102	1.9074	83.5581
1.2D+1+1.6U	1.5	-3.1268	2.6572	82.4769
1.2D+1+1.6U	3	-6.5147	3.7621	81.3956
1.2D+L+Ex	0	-1.7156	18.5774	64.3072
1.2D+L+Ex	1.5	-3.9331	9.9936	63.226
1.2D+L+Ex	3	-6.0889	1.2529	62.1448
1.2D+L+Ex	0	2.3224	-14.8007	92.473
1.2D+L+Ex	1.5	-2.9102	-4.2209	91.3918
1.2D+L+Ex	3	-6.9064	6.4252	90.3105
1.2D+L+Ey	0	11.8707	4.0557	66.6702
1.2D+L+Ey	1.5	2.5117	4.579	65.588
1.2D+L+Ey	3	-6.8868	3.046	64.5077
1.2D+L+Ey	0	-11.2639	-0.279	90.11
1.2D+L+Ey	1.5	-8.7549	2.1937	89.0288
1.2D+L+Ey	3	-6.1084	4.932	87.9475
0.9D+Ex	0	-2.1022	17.3634	19.8868
0.9D+Ex	1.5	-2.3004	8.6437	15.8798
0.9D+Ex	3	-2.4625	-0.2118	15.0889
0.9D+Ex	0	1.3557	-16.0147	44.5569
0.9D+Ex	1.5	-0.6775	-5.3769	44.0459
0.9D+Ex	3	-3.28	4.9606	43.2347
0.9D+Ey	0	11.484	2.8417	19.0537
0.9D+Ey	1.5	4.1444	2.225	18.2428
0.9D+Ey	3	-3.2604	1.5614	17.4319
0.9D+Ey	0	-11.6508	-1.4931	42.4956
0.9D+Ey	1.5	-7.1223	0.8438	41.6829
0.9D+Ey	3	-2.482	3.1674	40.8717

DIAGRAMA ETABS (Phi reducido)			
EJE 3			
M3 (ton-m)	P (ton)	M3 (ton-m)	P (ton)
0	394.759	0	394.759
15.3443	394.759	-15.3443	394.759
23.4528	361.6762	-23.4528	361.6762
29.8343	305.4969	-29.8343	305.4969
34.5491	243.0121	-34.5491	243.0121
38.0272	171.6658	-38.0272	171.6658
42.5875	142.4274	-42.5875	142.4274
44.7585	98.7039	-44.7585	98.7039
34.2629	21.1835	-34.2629	21.1835
17.9143	-69.3053	-17.9143	-69.3053
0	-154.122	0	-154.122

DIAGRAMA ETABS (Phi reducido)			
M2 (ton-m)	P (ton)	M2 (ton-m)	P (ton)
0	394.759	0	394.759
14.6723	394.759	-14.6723	394.759
22.9013	356.7359	-22.9013	356.7359
29.6794	298.7948	-29.6794	298.7948
36.7638	235.8391	-36.7638	235.8391
38.9357	161.7661	-38.9357	161.7661
43.5266	135.2613	-43.5266	135.2613
46.1978	92.1684	-46.1978	92.1684
38.0331	14.6174	-38.0331	14.6174
20.4595	-68.7728	-20.4595	-68.7728
0	-154.122	0	-154.122

Combinación mas critica	Mu (ton-m)	Pu (ton)
	2.4876	102.4203

Las demandas se encuentran dentro del diagrama de interacción reducido, tanto para el EJE 2-2, como para el EJE 3-3. Así mismo, están dentro de el límite 30%fc Ag b para asegurar la ductilidad

Combinación mas critica	Mu (ton-m)	Pu (ton)
	-1.7155	64.3072

CRITERIO COLUMNA FUERTE - VIGA DEBIL

VIGA/EJE X APORTE DE LA LOSA		
Base de viga	25	cm
Altura de viga	40	cm
Distancia Alma de vigas sw	50	cm
Luz viga en X Ln	4.0127	m
Ancho sobresaliente	25	cm
Peralte efectivo d	34.3	cm

DIAGRAMA NOMINAL ETABS			
EJE 2			
M2 [ton-m]	P [ton]	M2 [ton-m]	P [ton]
0	598.118	0	598.118
24.5002	598.118	-24.5002	598.118
37.0755	546.4134	-37.0755	546.4134
47.3905	460.7936	-47.3905	460.7936
55.1771	367.5267	-55.1771	367.5267
61.3295	262.3388	-61.3295	262.3388
58.6423	200.202	-58.6423	200.202
52.2676	124.836	-52.2676	124.836
41.39	50.0297	-41.39	50.0297
21.8724	-54.4781	-21.8724	-54.4781
0	-159.0512	0	-159.0512

VIGA/EJE Y APORTE DE LA LOSA		
Base de viga	30	cm
Altura de viga	50	cm
Distancia Alma de vigas sw	50	cm
Luz viga en X Ln	3.1	m
Ancho sobresaliente	25	cm
Peralte efectivo d	44.1	cm

DIAGRAMA NOMINAL ETABS			
EJE 3			
M3 [ton-m]	P [ton]	M3 [ton-m]	P [ton]
0	598.118	0	598.118
21.8957	598.118	-21.8957	598.118
34.1154	551.7948	-34.1154	551.7948
43.3646	496.8322	-43.3646	496.8322
49.8569	372.3806	-49.8569	372.3806
54.0632	265.4114	-54.0632	265.4114
52.0421	184.824	-52.0421	184.824
45.5652	102.9674	-45.5652	102.9674
34.2786	16.4758	-34.2786	16.4758
17.9461	-75.1427	-17.9461	-75.1427
0	-159.0512	0	-159.0512

MOMENTO POSITIVO, ARRIBA COMPRESIÓN - ABAJO TRACCIÓN		
Base inferior b	75	cm
Acero colocado As	5.09	cm2
a	1.4968765	cm
Mpr1	8.96472416	ton - m
MOMENTO NEGATIVO, ARRIBA TRACCIÓN - ABAJO COMPRESIÓN		
Base superior b	25	cm
Acero colocado As	6.16	cm2
a	9.4331073	cm
Mpr2	10.209977	ton - m
	19.1747012	ton - m
Pu1	50.4066	ton
Pu2	64.3072	ton
Mn1	39	ton - m
Mn2	41	ton - m
	80	ton - m
<b>Si Cumple</b>		

MOMENTO POSITIVO, ARRIBA COMPRESIÓN - ABAJO TRACCIÓN		
Base inferior b	80	cm
Acero colocado As	3.08	cm2
a	0.84892301	cm
Mpr1	7.05949313	ton - m
MOMENTO NEGATIVO, ARRIBA TRACCIÓN - ABAJO COMPRESIÓN		
Base superior b	30	cm
Acero colocado As	3.08	cm2
a	2.26379471	cm
Mpr2	6.94514678	ton - m
	14.0046399	ton - m
Pu1	79.5888	ton
Pu2	102.4203	ton
Mn1	41	ton - m
Mn2	46	ton - m
	87	ton - m
<b>Si Cumple</b>		

CONFINAMIENTO DE ACERO TRANSVERSAL Y LONGITUD REQUERIDA

ACERO TRANSVERSAL CONFINAMIENTO		
Altura libre de la columna	2.95	m
Zona de Confinamiento		
a	50	cm
b	49.18668667	cm
c	45	cm
lo seleccionada	50	cm
Separación Estribos		
a	12	cm
b	10	cm
Separación seleccionada	10	cm
Fuera de zona de Confinamiento		
a	12	cm
b	15	cm
Separación seleccionada	12	cm
Acero Transversal Confinado		
bc	41	cm
Ach	3881	cm2
Area Varillas Estribos	Ash 1	4.00 cm2
	Ash 2	2.46 cm2
Ash Max	4.00	cm2
Se colocan 1 estribo exterior de 16mm y dos estribos interiores de 12 mm.		
Av	4.272566009	cm2

LONGITUD REQUERIDA DEL ANCLAJE DE REFUERZO A FLEXIÓN EN COLUMNA EXT		
Φ var. Long	20	mm
Longitud de desarrollo	ld	1133.89342 mm
Longitud exterior	l <sub>ext</sub>	240 mm
	l <sub>th</sub>	293.972368 mm
Longitud de empalme (Tipo B)	l <sub>st</sub>	1474.06144 mm

Cumple

Confinamiento de Columnas	
f <sub>c</sub>	290 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub>	4200 kg/cm <sup>2</sup>
b	50 cm
h	50 cm
s	10 cm
rec	4 cm
Phi Estribo	12 mm
Phi Long	20 mm

	b	h
s	16	16
ramat	3	3

Análisis en la dimensión "b"	
bc1	40.8 cm
Ag	2500 cm <sup>2</sup>
Ach	1664.64 cm <sup>2</sup>

Análisis en la dimensión "h"	
bc2	40.8 cm
Ag	2500 cm <sup>2</sup>
Ach	1664.64 cm <sup>2</sup>

Ash1	4.09 cm <sup>2</sup>
Ash2	2.448 cm <sup>2</sup>
Ash Máx	4.09 cm <sup>2</sup>

Ash1	4.09 cm <sup>2</sup>
Ash2	2.448 cm <sup>2</sup>
Ash Máx	4.09 cm <sup>2</sup>

Area estribo	1.13 cm <sup>2</sup>
#Ramales	3

Area estribo	1.13 cm <sup>2</sup>
#Ramales	3

FUERZA POR CAPACIDAD DE CARGA

FUERZA CORTANTE POR CAPACIDAD			
Pu	64.3072	ton	
Debido a que el armado longitudinal de la columna será el mismo al inicio y al final de este piso, el momento probable será el mismo			
Mpr1 = Mpr2	51	ton	
Ve = Vu	34.57627119	ton - m	
Pu >= Ag f'c / 20	35	ton	
Se debe utilizar el aporte de resistencia a cortante del hormigón porque Pu > Ag f'c / 20			
Vc	23	ton	
Ø	0.75		
Vs >= Vu / Ø - Vc	23	ton	
Av	4.272566009	cm2	
Separación Demanda	s	34.32	cm
Separación por Normativa	s	10	cm

DIAGRAMA NOMINAL ETABS CONSIDERANDO 1.25 fy	
EJE 2	
M2 [ton-m]	P [ton]
0	629.9283
27.6481	629.9283
40.2234	561.7355
50.2598	475.8902
57.8827	379.6615
62.789	270.0203
62.198	185.7804
55.4155	108.2681
44.5379	26.8348
25.0203	-77.6731
0	-198.814

Pu [ton]	64.3072
Mpr [ton - m]	51

DIAGRAMA NOMINAL ETABS CONSIDERANDO 1.25 fy	
EJE 3	
M3 [ton-m]	P [ton]
0	629.9283
23.8348	629.9283
36.0041	561.7355
45.0856	475.8902
51.2402	379.6615
54.5388	270.0203
54.1755	176.1711
48.0835	86.3996
36.7969	-6.7191
19.8349	-104.9648
0	-198.814

Pu [ton]	102.4203
Mpr [ton - m]	50

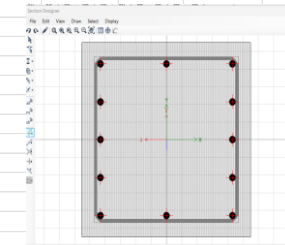
DISEÑO DE COLUMNAS CENTRALES

COLUMNA C50 , PISO 1

DATOS		
h	40	cm
b	40	cm
filas	5	
columnas	4	
número de varillas	14	
recubrimiento	4	cm
Diámetro Varilla $\phi_l$	20	mm
Diámetro Estribo $\phi_e$	10	mm
Peralte efectivo d	34	cm
Area Varilla	3.14	cm <sup>2</sup>
fy	4200	kg/cm <sup>2</sup>
f c	280	kg/cm <sup>2</sup>
Es	2030000	kg/cm <sup>2</sup>
$\epsilon_{cu}$	0.003	
$\beta_1$	0.85	
$\phi$ Pn max (Asegurar Ductilidad)	134.4	ton

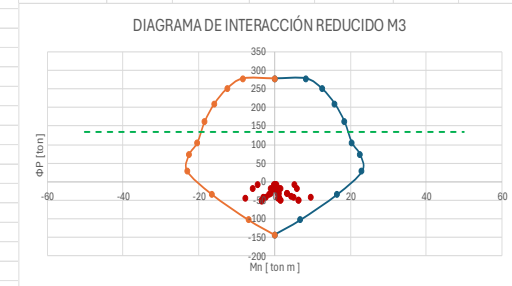
2.03E+12	x	y
	-50	134.4
	50	134.4

LIMITES DIMENSIONALES		
Dimensión Menor	40	cm
Dimensión Perpendicular	40	cm
Comprobación	1	
Si Cumple, es mayor a 0.4		
REFUERZO LONGITUDINAL		
Numero de varillas	14	
$\Phi$ estribo	20	mm
Area $\phi_l$	43.98229715	mm <sup>2</sup>
pAs	0.027488936	
Si Cumple la cuantía en zona sísmica		



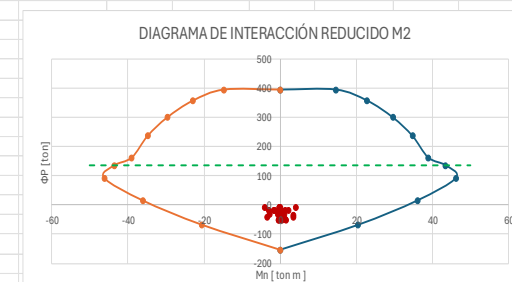
Combinación	Estación	M2	M3	P
1.4D	0	0.95719	-0.52507	-21.04947
1.4D	1.5	-0.255385	0.287365	-20.52473
1.4D	3	-1.460485	1.09122	-19.99998
1.2D+1.6L	0	-0.428805	-3.298035	-50.6896
1.2D+1.6L	1.5	0.517075	1.468805	-50.2398
1.2D+1.6L	3	1.44768	6.19216	-49.79
<b>1.2D+1.6L+0.5Lr</b>	<b>0</b>	<b>-0.44239</b>	<b>-3.32462</b>	<b>-51.73272</b>
1.2D+1.6L+0.5Lr	1.5	0.52208	1.47979	-51.28292
1.2D+1.6L+0.5Lr	3	1.47108	6.24039	-50.83312
1.2D+1.6Lr	0	-0.00377	-2.31504	-41.78499
1.2D+1.6Lr	1.5	0.25714	1.045525	-41.33519
1.2D+1.6Lr	3	0.51038	4.375085	-40.88539
<b>1.2D+L+Ex</b>	<b>0</b>	<b>-0.642655</b>	<b>3.269955</b>	<b>-32.76429</b>
1.2D+L+Ex	1.5	0.241995	1.157455	-32.31449
1.2D+L+Ex	3	1.119495	-0.9893	-31.86469
1.2D+L-Ex	0	0.72202	-7.73006	-44.12948
1.2D+L-Ex	1.5	0.240175	0.863265	-43.67968
<b>1.2D+L-Ex</b>	<b>3</b>	<b>-0.24882</b>	<b>9.431045</b>	<b>-43.22988</b>
1.2D+L+Ey	0	3.504085	-1.46653	-33.67091
1.2D+L+Ey	1.5	0.44239	0.96187	-33.22111
1.2D+L+Ey	3	-2.6325	3.361735	-32.77131
1.2D+L-Ey	0	-3.424785	-2.993575	-43.22286
1.2D+L-Ey	1.5	0.03978	1.058915	-42.77306
1.2D+L-Ey	3	3.503175	5.08001	-42.32326
0.9D+Ex	0	-0.067015	5.162495	-7.849205
0.9D+Ex	1.5	-0.16328	0.331825	-7.511855
0.9D+Ex	3	-0.254735	-4.50866	-7.174505
0.9D-Ex	0	1.297725	-5.837585	-19.21439
0.9D-Ex	1.5	-0.1651	0.037635	-18.87704
0.9D-Ex	3	-1.62305	5.911685	-18.53969
0.9D+Ey	0	4.07979	0.42601	-8.75589
0.9D+Ey	1.5	0.037115	0.136175	-8.41854
0.9D+Ey	3	-4.00673	-0.157625	-8.08119
0.9D-Ey	0	-2.84908	-1.101035	-18.30777
0.9D-Ey	1.5	-0.365495	0.233285	-17.97042
0.9D-Ey	3	2.128945	1.56065	-17.63307

DIAGRAMA ETABS (Phi reducido)			
EJE 3			
M3 [ton-m]	P [ton]	M3 [ton-m]	P [ton]
0	276.9043	0	276.9043
8.2805	276.9043	-8.2805	276.9043
12.5355	249.1349	-12.5355	249.1349
15.8759	208.3243	-15.8759	208.3243
18.3933	160.9085	-18.3933	160.9085
20.3499	104.3193	-20.3499	104.3193
22.4908	72.1854	-22.4908	72.1854
22.9961	27.3789	-22.9961	27.3789
16.5172	-34.7231	-16.5172	-34.7231
6.8282	-103.3931	-6.8282	-103.3931
0	-143.1461	0	-143.1461



Combinación mas crítica	Mu [ton-m]	Pu [ton]
	9.431045	-43.229875

DIAGRAMA ETABS (Phi reducido)			
EJE 2			
M2 [ton-m]	P [ton]	M2 [ton-m]	P [ton]
0	394.759	0	394.759
14.6723	394.759	-14.6723	394.759
22.9013	356.7359	-22.9013	356.7359
29.6794	298.7948	-29.6794	298.7948
34.7818	235.9391	-34.7818	235.9391
38.9357	161.7661	-38.9357	161.7661
43.5266	135.2613	-43.5266	135.2613
46.1978	92.1664	-46.1978	92.1664
36.0331	14.6174	-36.0331	14.6174
20.4595	-68.7728	-20.4595	-68.7728
0	-154.122	0	-154.122



Combinación mas crítica	Mu [ton-m]	Pu [ton]
	-0.642655	-32.76429

Las demandas se encuentran dentro del diagrama de interacción reducido, tanto para el EJE 2-2, como para el EJE 3-3. Así mismo, están dentro de el límite 30%fc Ag b para asegurar la ductilidad

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11

**CRITERIO COLUMNA FUERTE - VIGA DEBIL**

**VIGA EJE X**

**APORTE DE LA LOSA**

Tabla 4.3.2.1 - Límites dimensionales del ancho de refuerzo de las alas para vigas T

Ala superior (cm)	Ala inferior (cm)
37.0705	48.4134
47.2655	48.7505
55.1711	307.5207
61.2025	262.3388
58.6623	220.2023
52.2675	124.838

Base de viga	25	cm
Altura de viga	40	cm
Distancia Alas de Vigas sw	50	cm
Altura de las Alas	4.0227	m
Ancho sobresaliente	25	cm
Perforación d	38.5	cm

**DIAGRAMA NOMINAL ETABS**

M2 (ton-m)	P (ton)	M2 (ton-m)	P (ton)
0	598.118	0	598.118
24.5027	598.118	24.5027	598.118
37.0705	548.4134	37.0705	548.4134
47.2655	480.7505	47.2655	480.7505
55.1711	307.5207	55.1711	307.5207
61.2025	262.3388	61.2025	262.3388
58.6623	220.2023	58.6623	220.2023
52.2675	124.838	52.2675	124.838
41.39	50.0297	41.39	50.0297
21.8294	124.838	21.8294	54.4763
0	-159.0512	0	-159.0512

**VIGA EJE Y**

**APORTE DE LA LOSA**

Tabla 4.3.2.1 - Límites dimensionales del ancho de refuerzo de las alas para vigas T

Ala superior (cm)	Ala inferior (cm)
34.1154	651.2848
45.3944	486.8022
49.8956	372.3009
54.0851	285.4114
52.0423	184.528
46.5852	102.9874

Base de viga	30	cm
Altura de viga	50	cm
Distancia Alas de Vigas sw	50	cm
Altura de las Alas	3.1	m
Ancho sobresaliente	25	cm
Perforación d	44.5	cm

**DIAGRAMA NOMINAL ETABS**

M3 (ton-m)	P (ton)	M3 (ton-m)	P (ton)
0	698.118	0	698.118
21.8027	698.118	21.8027	698.118
34.1154	651.2848	34.1154	651.2848
45.3944	486.8022	45.3944	486.8022
49.8956	372.3009	49.8956	372.3009
54.0851	285.4114	54.0851	285.4114
52.0423	184.528	52.0423	184.528
46.5852	102.9874	46.5852	102.9874
34.7289	16.4738	34.7289	16.4738
17.9461	75.3427	17.9461	75.3427
0	-159.0512	0	-159.0512

$\alpha = \frac{A_s \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f_c \cdot b \cdot d}$

$M_{u1} = A_s \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot (d - \alpha)$

**MOMENTO POSITIVO, ARIBA COMPRESIÓN - ABAJO TRACCIÓN**

Base inferior B	25	cm
Acero colocado As	1.09	cm <sup>2</sup>
B	1.498765	cm
Mpr1	8.26672018	ton-m

**MOMENTO NEGATIVO, ARIBA TRACCIÓN - ABAJO COMPRESIÓN**

Base superior B	25	cm
Acero colocado As	6.18	cm <sup>2</sup>
B	5.4333273	cm
Mpr2	10.209977	ton-m
$\sum M_{i1}$	19.1747012	ton-m
Pu1	50.4068	ton
Pu2	-32.76429	ton
Mu1	39	ton-m
Mu2	41	ton-m
$\sum M_{i2}$	80	ton-m
$\sum M_{u2} \geq 1.2 \cdot \sum M_{i2}$	80	ton-m

**Si Cumple**

**DIAGRAMA NOMINAL M2**

**MOMENTO POSITIVO, ARIBA COMPRESIÓN - ABAJO TRACCIÓN**

Base inferior B	50	cm
Acero colocado As	3.98	cm <sup>2</sup>
B	0.6489207	cm
Mpr1	7.0240211	ton-m

**MOMENTO NEGATIVO, ARIBA TRACCIÓN - ABAJO COMPRESIÓN**

Base superior B	30	cm
Acero colocado As	3.98	cm <sup>2</sup>
B	2.20379471	cm
Mpr2	8.94814678	ton-m
$\sum M_{i1}$	14.0046399	ton-m
Pu1	79.5888	ton
Pu2	-43.229875	ton
Mu1	46	ton-m
Mu2	46	ton-m
$\sum M_{i2}$	87	ton-m
$\sum M_{u2} \geq 1.2 \cdot \sum M_{i2}$	87	ton-m

**Si Cumple**

**DIAGRAMA NOMINAL M3**

**CONFINAMIENTO DE ACERO TRANSVERSAL Y LONGITUD REQUERIDA**

Longitud de la zona de confinamiento:  $L_c \geq \max\{16d, 450\text{ mm}\}$

Sección de acero transversal:  $A_{st} = 0.09 \cdot \frac{A_{ch} \cdot f_c}{f_y}$

**ACERO TRANSVERSAL CONFINAMIENTO**

Altura libre de la columna	2.95	m	
Zona de confinamiento	40	cm	
lo	49.38666667	cm	
b	40	cm	
Separación Estribos	12	cm	
s	10	cm	
Separación selenostriada	10	cm	
Fuera de zona de Confinamiento	10	cm	
s	15	cm	
Separación selenostriada	12	cm	
Acero Transversal Confinado	35	cm	
As	961	cm <sup>2</sup>	
Área Variada Estribos	Asch1	1.88	cm <sup>2</sup>
Asch2	1.88	cm <sup>2</sup>	
Asch Max	4.12	cm <sup>2</sup>	
Área estribo	1.13	cm <sup>2</sup>	
Estribos	1	cm <sup>2</sup>	

**LONGITUD REQUERIDA DEL ANCLAJE DE REFUERZO A FLEXIÓN EN COLUMNA EXT**

Ø var. Long	30	mm
Longitud de desarrollo	1153.98342	mm
Longitud exterior	240	mm
Longitud interior	253.97228	mm
Longitud de empalmes Tipo S	1474.95144	mm

**Confinamiento de Columnas**

f <sub>c</sub>	280	kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub>	4200	kg/cm <sup>2</sup>
b	40	cm
h	40	cm
s	12	cm
estribo	3	cm

**Análisis en la dimensión "y"**

Asch	966.61	cm <sup>2</sup>
Asch1	4.23	cm <sup>2</sup>
Asch2	1.88	cm <sup>2</sup>
Asch Max	4.23	cm <sup>2</sup>
Área estribo	1.13	cm <sup>2</sup>
Estribos	1	cm <sup>2</sup>

**FUERZA POR CAPACIDAD DE CARGA**

**FUERZA CORTANTE POR CAPACIDAD**

Pu	-32.76429	ton	
Mpr1 = Mpr2	51	ton	
Ve = Vu	34.57627119	ton-m	
Pu >= Ag F <sub>c</sub> / 20	22.4	ton	
<b>No se debe utilizar el aporte de resistencia a cortante del hormigón</b>			
Vc	10	ton	
φ	0.75		
Vs >= Mu / φ - Vc	38	ton	
Ar	4.272566009	cm <sup>2</sup>	
Separación Demanda	s	17.04	cm
Separación por Normativa	s	10	cm

**DIAGRAMA NOMINAL ETABS CONSIDERANDO 1.25 fy**

EJE 2

M2 (ton-m)	P (ton)
0	629.9283
27.6481	629.9283
40.2234	562.9812
50.2588	475.8902
57.4827	379.6615
62.7889	270.0203
62.198	185.7884
55.4155	108.2681
44.5379	26.8348
25.0203	-77.6731
0	-198.814

Pu (ton)	-32.76429
Mpr (ton-m)	51

**DIAGRAMA DE INTERACCION M2 1.25 fy**

$V_c = 0.53 \cdot \left(1 + \frac{N_u}{140 \cdot A_g}\right) \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d =$

**DIAGRAMA NOMINAL ETABS CONSIDERANDO 1.25 fy**

EJE 3

M3 (ton-m)	P (ton)
0	629.9283
23.8346	629.9283
36.0041	561.7395
45.0856	475.8902
51.2402	379.6615
54.9389	270.0203
54.1785	176.1711
48.0851	85.3808
36.7969	-6.7191
19.8349	-104.9648
0	-198.814

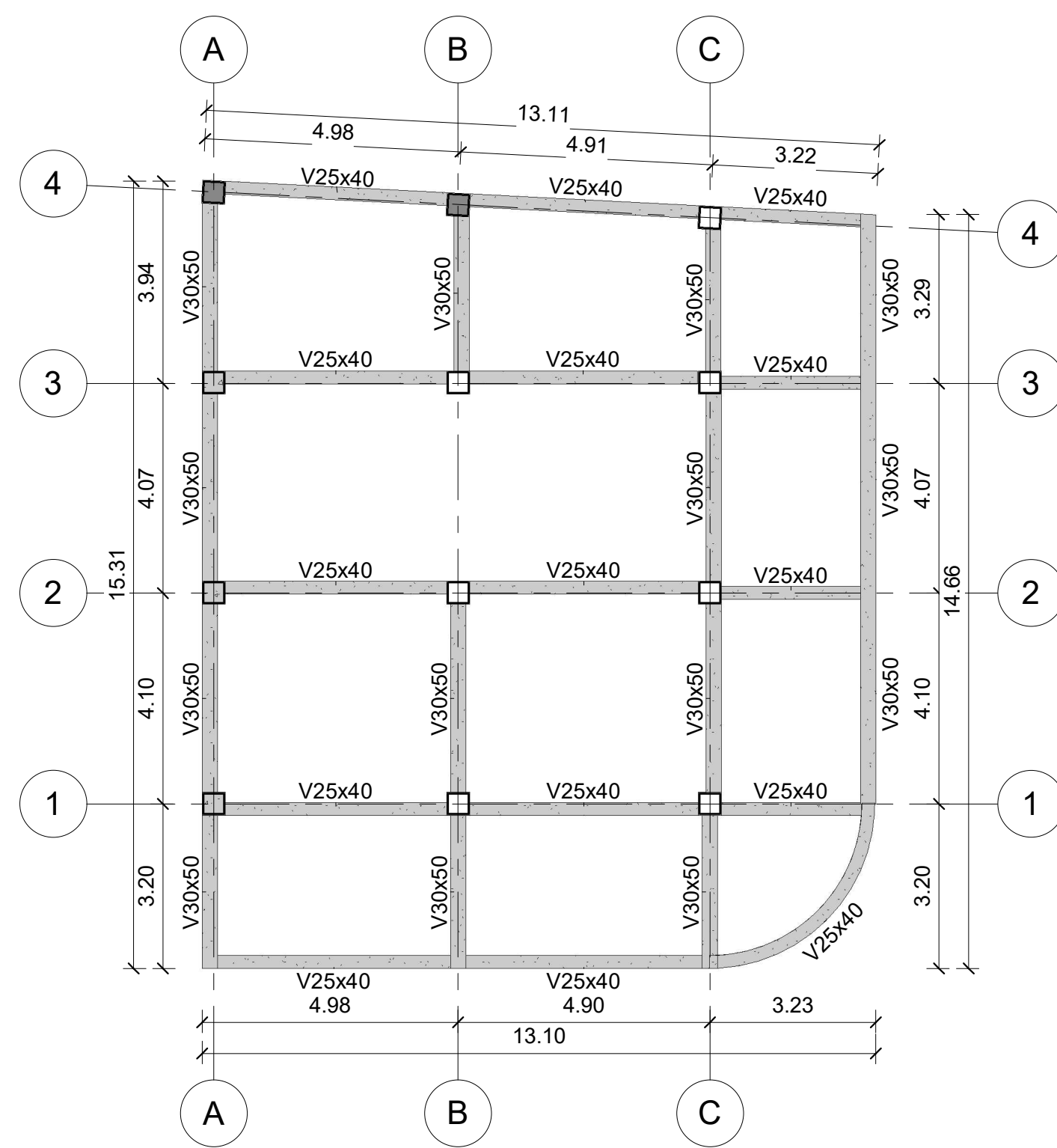
Pu (ton)	-43.229875
Mpr (ton-m)	50

**DIAGRAMA DE INTERACCION M3 1.25 fy**

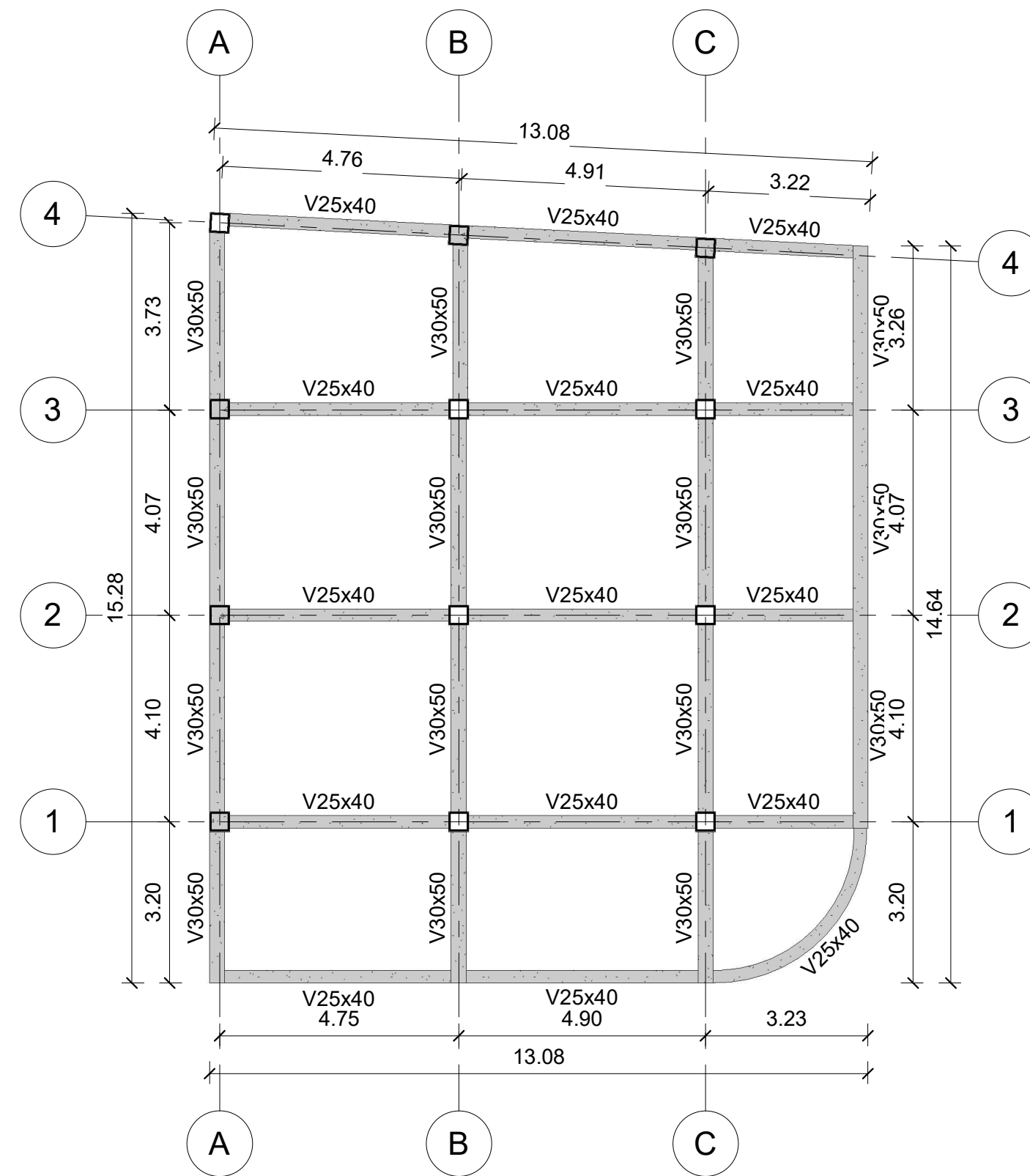
		Envolvente Sx,Sy		Servicio		Diseño		Parámetros de diseño			
Cargas de diseño	Carga muerta	Carga viva	Carga sísmica	D+L	D+L+S	1,2D+1,6L	1,2D+1L+1S	Esfuerzo admisi	26 t/m2		
P (t)	49.96	37.83	1.21	87.79	89.00	120.48	98.99	f'c	28 Mpa		
Mx (t.m)	1.22	1.55	15.57	2.77	18.34	3.95	18.59	e (Columna)	0.5 m		
My (t.m)	0.22	0.73	15.90	0.95	16.85	1.43	16.89	f (Columna)	0.5 m		
								d	0.280 m	M max (t.m)	20.99
<b>Predimensionamiento</b>		<b>Comprobación de esfuerzos del suelo (t/m2)</b>						Recubrimiento		0.020 m	
Área Nece	4.14	m2	Esfuerzos	D+L		D+L+S		Posición colum		esquinera	
B=L Nece	2.03	m2	Esf B1	21.56	Ok Esfuerzo	11.54	Ok Esfuerzo				
B	2.10	m	Esf B2	22.79	Ok Esfuerzo	33.37	Ok Esfuerzo				
L	2.10	m	Esf L1	20.38	Ok Esfuerzo	10.57	Ok Esfuerzo				
Área Colo (m)	4.41	ok predimensionamiento	Esf L2	23.97	Ok Esfuerzo	34.34	Ok Esfuerzo				
<b>Corte unidireccional</b>						S/C (t/m2)	0.8	<b>Resumen</b>			
Calculos	1,2D+1,6L	1,2D+1L+1S					Desplante p	0.6	B (m)	2.10	
Esf B1	27.03	12.13					Densidad del s	1.4	L (m)	2.10	
Esf B2	28.87	34.02							H (m)	0.300	
Esf L1	25.39	11.03							<b>Varillas Eje X</b>		
Esf L2	30.51	35.12							Diámetro de var	14	
y B	28.42	28.60							Cantidad de var	15	
Vu B (t)	31.28	34.19							Separación de v	15	No requiere patas
Vc B (t)	39.67	39.67							<b>Varillas Eje Y</b>		
						<b>Diseño de flexión</b>					
Cumple corte B	Cumple	Cumple	1,2D+1,6L				1,2D+1L+1S				
y L	29.24	29.16	y B	28.17	Y L	28.56	y B	25.68	Y L	25.94	
Vu L (t)	32.62	35.09	Mu B (t.m)	19.25	Mu L (t.m)	20.07	Mu B (t.m)	20.99	Mu L (t.m)	21.55	
Vc L (t)	39.67	39.67	d Nece (cm)	15.18	d Nece (cm)	15.50	d Nece (cm)	15.85	d Nece (cm)	16.06	
Cumple corte L	Cumple	Cumple	Cumple d ?	Ok peralte	Cumple d ?	Ok peralte	Cumple d ?	Ok peralte	Cumple d ?	Ok peralte	
<b>Revisión de aplastamiento</b>			At B (cm2)	20.62	At L (cm2)	21.50	At B (cm2)	22.49	At L (cm2)	23.08	
Coeficiente	2		Diámetro de var	14	Diámetro de var	14	Diámetro de var	14	Diámetro de var	14	
Resistencia de	30.94		Cantidad de var	13	Cantidad de var	14	Cantidad de var	15	Cantidad de var	15	
Resistencia de	15.47		Separación de v	17	Separación de v	16	Separación de v	15	Separación de v	15	
Cumple aplastamiento	Cumple aplastamiento		No requiere patas		No requiere patas		No requiere patas		No requiere patas		

			Envolvente Sx,Sy	Servicio		Diseño		Parámetros de diseño			
Cargas de diseño	Carga muerta	Carga viva	Carga sísmica	D+L	D+L+S	1,2D+1,6L	1,2D+1L+1S	Esfuerzo admisible	29	t/m2	
P (t)	44.98	55.96	4.14	100.94	105.08	143.51	114.08	f'c	28	Mpa	
Mx (t.m)	2.14	1.46	13.77	3.60	17.37	4.90	17.79	e (Columna)	0.5	m	
My (t.m)	2.22	1.49	12.60	3.71	16.31	5.05	16.75	f (Columna)	0.5	m	
<b>Predimensionamiento</b>			<b>Comprobación de esfuerzos del suelo (t/m2)</b>						d	0.280	m
Área Nece	4.35	m2	Esfuerzos	D+L		D+L+S		Recubrimiento	0.020	m	
B=L Nece	2.09	m2	Esf B1	22.76	Ok Esfuerzo	15.53	Ok Esfuerzo	Posición columna	interior		
B	2.10	m	Esf B2	27.56	Ok Esfuerzo	36.67	Ok Esfuerzo	<b>Resumen</b>			
L	2.10	m	Esf L1	22.83	Ok Esfuerzo	14.85	Ok Esfuerzo	B (m)	2.10		
Área Colo (m2)	4.41	Ok predimensionamiento	Esf L2	27.49	Ok Esfuerzo	37.35	Ok Esfuerzo	L (m)	2.10		
<b>Corte unidireccional</b>							S/C (t/m2)	0.8	<b>Varillas Eje X</b>		
Calculos	1,2D+1,6L	1,2D+1L+1S					Desplante plinto (m)	0.6	Diámetro de varilla (mm)	14	
Esf B1	29.90	15.64					Densidad del suelo (t/m3)	1.4	Cantidad de varillas	17	
Esf B2	36.44	37.35							Separación de varillas (cm)	14	No requiere patas
Esf L1	30.00	14.97					<b>Varillas Eje Y</b>				
Esf L2	36.35	38.03					Diámetro de varilla (mm)	14			
y B	34.82	31.98					Cantidad de varillas	17			
Vu B (t)	38.91	37.85					Separación de varillas (cm)	13	No requiere patas		
Vc B (t)	39.67	39.67	<b>Diseño de flexión</b>								
Cumple corte B ?	Cumple	Cumple	<b>1,2D+1,6L</b>				<b>1,2D+1L+1S</b>				
y L	34.77	32.32	y B	33.95	Y L	33.93	y B	29.08	Y L	29.24	
Vu L (t)	38.83	38.41	Mu B (t.m)	23.93	Mu L (t.m)	23.88	Mu B (t.m)	23.25	Mu L (t.m)	23.59	
Vc L (t)	39.67	39.67	d Nece (cm)	16.92	d Nece (cm)	16.91	d Nece (cm)	16.68	d Nece (cm)	16.80	
Cumple corte L ?	Cumple	Cumple	Cumple d ?	Ok peralte	Cumple d ?	Ok peralte	Cumple d ?	Ok peralte	Cumple d ?	Ok peralte	
<b>Revisión de aplastamiento</b>			At B (cm2)	25.64	At L (cm2)	25.59	At B (cm2)	24.91	At L (cm2)	25.27	
Coeficiente	2		Diámetro de varilla (mm)	14	Diámetro de varilla (mm)	14	Diámetro de varilla (mm)	14	Diámetro de varilla (mm)	14	
Resistencia de plinto	30.94		Cantidad de varillas	17	Cantidad de varillas	17	Cantidad de varillas	16	Cantidad de varillas	16	
Resistencia de columna	15.47		Separación de varillas (cm)	13	Separación de varillas (cm)	13	Separación de varillas (cm)	14	Separación de varillas (cm)	13	
Cumple aplastamiento	Cumple aplastamiento		No requiere patas		No requiere patas		No requiere patas		No requiere patas		

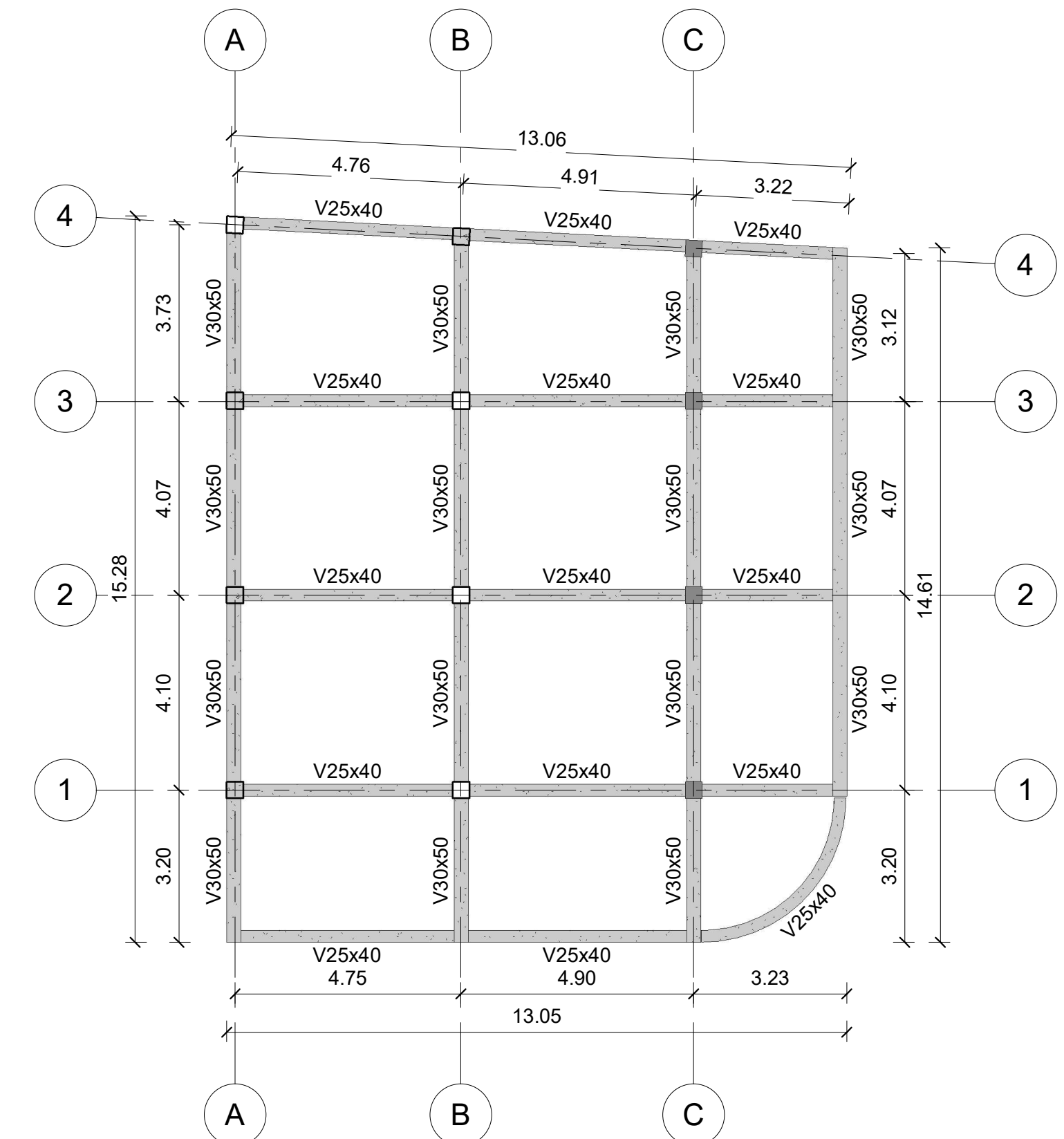
		Envolvente Sx,Sy		Servicio		Diseño		Parámetros de diseño			
Cargas de diseño	Carga muerta	Carga viva	Carga sísmica	D+L	D+L+S	1,2D+1,6L	1,2D+1L+1S	Esfuerzo admisi	30	t/m2	
P (t)	41.40	51.23	9.61	92.63	102.24	131.65	110.52	f'c	28	Mpa	
Mx (t.m)	1.30	1.51	11.19	2.81	14.00	3.97	14.26	e (Columna)	0.5	m	
My (t.m)	2.93	1.86	16.30	4.79	21.09	6.49	21.68	f (Columna)	0.5	m	
								d	0.280	m	
<b>Predimensionamiento</b>			<b>Comprobación de esfuerzos del suelo (t/m2)</b>					Recubrimiento		0.020	m
Área Nece	4.09	m2	Esfuerzos	D+L		D+L+S		Posición colum			borde
B=L Nece	2.02	m2	Esf B1	20.17	Ok Esfuerzo	11.79	Ok Esfuerzo	<b>Resumen</b>			
B	2.10	m	Esf B2	26.38	Ok Esfuerzo	39.12	Ok Esfuerzo	B (m)	2.10		
L	2.10	m	Esf L1	21.46	Ok Esfuerzo	16.39	Ok Esfuerzo	L (m)	2.10		
Área Colo (m	4.41	Ok predimensionamiento	Esf L2	25.09	Ok Esfuerzo	34.52	Ok Esfuerzo	H (m)	0.300		
<b>Corte unidireccional</b>						S/C (t/m2)	0.8	Varillas Eje X			
Calculos	1,2D+1,6L	1,2D+1L+1S			Desplante p	0.6	Diámetro de var			14	
Esf B1	26.28	11.65			Densidad del s	1.4	Cantidad de var			17	
Esf B2	34.69	39.73			Separación de v	13	No requiere patas				
Esf L1	27.91	16.45			<b>Varillas Eje Y</b>						
Esf L2	33.06	34.93			Diámetro de var	14					
y B	32.61	32.78			Cantidad de var	15					
Vu B (t)	36.74	39.59			Separación de v	14	No requiere patas				
Vc B (t)	39.67	39.67	<b>Diseño de flexión</b>								
Cumple corte B	Cumple	Cumple	1,2D+1,6L				1,2D+1L+1S				
y L	31.78	30.35	y B	31.48	Y L	31.09	y B	29.03	Y L	27.89	
Vu L (t)	35.40	35.64	Mu B (t.m)	22.59	Mu L (t.m)	21.77	Mu B (t.m)	24.30	Mu L (t.m)	21.90	
Vc L (t)	39.67	39.67	d Nece (cm)	16.44	d Nece (cm)	16.14	d Nece (cm)	17.06	d Nece (cm)	16.19	
Cumple corte L	Cumple	Cumple	Cumple d ?	Ok peralte	Cumple d ?	Ok peralte	Cumple d ?	Ok peralte	Cumple d ?	Ok peralte	
<b>Revisión de aplastamiento</b>			At B (cm2)	24.21	At L (cm2)	23.33	At B (cm2)	26.04	At L (cm2)	23.46	
Coeficiente	2		Diámetro de var	14	Diámetro de var	14	Diámetro de var	14	Diámetro de var	14	
Resistencia de	30.94		Cantidad de var	16	Cantidad de var	15	Cantidad de var	17	Cantidad de var	15	
Resistencia de	15.47		Separación de v	14	Separación de v	15	Separación de v	13	Separación de v	14	
Cumple aplastamiento	Cumple aplastamiento		No requiere patas		No requiere patas		No requiere patas		No requiere patas		



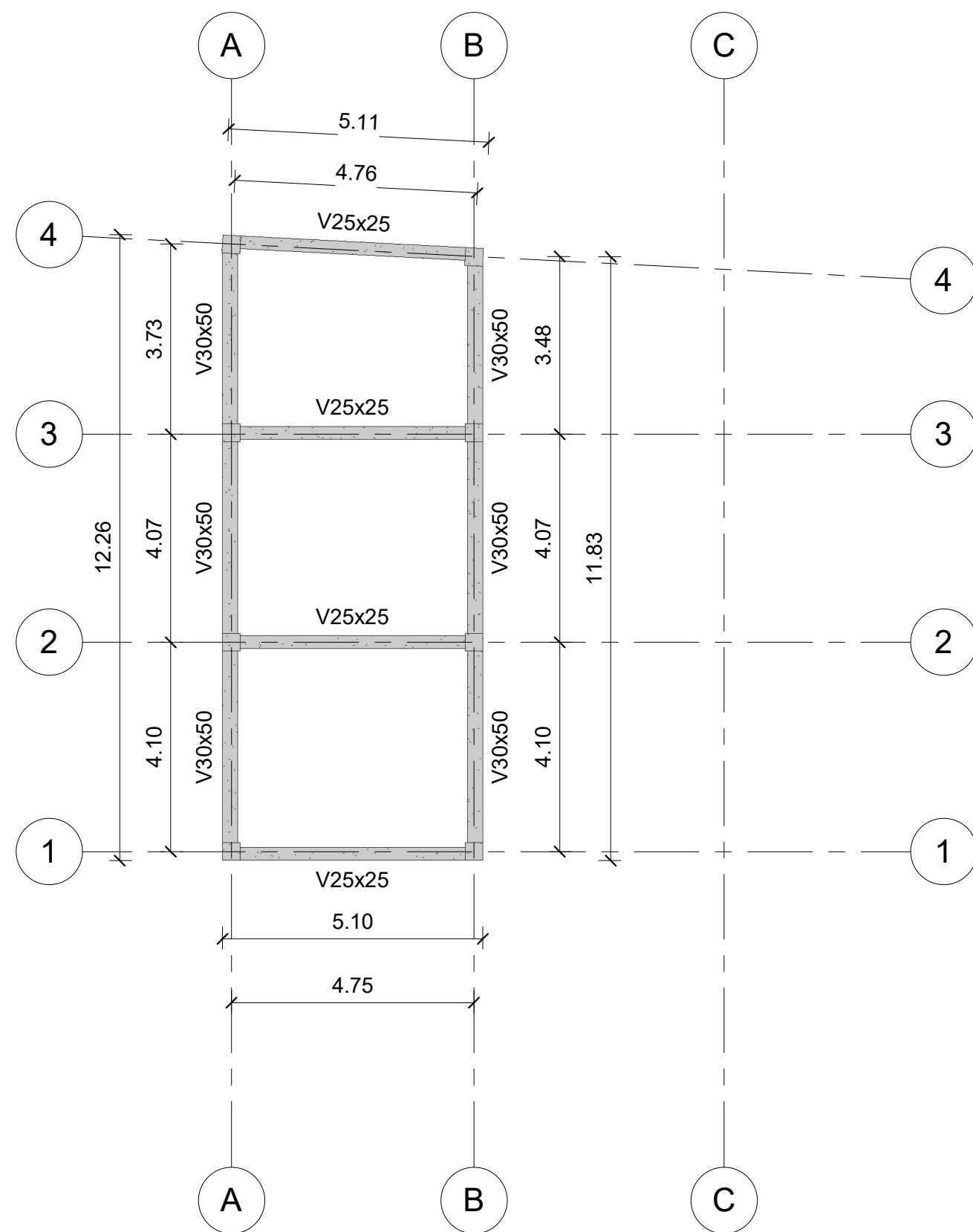
1 Piso 1 N.E. + 4.05  
1 : 100



2 Piso 2 N.E. + 7.65  
1 : 100



3 Piso 3 N.E. + 11.25  
1 : 100



4 Cubierta N.E. + 14.65  
1 : 100



5 Isometrico vigas 1



6 Isometrico vigas 2

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

- REGLAMENTO ACI 318-2019
- NORMAS ASTM
- RESISTENCIA DE DISEÑO ESPECIFICADA PARA EL CONCRETO  $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$  (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS)
- RESISTENCIA DEL ACERO  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
- RECUBRIMIENTOS:
  - COLUMNAS  $R=4 \text{ cm}$
  - VIGAS  $R=4 \text{ cm}$
  - ZAPATAS  $R=5 \text{ cm}$
- LONGITUD MINIMA DE TRASLAPE,  $L_t=48d_b$
- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS MIENTRAS NO SE INDIQUE OTRA UNIDAD
- EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTA DADO EN MILÍMETROS
- LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTAN DADAS EN MILÍMETROS
- EL DIAMETRO DEL ACERO ESTA DADO EN MILÍMETROS EN TODOS LOS DETALLES
- LAS MEDIDAS PREVALECN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO

### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:  
Diseño y actualización estructural de edificación comercial de 3 niveles en Guayaquil según NEC-15.

CONTENIDO:

Vigas - Vistas en planta

Tutor de Materia Integradora:  
Msc. Carlos Quishpe

Estudiante:

Mike Arellano & Jesús Villacís

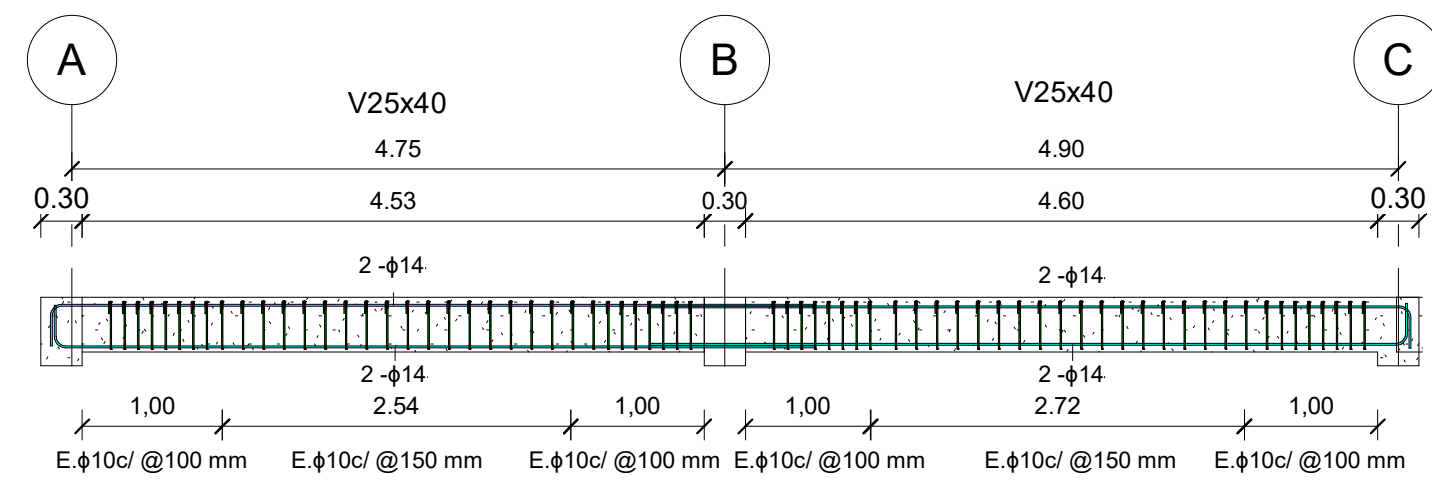
Fecha de Entrega:  
11/01/2025

Docente de Materia Integradora:  
Msc. Ingrid Orta

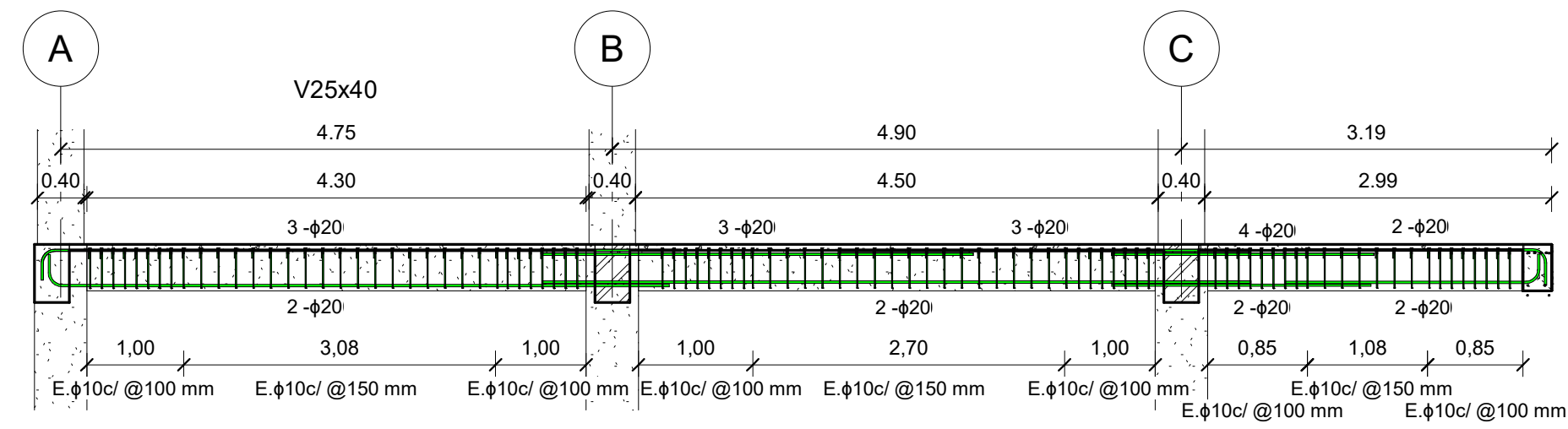
Lamina:

E01

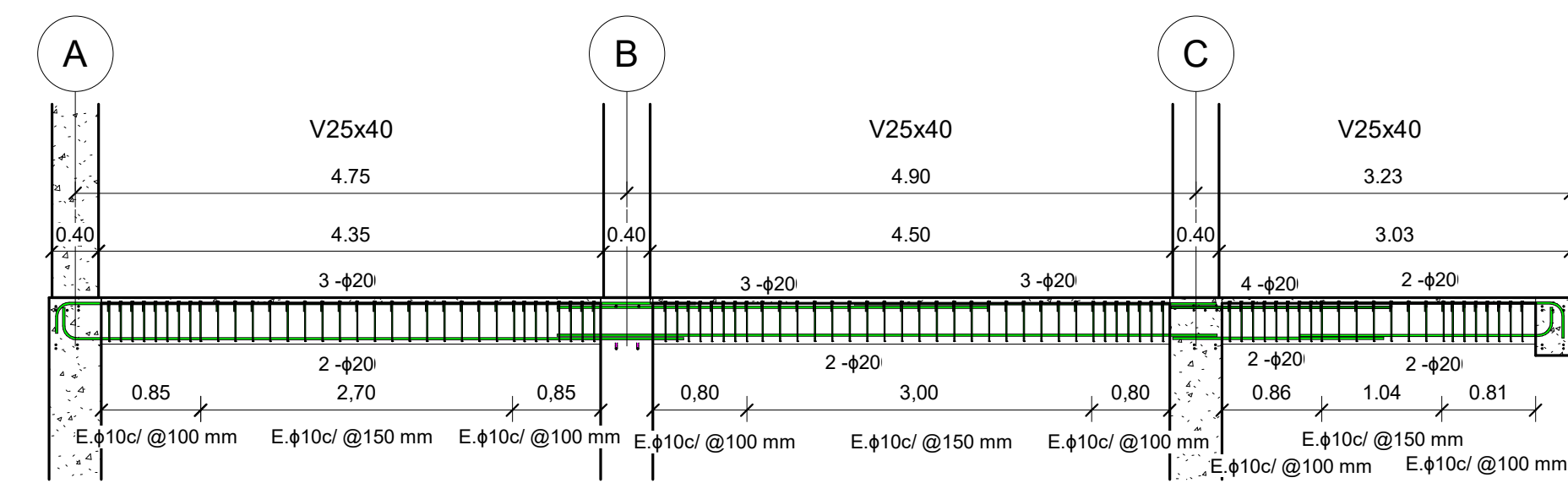
Escala:  
1 : 100



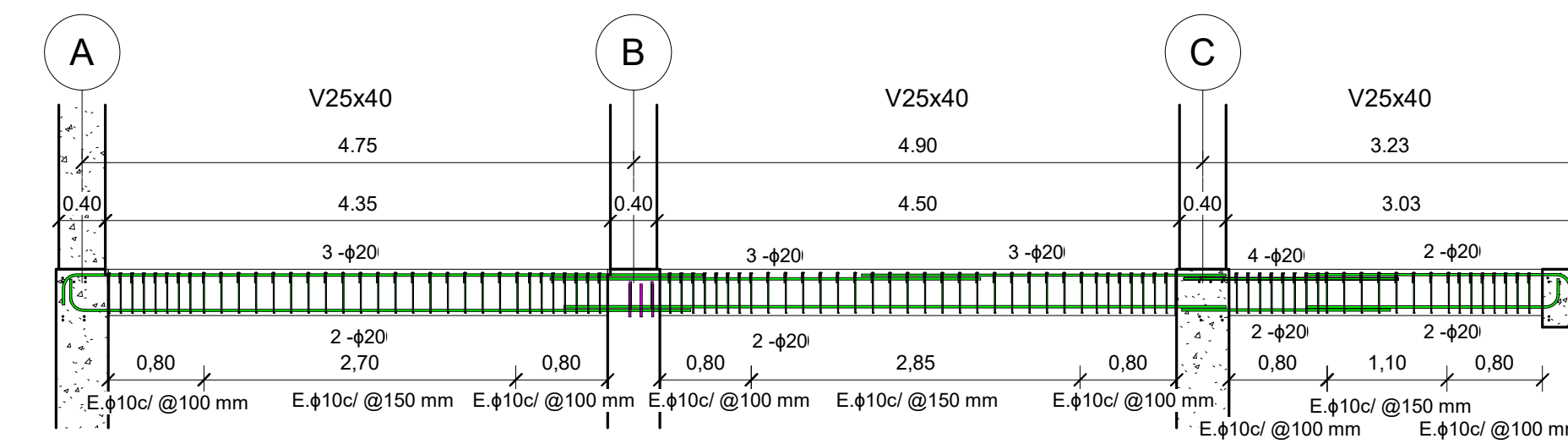
2 P1-Alzado viga borde eje 1'  
1 : 50



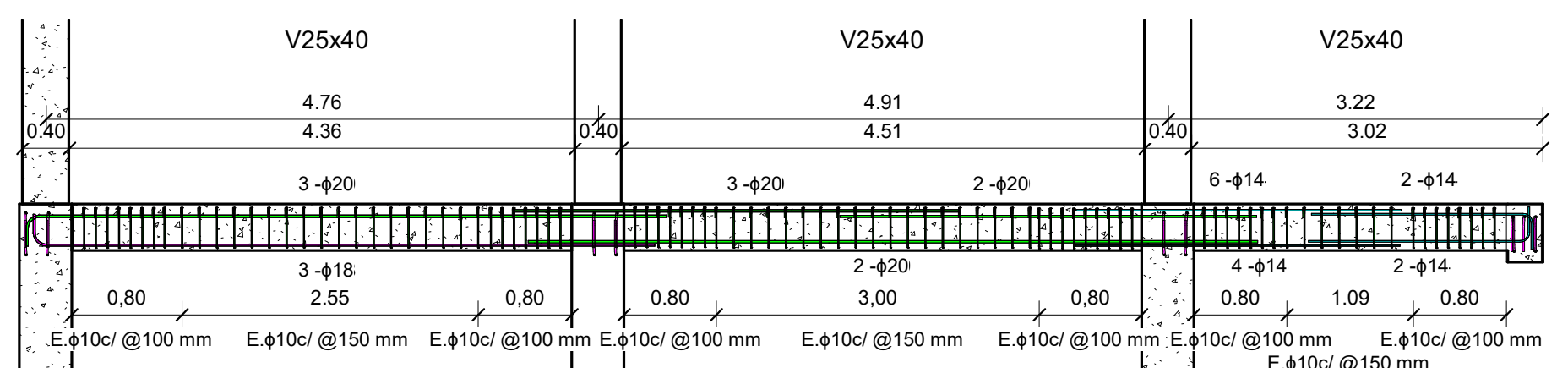
3 P1 - Alzado viga eje 1  
1 : 50



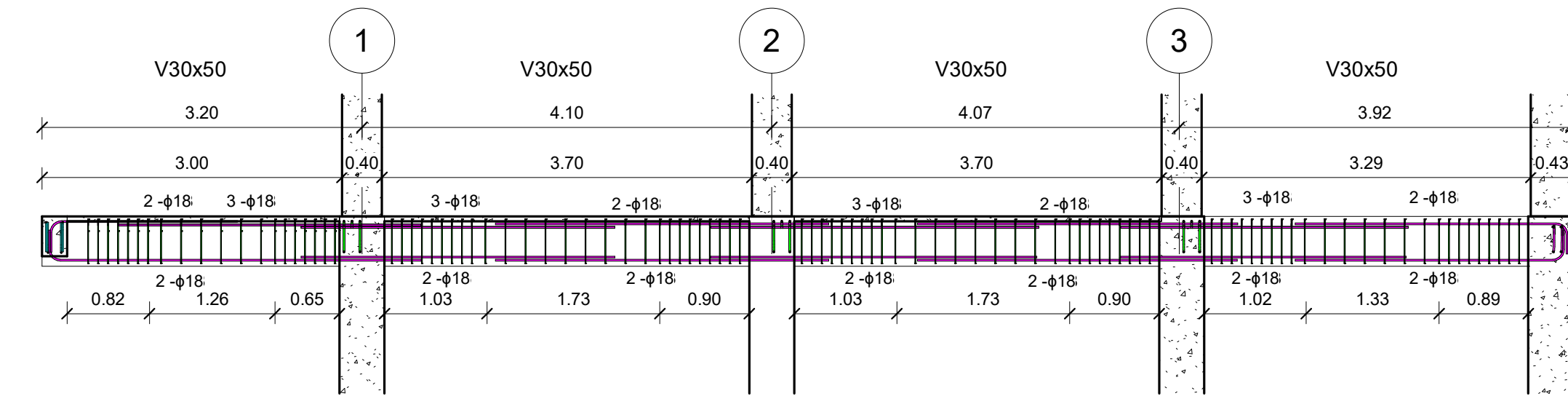
4 P1 - Alzado viga eje 2  
1 : 50



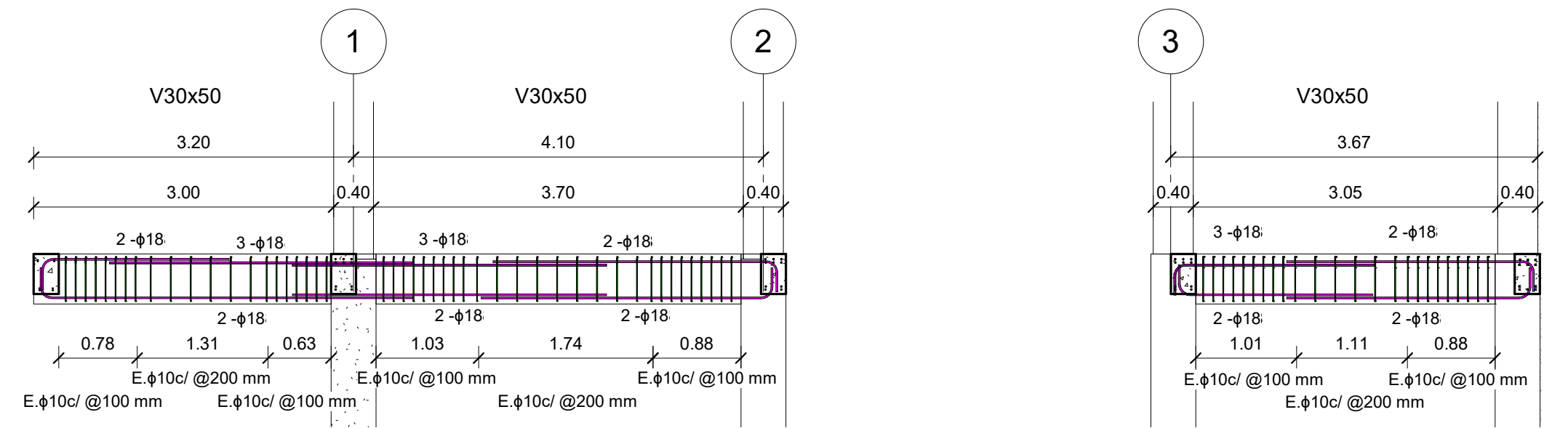
5 P1 - Alzado viga eje 3  
1 : 50



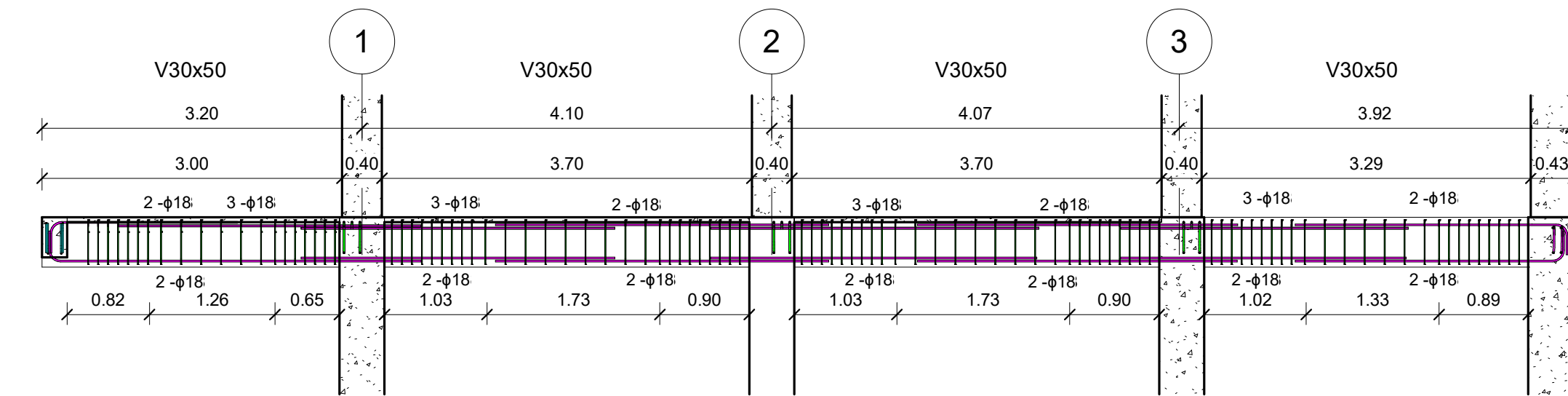
6 P1 - Alzado viga eje 4  
1 : 50



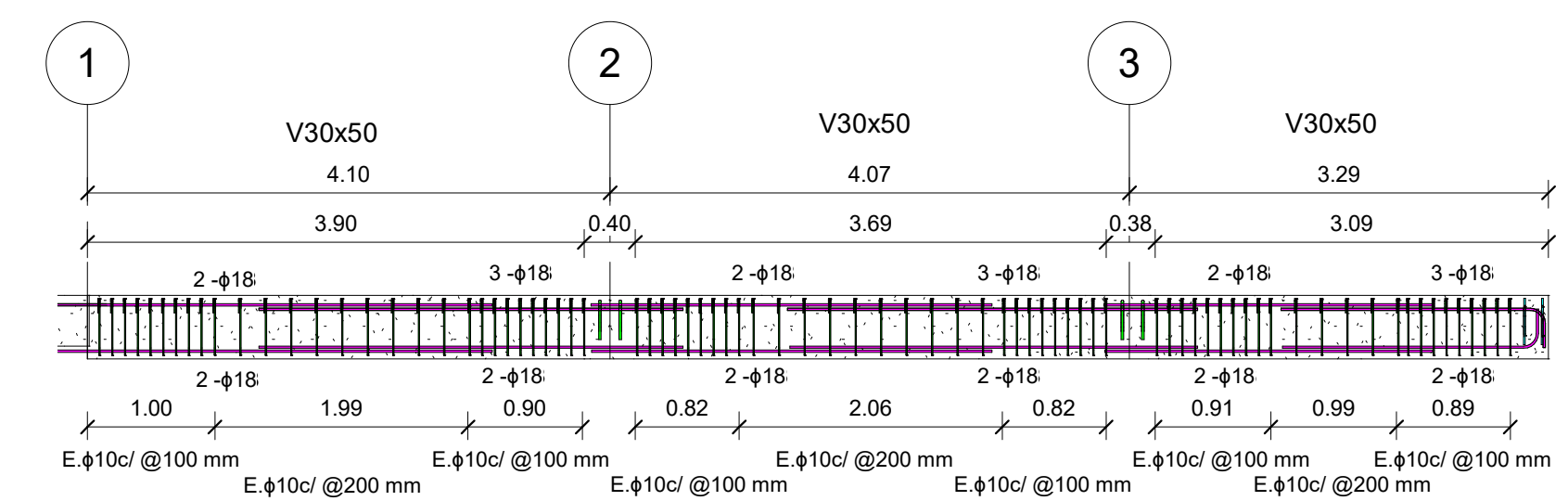
7 P1 - Alzado viga eje A  
1 : 50



1 P1 - Alzado viga eje B  
1 : 50



8 P1 - Alzado viga eje C  
1 : 50



9 P1-Alzado viga borde eje C'  
1 : 50

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

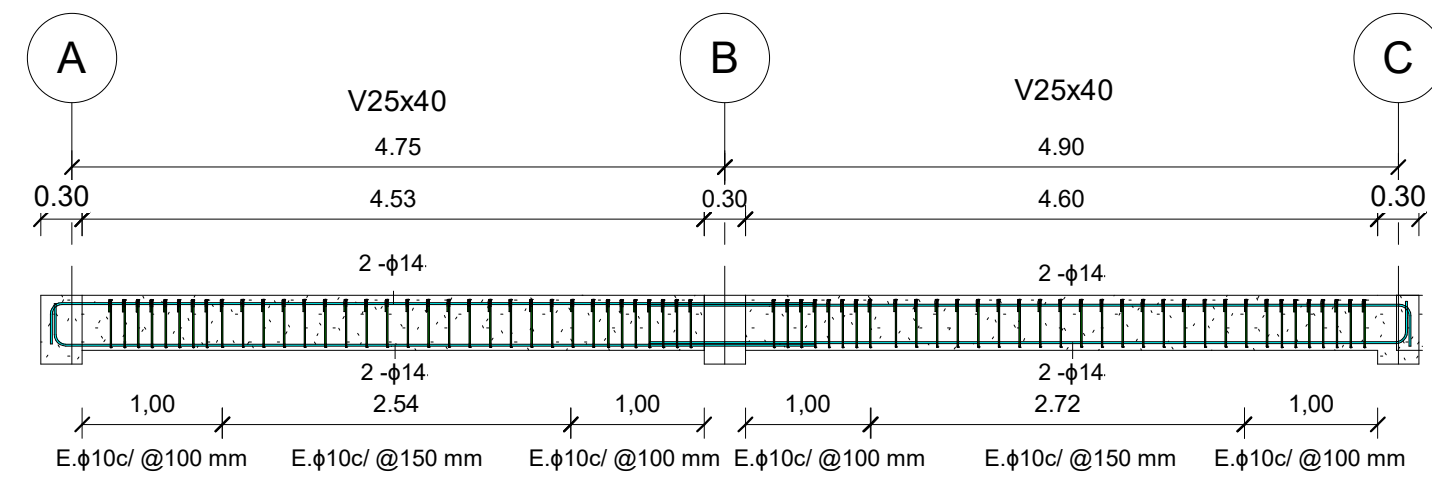
- REGLAMENTO ACI 318-2019
- NORMAS ASTM
- RESISTENCIA DE DISEÑO ESPECIFICADA PARA EL CONCRETO  $f_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS)
- RESISTENCIA DEL ACERO  $f_y=4200$ kg/cm<sup>2</sup>
- RECUBRIMIENTOS:
  - COLUMNAS R=4cm
  - VIGAS R=4cm
  - ZAPATAS R=5cm
- LONGITUD MINIMA DE TRASLAPE,  $L_t=48d_b$
- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS MIENTRAS NO SE INDIQUE OTRA UNIDAD
- EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTA DADO EN MILIMETROS
- LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTAN DADAS EN MILIMETROS
- EL DIAMETRO DEL ACERO ESTA DADO EN MILIMETROS EN TODOS LOS DETALLES
- LAS MEDIDAS PREVALECN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO

### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

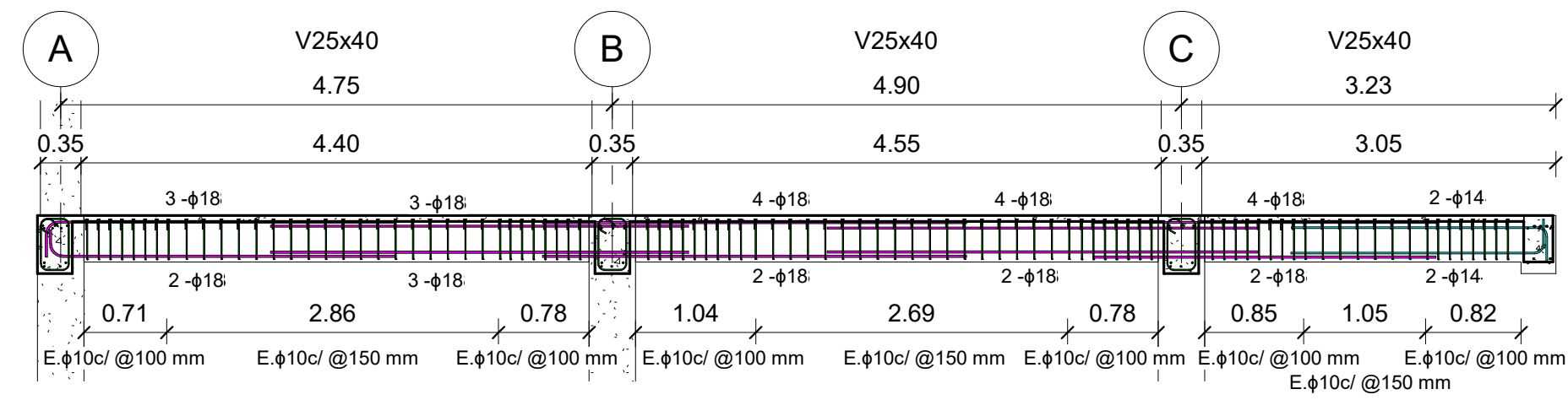
PROYECTO:  
Diseño y actualización estructural de edificación comercial de 3 niveles en Guayaquil según NEC-15.

CONTENIDO:  
Alzado de vigas - Piso 1

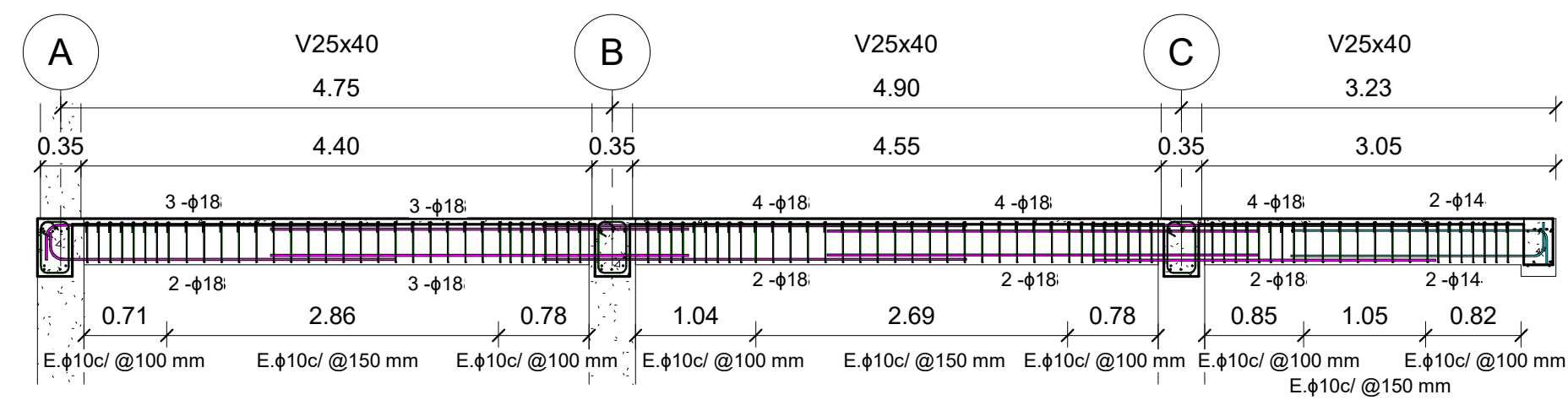
Tutor de Materia Integradora: Msc. Carlos Quishpe	Estudiante: Mike Arellano & Jesús Villacís	Fecha de Entrega: 11/01/2025
Docente de Materia Integradora: Msc. Ingrid Orta		Lamina: E02
		Escala: 1 : 50



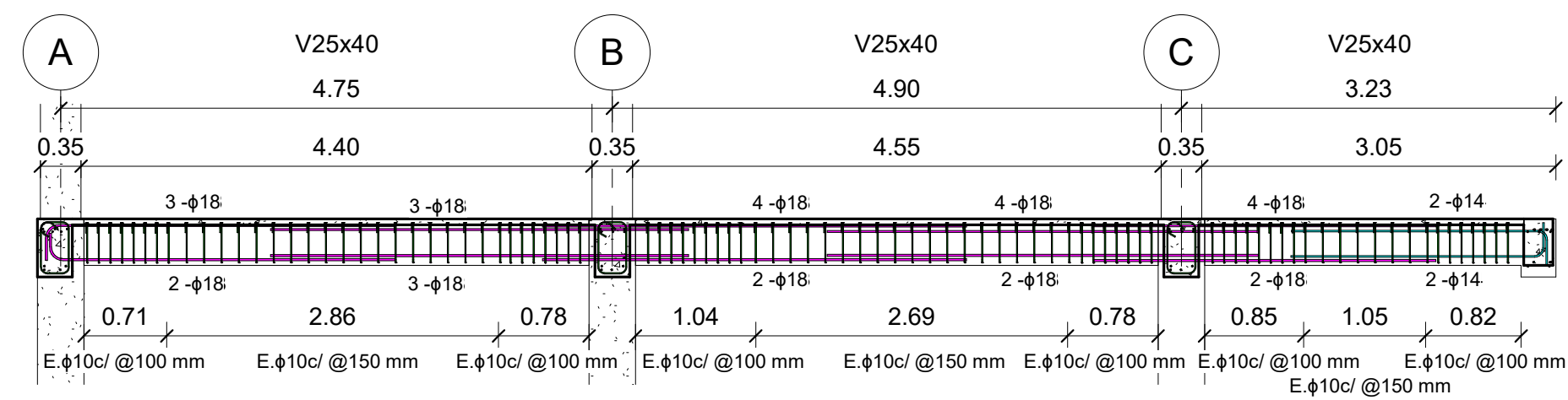
2 P2-Alzado viga borde eje 1'  
1 : 50



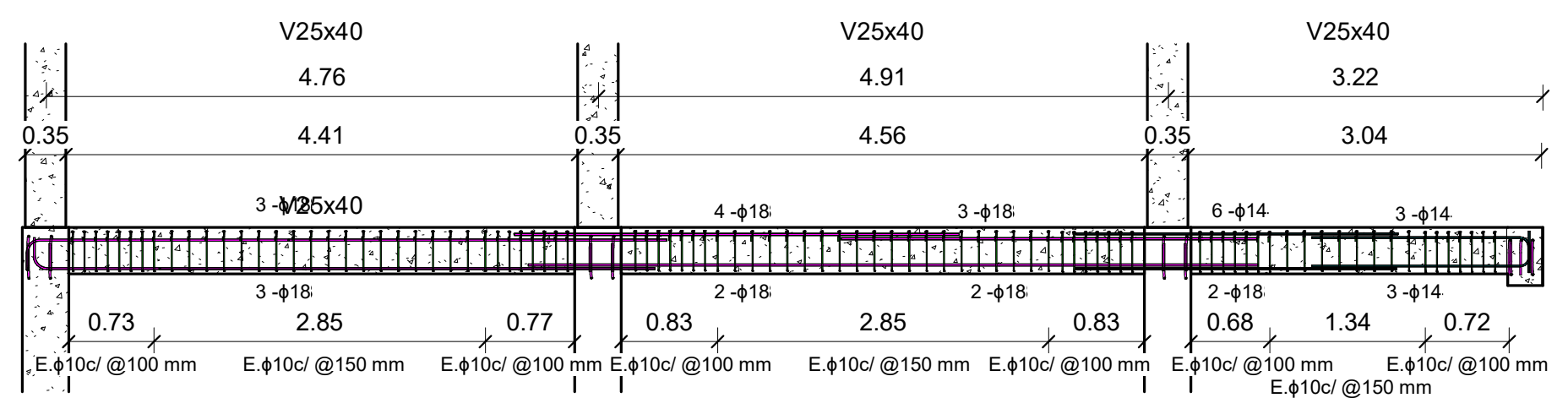
3 P2 - Alzado viga eje 1  
1 : 50



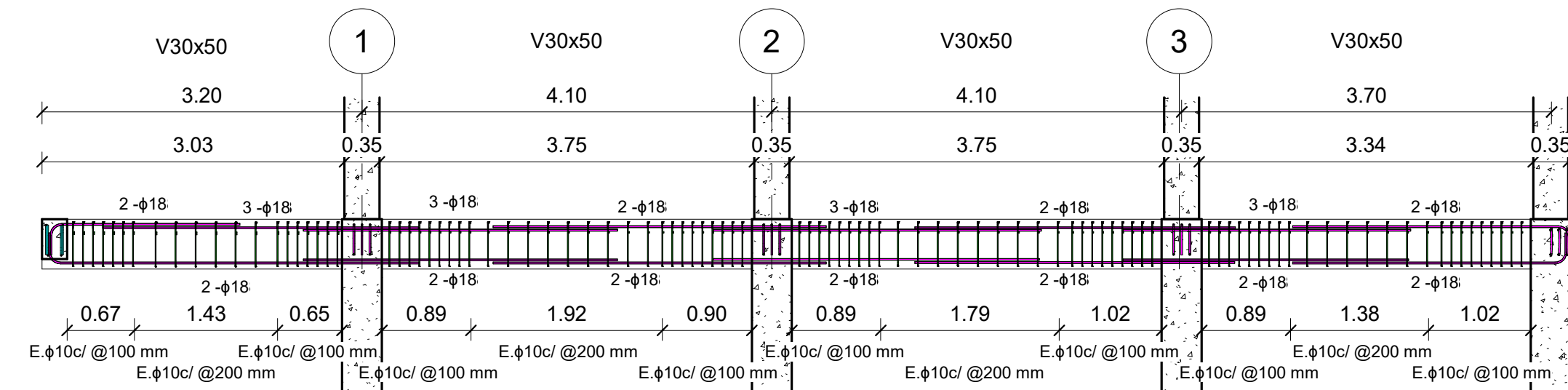
4 P2 - Alzado viga eje 2  
1 : 50



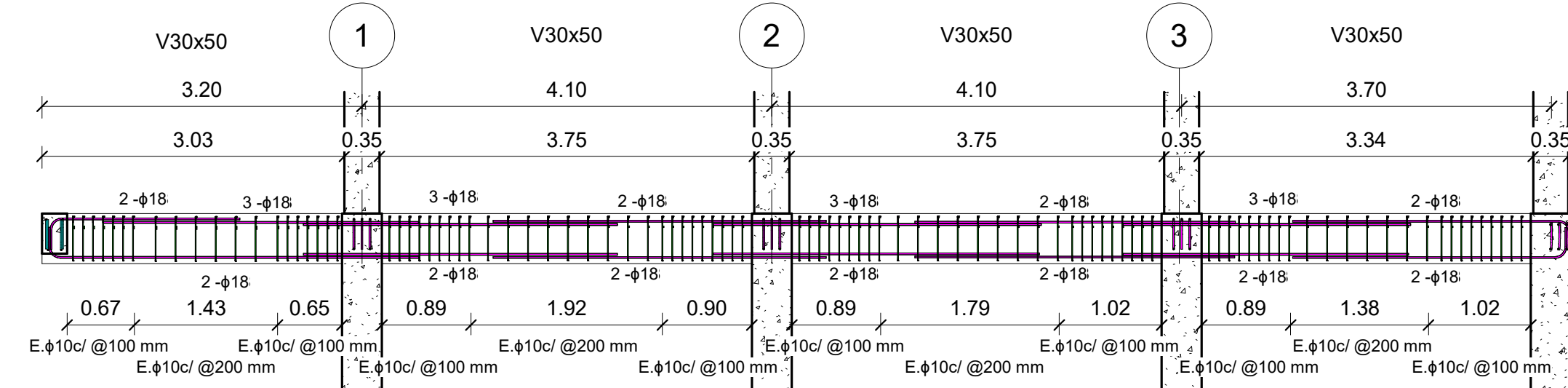
5 P2 - Alzado viga eje 3  
1 : 50



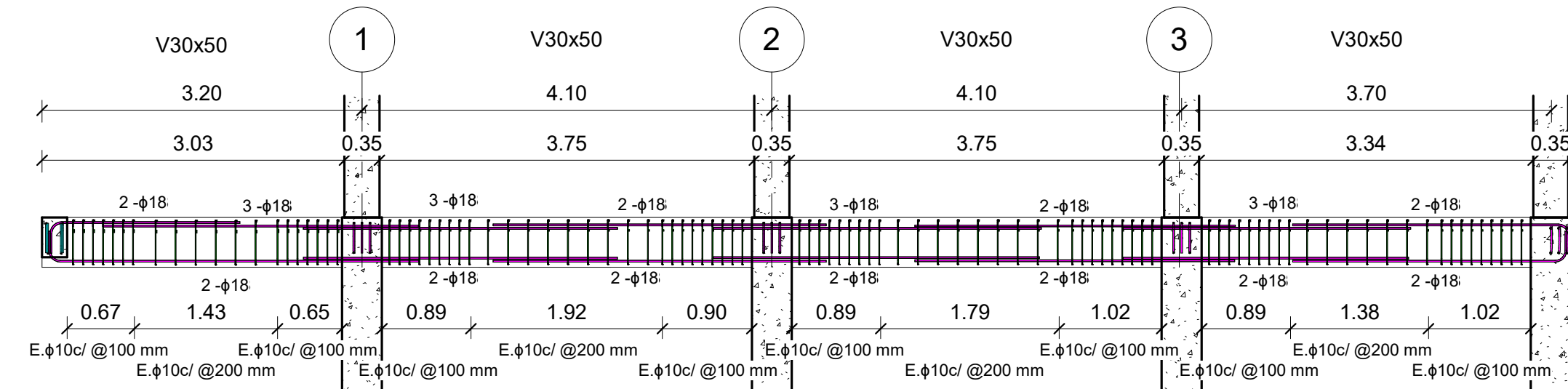
6 P2 - Alzado viga eje 4  
1 : 50



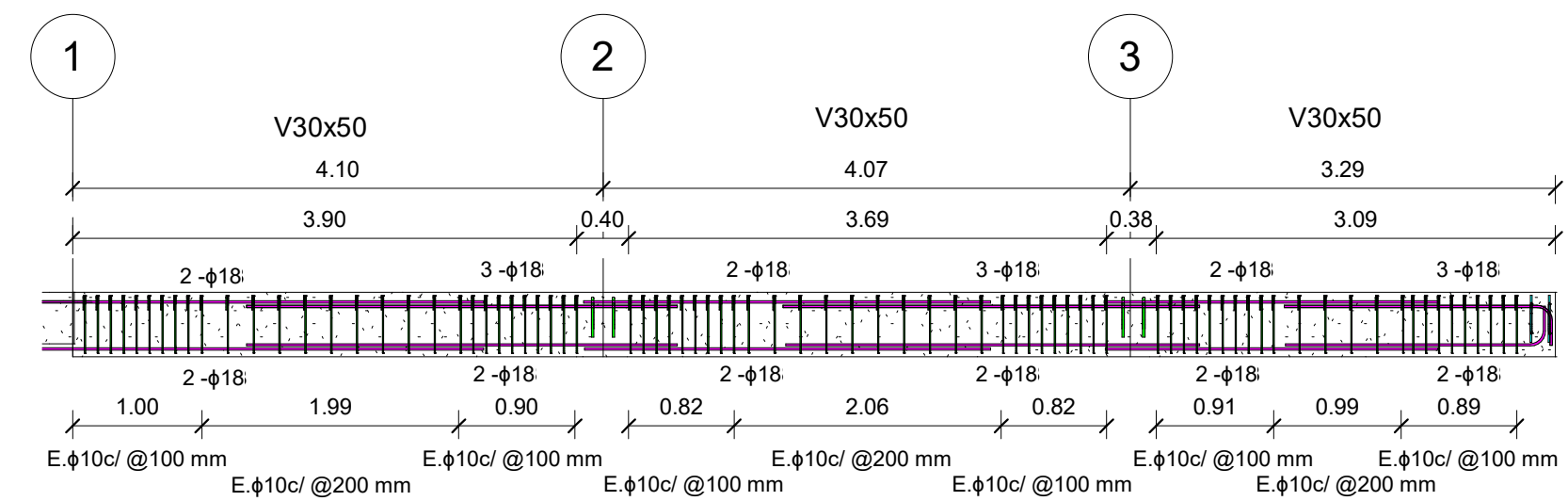
7 P2 - Alzado viga eje A  
1 : 50



1 P2 - Alzado viga eje B  
1 : 50



8 P2 - Alzado viga eje C  
1 : 50



9 P2-Alzado viga borde eje C'  
1 : 50

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

- REGLAMENTO ACI 318-2019
- NORMAS ASTM
- RESISTENCIA DE DISEÑO ESPECIFICADA PARA EL CONCRETO  $f_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS)
- RESISTENCIA DEL ACERO  $f_y=4200$ kg/cm<sup>2</sup>
- RECUBRIMIENTOS:
  - COLUMNAS R=4cm
  - VIGAS R=4cm
  - ZAPATAS R=5cm
- LONGITUD MINIMA DE TRASLAPE,  $L_t=48d_b$
- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS MIENTRAS NO SE INDIQUE OTRA UNIDAD
- EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTA DADO EN MILIMETROS
- LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTAN DADAS EN MILIMETROS
- EL DIAMETRO DEL ACERO ESTA DADO EN MILIMETROS EN TODOS LOS DETALLES
- LAS MEDIDAS PREVALECN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO

### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:  
Diseño y actualización estructural de edificación comercial de 3 niveles en Guayaquil según NEC-15.

CONTENIDO:

Alzado de vigas - Piso 2

Tutor de Materia Integradora:  
Msc. Carlos Quishpe

Estudiante:

Mike Arellano & Jesús Villacís

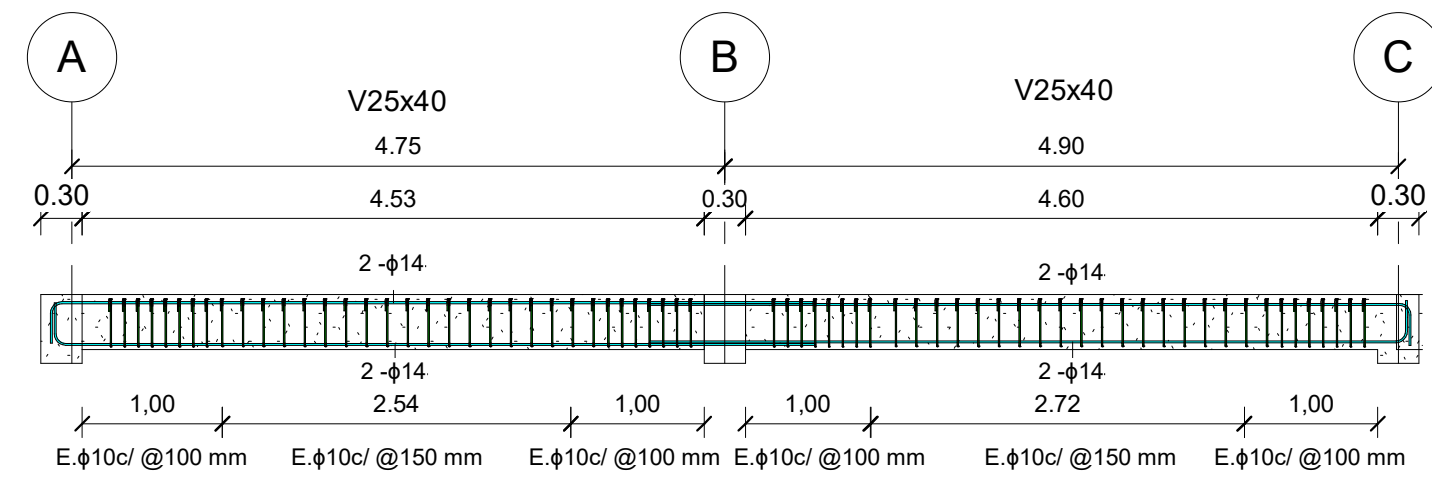
Fecha de Entrega:  
11/01/2025

Docente de Materia Integradora:  
Msc. Ingrid Orta

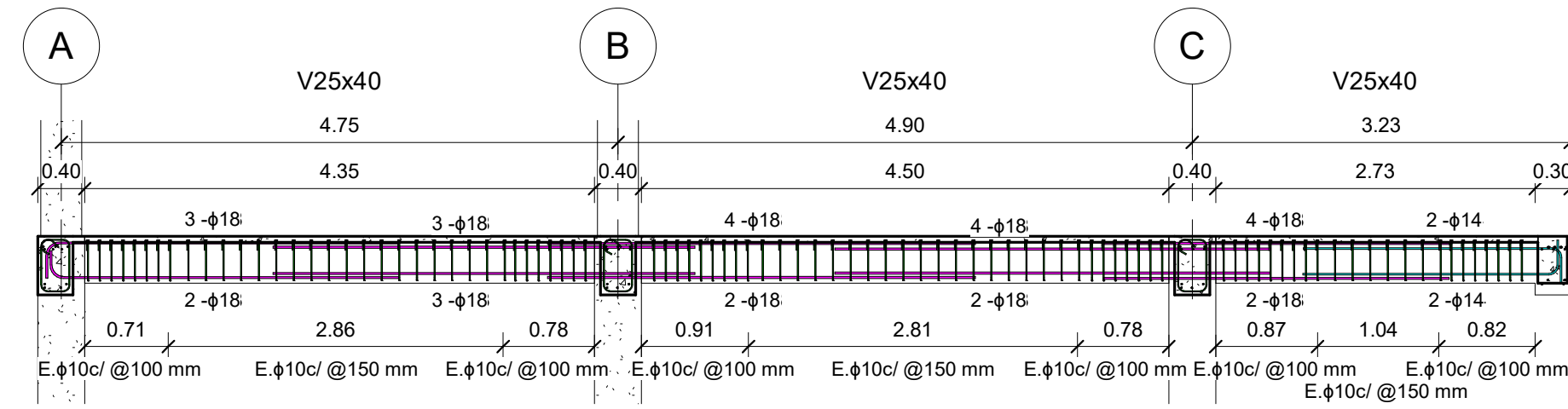
Lamina:

E03

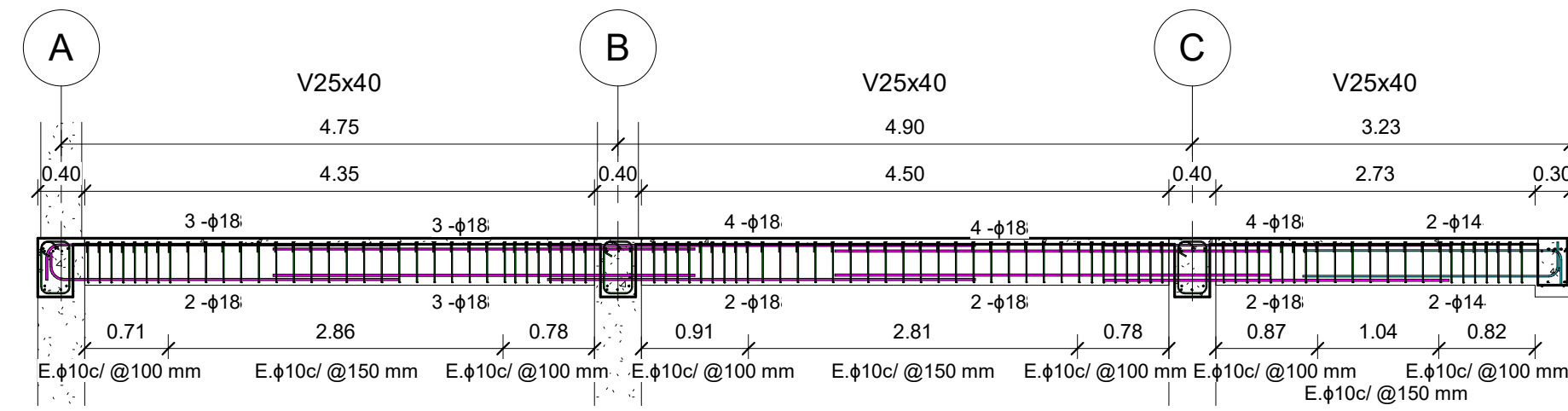
Escala:  
1 : 50



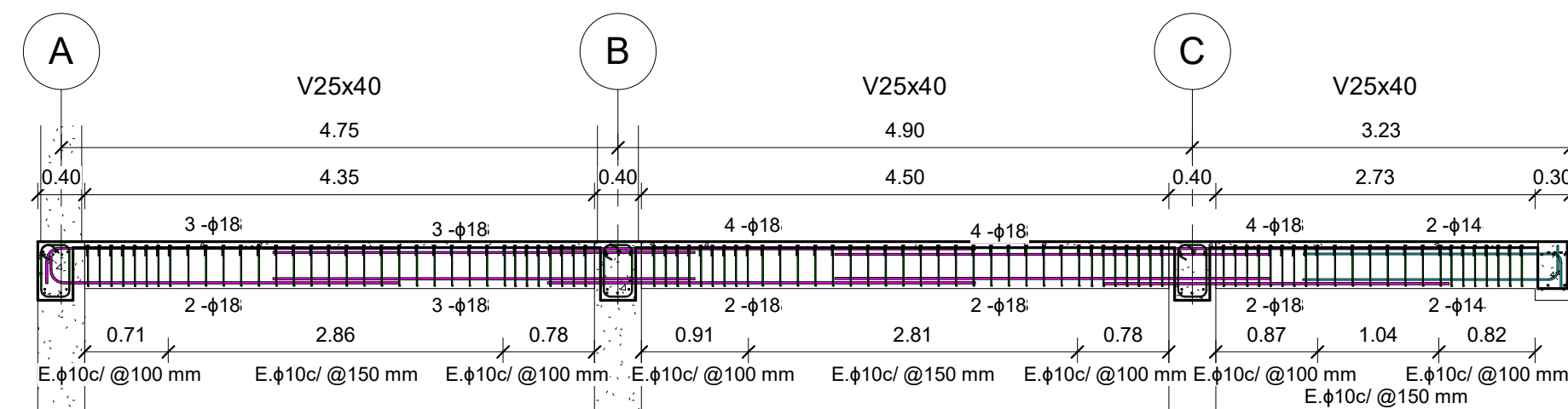
4 P3-Alzado viga borde eje 1'  
1 : 50



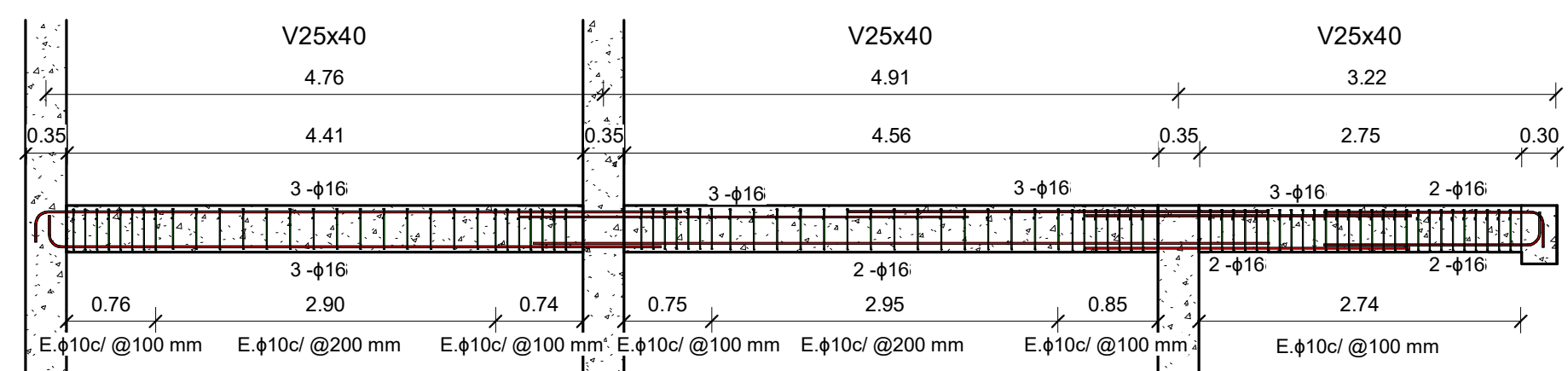
3 P3 - Alzado viga eje 1  
1 : 50



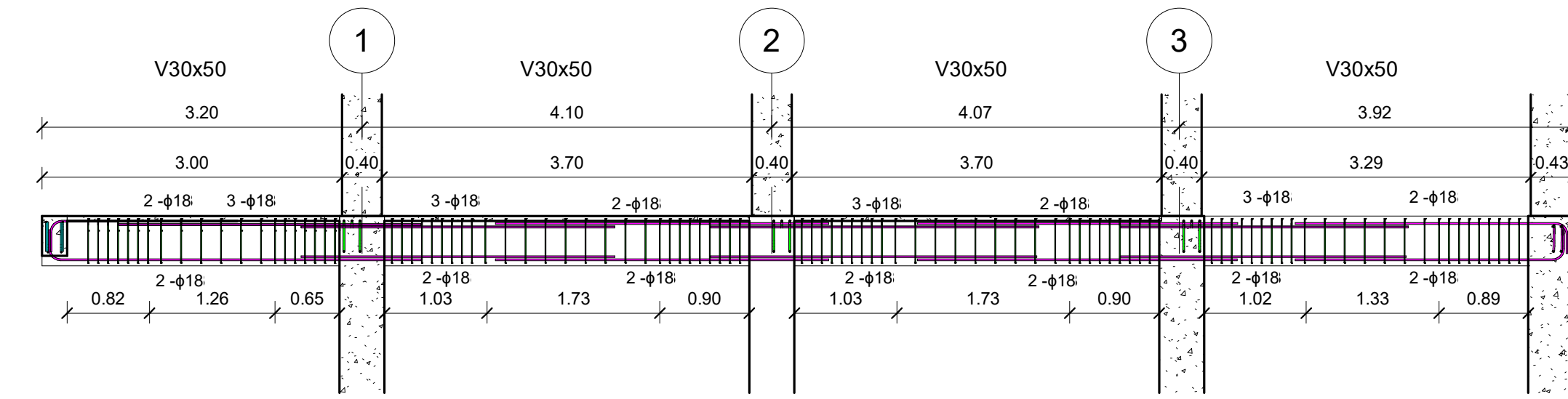
5 P3 - Alzado viga eje 2  
1 : 50



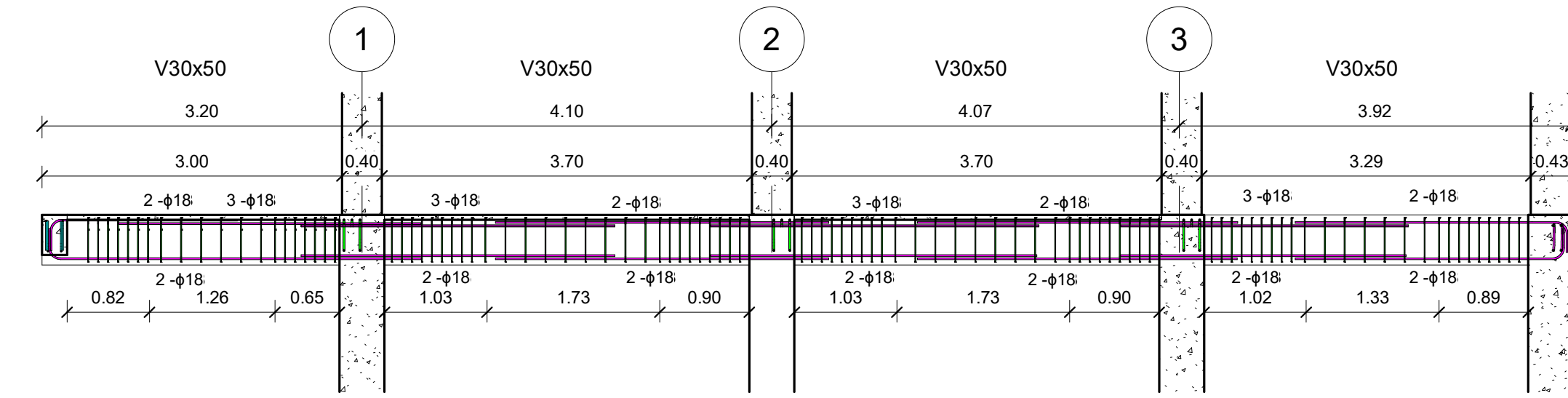
6 P3 - Alzado viga eje 3  
1 : 50



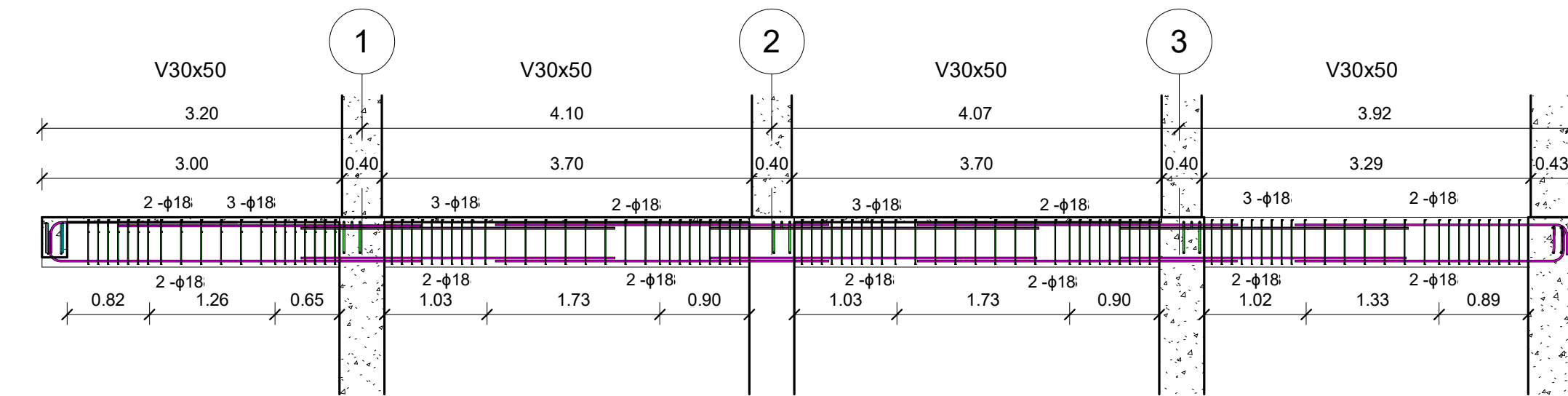
9 P3 - Alzado viga eje 4  
1 : 50



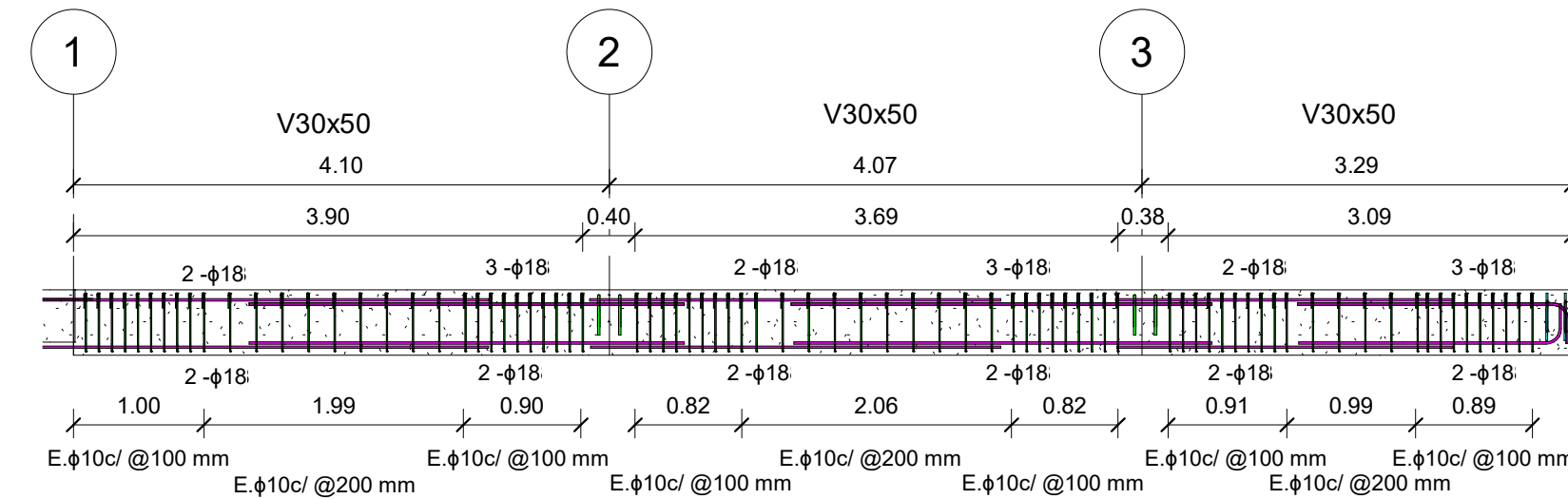
7 P3 - Alzado viga eje A  
1 : 50



1 P3 - Alzado viga eje B  
1 : 50



8 P3 - Alzado viga eje C  
1 : 50



2 P3-Alzado viga borde eje C'  
1 : 50

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

- REGLAMENTO ACI 318-2019
- NORMAS ASTM
- RESISTENCIA DE DISEÑO ESPECIFICADA PARA EL CONCRETO  $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$  (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS)
- RESISTENCIA DEL ACERO  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
- RECUBRIMIENTOS:
  - COLUMNAS  $R=4 \text{ cm}$
  - VIGAS  $R=4 \text{ cm}$
  - ZAPATAS  $R=5 \text{ cm}$
- LONGITUD MINIMA DE TRASLAPE,  $L_t=48d_b$
- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS MIENTRAS NO SE INDIQUE OTRA UNIDAD
- EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTA DADO EN MILÍMETROS
- LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTAN DADAS EN MILÍMETROS
- EL DIAMETRO DEL ACERO ESTA DADO EN MILÍMETROS EN TODOS LOS DETALLES
- LAS MEDIDAS PREVALECN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO

### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:  
Diseño y actualización estructural de edificación comercial de 3 niveles en Guayaquil según NEC-15.

CONTENIDO:

Alzado de vigas - Piso 3

Tutor de Materia Integradora:  
Msc. Carlos Quishpe

Estudiante:

Mike Arellano & Jesús Villacís

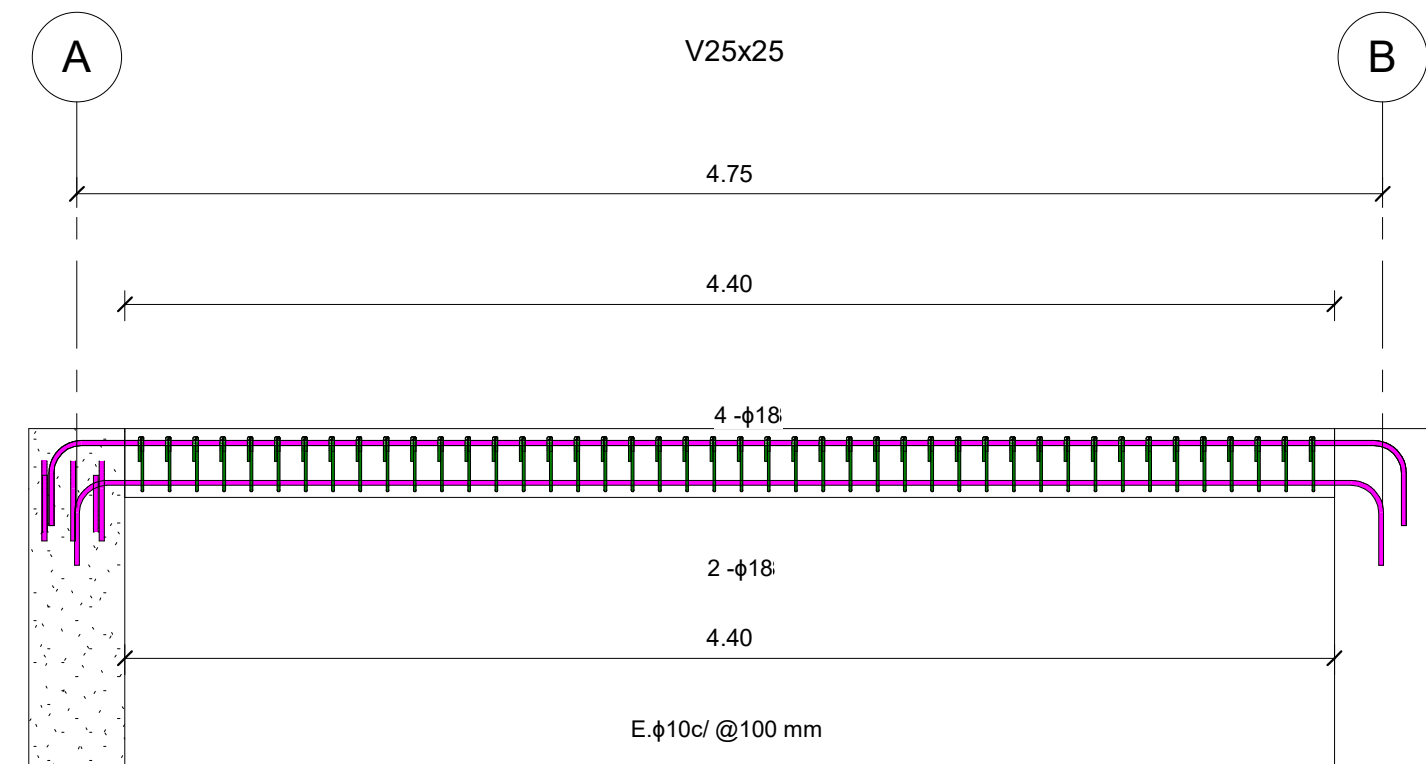
Fecha de Entrega:  
11/01/2025

Docente de Materia Integradora:  
Msc. Ingrid Orta

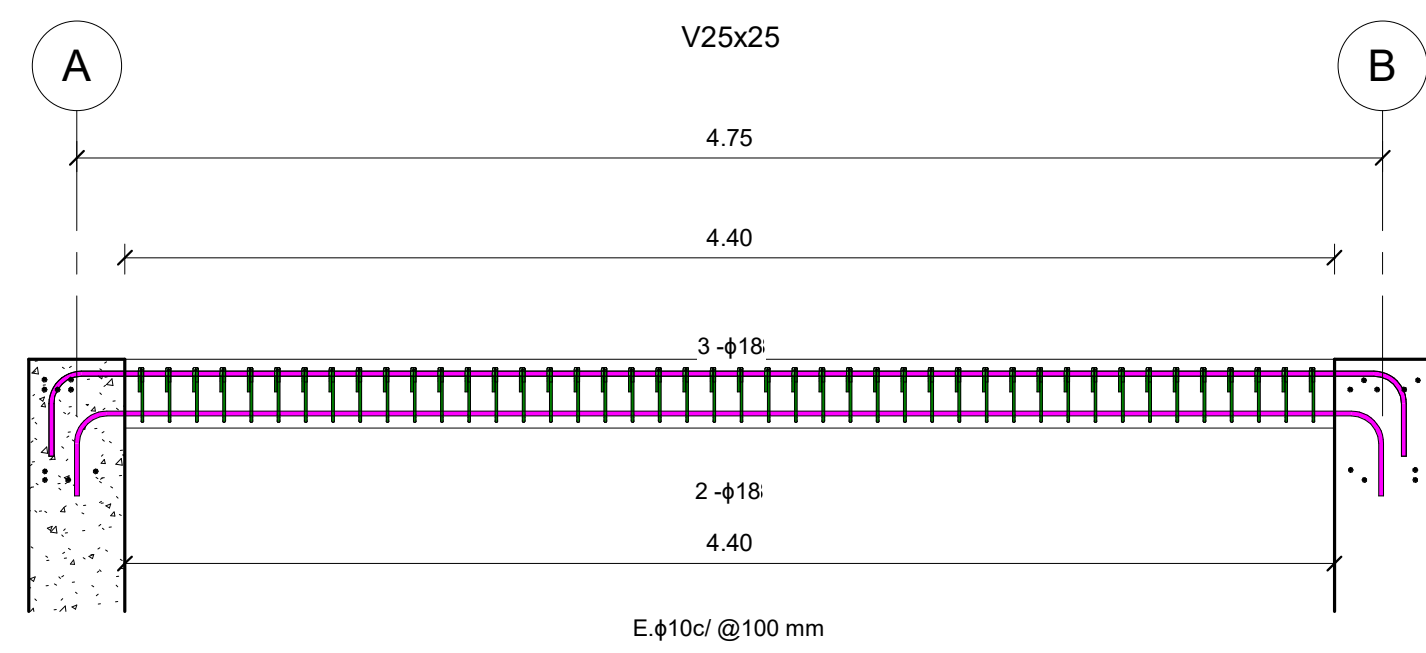
Lamina:

E04

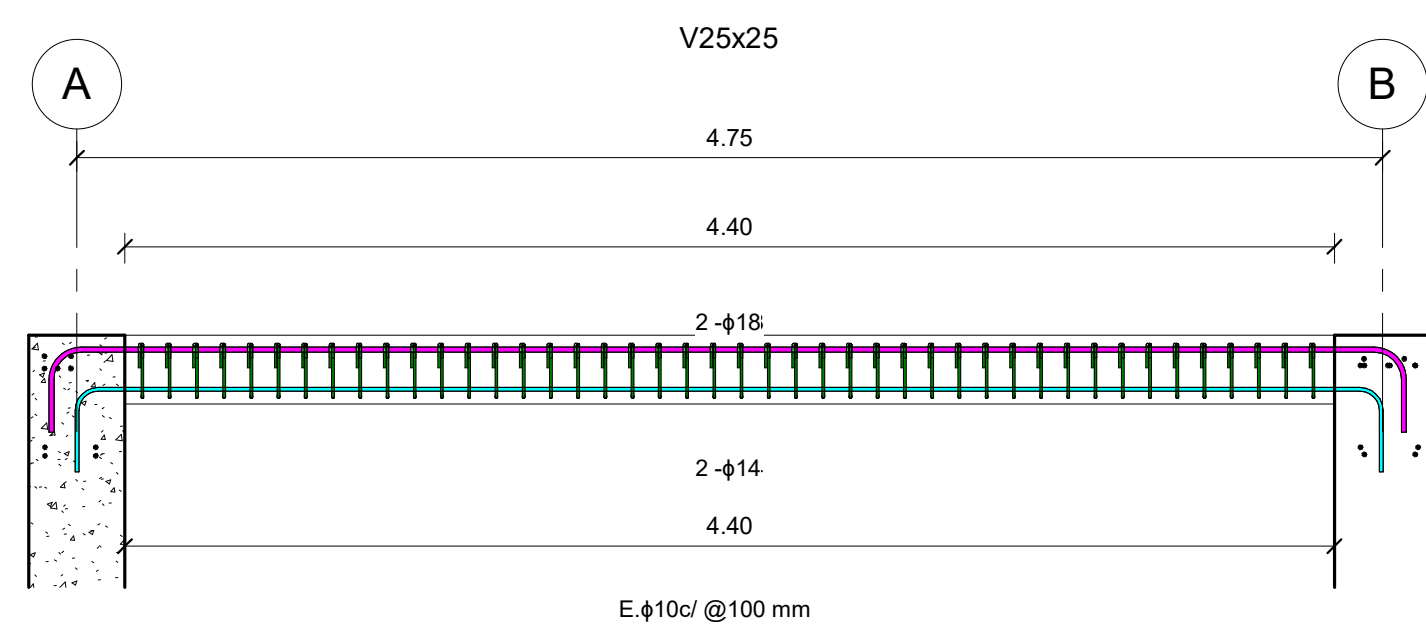
Escala:  
1 : 50



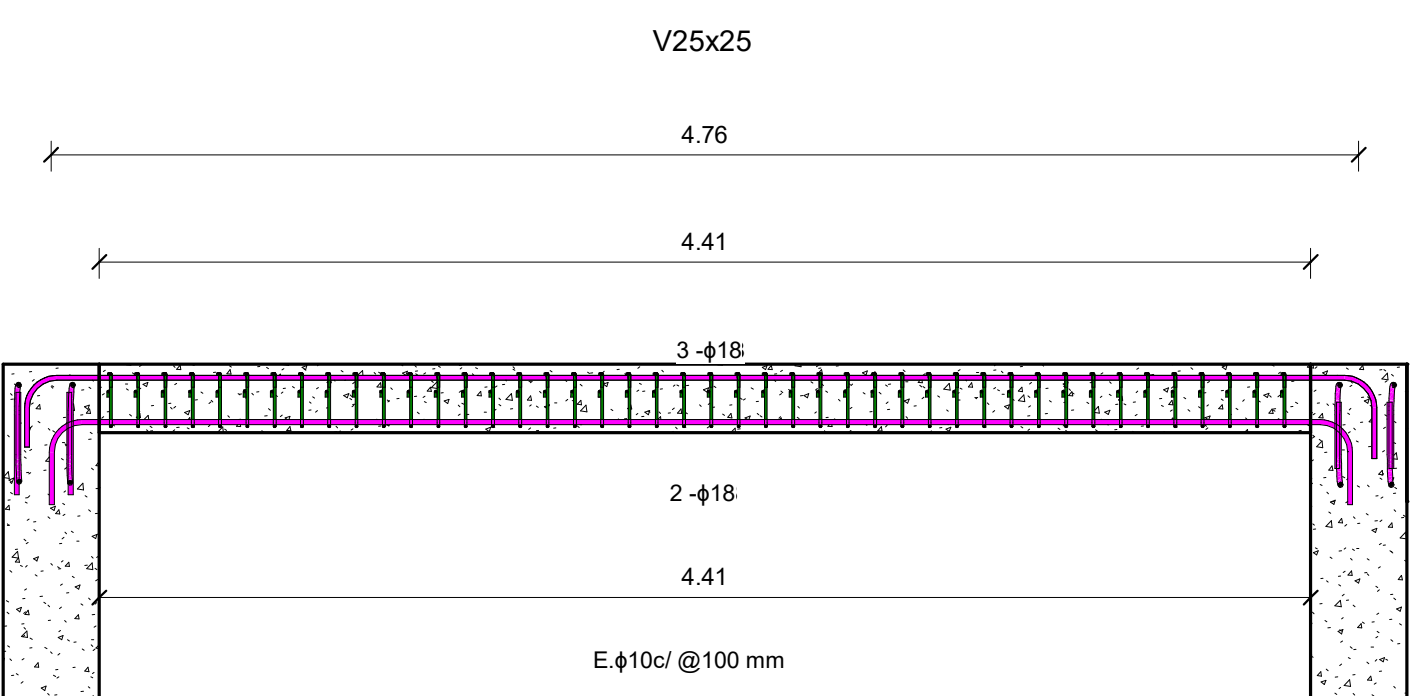
1 Cubierta - Alzado viga eje 1  
1 : 25



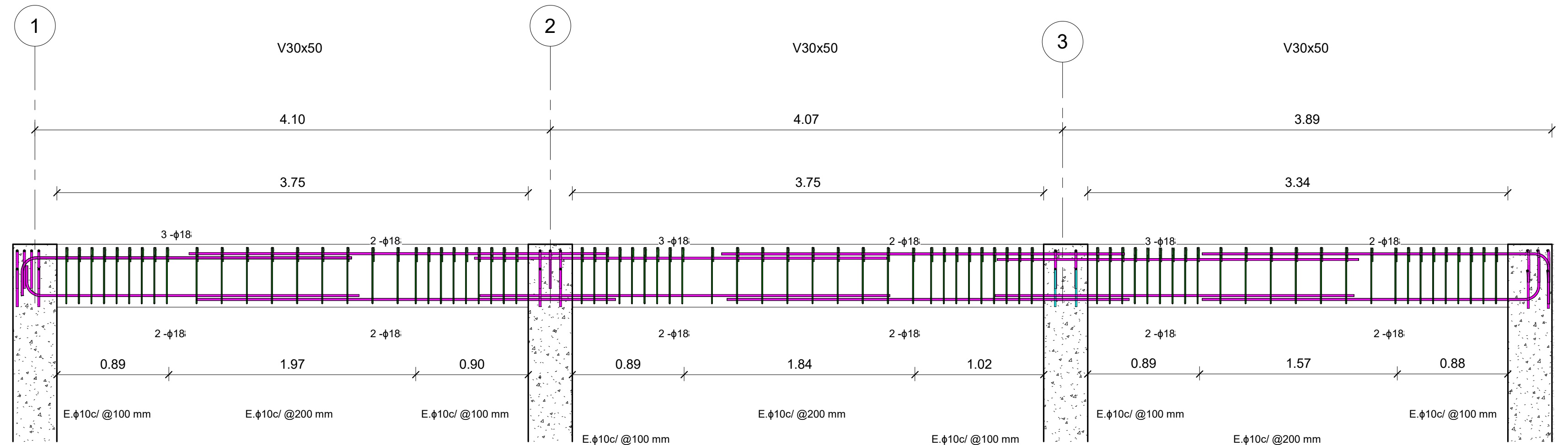
2 Cubierta - Alzado viga eje 2  
1 : 25



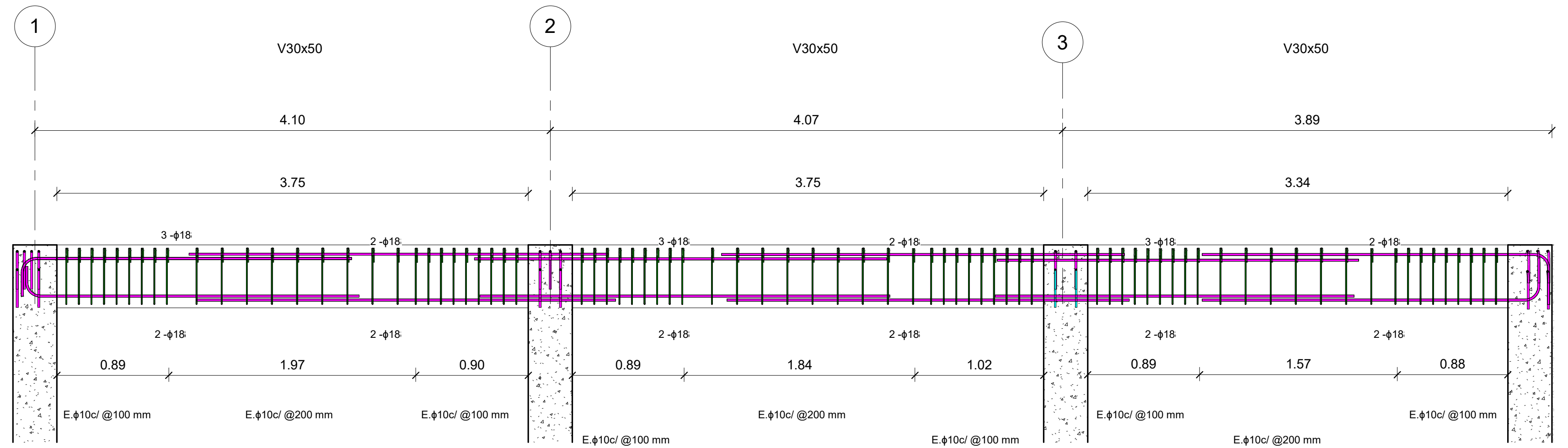
3 Cubierta - Alzado viga eje 3  
1 : 25



4 Cubierta - Alzado viga eje 4  
1 : 25



5 Cubierta - Alzado viga eje A  
1 : 25



6 Cubierta - Alzado viga eje B  
1 : 25

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

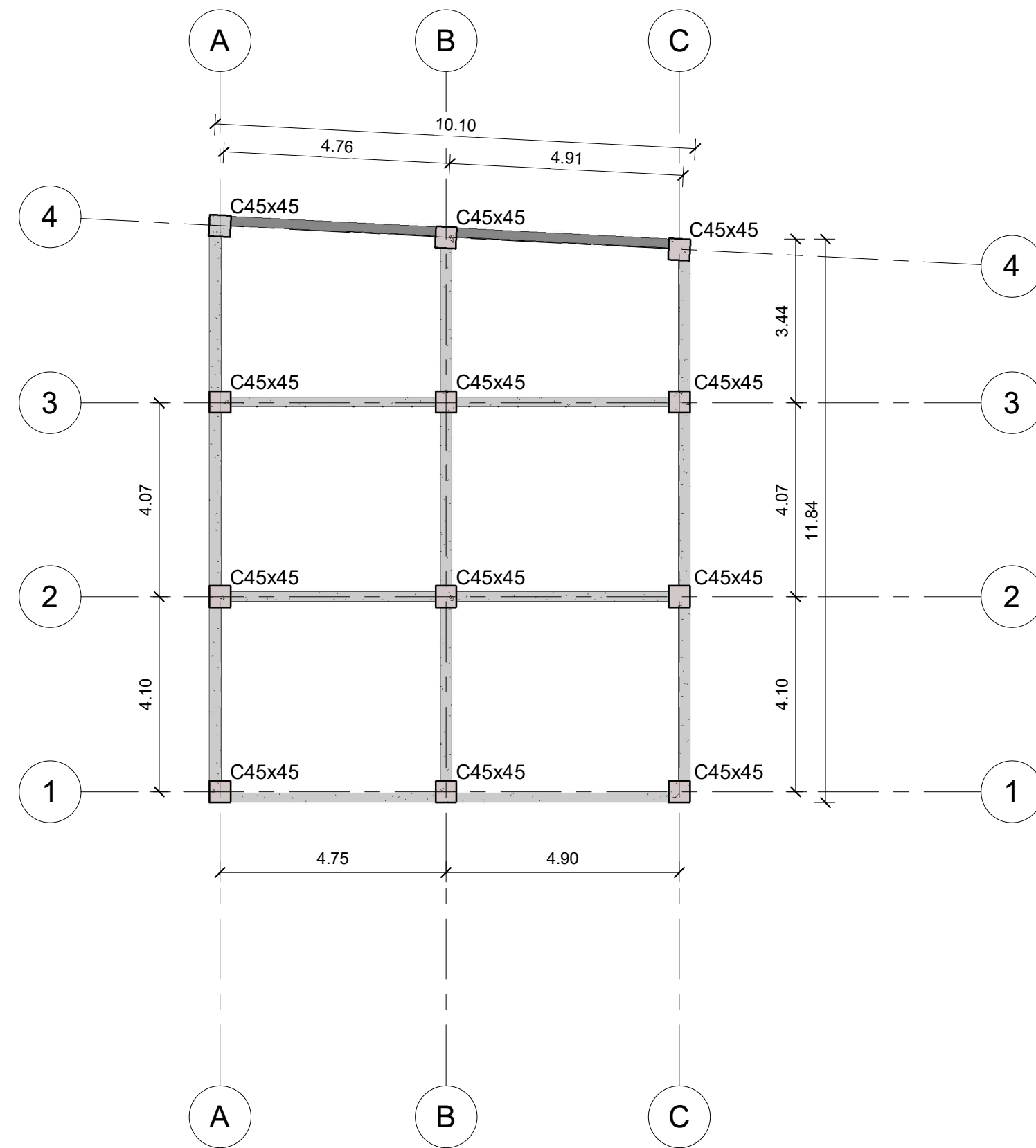
- REGLAMENTO ACI 318-2019
- NORMAS ASTM
- RESISTENCIA DE DISEÑO ESPECIFICADA PARA EL CONCRETO  $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$  (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS)
- RESISTENCIA DEL ACERO  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
- RECUBRIMIENTOS:
  - COLUMNAS R=4cm
  - VIGAS R=4cm
  - ZAPATAS R=5cm
- LONGITUD MINIMA DE TRASLAPE,  $L_t=48d_b$
- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS MIENTRAS NO SE INDIQUE OTRA UNIDAD
- EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTA DADO EN MILÍMETROS
- LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTAN DADAS EN MILÍMETROS
- EL DIAMETRO DEL ACERO ESTA DADO EN MILÍMETROS EN TODOS LOS DETALLES
- LAS MEDIDAS PREVALECN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO

### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

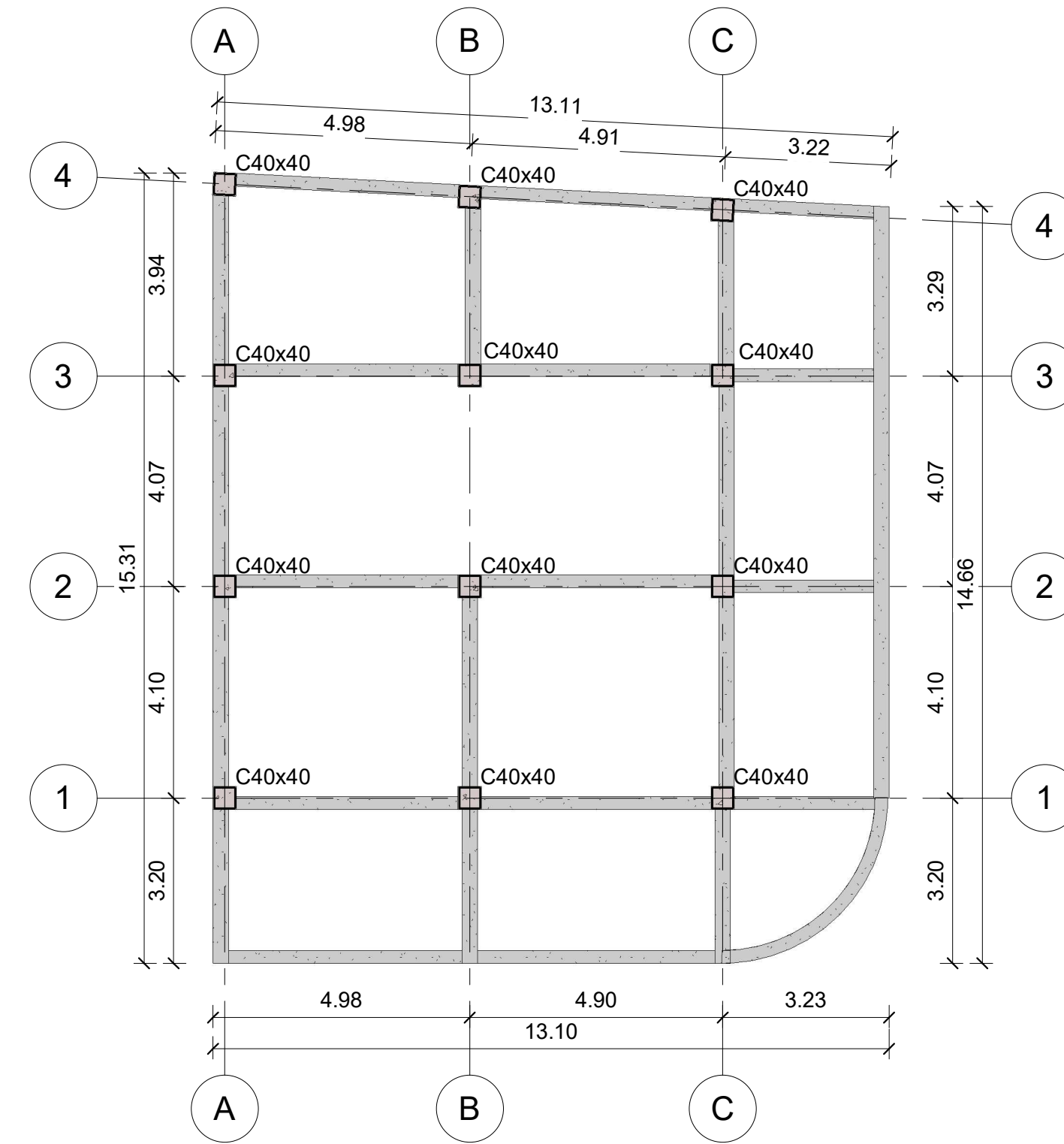
PROYECTO:  
Diseño y actualización estructural de edificación comercial de 3 niveles en Guayaquil según NEC-15.

CONTENIDO:  
Alzado de vigas - cubierta

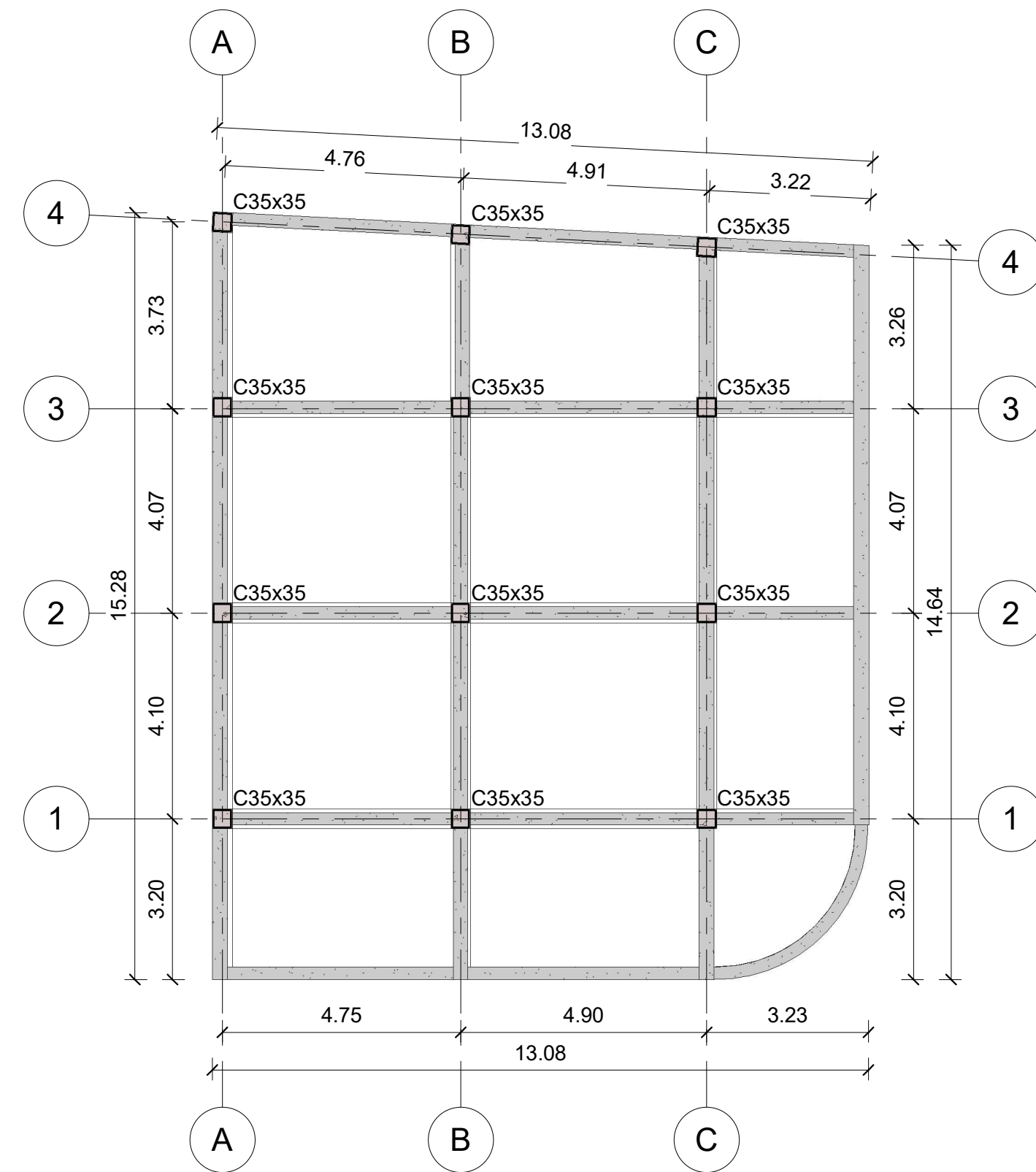
Tutor de Materia Integradora: Msc. Carlos Quishpe	Estudiante: <b>Mike Arellano &amp; Jesús Villacís</b>	Fecha de Entrega: 11/01/2025
Docente de Materia Integradora: Msc. Ingrid Orta		Lamina: E05
		Escala: 1 : 25



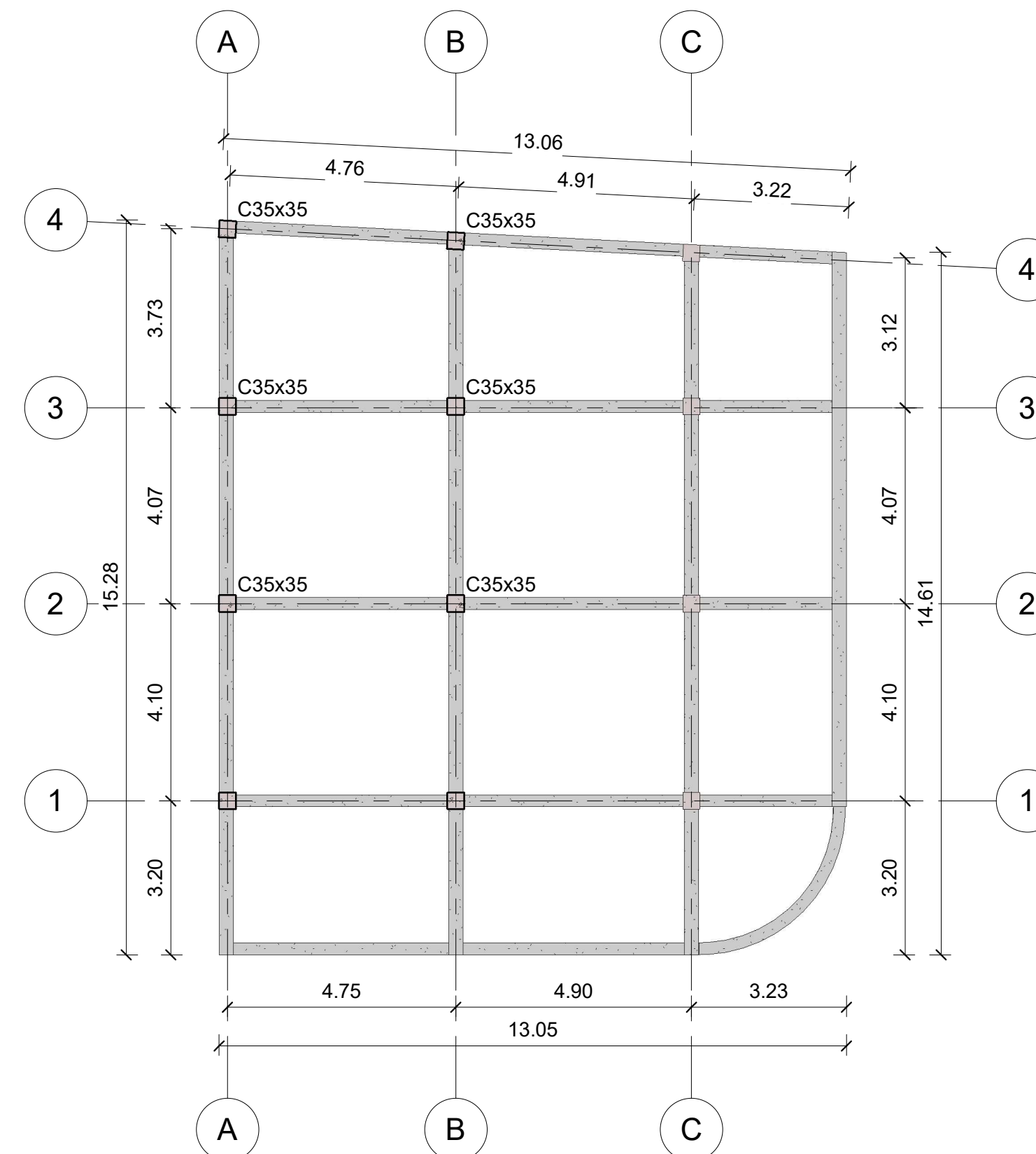
1 Columnas PB N.E. +0.45  
1 : 100



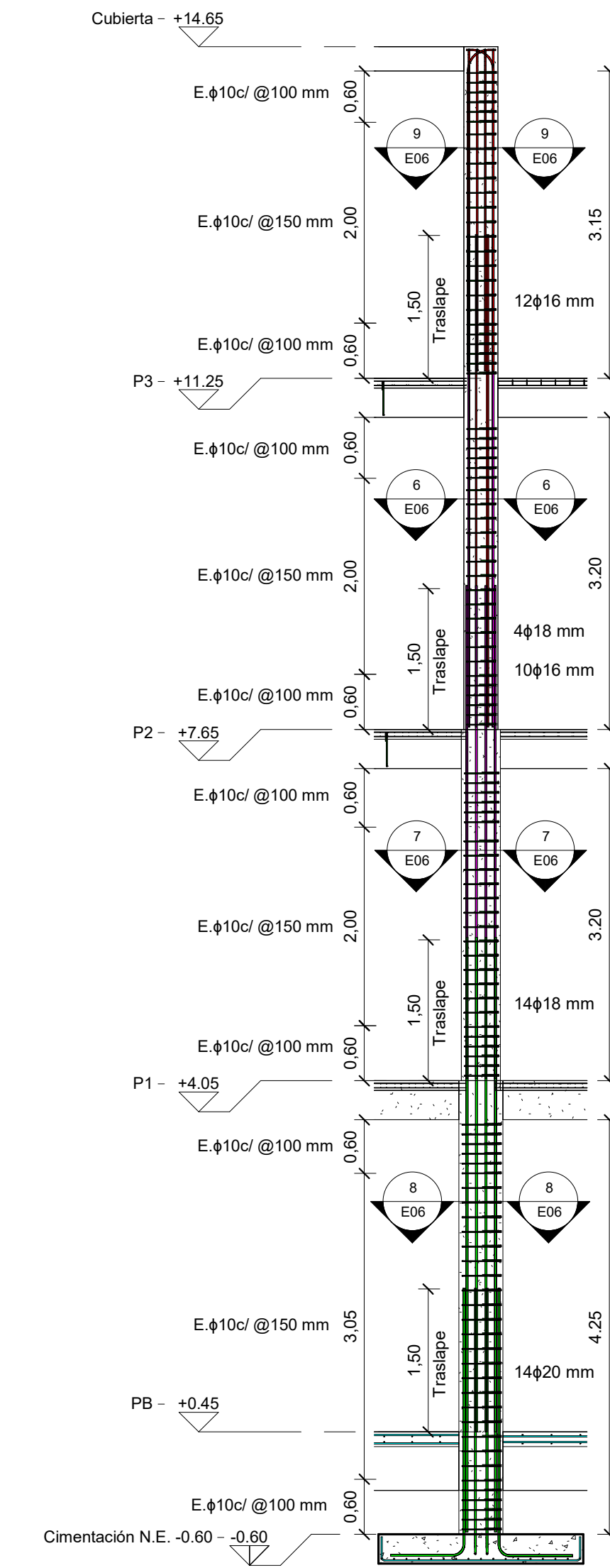
2 Columnas piso 1 N.E.+ 4.05  
1 : 100



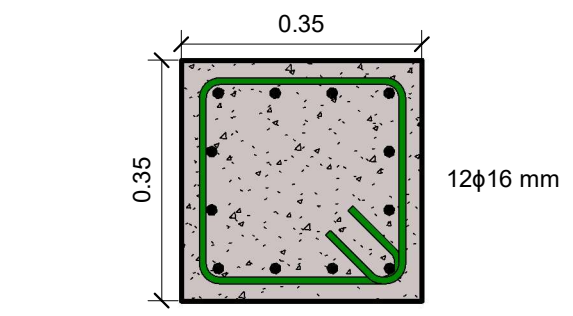
3 Columnas piso 2 N.E.+ 7.65  
1 : 100



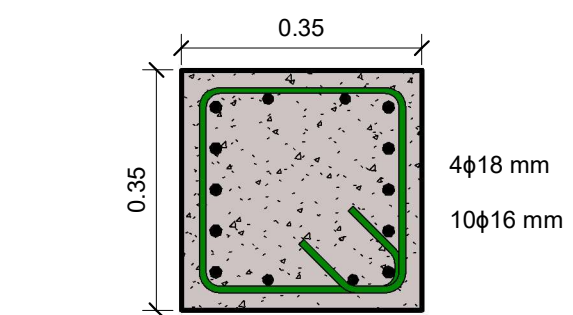
4 Columnas piso3 N.E.+11.25  
1 : 100



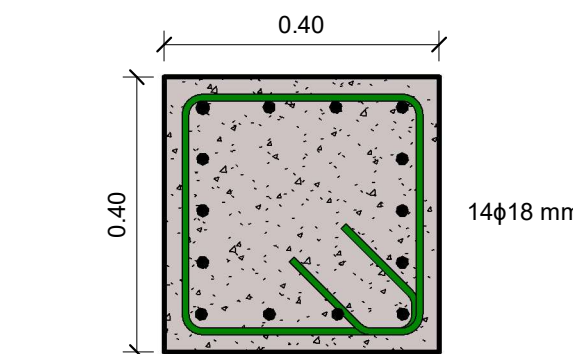
5 Alzado de columnas  
1 : 50



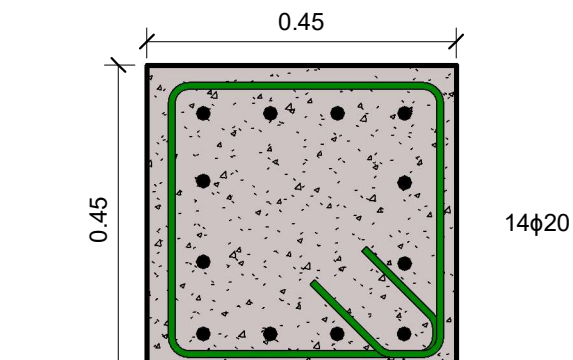
9 Sección - Alz. Columna P3  
1 : 10



6 Sección - Alz. Columna P2  
1 : 10



7 Sección - Alz. Columna P1  
1 : 10



8 Sección - Alz. Columna PB  
1 : 10

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

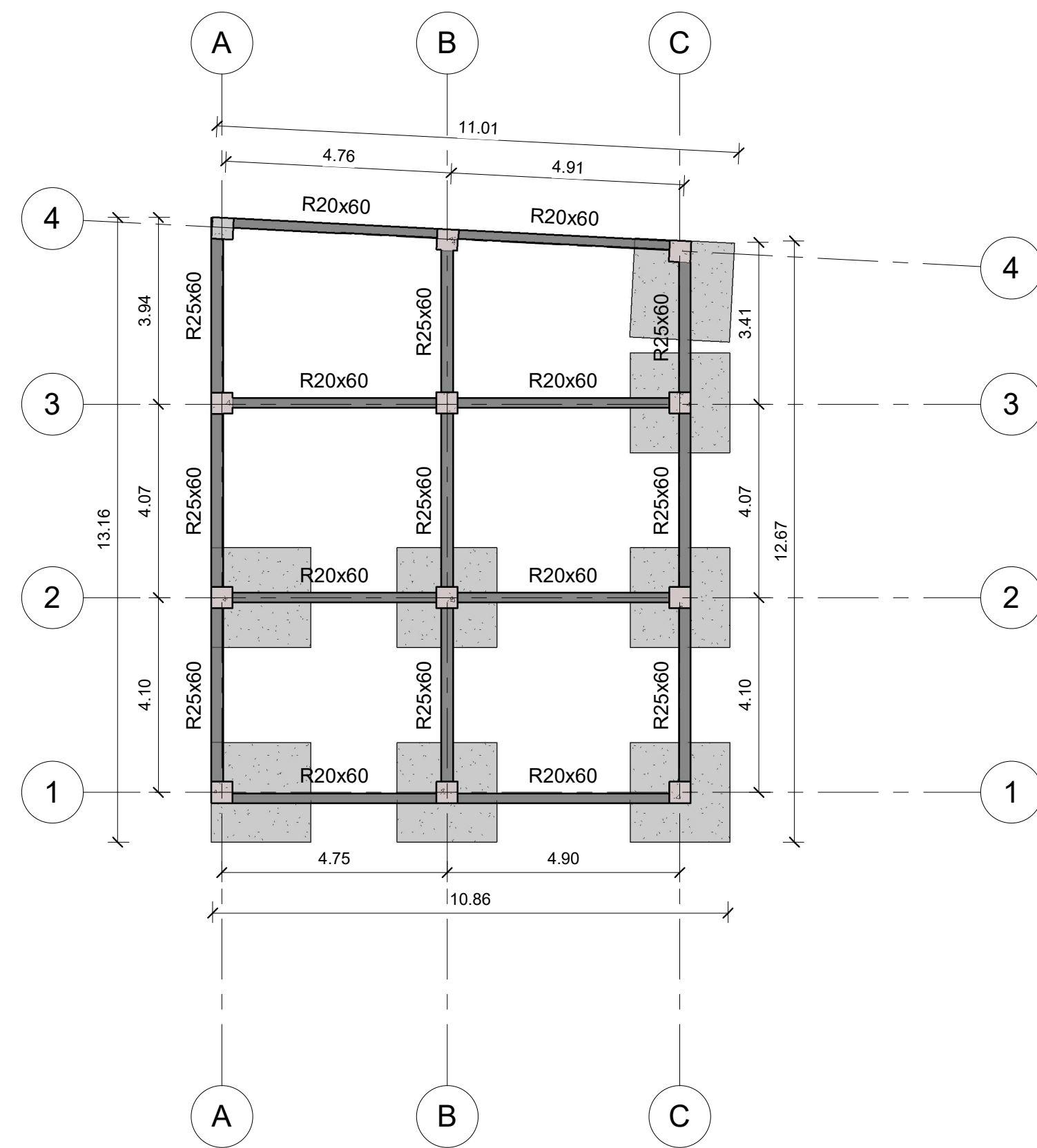
- REGLAMENTO ACI 318-2019
- NORMAS ASTM
- RESISTENCIA DE DISEÑO ESPECIFICADA PARA EL CONCRETO  $f_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS)
- RESISTENCIA DEL ACERO  $f_y=4200$ kg/ cm<sup>2</sup>
- RECUBRIMIENTOS:
  - COLUMNAS R=4cm
  - VIGAS R=4cm
  - ZAPATAS R=5cm
- LONGTUD MINIMA DE TRASLAPE,  $L_t=48d_b$
- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS MIENTRAS NO SE INDIQUE OTRA UNIDAD
- EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTA DADO EN MILIMETROS
- LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTAN DADAS EN MILIMETROS
- EL DIAMETRO DEL ACERO ESTA DADO EN MILIMETROS EN TODOS LOS DETALLES
- LAS MEDIDAS PREVALECCEN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO

### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

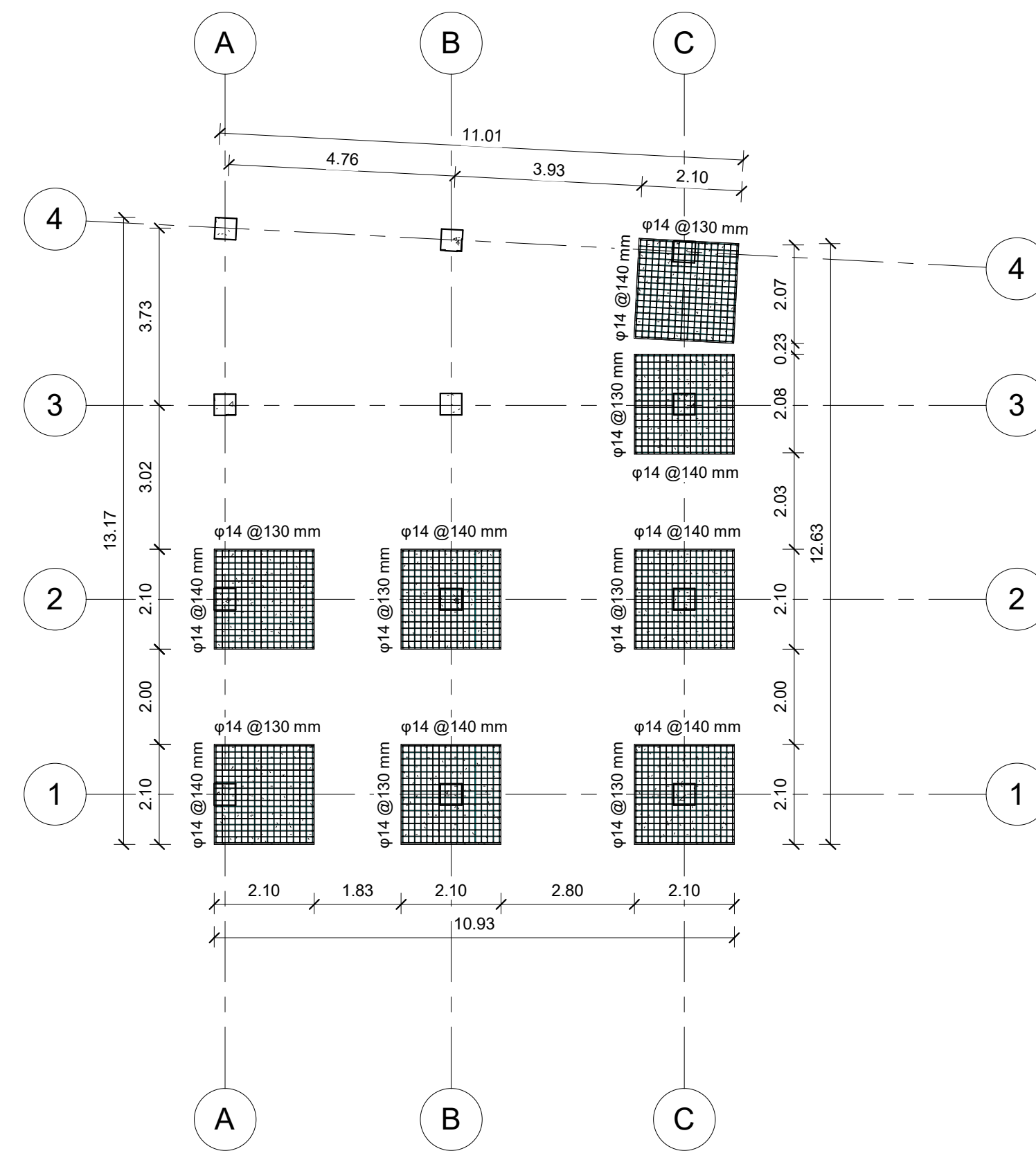
PROYECTO:  
Diseño y actualización estructural de edificación comercial de 3 niveles en Guayaquil según NEC-15.

CONTENIDO:  
Columnas - Vistas en planta y elevación

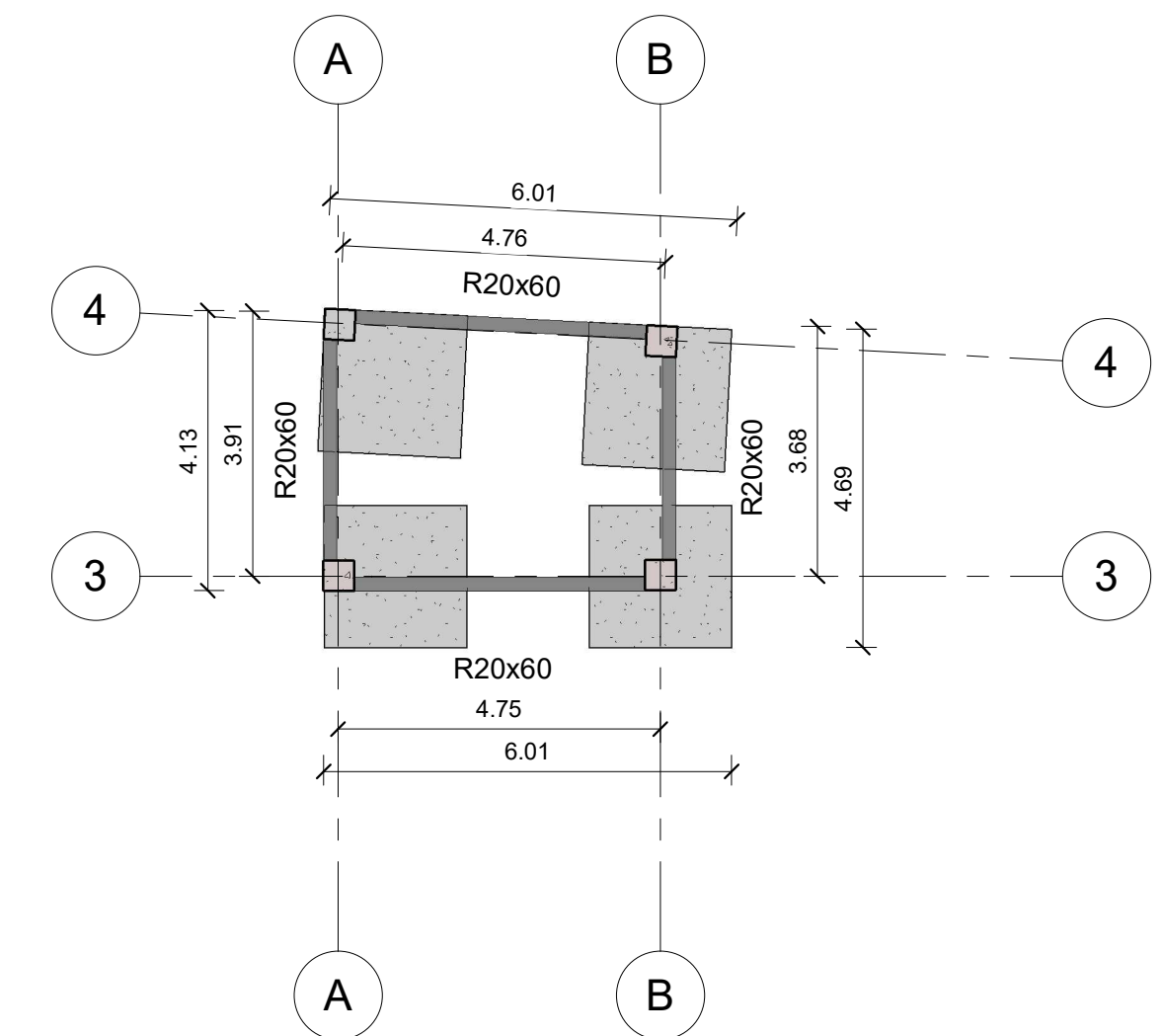
Tutor de Materia Integradora: Verificador	Estudiante: Mike Arellano & Jesús Villacís	Fecha de Entrega: 11/01/2025
Docente de Materia Integradora: Autor		Lamina: E06 Escala: Como se indica



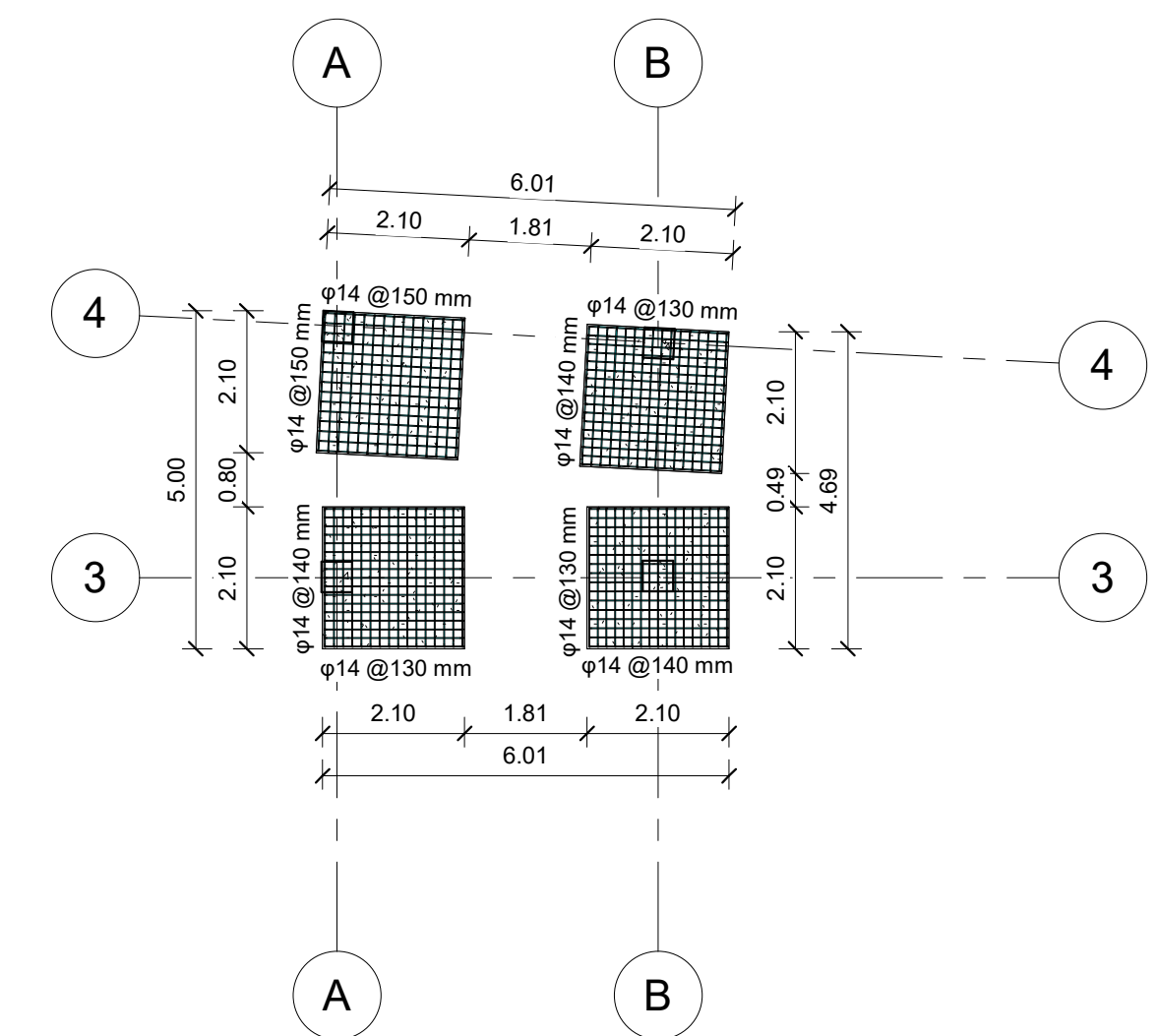
1 Cimentación N.E. -0.60  
1 : 100



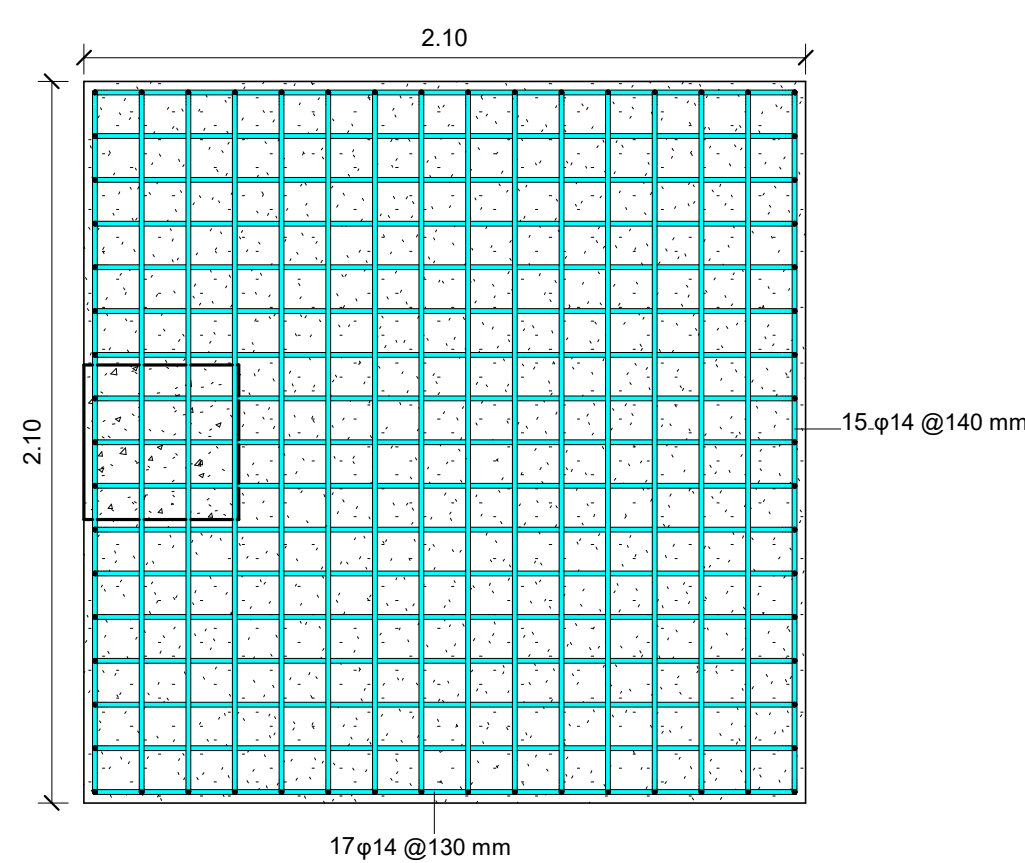
3 Armado N.E. -0.60  
1 : 100



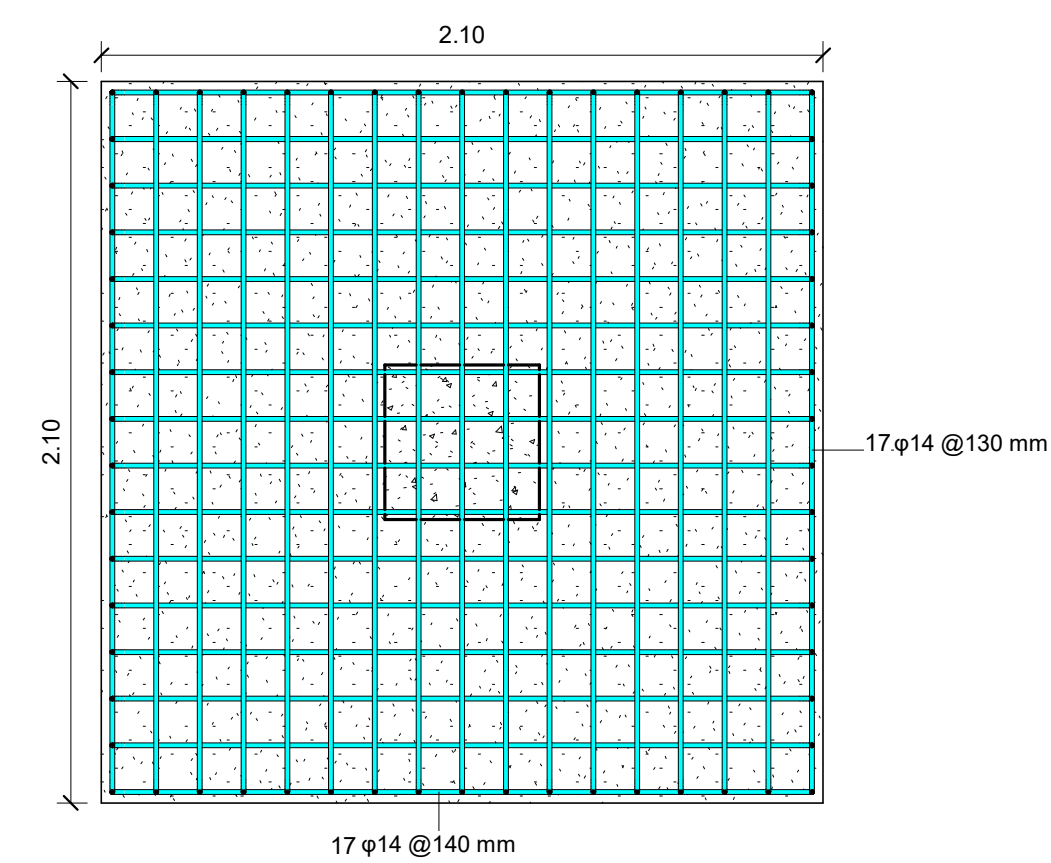
2 Cimentación N.E. -3.75  
1 : 100



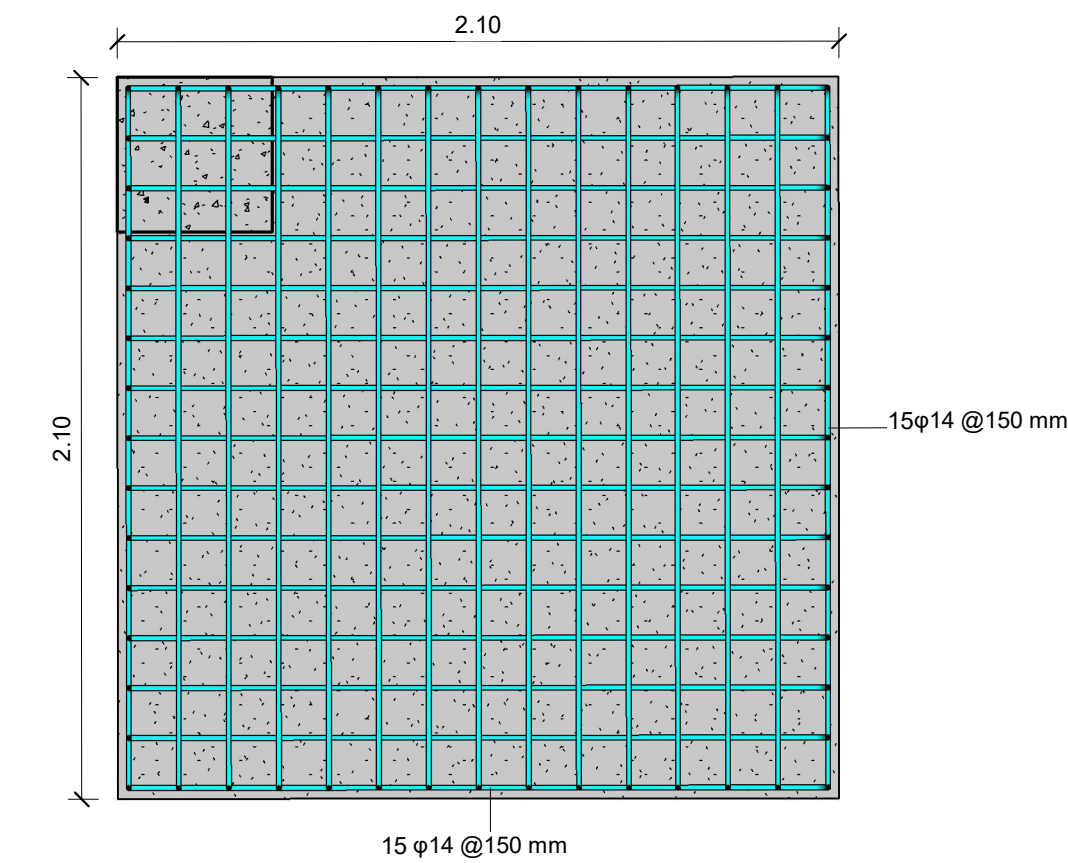
4 Armado N.E. -3.75  
1 : 100



5 Sección - Zapata borde  
1 : 20



6 Sección - Zapata interior  
1 : 20



7 Sección - Zapata esquinera  
1 : 20

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

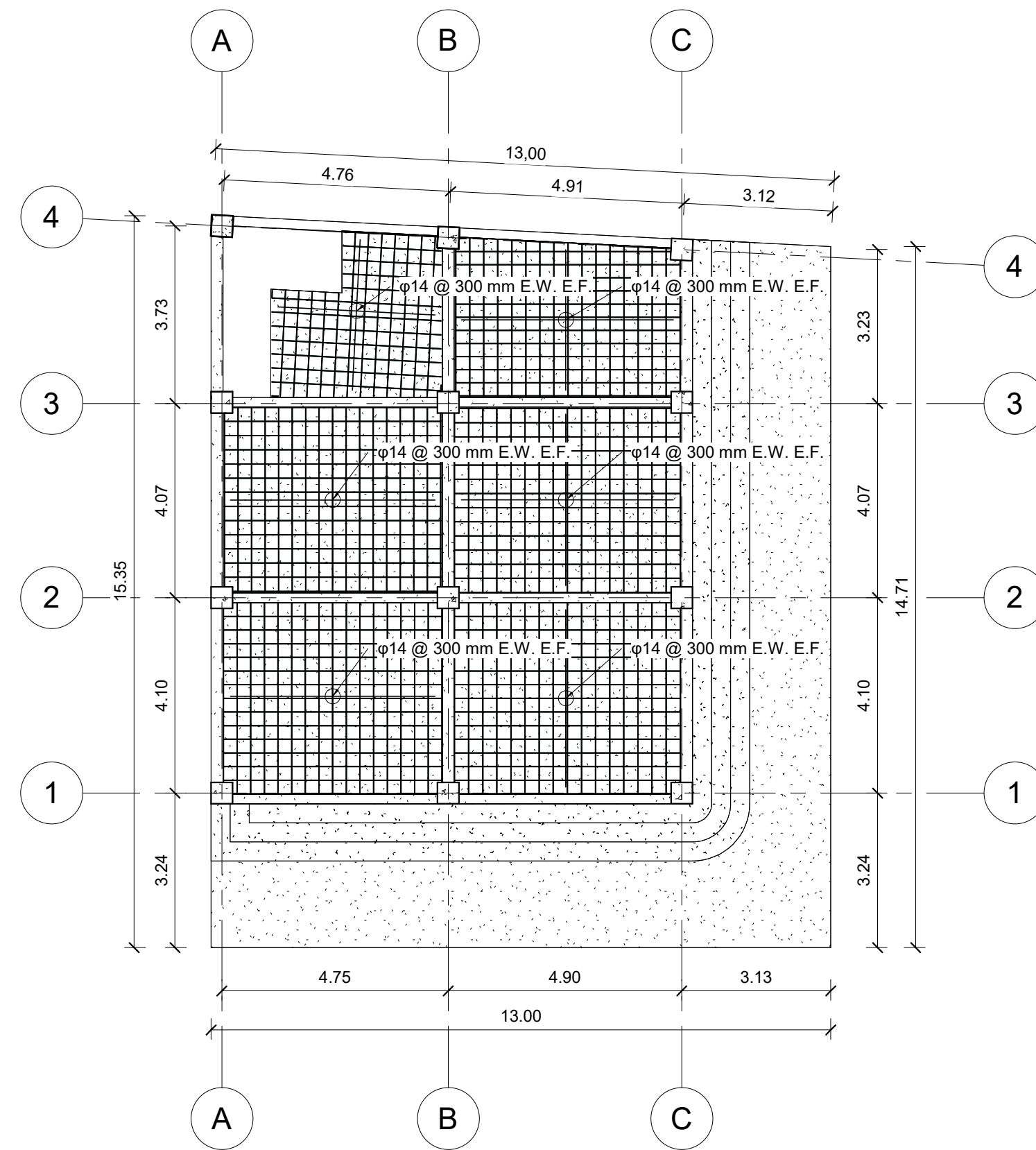
- REGLAMENTO ACI 318-2019
- NORMAS ASTM
- RESISTENCIA DE DISEÑO ESPECIFICADA PARA EL CONCRETO  $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$  (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS)
- RESISTENCIA DEL ACERO  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
- RECUBRIMIENTOS:
  - COLUMNAS  $R=4 \text{ cm}$
  - VIGAS  $R=4 \text{ cm}$
  - ZAPATAS  $R=5 \text{ cm}$
- LONGITUD MINIMA DE TRASLAPE,  $L_t=48d_b$
- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS MIENTRAS NO SE INDIQUE OTRA UNIDAD
- EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTA DADO EN MILIMETROS
- LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTAN DADAS EN MILIMETROS
- EL DIAMETRO DEL ACERO ESTA DADO EN MILIMETROS EN TODOS LOS DETALLES
- LAS MEDIDAS PREVALECCEN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO

### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

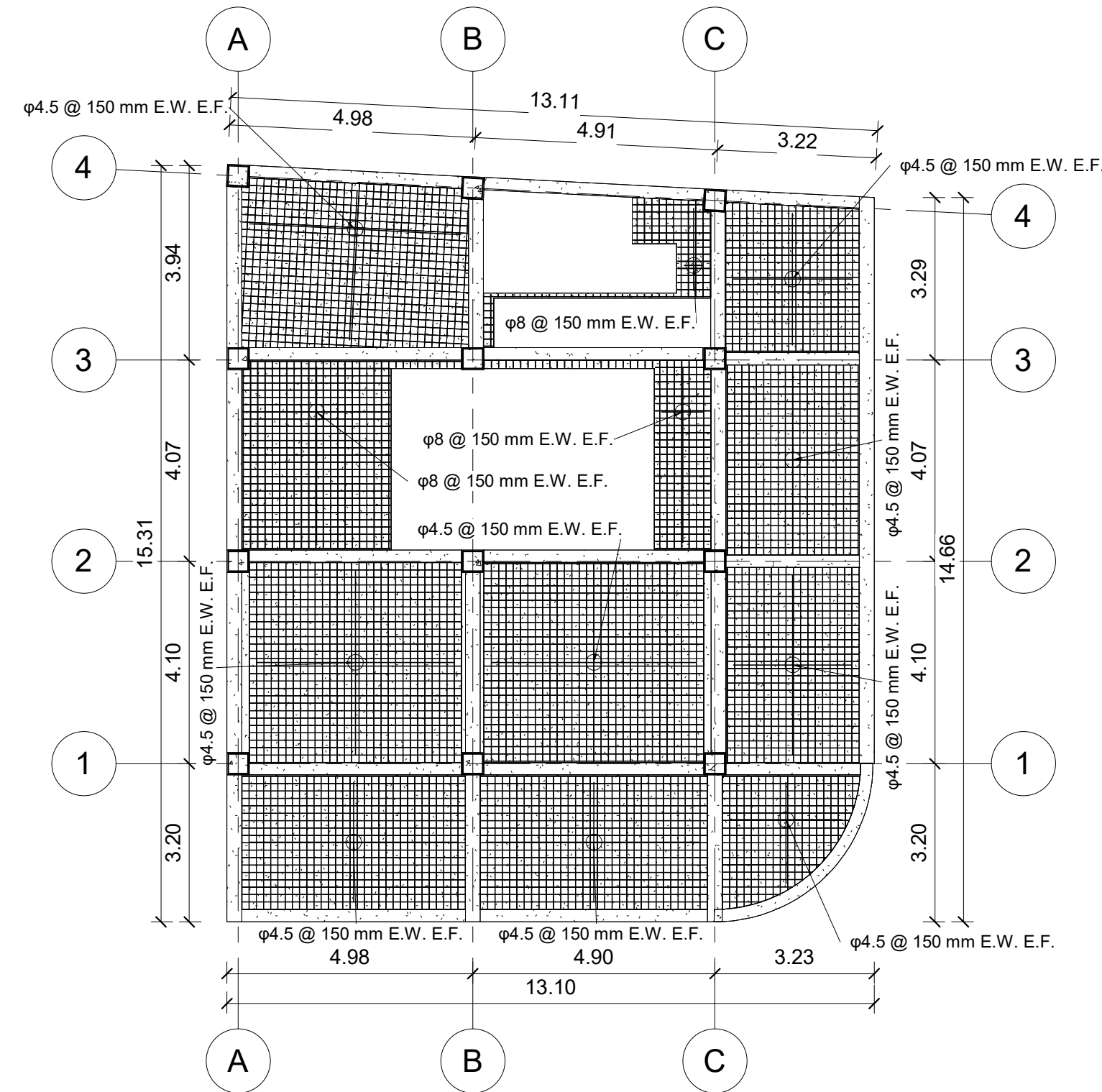
PROYECTO:  
Diseño y actualización estructural de edificación comercial de 3 niveles en Guayaquil según NEC-15.

CONTENIDO:  
Cimentaciones - Vista en planta

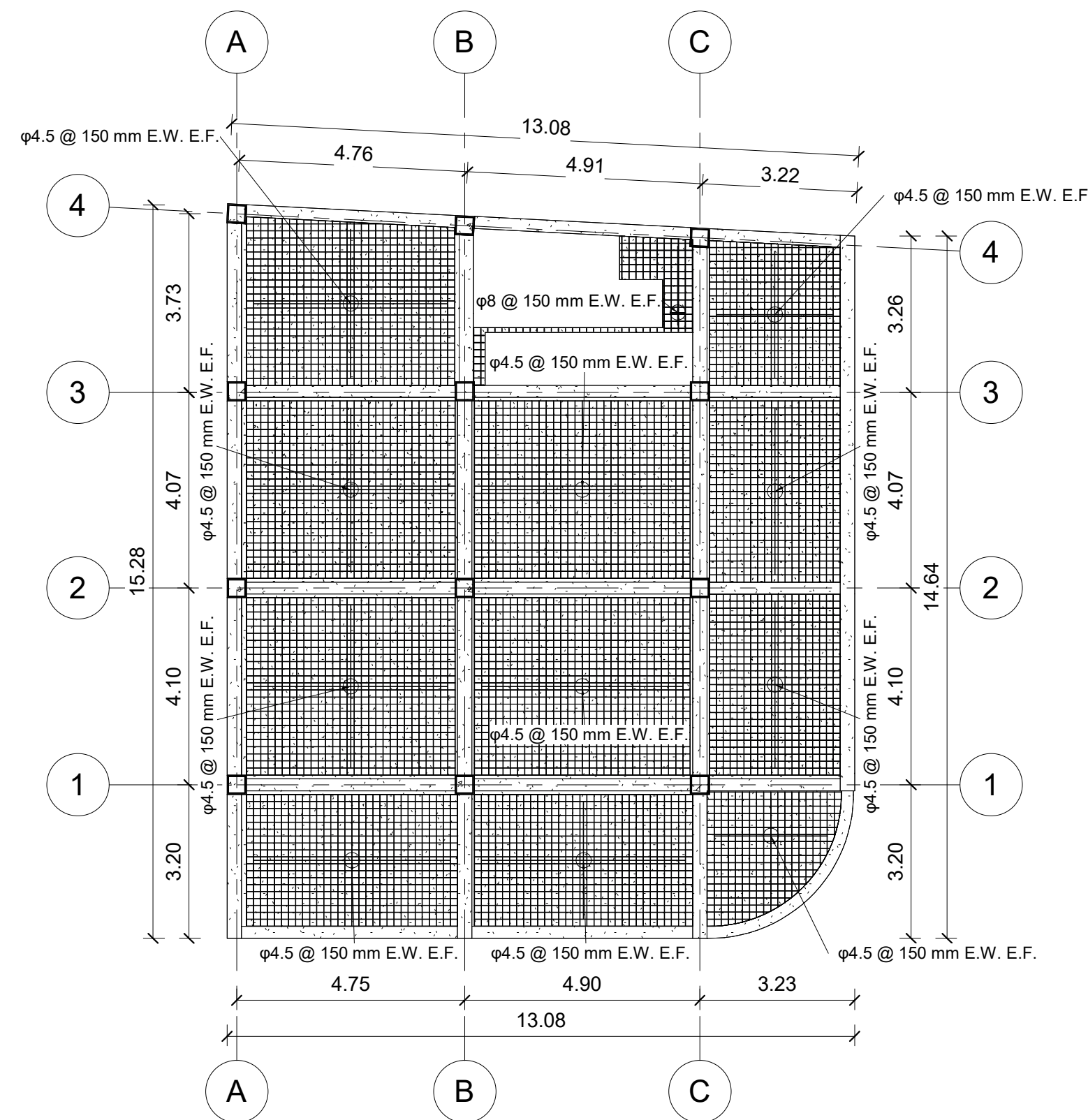
Tutor de Materia Integradora: Msc. Carlos Quishpe	Estudiante: <b>Mike Arellano &amp; Jesús Villacís</b>	Fecha de Entrega: 11/01/2025
Docente de Materia Integradora: Msc. Ingrid Orta		Lamina: E07
		Escala: Como se indica



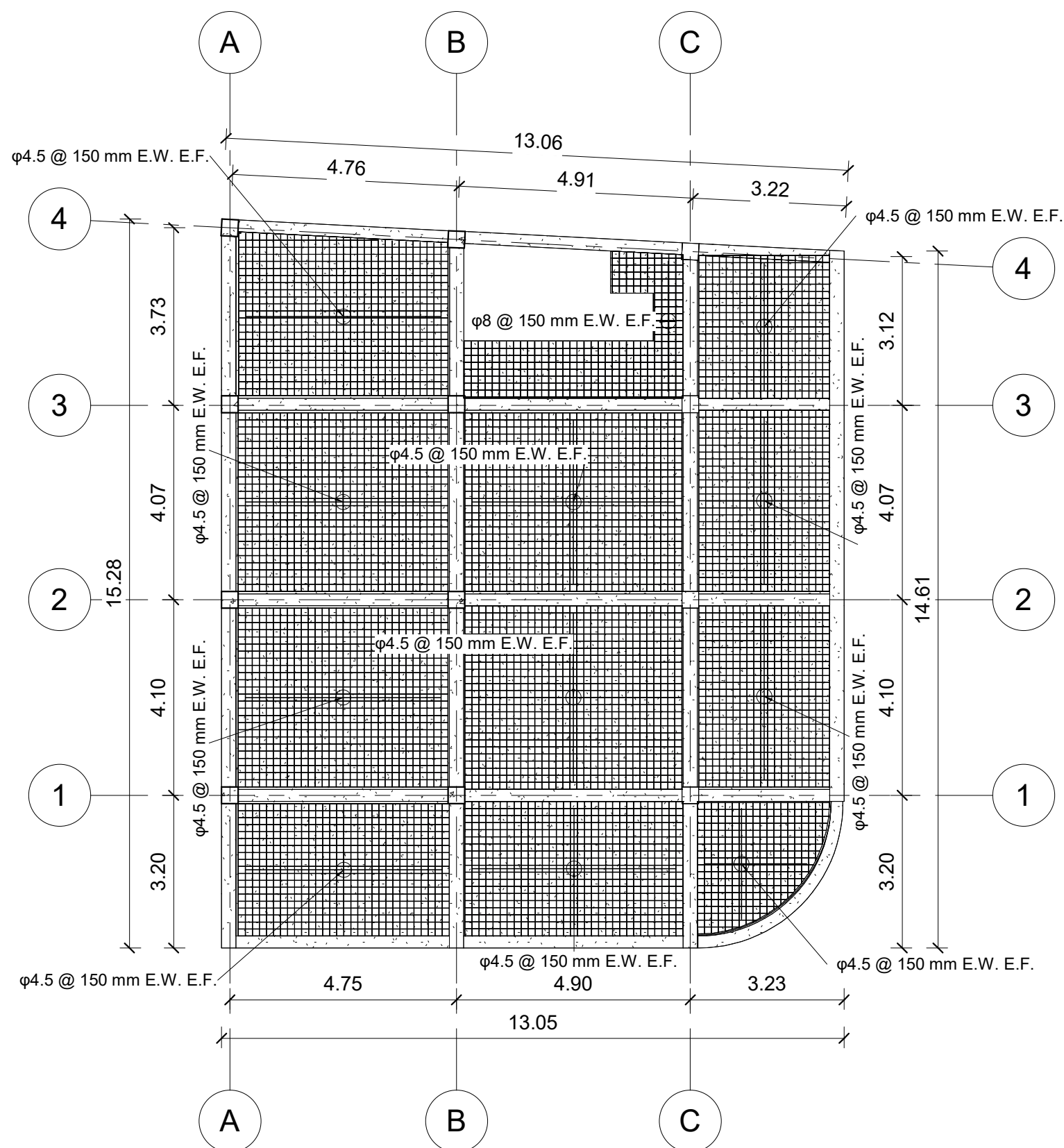
1 Losa piso PB N.E. +0.45  
1 : 100



2 Losa piso 1 N.E. + 4.05  
1 : 100



3 Losa piso 2 N.E. + 7.65  
1 : 100



4 Losa piso 3 N.E. + 11.25  
1 : 100

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

- REGLAMENTO ACI 318-2019
- NORMAS ASTM
- RESISTENCIA DE DISEÑO ESPECIFICADA PARA EL CONCRETO  $f_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS)
- RESISTENCIA DEL ACERO  $f_y=4200$ kg/cm<sup>2</sup>
- RECUBRIMIENTOS:
  - COLUMNAS R=4cm
  - VIGAS R=4cm
  - ZAPATAS R=5cm
- LONGITUD MINIMA DE TRASLAPE,  $L_t=48d_b$
- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS MIENTRAS NO SE INDIQUE OTRA UNIDAD
- EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTA DADO EN MILIMETROS
- LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTAN DADAS EN MILIMETROS
- EL DIAMETRO DEL ACERO ESTA DADO EN MILIMETROS EN TODOS LOS DETALLES
- LAS MEDIDAS PREVALECEN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO

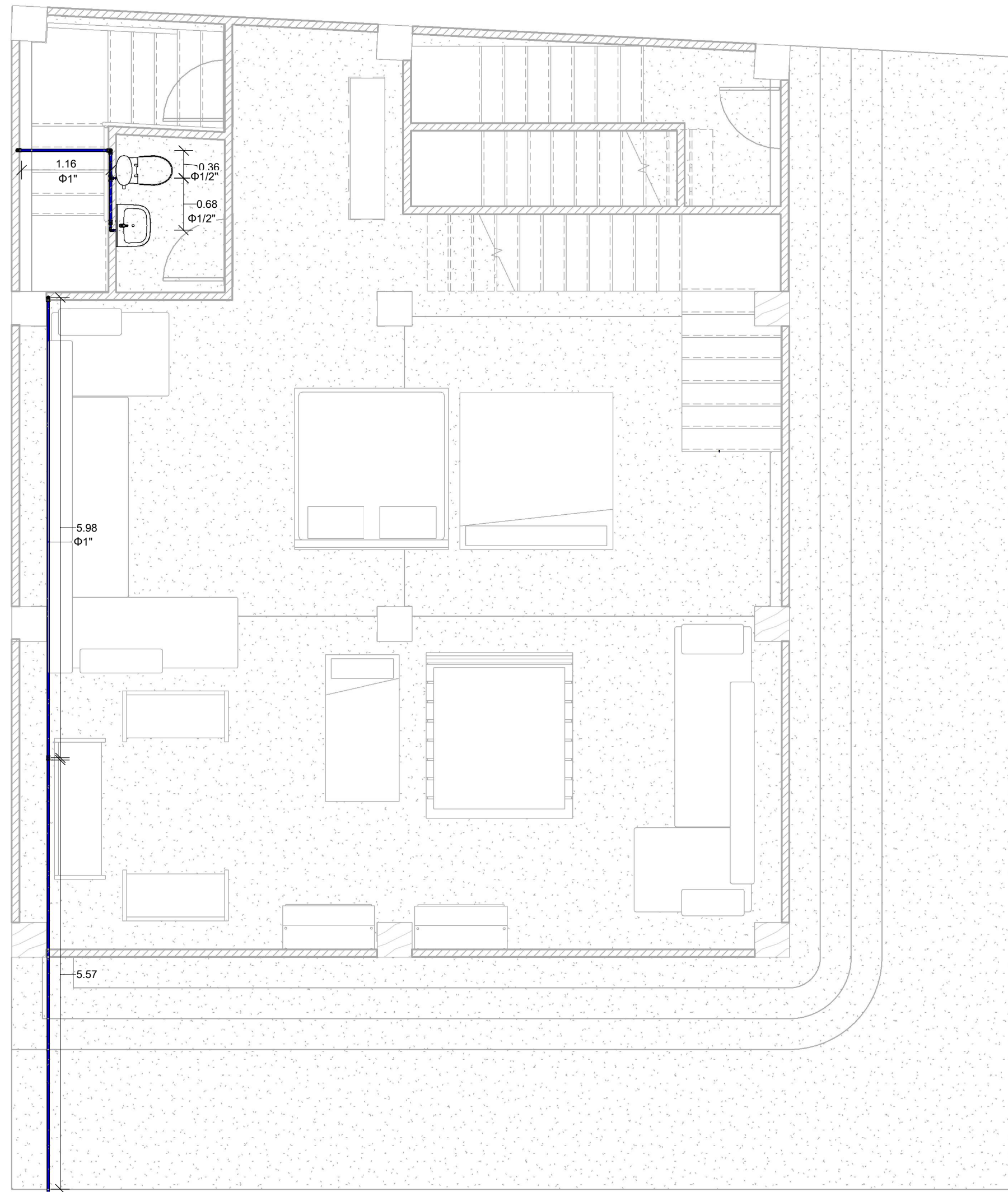
### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:  
Diseño y actualización estructural de edificación comercial de 3 niveles en Guayaquil según NEC-15.

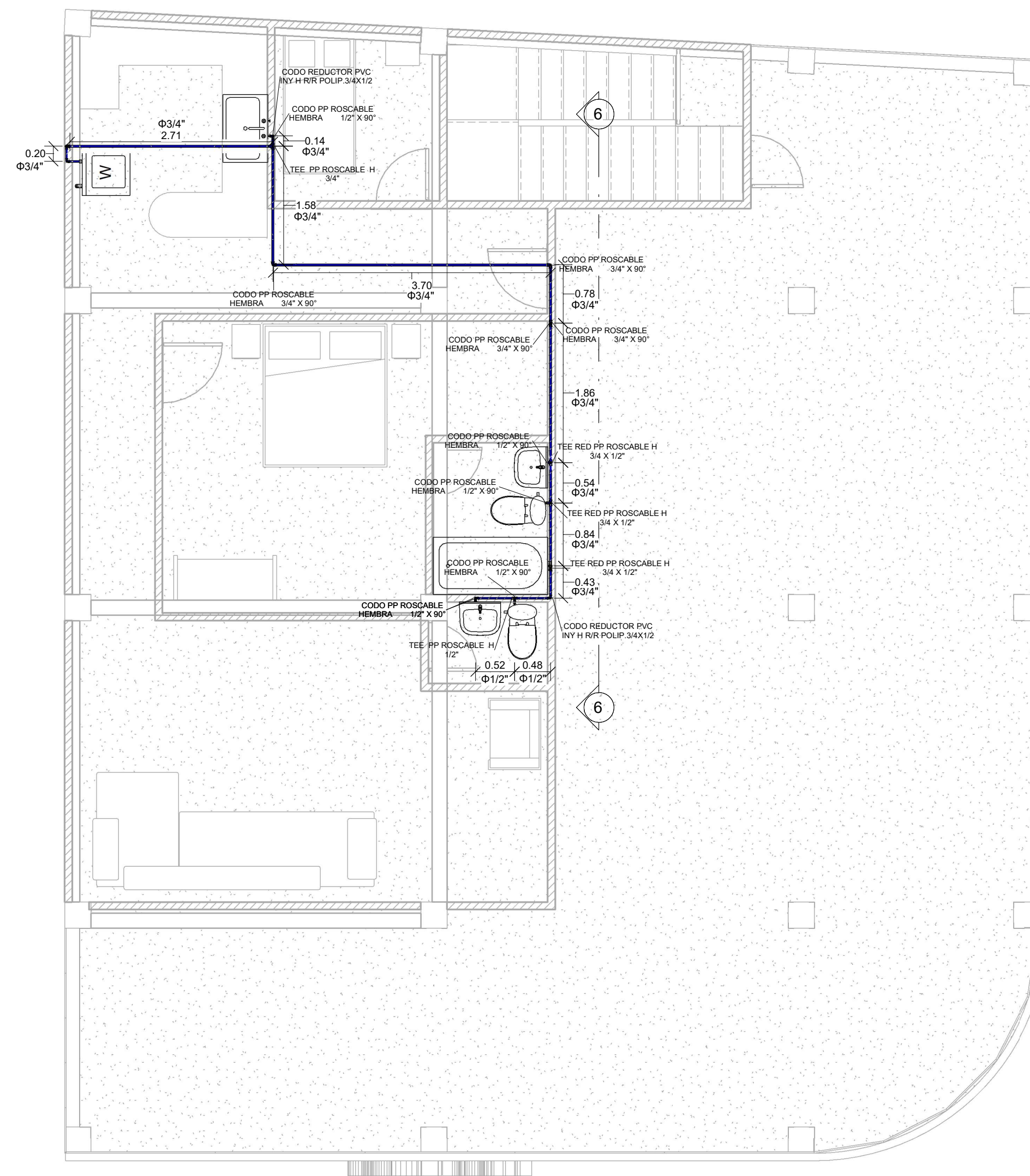
CONTENIDO:

Losas - Vista en planta

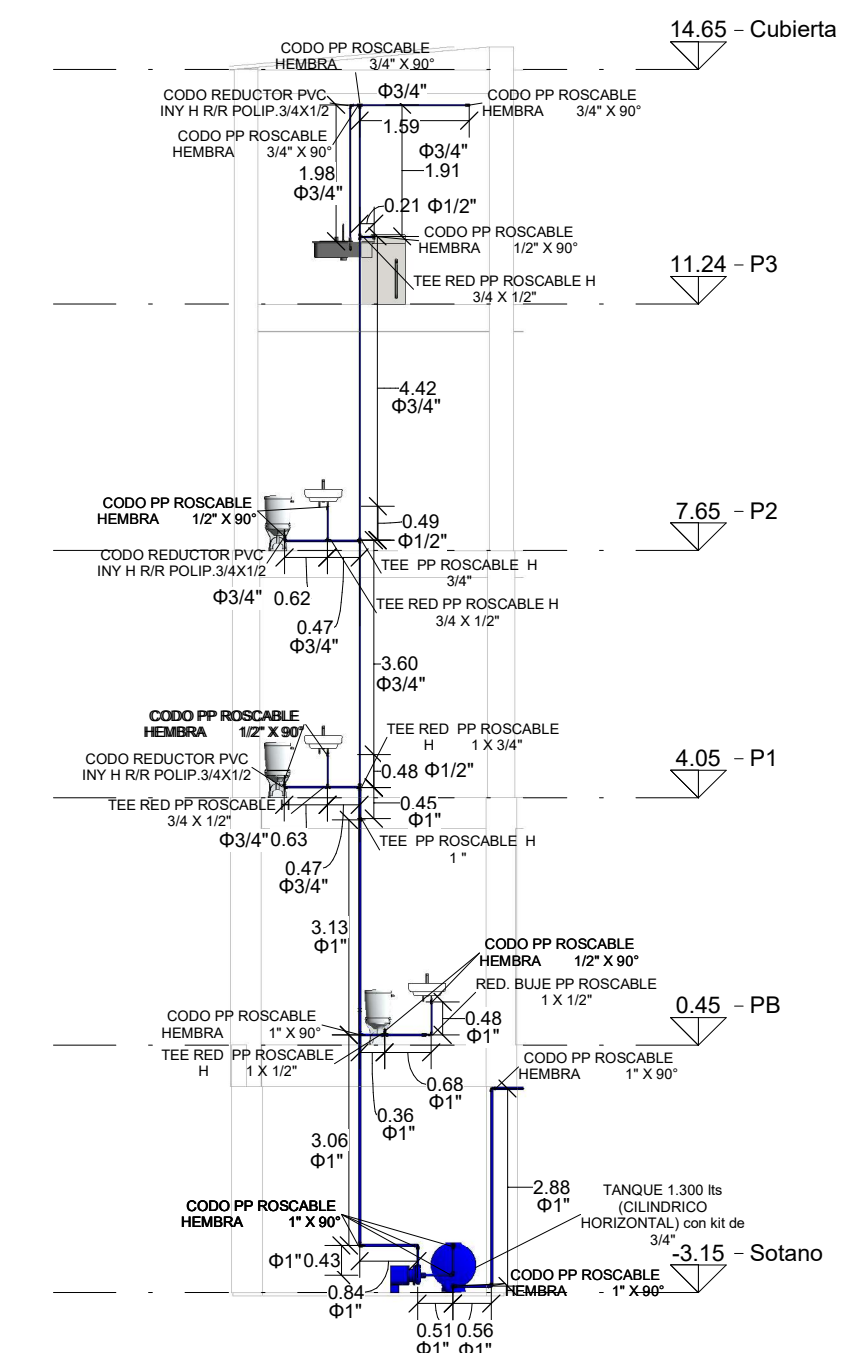
Tutor de Materia Integradora: Msc. Carlos Quishpe	Estudiante: <b>Mike Arellano &amp; Jesús Villacís</b>	Fecha de Entrega: 11/01/2025
Docente de Materia Integradora: Msc. Ingrid Orta		Lamina: E08
		Escala: 1 : 100



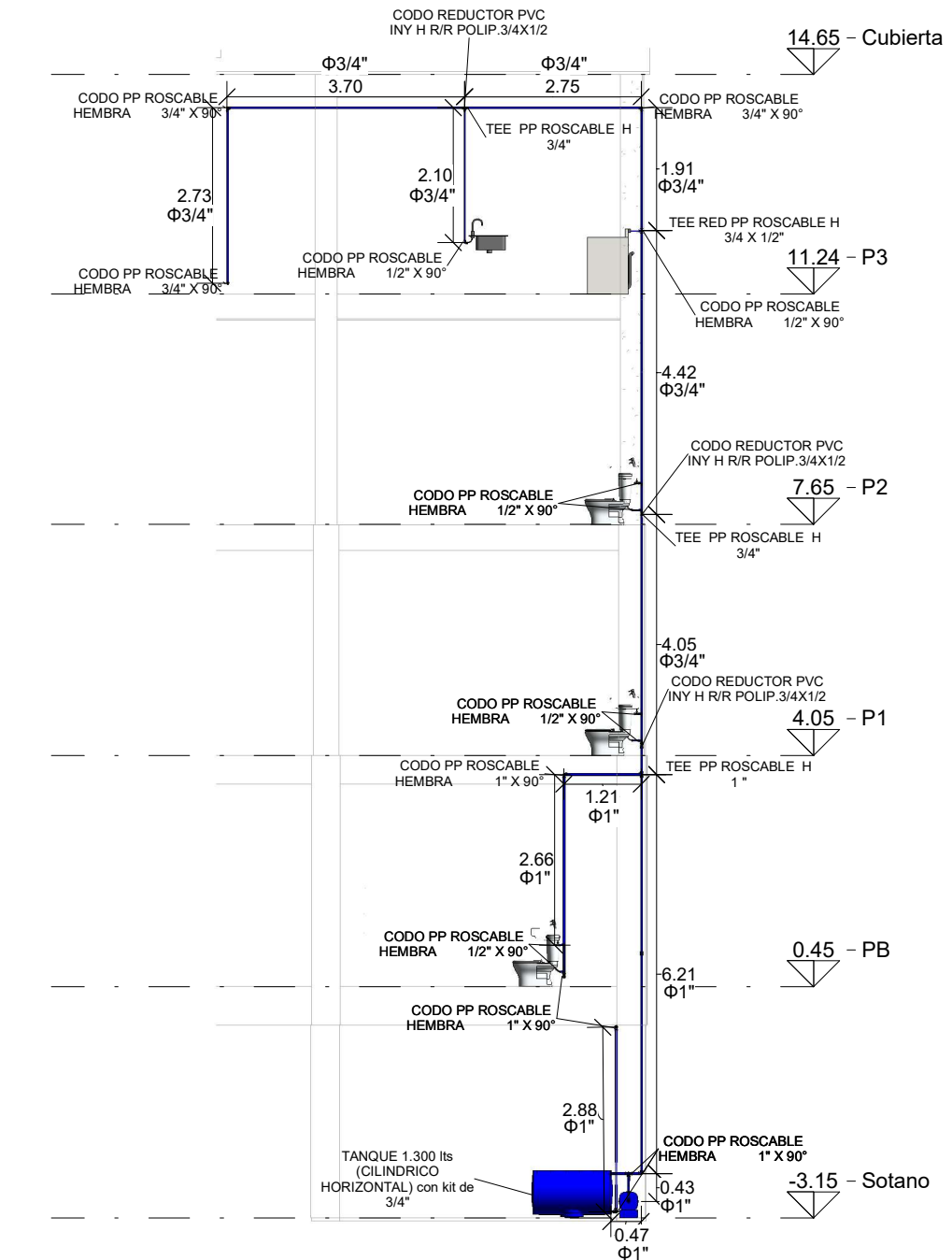
4 PB AAPP  
A102 1:50



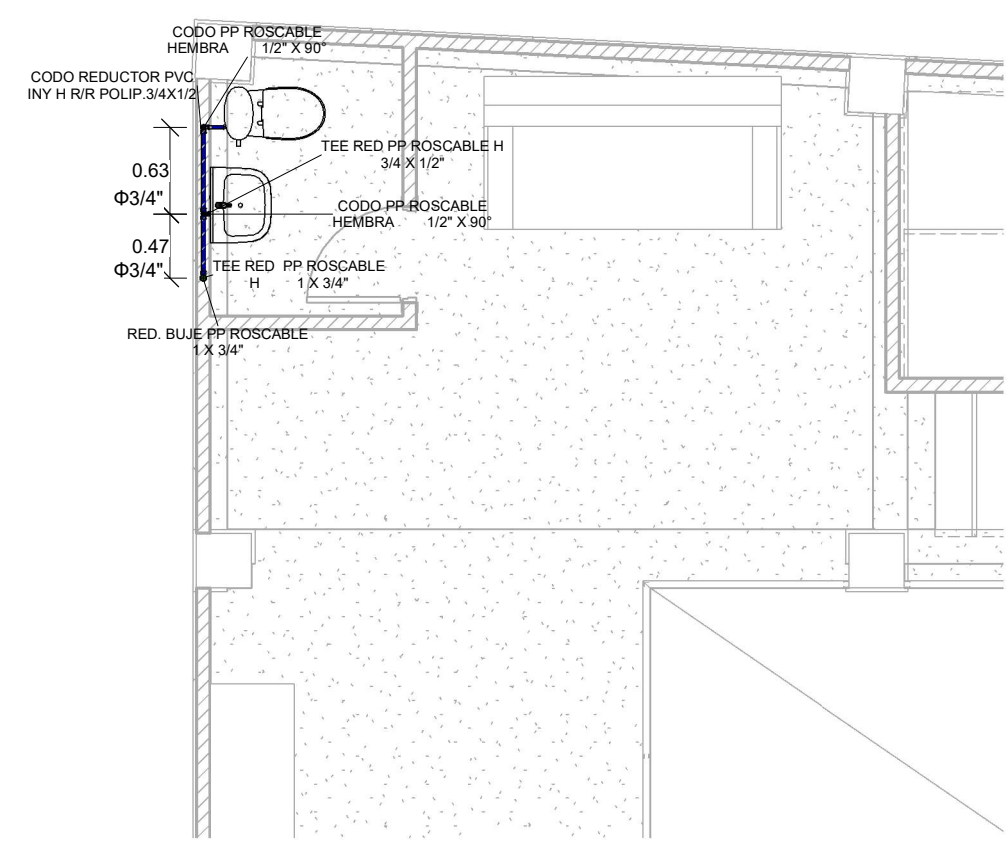
3 P3 AAPP  
A102 1:50



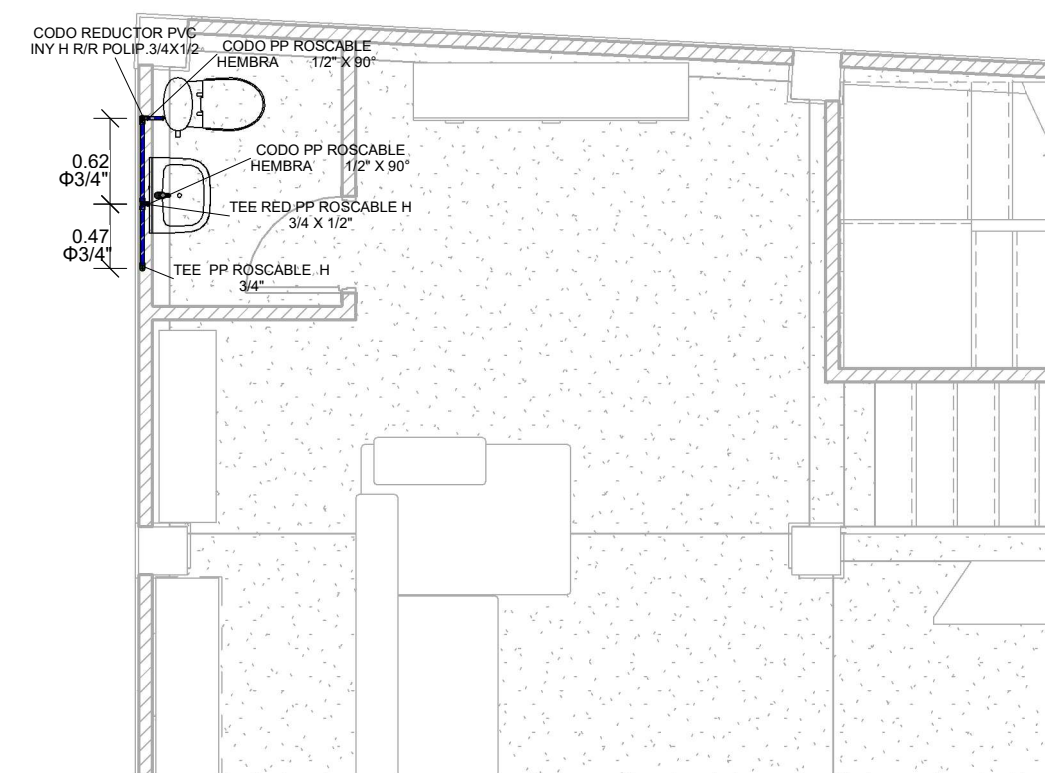
7 Corte B-B' AAPP  
A102 1:100



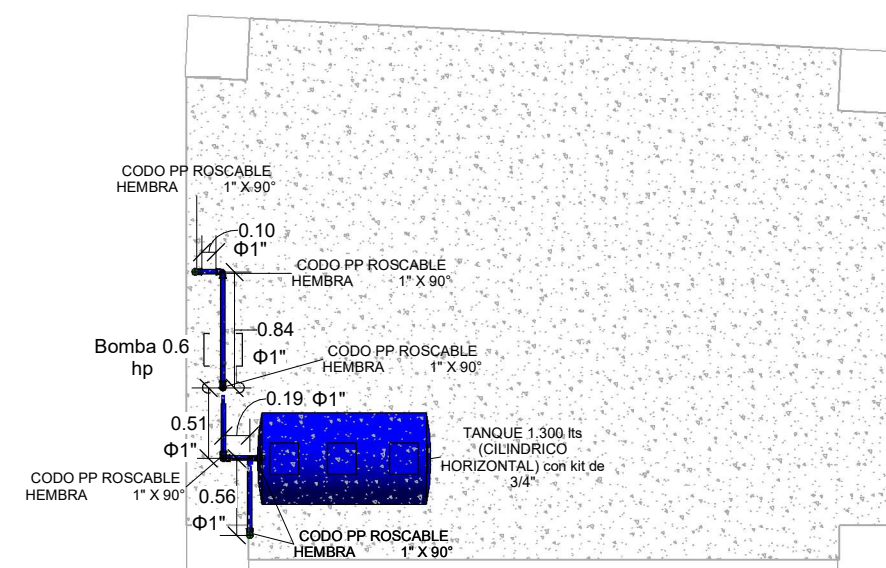
8 Corte C-C' AAPP  
A102 1:100



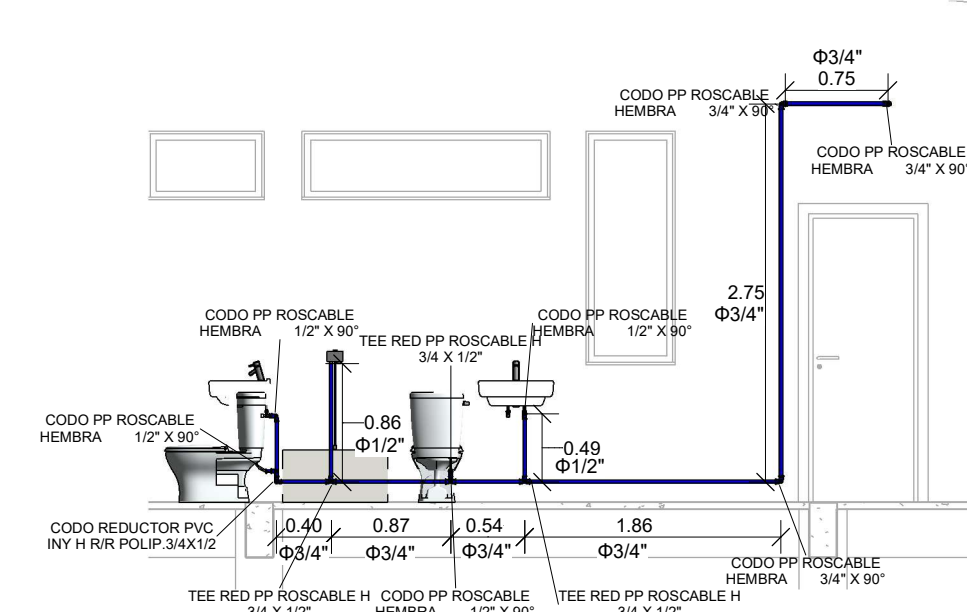
1 P1 AAPP  
A102 1:50



2 P2 AAPP  
A102 1:50



5 Sotano AAPP  
A102 1:50



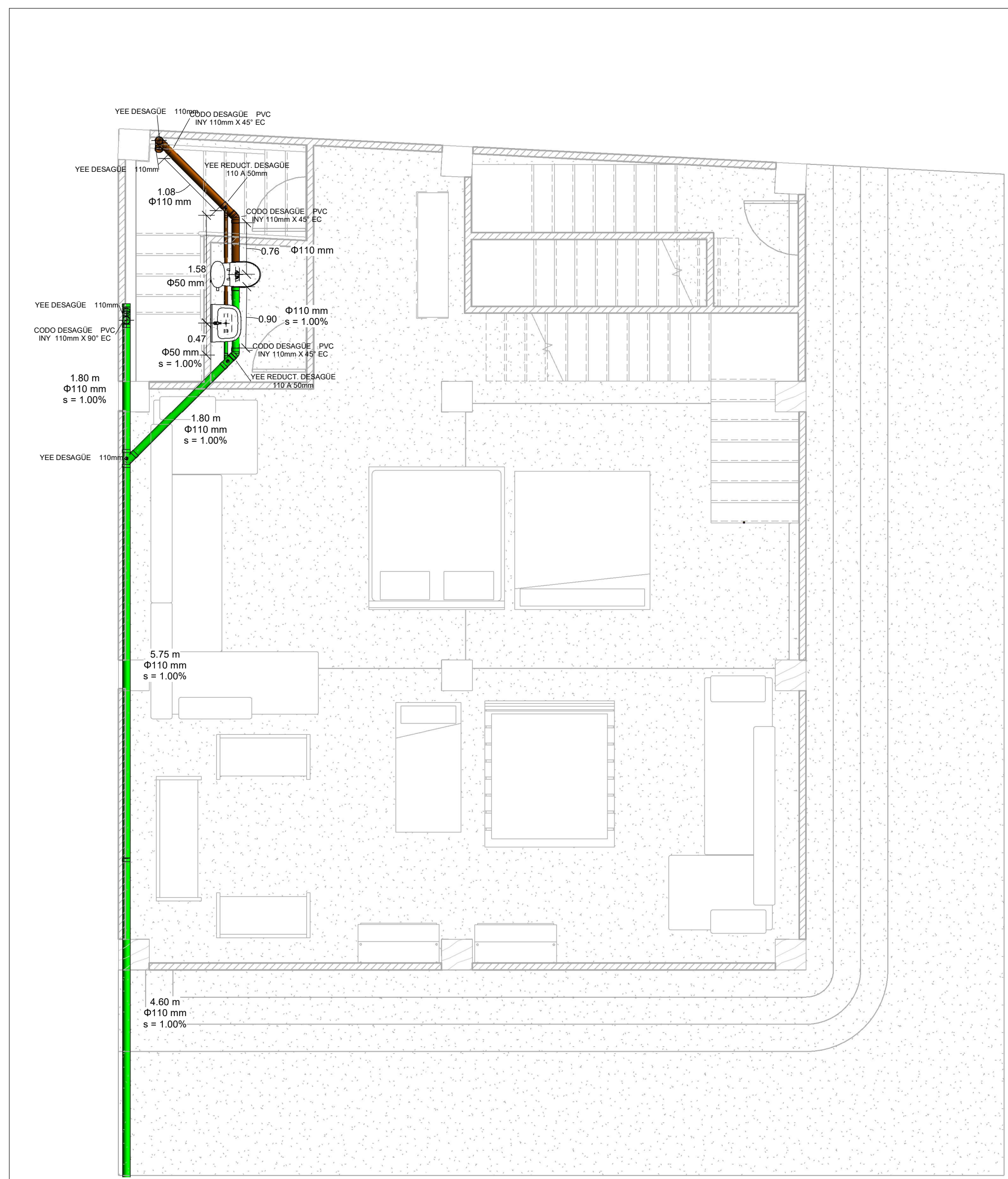
6 Corte A-A' AAPP  
A102 1:50

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

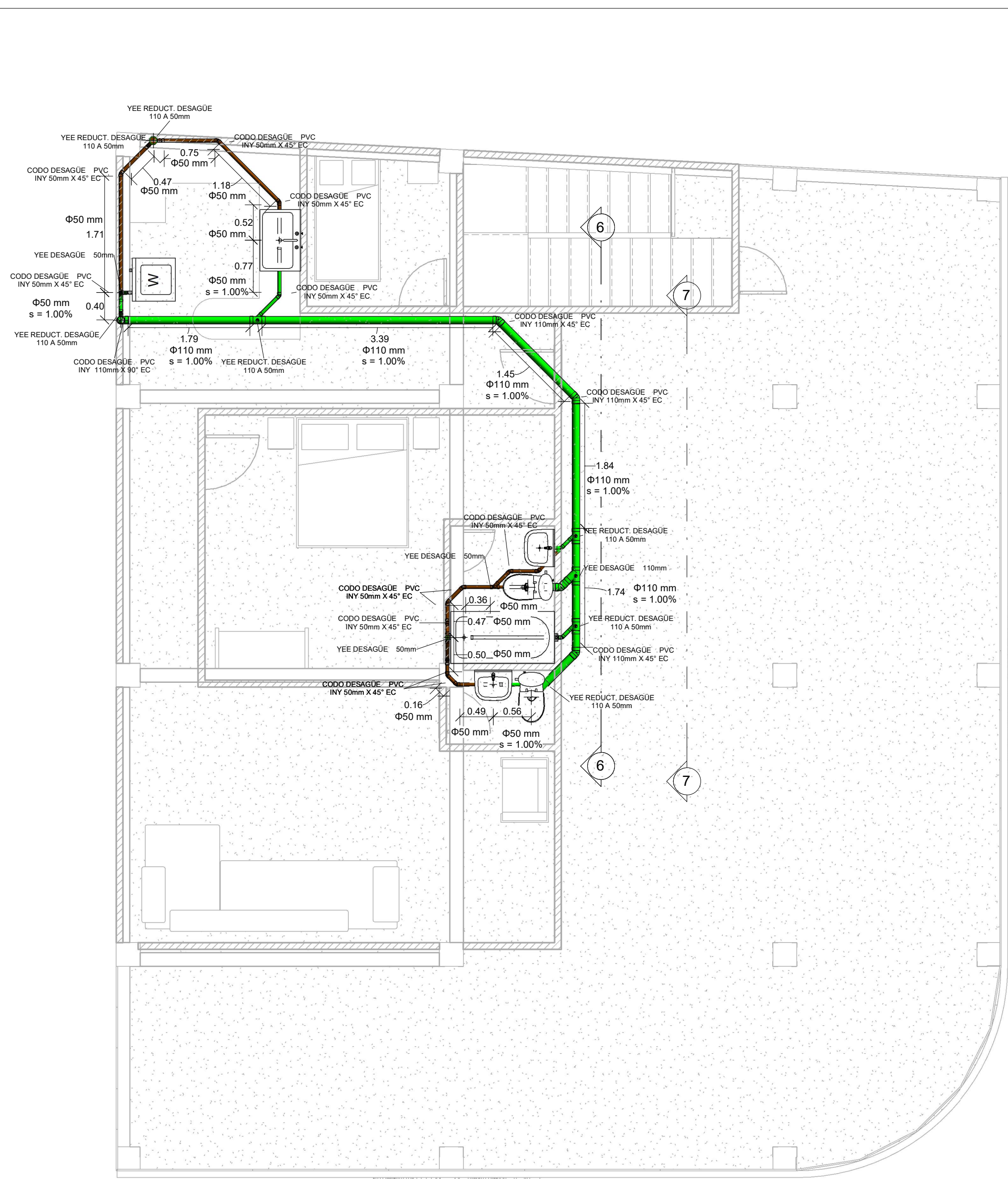
PROYECTO:  
Diseño y actualización estructural de edificación comercial de 3 niveles en Guayaquil según NEC-15.

CONTENIDO:  
**Plano AAPP**

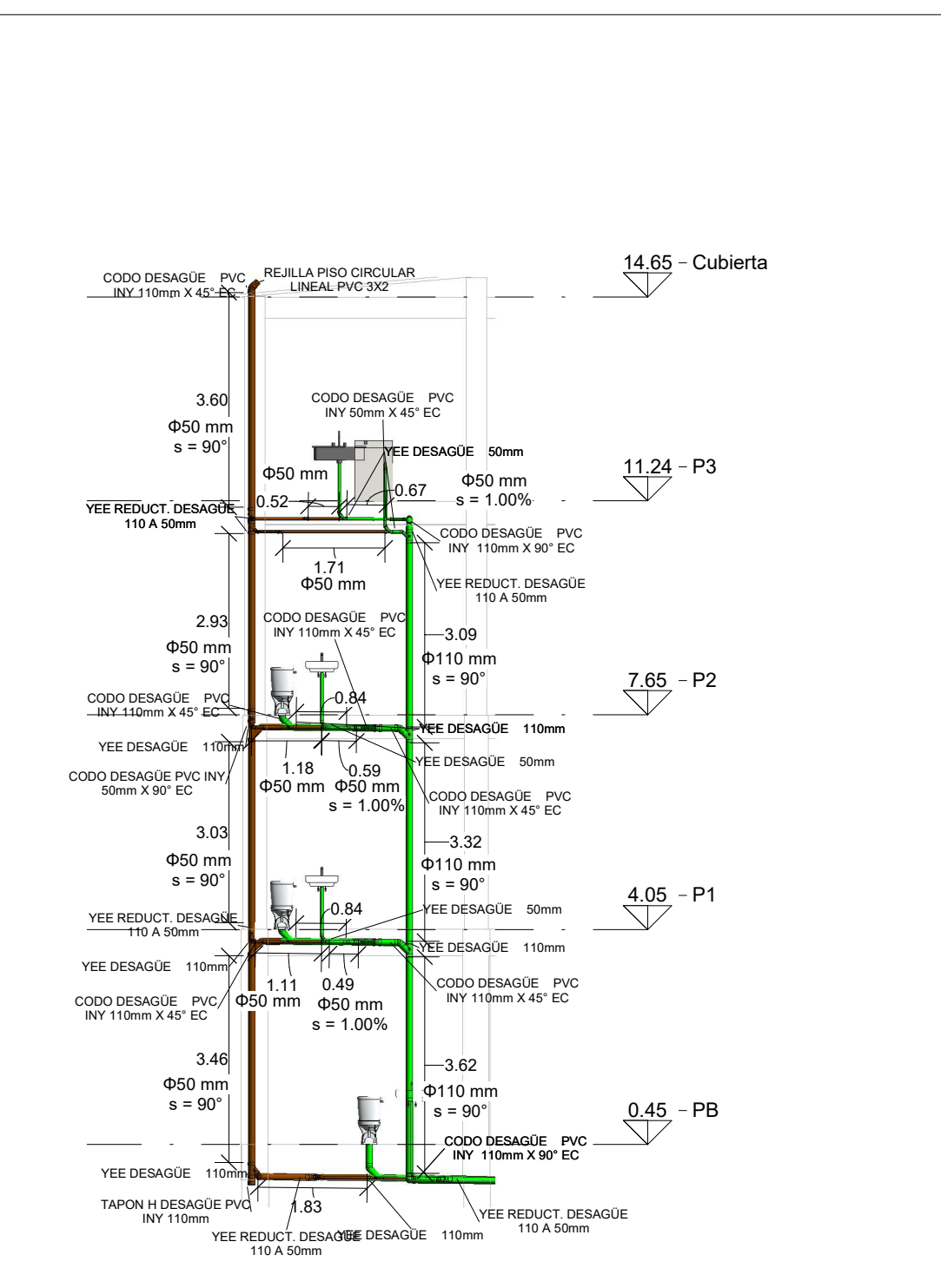
Tutor de Materia Integradora: Ing. Carlos Quishpe	Estudiante: <b>Mike Arellano &amp; Jesús Villacís</b>	Fecha de Entrega: 31/12/2025
Docente de Materia Integradora: Msc. Ingrid Ota		Lamina: A102 Escala: Como se indica



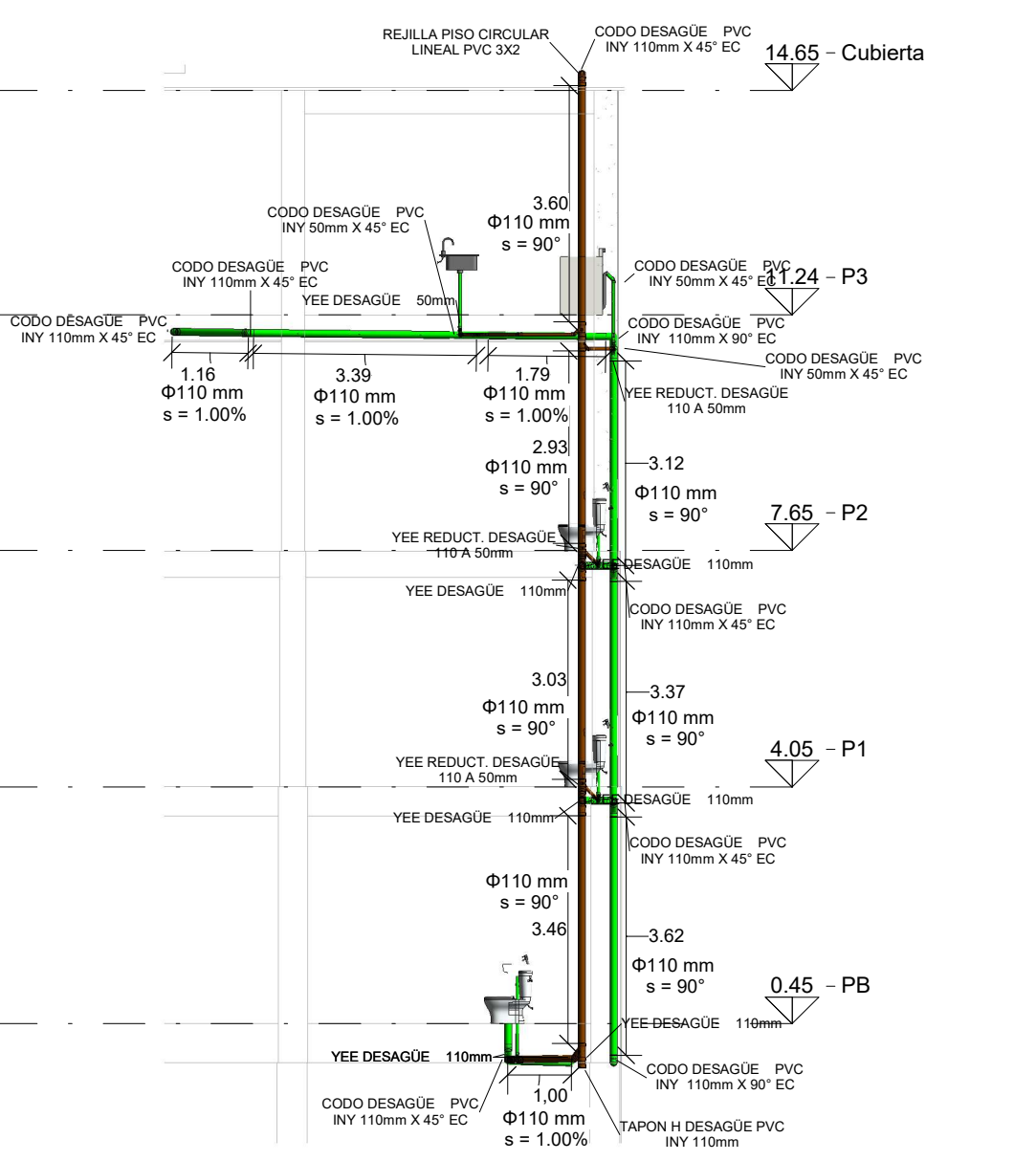
2 PB AASS  
A103 1:50



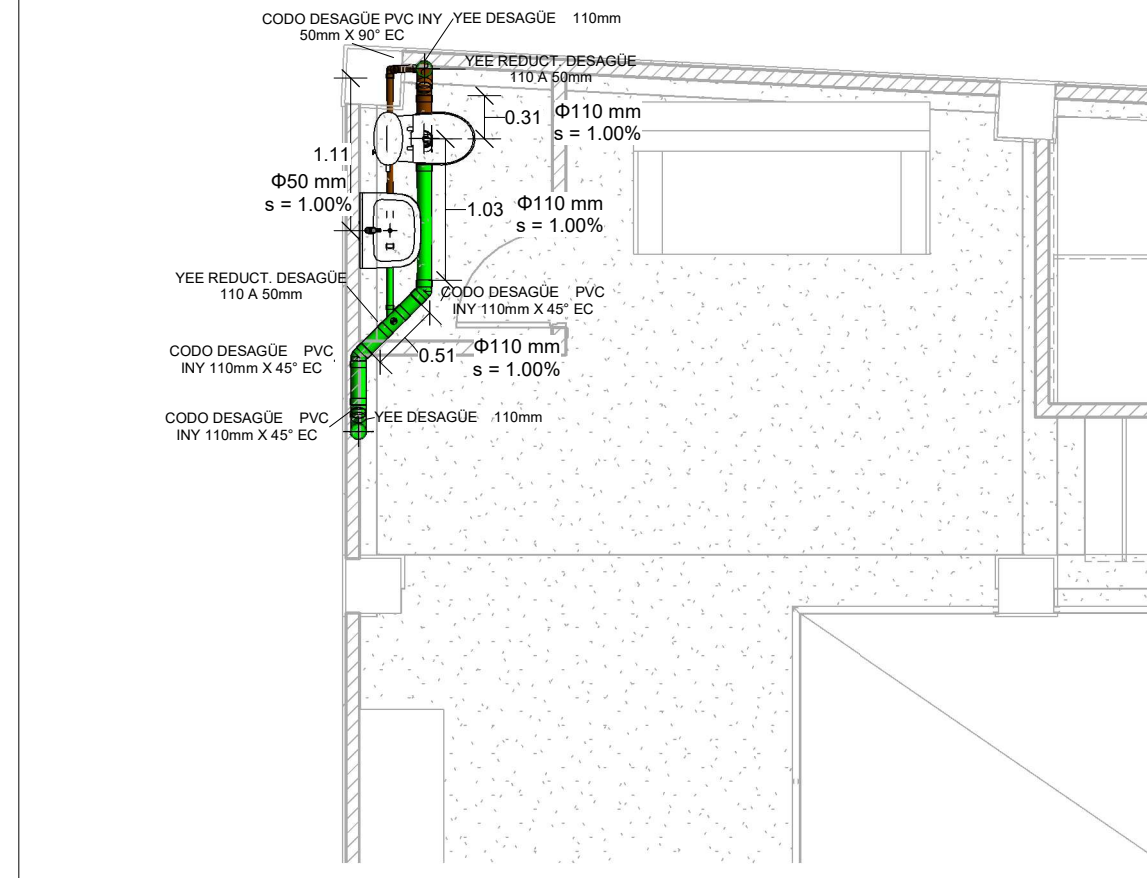
3 P3 AASS  
A103 1:50



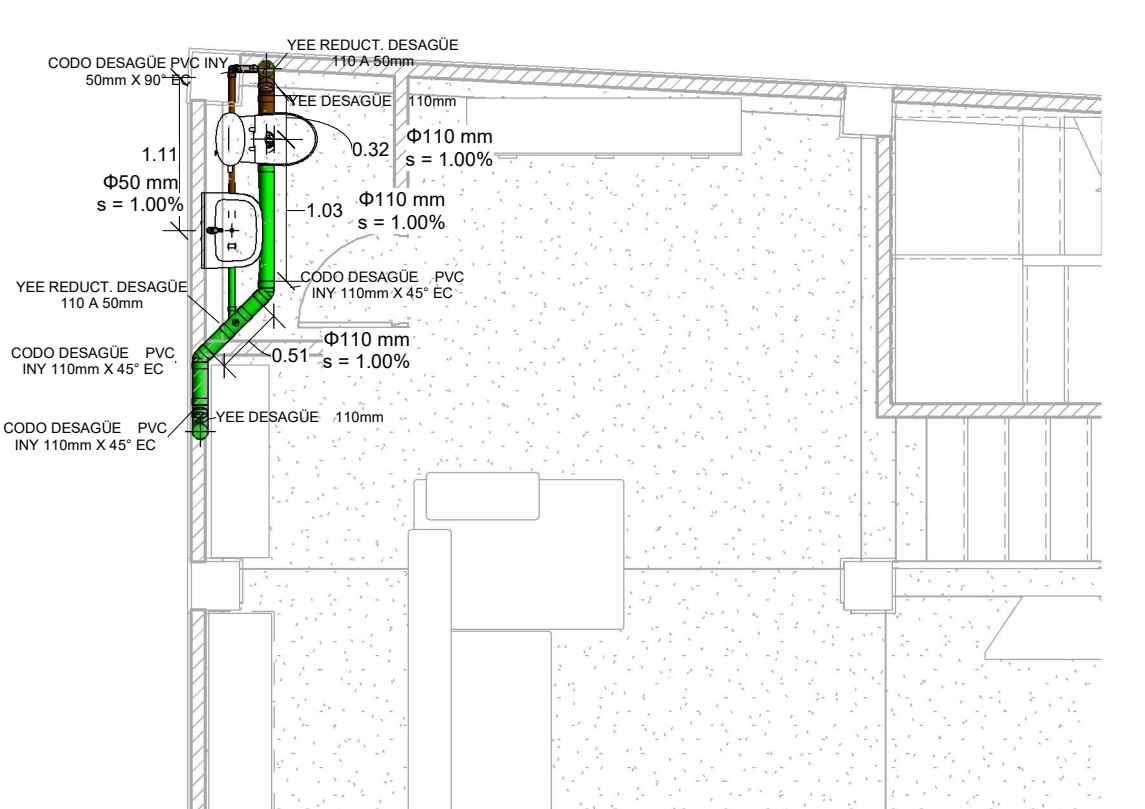
5 Corte A-A' AASS  
A103 1:100



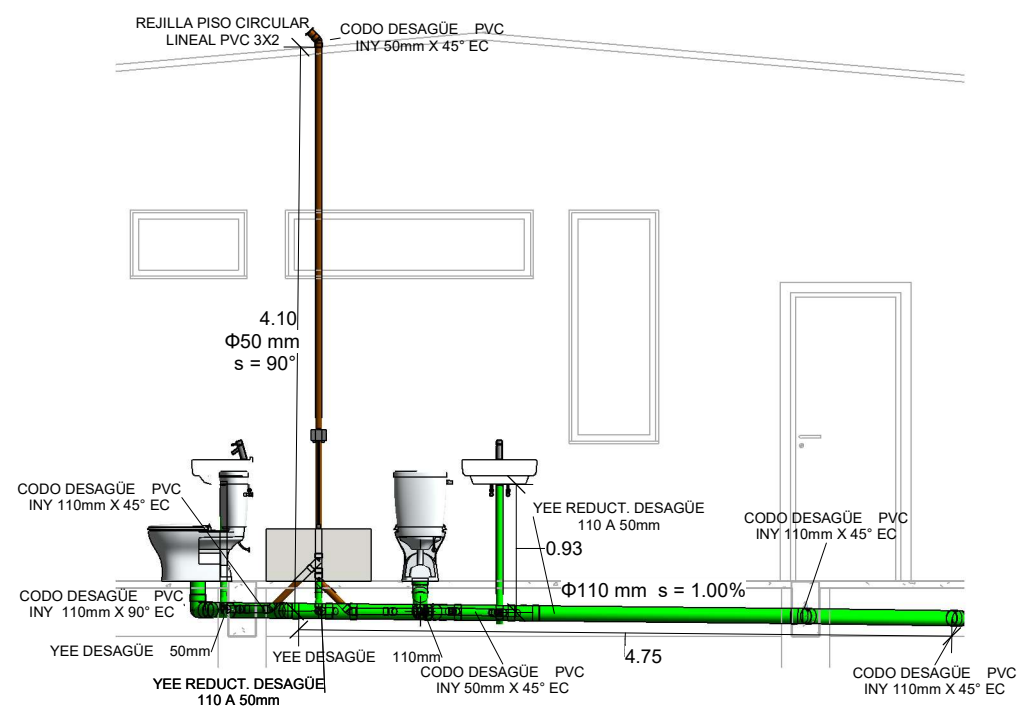
6 Corte B-B' AASS  
A103 1:100



1 P1 AASS  
A103 1:50

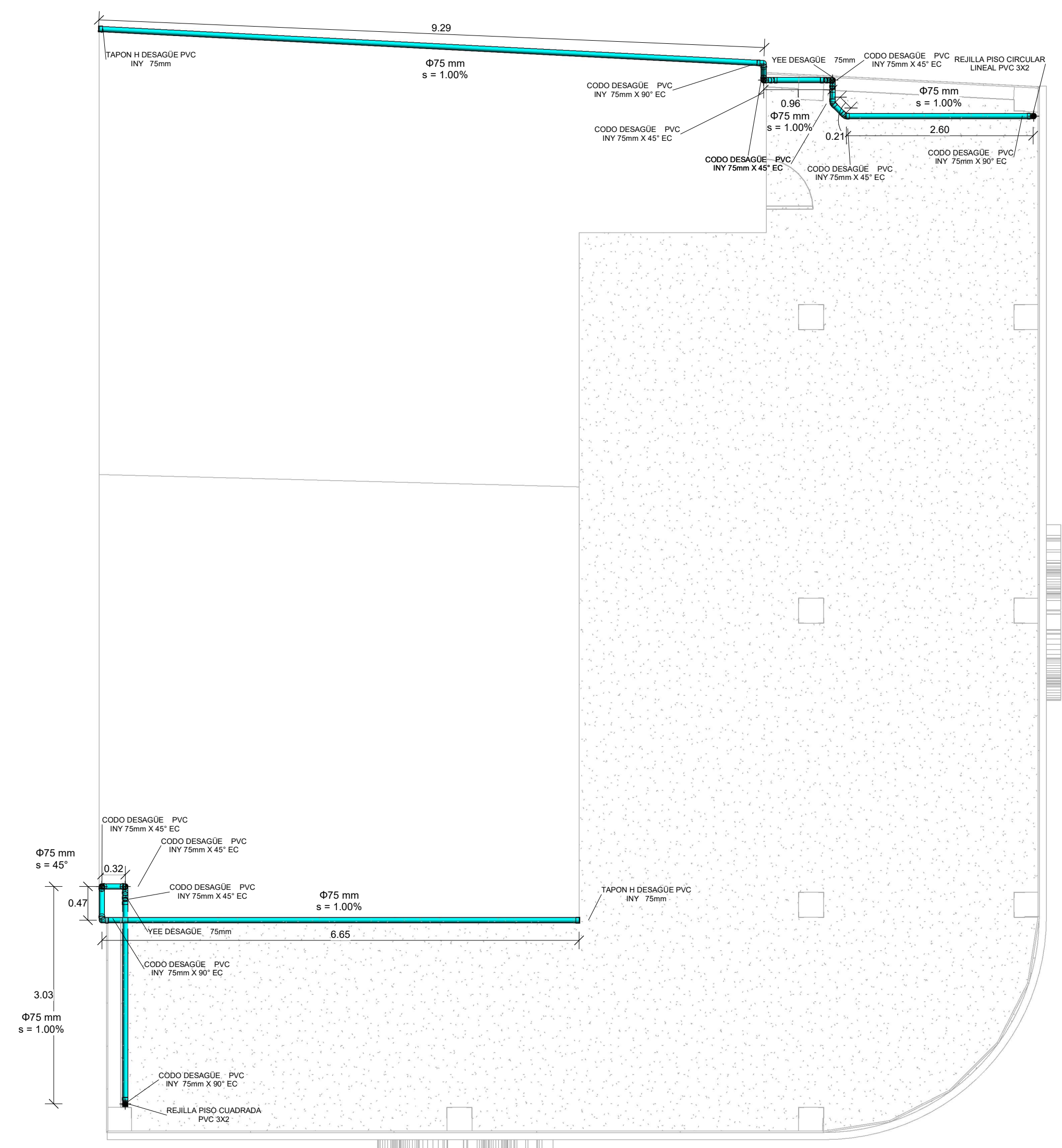


4 P2 AASS  
A103 1:50

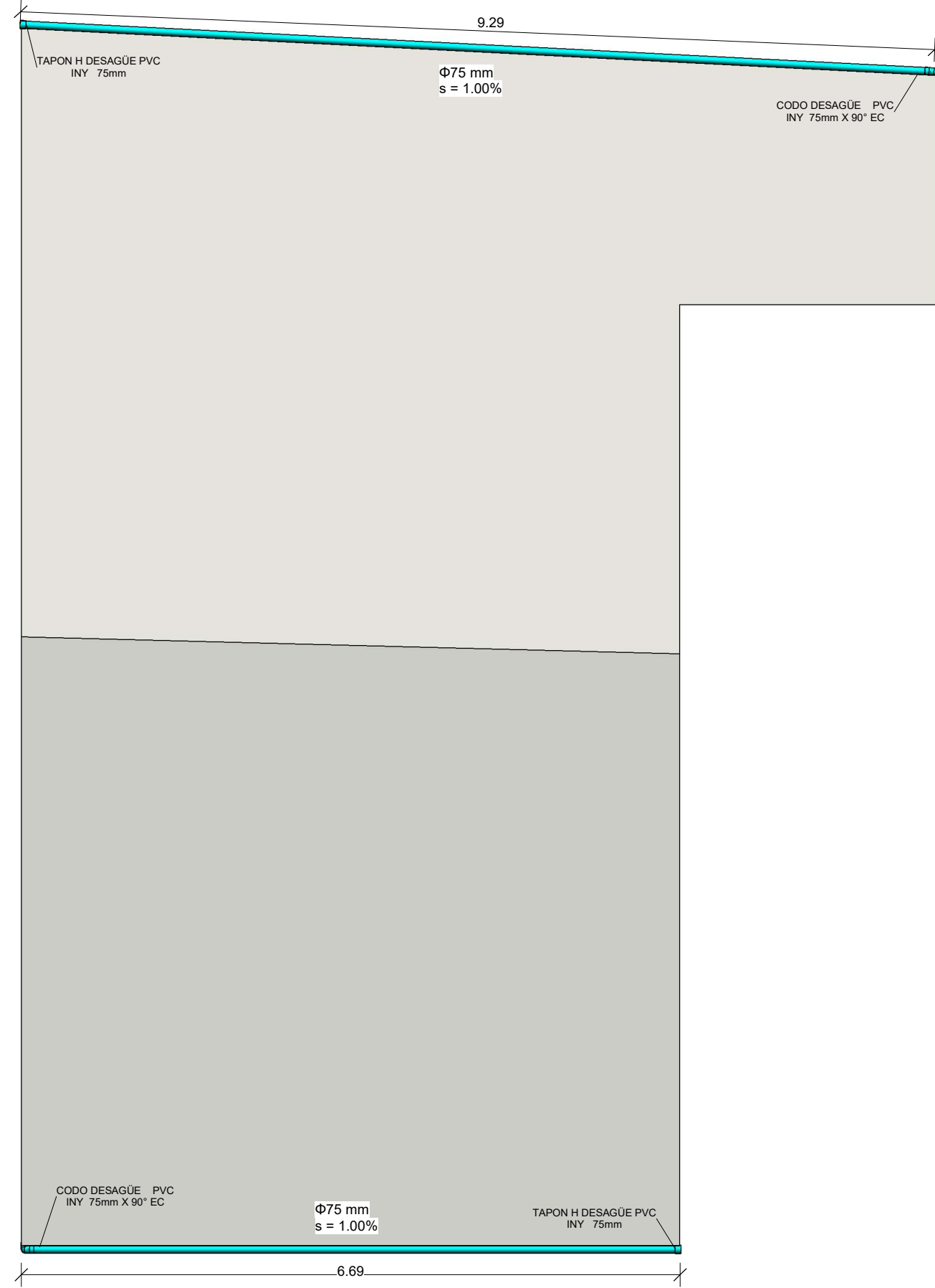


7 Corte C-C' AASS  
A103 1:50

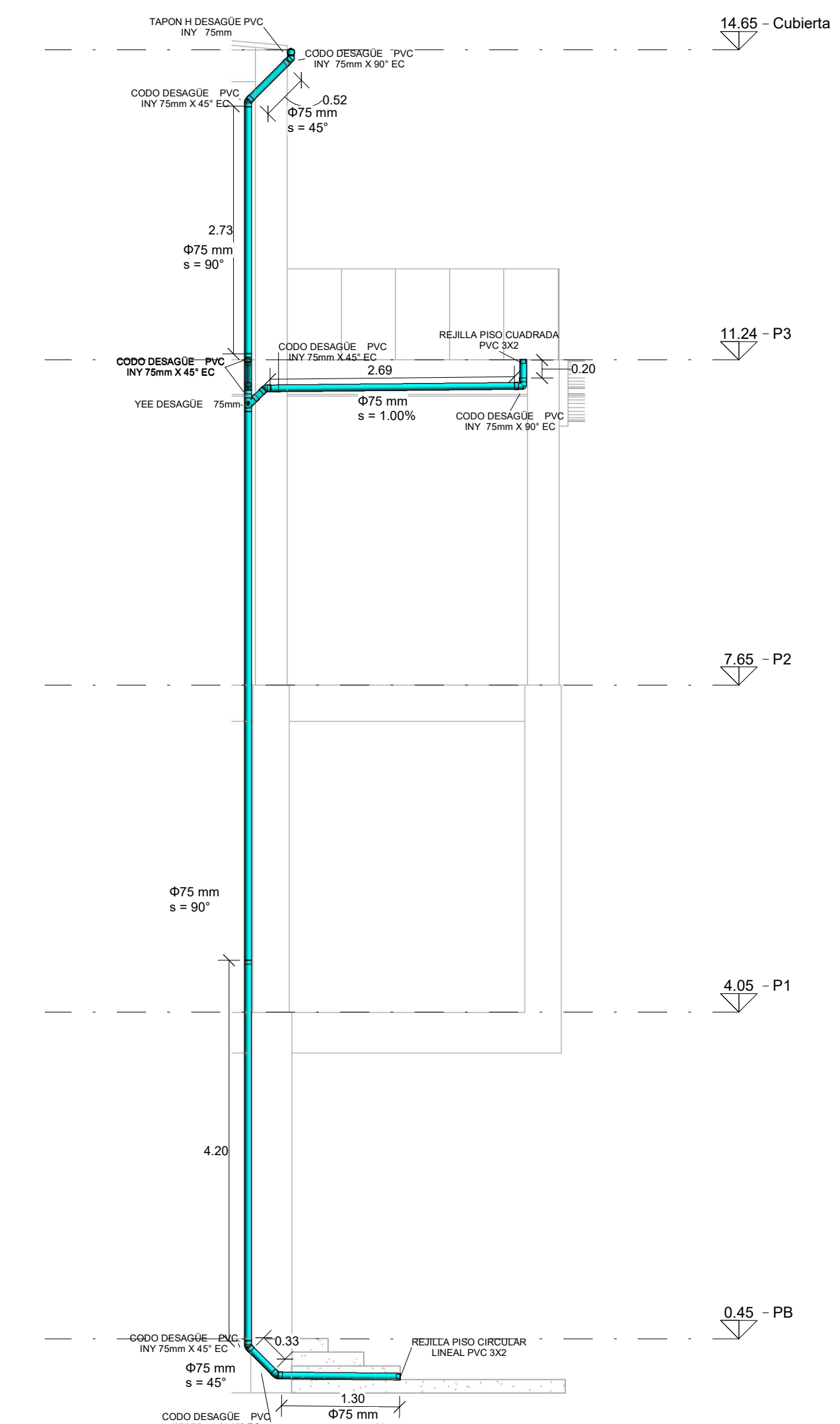
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: Diseño y actualización estructural de edificación comercial de 3 niveles en Guayaquil según NEC-15.		
CONTENIDO:  <b>Plano AASS</b>		
Tutor de Materia Integradora: Msc. Carlos Quishpe	Estudiante:  <b>Mike Arellano &amp; Jesús Villacís</b>	Fecha de Entrega: 31/12/2025
Docente de Materia Integradora: Msc. Ingrid Ota		Lamina: A103 Escala: Como se indica



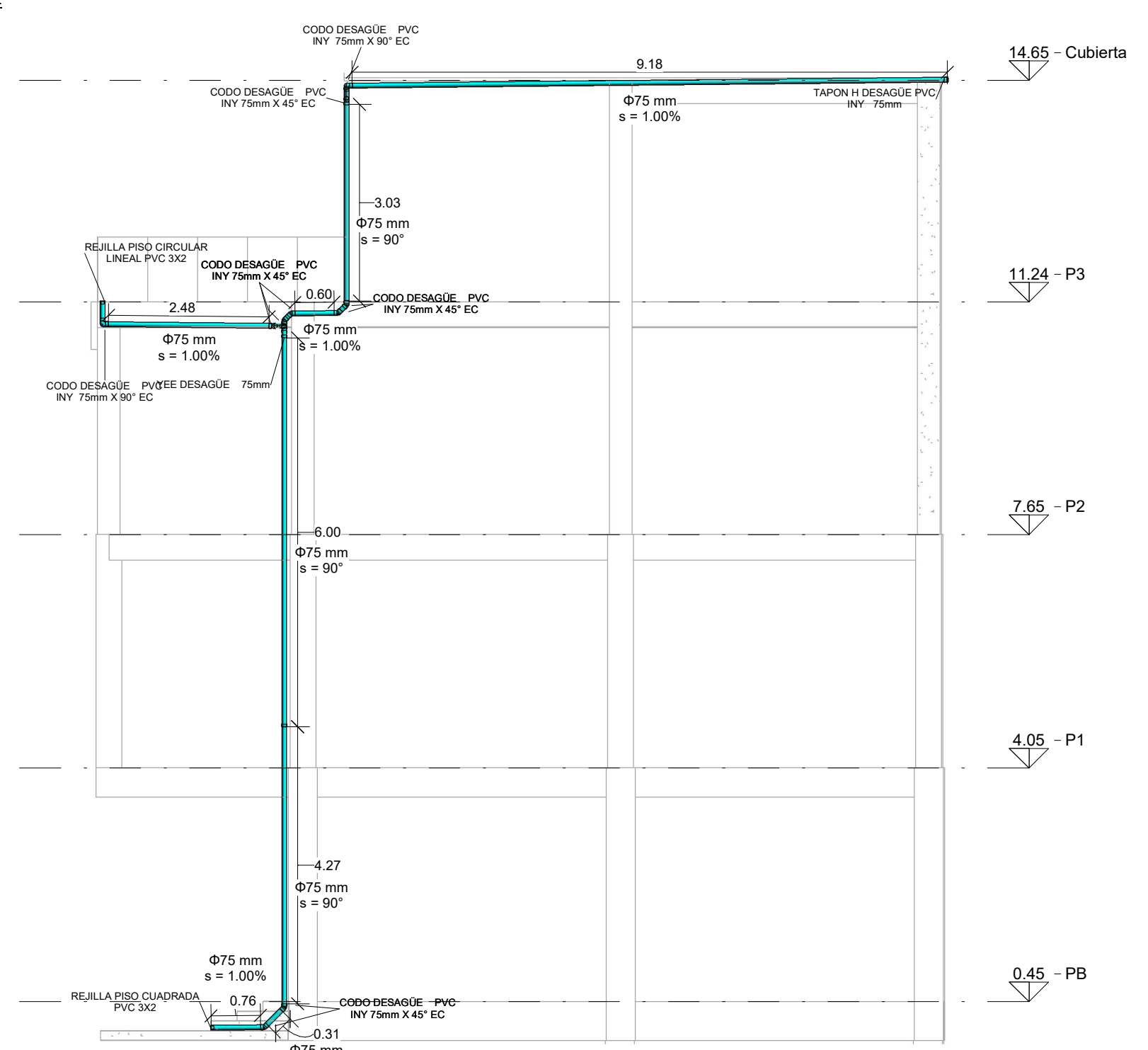
1 P3 AALL  
A104 1:50



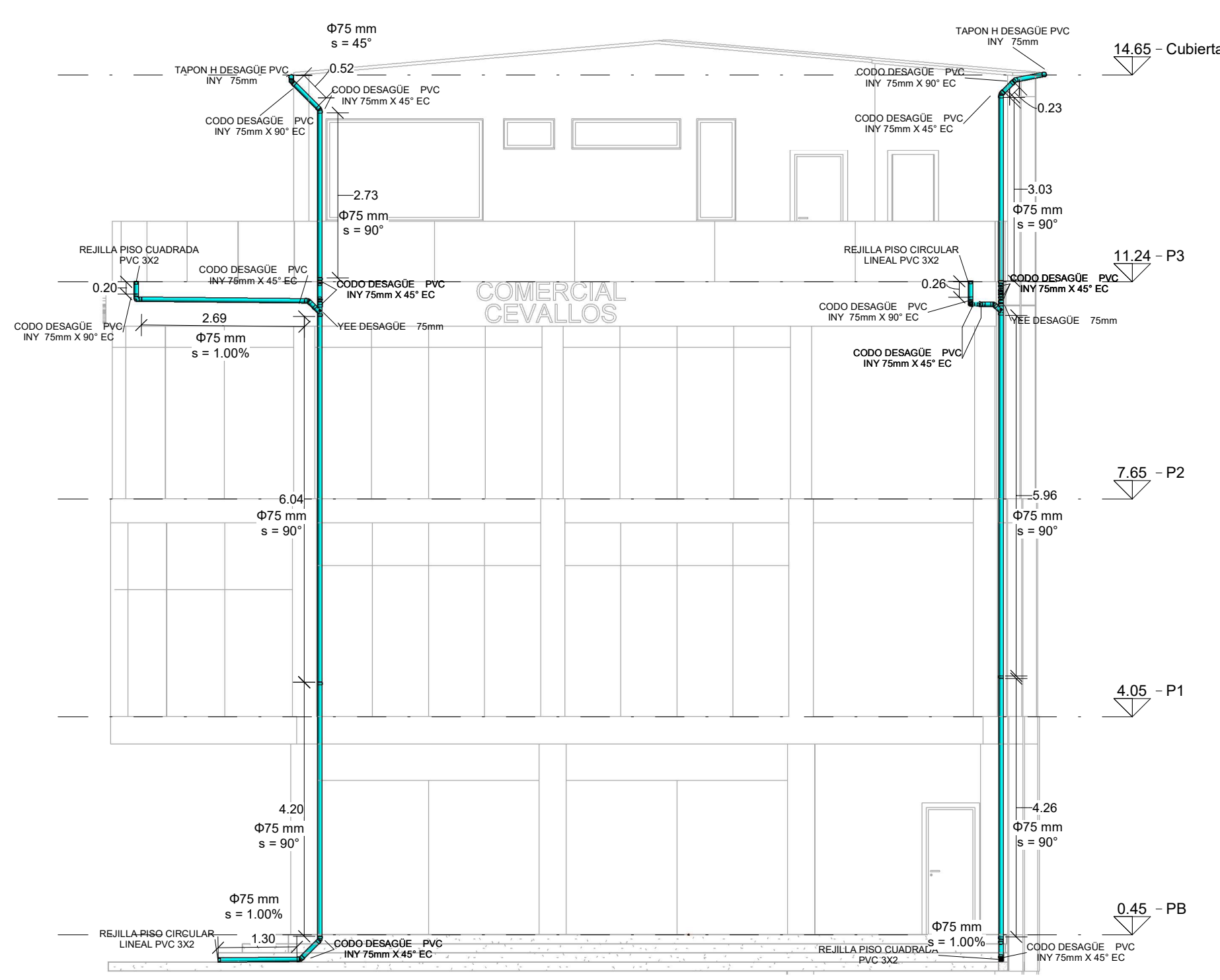
2 Cubierta AALL  
A104 1:50



5 Corte F-F' AALL  
A104 1:50

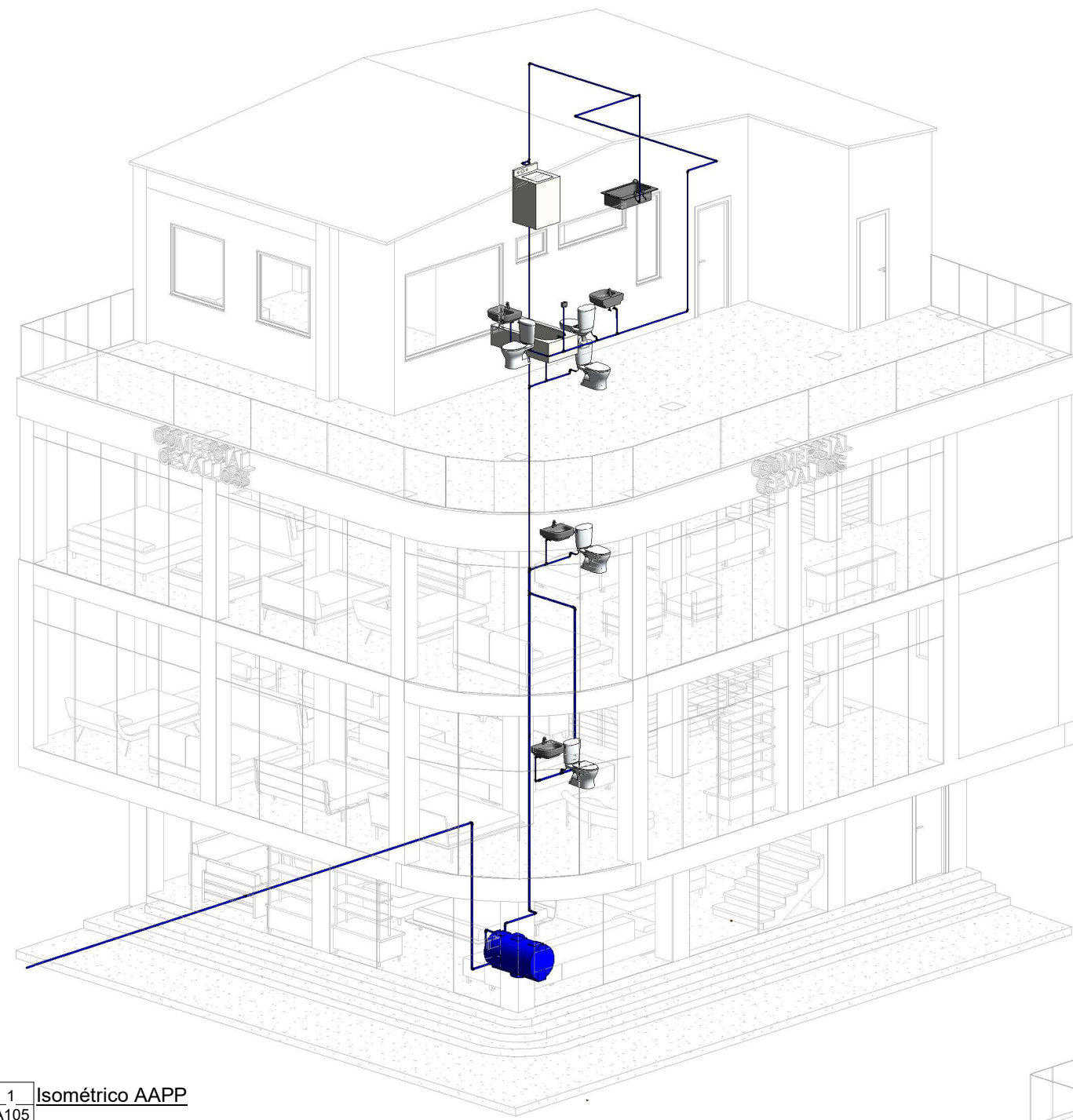


3 Corte D-D' AALL  
A104 1:75

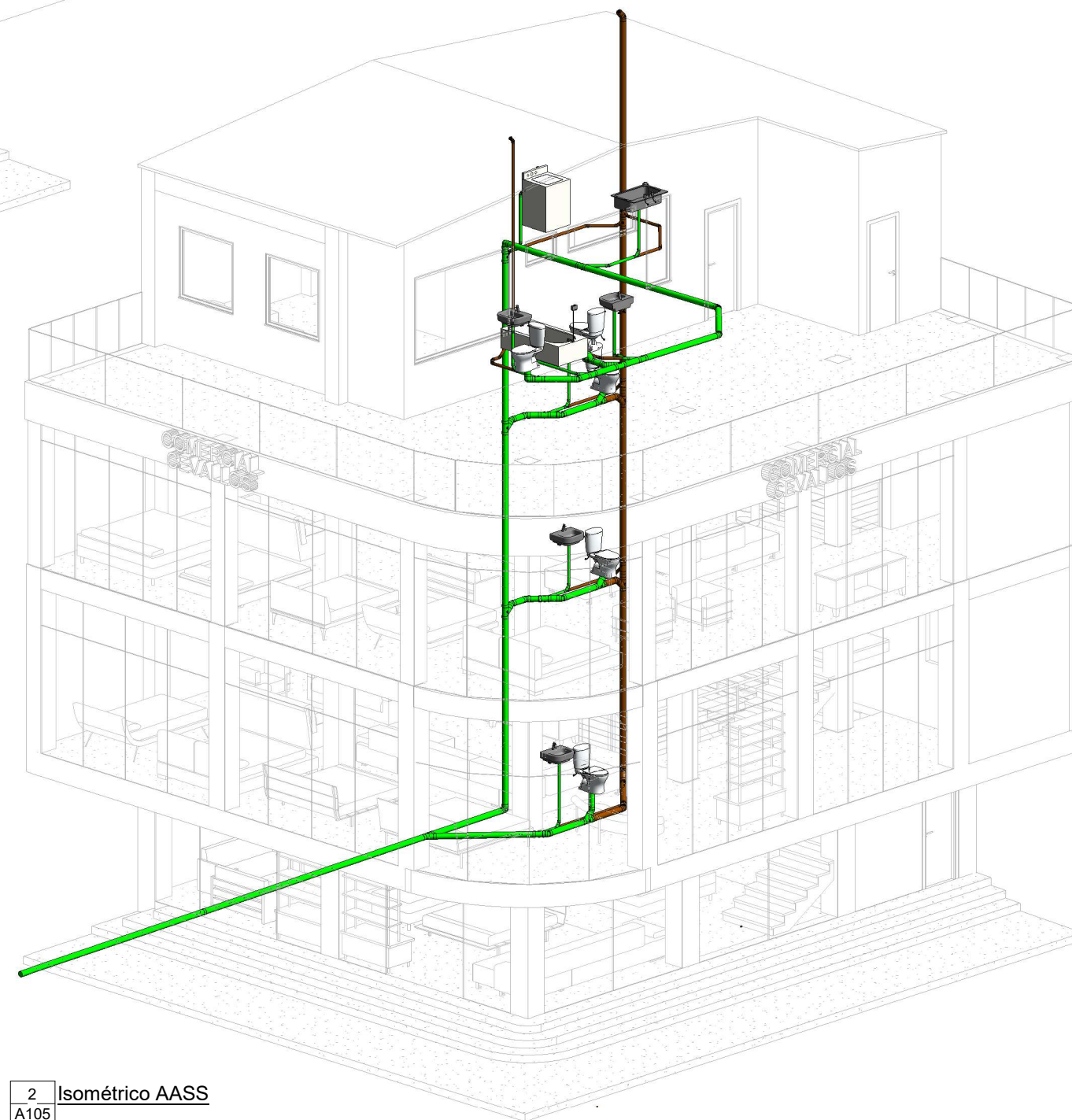


4 Corte E-E' AALL  
A104 1:75

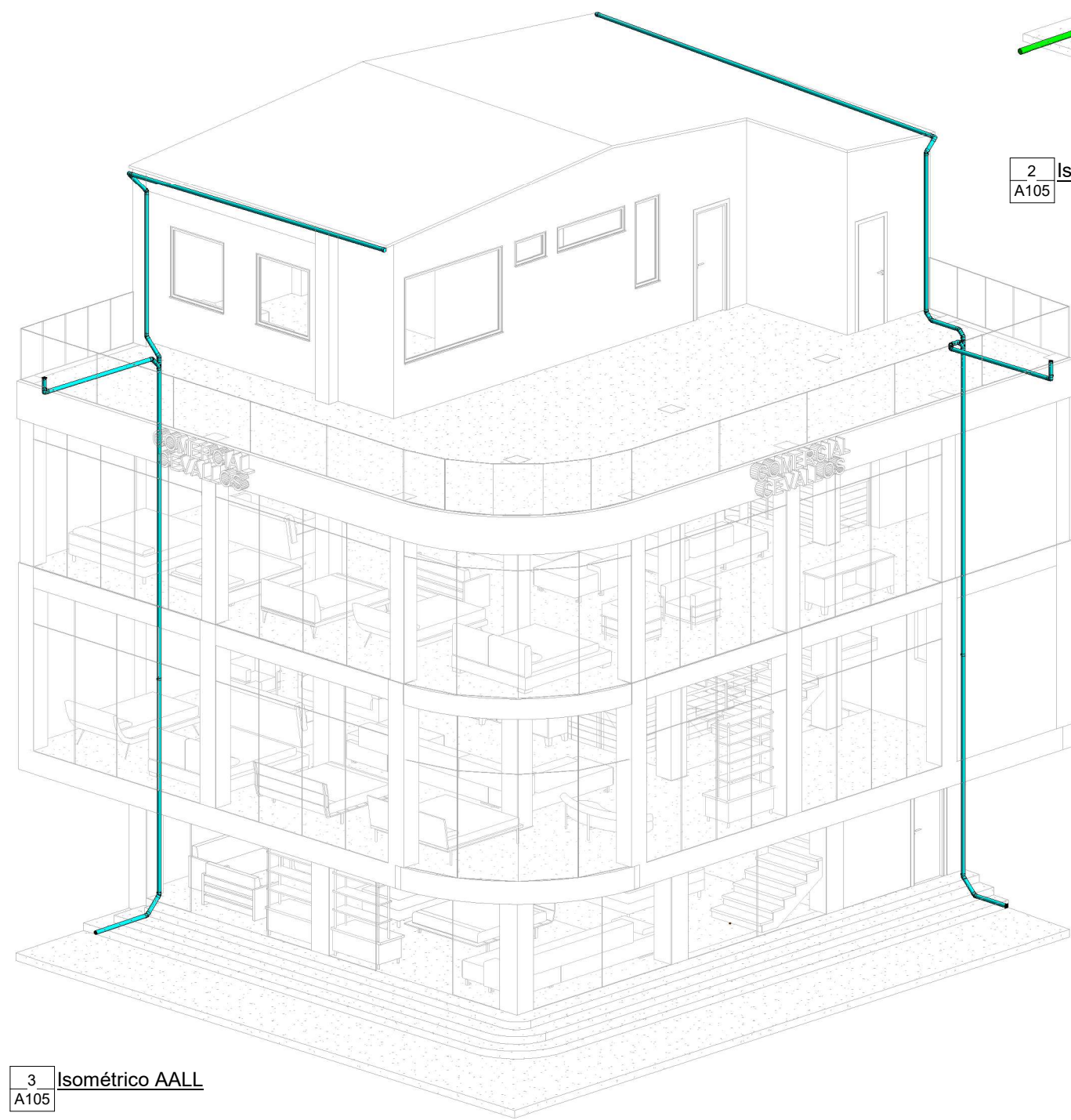
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: Diseño y actualización estructural de edificación comercial de 3 niveles en Guayaquil según NEC-15.		
CONTENIDO:  <b>Plano AALL</b>		
Tutor de Materia Integradora: Msc. Carlos Quishpe	Estudiante:  <b>Mike Arellano &amp; Jesús Villacís</b>	Fecha de Entrega: 31/12/2025
Docente de Materia Integradora: Msc. Ingrid Ota		Lamina: A104
		Escala: Como se indica



1 Isométrico AAPP  
A105



2 Isométrico AASS  
A105



3 Isométrico AALL  
A105

Tabla de planificación de accesorios		
Familia	Recuento	Nivel
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_LineaDoradaAdaptadorTanque	2	Sotano
	2	
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_LineaDoradaCodo	7	Sotano
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_LineaDoradaCodo	6	PB
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_LineaDoradaCodo	3	P1
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_LineaDoradaCodo	3	P2
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_LineaDoradaCodo	14	P3
	33	
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_LineaDoradaReductor	1	PB
	1	
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_LineaDoradaTee	3	PB
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_LineaDoradaTee	1	P1
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_LineaDoradaTee	2	P2
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_LineaDoradaTee	6	P3
	12	
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_LineaDoradaUnión Roscable	1	Sotano
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_LineaDoradaUnión Roscable	1	TN
	2	
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_LineaDoradaZNoUsarReductor	1	PB
	1	
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_LineaDoradaZNoUsarUnión	1	PB
	1	
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaCodo45°	1	PB
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaCodo45°	4	P1
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaCodo45°	3	P2
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaCodo45°	32	P3
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaCodo45°	11	Cubierta
	51	
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaCodo90°	3	PB
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaCodo90°	3	P1
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaCodo90°	5	P2
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaCodo90°	8	P3
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaCodo90°	1	Cubierta
	20	
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaMultiReductorExcéntrico	1	P3
	1	
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaReductor	1	P3
	1	
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaRejillaPisocircular75mm	2	P3
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaRejillaPisocircular75mm	2	Cubierta
	4	
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaRejillaPisocCuadrada75mm	1	P3
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaRejillaPisocCuadrada75mm	1	Cubierta
	2	
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaSifón	1	P3
	1	
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaTapón	1	P3
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaTapón	2	Cubierta
	3	
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaTeeYeccionReducciones	6	PB
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaTeeYeccionReducciones	5	P1
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaTeeYeccionReducciones	7	P2
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaTeeYeccionReducciones	18	P3
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaTeeYeccionReducciones	1	Cubierta
	37	
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaU	1	P3
	1	
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaU-50mm-110mm	1	P3
	1	
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaUniónTubos	1	P1
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaUniónTubos	1	P3
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_SanitariaUniónTubos	1	Cubierta
	3	
PlastigamaWavin_Unionesdetuberia_TanqueCilindricoHorizontal	1	Sotano
	1	

Tabla de planificación de tuberías (AAPP)			
Tipo	Diámetro	Longitud	Nivel de referencia
Plastigama PVC Presión AF Roscable	25 mm	9.10	Sotano
		9.10	
Plastigama PVC Presión AF Roscable	25 mm	5.80	TN
		5.80	
Plastigama PVC Presión AF Roscable	13 mm	0.70	PB
Plastigama PVC Presión AF Roscable	19 mm	1.88	PB
Plastigama PVC Presión AF Roscable	25 mm	14.31	PB
		16.89	
Plastigama PVC Presión AF Roscable	13 mm	0.67	P1
Plastigama PVC Presión AF Roscable	19 mm	4.58	P1
		5.25	
Plastigama PVC Presión AF Roscable	13 mm	0.67	P2
Plastigama PVC Presión AF Roscable	19 mm	5.42	P2
		6.10	
Plastigama PVC Presión AF Roscable	13 mm	5.37	P3
Plastigama PVC Presión AF Roscable	19 mm	15.07	P3
		20.45	
Total general: 63		63.58	

Tabla de planificación de tuberías (AASS)			
Tipo	Diámetro	Longitud	Nivel de referencia
PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	50 mm	3.13	PB
PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	110 mm	16.35	PB
		19.48	
PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	50 mm	2.63	P1
PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	110 mm	9.73	P1
		12.36	
PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	50 mm	1.29	P2
PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	110 mm	1.51	P2
		2.79	
PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	50 mm	13.00	P3
PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	110 mm	14.10	P3
		27.10	
Total general: 71		61.73	

Tabla de planificación de tuberías (AALL)			
Tipo	Diámetro	Longitud	Nivel de referencia
PLASTIGAMA AALL	75 mm	11.33	PB
		11.33	
PLASTIGAMA AALL	75 mm	12.03	P2
		12.03	
PLASTIGAMA AALL	75 mm	13.83	P3
		13.83	
PLASTIGAMA AALL	75 mm	16.14	Cubierta
		16.14	
Total general: 27		53.33	

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:  
Diseño y actualización estructural de edificación comercial de 3 niveles en Guayaquil según NEC-15.

CONTENIDO:  
**Tablas de planificación y vistas isométricas**

Tutor de Materia Integradora: Msc. Carlos Quishpe	Estudiante: <b>Mike Arellano &amp; Jesús Villacís</b>	Fecha de Entrega: 31/12/2025
Docente de Materia Integradora: Msc. Ingrid Orta		Lamina: A105