

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

Diseño estructural de un edificio de 4 niveles en el Oriente ecuatoriano

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Civil**

Presentado por:

Endara Vélez Carlos Alberto

Espinosa Cando Milena Estefania

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**I PAO 2023**

## DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mi madre, Blanca Velez, quien ha sido mi pilar y modelo para seguir desde que tengo uso de razón y me ha alentado en las metas que me he propuesto durante toda mi vida.

*Carlos Alberto Endara Vélez*

## DEDICATORIA

A Dios, a mis padres Antonio Espinosa y Fanny Cando, por su amor y sacrificio, por confiar en mí, brindarme todo su apoyo y guiarme por el camino correcto. A Stefany que ha sido fuente de motivación y fuerza para seguir adelante en los buenos y malos momentos, para querer ser mejor persona para ella. A mis hermanos Victor y Mayli que han sabido ayudarme cuando lo he necesitado. Y a toda mi familia por estar siempre conmigo apoyándome. Este logro va dedicado a ustedes ...

*Milena Estefania Espinosa Cando*

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi más sincero agradecimiento a la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra de ESPOL, a mis compañeros de cursos pasados, y especialmente a mi compañera Milena Espinosa por la dedicación y el trabajo en equipo que realizamos conjuntamente.

*Carlos Alberto Endara Vélez*

## AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra de ESPOL, a cada uno de los profesores que han sido parte de nuestra formación profesional.

Al Ing. Carlos Quishpe por su confianza y apoyo en este proceso, quien nos apoyó con su experiencia y conocimiento.

También de manera especial al compañero José Gregorio Martínez, estudiante de grado de la carrera de Ingeniería Civil. Y cada uno de mis compañeros, amigos y futuros colegas, que conocí durante toda la carrera, con quienes estudiábamos y nos apoyábamos mutuamente.

A mi compañero Carlos Endara por el apoyo y trabajo en equipo que realizamos en este proceso.

*Milena Estefania Espinosa Cando*

## Declaración Expresa

---

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Endara Velez Carlos Alberto* y *Espinosa Cando Milena Estefania* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



---

Endara Velez Carlos  
Alberto



---

Espinosa Cando Milena  
Estefania

# EVALUADORES

---

**Msc. Lenin Dender**

PROFESOR DE LA MATERIA

---

**Msc. Carlos Quispe**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

Puyo, ciudad del Ecuador, se encuentra en una zona de alto riesgo sísmico, donde las condiciones del suelo no son tan favorables para el montaje de estructuras pesadas. El objetivo del proyecto es realizar el diseño estructural de un edificio de uso residencial, ubicado en la zona, empleando un sistema de muros portantes, considerando el impacto ambiental y el costo de la obra. El proyecto se desarrolló en primera instancia, proponiendo configuraciones arquitectónicas de los espacios requeridos en cada departamento, la propuesta y análisis de alternativas giró en torno a sistemas de muros estructurales, donde se seleccionó el modelo más eficiente, el análisis estructural fue efectuado en SAP2000, junto con las consideraciones de diseño según la Normativa Ecuatoriana de la Construcción, la evaluación de impacto ambiental fue desarrollada mediante el uso de matrices cualitativas y cuantitativas según la línea base del proyecto, y el presupuesto fue detallado a través de análisis de precios unitarios y rubros de cada actividad. Los resultados obtenidos fueron de un sistema de muros enchapados en dos lados, donde el valor de periodo de vibración total de la estructura fue de 0.092 segundos. Los factores con mayor impacto en la obra fueron de ruidos y vibraciones, desalojo de materiales no reusables, y la reutilización de materiales en forma modular. El costo de la obra fue de \$255,44 por metro cuadrado. Finalmente, el diseño estructural en base a sistema de muros estructurales del edificio de 4 niveles y subsuelo es satisfactorio para todas las consideraciones de diseño.

**Palabras Clave:** Proyecto, Diseño, Muro, Análisis

## **ABSTRACT**

*Puyo, a city in Ecuador, is located in an area of high seismic risk, where soil conditions are terrible for the assembly of structures. The objective of the project is to carry out the structural design of a building for residential use, located in the area, using a system of load-bearing walls, considering the environmental impact and the cost of the work. The project was developed in the first instance, proposing architectural configurations of the spaces required in each department, the proposal and analysis of alternatives revolved around structural wall systems, where the most efficient model was selected, the structural analysis was carried out in SAP2000, together with the design considerations according to the Ecuadorian Construction Regulations, the environmental impact assessment was developed through the use of qualitative and quantitative matrices according to the baseline of the project, and the budget was detailed through analysis of unit prices and items of each activity. The results obtained were from a system of veneered walls on two sides, where the value of the total vibration period of the structure was 0.092 seconds. The factors with the greatest impact on the work were noise and vibrations, removal of non-reusable materials, and the reuse of materials in a modular way. The cost of the work was \$255.44 per square meter. Finally, the structural design based on the structural wall system of the 4-story building and basement is satisfactory for all design considerations.*

*Keywords: Project, Design, Wall, Analysis*

# ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1.....	15
1. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. Antecedentes .....	15
1.2. Presentación general del problema.....	16
1.3. Justificación del problema .....	17
1.4. Objetivos .....	18
1.4.1. Objetivo General .....	18
1.4.2. Objetivos Específicos .....	20
CAPÍTULO 2.....	21
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
2.1. Revisión de literatura.....	21
2.1.1 Muros Portantes .....	21
2.2. Área de estudio .....	24
2.3. Trabajo de campo y laboratorio.....	27
2.4. Análisis de datos .....	32
2.5. Análisis de alternativas.....	42
CAPÍTULO 3.....	54
3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES .....	54
3.1. Diseños .....	54
3.1.1. Materiales.....	54
3.1.2. Cargas gravitacionales.....	55
3.1.3. Cortante Basal .....	56
3.1.4. Modelación del edificio en SAP2000 .....	58

3.1.5.	Análisis modal espectral.....	61
3.1.6.	Derivas .....	64
3.1.7.	Elementos estructurales.....	66
3.1.7.1.	Muros enchapados .....	66
3.2.	Especificaciones técnicas .....	69
3.2.1.	Normas aplicadas.....	69
3.2.2.	Códigos .....	70
3.2.4.	Dimensiones .....	74
3.2.5.	Actividades.....	75
CAPÍTULO 4.....		80
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL .....	80
4.1.	Descripción del proyecto .....	80
4.2.	Línea base ambiental .....	81
4.3.	Actividades del proyecto .....	84
4.4.	Identificación de impactos ambientales.....	85
4.5.	Valoración de impactos ambientales.....	90
4.6.	Medidas de prevención/mitigación .....	97
CAPÍTULO 5.....		102
5.	PRESUPUESTO.....	102
5.1.	Estructura Desglosada de Trabajo .....	102
5.2.	Rubros y análisis de precios unitarios .....	103
5.3.	Descripción de cantidades de obra .....	103
5.4.	Valoración integral del costo del proyecto.....	104
5.5.	Cronograma de obra .....	108
CAPÍTULO 6.....		109
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	109

6.1.	Conclusiones.....	109
6.2.	Recomendaciones.....	111
BIBLIOGRAFÍA.....		113
PLANOS Y ANEXOS.....		119

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
AISC	American Institute of Steel Construction
ASTM	American Society for Testing and Materials
AWS	American Welding Society

## SIMBOLOGÍA

Vu	Cortante último
Vn	Cortante nominal
Mu	Momento ultimo
Mn	Momento nominal
A	Área
W	Peso
KN	Kilonewtons
m	Metro
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
C	Carbono
Ni	Níquel
Mn	Manganeso
P	Fósforo
S	Azufre
Cu	Cobre
mm	milímetros
$\phi$	Factor de reducción de resistencia
Pn	Fuerza axial nominal
Pr	Fuerza axial nominal reactiva
Mr	Momento reactivo
f <sub>c</sub>	Esfuerzo máximo a compresión
f <sub>y</sub>	Esfuerzo máximo a fluencia

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 2.1. Mapa de órdenes de suelos del Ecuador. Fuente: (SIG TIERRAS-IE--CGSIN, 2015) .....	24
Ilustración 2.2. Edificio Empresa Eléctrica Ambato- Regional Centro Norte. Fuente: (Gobierno del Ecuador, 2020).....	26
Ilustración 2.3. Polígono del área de construcción en vista satelital de Google Earth. Fuente: (Propia) .....	28
Ilustración 2.4. Dimensiones por ventana impuesta en cada muro portante. Fuente: (Propia) .....	29
Ilustración 2.5. Dimensiones y propiedades de puertas impuestas en cada muro portante. Fuente: (Propia).....	29
Ilustración 2.6. Vista en planta de la organización por pisos del edificio. Fuente: (Propia) .....	30
Ilustración 2.7. Vista en planta de la disposición de cada piso con sus cortes en ejes estructurales respectivos. Fuente: (Propia) .....	31
Ilustración 2.8. Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z. Fuente: (NEC-SE-DS, 2015).....	33
Ilustración 2.9. Coeficiente $C_t$ y $\alpha$ , dependientes del tipo de estructura. Fuente: (NEC-SE-DS, 2015).....	34
Ilustración 2.10. Factor de reducción R, dependiente del tipo de sistema estructural. Fuente: (NEC-SE-DS, 2015).....	35
Ilustración 2.11. Factor de Importancia de estructura. Fuente: (NEC-SE-DS, 2015). 35	
Ilustración 2.12. Espectro de respuesta sísmica elástica e inelástica de la estructura. Fuente: (Propia) .....	36
Ilustración 2.13. Propiedad de material “3000 psi”. Fuente: (Propia).....	37
Ilustración 2.14. Propiedad del material “A36”. Fuente: (Propia) .....	37
Ilustración 2.15. Propiedad del material “Cubierta”. Fuente: (Propia) .....	38
Ilustración 2.16. Propiedad del material “Mampostería”. Fuente: (Propia).....	38
Ilustración 2.17. Propiedad de la sección para vigas primarias y columnas “Col100x100x3”. Fuente: (Propia).....	39

Ilustración 2.18. Propiedad de la sección “Correas”, aplicadas para el soporte de la cubierta. Fuente: (Propia) .....	39
Ilustración 2.19. Propiedades de la sección “Vigas secundarias” que sirven como nervios en una dirección de la losa. Fuente: (Propia) .....	40
Ilustración 2.20. Propiedad de la sección “Losa”. Fuente: (Propia).....	40
Ilustración 2.21. Propiedades de la sección “MURO”. Fuente: (Propia).....	41
Ilustración 2.22. Propiedades de la sección “Cubierta”. Fuente: (Propia) .....	41
Ilustración 2.23. Detalle de la sección muro alternativa 1. Fuente: (Propia) .....	43
Ilustración 2.24. Muro alternativa 1 en obra. Fuente: (Flores, 2008).....	43
Ilustración 2.25. Sección muro alternativa 2. Fuente: (Propia) .....	44
Ilustración 2.26. Muro alternativa 2 en obra. Fuente: (Guerrero, 2019) .....	44
Ilustración 2.27. Detalle de la sección muro alternativa 3. Fuente: (Propia) .....	45
Ilustración 2.28. Muro alternativa 3 en obra. Fuente: (Quishpe, 2015) .....	45
Ilustración 2.29. Detalle de la sección muro alternativa 4. Fuente: (Propia) .....	46
Ilustración 2.30. Muro alternativa 4 en obra. Fuente: (Tutoriales Innovaciones D Y M, 2023).....	46
Ilustración 2.31. Tasa activa efectiva máxima para el segmento. Fuente: (BCE, 2023) .....	48
Ilustración 2.32. . Esfuerzos cortantes para muros con relación $h/L < 3$ . Fuente: (Oscar Anasi, 2015).....	51
Ilustración 2.33. Esfuerzos longitudinales para muros con relación $h/L \geq 3$ . Fuente: (Oscar Anasi, 2015).....	52
Ilustración 3.1. Vista en 3D de la modelación. Fuente: (Propia) .....	58
Ilustración 3.2. Vista lateral de la modelación. Fuente: (Propia) .....	58
Ilustración 3.3. Vista lateral de la modelación. Fuente: (Propia) .....	59
Ilustración 3.4. Vista lateral de la modelación. Fuente: (Propia) .....	59
Ilustración 3.5. Vista en planta de la modelación. Fuente: (Propia) .....	60
Ilustración 3.6. Vista en planta de la modelación. Fuente: (Propia) .....	60
Ilustración 3.7. Modal N°1: Traslación en X. Fuente: (Propia) .....	63
Ilustración 3.8. Modal N°2: Traslación en Y. Fuente: (Propia) .....	63
Ilustración 3.9. Modal N°3: Rotación. Fuente: (Propia) .....	64
Ilustración 3.10. Derivas Máximas. Fuente: (NEC-SE-DS, 2015) .....	64

Ilustración 3.11. Diagrama de interacción del muro. Fuente: (Propia) .....	67
Ilustración 3.12. Generalidades para la NEC-SE-AC, 2015.....	69
Ilustración 3.13. Diámetro, apertura y peso para mallas electrosoldadas.....	74
Ilustración 4.1. Red vial estatal arterial y colectora E30 y E45 para la ciudad del Puyo en la provincia de Pastaza .....	82
Ilustración 4.2. Centros de Salud en la ciudad del Puyo, provincia de Pastaza. Fuente: (Propia) .....	83
Ilustración 4.3. Casillero de Matriz de Leopold .....	86
Ilustración 4.4. Orto foto del Relleno Sanitario GAD Baños de Agua Santa junto al Puyo. Fuente: (Propia) .....	99
Ilustración 4.5. Relleno sanitario en pésimas condiciones en la provincia de Pastaza .....	100
Ilustración 4.6. Propuestas de mitigación de Impacto ambiental .....	101
Ilustración 5.1. Estructura Desglosada de trabajo. Fuente: (Propia).....	102

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Proyección de costos de muros para alternativas 1,2,3,4 en 7 años. Fuente: (Propia).....	48
Tabla 2.2. Proyección de costos de muros para alternativas 1 y 4 desde el 2019 al 2023. Fuente: (Propia).....	49
Tabla 2.3. Ponderación para las 4 alternativas propuestas y selección de muro mejor adaptado. Fuente: (Propia).....	53
Tabla 3.1. Carga viva. Fuente: (Propia).....	55
Tabla 3.2. Carga muerta por piso. Fuente: (Propia).....	55
Tabla 3.3. Carga muerta para el último piso. Fuente: (Propia).....	56
Tabla 3.4. Cargas sísmicas. Fuente: (Propia).....	56
Tabla 3.5. Distribución de cortante basal. Fuente: (Propia).....	57
Tabla 3.6. Participación de masa. Fuente: (Propia).....	61
Tabla 3.7. Periodos obtenidos de la modelación. Fuente: (Propia).....	62
Tabla 3.8. Derivas máximas en X. Fuente: (Propia).....	64
Tabla 3.9. Derivas máximas en Y. Fuente: (Propia).....	65
Tabla 3.10. Detalle de malla electrosoldada y cuantía. Fuente: (Propia).....	66
Tabla 3.11. Resultados de cortantes y momentos. Fuente: (Propia).....	67
Tabla 3.12. Propiedades químicas de acero estructural A36. Fuente: (Propia).....	71
Tabla 3.13. Propiedades mecánicas de acero estructural A36. Fuente: (Propia).....	71
Tabla 4.1. Código CCAN y categoría para actividades relacionadas a la construcción. Fuente: (Guía Oficial de Trámites y Servicios, 2014).....	84
Tabla 4.2. Fases, labor y acción del proyecto. Fuente: (Propia).....	84
Tabla 4.3. Lista de revisión para el presente proyecto. Fuente: (Propia).....	85
Tabla 4.4. Matriz de Leopold para la fase de construcción. Fuente: (Propia).....	87
Tabla 4.5. Matriz de Leopold para la fase de operación. Fuente: (Propia).....	88
Tabla 4.6. Matriz de Leopold para la fase de abandono. Fuente: (Propia).....	89
Tabla 4.7. Escala de valoración según Tito (2020).....	90
Tabla 4.8. Ponderación de pesos. Fuente: (Propia).....	90
Tabla 4.9. Escala de valoración para el suelo. Fuente: (Propia).....	91
Tabla 4.10. Escala de valoración para el suelo. Fuente: (Propia).....	91

Tabla 4.11. Escala de valoración para los hábitats de fauna. Fuente: (Propia) .....	92
Tabla 4.12. Escala de valoración para comodidad humana. Fuente: (Propia).....	92
Tabla 4.13. Escala de valoración para salud humana. Fuente: (Propia).....	92
Tabla 4.14. Escala de valoración para sistema vial. Fuente: (Propia) .....	93
Tabla 4.15. Escala de valoración para generación de empleo. Fuente: (Propia).....	93
Tabla 4.16. Valores de Impacto ambiental cualitativo para la fase de construcción. Fuente: (Propia) .....	93
Tabla 4.17. Valores de Impacto ambiental cualitativo para la fase de operación. Fuente: (Propia) .....	94
Tabla 4.18. Valores de impacto ambiental cualitativo para la fase de abandono del proyecto. Fuente: (Propia) .....	95
Tabla 4.19. Clasificación del Impacto ambiental según Tito (2020) .....	96
Tabla 4.20. Clasificación de Impacto ambiental por actividades en fase de construcción. Fuente: (Propia) .....	96
Tabla 4.21. Clasificación de Impacto ambiental por actividades en fase de operación. Fuente: (Propia) .....	96
Tabla 4.22. Clasificación de Impacto ambiental por actividades en fase de abandono. Fuente: (Propia) .....	97

## ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1 Fachada norte del edificio
- PLANO 2 Fachada este del edificio
- PLANO 3 Fachada sur del edificio
- PLANO 4 Fachada oeste del edificio
- PLANO 5 Corte transversal del edificio
- PLANO 6 Corte longitudinal del edificio
- PLANO 7 Plantas arquitectónicas 1, 2 y 3 del edificio
- PLANO 8 Planta arquitectónica: Planta baja
- PLANO 9 Detalles de malla para losa, vista en planta
- PLANO 10 Vista en planta, detalle de muros estructurales
- PLANO 11 Vista en planta, detalle de cantidad de nervios para losa
- PLANO 12 Dimensiones de acero A36 utilizados, Vista isométrica de muro de mampostería enchapado en dos lados y corte de muro con sus componentes
- PLANO 13 Corte en planta de muro enchapado en dos lados y traslape entre mallas electrosoldadas para muros y losas
- PLANO 14 Detalles y dimensiones de losa maciza
- PLANO 15 Detalles y dimensiones de escalera
- PLANO 16 Vista en planta: dimensiones de correas en cubierta. Vista en planta: pendiente de cubierta tipo sandwich
- PLANO 17 Isometría de cubierta y correas
- PLANO 18 Eje 1
- PLANO 19 Eje 1 armado
- PLANO 20 Eje 2 y 10
- PLANO 21 Eje 2 y 10 armado
- PLANO 22 Eje 5 y 7
- PLANO 23 Eje 5 y 7 armado
- PLANO 24 Eje 11
- PLANO 25 Eje 11 armado
- PLANO 26 Eje B
- PLANO 27 Eje B armado

PLANO 28 Eje F

PLANO 29 Eje F armado

PLANO 30 Eje G

PLANO 31 Eje G armado

PLANO 32 Conexiones

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

Ecuador se encuentra ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico, lo que significa que está expuesto a un alto riesgo sísmico que se ha hecho evidente en la última década. En 2016 el país sufrió un terremoto de magnitud de 7.8 grados en la escala de Richter, evento que fue una catástrofe en algunas provincias de la región Costa. En este suceso se perdieron miles de vidas debido al colapso de gran parte de la infraestructura, casas y edificios se vieron gravemente afectados, es decir, estas estructuras eran ya vulnerables antes del evento sísmico. (Escuela Politécnica Nacional, 2023)

De acuerdo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en el noveno punto, que tiene que ver con Industria, Innovación e Infraestructura, se promueve la construcción de edificaciones resilientes, es decir sistemas estructurales con la capacidad de brindar funcionalidad y seguridad a los usuarios antes y después de un fenómeno natural. Ecuador por su ubicación geográfica es un país propenso a este tipo de fenómeno como son los movimientos telúricos es por eso por lo que diseñar estructuras sismo resistentes es de gran importancia. (Naciones Unidas, 2015)

En países donde el riesgo de terremotos de grandes magnitudes es alto, se debe dar gran importancia en el diseño y construcción de infraestructura antisísmica, considerando principios básicos como: geometría simétrica y regular en edificios de algunas plantas, estructura liviana y un equilibrio entre la rigidez, estabilidad y tenacidad. Por eso es importante considerar en todo el sistema estructural llevar un control del peso, altura, uniformidad y separación de elementos estructurales para evitar que todo el sistema falle al estar sometido a cargas laterales como las de un sismo. Y dependiendo de las condiciones y características de un edificio o

casa este sea capaz de disipar toda esa energía para evitar que sus elementos fallen de manera inmediata. (Acoprot A.G, 2022)

Si bien es cierto en el Oriente Ecuatoriano, la industria de la construcción está muy inclinada al sistema estructural tradicional que es el sistema porticado de hormigón armado (vigas y columnas) y con un buen diseño estructural es capaz de resistir cargas gravitacionales y laterales en edificios de gran altura. Sin embargo, se busca nuevas alternativas, pues este sistema puede significar más tiempo en el proceso constructivo lo que conlleva a mayores costos en la mano de obra, aunque las personas en este sector tienen gran experiencia con este sistema constructivo por su antigüedad. Una alternativa que se plantea también son las estructuras metálicas pues cumplen con las condiciones de estabilidad, resistencia y rigidez. Además, que por el montaje de los elementos metálicos se puede ahorrar mucho tiempo y dinero, aunque sí se requiere de personal más capacitado y calificado para este tipo de proyectos.

## **1.2. Presentación general del problema**

Gran parte de los trabajos ofertados en provincias del Oriente de Ecuador, requieren operaciones temporales. La falta de habitaciones para profesionales en distintas áreas representa un problema. Los espacios disponibles presentan una gran área que en muchos casos es innecesario. Las personas que van a trabajar en estas ciudades solo requieren de espacios pequeños para descansar por las noches y días libres. Entonces, este proyecto busca diseñar un sistema de departamentos para cubrir con la demanda, específicamente en la ciudad de Puyo provincia de Pastaza, y que sean de precios accesibles; pero al mismo tiempo, tratar de cubrir el área de construcción con el mayor número de departamentos posibles para que el proyecto sea rentable económicamente en un futuro.

Resulta también un problema el tipo de suelo en el que se va a construir, pues se trata de un suelo Tipo E (suelo blando arcilloso). Por esta razón, se busca implementar un sistema estructural de bajo peso y que logre distribuir de manera

uniforme todos los esfuerzos estructurales a la cimentación y por último al suelo, con el fin de evitar los asentamientos diferenciales, provocando que la estructura sea vulnerable ante los efectos de cargas gravitacionales y laterales, que en un futuro pueden afectar la funcionalidad de la estructura. Además, que se quiere trabajar con una cimentación superficial puesto que si se considera una cimentación profunda esto significaría valores más elevados al costo total del proyecto de construcción.

### **1.3. Justificación del problema**

En Ecuador debido a su alto riesgo sísmico es de gran importancia el diseño y construcción de estructuras sismo resistentes, pues de esta manera ante un terremoto de gran magnitud se brindaría seguridad a individuos que se encuentren en estas estructuras evitando miles de pérdidas humanas y a la vez se evita la pérdida de millones de dólares debido al colapso de infraestructura. Razón por la cual es importante empezar a buscar más alternativas seguras, funcionales e incluso económicas que se puedan implementar en el sector de la construcción.

El presente proyecto muestra un impacto positivo estructuralmente, mediante el uso de muros portantes. Esta tecnología se encuentra aún en vías de desarrollo en Ecuador, mientras que, en países de ingeniería avanzada aplicada, toman edificios de grandes alturas con muros portantes para mitigar los daños estructurales y la serviciabilidad que presentan. La utilización de sistema de paredes portantes es indudablemente mejor, tanto estructural como económicamente, sin embargo, para que su comportamiento sísmico sea ideal, es esencial el correcto planteamiento arquitectónico (Barros & Peñafiel, 2015).

La principal ventaja del uso de muros portantes para edificaciones en el Ecuador tomará un impacto positivo en la ingeniería civil aplicada en zonas donde no se encuentra un suelo adecuado para la construcción. Independientemente del tipo de cimentación que se aplique en las edificaciones de grandes magnitudes, la

repartición de cargas laterales frente a un evento sísmico resultará en magnitudes más pequeñas y de manera uniforme repartida en comparación a los sistemas estructurales más usados como el de pórticos.

En caso de no presentar muros portantes como solución a una edificación de más de 3 niveles sobre un suelo arcilloso, las fuerzas horizontales repartidas en cada nivel resultarían en un choque constante entre elementos estructurales y muros de mampostería comúnmente usados. Dando como resultado fisuras y agrietamientos a lo largo de todo el muro o el colapso completo de este.

Varias alternativas de muros de corte son analizadas con la finalidad de evitar el menor impacto ambiental y la mayor facilidad de construcción en la zona, la optimización de costos, el menor peso reactivo sísmico para mitigar las fuerzas aplicadas al edificio y el estudio de comportamiento de distintos muros para diferir sobre la conveniencia de cada sistema frente a eventos sísmicos. La ventaja del análisis de alternativas de varios tipos de muros converge en un muro seleccionado del cual se tiene que detallar qué tipo de armado y su diseño final se debe emplear para controlar las derivas de entrepiso, el tipo de reacciones que existan según el efecto  $P-\Delta$ , y el control de fisuras para mantener la serviciabilidad de este.

Adicionalmente se realiza un presupuesto detallado del tipo de muro empleado junto a su mano de obra que conlleva a una ventaja en la cantidad de material y obreros que se requieren para una obra de gran magnitud, si no se lleva el control de esto, la obra resultaría incompleta o presentaría limitaciones económicas.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Realizar el diseño de la superestructura de un edificio de cuatro pisos y subsuelo para departamentos ubicados en el Puyo, empleando un sistema de muros portantes para la distribución uniforme de los esfuerzos al suelo y análisis sismo resistente.

- ¿Cuál es el problema o desafío específico que se abordará en el proyecto de tesis?
- ¿Cuáles son los requisitos y especificaciones técnicas que deben cumplirse para resolver el problema planteado?
- ¿Cuál es el enfoque o metodología de diseño que se utilizará para desarrollar una solución óptima?
- ¿Qué análisis o simulaciones se requerirán para evaluar el rendimiento y la viabilidad de la solución propuesta?
- ¿Cómo se garantizará la seguridad, la eficiencia energética y la sostenibilidad en el diseño y operación del proyecto?
- ¿Cuáles son las normativas y regulaciones relevantes que deben tenerse en cuenta en el diseño y ejecución del proyecto?

El presente trabajo aborda la principal problemática de sistemas de edificaciones sobre suelos arcillosos no saturados en regiones donde el riesgo sísmico es un factor fundamental. Los aspectos a analizar para el cumplimiento del sistema estructural empleado son evaluados mediante indicadores como: peso, costo, facilidad de construcción y rendimiento. La metodología aplicada es la modelación estructural del edificio para su análisis, basado en diseños arquitectónicos previos, adicionalmente del análisis de cargas aplicadas y las reacciones de la estructura. La seguridad, eficiencia energética y sostenibilidad del proyecto se evaluarán mediante las huellas de carbono empleadas en la fabricación de los materiales aplicados en el diseño definitivo. Los factores económicos se evaluarán mediante un análisis de precios unitarios para el diseño definitivo junto a la optimización de costos por un determinado tipo de mano de obra y la reutilización de piezas en la obra, como encofrados y cintas. La normativa bajo la cual se rige el proyecto es la NEC-15 DS.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Realizar los planos arquitectónicos del edificio en AutoCAD respetando las delimitaciones del terreno, para una distribución adecuada de espacios de cada departamento.
- Analizar el tipo de muro portante ideal mediante el uso de indicadores como: costo, impacto ambiental, la facilidad constructiva y el peso, para la determinación del sistema apropiado del proyecto.
- Detallar el sistema estructural seleccionado de muros portantes mediante el análisis de variables como respuestas ante cargas sísmicas, control de derivas de entrepiso obtenidas en el programa SAP 2000, para un análisis estructural de la respuesta del muro portante seleccionado.
- Diseñar un sistema estructural para que el edificio cumpla con el noveno objetivo que tiene que ver con Industria, Innovación e Infraestructura de la lista de Objetivos de Desarrollo Sostenible para la construcción de un edificio funcional y seguro.

# CAPÍTULO 2

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Revisión de literatura

#### 2.1.1 Muros Portantes

Los muros estructurales son elementos que resisten satisfactoriamente a fuerzas verticales y horizontales para cualquier estructura. El comportamiento de estos muros en sismos de gran magnitud ha sido satisfactorio, los estudios realizados muestran que es un elemento muy útil para países de alto riesgo sísmico. Las restricciones para el uso de muros de corte son esencialmente el cumplimiento de los factores de: simetría, rigidez torsional, estabilidad de taludes y acción de diafragma entre la construcción niveles. (Carvajal, 2015)

Las estructuras no solo están expuesta a cargas gravitacionales, sino también a cargas laterales. Países con alto riesgo sísmico buscan sistemas estructurales que sean funcionales y seguros, con el fin de lograr mayor rigidez. Entonces, los muros a corte son una alternativa eficiente pues son capaces de absorber un gran porcentaje de fuerza constante horizontal provocada por cargas laterales como son las fuerzas de viento y en especial las fuerzas sísmicas, proporcionando una mejor estabilidad a todo el sistema estructural. (Lopez, 2005).

Los muros portantes cumplen con una función estructural dentro del sistema, son capaces de resistir cargas que se transmiten de otros elementos como losas con espesores pequeños, cubiertas y muros que se encuentran en niveles superiores. Además, que con un adecuado reforzamiento puede resistir cargas laterales de manera eficiente y esta resistencia también depende del espesor del muro, convirtiéndose en un sistema funcional, seguro y económico, pues el tiempo de construcción también es menor al del sistema de pórticos. Este tipo de sistema es ideal para edificios, sin embargo, los primeros pisos tendrán mayor resistencia a cargas laterales, aportando mayor rigidez; pero en pisos superiores en un sismo se

sentirá mucho más el pandeo razón por la cual se aplica sistemas duales, es decir, se trabaja con pórticos de hormigón armado o estructura metálica y muros portantes para disipar esas fuerzas laterales. Pese a ello, esto podría significar mayores costos y que el peso de la estructura aumente, por esta razón es importante analizar las alternativas para este tipo de sistema estructural. (Galvis & Caycedo, 2019)

Con el fin de conseguir mejores resultados de los muros respecto a su comportamiento estructural, con el paso de los años se han ido adaptando nuevos diseños para que cumplan con sus funciones y se sometan a ciertas condiciones, por lo que se puede encontrar algunos tipos de muros portantes tales como:

#### **2.1.1.1. Muros de hormigón armado (RC)**

Los muros de hormigón armado (RC) son capaces de proporcionar una alta resistencia a cargas laterales además que en edificio de algunos pisos son sistemas estructurales de alta ductilidad y gran capacidad de disipación de energía. A diferencia del sistema de pórticos de hormigón armado en donde se utilizan barras longitudinales y estribos transversales: el sistema de muros a corte hace uno de mallas electrosoldadas laminadas en caliente la cual da la ductilidad a la estructura, que a diferencia de las que son laminadas en frío no son recomendadas para aplicaciones sísmicas. (Riva & Franchi, 2001)

De acuerdo a modelaciones realizadas en softwares estructurales para muros y marcos de concreto a los que se les aplicaron diferentes valores de acero con el fin de determinar la influencia del refuerzo en la capacidad de carga de cada elemento antes mencionado; aplicando cargas verticales en un punto del elemento para lograr una simulación del efecto de hundimiento y luego obtener la capacidad de carga, las curvas de distorsión angular y las curvas de deformación, ambas reforzadas y sin refuerzo; llegando a que el refuerzo con barras de acero en muros es de vital importancia, ya que mejora el comportamiento, aumenta la capacidad de carga y rendimiento del elemento. (Suárez & Yeriel, 2018)

Los resultados experimentales de muros de hormigón armado sometidos a cargas cíclicas cuasi estáticas y un mínimo de 50% de ciclos de histéresis mostraron que la mayoría de los comportamientos fueron en respuesta a la flexión, reflejados en el agrietamiento horizontal. Bajo carga continua, surgieron grietas verticales, así como grietas inclinadas en la punta de compresión, las cuales fueron consideradas daño significativo. (Shedid, Wael, & Drysdale, 2009)

El desarrollo de un método que mejore la capacidad y deformación de muros de hormigón armado con armaduras de alta resistencia, en respuesta a la acción de fuerzas horizontales se realizaron pruebas que consistían en el diseño de un muro de hormigón armado modelado matemáticamente por un modelo FEM no lineal; de donde se obtuvo que los principales patrones de falla, donde se originaron grietas en las probetas, fueron en la parte inferior del muro, seguido de grietas menores en 2/3 de la altura del muro. Por otro lado, en el bucle de histéresis fue muy aproximado en la respuesta al cizallamiento lateral. Y en base a los otros resultados, se concluyó que el mejor mecanismo de falla es la restricción efectiva de la alta resistencia de las barras de refuerzo al núcleo de hormigón. (Yan, Zhang, & Zhang, 2008)

#### **2.1.1.2. Muros enchapados**

El diseño de un muro con mampostería confinada consiste en elementos de albañilería (bloques) rodeados por un marco de hormigón armado, posee una baja capacidad de deformación, con una deriva de 1,5% que significa que en un sismo puede existir agrietamiento diagonal en la mampostería. (Salas & Chamorro, 2019). Los muros de mampostería ante el efecto de cargas laterales tienden a comportarse y presentar daños con respecto a flexión, corte y flexo/cortante y esto depende en gran medida de las cuantías de acero vertical y horizontal y condición de carga y apoyo. (Espinosa, Teram, Zúñiga, & Perilliat, 2014)

Además de la flexión y cortante, las deformaciones en los muros de mampostería confinada también dependen de la relación altura/longitud (H/L), tipo de pieza y el

material de relleno de las piezas ya sea mortero o no. (Pérez, Flores, & Alcocer, 2013)

La mampostería juega un rol importante en la seguridad estructural, ya que, al ser elementos considerados solo como separadores de espacios, estos son los que sufren más daños ante la presencia de un sismo y son los primeros elementos en colapsar, también se debe tener en consideración el uso y combinación adecuado de los materiales usados en la construcción de la estructura ya que esto es un factor que determinara un comportamiento apropiado ante la presencia de un sismo. (Ojeda, 2022)

## 2.2. Área de estudio

La ciudad del Puyo se ubica en la provincia de Pastaza del Oriente ecuatoriano, según NEC 2010, la provincia de Pastaza cuenta con 83933 habitantes. El 22.3% de la población es trabajador en el sector privado y 22.3% en el sector público. Dentro de los tipos de trabajos ejercidos, en su mayoría son agricultores y trabajadores calificados junto a oficiales, operarios y artesanos. En el 2010 los cuartos ocupan el 7.6% de viviendas y los departamentos el 7.2% de estas.

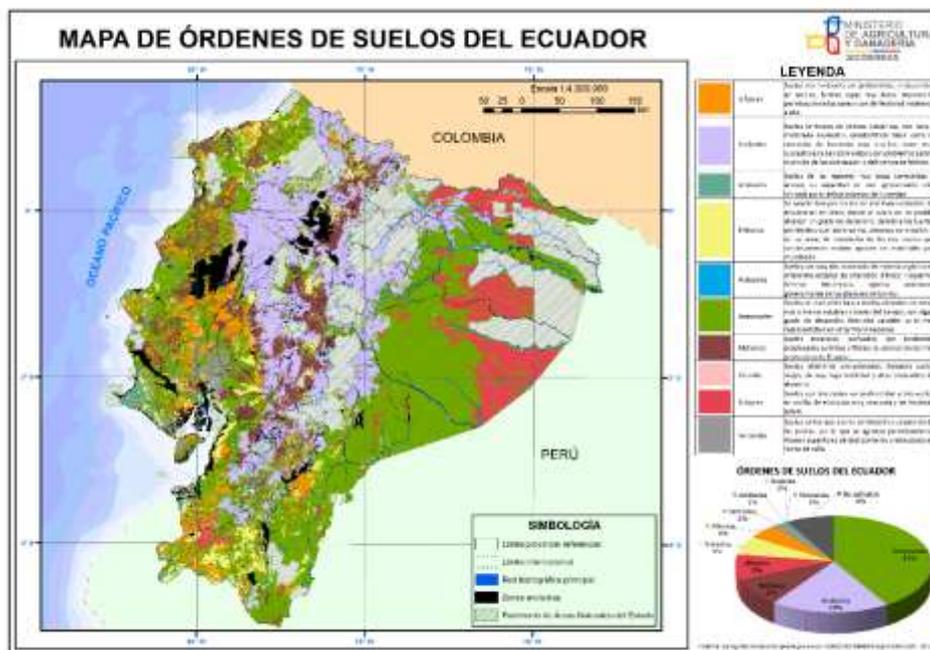


Ilustración 2.1. Mapa de órdenes de suelos del Ecuador. Fuente: (SIG TIERRAS-IE--CGSIN, 2015)

Como se puede apreciar en la Fig. 1, gran parte del suelo ocupado por el Puyo está conformado por inceptisoles, las cuales son una orden en Taxonomía de suelos. Las principales características de este tipo de suelo son de que contienen el 50% de capas o más ubicadas dentro de la superficie del suelo mineral.

Gran parte de las capas de suelos ubicadas en el territorio del Puyo son arcillas, las cuales se encuentran constituidas por silicato de aluminio hidratado. Cada partícula de estudio en el suelo arcilloso posee una carga eléctrica negativa y la intensidad depende de la composición y estructuración de esta. (ILER, 2016).

Las construcciones en suelos arcillosos deben tener algunas consideraciones tales como:

- Compactación: Es de suma importancia compactar al suelo arcilloso previo a la construcción para de esta manera evitar los asentamientos a lo largo del periodo de uso de la estructura.
- Drenaje: Drenar suelos arcillosos previene la acumulación de agua que a su vez también mitiga los posibles asentamientos en la estructura y los deslizamientos de tierra.
- Cimientos: Sobre construcción de suelos arcillosos se requiere diseñar cimentación profunda, con anclajes en estratos de suelo estable. (Gonzalez, 2023)
- El clima y precipitación juegan un rol importante en el análisis del tipo de suelo que se define para la zona del Puyo. El clima en la provincia del Puyo es tropical, la precipitación en la ciudad es de magnitudes significativas, incluso para los meses más secos. La temperatura promedio en el Puyo es de 20.1 grados Celsius con una precipitación de aproximadamente 2233 milímetros, analizado en un margen de 30 años, desde 1991 hasta 2021. (Data, 2022)
- Los suelos arcillosos en la zona del Puyo, debido a las altas tasas de precipitación, y su poca ocupación en zonas urbanas, presenta condiciones no drenadas en su suelo. "Para el caso de suelos arcillosos ligera o

normalmente consolidados, saturados y sin fisuración, se presenta un comportamiento particular del Criterio de falla Mohr-Coulomb expresada en términos de esfuerzos totales representando la condición no drenada, en el cual la cohesión total del suelo es equivalente a la resistencia al corte no drenado y el ángulo de fricción aparente del suelo es de 0.” (NEC SE-GC, 2015)

- Las edificaciones ejecutadas en la ciudad del Puyo, zona urbana contienen sistemas estructurales principalmente de pórticos no arriostrados, como primario ejemplo la “Nueva agencia de la Empresa Eléctrica Ambato-Regional Centro Norte”.



**Ilustración 2.2. Edificio Empresa Eléctrica Ambato- Regional Centro Norte. Fuente: (Gobierno del Ecuador, 2020)**

El área de construcción del edificio es de 2000 metros cuadrados, el diseño arquitectónico es considerado como moderno y amigable con el entorno social y natural, la estructura facilita el acceso a personas con capacidades especiales (EEASA, 2020).

### **2.3. Trabajo de campo y laboratorio**

La información previamente dada por el cliente, el predio medido tuvo un área de  $700m^2$  , de forma poligonal de 5 puntas; debido a ordenanza municipal se deja 3 metros libres del lado oeste. Al este del predio se encuentra un pasaje de 1 carril, y debido a la existencia de un subsuelo se debe respetar el área de construcción competente para no exceder el espacio ocupado por la vía pública.

El edificio es considerado de 4 niveles con un nivel de subsuelo destinado para lavandería y mantenimiento de equipos, cada entrepiso con una longitud de 2.7 metros.

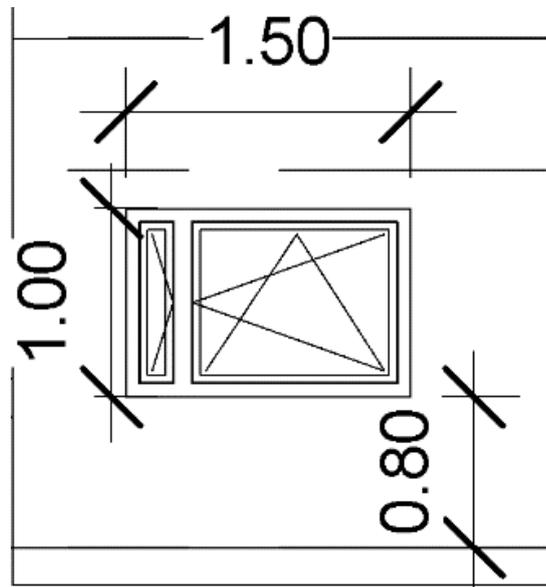
Las coordenadas del predio son:

- C1: 833579.00 m E, 9834747.00 m S
- C2: 833596.00 m E, 9834789.00 m S
- C3: 833609.00 m E, 9834783.00 m S
- C4: 833603.00 m E, 9834768.00 m S
- C5: 833597.00 m E, 9834762.00 m S

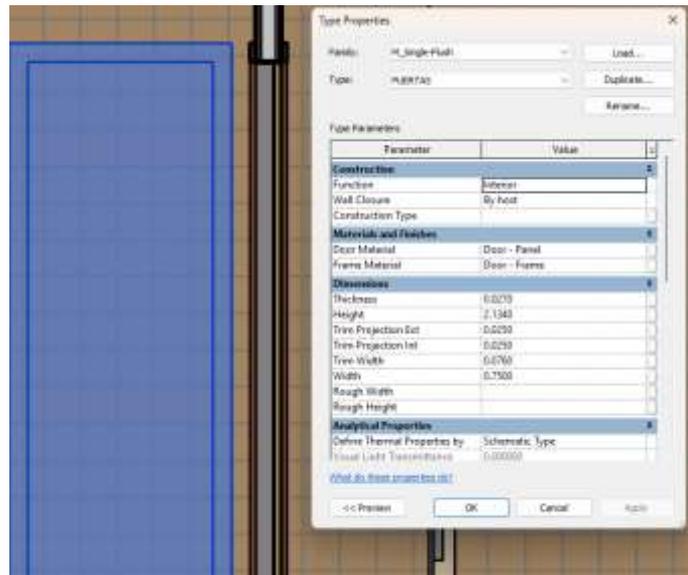


**Ilustración 2.3. Polígono del área de construcción en vista satelital de Google Earth.  
Fuente: (Propia)**

Después de realizar diseños arquitectónicos para propuestas que faciliten la ergonomía dentro de las suites del edificio, se concluyó una geometría para las suites individuales de  $24.5m^2$ , donde se contempla áreas para baño, cocina y un dormitorio. Por cada dormitorio existirá una ventana de  $1.50 \times 1 \times 0.8$  metros, y 3 puertas de  $2.13 \times 0.75$  metros que atravesarán los muros. Para suites de dos habitaciones se mantienen las mismas dimensiones con 2 ventanas y 4 puertas, obteniendo un área equivalente de  $35.5 m^2$ .



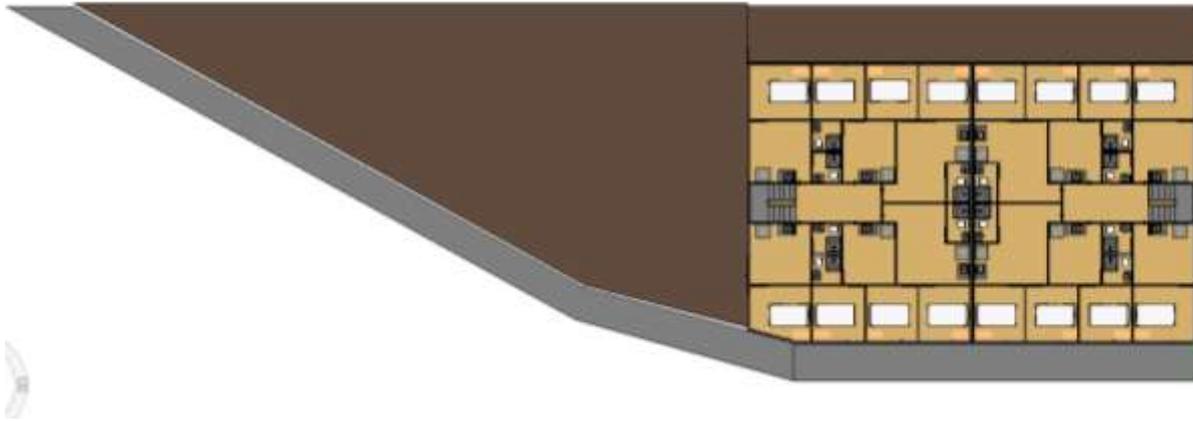
**Ilustración 2.4. Dimensiones por ventana impuesta en cada muro portante. Fuente: (Propia)**



**Ilustración 2.5. Dimensiones y propiedades de puertas impuestas en cada muro portante. Fuente: (Propia)**

La topografía de los terrenos para el edificio indica el área de construcción para 2 bloques, ambos con las mismas características previamente mencionadas, pero difiriendo de forma insignificante en sus áreas de construcción, sin embargo, para

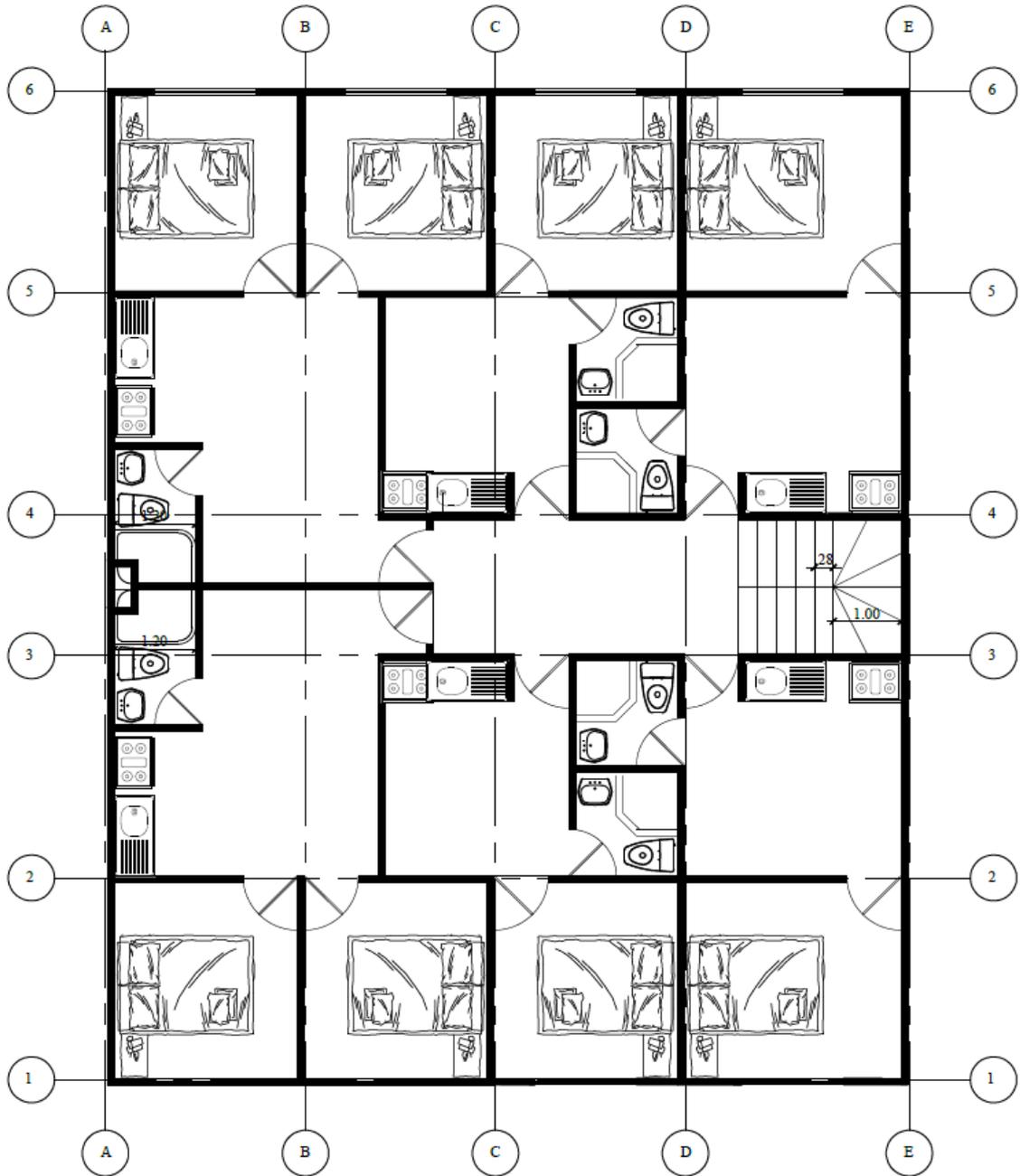
usos prácticos se usará el bloque que presenta regularidad en toda su extensión geométrica.



**Ilustración 2.6. Vista en planta de la organización por pisos del edificio. Fuente: (Propia)**

El bloque regular, ubicado en el lado izquierdo posee por planta un área de  $175m^2$ , por cada planta del bloque regular se tiene un espacio hueco de losa para una escalera de aproximadamente  $6.1m^2$ .

A partir del modelado arquitectónico del bloque regular, se determinan ejes estructurales en el centro del alma de cada muro que se involucra en el diseño de ambientes y límites de las suites.



**Ilustración 2.7. Vista en planta de la disposición de cada piso con sus cortes en ejes estructurales respectivos. Fuente: (Propia)**

## 2.4. Análisis de datos

Según (NEC SE-GC, 2015), se realiza una estimación de la carga permanente, la carga sísmica reactiva  $W$  es equivalente a la carga muerta total de la estructura. La carga muerta de la estructura se desglosa en varios elementos que la conforman de manera permanente, y son elementos tales como:

- Peso propio de la losa, tomando como predimensionamiento una losa de espesor de 10 centímetros.
- Peso propio de los muros de mampostería
- Peso propio de las columnas de acero
- Baldosas/Bondex
- Cielo raso
- Instalaciones

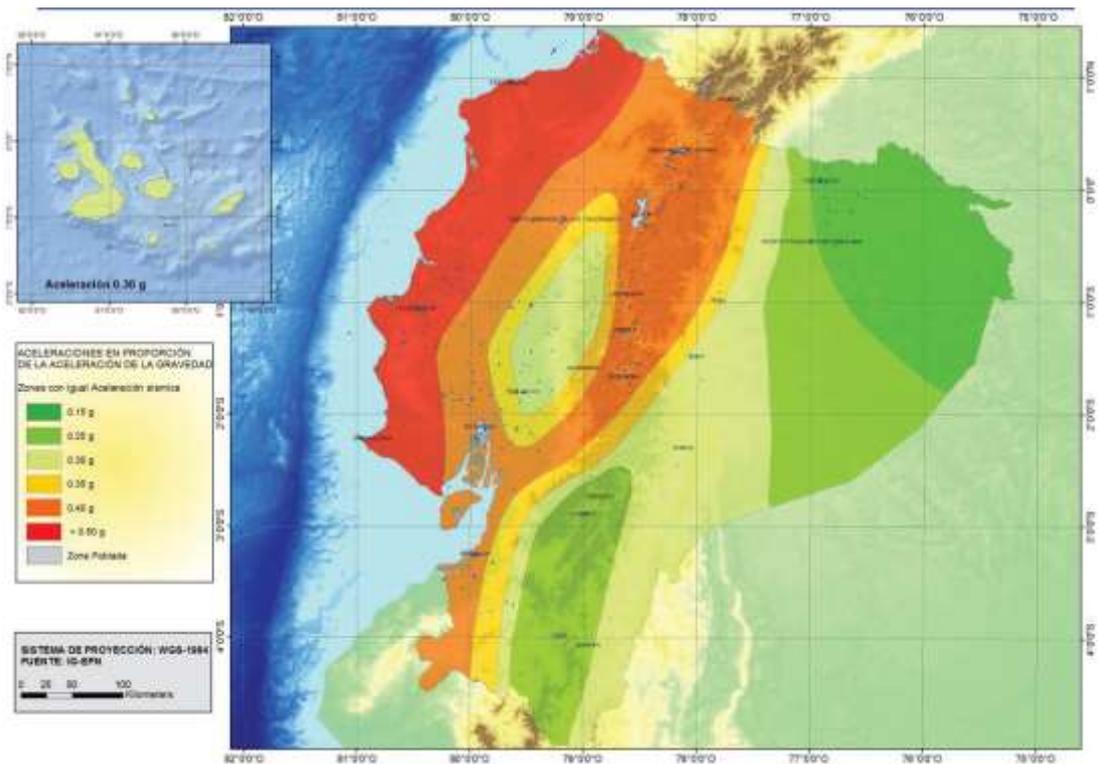
Siendo estas últimas tres, valores que no se estiman mediante el software empleado SAP2000, y deberán ser agregadas como una sobrecarga encima de cada losa por entrepiso.

La carga viva empleada a la estructura posee un valor de:

$$CV = 200 \frac{kgf}{m^2}$$

$$CV_{cubierta} = 70 \frac{kgf}{m^2}$$

Ecuador al estar ubicado en una zona altamente sísmica, debe subdividir cada zona o franja del país según un coeficiente de aceleración máxima en roca. El sitio donde se construirá la estructura determinará una de las seis zonas sísmicas del Ecuador, caracterizada por el valor de factor zona  $Z$  de acuerdo con el mapa (NEC-SE-DS, 2015):



**Ilustración 2.8. Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z. Fuente: (NEC-SE-DS, 2015) (“UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL - PDF Free Download”) (“UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL - PDF Free Download”)**

Localizando el área de estudio en la ciudad de Puyo, se obtiene un valor de  $Z=0.3$ , cuya caracterización de peligro sísmico es alta, con categoría III; el tipo de suelo, como previamente se nombro es de un perfil que contiene un espesor total  $H$  mayor a 3 metros de arcillas blandas, caracterizadas por contener un porcentaje de humedad mayor al 40%, el coeficiente de amplificación del suelo, el coeficiente de desplazamientos para diseño en roca y el coeficiente de comportamiento no lineal para este tipo de suelo resultaron en valores de:  $F_a=1.25$ ,  $F_d=1.7$  y  $F_s=1.7$  respectivamente.

A continuación, se realiza el espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones, considerando:

- El factor de zona sísmica  $Z$ .
- El tipo de suelo del sitio de emplazamiento de la estructura.

- La consideración de valores de coeficientes de ampliación del suelo  $F_a$ ,  $F_d$ ,  $F_s$ .

El periodo de vibración de la estructura podía ser estimada mediante la ecuación:

$$T = C_t h_n^\alpha \quad (2.1)$$

Donde  $C_t$  es el coeficiente que depende del tipo de edificio,  $h_n$  es la altura máxima de la edificación de  $n$  pisos, medida desde la base de la estructura en metros, en este caso específico,  $h_n$  es igual a 13.5 metros.

$C_t$  y el coeficiente  $\alpha$ , se hallan en la siguiente tabla:

Tipo de estructura	$C_t$	$\alpha$
<b>Estructuras de acero</b>		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
<b>Pórticos especiales de hormigón armado</b>		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

**Ilustración 2.9. Coeficiente  $C_t$  y  $\alpha$ , dependientes del tipo de estructura. Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)**

Donde la estructura del presente proyecto presenta estructuras de acero con arriostramientos, tomando en cuenta la función que realizan los muros estructurales. Obteniendo así un periodo fundamental de la estructura de  $T=0.514$ .

De acuerdo con el predimensionamiento y el diseño de Espectro sísmico elástico, se divide este para el factor  $R$ , y es multiplicado por  $I$ , donde  $R$  es el coeficiente de reducción de respuesta estructural y depende del tipo de sistema mostrado:

Sistemas Estructurales de Ductilidad Limitada		R
<b>Pórticos resistentes a momento</b>		
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la <a href="#">NEC-SE-HM</a> , limitados a viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros.		3
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la <a href="#">NEC-SE-HM</a> con armadura electrosoldada de alta resistencia		2.5
Estructuras de acero conformado en frío, aluminio, madera, limitados a 2 pisos.		2.5
<b>Muros estructurales portantes</b>		
Mampostería no reforzada, limitada a un piso.		1
Mampostería reforzada, limitada a 2 pisos.		3
Mampostería confinada, limitada a 2 pisos.		3
Muros de hormigón armado, limitados a 4 pisos.		3

**Ilustración 2.10. Factor de reducción R, dependiente del tipo de sistema estructural.**  
Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

Para el proyecto se toma  $R=3$ , debido a que se habla de muros de mampostería confinada o de hormigón armado.

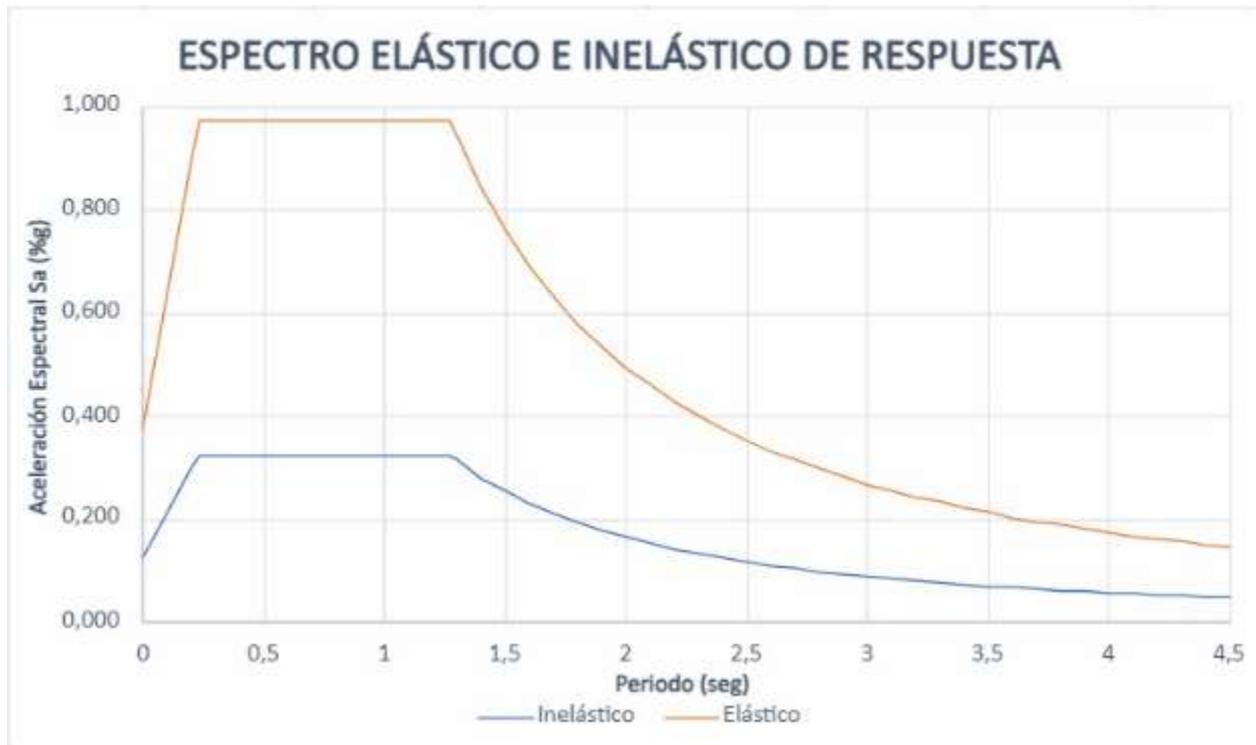
El factor I, de importancia de la estructura se lo toma a partir de la siguiente tabla:

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

**Ilustración 2.11. Factor de Importancia de estructura.** Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

Categorizándolo con un valor de  $I=1$ .

De esta forma se obtuvo el espectro de respuesta sísmica inelástica



**Ilustración 2.12. Espectro de respuesta sísmica elástica e inelástica de la estructura.**  
**Fuente: (Propia)**

Con los valores de cargas asignados y los factores sísmicos previamente obtenidos, se modela el predimensionamiento en el Software estructural SAP 2000, el cual propósito es el de controlar de forma cuantitativa la respuesta a cargas laterales y gravitacionales del edificio.

Primeramente, se procede a definir los materiales involucrados en el diseño del edificio:

**Material Property Data**

**General Data**

Material Name and Display Color: 3000Psi

Material Type: Concrete

Material Grade: f<sub>c</sub> 3000 psi

Material Notes:

**Weight and Mass**

Weight per Unit Volume: 8,681E-05

Mass per Unit Volume: 2,248E-07

**Units**

Kip, in, F

**Isotropic Property Data**

Modulus Of Elasticity, E: 3122,0186

Poisson, U: 0,2

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 5,500E-06

Shear Modulus, G: 1300,8411

**Other Properties For Concrete Materials**

Specified Concrete Compressive Strength, f<sub>c</sub>: 3,

Expected Concrete Compressive Strength: 3,

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

Ilustración 2.13. Propiedad de material “3000 psi”. Fuente: (Propia)

**Material Property Data**

**General Data**

Material Name and Display Color: A36

Material Type: Steel

Material Grade: Grade 36

Material Notes:

**Weight and Mass**

Weight per Unit Volume: 7849.0476

Mass per Unit Volume: 800.3801

**Units**

Kgf, m, C

**Isotropic Property Data**

Modulus Of Elasticity, E: 2.039E+10

Poisson, U: 0.3

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 1.170E-05

Shear Modulus, G: 7.842E+09

**Other Properties For Steel Materials**

Minimum Yield Stress, F<sub>y</sub>: 25310507.

Minimum Tensile Stress, F<sub>u</sub>: 40778035.

Expected Yield Stress, F<sub>ye</sub>: 37965760.

Expected Tensile Stress, F<sub>ue</sub>: 44855642.

Switch To Advanced Property Display

Ilustración 2.14. Propiedad del material “A36”. Fuente: (Propia)

**Material Property Data**

**General Data**

Material Name and Display Color:  ■

Material Type:

Material Grade:

Material Notes:

**Weight and Mass**

Weight per Unit Volume:

Mass per Unit Volume:

**Units**

**Isotropic Property Data**

Modulus Of Elasticity, E:

Poisson, U:

Coefficient Of Thermal Expansion, A:

Shear Modulus, G:

Switch To Advanced Property Display

Ilustración 2.15. Propiedad del material “Cubierta”. Fuente: (Propia)

**Material Property Data**

**General Data**

Material Name and Display Color:  ■

Material Type:

Material Grade:

Material Notes:

**Weight and Mass**

Weight per Unit Volume:

Mass per Unit Volume:

**Units**

**Isotropic Property Data**

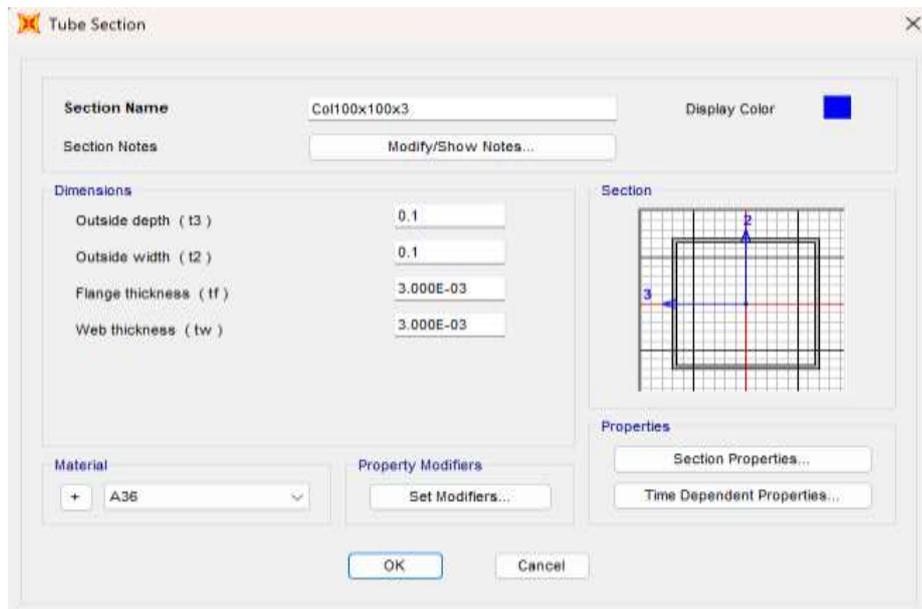
Modulus Of Elasticity, E:

Poisson, U:

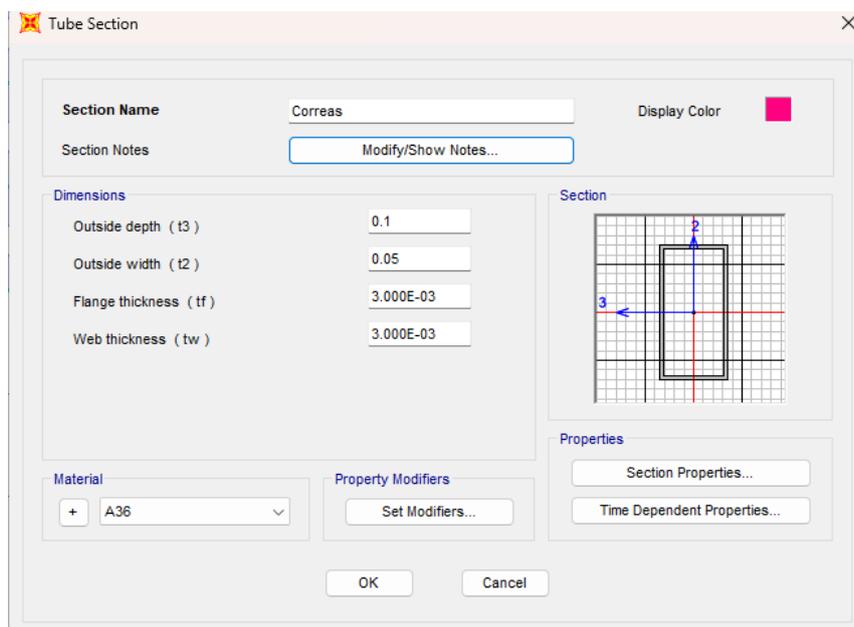
Coefficient Of Thermal Expansion, A:

Shear Modulus, G:

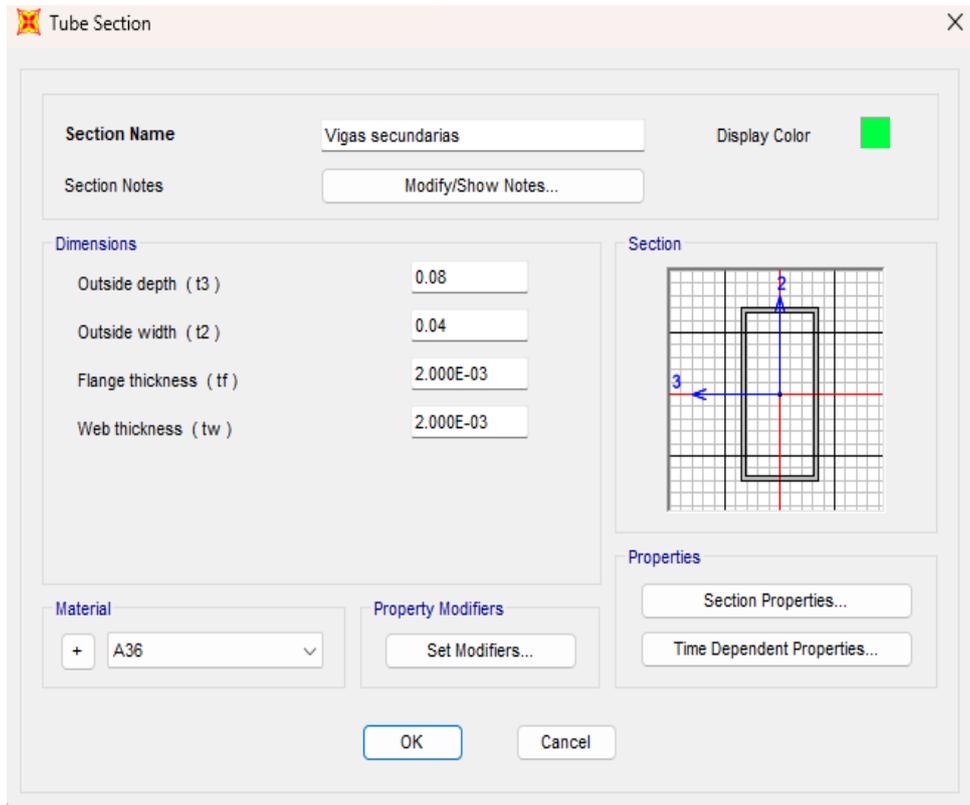
Ilustración 2.16. Propiedad del material “Mampostería”. Fuente: (Propia)



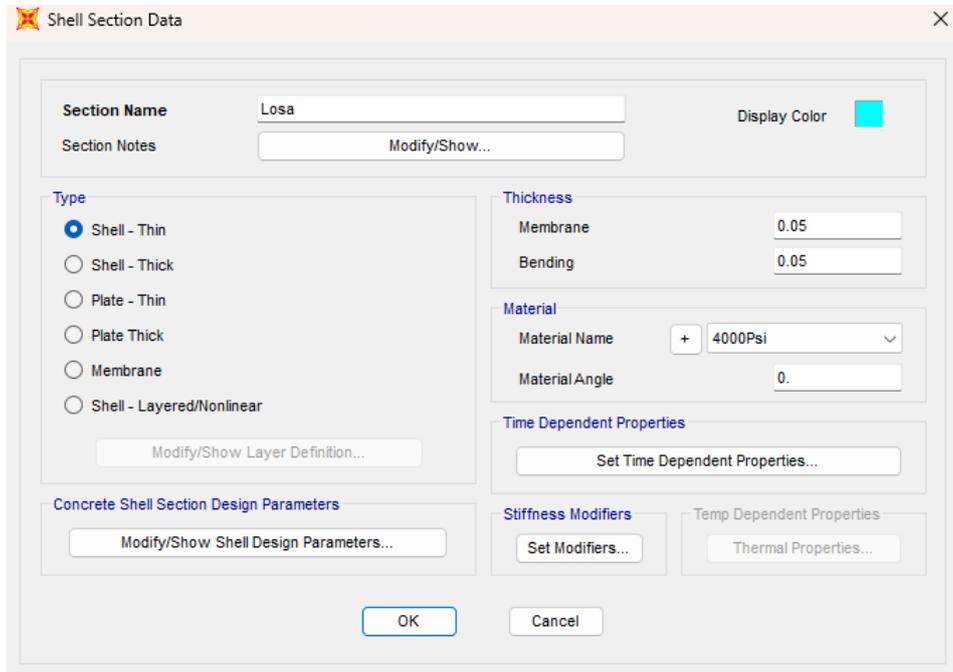
**Ilustración 2.17. Propiedad de la sección para vigas primarias y columnas “Col100x100x3”. Fuente: (Propia)**



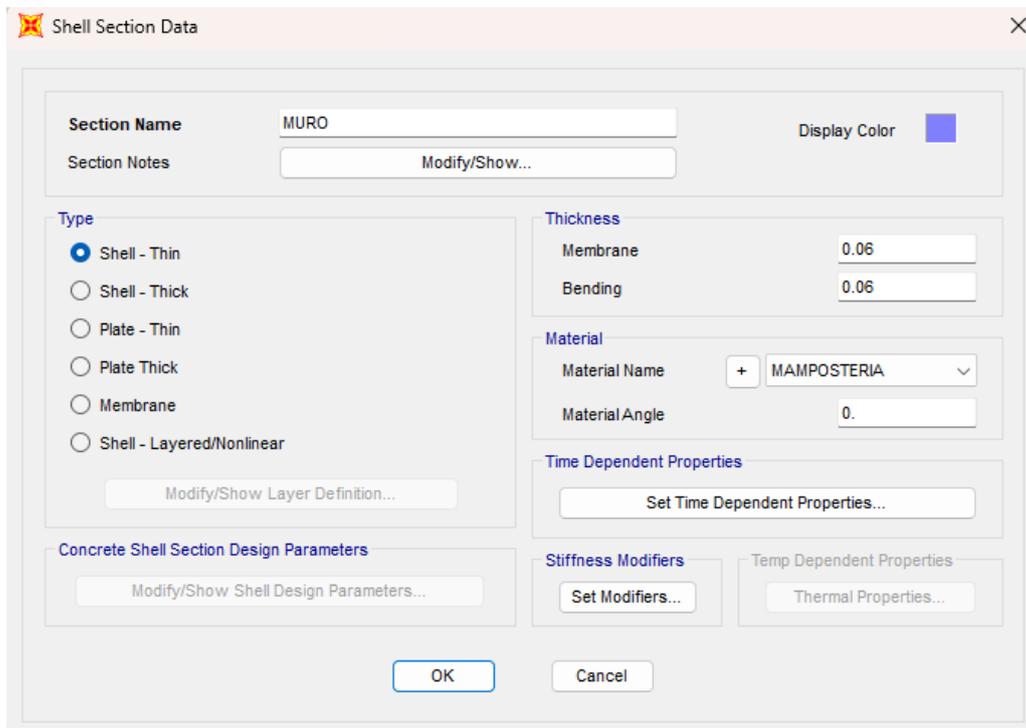
**Ilustración 2.18. Propiedad de la sección “Correas”, aplicadas para el soporte de la cubierta. Fuente: (Propia)**



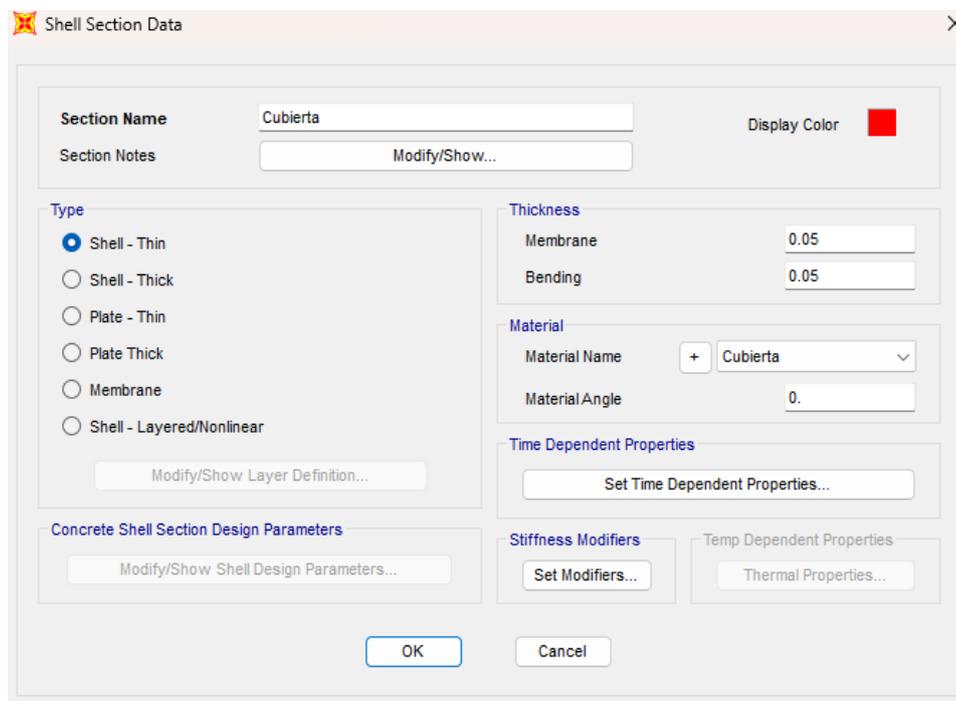
**Ilustración 2.19. Propiedades de la sección “Vigas secundarias” que sirven como nervios en una dirección de la losa. Fuente: (Propia)**



**Ilustración 2.20. Propiedad de la sección “Losa”. Fuente: (Propia)**



**Ilustración 2.21. Propiedades de la sección “MURO”. Fuente: (Propia)**



**Ilustración 2.22. Propiedades de la sección “Cubierta”. Fuente: (Propia)**

Aplicando la envolvente de cargas, se obtiene un periodo de  $T_{real}=0.47317$

El error entre el periodo fundamental obtenido por el diseño de espectro de respuesta elástica y la aplicación de cargas en el software SAP 2000 es de:

$$\%error = \frac{|T - T_{real}|}{T_{real}} * 100\% = \frac{|0.514 - 0.47317|}{0.47317} * 100\% = 8.63\% \quad (2.2)$$

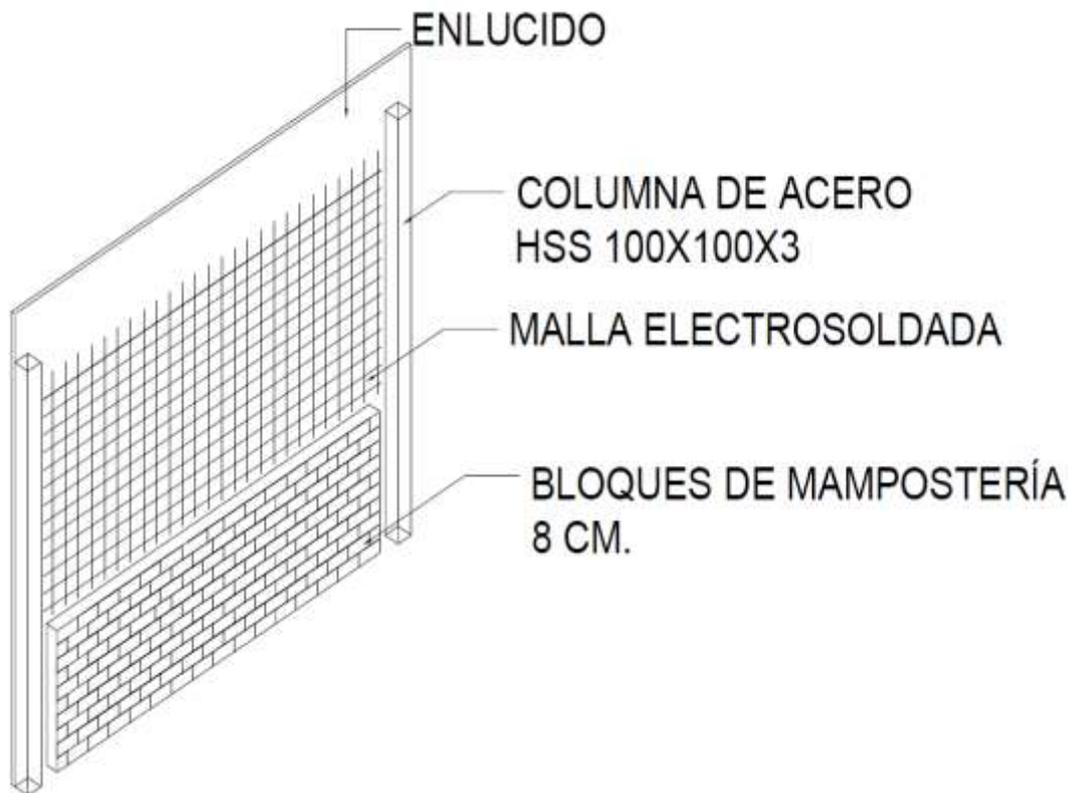
El valor tentativo del material empleado en los muros cuyo nombre es "MAMPOSTERIA", será estudiado ingresando 4 tipo de alternativas analizadas posteriormente.

## **2.5. Análisis de alternativas**

Debido a la plasticidad del suelo, al poco drenaje que tiene y a la velocidad de reacción sísmica reactiva de este, se sugiere introducir un sistema estructural con el uso de muros portantes junto a columnas y vigas de acero estructural A36. A continuación, se presentan las alternativas de los muros portantes con las dimensiones tentativas a aplicar en el proyecto:

### ***Alternativa 1: Muro de mampostería enchapada***

Este muro estructural compuesto de bloques de mampostería en su alma, mallas electrosoldadas colindantes en ambos lados y una capa exterior de enlucido. El modelo estructural se estima con un espesor total de 15 centímetros.



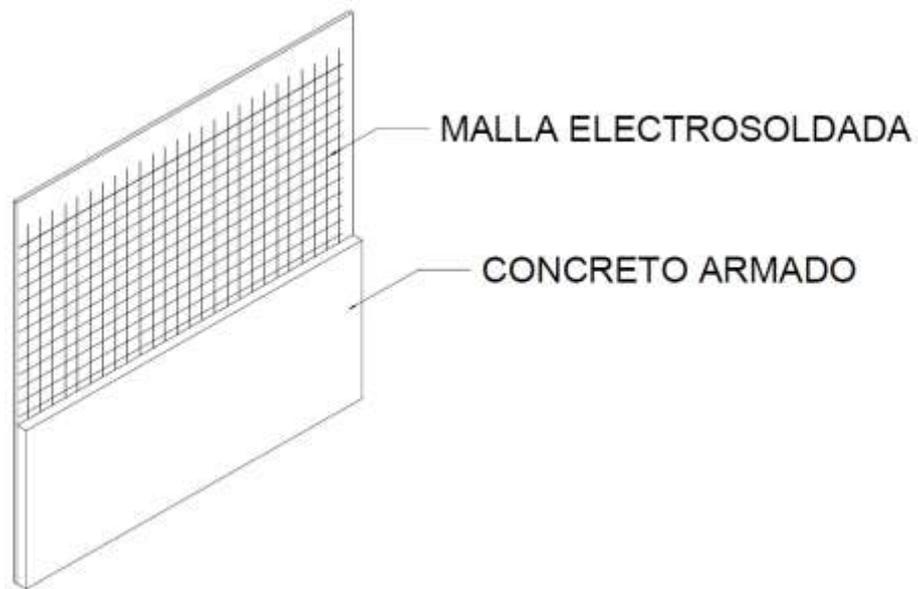
**Ilustración 2.23. Detalle de la sección muro alternativa 1. Fuente: (Propia)**



**Ilustración 2.24. Muro alternativa 1 en obra. Fuente: (Flores, 2008)**

**Alternativa 2: Pared portante de hormigón armado.**

Este muro que contempla únicamente mallas electrosoldadas en cada cara y es relleno por hormigón armado, obteniendo un espesor total de 10 centímetros, en este sistema estructural las columnas de acero no se encuentran involucradas.



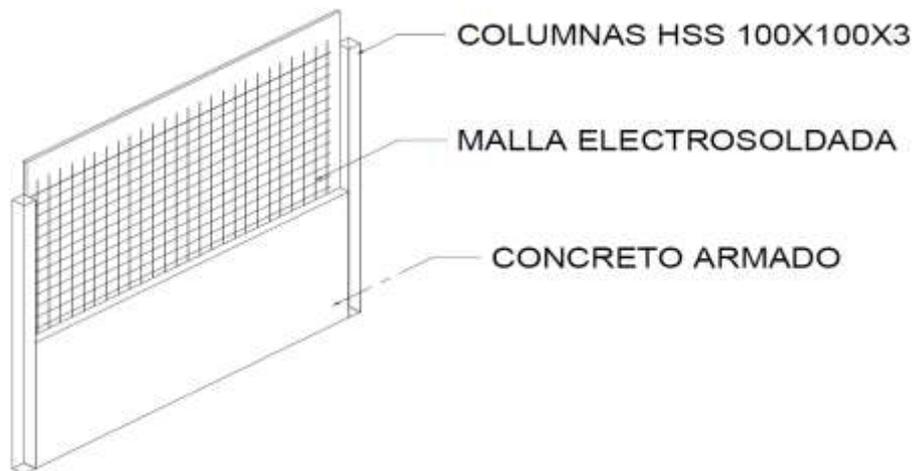
**Ilustración 2.25. Sección muro alternativa 2. Fuente: (Propia)**



**Ilustración 2.26. Muro alternativa 2 en obra. Fuente: (Guerrero, 2019)**

**Alternativa 3: Muro de corte mixto con cabezales de acero y alma de hormigón armado.**

Este muro posee malla electrosoldada en ambas caras del muro, rellena de concreto armado pero delimitada por columnas de acero estructural, tomando un espesor máximo de pared de 10 centímetros.



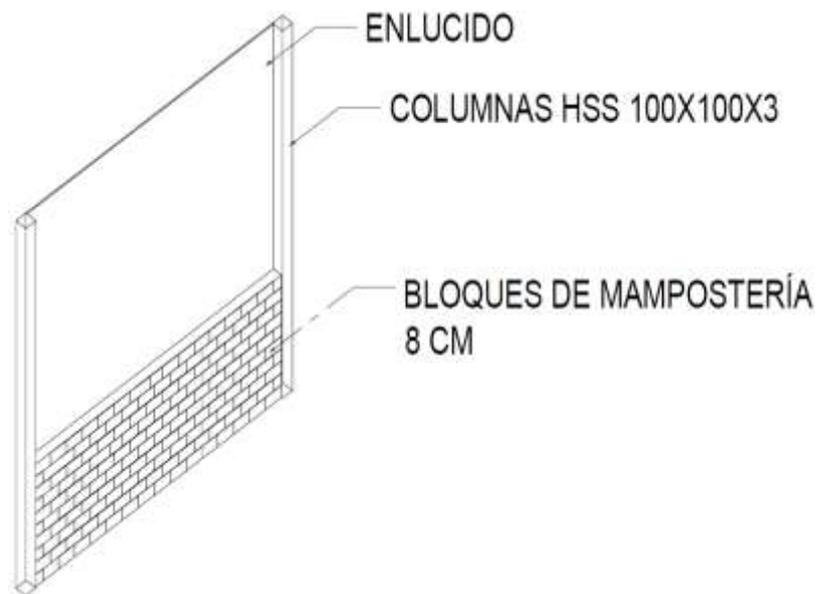
**Ilustración 2.27. Detalle de la sección muro alternativa 3. Fuente: (Propia)**



**Ilustración 2.28. Muro alternativa 3 en obra. Fuente: (Quishpe, 2015)**

#### **Alternativa 4: Muro de mampostería simple.**

Este muro comúnmente usado en la construcción de domicilios consta de bloques de mampostería con su respectivo enlucido, limitadas lateralmente por columnas de acero estructural, con un espesor total de 10 centímetros.



**Ilustración 2.29. Detalle de la sección muro alternativa 4. Fuente: (Propia)**



**Ilustración 2.30. Muro alternativa 4 en obra. Fuente: (Tutoriales Innovaciones D Y M, 2023)**

## Costos

Basado en el proyecto “Diseño estructural de un edificio tipo para apartamentos utilizando las normas NEC 2015” (Tipan, 2016).

El muro aplicado al edificio fue de concreto armado, tomando como precios referenciales a los muros de alternativas 2 y 3, la información recopilada es:

- Precios de elementos constituyentes del muro:  
Losetas de hormigón: \$559026.20  
Estructura metálica: \$165971.83  
Precio muros: \$724998.03
- Geometría del edificio:  
N. pisos: 8  
A por piso:  $864m^2$
- Relación de precios por metro cuadrado de construcción:  
Precio:  $104.89\frac{\$}{m^2}$   
Año actual: 2023  
Año inicial: 2016

Basado en el proyecto “Diseño de una casa sismo resistente de dos niveles en estructura metálica” (Tupiza, 2011), para el análisis de precios referenciales a los muros de alternativas 1 y 4 es:

- Precios de elementos constituyentes del muro:  
Montaje de paredes de bloque: \$2614,25
- Geometría del edificio:  
Área por piso:  $122.304m^2$   
N. pisos: 3
- Relación de precios por metro cuadrado de construcción:  
Costo por muro:  $7.125\frac{\$}{m^2}$   
Año actual: 2023  
Año inicial: 2011

2. TASAS DE INTERÉS ACTIVAS MÁXIMAS VIGENTES PARA EL SECTOR FINANCIERO PRIVADO, PÚBLICO Y, POPULAR Y SOLIDARIO ESTABLECIDAS POR LA JUNTA DE POLÍTICA Y REGULACIÓN FINANCIERA	
Tasas de Interés Activas Máximas <sup>1</sup>	
Tasa Activa Efectiva Máxima para el segmento <sup>2</sup>	% anual
Productivo Corporativo	9,29
Productivo Empresarial	10,36
Productivo PYMES	11,26
Consumo	16,77
Educativo	9,50
Educativo Social	7,50
Vivienda de Interés Público	4,99
Vivienda de Interés Social	4,99
Inmobiliario	10,40
Microcrédito Minorista	28,23
Microcrédito de Acumulación Simple	24,89
Microcrédito de Acumulación Ampliada	22,05
Inversión Pública	9,33

**Ilustración 2.31. Tasa activa efectiva máxima para el segmento. Fuente: (BCE, 2023)**

Tasa % anual = 4.99%

**Tabla 2.1. Proyección de costos de muros para alternativas 1,2,3,4 en 7 años. Fuente: (Propia)**

Tasa activa	5%	1	2	3	4	5	6	7
Año (alternativas 2 y 3)	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Costo por muro/m2	104.89	\$110.12	\$115.62	\$121.39	\$127.45	\$133.81	\$140.48	\$147.49
		1	2	3	4	5	6	7
Año (alternativas 1 y 4)	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Costo por muro/m2	7.13	\$7.48	\$7.85	\$8.25	\$8.66	\$9.09	\$9.54	\$10.02

**Tabla 2.2. Proyección de costos de muros para alternativas 1 y 4 desde el 2019 al 2023.**  
**Fuente: (Propia)**

Tasa activa 5%	8	9	10	11	12
Año (alternativas 1 y 4)	2019	2020	2021	2022	2023
Costo por muro/m2	\$10.52	\$11.04	\$11.59	\$12.17	\$12.78

Costo proyectado obtenido para:

- Alternativas 1 y 4 =  $10.02 \frac{\$}{m^2}$
- Alternativas 2 y 3 =  $149.47 \frac{\$}{m^2}$

Observando así que, para construcciones de edificios en la actualidad, los muros de concreto reforzado en proporción a los muros de mamposterías es:

$$\frac{M_{cr}}{M_{mamposteria}} = \frac{149.47 \frac{\$}{m^2}}{10.02 \frac{\$}{m^2}} = 14.92 \quad (2.3)$$

### **Facilidad de construcción**

- Muro 1: requiere el uso de bloques de mampostería y personal de albañilería con conocimiento básico de recursos como pialas, clavos, niveles, etc. Llevar materiales a niveles superiores del edificio no resulta complejo. Si las conexiones de las columnas no son empernadas, no se requiere personal de soldadura profesional. No requiere encofrado, además de que pueden realizarse varios muros simultáneamente en el nivel que se está trabajando. Las mallas electrosoldadas con ayuda de las galletas, que son herramientas de separación de las mallas con los bloques, no presentan dificultad en el enlucido.
- Muro 2: El uso de concreto armado, requiere de manera obligatoria encofrado metálico, que a su vez no tiene columnas de acero que podrían delimitarlas, es decir se debe hacer conexiones entre encofrados metálicos cuando se requiera cambiar el eje de construcción. Debido a la necesidad de encofrados metálicos no resulta conveniente obtener estos encofrados solo para un edificio, si no se realizara construcción en serie, es decir de múltiples edificios donde se pueda sacar provecho al máximo en la reutilización de estos encofrados. Se debe tener cuidado al usar las galletas ya que al separar las

mallas electrosoldadas del encofrado, el hormigón en estado plástico puede desplazarlas pequeñas longitudes. Además de la colocación de concreto armado en niveles altos del edificio requiere el uso de una bomba y manguera para poder vaciar el hormigón.

- Muro 3: Conlleva las mismas dificultades del muro 2, pero los encofrados metálicos ahora se encuentran delimitados por columnas de acero, es decir, no se requiere conexión entre piezas del encofrado.
- Muro 4: El uso de bloques de mampostería solo requiere el apilado de estos de manera intercalada por cada fila de bloques, el uso de palustre, carretillas para el transporte de materiales y cajas de mezcla, donde se aplica el mortero y en cuestión de tiempo el muro se encuentra finalizado.

### ***Rendimiento***

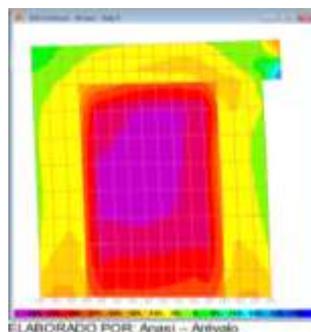
Muro 1 y 4: al tratarse de muros con uso de mampostería, mediante ensayos de cargas laterales su rendimiento se detalla en el siguiente estudio:

A partir de ensayos donde se aplicó cargas sísmicas laterales en muros de mampostería, se logró determinar distintas variables que facilitan la comparación entre mampostería confinada y mampostería reforzada, tales como: disipación de energía, rigidez, amortiguamiento viscoso y ductilidad en el desplazamiento. Para las diferentes geometrías y materiales de mampostería dentro del proyecto se concluyó que:

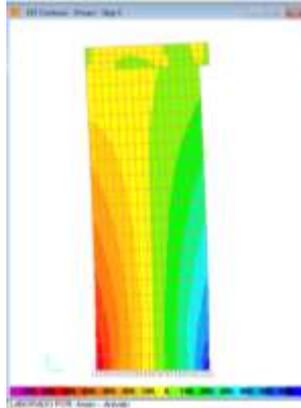
1. Los muros de mampostería confinada presentan una mayor capacidad que muros de mampostería reforzada.
2. Los muros de mampostería confinada demostraron tener una mejor estabilidad que aquellos muros de mampostería reforzada en el desarrollo del ensayo ya que la mampostería refinada presento problemas de alabeo.
3. Según los resultados experimentales, el muro de mampostería reforzada disipó 1.40 veces más energía que el muro de mampostería confinada.
4. La rigidez secante del muro de mampostería confinada fue 1.5 veces mayor que la del muro de mampostería reforzada.

5. Se intuye que, a partir de los resultados previos, mientras mayor sea la rigidez inicial de un sistema, existirá una menor degradación en la rigidez. (Rivas Ortiz, 2017)
- Muro 2 y 3: en estudios de muros de concreto armado, según el estudio de muros de corte de concreto reforzado, se simularon varias fuerzas sísmicas de las cuales se tomó el modelo a seguir del análisis de demanda sísmica a una estructura con muros esbeltos, la cual se considera un elemento provisional para la ingeniería sísmica. Los objetivos de desempeño a través de esta metodología se cuantifican con variables de decisión, y probabilidades anuales de que excedan los valores límites específicos de una actividad sísmica. (Yuchuan Tang, 2011)

Como resultado se ha hallado el comportamiento predominante a flexión para aquellos muros cuya relación entre altura/longitud sea mayor o igual a tres, mientras que para aquellos cuya relación sea menor a tres son gobernados en su cálculo y diseño por los momentos flectores y cortantes. Algunas metodologías aplicadas a este método de estudio han sido de elementos continuos refinados y elementos estructurales. El modelo refinado con elementos continuos aparenta ser preciso en cuanto a su información dada, sin embargo, se toma en la práctica el análisis de demanda sísmica a partir de probabilidades de ocurrencia, ya que dentro de esta se sustentan varias simulaciones.



**Ilustración 2.32. . Esfuerzos cortantes para muros con relación  $h/L < 3$ . Fuente: (Oscar Anasi, 2015)**



**Ilustración 2.33. Esfuerzos longitudinales para muros con relación  $h/L \geq 3$ . Fuente: (Oscar Anasi, 2015)**

Se detallan los pesos unitarios según (NEC-SE-CG, 2015).

Hormigón armado:  $24 \frac{kN}{m^3}$

Acero:  $78.5 \frac{kN}{m^3}$

Mortero de cemento compuesto y arena 1:3 a 1:5:  $20 \frac{kN}{m^3}$

Bloque hueco de hormigón alivianado:  $8.5 \frac{kN}{m^3}$

- Muro 1:  $A_{bloques} = 0.2280m^2$ ,  $W_{bloques} = 8.5 * 0.2280 = 1.938 \frac{kN}{m}$ ,  $A_{enlucido} = 0.16m^2$ ,  $W_{enlucido} = 0.16 * 20 = 3.2 \frac{kN}{m}$ ,  $A_{acero} = 0.0024m^2$ ,  $W_{acero} = 0.0024 * 78.5 = 0.1884 \frac{kN}{m}$ ,  $W_{total} = 5.3264 \frac{kN}{m}$
- Muro 2:  $A_{hormigon armado} = 0.27m^2$ ,  $W_{hormigon armado} = 0.27 * 24 = 6.48 \frac{kN}{m}$
- Muro 3:  $W_{acero} = 0.1884 \frac{kN}{m}$ ,  $A_{hormigon armado} = 0.2507m^2$ ,  $W_{hormigon armado} = 0.2507 * 24 = 6.0168 \frac{kN}{m}$ ,  $W_{total} = 6.2052 \frac{kN}{m}$
- Muro 4:  $W_{bloques} = 1.938 \frac{kN}{m}$ ,  $W_{acero} = 0.1884 \frac{kN}{m}$ ,  $A_{enlucido} = 0.057m^2$ ,  $W_{enlucido} = 0.057 * 20 = 1.14 \frac{kN}{m}$ ,  $W_{total} = 3.2664 \frac{kN}{m}$

**Tabla 2.3. Ponderación para las 4 alternativas propuestas y selección de muro mejor adaptado. Fuente: (Propia)**

Descripción	Ponderación	Muro 1	Muro 2	Muro 3	Muro 4
Costo	<b>3</b>	2	1	1	2
Facilidad de construcción	<b>2</b>	2	1	1	2
Rendimiento a momentos	<b>2</b>	2	1	0	0
Peso	<b>3</b>	2	1	1	2
Efectividad total	<b>10</b>	<b>8</b>	4	3	6

La presente tabla, representa una ponderación de las 4 alternativas de muros analizados, donde se toma en cuenta los rubros de costo, facilidad de construcción, rendimiento a momentos, peso y efectividad. La calificación que se da a cada muro es sobre 10 en total, presente en el rubro de efectividad. El muro 1 de mampostería enchapada, y el muro 4 de mampostería simple, reciben una misma calificación en costo, ya que las mallas electrosoldadas no aportan de manera significativa en el precio total del muro, mientras que los muros 2 y 3 de hormigón armado son significativamente más caros. La facilidad de construcción que poseen los muros de mampostería es mucho más alta que las de hormigón armado debido al uso de encofrados. El rendimiento a momentos flectores de los muros a mampostería es pobre si no se ubican mallas electrosoldadas como en el caso del muro 1. Pueden fallar fácilmente a cortante y a flexión, dependiendo de la relación alto/ancho del muro. El peso de los bloques de mampostería, muros 1 y 2, son ligeros ya que son huecos, comparado con muros relleno de concreto armado como el muro 2 y 3. Sumando la ponderación para el muro 1, resulta en 8, la mayor calificación en comparación a los demás muros, así que será bajo estas propiedades del muro en las que se trabajará.

# CAPÍTULO 3

## 3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

### 3.1. Diseños

A continuación, se presenta los diseños que se realizaron con los respectivos resultados y comprobaciones, en el Anexo 1 “Memoria de Cálculo” se presentan los cálculos realizados para la obtención de resultados.

#### 3.1.1. Materiales

En el diseño de la superestructura del edificio se hará uso de perfiles metálicos para dar la forma de pórtico con las columnas, vigas principales, viguetas y cubierta. Las losas serán de hormigón armado y los muros estructurales se utilizará bloques de mampostería con un espesor de 8 cm, además de mallas electrosoldadas a los lados de los muros y su respectivo enlucido.

Para el diseño se tomará en cuenta las propiedades de los materiales que van de acuerdo con la normativa vigente, en este caso se consideró la NEC-SE-CG-CARGAS NO SÍSMICAS y NEC-SE-AC-ESTRUCTURAS DE ACERO, además de consideraciones de diseño de acuerdo con los materiales que se utilizarán en el sistema estructural.

Cabe recalcar que se hace el análisis para los dos edificios que se tiene, considerando que la geometría es casi similar entre los dos edificios por lo que los resultados serán parecidos entre los dos edificios.

### 3.1.2. Cargas gravitacionales

Para el diseño estructural del edificio que tiene cuatro pisos y subsuelo se considera el peso propio de los elementos estructurales, sobre carga y cargas vivas de acuerdo con la ocupación del edificio y carga viva por cubierta.

#### 3.1.2.1. Carga viva

De acuerdo con NEC-SE-CG-CARGAS NO SÍSMICAS la carga viva para un edificio que tendrá un uso para departamentos y para su cubierta se tiene la siguiente información:

**Tabla 3.1. Carga viva. Fuente: (Propia)**

Ocupación	Carga uniforme (kgf/cm <sup>2</sup> )
Departamentos	200
Cubierta (mantenimiento)	70

#### 3.1.2.2. Carga muerta

De acuerdo con NEC-SE-CG-CARGAS NO SÍSMICAS se consideraron las propiedades de peso para los materiales que se utilizarán teniendo:

**Tabla 3.2. Carga muerta por piso. Fuente: (Propia)**

Materiales	Carga uniforme (kgf/cm <sup>2</sup> )
Muros de mampostería	200
Baldosa / Bondex	22
Cielo raso	6.6
Instalaciones	20
Enlucido	110
Losa (hormigón)	240
Perfiles de acero	30
<b>Total</b>	<b>628,6</b>

**Tabla 3.3. Carga muerta para el último piso. Fuente: (Propia)**

<b>Materiales</b>	<b>Carga uniforme (kgf/cm<sup>2</sup>)</b>
Instalaciones	10
Cielo raso	6.6
Losa (hormigón)	240
Perfiles de acero	30
Enlucido	110
Total	366,6

### 3.1.3. Cortante Basal

De acuerdo con la NEC-SE-DS Peligro Sísmico, se determinan los valores correspondientes a cada uno de los factores a considerar con respecto a las características que presenta el sistema estructural, ubicación y tipo de suelo para sus respectivos cálculos. Teniendo como resultado:

**Tabla 3.4. Cargas sísmicas. Fuente: (Propia)**

Ubicación		Puyo
Tipo de suelo		E
Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño	Z	0,3
Coefficiente de amplificación de suelo	Fa	1,25
Desplazamientos para el diseño en roca	Fd	1,7
Comportamiento no lineal de lo suelos	Fs	1,7
Razón entre la aceleración espectral Sa a período estructural T	$\eta$	2,6
Coefficiente de importancia	I	1
Factor de reducción de resistencia sísmica	R	3
Coefficiente de regularidad en planta	$\emptyset_p$	1
Coefficiente de regularidad en elevación	$\emptyset_e$	1
Altura en m	Hn	13,5
Coefficiente que depende del tipo de edificio	Ct	0,073
Impedancia del semi espacio	$\alpha$	0,75
Período límite de vibración en	Tc	1,272 seg
Factor usado en el espectro de diseño elástico	r	1,5

Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño	To	0,231 seg
Espectro de diseño en aceleración	Sa(Ta)	0,975
Carga sísmica reactiva	W	564,6 ton

La expresión para determinar el cortante basal:

$$V = \frac{I * Sa(Ta)}{R * \emptyset p * \emptyset e} * W \quad (3.1)$$

$$V = 163,52 \text{ ton}$$

**Tabla 3.5. Distribución de cortante basal. Fuente: (Propia)**

Nivel	Altura	Wx (T)	Dirección X				Dirección Y			
			Wx*hx^K	Cvx	Fx (T)	Vx (T)	Wx*hy^K	Cvy	Fy (T)	Vy (T)
5	13,5	70,53	969,66	0,226	37,017	37,02	969,66	0,2264	37,017	37,017
4	10,8	121,01	1328,86	0,310	50,730	87,75	1328,86	0,3102	50,730	87,747
3	8,1	121,01	994,64	0,232	37,971	125,72	994,64	0,2322	37,971	125,718
2	5,4	121,01	661,21	0,154	25,242	150,96	661,21	0,1544	25,242	150,960
1	2,7	121,01	329,01	0,077	12,560	163,52	329,01	0,0768	12,560	163,52

### 3.1.4. Modelación del edificio en SAP2000

A continuación, se presenta algunas vistas del modelo realizado en el programa:

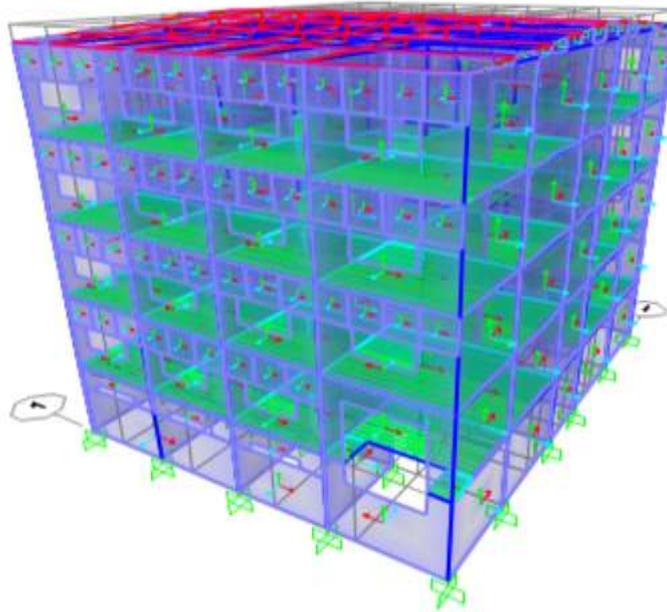


Ilustración 3.1. Vista en 3D de la modelación. Fuente: (Propia)

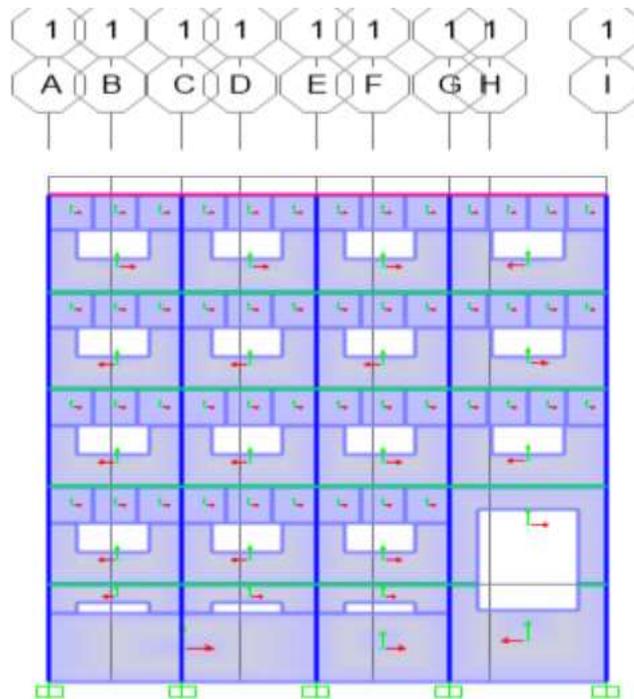


Ilustración 3.2. Vista lateral de la modelación. Fuente: (Propia)

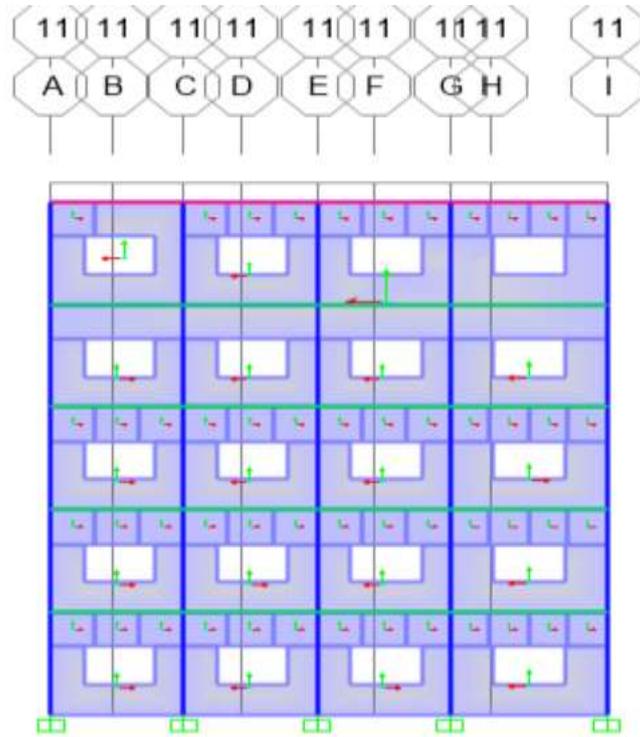


Ilustración 3.3. Vista lateral de la modelación. Fuente: (Propia)

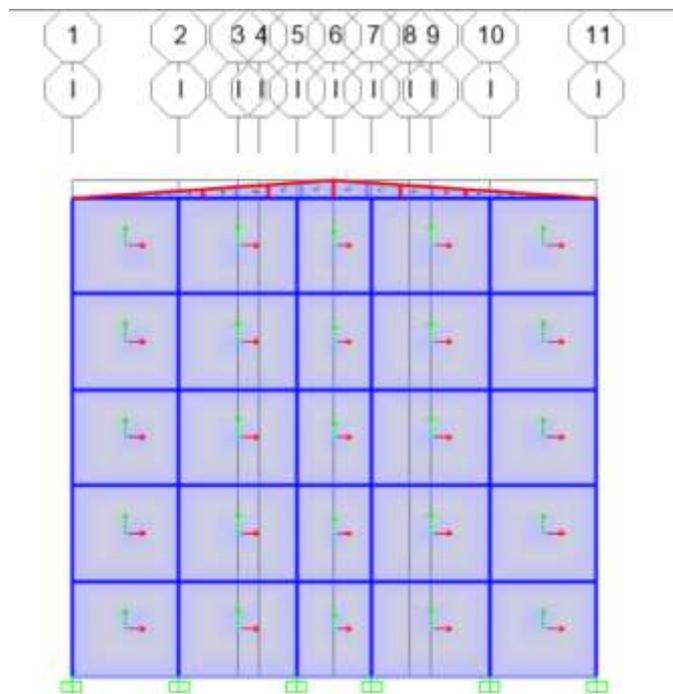
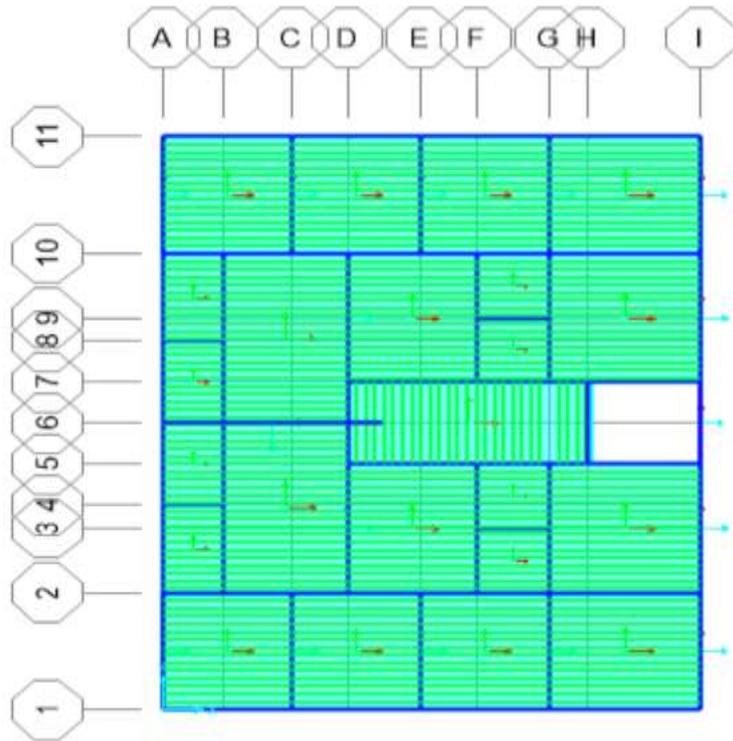
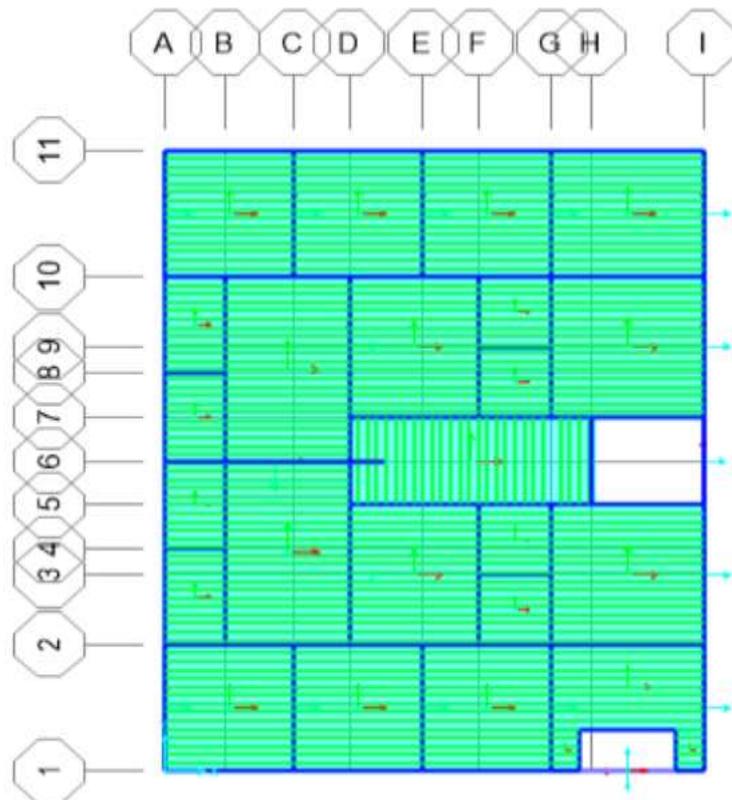


Ilustración 3.4. Vista lateral de la modelación. Fuente: (Propia)



**Ilustración 3.5. vista en planta de la modelación. Fuente: (Propia)**



**Ilustración 3.6. Vista en planta de la modelación. Fuente: (Propia)**

### 3.1.5. Análisis modal espectral

#### 3.1.5.1. Participación de masas

Con respecto a la participación de masas de toda la estructura se espera que se cumpla con más del 90% para garantizar una buena distribución de masa, esto depende mucho del diseño arquitectónico y la disposición de elementos estructurales. Para los dos edificios diseñados se tiene una participación que supera el 90% como se muestra a continuación:

**Tabla 3.6. Participación de masa. Fuente: (Propia)**

<b>Estructura</b>	<b>Dirección</b>	<b>Participación de masa (%)</b>
Bloque 1	X	94.0052
	Y	92.6652
Bloque 2	X	94.0052
	Y	92.6652

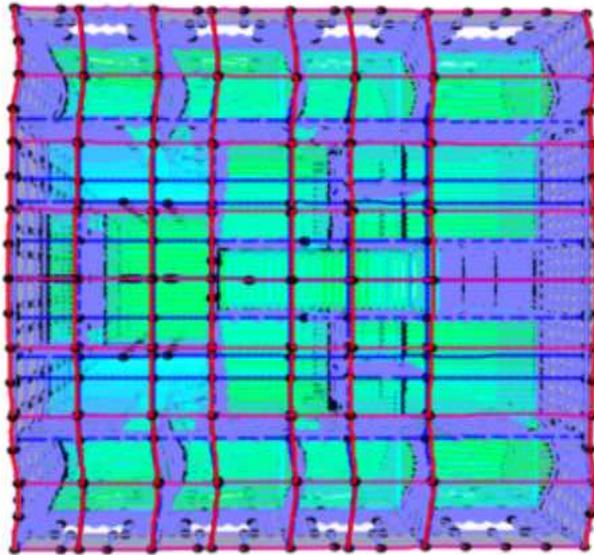
#### 3.1.5.2. Periodos y modos de vibración

Para los dos edificios se determinó los modos y periodos de vibración, teniendo como resultado periodos de 0.092 en el primer modal y menores para el siguiente, esto se debe a que tenemos un edificio casi cuadrado donde cada una de sus plantas son regulares y el número de muros de la estructura hacen que el sistema sea rígido, los periodos esperados eran mayores a 0.12 hasta 0.20, considerando que es la misma estructura y los resultados serán los parecidos se los presenta en la siguiente tabla teniendo:

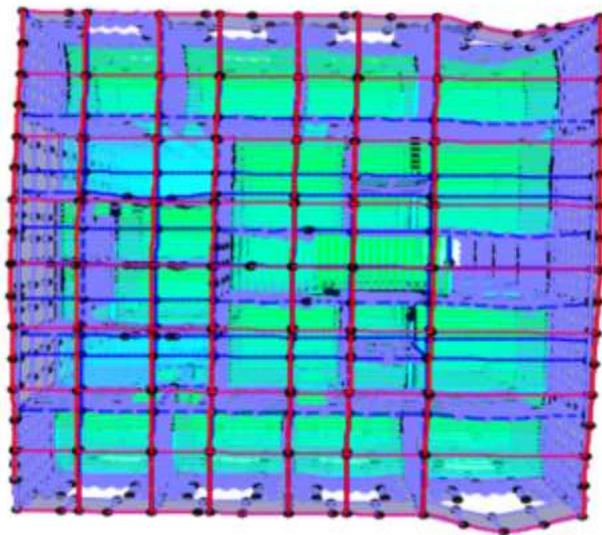
**Tabla 3.7. Periodos obtenidos de la modelación. Fuente: (Propia)**

	<b>Nº de Modal</b>	<b>Periodo T(s)</b>
MODAL	1	0,091556
MODAL	2	0,075187
MODAL	3	0,066138
MODAL	4	0,061054
MODAL	5	0,060986
MODAL	6	0,056661
MODAL	7	0,054136
MODAL	8	0,053617
MODAL	9	0,053168
MODAL	10	0,052789
MODAL	11	0,052404
MODAL	12	0,051216

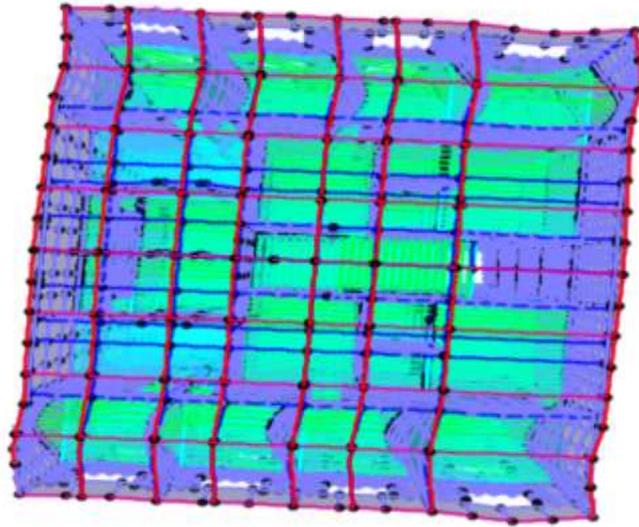
Teniendo en los dos primeros modales traslación en el sentido X y en el sentido Y respectivamente y en el tercer modal rotación.



**Ilustración 3.7. Modal N°1: Traslación en X. Fuente: (Propia)**



**Ilustración 3.8. Modal N°2: Traslación en Y. Fuente: (Propia)**



**Ilustración 3.9. Modal N°3: Rotación. Fuente: (Propia)**

### 3.1.6. Derivas

De acuerdo con lo que se establece en la NEC-SE-DS Peligro Sísmico respecto a las derivas máximas permitidas tenemos:

$$\Delta_M = 0,75R\Delta_E$$

Dónde:

- $\Delta_M$  Deriva máxima inelástica
- $\Delta_E$  Desplazamiento obtenido en aplicación de las fuerzas laterales de diseño reducidas
- R Factor de reducción de resistencia (véase la sección 6.3.4)

**Ilustración 3.10. Derivas Máximas. Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)**

Considerando que para las estructuras con muros de mampostería se tiene derivas máximas de 0.01, establecido por normativa, por lo que las derivas máximas obtenidas deben ser menor a ese valor.

**Tabla 3.8. Derivas máximas en X. Fuente: (Propia)**

	U1 (m)	Deriva máxima	Cumple
SISMO X	0,000158	1,58333E-05	SI
SISMO X	0,000139	2,58333E-05	SI
SISMO X	0,000108	0,0000325	SI
SISMO X	0,000069	3,33333E-05	SI
SISMO X	0,000029	2,41667E-05	SI

**Tabla 3.9. Derivas máximas en Y. Fuente: (Propia)**

	U1(m)	Deriva máxima	Cumple
SISMO Y	8,994E-07	8,30833E-08	SI
SISMO Y	7,997E-07	-8,3333E-11	SI
SISMO Y	7,998E-07	-8,2417E-08	SI
SISMO Y	8,987E-07	5,25667E-07	SI
SISMO Y	2,679E-07	2,2325E-07	SI

### 3.1.7. Elementos estructurales

#### 3.1.7.1. Muros enchapados

- Índice de densidad de los muros en dirección x – y (d%)

Para el sistema estructural de los muros enchapados de acuerdo con la normativa se espera que sea mayor a 1.5%, teniendo como resultado lo siguiente:

$$dx(\%) = 5.07$$

$$dy(\%) = 5.17$$

- Cuantía

La cuantía para el muro enchapado se consideró una que supere el 0.0025, y de acuerdo con la malla electrosoldada escogida se tiene:

**Tabla 3.10. Detalle de malla electrosoldada y cuantía. Fuente: (Propia)**

Malla electrosoldada	Φ 4mm con espaciamiento de (15x15) cm
Área transversal de varilla (As)	0.126 cm <sup>2</sup>
Nº de varillas en 1 m	7
Enlucido	3 cm
Área transversal de 7 varillas (AsT)	0.882 cm <sup>2</sup>
Área de enlucido (Ag)	300cm <sup>2</sup>
Cuantía (ρ)	0.003

- Flexo compresión

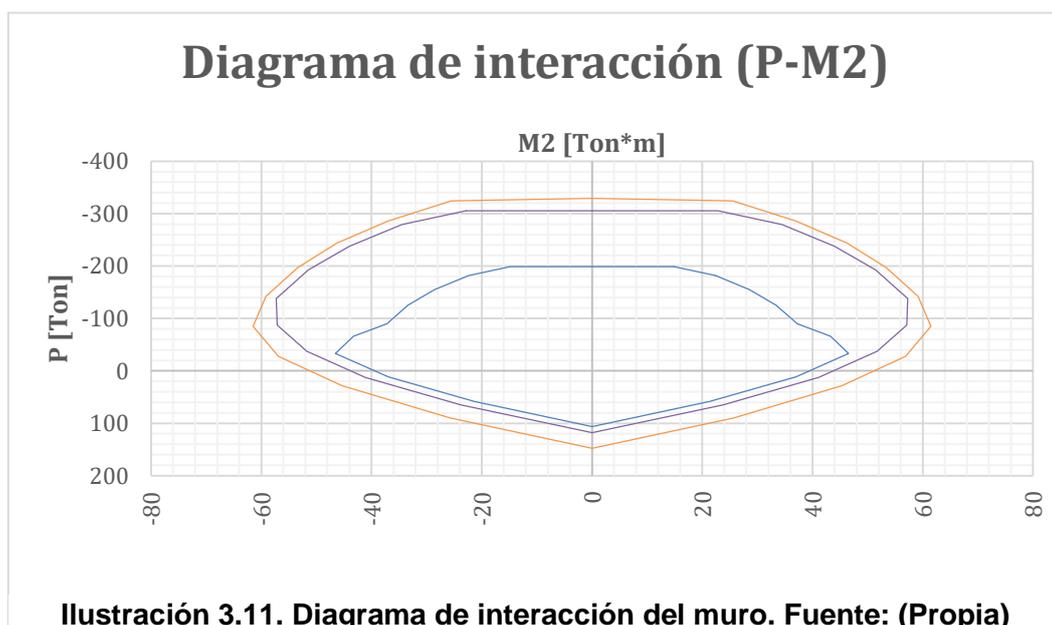
El flexo compresión es el efecto que se produce en el muro por compresión y tracción debido a las cargas que está sometido. Por lo general la compresión es resistida por el hormigón que en este caso tenemos los bloques de mampostería y los enlucidos en el muro y la tracción por el refuerzo de la malla electrosoldada.

Es importante tener en cuenta el Diagrama de Interacción, puesto que es una representación gráfica sobre el comportamiento del muro, donde la resistencia a flexo compresión está definida por el área dentro de la curva.

Considerando los resultados obtenidos de la modelación en el programa SAP 2000, se toman los datos de momento y carga axial generados por la estructura. En donde se verificó que el muro más crítico se encuentra dentro del rango de capacidad Flexo-compresión.

**Tabla 3.11. Resultados de cortantes y momentos. Fuente: (Propia)**

$\phi P_n$ (Ton)	$\phi M_n$ (Ton-m)	$P_n$ (Ton)	$M_n$ (Ton-m)	$P_r$ (Ton)	$M_r$ (Ton-m)
-198,7	0,0	-305,6	0,0	-329,2	0,0
-198,7	14,9	-305,6	22,9	-324,2	25,5
-181,7	22,4	-279,5	34,5	-285,9	37,0
-154,8	28,6	-238,1	44,0	-243,7	46,2
-125,2	33,4	-192,6	51,4	-197,0	53,4
-89,5	37,2	-137,7	57,3	-141,9	59,1
-66,0	43,3	-87,1	57,1	-84,8	61,5
-33,4	46,6	-37,1	51,7	-27,8	56,9
11,5	37,0	12,8	41,1	28,5	45,3
58,4	21,4	64,9	23,8	89,9	25,7
106,3	0,0	118,1	0,0	147,6	0,0



Para la comprobación por corte se considera el valor de corte último el cual se lo obtiene del programa y corte nominal el cual se lo determina mediante fórmula considerando las dimensiones del muro y un factor de corte de 0.6. Teniendo como resultados:

$$V_u = 5.164 \text{ tonf}$$

$$\phi V_n = 14.93 \text{ tonf}$$

Donde:

$$V_u \leq \phi V_n$$

Entonces el muro cumple a corte.

### **3.1.5.2. Columnas, vigas y viguetas**

Para las columnas y vigas se utilizan perfiles de acero HSS (100x100x3) mm, formando pórticos que se conectan a los muros de mampostería por conexiones y al enlucido, siendo estos perfiles parte del sistema de muros. Para las viguetas se usaron perfiles HSS (80x40x2) mm. El sistema es OMF, por lo que las comprobaciones de esbeltez de los perfiles para vigas y columnas es irrelevante por tratarse de un sistema de alta resistencia y baja ductilidad. Pero si se da importancia a las verificaciones para compresión y relación de demanda de fuerzas externas y la capacidad de flexión de las secciones, teniendo resultados satisfactorios.

## 3.2. Especificaciones técnicas

### 3.2.1. Normas aplicadas

- Norma Ecuatoriana de la Construcción: Peligro sísmico, diseño sismo resistente, “En este capítulo se presentan los requerimientos y metodologías aplicados al diseño sismo resistente de edificios principalmente, y, a otras estructuras; sus conceptos se complementan con normas extranjeras reconocidas. Este capítulo facilita a los calculistas, diseñadores y profesionales del sector de la construcción, las herramientas de cálculo, en base a conceptos de Ingeniería Sísmica que permita discernir las hipótesis planteadas para cada modelo dependiendo del tipo de estructura que se trabaje” (NEC-SE-DS, 2015).
- Norma Ecuatoriana de la Construcción: Estructuras de acero, Las Disposiciones incluidas en el presente capítulo están organizadas de la siguiente manera (NEC-SE-AC, 2015):

	INTRODUCCION
<b>GENERALIDADES</b>	DEFINIFICIONES
<b>UNIDADES Y SIMBOLOGIA</b>	
	NORMATIVAS ECUATORIANAS DE LA CONSTRUCCIÓN
<b>CONTEXTO NORMATIVO</b>	NORMAS EXTRANJERAS USADAS PARA LA NORMA NEC - SE - DS DE LAS NEC
<b>ALCANCE Y CONSIDERACIONES GENERALES</b>	
<b>BASES DE CÁLCULO Y ESTADOS LIMITES</b>	
<b>DISEÑO DE MIEMBROS</b>	
	PEM
	PEAC
<b>DISEÑO DE PÓRTICOS</b>	PAE
<b>CONEXIONES</b>	
<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	
<b>REFERENCIAS</b>	
<b>APÉNDICES</b>	

**Ilustración 3.12. Generalidades para la NEC-SE-AC, 2015**

- Norma Ecuatoriana de la Construcción: Cargas (No sísmicas). “El NEC-SE-CG trata de las cargas permanentes, variables y sus combinaciones. Otras cargas no serán incluidas en los cálculos. Las autoridades competentes están en la obligación de ordenar la realización de los ensayos para determinar aquellas propiedades indispensables en los materiales y verificar que estos cumplan con las especificaciones y normas correspondientes” (NEC-SE-CG, 2015).
- Norma Ecuatoriana de la Construcción: Estructuras de hormigón armado. “En el diseño de hormigón estructural, el diseño elementos se sustenta en una resistencia adecuada, siguiendo las disposiciones del presente capítulo, haciendo uso de factores de carga reducción de resistencia  $\phi$  especificados. Todo elemento de pórticos o estructuras continuas debe diseñarse para el cumplimiento con la resistencia de los efectos máximos producidas por las cargas mayoradas determinadas de acuerdo con la teoría del análisis elástico” (NEC-SE-HM, 2015).
- Norma Ecuatoriana de la construcción: Geotecnia y Cimentaciones. “El objetivo general es de establecer los requisitos para proporcionar criterios básicos a utilizarse en los estudios geotécnicos para edificaciones, en base a la investigación del subsuelo, geomorfología del sitio y las características estructurales de la edificación en interés con el objetivo de proveer recomendaciones geotécnicas de diseño para cimentaciones futuras” (NEC-SE-AC, 2015).

### **3.2.2. Códigos**

- ACI 318-19: Requisitos del Código de Construcción para Hormigón Estructural. “El propósito de este Código es proporcionar la salud y seguridad mediante el establecimiento de requisitos mínimos de resistencia, estabilidad, facilidad de servicio, durabilidad e integridad de Estructuras de hormigón” (American Concrete Institute , 2019)

### **3.2.3. Elementos:**

- Acero estructural A36: La característica principal del acero A36 es su contenido de carbono, al tener un 0.29% dentro de su composición, se lo considera acero suave. Dentro de sus propiedades químicas se tiene:

**Tabla 3.12. Propiedades químicas de acero estructural A36. Fuente: (Propia)**

Composición Química (% , ≤) para-Formas							
Acero	C	Si	Mn	P	S	Cu	
ASTM A36	0,26	0,40	no requirement	0,04	0,05	0,20	
Composición química (% , ≤), para placas de acero, ancho > 380 mm (15 pulg.)							
Acero	C	Si	Mn	P	S	Cu	Espesor (d), mm (pulg.)
ASTM A36	0,25	0,40	Sin requisitos	0,03	0,03	0,20	d ≤ 20 (0,75)
	0,25	0,40	0,80-1,20	0,03	0,03	0,20	20 < d ≤ 40 (0,75 < d ≤ 1,5)
	0,26	0,15-0,40	0,80-1,20	0,03	0,03	0,20	40 < d ≤ 65 (1,5 < d ≤ 2,5)
	0,27	0,15-0,40	0,85-1,20	0,03	0,03	0,20	65 < d ≤ 100 (2,5 < d ≤ 4)
	0,29	0,15-0,40	0,85-1,20	0,03	0,03	0,20	> 100 (4)
Composición química (% , ≤), para placas y barras de acero, ancho ≤ 380 mm (15 pulg.)							
Acero	C	Si	Mn	P	S	Cu	Espesor (d), mm (pulg.)
ASTM A36	0,26	0,40	Sin requisitos	0,04	0,05	0,20	d ≤ 20 (0,75)
	0,27	0,40	0,60-0,90	0,04	0,05	0,20	20 < d ≤ 40 (0,75 < d ≤ 1,5)
	0,28	0,40	0,60-0,91	0,04	0,05	0,20	40 < d ≤ 100 (1,5 < d ≤ 4)
	0,29	0,40	0,60-0,92	0,04	0,05	0,20	> 100 (4)

Dentro de sus propiedades mecánicas se tiene:

**Tabla 3.13. Propiedades mecánicas de acero estructural A36. Fuente: (Propia)**

Propiedades Mecánicas Acero A36	Notas

Resistencia a la tracción, MPa (ksi)	400-550 (58-80)	Placas de acero, formas y barras
Limite elastico (Esfuerzo de fluencia), MPa (ksi), $\geq$	250 (36)	Espesor $\leq$ 200mm (8 pulg.)
	220 (32)	Espesor de placas de acero > 200mm (8 pulg.)
Elongación, %, $\geq$	20	Placas y barras en 200 mm (8 pulg.)
	23	Placas y barras en 50 mm (2 pulg.)
Dureza Brinell, HBW	119-162	Basado en la conversión de resistencia a la tracción
Módulo de elasticidad, GPa (ksi)	200 (29×10 <sup>3</sup> )	–
Prueba de impacto Charpy con muesca en V, J (ft·lbf), $\geq$	27 (20)	Formas estructurales, ubicación alternativa del núcleo
Módulo de corte, GPa (ksi)	79,3 (11,5×10 <sup>3</sup> )	–
Fy del acero A36 (Limite de fluencia), MPa (ksi), $\geq$	250 (36)	–

Dentro de sus propiedades físicas se tiene:

- Punto de fusión oscila entre 1425 °C y 1538 °C
  - Su densidad: 7,85 g/cm<sup>3</sup>
  - El módulo de elasticidad del Acero A36: 200 GPa
  - Relación de Poissons: 0,26 (Material Mundial, 2023)
- Hormigón  $f'_c=210$ : Hormigón con resistencia a fuerzas de compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Propiedades del hormigón en estado endurecido:
    - **Densidad:** Para un hormigón bien compactado el valor oscila entre 2300- 2500 kg/m<sup>3</sup>. Si se usan áridos ligeros, la densidad oscila entre 1000-1300 kg/m<sup>3</sup>. Y si se usan áridos pesados la densidad oscila entre 3000-3500 kg/m<sup>3</sup>.

- **Resistencia:** El hormigón presenta resistencia a las acciones de compresión, tracción y desgaste. La resistencia a compresión llega a valores de 50 Mpa en hormigones normales y 100 Mpa. en hormigones de alta resistencia (DEHORMIGON, 2022).
- Perfil HSS de acero estructural: El perfil HSS se define como un acero estructural que cuya estructura es de tubo hueco formado en frío.  
Especificaciones técnicas del perfil HSS: Las especificaciones del perfil HSS son las siguientes:
  - Su relación resistencia-peso, y fuerza es uniforme.
  - Excelente comportamiento a la torsión.
  - Material posee una facilidad en la colocación de pintura.
  - Su resistencia es considerablemente mayor a aquellos perfiles que son abiertos.
  - Su implantación en obra reduce los costos de construcción.
  - Ofrece gran resistencia estructural.
  - Al rellenarse con concreto se mejora su resistencia al fuego.
  - Se puede fabricar en medidas especiales (MaxAcero, 2021).
- Malla electrosoldada: Elemento estructural formado por varillas lisas o corrugadas en varios diámetros dispuestas perpendicularmente formando recuadros regulares y unidas por un proceso de electrosoldado. Su presentación se da en 6,15x2,44 metros. La descripción del perfil con su diámetro, apertura y peso se presenta en la siguiente tabla:

Descripción	Diámetro de varilla mm	Apertura cm	Peso kg/unidad	Peso kg/m <sup>2</sup>
R - 64	3.5	15 x 15	15.17	1.01
R - 126	4	10 x 10	29.48	1.97
R - 84	4	15 x 15	19.81	1.32
R - 106	4.5	15 x 15	25.07	1.67
R - 196	5	10 x 10	46.06	3.07
R - 131	5	15 x 15	30.95	2.06
R - 238	5.5	10 x 10	55.72	3.71
R - 158	5.5	15 x 15	37.45	2.50
R - 283	6	10 x 10	66.32	4.42
R - 188	6	15 x 15	44.57	2.97
R - 257	7	15 x 15	66.66	4.44
	8	10 x 10	117.9	7.86
R - 335	8	15 x 15	79.20	5.28

**Ilustración 3.13. Diámetro, apertura y peso para mallas electrosoldadas**

- Mortero premezclado: Producto que satisface diversas necesidades de la construcción además de ser ideal para trabajos de albañilería por su facilidad de colocación en obra. Su producción es industrial, donde se dosifica cuidadosamente cada material, lo que da como resultado un producto uniforme, con calidad y resistencia controlada. Algunas de sus propiedades son:
  - Su resistencia ronda entre los valores de 100 y 200 kg/cm<sup>2</sup>.
  - La edad de su garantía puede ser de 7, 14 ó 28 días.
  - La Colocación del material se la realiza mediante tiro directo o bomba de concreto en obra.
  - El revenimiento oscila entre los 14 y 18 centímetros.
  - Su peso volumétrico oscila entre los valores de 1900 y 2,100 kg/m<sup>3</sup>

#### **3.2.4. Dimensiones**

- Columnas: HSS 100X100X3 mm.
- Vigas: HSS 100X100X3 mm.
- Correas: HSS 100x50x3 mm.
- Nervios: HSS 80x40x3 mm.
- Losa: e=155 mm.
- Mallas electrosoldadas: 6.15 x 2.44 m.

### 3.2.5. Actividades

#### ***Trazado, limpieza y desbroce:***

Descripción: Este ítem se refiere a la limpieza de terreno cuyo objetivo es sacar toda vegetación existente en el terreno de construcción.

Ejecución:

- Extraer los troncos, tocones y raíces.
- Retirar la vegetación superficial (hierba, maleza o residuos de sembradíos).
- Retirar fuera de la obra o terreno del producto de las actividades anteriores.
- Delimitar el área de construcción con los caballetes para luego realizar el trazado.
- Si la nivelación se hace con manguera, utilizar una manguera plástica y transparente; a mayor longitud mejor funciona (no menos de cinco metros de largo). Teniendo en cuenta que la manguera no debe tener burbujas.
- Colocar en ambos extremos un collar de alambre dulce; cuando no se utilice se dobla para que no se salga el agua.

Medida y forma de pago: Se pagará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), calculados con base en levantamientos topográficos efectuados antes de ejecutar la obra y el pago se hará por precios unitarios ya establecidos en el contrato que incluyen herramienta, mano de obra, equipos y transporte necesario para su ejecución.

#### ***Excavación:***

Descripción: Este ítem se refiere a los movimientos de tierra es decir retirar volúmenes de tierra u otros materiales dejando el espacio libre donde serán colocadas las: cimentaciones, entre otras estructuras que se presentan en los planos.

Ejecución:

- Para determinar el nivel base, se considera la profundidad de la red pública de desagües, vías, veredas y otros, para que la construcción quede por encima de esos niveles.
- La excavación de las zanjas se realiza de acuerdo con el trazo, respetando los anchos y profundidades indicados en los planos.

- La profundidad de excavación nunca debe ser menor a 80 cm. Los anchos generalmente varían entre 40 y 50 cm en suelos duros y entre 50 y 60 cm en suelos sueltos o blandos (arenas sueltas o arcillas blandas).

Medida y forma de pago: Se pagará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de tierra removida, calculados con base en levantamientos topográficos efectuados antes de ejecutar la obra y el pago se hará por precios unitarios ya establecidos en el contrato que incluyen herramienta, mano de obra, equipos y transporte necesario para su ejecución.

### ***Columnas y vigas de acero estructural***

Descripción: Este ítem se refiere a colocación, ensamblaje y conexión de las columnas con otros elementos estructurales.

Ejecución:

- Localizar la ubicación de la columna sobre el pedestal de la zapata o el punto en losa
- Conectar la cimentación con una placa de acero cuadrada, dependiendo de la sección de acero que entrara en contacto con esta. La placa se recomienda que tenga más de 5 milímetros para separación de los bordes externos del perfil tratado.
- Marcar las columnas de acero estructural, con los niveles que se ocuparan en cada entrepiso, considerando el espesor de la losa que se fundirá y las vigas de acero que se conectaran a ellas.
- Realizar la soldadura entre perfiles de columnas de acero, considerando la maquinaria con punta de acero no sumergida, esta operación debe ser realizada con personal capacitado.
- Los procesos de soldadura deben verificarse cualitativamente y cuantificarlos, los sonidos y la prueba de inspección visual pueden resultar en una calificación tentativa del proceso de soldado.
- La soldadura trabajada debe considerar la progresión vertical del soldado que sigue, el tipo de gas combustible, el modo de transferencia del soldado y que tipo de corriente se utilizó.

Medida y forma de pago: La unidad de medida de pago será el peso en (kg) si las dimensiones transversales de las columnas son constantes, se tomará según los metros horizontales de cada columna y se construirá y aprobará la interventoría, considerando las dimensiones de esta y su mano de obra especializada en soldadura.

### ***Correas de acero estructural***

Descripción: Este ítem se refiere a colocación, ensamblaje y conexión de las correas de acero con otros elementos estructurales

Ejecución:

- Localizar la ubicación de la correa en la marcación de la columna de acero colocada
- Conectar la correa de acero a la columna, mediante soldadura, considerando los espacios destinados para la colocación.
- Es importante que los procesos de soldadura deben verificarse cualitativamente y cuantificarlos, los sonidos y la prueba de inspección visual pueden resultar en una calificación tentativa del proceso de soldado, este un proceso realizado por una persona capacitada y que sabe del tema.
- La soldadura trabajada debe considerar la progresión vertical del soldado que sigue, el tipo de gas combustible, el modo de transferencia del soldado y que tipo de corriente se utilizó.

Medida y forma de pago: La unidad de medida de pago será en peso (kg) si las dimensiones transversales de las correas son constantes, la medida se tomará de acuerdo con la cantidad de metros horizontales de cada viga y será debidamente construida y aprobada por la interventoría, teniendo en cuenta las dimensiones de ésta y su mano de obra especializada en soldadura.

### ***Colocación de mampostería***

Descripción: Este ítem se refiere a la construcción de muros de mampostería con los bloques de cemento, colocados según las indicaciones en los planos arquitectónicos realizados.

Ejecución:

- Se prepara el mortero con: arena, cemento y agua considerando estándares de calidad.
- Se prepara los bloques para su colocación considerando las hiladas y que todo quede a nivel o aplomados.
- Se coloca los bloques sobre la capa de mortero considerando el espesor adecuado de mortero.

Medida y forma de pago: La unidad de medida de pago será el número de metros cuadrados (m<sup>2</sup>) considerando las dimensiones de muros. El pago se hará por precios unitarios ya establecidos en el contrato que incluyen herramienta, materiales, mano de obra, equipos y transporte necesario para su ejecución.

### ***Enlucido de muros***

Descripción: Este ítem se refiere a la colocación de mortero que se utiliza sobre la malla electrosoldada y muros de mampostería, que va de acuerdo con las descripciones indicadas en los planos arquitectónicos, en las especificaciones particulares o definidas en el diseño.

Ejecución:

- Ubicar lugar de trabajo.
- Se limpia la superficie donde se va a colocar el enlucido
- Humedecerse completamente la superficie de bloques de mampostería.
- Pasar niveles a una altura más o menos de 1 metro tomando como referencia el nivel del piso, estos niveles se pasan con una manguera transparente llena de agua que indicara la misma altura en los puntos que se tomen como referencia.
- Los puntos de referencia se deben colocar en las esquinas, a unos 15 centímetros de separados de las paredes, colocando hilos en cuadro para ubicar puntos intermedios a lo largo de la boquilla o regla a utilizar.
- Preparar la mezcla de mortero según las proporciones indicadas por interventoría añadiendo la cantidad suficiente de impermeabilizante a la mezcla.

- A partir de los puntos de referencia medir hacia el piso la altura teniendo en cuenta las respectivas pendientes que llevara el piso en todos los puntos y coloco con mortero unas guías maestras horizontales a distancias máximas de 2 metros con espesor de 1,5 a 2 cm, el con fin de obtener pañetes perfectamente hilados, plomados y reglados.
- Luego de obtener el fraguado inicial de las guías o fajas maestras, se procede a aplicar el mortero fuertemente sobre el piso a base de pala.
- Esparcir el mortero que se ha colocado sobre el piso con la ayuda de reglas de madera que se apoyaran sobre las guías o fajas maestras.
- Ejecutar juntas de control y o dilataciones, de construcción y unión de elementos estructurales y no estructurales.
- Moldear los filos si la interventoría lo requiere.
- Verificar niveles, alineamientos y pendiente para aprobación.
- Aplicar agua con manguera para curar las superficies frisadas en una frecuencia de al menos de cinco veces al día, durante al menos siete (7) días.

Medida y forma de pago: La unidad de medida de pago será por metro cuadrado (M2) de alistado de piso con mortero impermeabilizado realizado, con aproximación a dos decimales, de mortero impermeabilizado de nivelación correctamente colocado y aceptado por la interventoría. El pago se hará por precios unitarios ya establecidos en el contrato que incluyen herramienta, materiales, mano de obra, equipos y transporte necesario para su ejecución.

# CAPÍTULO 4

## 4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

### 4.1. Descripción del proyecto

El proyecto tiene como objetivo realizar el diseño y análisis de la superestructura con muros portantes de un edificio de 4 niveles y subsuelo. Considerando factores importantes como el alto riesgo sísmico de la zona en la que se construirá el edificio y la baja capacidad portante del suelo.

El terreno donde será construido el edificio tiene 700 metros cuadrados y está ubicado en la provincia de Pastaza en el Puyo. La construcción será en la zona urbana de la ciudad por lo que es importante considerar las normativas de construcción para evitar problemas con las respectivas autoridades.

La importancia del diseño y construcción de estructuras resiliente, es decir funcionales y seguras durante y después de un sismo se relaciona con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en específico con el noveno que tiene que ver con “Industria, Innovación e Infraestructura”. Por otro lado, el 40% de las emisiones de CO<sub>2</sub> son producto del sector de la construcción y su cadena productiva, factor que debería ser considerado en la planificación y diseño como un aporte a las medidas para reducir los efectos de la emisión de los gases de efecto invernadero (GEI); relacionado con el objetivo 13 de la lista de los ODS que es “Acción por el Clima”

Para la industria de la construcción la sostenibilidad se ha convertido en un reto pues los factores debido a que en el diseño se debe incluir los factores: sociales, ambientales y económicos. En capítulos anteriores se analizaron la parte social que tiene que ver con la seguridad de usuarios y el tema económico para escoger la mejor alternativa. Para el análisis ambiental se pretende considerar un indicador que refleje la emisión de GEI, como la huella de carbono haciendo el análisis del ciclo de vida de materiales y procesos constructivos.

## **4.2. Línea base ambiental**

### **4.2.1. Medio físico – químico**

#### **4.2.1.1. Clima**

La ciudad del Puyo se ubica en la región Oriente del Ecuador, en donde la temperatura varía generalmente entre los 18 °C y 28 °C en todo el año; manteniendo una temperatura templada de octubre a febrero y la temperatura más fresca de junio al mes de agosto, considerándose un clima lluvioso tropical. Con una precipitación promedio anual de 234mm.

#### **4.2.1.2. Suelo**

De acuerdo con la información sobre el tipo de suelo del predio en el que se va a realizar el proyecto se conoce que se tiene estratos de suelo arcilloso, blando con una baja capacidad portante.

### **4.2.2. Medio físico – biótico**

#### **4.2.2.1. Flora**

La región amazónica se caracteriza por la gran extensión de sus bosques y selvas. La ciudad del Puyo se ubica cerca de una selva pluvial que cuenta con más de 3000 especies de: flores, palmas, helechos, plantas de hojas grandes, plantas medicinales y árboles gigantes de uso medicinales e industriales para madera.

#### **4.2.2.2. Paisaje**

La zona urbana del Puyo cubre una gran extensión en donde se puede observar casas y edificios de hormigón armado, casas o estructuras pequeñas de madera. La ciudad se ubica la orilla del río Puyo y se encuentra rodeada por la vegetación de las selvas de la Amazonía, convirtiéndose en un atractivo turístico.

### 4.2.3. Medio Social

#### 4.2.3.1. Red vial

Red Vial Estatal para Pastaza: E30: Límite provincial Tungurahua (Río Negro) – Mera – Puyo; E45: Límite provincial Napo (Capricho) – Puyo; y, E45: Puyo – Puente Río Pastaza.

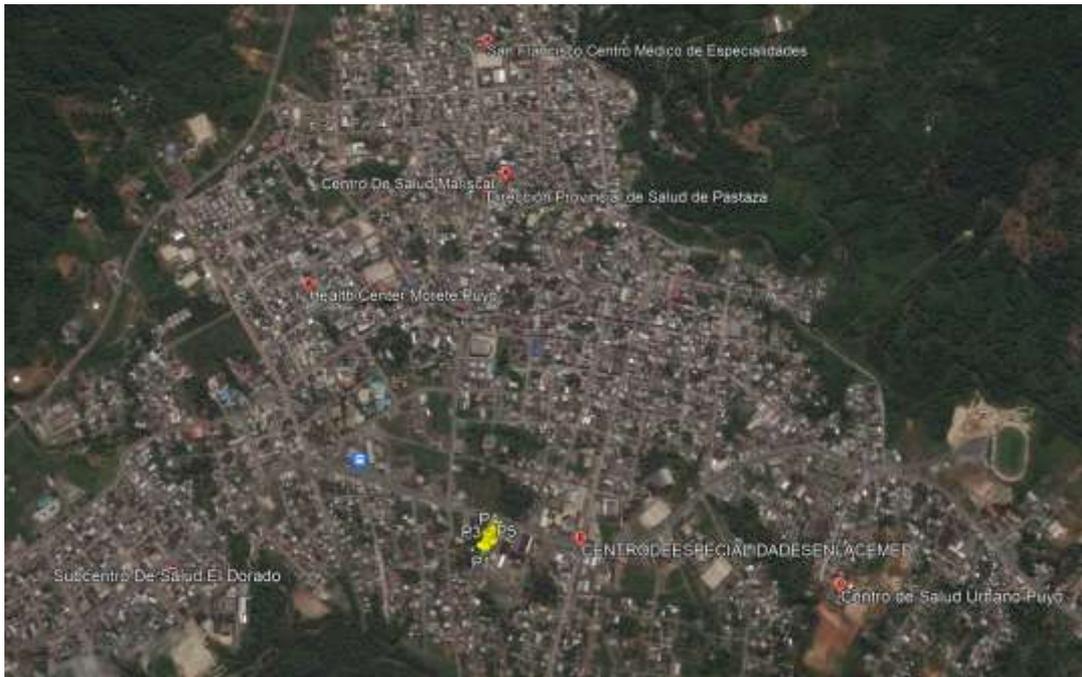


**Ilustración 4.1. Red vial estatal arterial y colectora E30 y E45 para la ciudad del Puyo en la provincia de Pastaza**

Las calles colindantes al punto de ubicación del proyecto son mayormente pavimentadas, con una vía de acceso al edificio, conectada a la vía colectora E45, nombrada en la provincia como “Av. Alberto Zambrano”, la circulación de carros livianos y pesados es constante.

#### 4.2.3.1. Salud y comodidad

Los centros de salud en la ciudad del Puyo son: “San Francisco Centro Médico de Especialidades”, “Centro de Salud Mariscal Dirección Provincial de Salud de Pastaza”, “Health Center Morete Puyo”, “Subcentro de Salud El Dorado”, “Centro de Salud Urbano Puyo”, “Centro de Especialidades ENLACEMED”, siendo esta última la más cercana a la zona de construcción con 280 metros.



**Ilustración 4.2. Centros de Salud en la ciudad del Puyo, provincia de Pastaza. Fuente: (Propia)**

### 4.3. Actividades del proyecto

En la descrita sección se identifican aquellas acciones que posiblemente generen un impacto ambiental en la ejecución del proyecto, por lo cual se lo secciona en fases, describiendo el labor y acciones tomadas, junto a la categorización CCAN por actividad.

**Tabla 4.1. Código CCAN y categoría para actividades relacionadas a la construcción. Fuente: (Guía Oficial de Trámites y Servicios, 2014)**

CÓDIGO CCAN	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	CATEGORÍA (I, II, III, IV)
23	CONSTRUCCIÓN	
23.3	Construcción de Infraestructura civil en general, contratación general y lotización	
23.3.2	Construcción de conjuntos residenciales y/o urbanizaciones	
23.3.2.4	Construcción de departamentos y / u oficinas ubicadas en zona urbana menor a 5000 m2	I

**Tabla 4.2. Fases, labor y acción del proyecto. Fuente: (Propia)**

FASE	LABOR	ACCION
<b>Construcción</b>	Excavación en el terreno y corte y relleno de material subrasante a otros depósitos	Remoción de vida vegetal y posible vida animal
	Uso de maquinarias como concreteras y soldaduras	Emisión de gases nocivos como el CO2, generación de ruido, y de partículas de materiales
<b>Operación</b>	Transporte de materiales a la edificación	Emisión de gases nocivos como el CO2

	Uso de herramientas y maquinarias para remodelamiento	Contaminación auditiva debido al ruido causado por las maquinarias
<b>Abandono</b>	Desmontaje de estructuras temporales como andamios, placas de encofrados y cañas para soportes	Desperdicio de elementos debido a que no se pueden reutilizar en otras actividades de la construcción

#### 4.4. Identificación de impactos ambientales

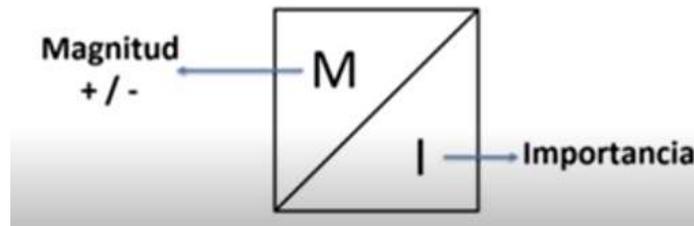
En este apartado se especificará las listas de revisión y la matriz causa – efecto de nuestro proyecto.

Lista de revisión: Permitirá emitir un juicio sobre los efectos que se encuentren involucrados en el desarrollo del proyecto, mediante la categorización por carácter, duración, en el tiempo, espacio, su reversibilidad y si es recuperable o no.

**Tabla 4.3. Lista de revisión para el presente proyecto. Fuente: (Propia)**

	Carácter		Duración		En el tiempo		Espacio		Reversible	Irreversible	Recuperable	Irecuperable	Juicio
	Positivo	Negativo	Temporal	Permanente	Corto Plazo	Largo Plazo	Local	Extenso					
Calidad del aire		X	X		X			X	X		X		Moderado
Pérdida de vegetación		X		X	X		X			X	X		Severo
Pérdida de hábitats		X		X	X		X			X		X	Crítico
Pérdida de materiales		X		X	X		X		X		X		Moderado
Empleo y renta	X		X		X		X		X		X		Positivo
Nivel de ruidos		X	X		X		X		X		X		Moderado
Limitación vial		X	X		X		X		X		X		Moderado

Matriz de causa y efecto: También conocida como matriz de Leopold, describe todas las interacciones entre las acciones que pueden provocar efectos y los elementos ambientales susceptibles de ser alterados, mediante la siguiente notación



**Ilustración 4.3. Casillero de Matriz de Leopold**

Se darán valores de Magnitud grande de 10, magnitud mediana de 5 y magnitud pequeña de 1, y los valores de importancia será 1 si es nada importante y 10 si es altamente importante. Estos valores pueden ser modificados en la fase de valoración de impactos ambientales, ya que una variable dependiente de ellos es el peso que se le dan a efectos como la extensión, la duración y la reversibilidad.

Tabla 4.4. Matriz de Leopold para la fase de construcción. Fuente: (Propia)

FACTORES	FASE DE CONSTRUCCIÓN						IMPACTOS		
	A. RUIDOS Y VIBRACIONES	B. TRANSPORTE DE MATERIAL	C. EXCAVACION DE TERRENO	D. EMISION DE CO2	E. MONTAJE Y ENSAMBLAJE DE PIEZAS DE ACERO	F. ARMADO Y FUNDICION DE CONCRETO PARA LOSAS, ESCALERA Y MUROS	+	-	TOTAL
SUELO			-10				0	1	1
AIRE	-1	-5	-5	-10	-1		0	5	5
FLORA			-10	10			1	1	2
HABITATS DE FAUNA			-10	-1			0	2	2
COMODIDAD	-10	-1	-5	-10	-5	-5	0	6	6
SALUD	-10			-10			0	2	2
SISTEMA VIAL		-5	-10		-1	-1	0	4	4
EMPLEO		5	10		10	10	4	0	4
IMPACTOS							5	21	26
+	0	1	1	1	1	1	5	TOTALES	
-	3	3	6	4	3	2	21		
TOTAL	3	4	7	5	4	3	26		

Tabla 4.5. Matriz de Leopold para la fase de operación. Fuente: (Propia)

FACTORES	FASES DE OPERACIÓN			IMPACTOS		
	A. RUIDOS Y VIBRACIONES	B. TRANSPORTE DE MATERIAL	C. EMISIÓN DE CO2	+	-	TOTAL
SUELO				0	0	0
AIRE	-1	-1	-5	0	3	3
FLORA			10	1	0	1
HABITATS DE FAUNA			-1	0	1	1
COMODIDAD	-10	-1	-10	0	3	3
SALUD	-1		-10	0	2	2
SISTEMA VIAL		-10		0	1	1
EMPLEO		5		1	0	1
IMPACTOS		5		2	10	12
+	0	1	1	2	TOTALES	
-	3	3	4	10		
TOTAL	3	4	5	12		

Tabla 4.6. Matriz de Leopold para la fase de abandono. Fuente:(Propia)

FACTORES	FASES DE ABANDONO					IMPACTOS		
	A. RUIDOS Y VIBRACIONES	B. TRANSPORTE DE MATERIAL	C. EMISIÓN DE CO2	D. DESMONTAJE DE ESTRUCTURAS TEMPORALES	E. DEPOSITO DE MATERIALES NO REUSABLES	+	-	TOTAL
SUELO	-1	-1	-1	-5	-10	0	1	1
AIRE	1	10	5	5	5	0	4	4
FLORA	-1	-1	1	5	10	1	1	2
HABITATS DE FAUNA	-1	-1	1	5	10	0	2	2
COMODIDAD	-10	-5	-5	-5	-5	0	4	4
SALUD	1	1	1	5	5	0	2	2
SISTEMA VIAL	-1	-5	-5	-10	-10	0	2	2
EMPLEO	5	5	5	5	1	3	0	3
<b>IMPACTOS</b>						<b>4</b>	<b>16</b>	<b>20</b>
+	0	1	1	1	1	4	<b>TOTALES</b>	
-	3	3	4	3	3	16		
<b>TOTAL</b>	3	4	5	4	4	20		

#### 4.5. Valoración de impactos ambientales

Para valorar el impacto ambiental se considera el método cualitativo según Tito (2020), dado por la siguiente ecuación:

$$Imp = W_e * E + W_d * D + W_r * R \quad (4.1)$$

$$I_A = \pm \sqrt{Imp * |Mag|} \quad (4.2)$$

Donde:

- $W_e$ : Peso de extensión
- E: Valor de extensión
- $W_d$ : Peso de duración
- D: Valor de duración
- $W_r$ : Peso de reversibilidad
- R: Valor de reversibilidad
- Imp: Valor de importancia de impacto ambiental
- Mag: Valor de magnitud positivo o negativo
- $I_A$ : Valor de impacto ambiental

**Tabla 4.7. Escala de valoración según Tito (2020)**

ESCALA DE VALORACION					
CARACTERISTICA	PUNTAJE				
	1	2.5	5	7.5	10
EXTENSION	PUNTUAL	PARTICULAR	LOCAL	GENERALIZADA	REGIONAL
DURACION	ESPORADICA	TEMPORAL	PERIODICA	RECURRENTE	PERMANENTE
REVERSIBILIDAD	COMPLETAMENTE REVERSIBLE	MEDIANAMENTE REVERSIBLE	PARCIALMENTE IRREVERSIBLE	MEDIANAMENTE IRREVERSIBLE	COMPLETAMENTE IRREVERSIBLE
MAGNITUD (INCIDENCIA SOBRE FACTOR AMBIENTAL)	POCA INCIDENCIA		MEDIANA INCIDENCIA	ALTA INCIDENCIA	

**Tabla 4.8. Ponderación de pesos. Fuente: (Propia)**

Ponderación de pesos	
Extensión	0.1
Duración	0.6
Reversibilidad	0.3

**Tabla 4.9. Escala de valoración para el suelo. Fuente: (Propia)**

Escala de valoración	
Suelo	
Extensión	1
Duración	10
Reversibilidad	10
Imp	9.1

**Tabla 4.10. Escala de valoración para el suelo. Fuente: (Propia)**

Escala de valoración	
Aire	
Extensión	5
Duración	2.5
Reversibilidad	7.5
IMP	4.25

**Tabla 4.6. Escala de valoración para la flora**

Escala de valoración	
Flora	
Extensión	1
Duración	10
Reversibilidad	10
IMP	9.1

**Tabla 4.11. Escala de valoración para los hábitats de fauna. Fuente: (Propia)**

Escala de valoración	
Habitats de fauna	
Extensión	2.5
Duración	10
Reversibilidad	10
IMP	9.25

**Tabla 4.12. Escala de valoración para comodidad humana. Fuente: (Propia)**

Escala de valoración	
Comodidad	
Extensión	5
Duración	1
Reversibilidad	2.5
IMP	1.85

**Tabla 4.13. Escala de valoración para salud humana. Fuente: (Propia)**

Escala de valoración	
Salud	
Extensión	2.5
Duración	2.5
Reversibilidad	2.5
IMP	2.5

**Tabla 4.14. Escala de valoración para sistema vial. Fuente: (Propia)**

Escala de valoración	
Sistema vial	
Extensión	2.5
Duración	2.5
Reversibilidad	2.5
IMP	2.5

**Tabla 4.15. Escala de valoración para generación de empleo. Fuente: (Propia)**

Escala de valoración	
Empleo	
Extensión	7.5
Duración	2.5
Reversibilidad	1
IMP	2.55

**Tabla 4.16. Valores de Impacto ambiental cualitativo para la fase de construcción. Fuente: (Propia)**

FACTORES	FASE DE CONSTRUCCIÓN						IMPACTOS		
	A. RUIDOS Y VIBRACIONES	B. TRANSPORTE DE MATERIAL	C. EXCAVACION DE TERRENO	D. EMISIÓN DE CO2	E. MONTAJE Y ENSAMBLAJE DE PIEZAS DE ACERO	F. ARMADO Y FUNDICION DE CONCRETO PARA LOSAS, ESCALERA Y MUROS	+	-	TOTAL
SUELO	0.00	0.00	-9.54	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.54	-9.54
AIRE	-2.06	-4.61	-4.61	-6.52	-2.06	0.00	0.00	-19.86	-19.86
FLORA	0.00	0.00	-9.54	9.54	0.00	0.00	9.54	-9.54	0.00
HABITATS DE FAUNA	0.00	0.00	-9.62	-3.04	0.00	0.00	0.00	-12.66	-12.66
COMODIDAD	-4.30	-1.36	-3.04	-4.30	-3.04	-3.04	0.00	-19.09	-19.09
SALUD	-5.00	0.00	0.00	-5.00	0.00	0.00	0.00	-10.00	-10.00
SISTEMA VIAL	0.00	-3.54	-5.00	0.00	-1.58	-1.58	0.00	-11.70	-11.70
EMPLEO	0.00	3.57	5.05	0.00	5.05	5.05	18.72	0.00	18.72
IMPACTOS							28.26	-92.38	-64.12
+	0.00	3.57	5.05	9.54	5.05	5.05	28.26		
-	-11.36	-9.51	-41.35	-18.86	-6.68	-4.62	-92.38		
TOTAL	-11.36	-5.93	-36.30	-9.32	-1.63	0.43	-64.12		
MAXIMO VALOR CRITICO	9.54								
MINIMO VALOR CRITICO	-9.62								
								TOTALES	

Como se puede apreciar en la Tabla 24, los valores de impacto ambiental negativos más bajos corresponden a la destrucción de hábitats de fauna debido a la excavación del terreno, mientras que un impacto altamente positivo para la vegetación es la emisión de CO2 como gas propulsor de la fotosíntesis.

**Tabla 4.17. Valores de Impacto ambiental cualitativo para la fase de operación. Fuente: (Propia)**

FASES DE OPERACIÓN			IMPACTOS			
	A. RUIDOS Y VIBRACIONES	B. TRANSPORTE DE MATERIAL	C. EMISIÓN DE CO2	+	-	TOTAL
<b>FACTORES</b>						
SUELO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AIRE	-2.06	-2.06	-4.61	0.00	-8.73	-8.73
FLORA	0.00	0.00	9.54	9.54	0.00	9.54
HABITATS DE FAUNA	0.00	0.00	-3.04	0.00	-3.04	-3.04
COMODIDAD	-4.30	-1.36	-4.30	0.00	-9.96	-9.96
SALUD	-1.58	0.00	-5.00	0.00	-6.58	-6.58
SISTEMA VIAL	0.00	-5.00	0.00	0.00	-5.00	-5.00
EMPLEO	0.00	3.57	0.00	3.57	0.00	3.57
<b>IMPACTOS</b>				<b>13.11</b>	<b>-33.32</b>	<b>-20.21</b>
+	0.00	3.57	9.54	<b>13.11</b>	<b>TOTALES</b>	
-	-7.94	-8.42	-16.95	<b>-33.32</b>		
<b>TOTAL</b>	-7.94	-4.85	-7.41	<b>-20.21</b>		
<b>MAXIMO VALOR CRITICO</b>	9.54					
<b>MINIMO VALOR CRITICO</b>	-5.00					

En la fase de operación del proyecto, el valor de impacto ambiental negativo más bajo se dio en el sistema vial, el momento donde se transporta material hacia la obra mediante maquinarias, ocupa gran espacio dentro de las calles. Como valor de impacto ambiental positivo mayor se encuentra nuevamente la emisión del CO2, como propulsor de la respiración vegetal

**Tabla 4.18. Valores de impacto ambiental cualitativo para la fase de abandono del proyecto. Fuente: (Propia)**

FACTORES	FASES DE ABANDONO					IMPACTOS		
	A. RUIDOS Y VIBRACIONES	B. TRANSPORTE DE MATERIAL	C. EMISIÓN DE CO2	D. DESMONTAJE DE ESTRUCTURAS TEMPORALES	E. DEPOSITO DE MATERIALES NO REUSABLES	+	-	TOTAL
SUELO	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.54	0.00	-9.54	-9.54
AIRE	-2.06	-2.06	-2.06	-4.61	0.00	0.00	-10.79	-10.79
FLORA	0.00	0.00	3.02	0.00	-3.02	3.02	-3.02	0.00
HABITATS DE FAUNA	0.00	0.00	-3.04	0.00	-3.04	0.00	-6.08	-6.08
COMODIDAD	-4.30	-3.04	-3.04	-3.04	0.00	0.00	-13.43	-13.43
SALUD	-1.58	0.00	-3.54	0.00	0.00	0.00	-5.12	-5.12
SISTEMA VIAL	0.00	-3.54	0.00	-5.00	0.00	0.00	-8.54	-8.54
EMPLEO	0.00	3.57	0.00	3.57	1.60	8.74	0.00	8.74
IMPACTOS						11.75	-56.51	-44.76
+	0.00	3.57	3.02	3.57	1.60	11.75		
-	-7.94	-8.64	-11.68	-12.65	-15.60	-56.51		
TOTAL	-7.94	-5.07	-8.66	-9.08	-14.00	-44.76		
MAXIMO VALOR CRITICO	3.57							
MINIMO VALOR CRITICO	-9.54							

En la fase de abandono, el valor de impacto ambiental negativo más bajo corresponde al depósito de materiales no reusables en el suelo, no poseer un debido relleno sanitario para materiales de construcción dentro del área, podría conllevar a una gran afectación dentro del suelo de la ciudad. Como mayor valor de impacto ambiental positivo es la generación de empleos por el transporte de materiales, la demanda de mano de obra capacitada para conducir maquinaria para remoción de equipos y materiales de la obra es muy demandada.

De manera general, la generación de empleos se mantiene de forma consistente como un aspecto característico para el impacto ambiental positivo, en todas las fases del proyecto, mientras que otros aspectos como la comodidad y la contaminación en el aire, juegan un papel muy grande para el impacto ambiental negativo del proyecto.

A continuación, se clasifica el impacto ambiental total de las actividades en cada fase del proyecto según la siguiente tabla:

**Tabla 4.19. Clasificación del Impacto ambiental según Tito (2020)**

Clasificación del impacto ambiental	Valor del índice de impacto ambiental
Altamente significativo	$ IA  \geq 6,5$
Significativo	$6,5 >  IA  \geq 4,5$
Despreciable	$ IA  < 4,5$
Benéfico	$IA > 0$

**Tabla 4.20. Clasificación de Impacto ambiental por actividades en fase de construcción.**  
Fuente: (Propia)

FASE DE CONSTRUCCIÓN						
	A. RUIDOS Y VIBRACIONES	B. TRANSPORTE DE MATERIAL	C. EXCAVACION DE TERRENO	D. EMISION DE CO2	E. MONTAJE Y ENSAMBLAJE DE PIEZAS DE ACERO	F. ARMADO Y FUNDICION DE CONCRETO PARA LOSAS, ESCALERA Y MUROS
TOTAL	-11.36	-5.93	-36.30	-9.32	-1.63	0.43
CLASIFICACIÓN	Altamente significativo	significativo	Altamente significativo	Altamente significativo	Despreciable	Benéfico

Como se puede evidenciar en la Tabla 28, los ruidos y vibraciones, la excavación del terreno y la emisión de CO2 constituyen impactos altamente significativos en la fase de construcción y que deben ser mitigados.

**Tabla 4.21. Clasificación de Impacto ambiental por actividades en fase de operación.**  
Fuente: (Propia)

FASES DE OPERACIÓN			
	A. RUIDOS Y VIBRACIONES	B. TRANSPORTE DE MATERIAL	C. EMISION DE CO2
TOTAL	-7.94	-4.85	-7.41
CLASIFICACIÓN	Altamente significativo	significativo	Altamente significativo

Como se puede evidenciar en la Tabla 29, nuevamente, los ruidos y vibraciones, y la emisión de CO2 constituyen impactos altamente significativos, pero en contraste con la fase de construcción, estos poseen valores mucho menores, cerca del límite de consideración de 6.5

**Tabla 4.22. Clasificación de Impacto ambiental por actividades en fase de abandono.**  
**Fuente: (Propia)**

FASES DE ABANDONO					
	A. RUIDOS Y VIBRACIONES	B. TRANSPORTE DE MATERIAL	C. EMISIÓN DE CO2	D. DESMONTAJE DE ESTRUCTURAS TEMPORALES	E. DEPOSITO DE MATERIALES NO REUSABLES
TOTAL	-7.94	-5.07	-8.66	-9.08	-14.00
CLASIFICACIÓN	Altamente significativo	significativo	Altamente significativo	Altamente significativo	Altamente significativo

Como se puede evidenciar en la Tabla 30, nuevamente, los ruidos y vibraciones, la emisión de CO<sub>2</sub>, el desmontaje de estructuras temporales y el depósito de materiales no reusables constituyen impactos altamente significativos en la fase de abandono, siendo esta última un valor considerablemente grande de -14, junto al valor de impacto ambiental de -36.30 detallado en la fase de construcción en la actividad de excavación del terreno.

#### 4.6. Medidas de prevención/mitigación

La medida de mitigación debe enfocarse en aquellos impactos significativos, es decir que no es efectivo tomar múltiples medidas de mitigación para varios impactos ambientales despreciables, y ninguno para el impacto ambiental de mayor potencia. La mitigación debe estar vinculada a sistemas de monitoreo, además de la gestión del desarrollo del proyecto propuesto. El objetivo del monitoreo es el de determinar si aquellas medidas de mitigación de alto precio se dirigen al efecto esperado, caso contrario, debe modificarse aquella medida.

El orden jerárquico para proponer una medida de Mitigación es:

1. Mejorar impactos positivos
2. Evitar en mayor medida impactos negativos
3. Minimizar aquello que no se puede evitar
4. Solucionar aquello que no se puede reducir
5. Compensar aquello que es irremediable

El enfoque del proyecto es de proponer una actividad por cada fase siguiendo el orden jerárquico propuesto, considerando la demanda de recursos adicionales para poder equilibrar lo requerido con lo mitigado.

- Propuesta 1. **Control activo de vibraciones:** Definida como la tecnología cuya base es la introducción de fuerzas dinámicas con el objetivo de interferir y eliminar vibraciones no deseadas en obra. Su principal aplicación es la reducción de vibraciones con componentes tonales muy altas y usualmente se mezclan con otras medidas tradicionales. Este tipo de control está en fase de desarrollo y posee un costo considerablemente alto frente a otros sistemas tradicionales de amortiguamiento. Un ejemplo de control activo aplicado a Ingeniería Civil, es la “Reducción de ruido en el interior de automóviles mediante el uso de fuentes acústicas dentro de la cabina y actuadores de vibración en los paneles”. Además de que se está haciendo uso también en el control de ruido en espacios cerrados como cabinas y cascos de protección acústica. (Bernad & Sánchez, 2009)
- Propuesta 2. **Encapsulamiento acústico de máquinas y motores:** su función es de aislar acústicamente el entorno de la maquinaria o motores tratados. Su fabricación se basa en la demanda acústica y la forma del componente a aislar. La presentación de estos encapsulamientos es en paneles y aquellos de tipos FONOABSORBENTES, poseen una alta capacidad de aislamiento acústicos. En la construcción es aplicado a los motores aplicados como el de las hormigoneras, las bombas para vertido de hormigón y cualquier otro dispositivo mecánico – eléctrico que posea motores. (Sacine, 2022)
- Propuesta 3. **Uso de protección auditiva adicional:** La mano de obra deberá contar con los equipos requeridos. Especialmente auditivos, debido a que la población está centrada a una distancia considerable los principales afectados por el ruido serán los obreros. Se deberá evitar el uso de tapones plásticos de oído y dictaminar equipo que recubra el área completa del oído, como orejeras de caucho. Auditorías constantes sobre la seguridad en obra serán implementadas para asegurar la seguridad e integridad del obrero e ingenieros.
- Propuesta 4. **Reducción del contenido de carbono en el hormigón:** La proporción del cemento es relativamente en el hormigón, sin embargo, es el componente que produce más emisiones, por lo cual una solución

propuesta es la sustitución de este por otros componentes que pueden ser: cenizas volátiles, escoria, arcillas y otros subproductos industriales de la construcción. Una característica es que, al reemplazar el cemento, la resistencia resultante del hormigón varía y se toma el riesgo de que se deba limitar las cargas aplicadas en el proyecto (ecpa, 2021)

- Propuesta 5. **Reutilización de materiales de forma modular:** Lo ideal en la reutilización de materiales es que sea de forma modular y reversible, para que de esta forma sea fácil el montaje y desmontaje de piezas (Torres, 2023). Dentro de la obra se puede considerar el uso de forma modular de mangueras de bombeo para concreto, piezas como palustres, espátulas, parihuelas y carretillas.
- Propuesta 6. **Transporte periódico de residuos:** El relleno sanitario activo más cercano a la ciudad del Puyo es el “Relleno Sanitario GAD Baños de Agua Santa”, a 50 kilómetros aproximadamente, una propuesta para mitigar el mal uso de recursos de transporte y maquinarias, es crear una reserva en la ciudad del Puyo temporal, lejana a la ciudad con el fin de que periódicamente se transporten los desechos al Relleno Sanitario ubicado en Baños de Agua Santa.



**Ilustración 4.4. Orto foto del Relleno Sanitario GAD Baños de Agua Santa junto al Puyo.  
Fuente: (Propia)**

- **Propuesta 7. Rehabilitación del relleno sanitario en Pastaza:** El alcalde Oswaldo Zúñiga, recorrió el relleno sanitario de Puyo y constató “el nivel de contaminación en el que se encuentra, las celdas están casi llenas y los olores que emana afectan a los habitantes de los alrededores, por lo que requiere una solución urgente” (Noti Amazonía, 2019). La inversión de construcción de celdas para el depósito de residuos es de 20 a 25 mil dólares. Una solución más equilibrada en aspectos como el transporte, pero económicamente no es factible.



**Ilustración 4.5. Relleno sanitario en pésimas condiciones en la provincia de Pastaza**

FASE	ACTIVIDAD RELACIONADA	RECURSOS RELACIONADOS	IMPACTO		PROPUESTA DE MITIGACIÓN	DEMANDA DE RECURSOS	FACTIBLE
			POSITIVO	NEGATIVO			
CONSTRUCCIÓN	Ruidos y vibraciones	Aire, comodidad, salud		X	Encapsulamiento acústico de máquinas y motores	Placas de acero industrializadas	NO
	Ruidos y vibraciones	Aire, comodidad, salud		X	Control activo de maquinarias	Amortiguamiento adicional de todos los equipos	NO
	Ruidos y vibraciones	Aire, comodidad, salud		X	Uso de protección auditiva adicional	Auditorías constantes para la seguridad industrial en la obra	SI
	Emisión de CO2	Aire, habitats de fauna, comodidad, salud		X	Reutilización de materiales de forma modular	Ahorro en fabricación de nuevos materiales de construcción	SI
	Emisión de CO2	Aire, habitats de fauna, comodidad, salud		X	Reducción del contenido de carbono en el hormigón	Demanda económica en otros aditivos	NO
OPERACIÓN	Ruidos y vibraciones	Aire, comodidad, salud		X	Encapsulamiento acústico de máquinas y motores	Placas de acero industrializadas	NO
	Ruidos y vibraciones	Aire, comodidad, salud		X	Control activo de maquinarias	Amortiguamiento adicional de todos los equipos	NO
	Ruidos y vibraciones	Aire, comodidad, salud		X	Uso de protección auditiva adicional	Auditorías constantes para la seguridad industrial en la obra	SI
	Emisión de CO2	Aire, habitats de fauna, comodidad, salud		X	Reutilización de materiales de forma modular	Ahorro en fabricación de nuevos materiales de construcción	SI
	Emisión de CO2	Aire, habitats de fauna, comodidad, salud		X	Reducción del contenido de carbono en el hormigón	Demanda económica en otros aditivos	NO
ABANDONO	Ruidos y vibraciones	Aire, comodidad, salud		X	Encapsulamiento acústico de máquinas y motores	Placas de acero industrializadas	NO
	Ruidos y vibraciones	Aire, comodidad, salud		X	Control activo de maquinarias	Amortiguamiento adicional de todos los equipos	NO
	Ruidos y vibraciones	Aire, comodidad, salud		X	Uso de protección auditiva adicional	Auditorías constantes para la seguridad industrial en la obra	SI
	Emisión de CO2	Aire, habitats de fauna, comodidad, salud		X	Reutilización de materiales de forma modular	Ahorro en fabricación de nuevos materiales de construcción	SI
	Emisión de CO2	Aire, habitats de fauna, comodidad, salud		X	Reducción del contenido de carbono en el hormigón	Demanda económica en otros aditivos	NO
	Depósito de materiales no reusables	Suelo, Habitats de fauna, flora		X	Transporte periódico de residuos	Organización e implementación de depósito temporal	SI
	Depósito de materiales no reusables	Suelo, Habitats de fauna, flora		X	Rehabilitación del relleno sanitario en Pastaza	Demanda económica alta	NO

**Ilustración 4.6. Propuestas de mitigación de Impacto ambiental**

# CAPÍTULO 5

## 5. PRESUPUESTO

### 5.1. Estructura Desglosada de Trabajo

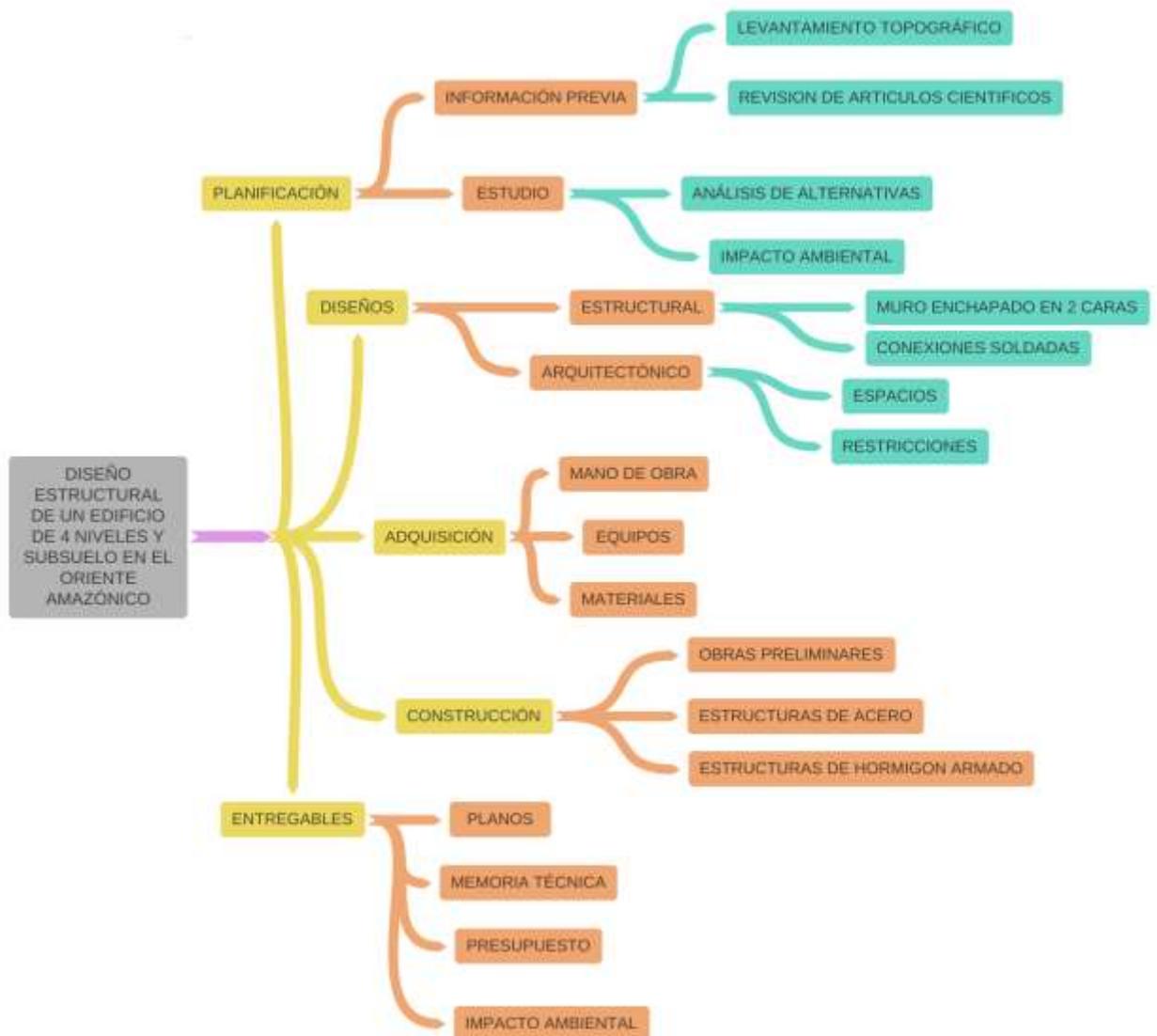


Ilustración 5.1. Estructura Desglosada de trabajo. Fuente: (Propia)

## 5.2. Rubros y análisis de precios unitarios

Presente en anexos

## 5.3. Descripción de cantidades de obra

**Tabla 5.5. Cantidad en Kg de acero A36 requerido para la obra. Fuente: (Propia)**

Perfiles de acero A36						
Descripción	Perfil	Longitud	Cantidad	Longitud total	Masa perfil (Kg/m)	Masa (Kg)
Columnas	HSS 100x100x3	13,5	58	783	9,17	7180,11
Vigas	HSS 100x100x3	74	7	518	9,17	4750,06
Vigas	HSS 100x100x3	117,5	6	705	9,17	6464,85
Viguetas	HSS 80x40x3	23,4	294	6879,6	5,42	19939,52
Armadura de cubierta	HSS 100x100x3	7,4	28	207,2	9,17	1900,024
Correas	HSS 100x100x3	11,7	16	187,2	9,17	1716,624

**Tabla 5.3. Área en m2 de muros de mampostería por piso. Fuente: (Propia)**

Muros para subsuelo				Muros Primer piso				Muros segundo al cuarto piso			
Nº de muro	B(m)	H(m)	Área (m2)	Nº de muro	B(m)	H(m)	Área (m2)	Nº de muro	B(m)	H(m)	Área (m2)
10	3,2	2,65	84,8	10	3,2	2,6	83,2	12	3,2	2,6	99,84
28	2,7	2,65	200,34	28	2,7	2,6	196,56	28	2,7	2,6	196,56
8	1,5	2,65	31,8	8	1,5	2,6	31,2	8	1,5	2,6	31,2
6	1,2	2,65	19,08	6	1,2	2,6	18,72	6	1,2	2,6	18,72
2	3,45	2,65	18,285	2	3,45	2,6	17,94	2	3,45	2,6	17,94
20	2,9	2,65	153,7	20	2,9	2,6	150,8	20	2,9	2,6	150,8
8	4,25	2,65	90,1	8	4,25	2,6	88,4	8	4,25	2,6	88,4
4	2	2,65	21,2	4	2	2,6	20,8	4	2	2,6	20,8
2	2,15	2,65	11,395	2	2,15	2,6	11,18	2	2,15	2,6	11,18
8	1,55	2,65	32,86	8	1,55	2,6	32,24	8	1,55	2,6	32,24
Total			663,56	Total			651,04	Total			667,68

**Tabla 5.1. Área en m2 de malla electrosoldada por piso. Fuente: (Propia)**

Malla electrosoldada para muros de subsuelo				Malla electrosoldada para Muros Primer piso				Malla electrosoldada para Muros segundo al cuarto piso			
Nº de muro	B(m)	H(m)	Área (m2)	Nº de muro	B(m)	H(m)	Área (m2)	Nº de muro	B(m)	H(m)	Área (m2)
10	3,3	2,65	87,45	10	3,3	2,6	85,8	12	3,3	2,6	102,96
28	2,8	2,65	207,76	28	2,8	2,6	203,84	28	2,8	2,6	203,84
8	1,6	2,65	33,92	8	1,6	2,6	33,28	8	1,6	2,6	33,28
6	1,3	2,65	20,67	6	1,3	2,6	20,28	6	1,3	2,6	20,28
2	3,55	2,65	18,815	2	3,55	2,6	18,46	2	3,55	2,6	18,46
20	3	2,65	159	20	3	2,6	156	20	3	2,6	156
8	4,35	2,65	92,22	8	4,35	2,6	90,48	8	4,35	2,6	90,48
4	2,1	2,65	22,26	4	2,1	2,6	21,84	4	2,1	2,6	21,84
2	2,25	2,65	11,925	2	2,25	2,6	11,7	2	2,25	2,6	11,7
8	1,65	2,65	34,98	8	1,65	2,6	34,32	8	1,65	2,6	34,32
Total			689	Total			676,0	Total			693,16

Varilla de chicote para muros de subsuelo y primer piso					Varilla de chicote para muros de segundo a cuarto piso				
Nº de muro	Longitud (m)	Long. Total (m)	Masa varilla (Kg/m)	Masa (Kg)	Nº de muro	Longitud (m)	Long. Total (m)	Masa varilla (Kg/m)	Masa (Kg)
10	3,2	32	3,973	127,14	12	3,2	38,4	3,973	152,56
28	2,7	75,6	3,973	300,36	28	2,7	75,6	3,973	300,36
8	1,5	12	3,973	47,68	8	1,5	12	3,973	47,68
6	1,2	7,2	3,973	28,61	6	1,2	7,2	3,973	28,61
2	3,45	6,9	3,973	27,41	2	3,45	6,9	3,973	27,41
20	2,9	58	3,973	230,43	20	2,9	58	3,973	230,43
8	4,25	34	3,973	135,08	8	4,25	34	3,973	135,08
4	2	8	3,973	31,78	4	2	8	3,973	31,78
2	2,15	4,3	3,973	17,08	2	2,15	4,3	3,973	17,08
8	1,55	12,4	3,973	49,27	8	1,55	12,4	3,973	49,27
Total				994,84	Total				1020,27

**Tabla 5.6. Volumen de enlucido en m3 para los muros considerando espesor de 3cm por lado. Fuente: (Propia)**

Enlucido para muros de subsuelo y primer piso					Enlucido para muros de segundo a cuarto piso				
Nº de muro	B(m)	H(m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Nº de muro	B(m)	H(m)	Área (m2)	Volumen (m3)
10	3,3	2,7	89,1	5,35	12	3,3	2,7	106,92	6,42
28	2,8	2,7	211,68	12,70	28	2,8	2,7	211,68	12,70
8	1,6	2,7	34,56	2,07	8	1,6	2,7	34,56	2,07
6	1,3	2,7	21,06	1,26	6	1,3	2,7	21,06	1,26
2	3,55	2,7	19,17	1,15	2	3,55	2,7	19,17	1,15
20	3	2,7	162	9,72	20	3	2,7	162	9,72
8	4,35	2,7	93,96	5,64	8	4,35	2,7	93,96	5,64
4	2,1	2,7	22,68	1,36	4	2,1	2,7	22,68	1,36
2	2,25	2,7	12,15	0,73	2	2,25	2,7	12,15	0,73
8	1,65	2,7	35,64	2,14	8	1,65	2,7	35,64	2,14
Total				42,12	Total				43,19

**Tabla 5.10. Cantidad de acero de refuerzo en Kg para puertas y ventanas. Fuente: (Propia)**

Puertas					
b (m)	h (m)	Nº	L	Masa varilla (Kg/m)	Masa (Kg)
0,9	2,1	40	240	3,973	953,52
Ventanas					
1,5	0,8	16	73,6	3,973	292,41
Total					1245,93

#### 5.4. Valoración integral del costo del proyecto

PRESUPUESTO					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>					<b>4773,04</b>
R1	Limpieza de terreno	m2	343,98	5,14	1768,54
R2	Nivelación de terreno	m2	343,98	3,93	1351,97
R3	Excavación incluye desalojo	m3	74,2	14,21	1054,44
R4	Trazado y replanteo	m2	343,98	1,74	598,09
<b>ESTRUCTURA METÁLICA</b>					<b>119549,63</b>
R6	Suministro y montaje de columnas y vigas	kg	18.396,02	4,98	91612,18
R6	Suministro y montaje de viguetas	kg	1993,51	4,98	9927,68
R6	Suministro y montaje de armadura para cubierta	kg	1.900,00	4,98	9462,00
R6	Suministro y montaje de correas	kg	1.716,42	4,98	8547,77
<b>NIVEL -2.00m (SUBSUELO)</b>					<b>42127,63</b>
R12	Mampostería con bloques e=7cm	m2	663,56	28,59	18974,33
R11	Acero de refuerzo fy=4200 kg-cm2 (Chicotes)	kg	994,84	2,50	2485,39
R13	Malla electrosoldada 4-15	m2	689	15,27	10521,03
R14	Refuerzo de acero fy=4200 kg-cm2 en aberturas de muros	kg	1245,93	2,50	3112,68
R16	Enlucido con mortero 1:3+ impermeabilizante (6cm)	m3	42,12	24,81	1044,87
R17	Cielo Raso	m2	339,18	13,40	4543,81
R19	Acero de refuerzo fy=4200 kg-cm2 para escalera	Kg	34,52	2,50	86,24
R8	Hormigón para escalera incluye encofrado	m3	2,76	492,49	1359,28
<b>NIVEL 0.70m</b>					<b>47876,14</b>
R7	Losa maciza de Hormigón armado fc=210kg/cm2 (5cm)	m3	16,96	371,76	6305,03
R12	Mampostería con bloques e=7cm	m2	651,04	28,59	18616,32
R15	Acero de refuerzo fy=4200 kg-cm2 (Chicotes)	kg	994,84	2,50	2485,39
R13	Malla electrosoldada 4-15	m2	676	15,27	10322,52
R14	Refuerzo de acero fy=4200 kg-cm2 en aberturas de muros	kg	1245,93	2,50	3112,68

R16	Enlucido con mortero 1:3+ impermeabilizante (6cm)	m3	42,12	24,81	1044,87
R17	Cielo Raso	m2	339,18	13,40	4543,81
R19	Acero de refuerzo fy=4200 kg-cm2 para escalera	Kg	34,52	2,50	86,24
R8	Hormigón para escalera incluye encofrado	m3	2,76	492,49	1359,28
<b>NIVEL +3,40</b>					<b>48704,07</b>
R7	Losa maciza de Hormigón armado fc=210kg/cm2 (5cm)	m3	16,96	371,76	6305,03
R12	Mampostería con bloques e=7cm	m2	667,68	28,59	19092,14
R15	Acero de refuerzo fy=4200 kg-cm2 (Chicotes)	kg	1020,27	2,50	2548,92
R13	Malla electrosoldada 4-15	m2	693,16	15,27	10584,55
R14	Refuerzo de acero fy=4200 kg-cm2 en aberturas de muros	kg	1245,93	2,50	3112,68
R16	Enlucido con mortero 1:3+ impermeabilizante (6cm)	m3	43,19	24,81	1071,41
R17	Cielo Raso	m2	339,18	13,40	4543,81
R19	Acero de refuerzo fy=4200 kg-cm2 para escalera	Kg	34,52	2,50	86,24
R8	Hormigón para escalera incluye encofrado	m3	2,76	492,49	1359,28
<b>NIVEL +6,10</b>					<b>48704,07</b>
R7	Losa maciza de Hormigón armado fc=210kg/cm2 (5cm)	m3	16,96	371,76	6305,03
R12	Mampostería con bloques e=7cm	m2	667,68	28,59	19092,14
R15	Acero de refuerzo fy=4200 kg-cm2 (Chicotes)	kg	1020,27	2,50	2548,92
R13	Malla electrosoldada 4-15	m2	693,16	15,27	10584,55
R14	Refuerzo de acero fy=4200 kg-cm2 en aberturas de muros	kg	1245,93	2,50	3112,68
R16	Enlucido con mortero 1:3+ impermeabilizante (3cm)	m2	43,19	24,81	1071,41
R17	Cielo Raso	m2	339,18	13,40	4543,81
R19	Acero de refuerzo fy=4200 kg-cm2 para escalera	Kg	34,52	2,50	86,24
R8	Hormigón para escalera incluye encofrado	m3	2,76	492,49	1359,28
<b>NIVEL +8,80</b>					<b>47258,54</b>

R7	Losa maciza de Hormigón armado fc=210kg/cm <sup>2</sup> (5cm)	m <sup>3</sup>	16,96	371,76	6305,03
R12	Mampostería con bloques e=7cm	m <sup>2</sup>	667,68	28,59	19092,14
R15	Acero de refuerzo fy=4200 kg-cm <sup>2</sup> (Chicotes)	kg	1020,27	2,50	2548,92
R13	Malla electrosoldada 4-15	m <sup>2</sup>	693,16	15,27	10584,55
R14	Refuerzo de acero fy=4200 kg-cm <sup>2</sup> en aberturas de muros	kg	1245,93	2,50	3112,68
R16	Enlucido con mortero 1:3+ impermeabilizante (6cm)	m <sup>3</sup>	43,19	24,81	1071,41
R17	Cielo Raso	m <sup>2</sup>	339,18	13,40	4543,81
<b>PINTURA</b>					<b>13055,31</b>
R20	Empastado y pintura	m <sup>2</sup>	3317,64	3,94	13055,31
<b>PORCELANATO</b>					<b>54805,74</b>
R21	Porcelanato para piso	m <sup>2</sup>	1696	32,31	54805,74
<b>CUBIERTA</b>					<b>12440,29</b>
R18	Cubierta Tipo Sandwich	m <sup>2</sup>	346,32	35,92	12440,29
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>439294,46</b>

**Tabla 5.11. Valoración integral de edificio en base a muros portantes. Fuente (Propia)**

Costo por metro cuadrado			
Área de una planta (m <sup>2</sup> )	Área total de construcción (m <sup>2</sup> )	Costo total	Costo por área (\$/m <sup>2</sup> )
343,98	1719,9	439294,46	255,44

**Tabla 5.12. Valoración integral de edificio en base a un sistema de pórticos de hormigón armado. Fuente: (Castillo & Peñaloza, 2023)**

Costo por metro cuadrado			
Área de una planta (m <sup>2</sup> )	Área total de construcción (m <sup>2</sup> )	Costo total	Costo por área (\$/m <sup>2</sup> )
1588,93	6355,73	1727932,95	217,87

Como se puede evidenciar en la razón de costos, el costo por área en el sistema de pórticos de hormigón armado posee un 17% menos que el costo por metro cuadrado para el costo por área del sistema estructural en base a muros portante, considerando que el sistema de pórticos no incluye nada de mampostería ni rubros de porcelanato para piso y empaste y pintura.

El presupuesto de la obra completa incluyendo instalaciones, elementos arquitectónicos y subestructura se presenta en anexos.

### **5.5. Cronograma de obra**

Estimar el tiempo que se necesitará para realizar el proyecto. Se debe considerar la secuencialidad y simultaneidad en la ejecución de tareas.

Presente en anexos

# CAPÍTULO 6

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

- Los planos arquitectónicos realizados demostraron una ergonomía adecuada con 3.32 metros cuadrados para áreas del baño, área de dormitorio de 8.64 metros cuadrados y dormitorios de 7.83 metros cuadrados.
- Para tener una mejor viabilidad del proyecto se realizó el análisis de 4 alternativas de muros aplicados a obras civiles, donde los criterios fueron: costos, rendimiento a momentos, facilidad de construcción y peso de un segmento de muro predeterminado, resultando en la elección de un muro de mampostería enchapada.
- Para facilitar con el cálculo estructural del edificio se utilizó el software SAP2000, donde dentro del programa se definieron los materiales utilizados en el proyecto, sus propiedades, los perfiles utilizados para cada elemento estructural, la asignación de cargas y la respuesta de la estructura ante ellas.
- Las cargas permanentes y variables se definieron de acuerdo con los valores establecidos por la NEC-SE-CG 2015, considerando así cargas tales como: peso de losas, muros de mampostería, enlucido, instalaciones, cielo raso, peso propio de columnas de acero y cargas variables como el uso ocupacional de uso residencial en una estructura y la carga para mantenimiento en la cubierta.
- Se obtuvo el periodo de vibración con los valores predeterminados mediante el cálculo dependiente de los coeficientes de amplificación de suelo, desplazamientos para diseño en roca y comportamiento no lineal en los suelos.
- El modelo estructural partido del predimensionamiento realizado en SAP 2000, resultó satisfactorio debido al cumplimiento de criterios tales como derivas de entrepiso, periodo de vibración y participación de masa mediante análisis modal.
- El análisis estructural del muro enchapado en dos lados se efectuó mediante cálculo de cuantía para el refuerzo con malla electrosoldada, la resultante de

fuerza cortantes frente a fuerza cortante nominal y momentos flectores, y la verificación del diagrama de interacción.

- Se realizó la evaluación de impacto ambiental del proyecto, tomando en consideración las 3 fases principales de construcción, operación y abandono, las actividades del proyecto realizada en cada fase y la cuantificación del impacto ambiental analizando su magnitud e importancia frente a la línea base – ambiental analizada en la ciudad del Puyo.
- Se propusieron 3 soluciones a los impactos significativamente negativos de emisión de CO<sub>2</sub>, ruidos y vibraciones y depósito de materiales no reusables, las cuales fueron la reutilización de materiales en forma modular, el uso protección auditiva adicional y el transporte periódico de residuos del lugar de construcción.
- Se cuantifico la cantidad de kg de acero A36 resultante, mediante la obtención de longitud de cada perfil utilizado mediante software arquitectónico, la cantidad de perfiles aplicados en todos los niveles del edificio, y la razón de kilogramos de acero por cada metro de longitud.
- Se realizó el análisis de precios unitarios de obras preliminares, estructuras metálicas, estructuras de hormigón armado, estructuras de mampostería estructural y estructuras de cubierta, mediante la definición de rubros donde se tomaron en consideración los equipos, la mano de obra, los materiales y el transporte.
- Se realizó el presupuesto de la obra completa, obteniendo un valor de \$439294,46 que involucra las actividades en obra realizadas y el precio unitario que conlleva cada una, considerando una utilidad del 20 % por tratarse una zona rural.
- Se obtuvo el porcentaje de participación de masa para toda la estructura tomando valores mayores al 90%, en el análisis modal, obteniendo de esta forma periodos de vibración inferiores a 0.092, siendo inferior a los periodos de vibración esperados
- Se diseñó un sistema estructural que cumple con el Noveno Objetivo de la lista de los ODS que tiene que ver con Industria, Innovación e Infraestructura, mediante la implementación de un nuevo modelo de edificios, donde todos los muros construidos aportan funcionalidad y seguridad de los residentes en caso de un fenómeno natural como los sismos.

## 6.2. Recomendaciones

- Es recomendable haber realizado el modelado para la presentación de planos en softwares de dibujo tridimensional tales como REVIT, ya que simplifican la ilustración y detalle de los elementos estructurales y sus conexiones.
- A pesar de que las Normas Ecuatorianas de construcción especifica el diseño de muros enchapados, es recomendable tomar otras normativas donde este sistema constructivo ha sido altamente estudiado y desarrollado.
- Es necesario considerar una carga de lluvia para el diseño para edificaciones dentro zonas donde la precipitación sea considerablemente alta.
- En ocasiones la norma AWS D1.4 pertinente a soldaduras, no exige un precalentamiento para estas, sin embargo, al realizarlo mejora la calidad de soldadura y de ser posible disminuir la velocidad de enfriamiento para mejorarla.
- Es recomendable usar conectores entre mallas electrosoldadas a menos separación sin exceder la cuantía de acero limite.
- Es recomendable que, en la ejecución de la obra, se requiera de inspecciones continuas de soldadura, ya sea por sonido, a inspección visual o inspección detallada por sondeos.
- Es indispensable el estudio de suelos para comprobar variables en el predio, tales como el índice de plasticidad, la humedad, la resistencia a corte no drenada y la velocidad de onda cortante promedio del suelo.
- Es recomendable limitar el uso de muros enchapados para cada área interna del edificio, ya que, al aumentar la cantidad de membranas en el software estructural, el periodo de vibración reduce y con ello su rigidez aumenta, alejándolo de lo que es un valor de periodo de vibración esperado para estos sistemas.
- Se sugiere diseñar los conectores a corte para la unión entre la malla Steel Deck con las vigas secundarias o nervios que actúan en cada paño de losa.
- Durante la simulación en el software estructural es necesario revisar las conexiones entre elementos, de esta manera se evita que, en el análisis modal, elementos por individual vibren, mas no toda la estructura.
- Durante el montaje de la edificación es indispensable el manejo adecuado de tiempos propuestos en cada etapa, con el fin de evitar retrasos en la obra que por consiguiente resultan en efectivo perdido.

- Debido a que el proyecto se da en una estructura que posee gran altura, es recomendable considerar un rubro de personal para ingeniero industrial, o residente de obra, que permita asegurar que el personal este usando los adecuados equipos de protección.
- Es necesario solicitar a la Municipalidad la respectiva autorización a la calle adyacente al predio, con el fin de poder cerrar un segmento de la vía y evitar así posibles accidentes fuera de la obra que perjudiquen directamente a los ciudadanos.
- Es recomendable que la soldadura que se aplique en todo perfil HSS, sea alrededor de todo su borde, esto con el objetivo de que no se infiltre material dentro de la estructura hueca y no reduzca su resistencia a cortante.
- Es recomendable realizar un predimensionamiento de los cimientos de la estructura para que de esta manera se pueda detallar la placa base mediante la cuales las columnas y los demás elementos estructurales se apoyaran y transmitirán sus cargas al suelo.
- Se sugiere considerar una carga lateral uniforme para los muros del nivel del subsuelo, ya que un segmento del terreno ejercerá esfuerzos sobre ella y su comportamiento estructural se verá afectado.
- Es recomendable sustituir el software de análisis estructural de SAP2000 a ETABS, debido a que algunas herramientas automatizan procedimientos que se deben hacer manual, además de la diferencia en las precisiones de cálculos matriciales que presentan ambos softwares.
- Se sugiere realizar una comparación entre el acero estructural A36 y otros tipos de acero para que de esta forma se pueda discernir en que material posee propiedades más acordes a un edificio de dicha magnitud.

# BIBLIOGRAFÍA

(s.f.).

Acoprot A.G. (2022). *ACOPROT*. Obtenido de Construcciones antisísmicas :  
<https://acoprot.cl/construcciones-antisismicas/>

American Concrete Institute . (2019). *Building Code Requirements for Structural Concrete*. Farmington Hills: American Concrete Institute.

Atlas Copco. (2023). *Atlas Copco*. Obtenido de Cómo reducir las emisiones de carbono en las operaciones de construcción: <https://www.atlascopco.com/es-es/construction-equipment/resources/green-solutions-guide/how-to-reduce-carbon-emissions-in-construction-operations>

Barros, L., & Peñafiel, M. (2015). *Análisis comparativo económico - estructural entre un sistema aporricado, un sistema aporricado con muros estructurales y un sistema de paredes portantes*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.

BCE. (Junio de 2023). *Banco central del Ecuador*. Obtenido de Tasas de interes [Tabla]:  
<https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorMonFin/TasasInteres/Indice.htm>

Bernad, C., & Sánchez, J. J. (27 de Abril de 2009). *Interempresas*. Obtenido de Sistemas de reducción de ruido y vibraciones en maquinaria de construcción y obras públicas: <https://www.interempresas.net/ObrasPublicas/Articulos/30889-Sistemas-reduccion-ruido-vibraciones-maquinaria-construccion-obras-publicas.html>

Carvajal, D. (2015). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTRUCTURAS CON Y SIN REFORZAMIENTO (FRP) MEDIANTE MODELADOS EN EL SOFTWARE BASADO EN ELEMENTOS FINITOS SEISMOSTRUCT*. Obtenido de ULEAM:  
<https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/1142>

- Castillo, A., & Peñaloza, K. (2023). Diseño estructural de 4 edificios de concreto armado. *Facultad de Ingenieria en Ciencias de la Tierra*, 190.
- Data, C. (1 de Enero de 2022). *Climate Data org*. Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-pastaza/puyo-2971/>
- DEHORMIGON. (2022). *Dehormigón*. Obtenido de Propiedades del hormigón: <https://dehormigon.com.ar/manual-del-hormigon/propiedades-del-hormigon/>
- ecpa. (15 de Septiembre de 2021). *ecpa*. Obtenido de Hormigón bajo en carbono: un desafío vital de la descarbonización: <https://ecpamericas.org/es/newsletters/hormigon-bajo-en-carbono-un-desafio-vital-de-la-descarbonizacion/>
- EEASA. (7 de Agosto de 2020). Obtenido de Empresa Electrica Ambato Regional Centro Norte S.A.: <https://www.eeasa.com.ec/nuevo-edificio-para-la-sucursal-puyo-de-la-eeasa/>
- Escuela Politécnica Nacional. (2023). *Instituto Geofísico*. Obtenido de <https://www.igepn.edu.ec/peligro-sismico>
- Espinosa, E., Teram, A., Zúñiga, O., & Perilliat, R. (2014). *CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOSALTOS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA UBICADOS EN ZONAS SÍSMICAS*. Obtenido de Revista de Ingeniería Sísmica: <https://smis.mx/index.php/RIS/article/view/RIS-90-4/10>
- ET CLAY PRODUCTS. (2018). *ET CLAY*. Obtenido de Concrete linels {Fotografía}: <https://etbricks.co.uk/products/lintel/>
- Flores, L. (11 de Julio de 2008). *Colocacion de malla [Fotografía]*. Obtenido de docplayer: <https://docplayer.es/65846168-Rehabilitacion-n-de-estructuras-de-mamposteria.html>
- Galvis, K., & Caycedo, P. (2019). *Diseño arquitectónico y estructural de vivienda unifamiliar de tres niveles en sistema de muros de carga en estructura metálica de pórticos con diagonales dentro del marco de construcción sostenible*. Obtenido de Universidad de Santander : <https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/472d2ff1-85da-46b6-81ef-07f4858f1157/full>
- Gobierno del Ecuador. (7 de Agosto de 2020). *Empresa electrica ambato regional norte [Figura]*. Obtenido de Recursos y energía:

<https://www.recursosyenergia.gob.ec/nueva-agencia-de-la-empresa-electrica-ambato-regional-centro-norte-se-entrego-en-el-puyo/>

Gonzalez, M. (29 de marzo de 2023). *Construcción en suelo arcilloso: descubre sus características*. Obtenido de [gemaarquitectes](https://gemaarquitectes.es/construccion/suelo-arcilloso-caracteristicas-construccion/): <https://gemaarquitectes.es/construccion/suelo-arcilloso-caracteristicas-construccion/>

Guerrero, F. (26 de Julio de 2019). *Autodesk*. Obtenido de Muro en concreto con refuerzo de malla electrosoldada [Fotografía]: <https://forums.autodesk.com/t5/revit-bim-360-autodesk/muro-en-concreto-con-refuerzo-de-malla-electrosoldada/td-p/8933093>

Guía Oficial de Trámites y Servicios. (2014). *competencias*. Obtenido de CATALOGO DE CATEGORIZACIÓN AMBIENTAL NACIONAL (CCAN: <http://www2.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2021/03/01-05IGC-CATALOGO.pdf>

ILIER, :. I. (2016). *“ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE UN SUELO ARCILLOSO”*. Ambato: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

Jesus, J. d. (2013). La mitigación en la evaluación del impacto. *International Association for Impact Assessment*, 2.

Lopez, M. (2005). *DISEÑO DE MUROS DE CORTANTE EN EDIFICIOS ALTOS*. Obtenido de Instituto Politécnico Nacional: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/7742/1/DISENOMUROS.pdf>

Material Mundial. (2023). *Material Mundial*. Obtenido de ASTM A36 Acero Propiedades & Ficha Técnica: Fy, Dureza, Densidad: <https://www.materialmundial.com/acero-astm-a36-propiedades-ficha-tecnica-estructural/>

MaxAcero. (2021). *maxacero*. Obtenido de Perfil HSS para estructuras metálicas en México: Encuentra su tabla de medidas y pesos: <https://maxacero.com/perfiles-de-acero/hss/#:~:text=Las%20especificaciones%20del%20perfil%20HSS%20son%20las%20siguientes%3A,construcci%C3%B3n.%208%20Ofrece%20gran%20resistencia%20estructural.%20More%20items>

- Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- NEC SE-GC. (2015). *GEOTÉCNIA Y CIMENTACIONES*. Ecuador: Ministerio de desarrollo urbano y vivienda, MIDUVI.
- NEC-SE-AC. (2015). *Geotecnia y cimentaciones*. Quito: Ministerio de desarrollo urbano y vivienda, MIDUVI.
- NEC-SE-CG. (2015). *Cargas (No sismicas)*. Quito: Ministerio de desarrollo urbano y vivienda, MIDUVI.
- NEC-SE-DS. (2015). *PELIGRO SISMICO DISEÑO SISMO RESISTENTE*. Quito: Ministerio de desarrollo urbano y vivienda, MIDUVI.
- NEC-SE-HM. (2015). *Estructuras de hormigón armado*. Ecuador: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- Noti Amazonía. (17 de Septiembre de 2019). Pastaza: Relleno Sanitario requiere medidas urgentes. *Noti Amazonía*, pág. 1.
- Ojeda, J. (2022). *Estudio de reforzamiento de edificaciones informales por medio de enchapamiento con mallas*. Quito: Escuela Politecnica Nacional.
- Oscar Anasi, D. A. (2015). ANALISIS COMPARATIVO DE MUROS DE CORTANTE DE HORMIGON ARMADO CON DIFERENTE RELACION DE ASPECTO A TRAVES DE ENSAYOS DE CARGA LATERAL EN EL PLANO. *ESCUELA POLITECNICA NACIONAL*, 156.
- Peñafiel, T., Paredes, B., & Alcivar, J. (2023). *Guía para el diseño de un edificio de hormigon armado*. Guayaquil: Escuela Superior Politecnica del Litoral.
- Pérez, J. J., Flores, L., & Alcocer, S. (2013). *EFEECTO DE LA ESBELTEZ EN LA RESISTENCIA DE MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA*. Obtenido de Revista de Ingeniería Sísmica: <https://smis.mx/index.php/RIS/article/view/164/106>
- Quishpe, C. (Abril de 2015). *Estudio de las conexiones para muros estructurales mixtos acero - concreto*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Riva, P., & Franchi, A. (2001). *Comportamiento de Muros de Concreto Armado con Malla de Alambre Soldado Sometidos a Carga Cíclica*. Obtenido de ACI: <https://www.concrete.org/publications/internationalconcreteabstractsportal.aspx?m=details&ID=10221>

- Rivas Ortiz, L. Y. (17 de Agosto de 2017). Análisis experimental y analítico de las propiedades estructurales ante cargas laterales de una mampostería confinada y una mampostería reforzada. *BIBDIGITAL*, 220.
- Sacine. (2022). *Sacine*. Obtenido de Encapsulamientos de Máquinas y Motores: <https://sacine.com/acustica/encapsulamiento-de-maquinas-y-motores/#:~:text=Los%20Encapsulamientos%20de%20m%C3%A1quinas%20y%20Motores%20sirven%20para,como%20dimensionalmente%20en%20funci%C3%B3n%20del%20elemento%20a%20aislar.>
- Safaniuk, M. (2021). *Dreamstime*. Obtenido de Fortalecimiento de muros de mampostería de bloques de hormigón utilizando malla de alambre de acero. Aislamiento de paredes exteriores [Fotografía]: <https://www.dreamstime.com/strengthening-concrete-block-masonry-walls-using-steel-wire-mesh-exterior-wall-insulation-install-metal-plastering-image191392251>
- Salas, D., & Chamorro, O. (2019). *ESTUDIO EXPERIMENTAL DE MUROS DE MAMPOSTERIA CONFINADA CON BLOQUE REFORZADO CON "MALLA EXAGONAL" PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO FRENTE A EVENTOS SÍSMICOS*. Obtenido de ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20420>
- Shedid, M., Wael, E.-D., & Drysdale, R. (September de 2009). *Behavior of Fully Grouted Reinforced Concrete Masonry Shear Walls*. Obtenido de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141029609001138>
- SIG TIERRAS-IE--CGSIN. (2015). *Gobierno del encuentro*. Obtenido de Cartografía Temática Geopedológica [Fotografía]: <http://www.sigtierras.gob.ec/mapa-de-ordenes-de-suelos/>
- Suárez, C., & Yeriel, L. (2018). *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUAS CALIENTES*. Obtenido de Análisis numérico de muros y marcos de concreto reforzado bajo el efecto del pulldown producto de la subsidencia: <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/handle/11317/1584>
- Tipan, P. (2016). *Diseño estructural de un edificio tipo para apartamentos utilizando las normas NEC 2015*. Quito: Escuela Politecnica Nacional.
- Torres, H. (2023). ¿Cómo reducir las emisiones de CO2 en la construcción? *El Economista*, 1.

Tupiza, C. (2011). *Diseño de una casa sismo resistente de dos niveles en estructural metálica*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.

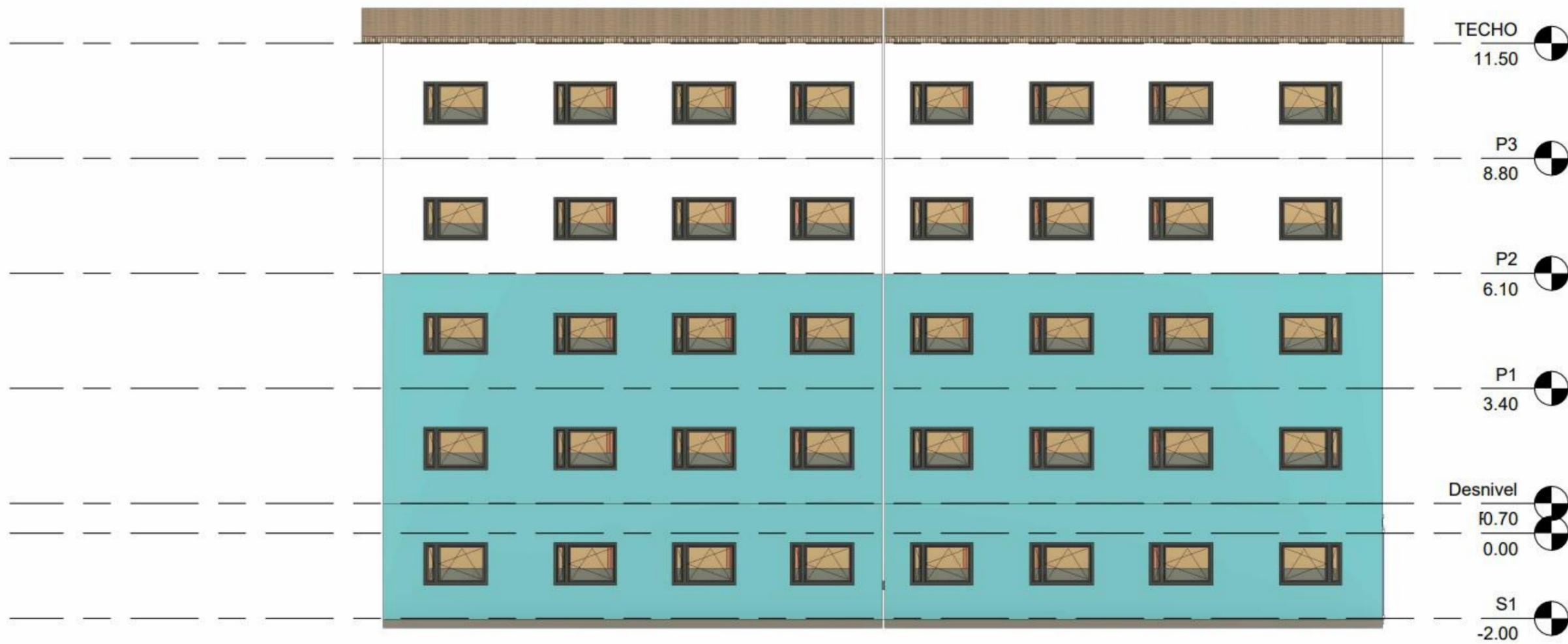
Tutoriales Innovaciones D Y M. (18 de Abril de 2023). *Youtube*. Obtenido de casa en 15 días hasta la mampostería (fotografía): <https://www.youtube.com/watch?v=ZKPaZQiC4xs>

Yan, S., Zhang, L. F., & Zhang, a. Y. (2008). *Seismic Performances of High-Strength Concrete Shear Walls Reinforced with High-Strength Rebars*. Obtenido de ASCE: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/40988%28323%2940>

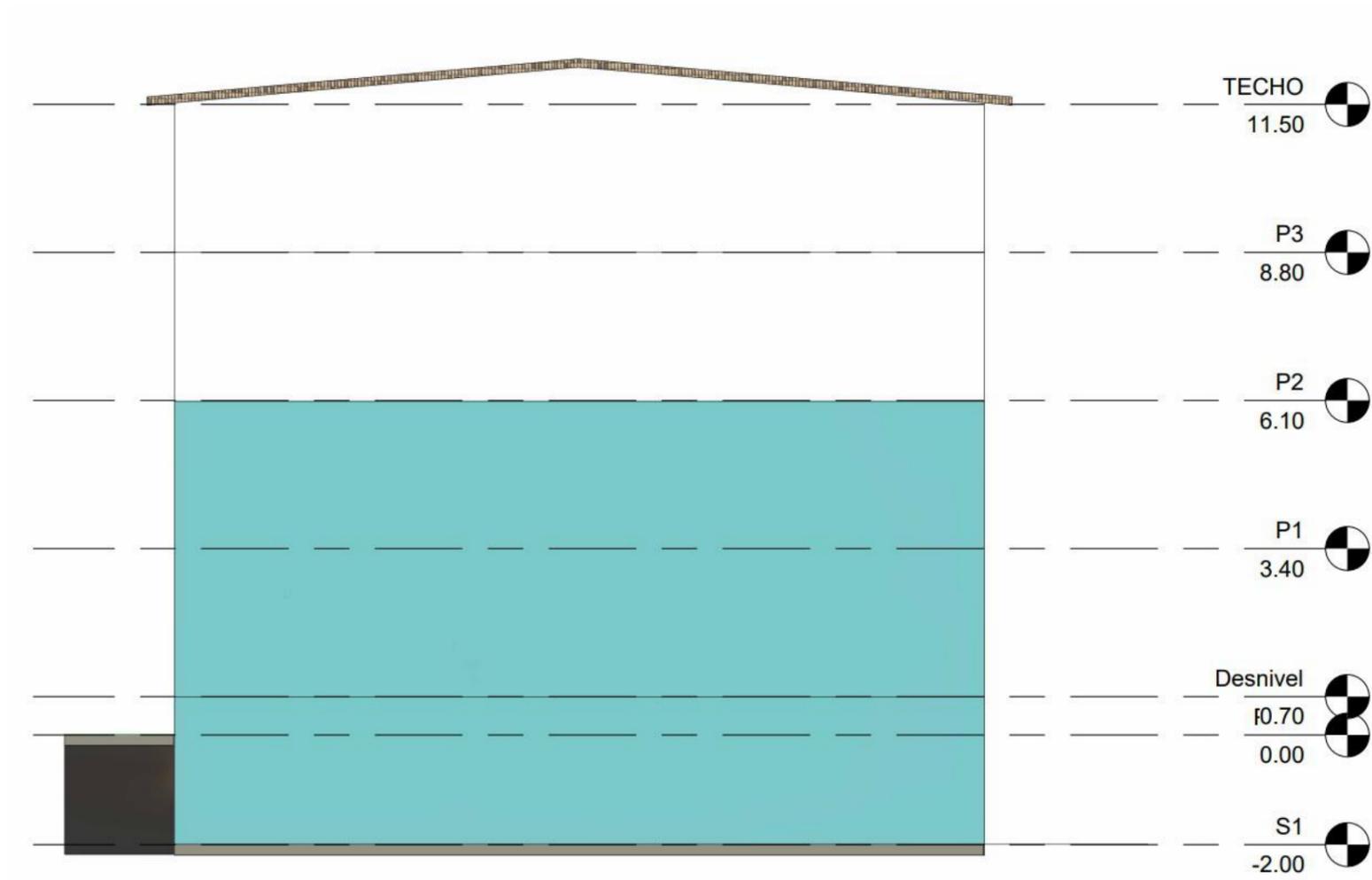
Yuchuan Tang, J. Z. (2011). Probabilistic seismic demand analysis of a slender RC shear wall considering soil–structure interaction effects. *Engineering structures*, 218-229.

# PLANOS Y ANEXOS

---



<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL</b>			
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:			
<b>DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO</b>			
CONTENIDO:			
<b>FACHADA NORTE DEL EDIFICIO</b>			
Coordinador de la Materia Integradora:	Estudiantes:	Fecha de entrega:	
Msc. Lenin Dender	Carlos Alberto Endara Vélez	25/08/2023	
Tutor de Área de Conocimiento:	Milena Estefania Espinosa Cando	Lámina:	Escala:
Msc. Carlos Quishpe		1/32	1:100



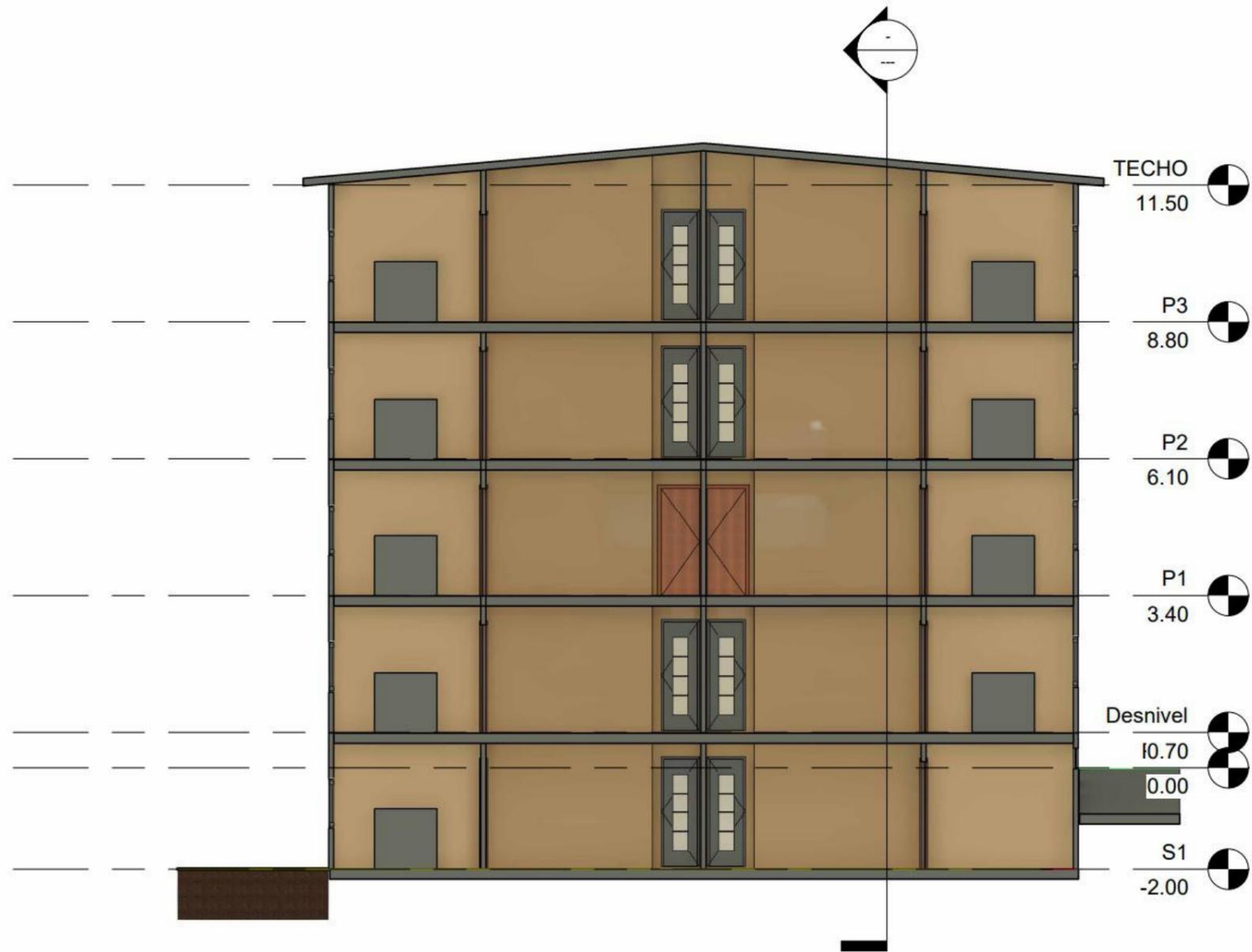
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: <b>DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO</b>		
CONTENIDO: <b>FACHADA ESTE DEL EDIFICIO</b>		
Coordinador de la Materia Integradora: Msc. Lenin Dender	Estudiantes: Carlos Alberto Endara Vélez Milena Estefania Espinosa Cando	Fecha de entrega: 25/08/2023
Tutor de Área de Conocimiento: Msc. Carlos Quishpe	Lámina: 2/32	Escala:



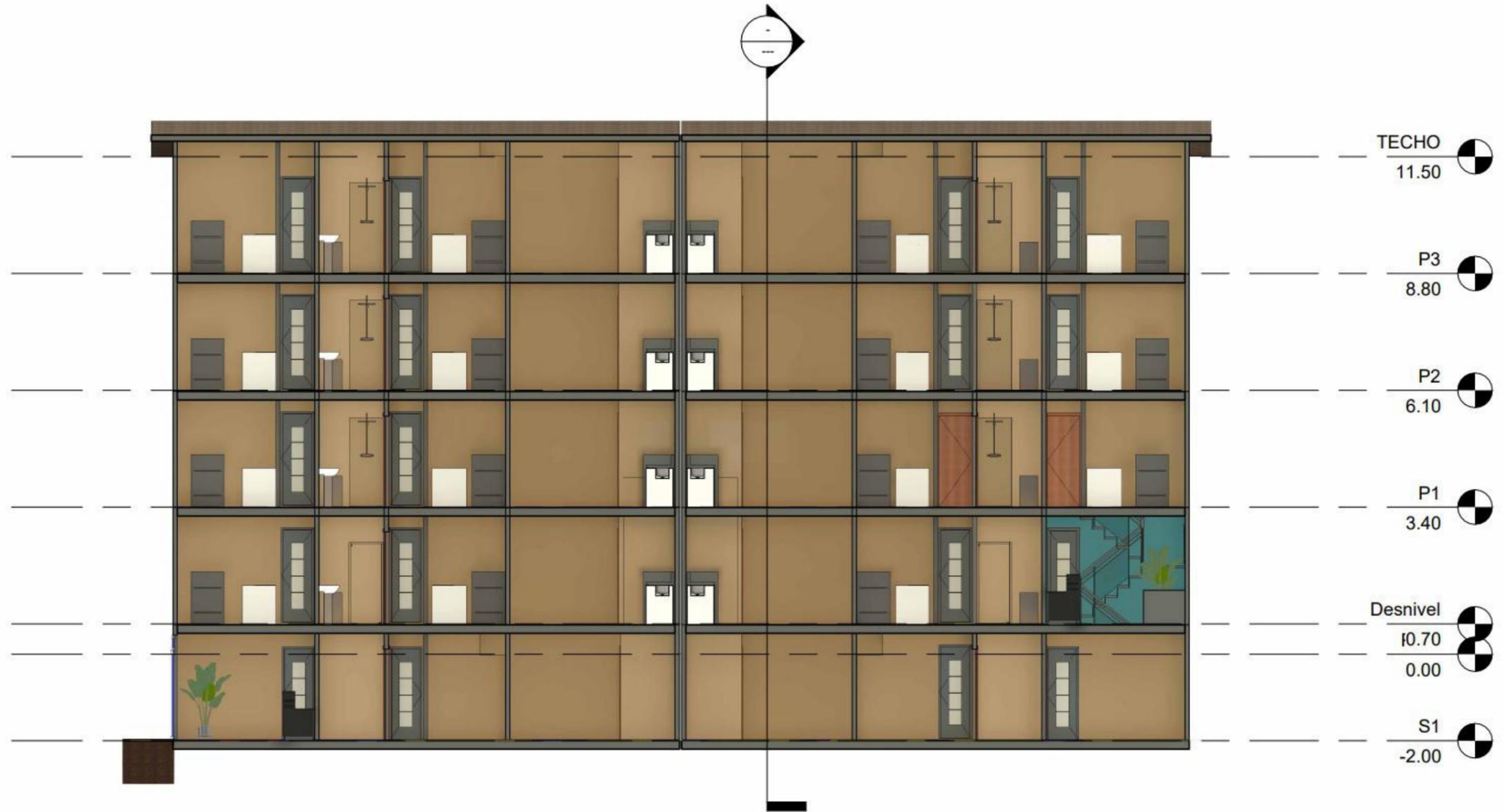
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL</b>			
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:			
<b>DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO</b>			
CONTENIDO:			
<b>FACHADA SUR DEL EDIFICIO</b>			
Coordinador de la Materia Integradora:	Estudiantes:	Fecha de entrega:	
Msc. Lenin Dender	Carlos Alberto Endara Vélez	25/08/2023	
Tutor de Área de Conocimiento:	Milena Estefania Espinosa Cando	Lámina:	Escala:
Msc. Carlos Quishpe		3/32	1:100



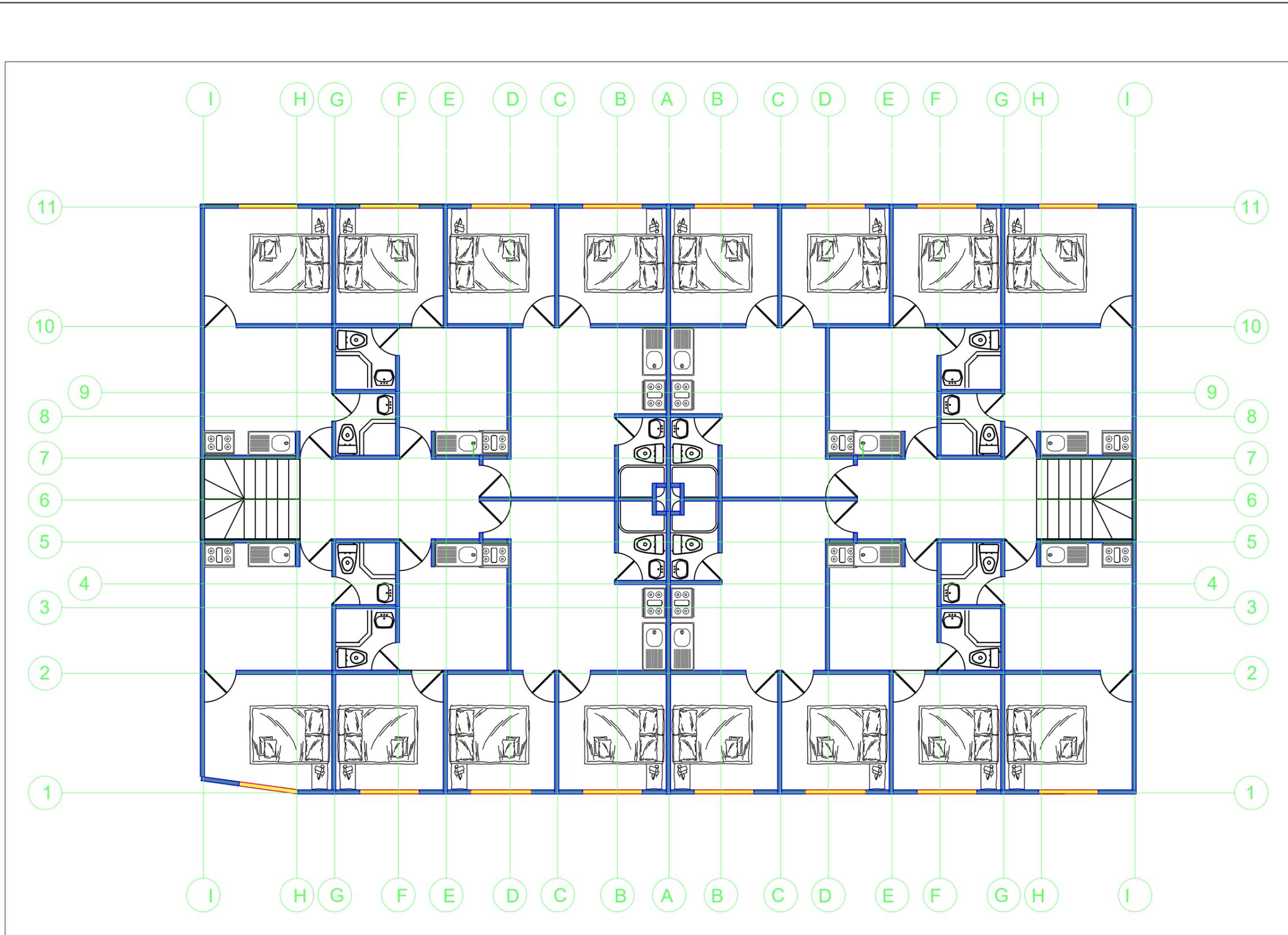
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: <b>DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO</b>		
CONTENIDO: <b>FACHADA OESTE DEL EDIFICIO</b>		
Coordinador de la Materia Integradora: Msc. Lenin Dender	Estudiantes: Carlos Alberto Endara Vélez Milena Estefania Espinosa Cando	Fecha de entrega: 25/08/2023
Tutor de Área de Conocimiento: Msc. Carlos Quishpe	Lámina: 4/32	Escala: 1:100



<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL</b>			
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:			
<b>DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO</b>			
CONTENIDO:			
<b>CORTE TRANSVERSAL DEL EDIFICIO</b>			
Coordinador de la Materia Integradora:		Estudiantes:	Fecha de entrega:
Msc. Lenin Dender		Carlos Alberto Endara Vélez	25/08/2023
Tutor de Área de Conocimiento:		Milena Estefania Espinosa Cando	Lámina: Escala:
Msc. Carlos Quishpe		5/32	1:100



<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL</b>			
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:			
<b>DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO</b>			
CONTENIDO:			
<b>CORTE LONGITUDINAL DEL EDIFICIO</b>			
Coordinador de la Materia Integradora:		Estudiantes:	
Msc. Lenin Dender		Carlos Alberto Endara Vélez	
Tutor de Área de Conocimiento:		Fecha de entrega:	
Msc. Carlos Quishpe		25/08/2023	
		Lámina:	Escala:
		6/32	1:100



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

**MATERIALES:**

- Hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Perfiles A36
- Resistencia a tracción del acero = 80 ksi
- Soldadura de Electrodo E60-11

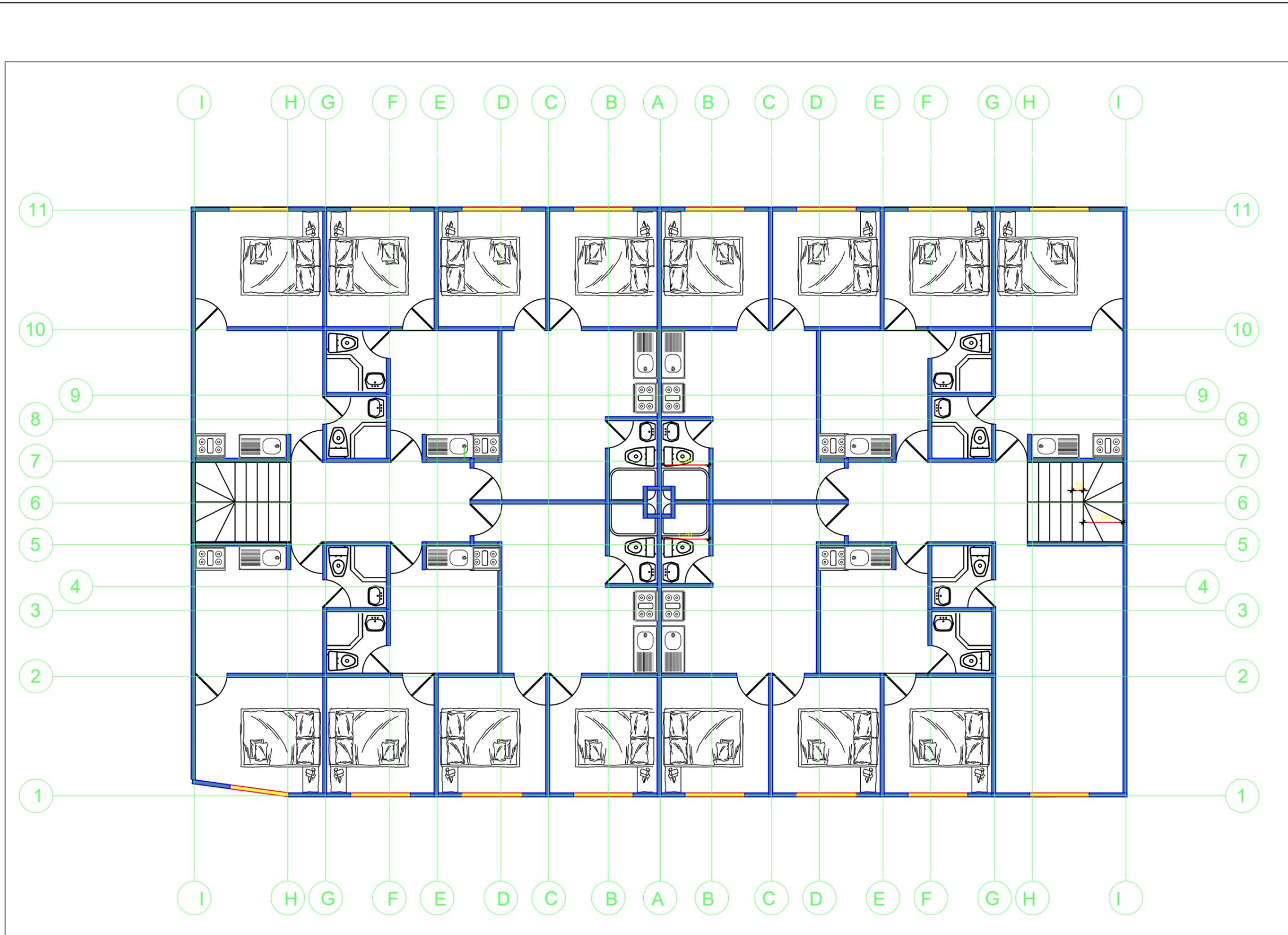
**CARGAS DE DISEÑO:**

- Carga viva de Cubierta = 70 kg/m<sup>2</sup>
- Carga viva de Losa = 200 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta sobre impuesta por piso = 166 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta por piso = 636 kg/m<sup>2</sup>
- Sismo de Diseño = NEC 2015
- Tipo de Suelo = E
- Velocidad de onda de corte del suelo = 40 kPa

**NOTAS ESTRUCTURALES:**

- Recubrimiento: Columnas 2.5 cm
- Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
- Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
- Todas las medidas están en metros
- Este proyecto deberá ser correlacionado necesariamente con el diseño arquitectónico

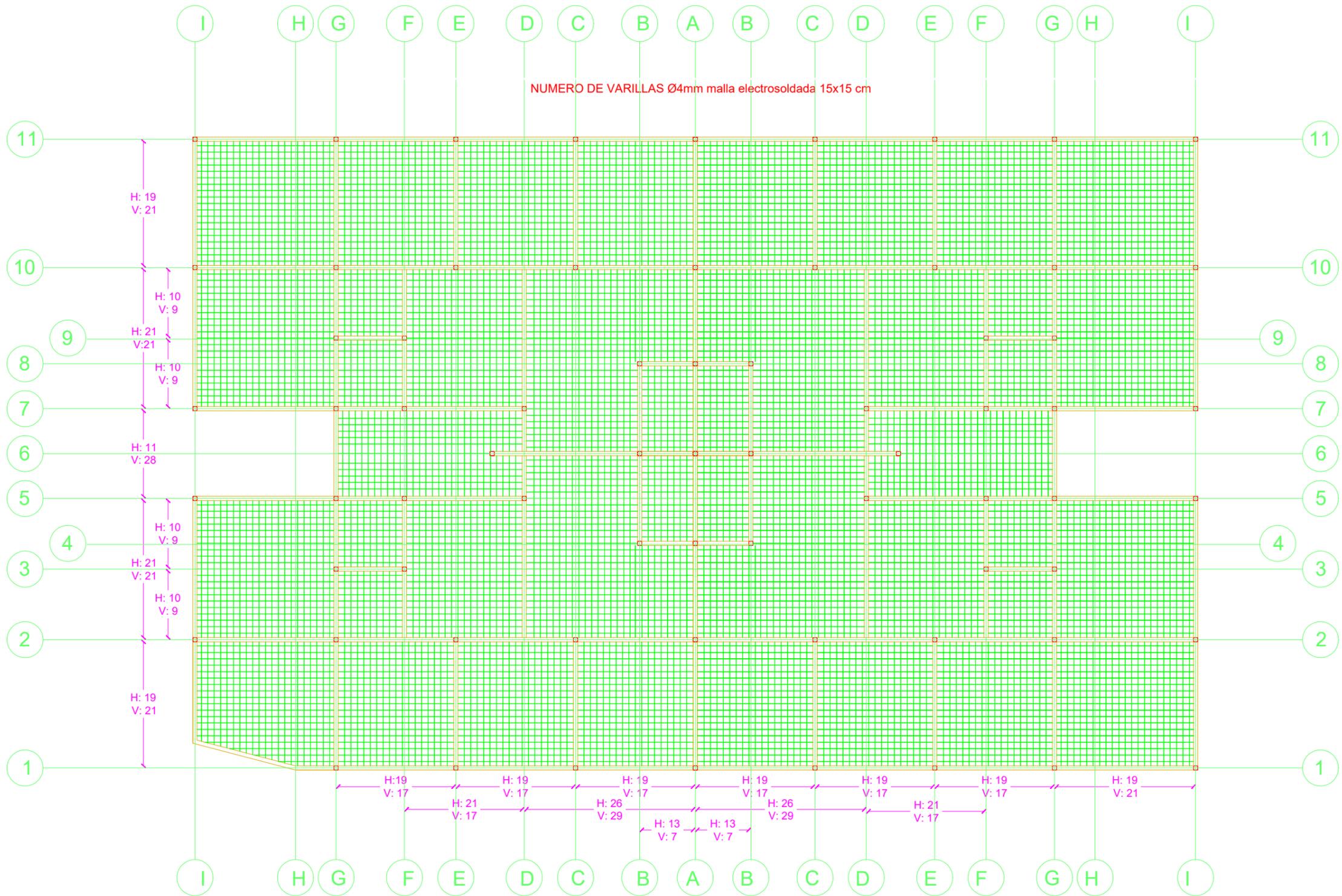
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: <b>DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO</b>		
CONTENIDO: <b>PLANTAS ARQUITECTÓNICAS 1, 2 Y 3 DE EDIFICIO</b>		
Coordinador de la Materia Integradora: Msc. Lenin Dender	Estudiantes: Carlos Alberto Endara Vélez Milena Estefania Espinosa Cando	Fecha de entrega: 25/08/2023
Tutor de Área de Conocimiento: Msc. Carlos Quishpe	Lámina: 7/32	Escala: 1:100



- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**
- MATERIALES:**
- Hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
  - Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
  - Acero de Perfiles A36
  - Resistencia a tracción del acero = 80 ksi
  - Soldadura de Electrodo E60-11
- CARGAS DE DISEÑO:**
- Carga viva de Cubierta = 70 kg/m<sup>2</sup>
  - Carga viva de Losa = 200 kg/m<sup>2</sup>
  - Carga muerta sobre impuesta por piso = 166 kg/m<sup>2</sup>
  - Carga muerta por piso = 636 kg/m<sup>2</sup>
  - Sismo de Diseño = NEC 2015
  - Tipo de Suelo = E
  - Velocidad de onda de corte del suelo = 40 kPa
- NOTAS ESTRUCTURALES:**
- Recubrimiento: Columnas 2.5 cm
  - Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
  - Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
  - Todas las medidas están en metros
  - Este proyecto deberá ser correlacionado necesariamente con el diseño arquitectónico

<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: <b>DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO</b>		
CONTENIDO: <b>PLANTA ARQUITECTÓNICA: PLANTA BAJA</b>		
Coordinador de la Materia Integradora: Msc. Lenin Dender	Estudiantes: Carlos Alberto Endara Vélez Milena Estefania Espinosa Cando	Fecha de entrega: 25/08/2023
Tutor de Área de Conocimiento: Msc. Carlos Quishpe	Lámina: 8/32	Escala: 1:100

NUMERO DE VARILLAS Ø4mm malla electrosoldada 15x15 cm



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

**MATERIALES:**

- Hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Perfiles A36
- Resistencia a tracción del acero = 80 ksi
- Soldadura de Electrodo E60-11

**CARGAS DE DISEÑO:**

- Carga viva de Cubierta = 70 kg/m<sup>2</sup>
- Carga viva de Losa = 200 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta sobre impuesta por piso = 166 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta por piso = 636 kg/m<sup>2</sup>
- Sismo de Diseño = NEC 2015
- Tipo de Suelo = E
- Velocidad de onda de corte del suelo = 40 kPa

**NOTAS ESTRUCTURALES:**

- Recubrimiento: Columnas 2.5 cm
- Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
- Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
- Todas las medidas están en metros
- Este proyecto deberá ser correlacionado necesariamente con el diseño arquitectónico

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO**

CONTENIDO:

**DETALLE DE MALLAS PARA LOSA, VISTA EN PLANTA**

Coordinador de la Materia Integradora:

Msc. Lenin Dender

Estudiantes:

Carlos Alberto Endara

Vélez

Milena Estefania Espinosa

Cando

Fecha de entrega:

25/08/2023

Tutor de Área de Conocimiento:

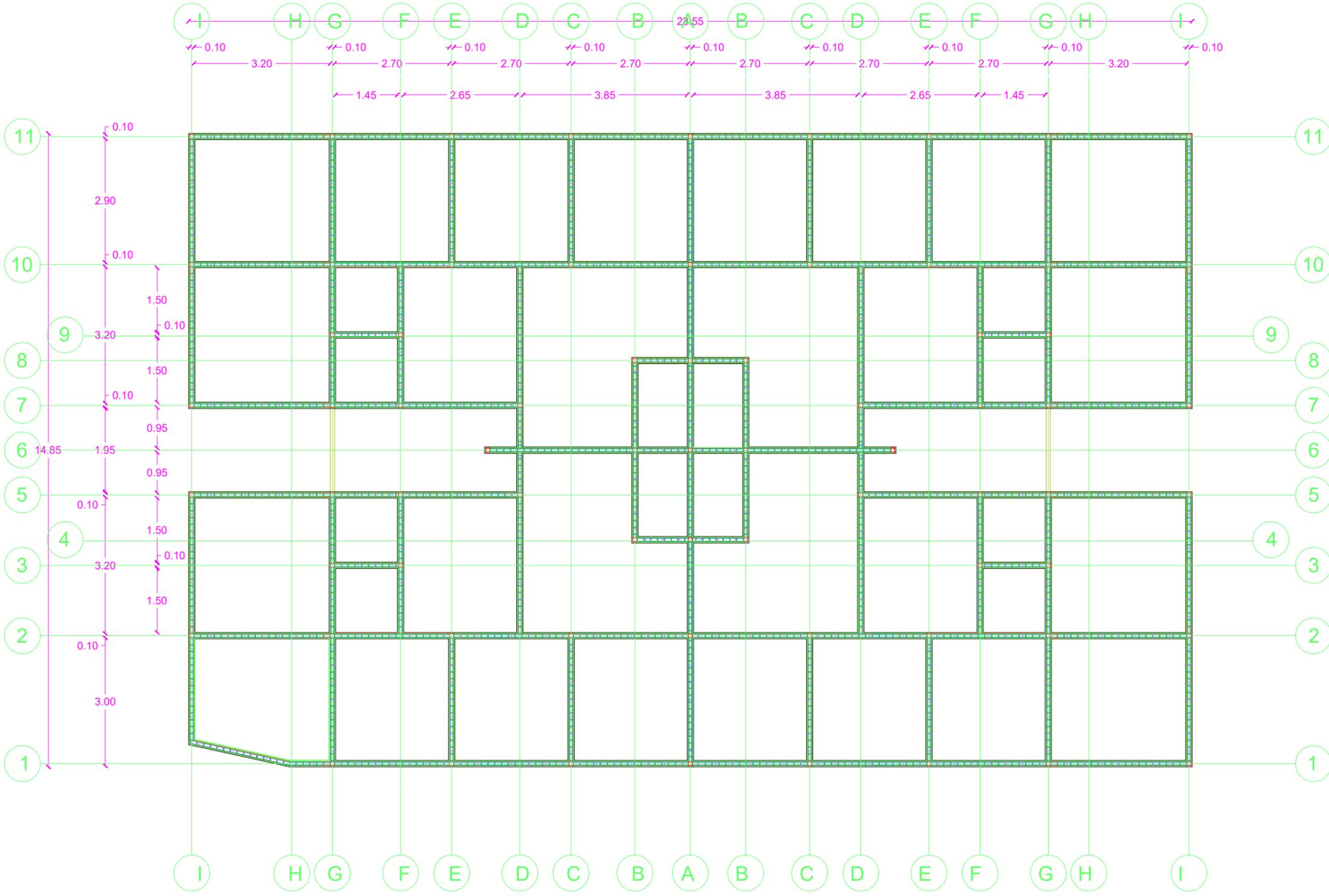
Msc. Carlos Quishpe

Lámina:

9/32

Escala:

1:100



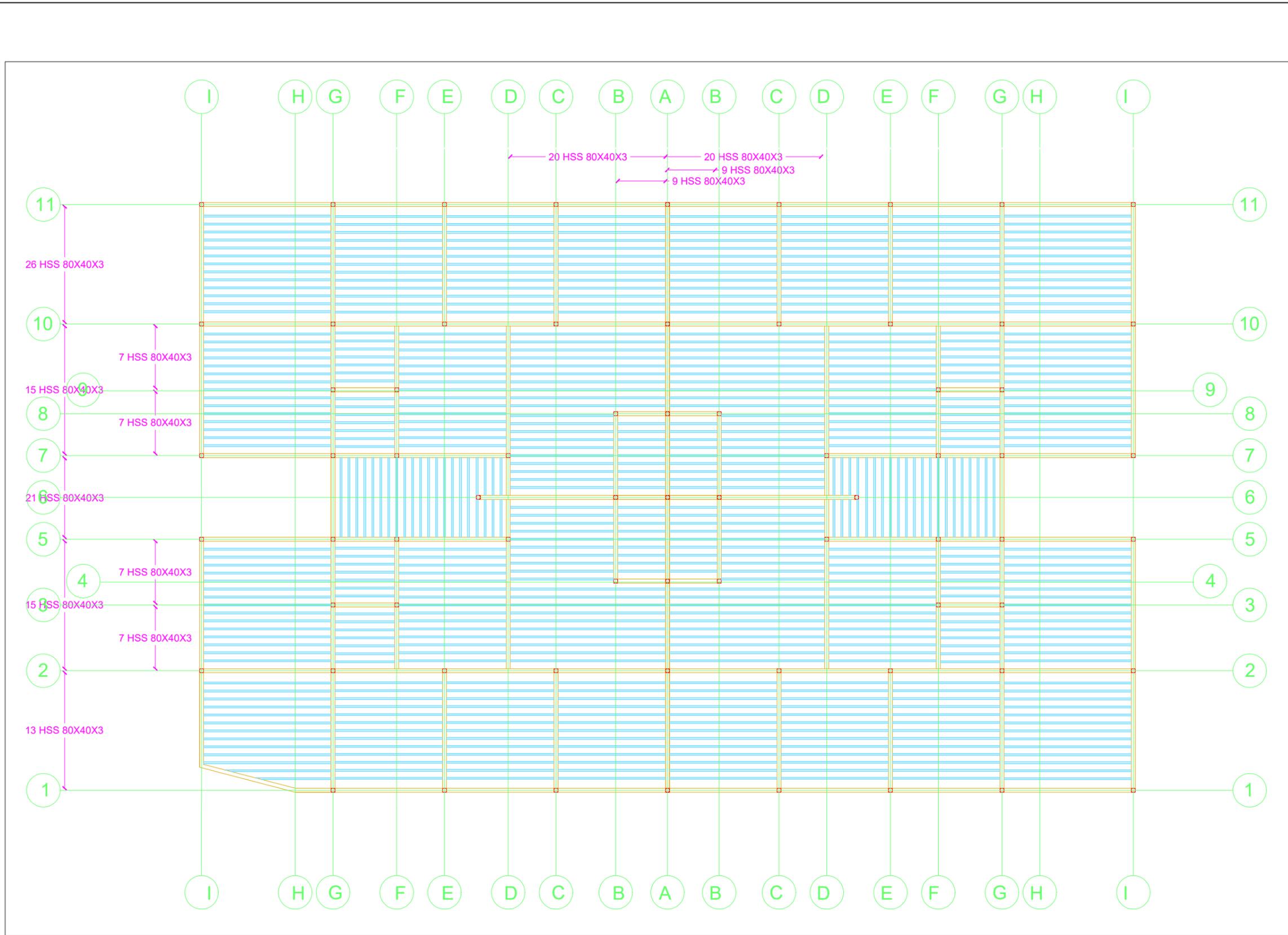
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

- MATERIALES:**
- Hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
  - Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
  - Acero de Perfiles A36
  - Resistencia a tracción del acero = 80 ksi
  - Soldadura de Electrodo E60-11

- CARGAS DE DISEÑO:**
- Carga viva de Cubierta = 70 kg/m<sup>2</sup>
  - Carga viva de Losa = 200 kg/m<sup>2</sup>
  - Carga muerta sobre impuesta por piso = 166 kg/m<sup>2</sup>
  - Carga muerta por piso = 636 kg/m<sup>2</sup>
  - Sismo de Diseño = NEC 2015
  - Tipo de Suelo = E
  - Velocidad de onda de corte del suelo = 40 kPa

- NOTAS ESTRUCTURALES:**
- Recubrimiento: Columnas 2.5 cm
  - Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
  - Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
  - Todas las medidas están en metros
  - Este proyecto deberá ser correlacionado necesariamente con el diseño arquitectónico

<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL</b>			
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:			
<b>DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO</b>			
CONTENIDO:			
<b>VISTA EN PLANTA, DETALLE DE MUROS ESTRUCTURALES</b>			
Coordinador de la Materia Integradora:	Estudiantes:	Fecha de entrega:	
Msc. Lenin Dender	Carlos Alberto Endara Vélez	25/08/2023	
Tutor de Área de Conocimiento:	Milena Estefania Espinosa Cando	Lámina:	Escala:
Msc. Carlos Quishpe		10/32	1:100

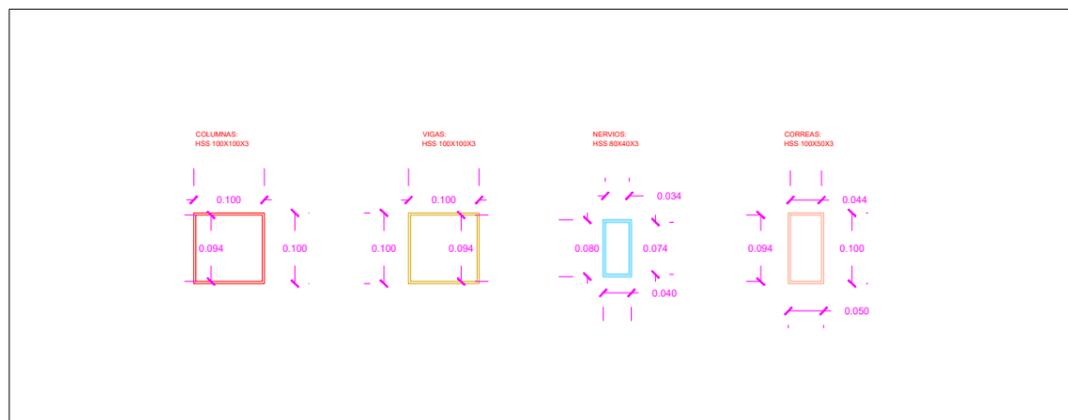


- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**
- MATERIALES:**
- Hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
  - Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
  - Acero de Perfiles A36
  - Resistencia a tracción del acero = 80 ksi
  - Soldadura de Electrodo E60-11

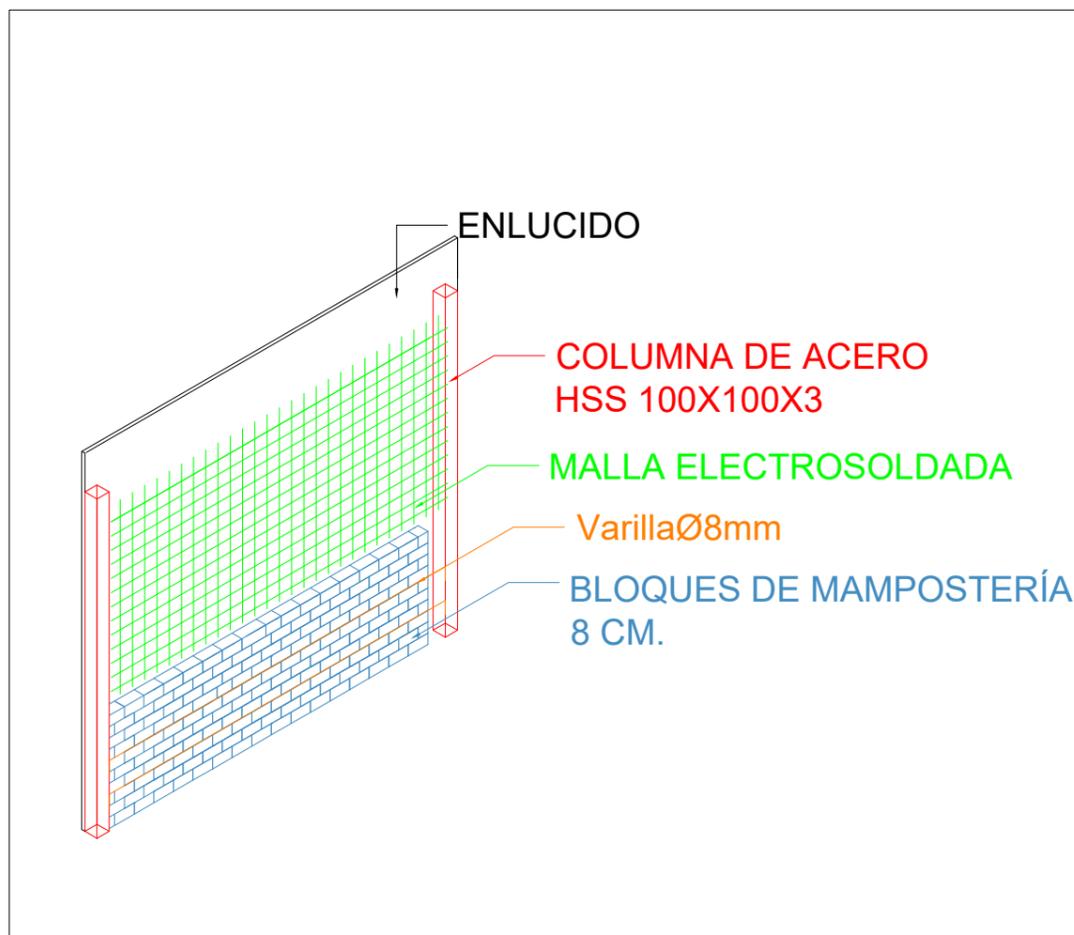
- CARGAS DE DISEÑO:**
- Carga viva de Cubierta = 70 kg/m<sup>2</sup>
  - Carga viva de Losa = 200 kg/m<sup>2</sup>
  - Carga muerta sobre impuesta por piso = 166 kg/m<sup>2</sup>
  - Carga muerta por piso = 636 kg/m<sup>2</sup>
  - Sismo de Diseño = NEC 2015
  - Tipo de Suelo = E
  - Velocidad de onda de corte del suelo = 40 kPa

- NOTAS ESTRUCTURALES:**
- Recubrimiento: Columnas 2.5 cm
  - Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
  - Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
  - Todas las medidas están en metros
  - Este proyecto deberá ser correlacionado necesariamente con el diseño arquitectónico

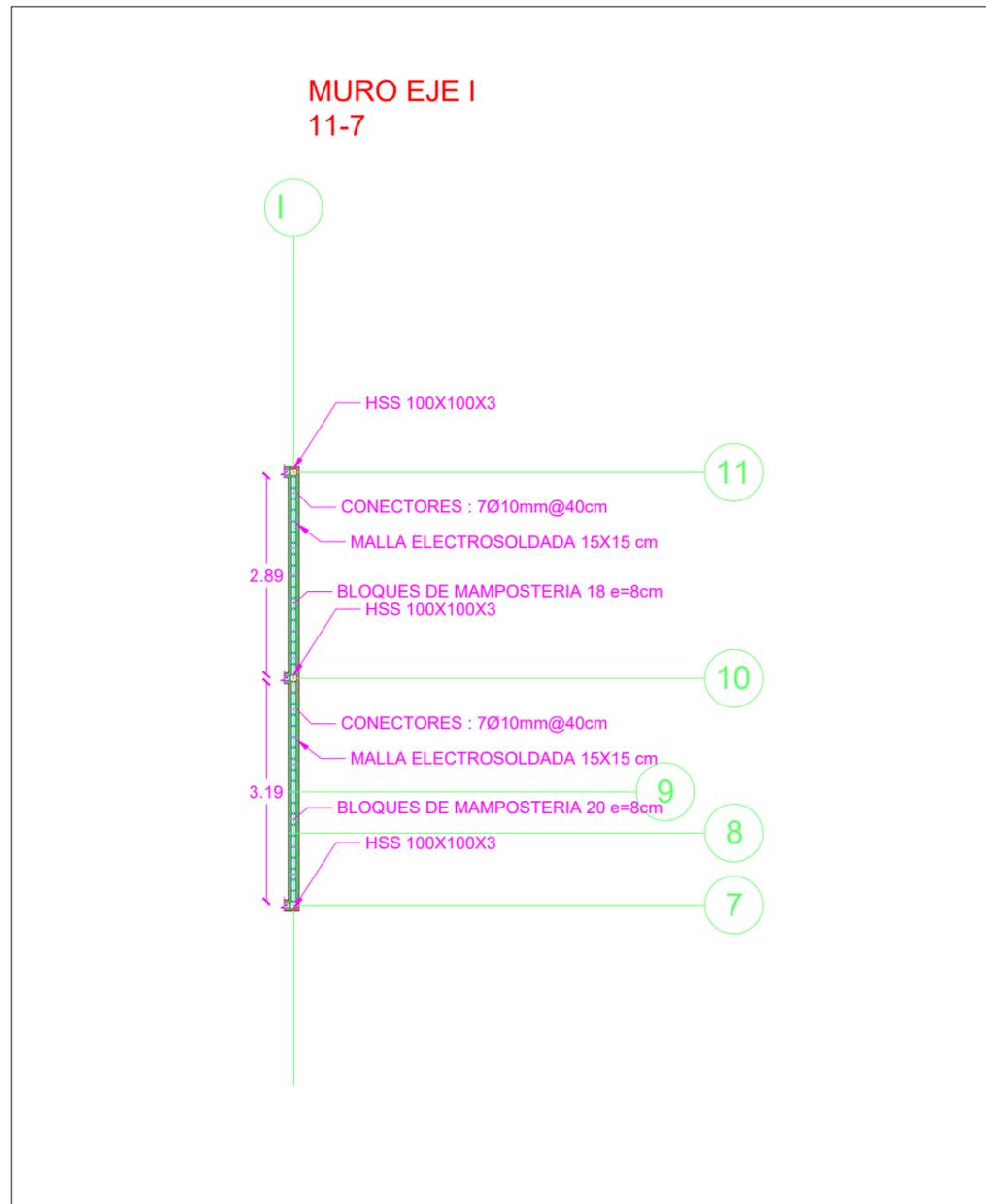
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL</b>			
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:			
<b>DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO</b>			
CONTENIDO:			
<b>VISTA EN PLANTA, DETALLE DE CANTIDAD DE NERVIOS PARA LOSA</b>			
Coordinador de la Materia Integradora:		Estudiantes:	Fecha de entrega:
Msc. Lenin Dender		Carlos Alberto Endara Vélez	25/08/2023
Tutor de Área de Conocimiento:		Milena Estefania Espinosa Cando	Lámina: Escala:
Msc. Carlos Quishpe			11/32 1:100



**DIMENSIONES DE PERFILES DE ACERO A36 UTILIZADOS**  
1:50



**VISTA ISOMÉTRICA DE MURO DE MAMPOSTERÍA ENCHAPADA EN DOS LADOS**  
1:50



**CORTE EN MURO PARA DETALLE DE SUS COMPONENTES**  
1:100

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

**MATERIALES:**

- Hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Perfiles A36
- Resistencia a tracción del acero = 80 ksi
- Soldadura de Electrodo E60-11

**CARGAS DE DISEÑO:**

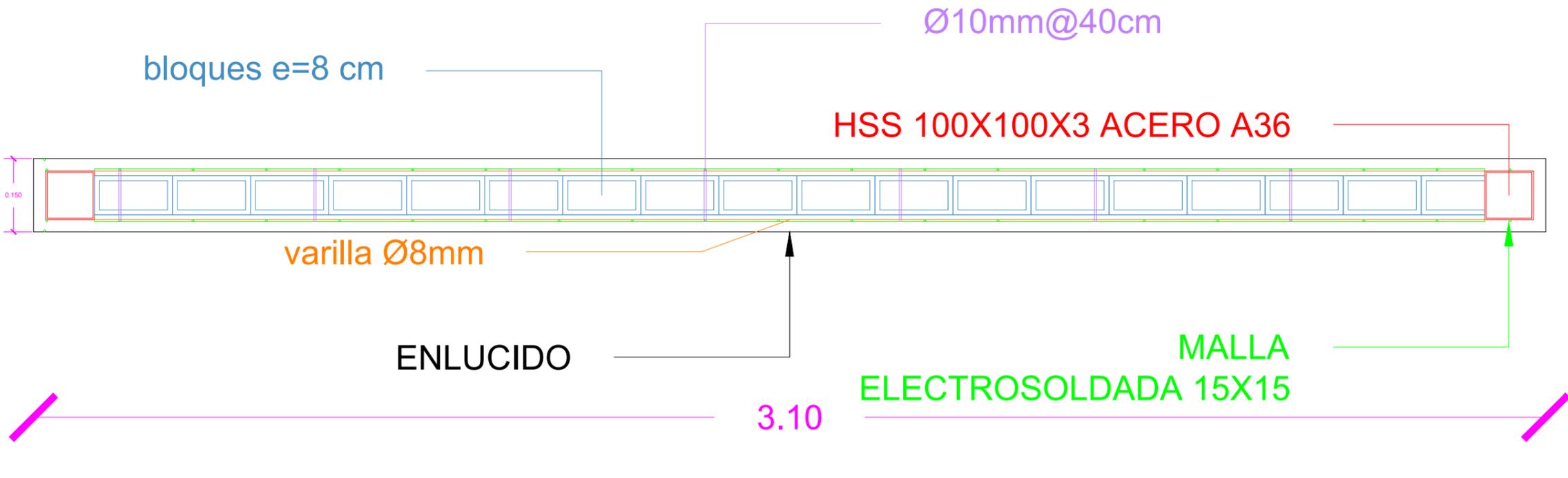
- Carga viva de Cubierta = 70 kg/m<sup>2</sup>
- Carga viva de Losa = 200 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta sobre impuesta por piso = 166 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta por piso = 636 kg/m<sup>2</sup>
- Sismo de Diseño = NEC 2015
- Tipo de Suelo = E
- Velocidad de onda de corte del suelo = 40 kPa

**NOTAS ESTRUCTURALES:**

- Recubrimiento: Columnas 2.5 cm
- Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
- Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
- Todas las medidas están en metros
- Este proyecto deberá ser correlacionado necesariamente con el diseño arquitectónico

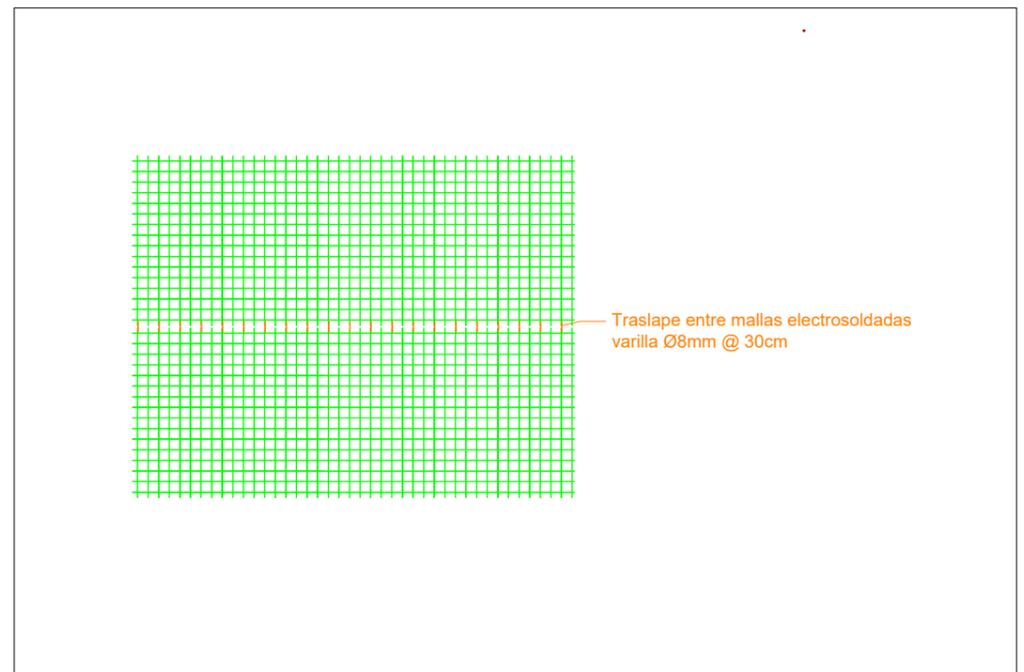
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL</b>			
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:			
<b>DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO</b>			
CONTENIDO:			
Coordinador de la Materia Integradora:	Estudiantes:	Fecha de entrega:	
Msc. Lenin Dender	Carlos Alberto Endara Vélez	25/08/2023	
Tutor de Área de Conocimiento:	Milena Estefania Espinosa Cando	Lámina:	Escala:
Msc. Carlos Quishpe		12/32	

# DETALLE DE MURO



- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**
- MATERIALES:**
- Hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
  - Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
  - Acero de Perfiles A36
  - Resistencia a tracción del acero = 80 ksi
  - Soldadura de Electrodo E60-11
- CARGAS DE DISEÑO:**
- Carga viva de Cubierta = 70 kg/m<sup>2</sup>
  - Carga viva de Losa = 200 kg/m<sup>2</sup>
  - Carga muerta sobre impuesta por piso = 166 kg/m<sup>2</sup>
  - Carga muerta por piso = 636 kg/m<sup>2</sup>
  - Sismo de Diseño = NEC 2015
  - Tipo de Suelo = E
  - Velocidad de onda de corte del suelo = 40 kPa
- NOTAS ESTRUCTURALES:**
- Recubrimiento: Columnas 2.5 cm
  - Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
  - Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
  - Todas las medidas están en metros
  - Este proyecto deberá ser correlacionado necesariamente con el diseño arquitectónico

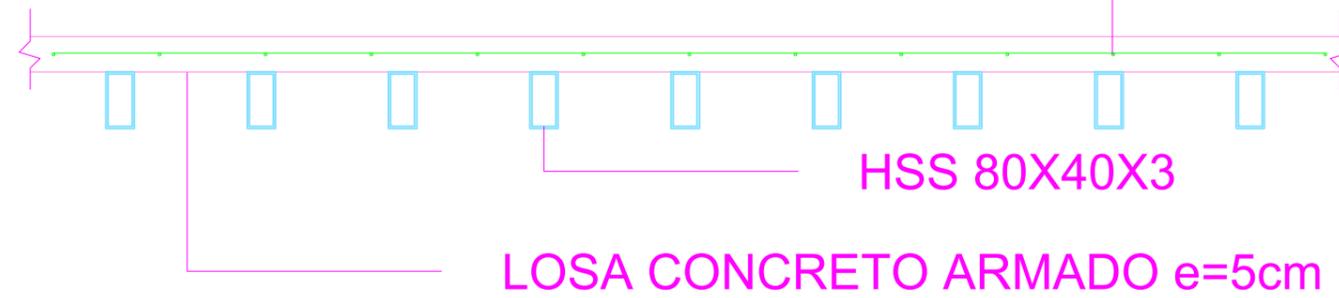
○ **CORTE EN PLANTA DE MURO ENCHAPADO EN DOS LADOS**  
1:10



○ **TRASLAPE ENTRE MALLAS ELECTROSOLDADAS PARA MUROS Y LOSAS**  
1:100

<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL</b>			
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:			
<b>DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO</b>			
CONTENIDO:			
Coordinador de la Materia Integradora:	Estudiantes:	Fecha de entrega:	
Msc. Lenin Dender	Carlos Alberto Endara Vález	25/08/2023	
Tutor de Área de Conocimiento:	Milena Estefania Espinosa Cando	Lámina:	Escala:
Msc. Carlos Quishpe		13/32	

MALLA ELECTROSOLDADA 15X15



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

**MATERIALES:**

- Hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Perfiles A36
- Resistencia a tracción del acero = 80 ksi
- Soldadura de Electrodo E60-11

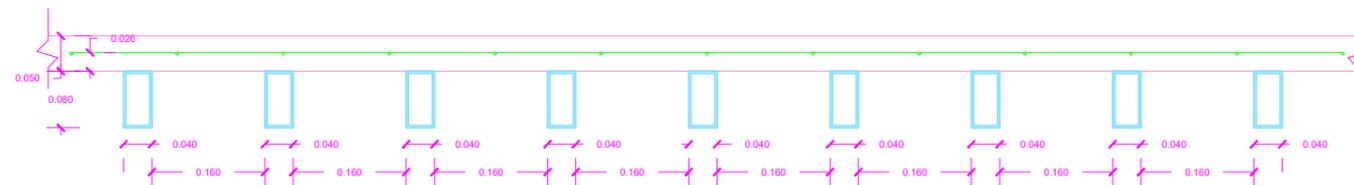
**CARGAS DE DISEÑO:**

- Carga viva de Cubierta = 70 kg/m<sup>2</sup>
- Carga viva de Losa = 200 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta sobre impuesta por piso = 166 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta por piso = 636 kg/m<sup>2</sup>
- Sismo de Diseño = NEC 2015
- Tipo de Suelo = E
- Velocidad de onda de corte del suelo = 40 kPa

**NOTAS ESTRUCTURALES:**

- Recubrimiento: Columnas 2.5 cm
- Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
- Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
- Todas las medidas están en metros
- Este proyecto deberá ser correlacionado necesariamente con el diseño arquitectónico

DETALLES DE LOSA MACAIZA  
1:10



DIMENSIONES DE LOSA MACAIZA  
1:10

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:  
**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO**

CONTENIDO:

Coordinador de la Materia Integradora: Msc. Lenin Dender	Estudiantes: Carlos Alberto Endara Vélez Milena Estefania Espinosa Cando	Fecha de entrega: 25/08/2023
Tutor de Área de Conocimiento: Msc. Carlos Quishpe	Lámina: 14/32	Escala:

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:****MATERIALES:**

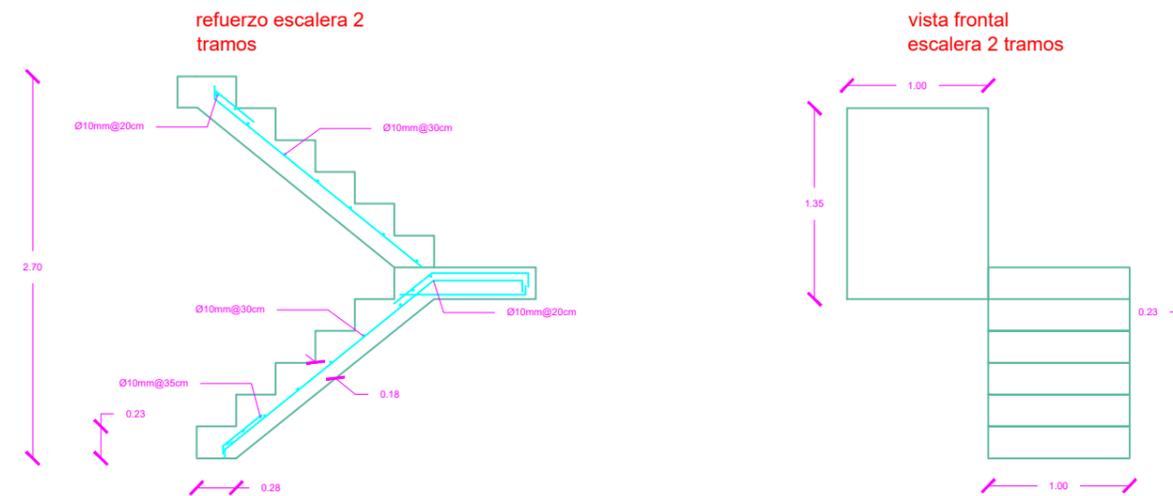
- Hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Perfiles A36
- Resistencia a tracción del acero = 80 ksi
- Soldadura de Electrodo E60-11

**CARGAS DE DISEÑO:**

- Carga viva de Cubierta = 70 kg/m<sup>2</sup>
- Carga viva de Losa = 200 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta sobre impuesta por piso = 166 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta por piso = 636 kg/m<sup>2</sup>
- Sismo de Diseño = NEC 2015
- Tipo de Suelo = E
- Velocidad de onda de corte del suelo = 40 kPa

**NOTAS ESTRUCTURALES:**

- Recubrimiento: Columnas 2.5 cm
- Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
- Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
- Todas las medidas están en metros
- Este proyecto deberá ser correlacionado necesariamente con el diseño arquitectónico



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**  
 FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE  
 AMAZÓNICO**

CONTENIDO:

**DETALLES Y DIMENSIONES DE ESCALERA**

Coordinador de la Materia Integradora:

Msc. Lenin Dender

Estudiantes:

Carlos Alberto Endara

Vélez

Milena Estefania Espinosa

Cando

Fecha de entrega:

25/08/2023

Tutor de Área de Conocimiento:

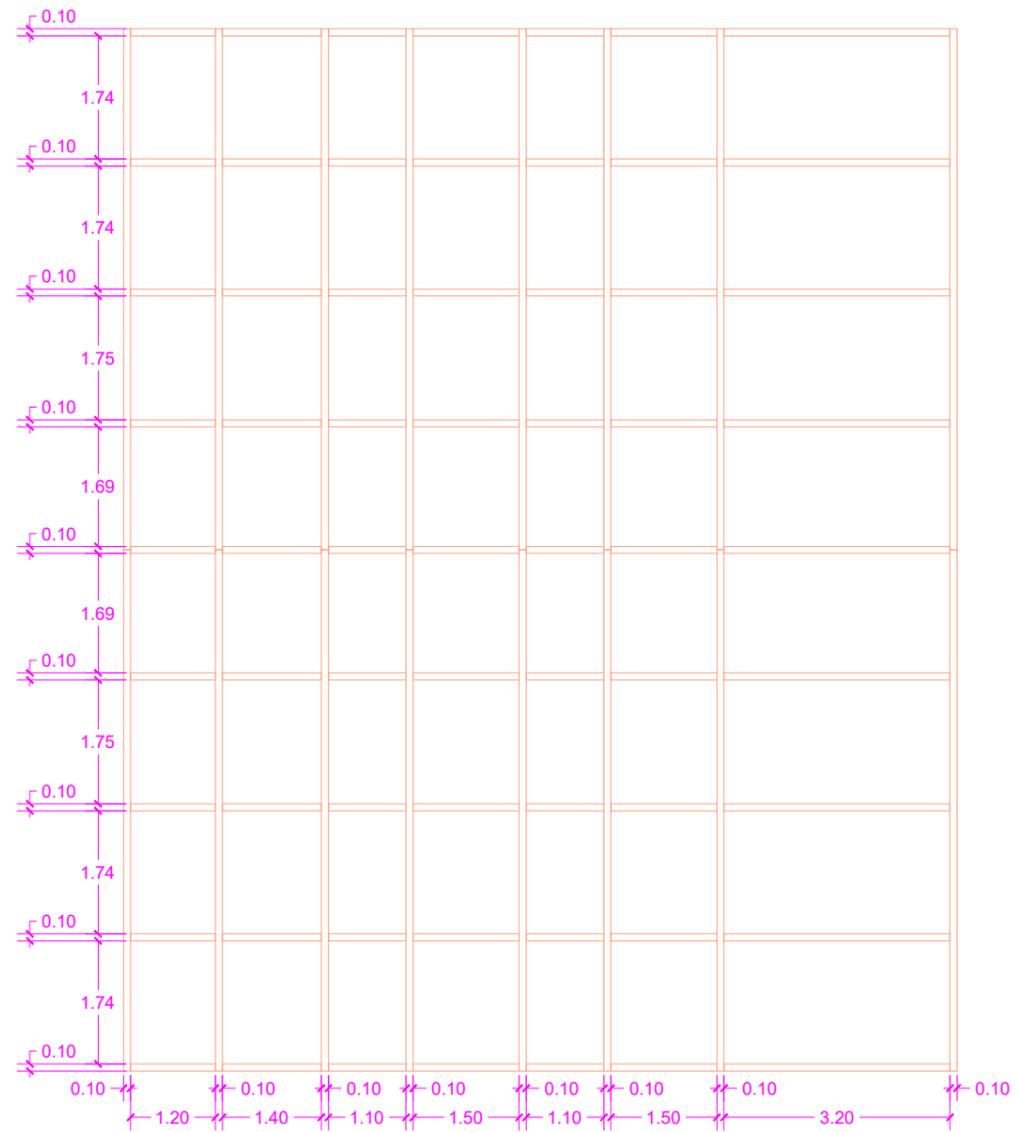
Msc. Carlos Quishpe

Lámina:

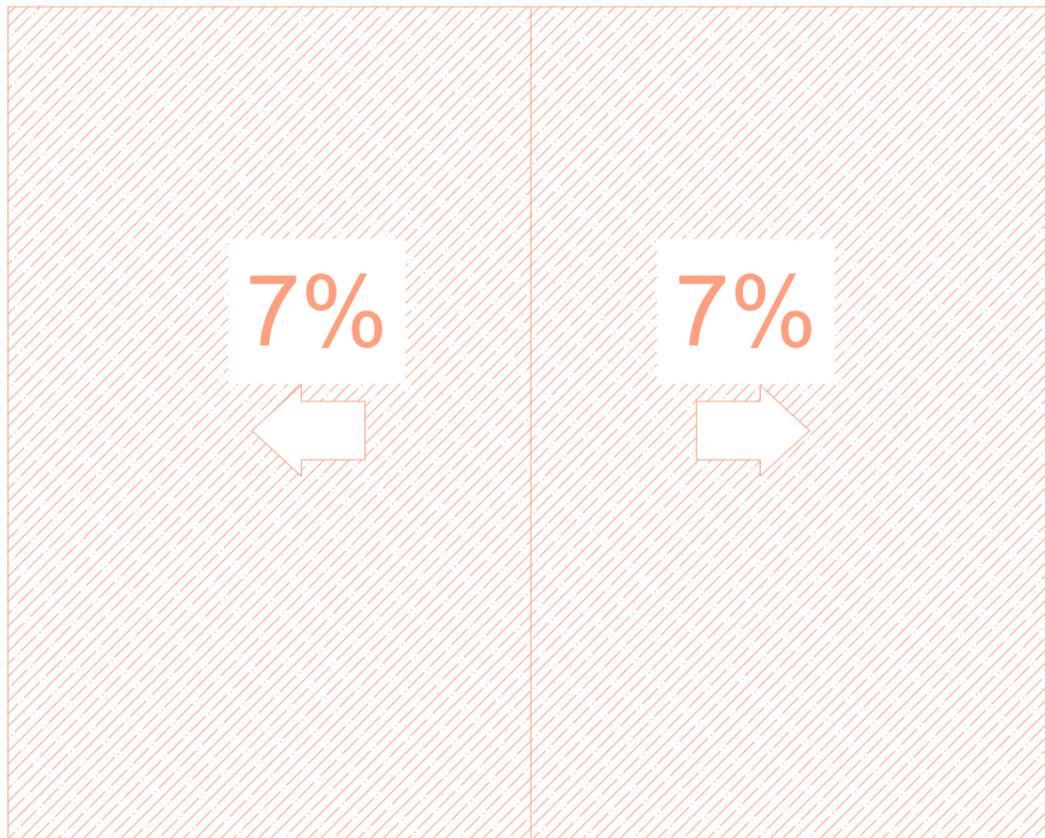
15/32

Escala:

1:50



VISTA EN PLANTA: DIMENSIONES DE CORREAS EN CUBIERTA  
1:100



VISTA EN PLANTA: PENDIENTE DE CUBIERTA TIPO SANDWICH  
1:100

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

**MATERIALES:**

- Hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Perfiles A36
- Resistencia a tracción del acero = 80 ksi
- Soldadura de Electrodo E60-11

**CARGAS DE DISEÑO:**

- Carga viva de Cubierta = 70 kg/m<sup>2</sup>
- Carga viva de Losa = 200 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta sobre impuesta por piso = 166 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta por piso = 636 kg/m<sup>2</sup>
- Sismo de Diseño = NEC 2015
- Tipo de Suelo = E
- Velocidad de onda de corte del suelo = 40 kPa

**NOTAS ESTRUCTURALES:**

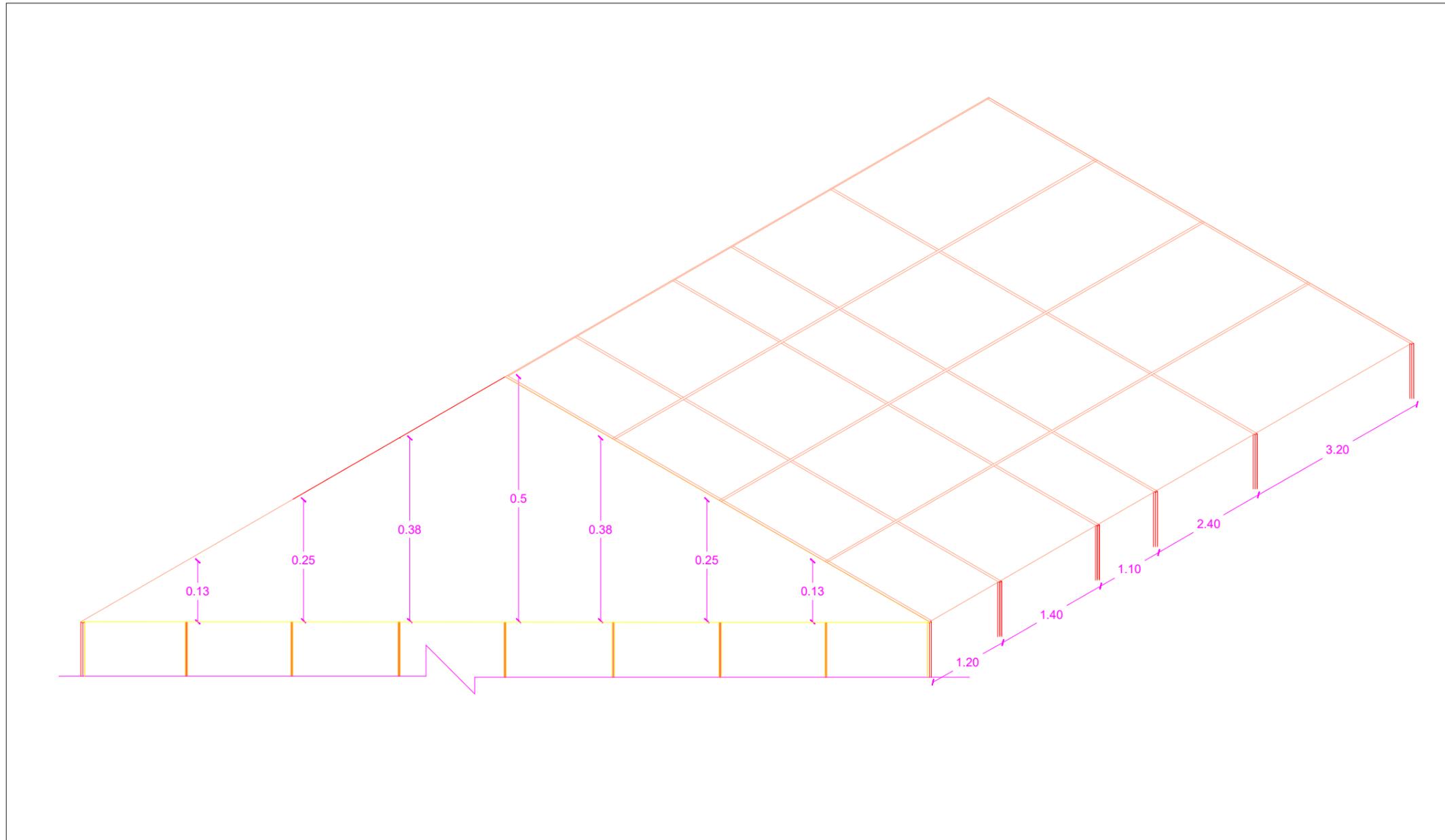
- Recubrimiento: Columnas 2.5 cm
- Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
- Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
- Todas las medidas están en metros
- Este proyecto deberá ser correlacionado necesariamente con el diseño arquitectónico

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:  
**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO**

CONTENIDO:

Coordinador de la Materia Integradora: Msc. Lenin Dender	Estudiantes: Carlos Alberto Endara Vélez Milena Estefania Espinosa Cando	Fecha de entrega: 25/08/2023
Tutor de Área de Conocimiento: Msc. Carlos Quishpe	Lámina: 16/32	Escala:



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

**MATERIALES:**

- Hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Perfiles A36
- Resistencia a tracción del acero = 80 ksi
- Soldadura de Electrodo E60-11

**CARGAS DE DISEÑO:**

- Carga viva de Cubierta = 70 kg/m<sup>2</sup>
- Carga viva de Losa = 200 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta sobre impuesta por piso = 166 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta por piso = 636 kg/m<sup>2</sup>
- Sismo de Diseño = NEC 2015
- Tipo de Suelo = E
- Velocidad de onda de corte del suelo = 40 kPa

**NOTAS ESTRUCTURALES:**

- Recubrimiento: Columnas 2.5 cm
- Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
- Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
- Todas las medidas están en metros
- Este proyecto deberá ser correlacionado necesariamente con el diseño arquitectónico

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO**

CONTENIDO:

**ISOMETRÍA DE CUBIERTA Y CORREAS**

Coordinador de la Materia Integradora:

Msc. Lenin Dender

Estudiantes:

Carlos Alberto Endara

Vélez

Milena Estefania Espinosa

Cando

Fecha de entrega:

25/08/2023

Tutor de Área de Conocimiento:

Msc. Carlos Quishpe

Lámina:

17/32

Escala:

1:100

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:****MATERIALES:**

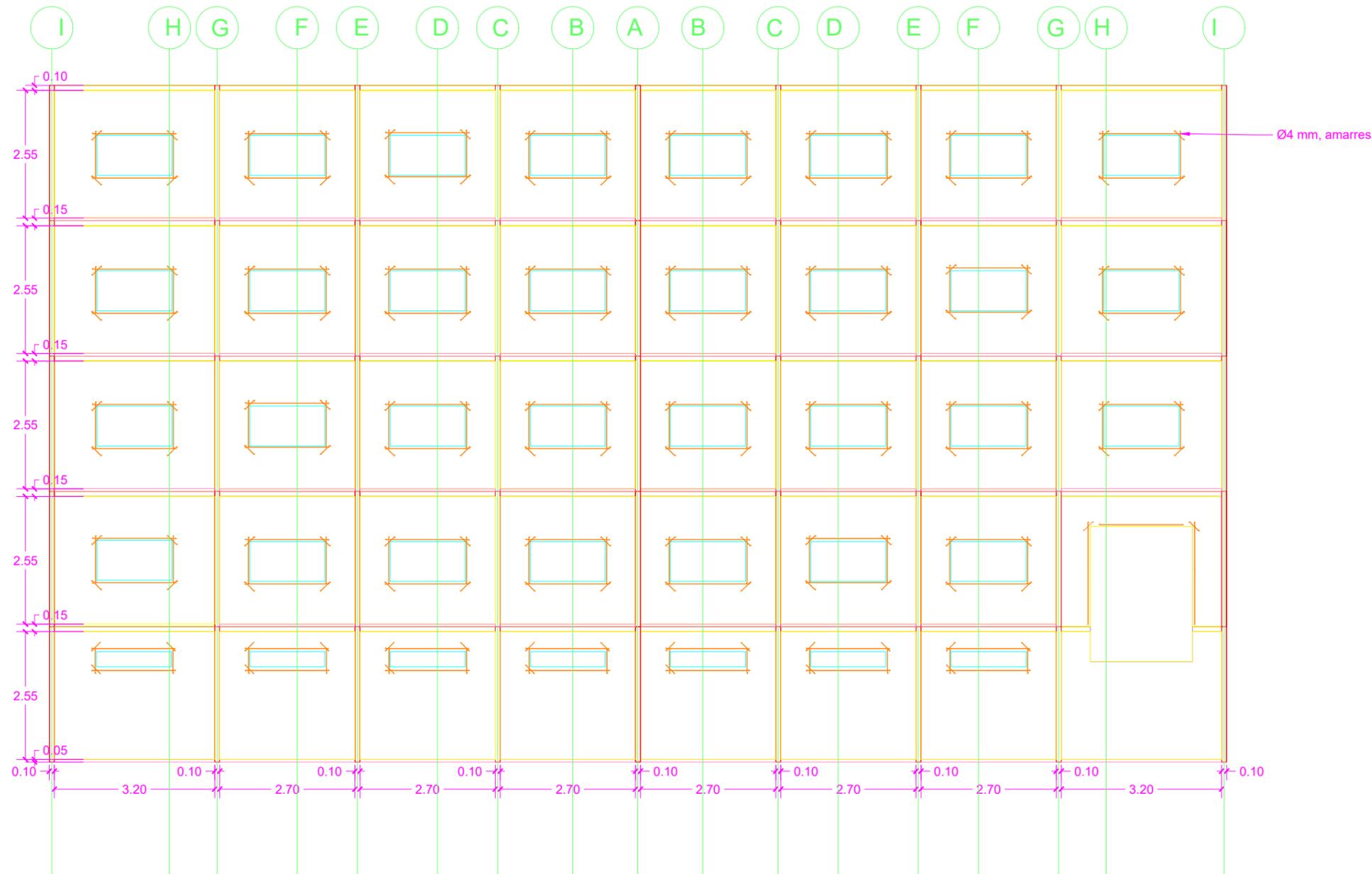
- Hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Perfiles A36
- Resistencia a tracción del acero = 80 ksi
- Soldadura de Electrodo E60-11

**CARGAS DE DISEÑO:**

- Carga viva de Cubierta = 70 kg/m<sup>2</sup>
- Carga viva de Losa = 200 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta sobre impuesta por piso = 166 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta por piso = 636 kg/m<sup>2</sup>
- Sismo de Diseño = NEC 2015
- Tipo de Suelo = E
- Velocidad de onda de corte del suelo = 40 kPa

**NOTAS ESTRUCTURALES:**

- Recubrimiento: COLUMNAS 2.5 cm
- Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
- Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
- Todas las medidas están en metros
- Este proyecto deberá ser correlacionado necesariamente con el diseño arquitectónico

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO**

CONTENIDO:

**EJE 1**

Coordinador de la Materia Integradora:

Msc. Lenin Dender

Estudiantes:

Carlos Alberto Endara

Vélez

Milena Estefania Espinosa

Cando

Fecha de entrega:

25/08/2023

Tutor de Área de Conocimiento:

Msc. Carlos Quishpe

Lámina:

18/32

Escala:

1:100

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:****MATERIALES:**

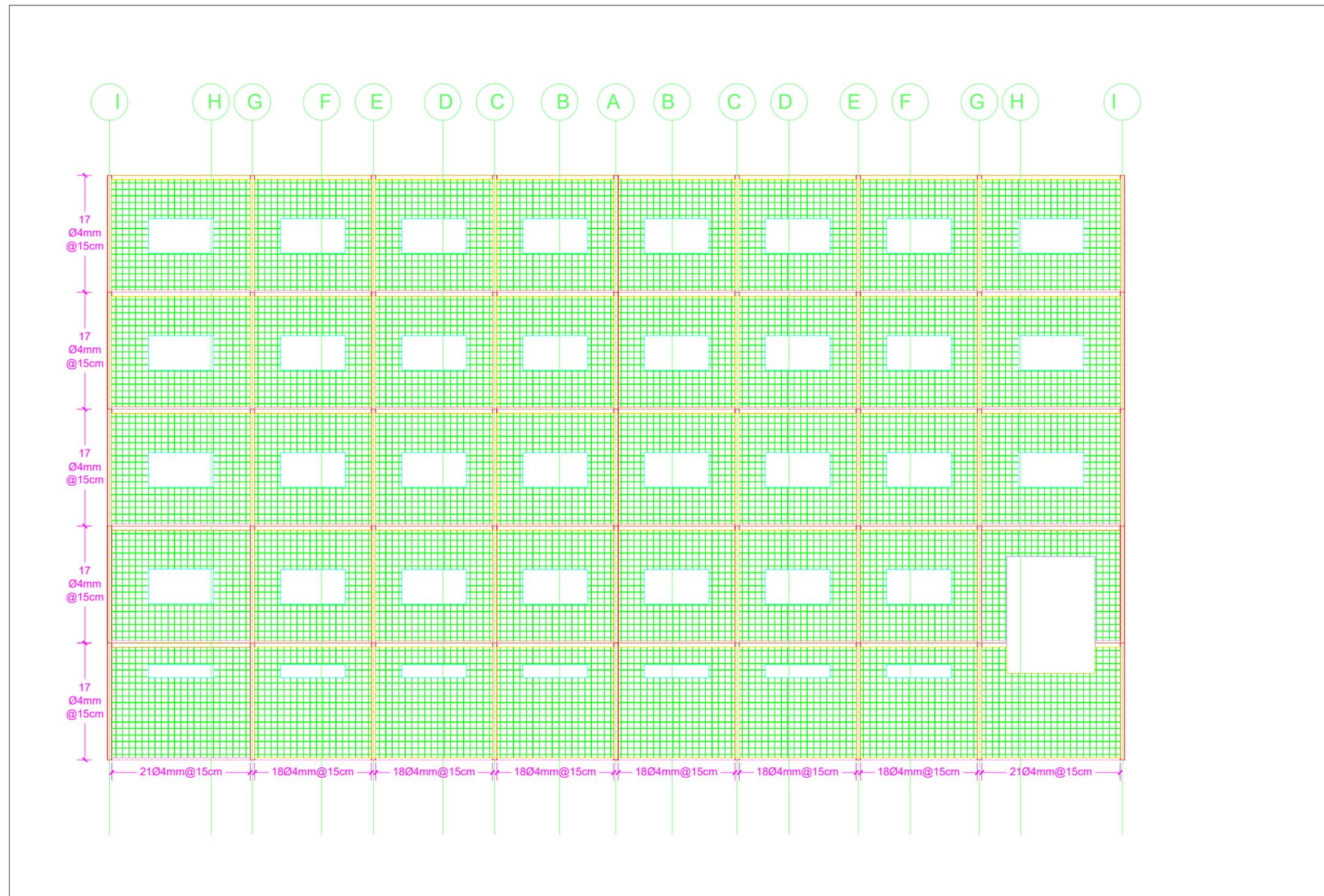
- Hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Perfiles A36
- Resistencia a tracción del acero = 80 ksi
- Soldadura de Electrodo E60-11

**CARGAS DE DISEÑO:**

- Carga viva de Cubierta = 70 kg/m<sup>2</sup>
- Carga viva de Losa = 200 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta sobre impuesta por piso = 166 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta por piso = 636 kg/m<sup>2</sup>
- Sismo de Diseño = NEC 2015
- Tipo de Suelo = E
- Velocidad de onda de corte del suelo = 40 kPa

**NOTAS ESTRUCTURALES:**

- Recubrimiento: Columnas 2.5 cm
- Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
- Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
- Todas las medidas están en metros
- Este proyecto deberá ser correlacionado necesariamente con el diseño arquitectónico

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO**

CONTENIDO:

**EJE 1 ARMADO**

Coordinador de la Materia Integradora:

Msc. Lenin Dender

Estudiantes:

Carlos Alberto Endara

Vélez

Milena Estefania Espinosa

Cando

Fecha de entrega:

25/08/2023

Tutor de Área de Conocimiento:

Msc. Carlos Quishpe

Lámina:

19/32

Escala:

1:100

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:****MATERIALES:**

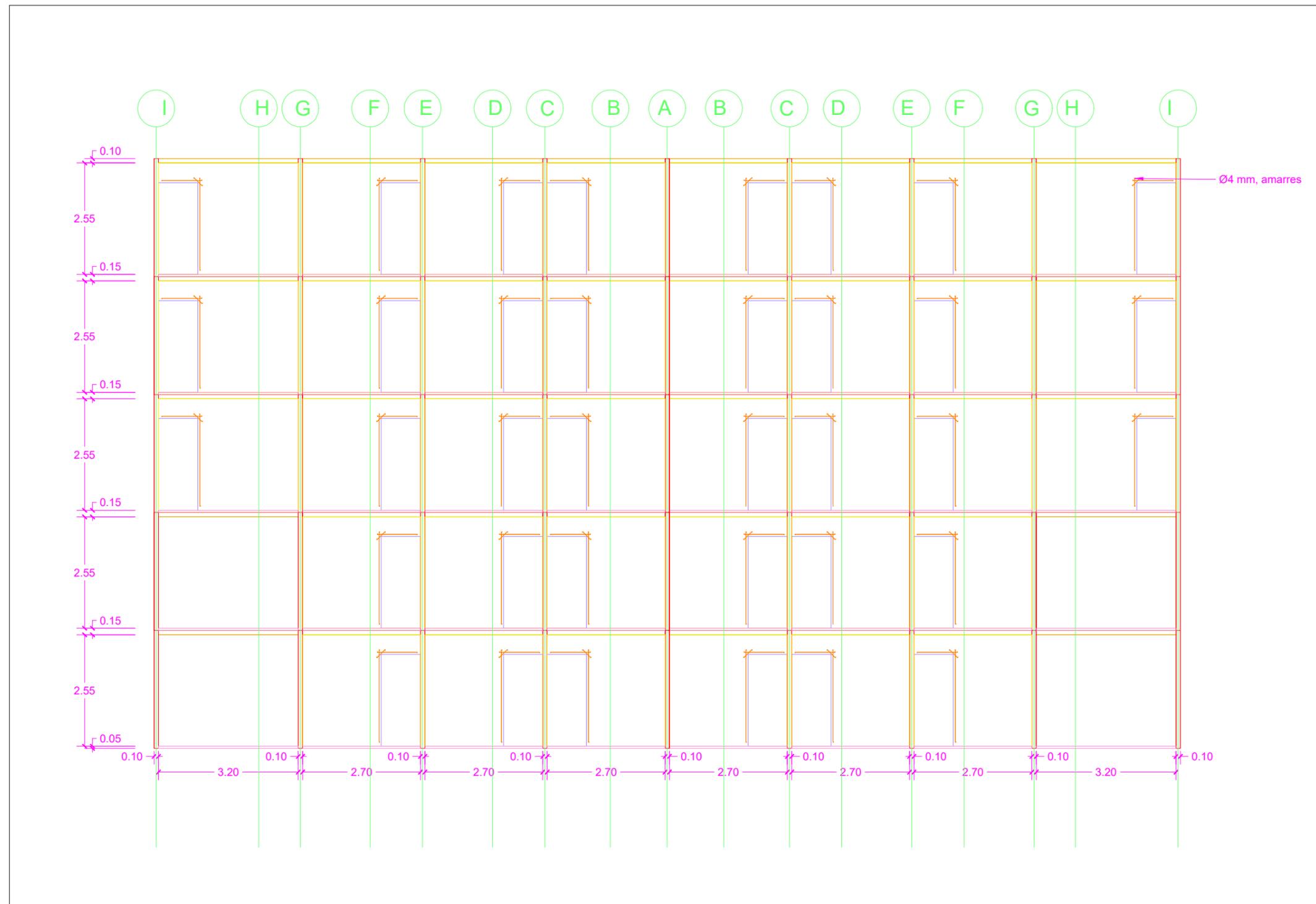
- Hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Perfiles A36
- Resistencia a tracción del acero = 80 ksi
- Soldadura de Electrodo E60-11

**CARGAS DE DISEÑO:**

- Carga viva de Cubierta = 70 kg/m<sup>2</sup>
- Carga viva de Losa = 200 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta sobre impuesta por piso = 166 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta por piso = 636 kg/m<sup>2</sup>
- Sismo de Diseño = NEC 2015
- Tipo de Suelo = E
- Velocidad de onda de corte del suelo = 40 kPa

**NOTAS ESTRUCTURALES:**

- Recubrimiento: Columnas 2.5 cm
- Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
- Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
- Todas las medidas están en metros
- Este proyecto deberá ser correlacionado necesariamente con el diseño arquitectónico

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO**

CONTENIDO:

**EJE 2 Y 10**

Coordinador de la Materia Integradora:

Msc. Lenin Dender

Estudiantes:

Carlos Alberto Endara

Vélez

Milena Estefania Espinosa

Cando

Fecha de entrega:

25/08/2023

Tutor de Área de Conocimiento:

Msc. Carlos Quishpe

Lámina:

20/32

Escala:

1:100

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:****MATERIALES:**

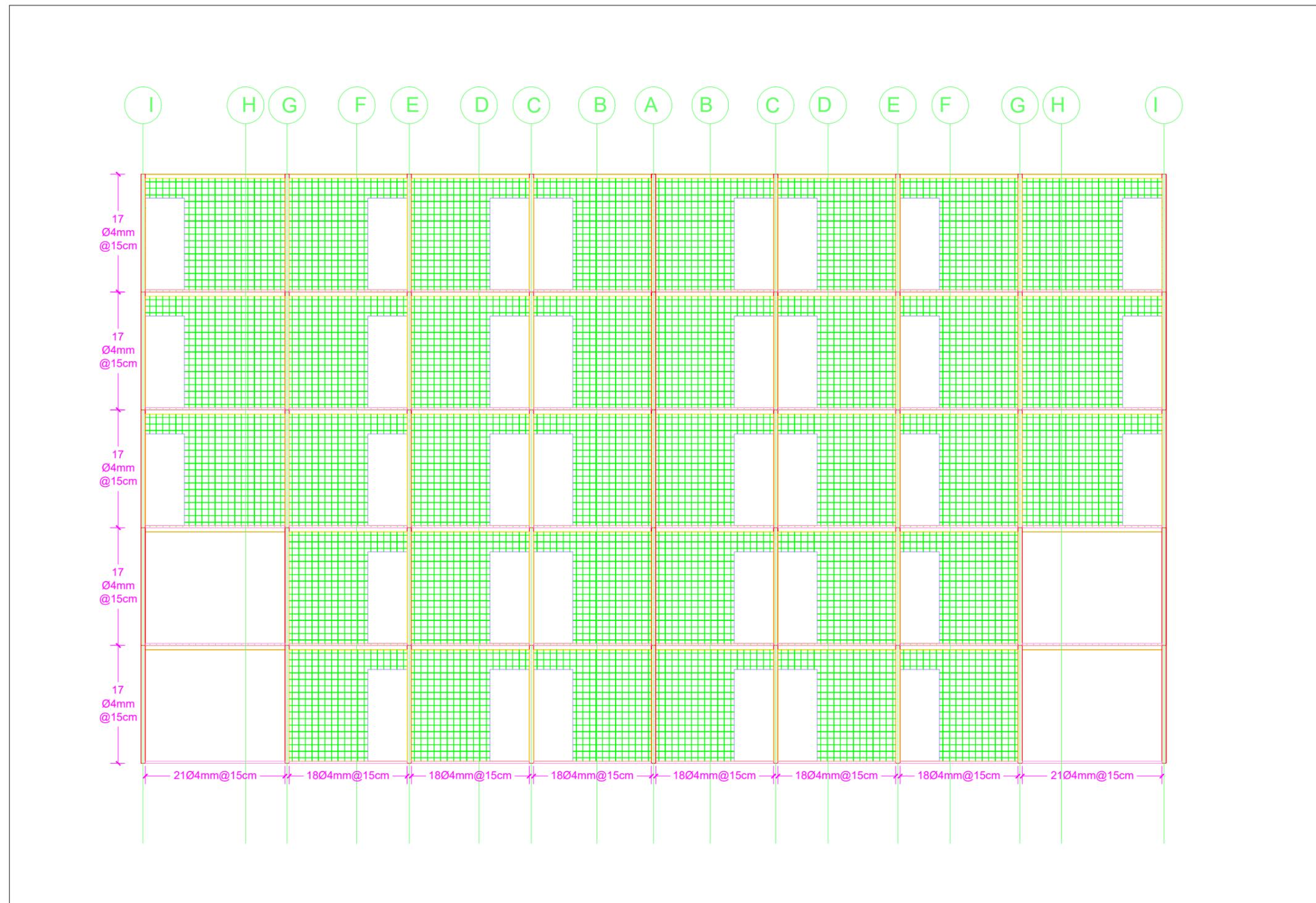
- Hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Perfiles A36
- Resistencia a tracción del acero = 80 ksi
- Soldadura de Electrodo E60-11

**CARGAS DE DISEÑO:**

- Carga viva de Cubierta = 70 kg/m<sup>2</sup>
- Carga viva de Losa = 200 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta sobre impuesta por piso = 166 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta por piso = 636 kg/m<sup>2</sup>
- Sismo de Diseño = NEC 2015
- Tipo de Suelo = E
- Velocidad de onda de corte del suelo = 40 kPa

**NOTAS ESTRUCTURALES:**

- Recubrimiento: Columnas 2.5 cm
- Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
- Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
- Todas las medidas están en metros
- Este proyecto deberá ser correlacionado necesariamente con el diseño arquitectónico

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO**

CONTENIDO:

**EJE 2 Y 10 ARMADOS**

Coordinador de la Materia Integradora:

Msc. Lenin Dender

Estudiantes:

Carlos Alberto Endara

Vélez

Milena Estefania Espinosa

Cando

Fecha de entrega:

25/08/2023

Tutor de Área de Conocimiento:

Msc. Carlos Quishpe

Lámina:

21/32

Escala:

1:100

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:****MATERIALES:**

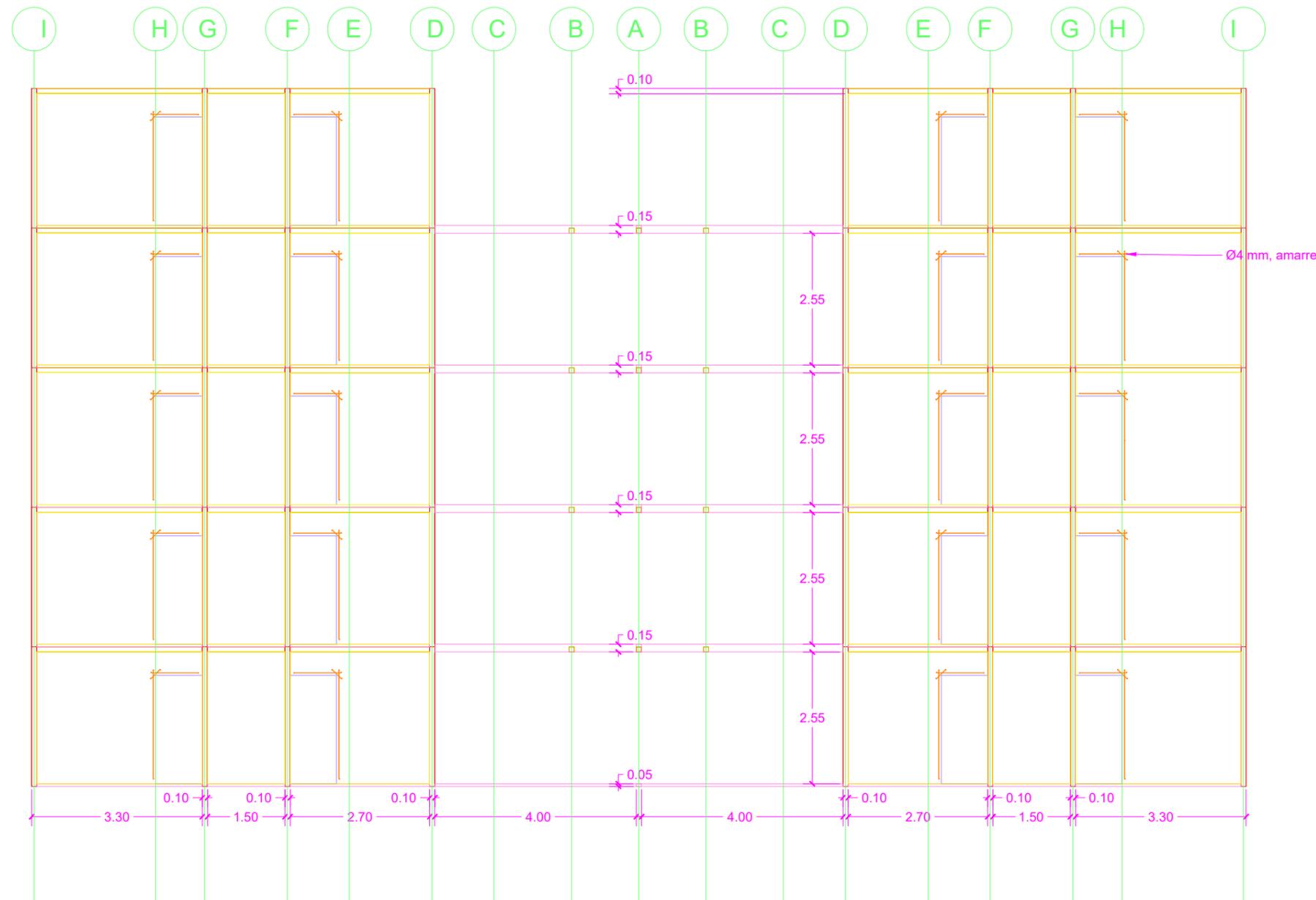
- Hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Perfiles A36
- Resistencia a tracción del acero = 80 ksi
- Soldadura de Electrodo E60-11

**CARGAS DE DISEÑO:**

- Carga viva de Cubierta = 70 kg/m<sup>2</sup>
- Carga viva de Losa = 200 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta sobre impuesta por piso = 166 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta por piso = 636 kg/m<sup>2</sup>
- Sismo de Diseño = NEC 2015
- Tipo de Suelo = E
- Velocidad de onda de corte del suelo = 40 kPa

**NOTAS ESTRUCTURALES:**

- Recubrimiento: Columnas 2.5 cm
- Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
- Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
- Todas las medidas están en metros
- Este proyecto deberá ser correlacionado necesariamente con el diseño arquitectónico

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO**

CONTENIDO:

**EJE 5 Y 7**

Coordinador de la Materia Integradora:

Msc. Lenin Dender

Estudiantes:

Carlos Alberto Endara

Vélez

Milena Estefania Espinosa

Cando

Fecha de entrega:

25/08/2023

Tutor de Área de Conocimiento:

Msc. Carlos Quishpe

Lámina:

22/32

Escala:

1:100

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:****MATERIALES:**

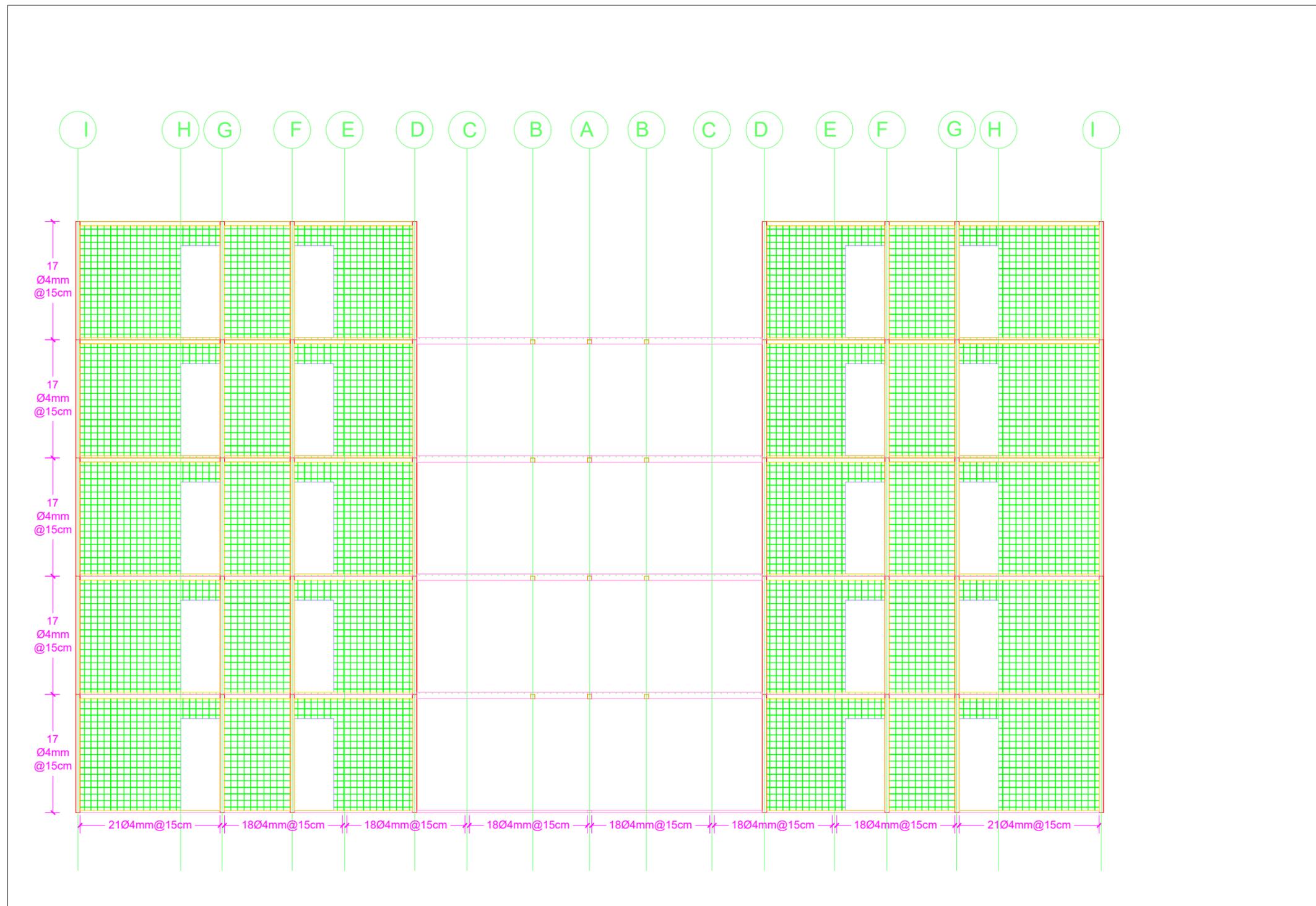
- Hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Perfiles A36
- Resistencia a tracción del acero = 80 ksi
- Soldadura de Electrodo E60-11

**CARGAS DE DISEÑO:**

- Carga viva de Cubierta = 70 kg/m<sup>2</sup>
- Carga viva de Losa = 200 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta sobre impuesta por piso = 166 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta por piso = 636 kg/m<sup>2</sup>
- Sismo de Diseño = NEC 2015
- Tipo de Suelo = E
- Velocidad de onda de corte del suelo = 40 kPa

**NOTAS ESTRUCTURALES:**

- Recubrimiento: Columnas 2.5 cm
- Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
- Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
- Todas las medidas están en metros
- Este proyecto deberá ser correlacionado necesariamente con el diseño arquitectónico

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO**

CONTENIDO:

**EJE 5 Y 7 ARMADOS**

Coordinador de la Materia Integradora:

Msc. Lenin Dender

Estudiantes:

Carlos Alberto Endara

Vélez

Milena Estefania Espinosa

Cando

Fecha de entrega:

25/08/2023

Tutor de Área de Conocimiento:

Msc. Carlos Quishpe

Lámina:

23/32

Escala:

1:100

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:****MATERIALES:**

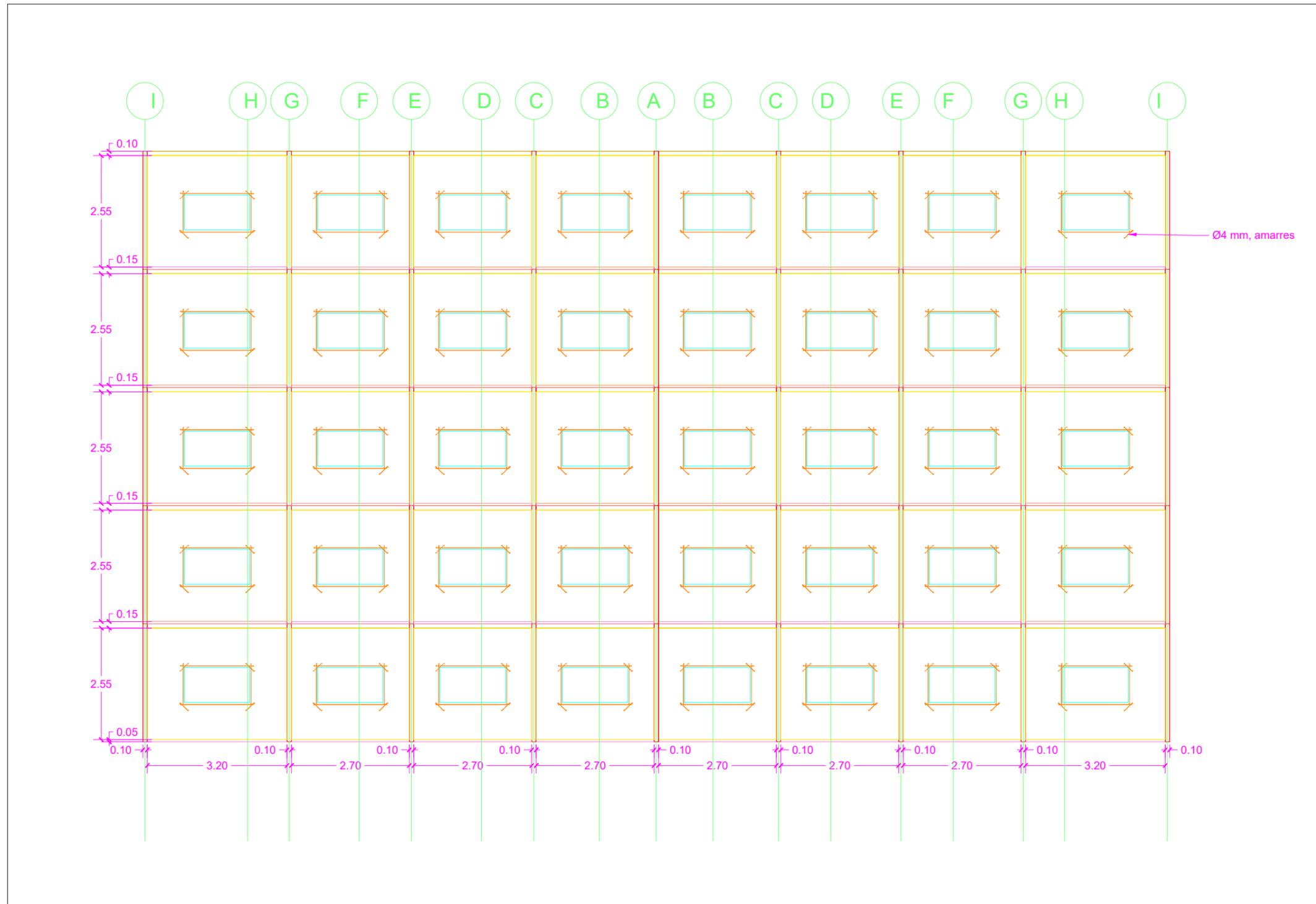
- Hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Perfiles A36
- Resistencia a tracción del acero = 80 ksi
- Soldadura de Electrodo E60-11

**CARGAS DE DISEÑO:**

- Carga viva de Cubierta = 70 kg/m<sup>2</sup>
- Carga viva de Losa = 200 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta sobre impuesta por piso = 166 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta por piso = 636 kg/m<sup>2</sup>
- Sismo de Diseño = NEC 2015
- Tipo de Suelo = E
- Velocidad de onda de corte del suelo = 40 kPa

**NOTAS ESTRUCTURALES:**

- Recubrimiento: Columnas 2.5 cm
- Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
- Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
- Todas las medidas están en metros
- Este proyecto deberá ser correlacionado necesariamente con el diseño arquitectónico

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO**

CONTENIDO:

**EJE 11**

Coordinador de la Materia Integradora:

Msc. Lenin Dender

Estudiantes:

Carlos Alberto Endara

Vélez

Milena Estefania Espinosa

Cando

Fecha de entrega:

25/08/2023

Tutor de Área de Conocimiento:

Msc. Carlos Quishpe

Lámina:

24/32

Escala:

1:100

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:****MATERIALES:**

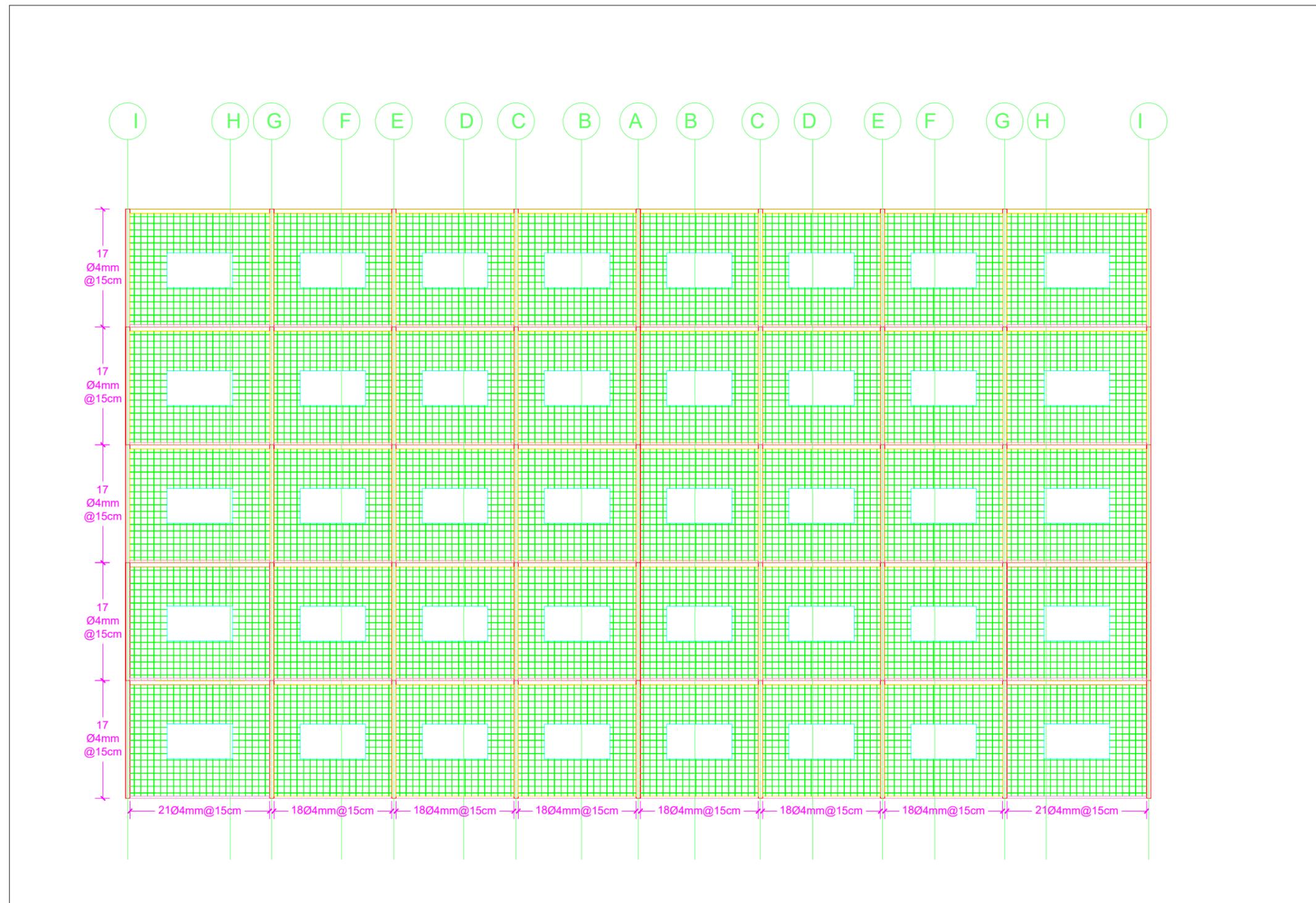
- Hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Perfiles A36
- Resistencia a tracción del acero = 80 ksi
- Soldadura de Electrodo E60-11

**CARGAS DE DISEÑO:**

- Carga viva de Cubierta = 70 kg/m<sup>2</sup>
- Carga viva de Losa = 200 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta sobre impuesta por piso = 166 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta por piso = 636 kg/m<sup>2</sup>
- Sismo de Diseño = NEC 2015
- Tipo de Suelo = E
- Velocidad de onda de corte del suelo = 40 kPa

**NOTAS ESTRUCTURALES:**

- Recubrimiento: Columnas 2.5 cm
- Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
- Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
- Todas las medidas están en metros
- Este proyecto deberá ser correlacionado necesariamente con el diseño arquitectónico

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO**

CONTENIDO:

**EJE 11 ARMADO**

Coordinador de la Materia Integradora:

Msc. Lenin Dender

Estudiantes:

Carlos Alberto Endara

Vélez

Milena Estefania Espinosa

Cando

Fecha de entrega:

25/08/2023

Tutor de Área de Conocimiento:

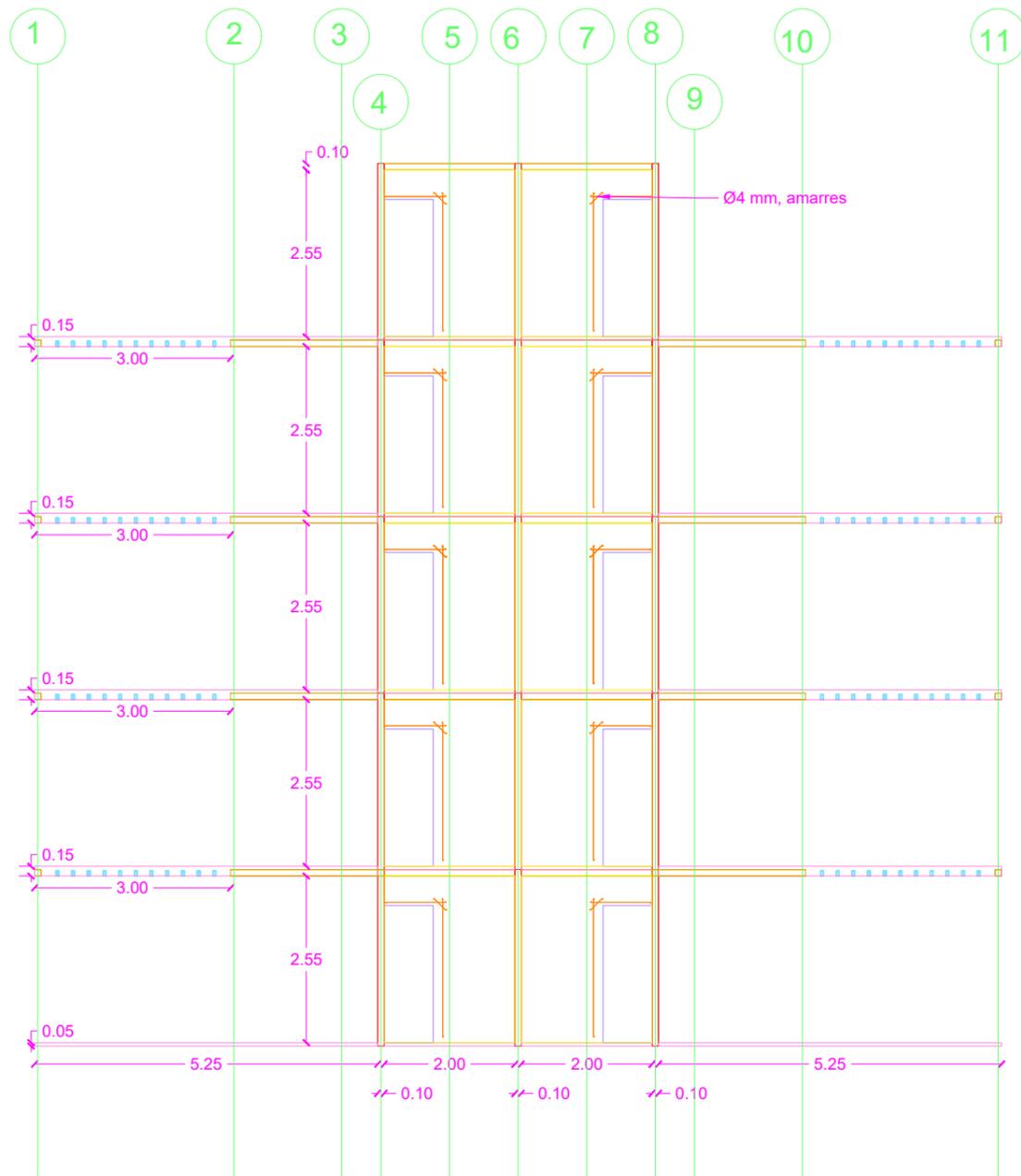
Msc. Carlos Quishpe

Lámina:

25/32

Escala:

1:100



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

**MATERIALES:**

- Hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Perfiles A36
- Resistencia a tracción del acero = 80 ksi
- Soldadura de Electrodo E60-11

**CARGAS DE DISEÑO:**

- Carga viva de Cubierta = 70 kg/m<sup>2</sup>
- Carga viva de Losa = 200 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta sobre impuesta por piso = 166 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta por piso = 636 kg/m<sup>2</sup>
- Sismo de Diseño = NEC 2015
- Tipo de Suelo = E
- Velocidad de onda de corte del suelo = 40 kPa

**NOTAS ESTRUCTURALES:**

- Recubrimiento: Columnas 2.5 cm
- Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
- Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
- Todas las medidas están en metros
- Este proyecto deberá ser correlacionado necesariamente con el diseño arquitectónico

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO**

CONTENIDO:

**EJE B**

Coordinador de la Materia Integradora:

Msc. Lenin Dender

Estudiantes:

Carlos Alberto Endara  
Vélez  
Milena Estefania Espinosa  
Cando

Fecha de entrega:

25/08/2023

Tutor de Área de Conocimiento:

Msc. Carlos Quishpe

Lámina:

26/32

Escala:

1:100

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:****MATERIALES:**

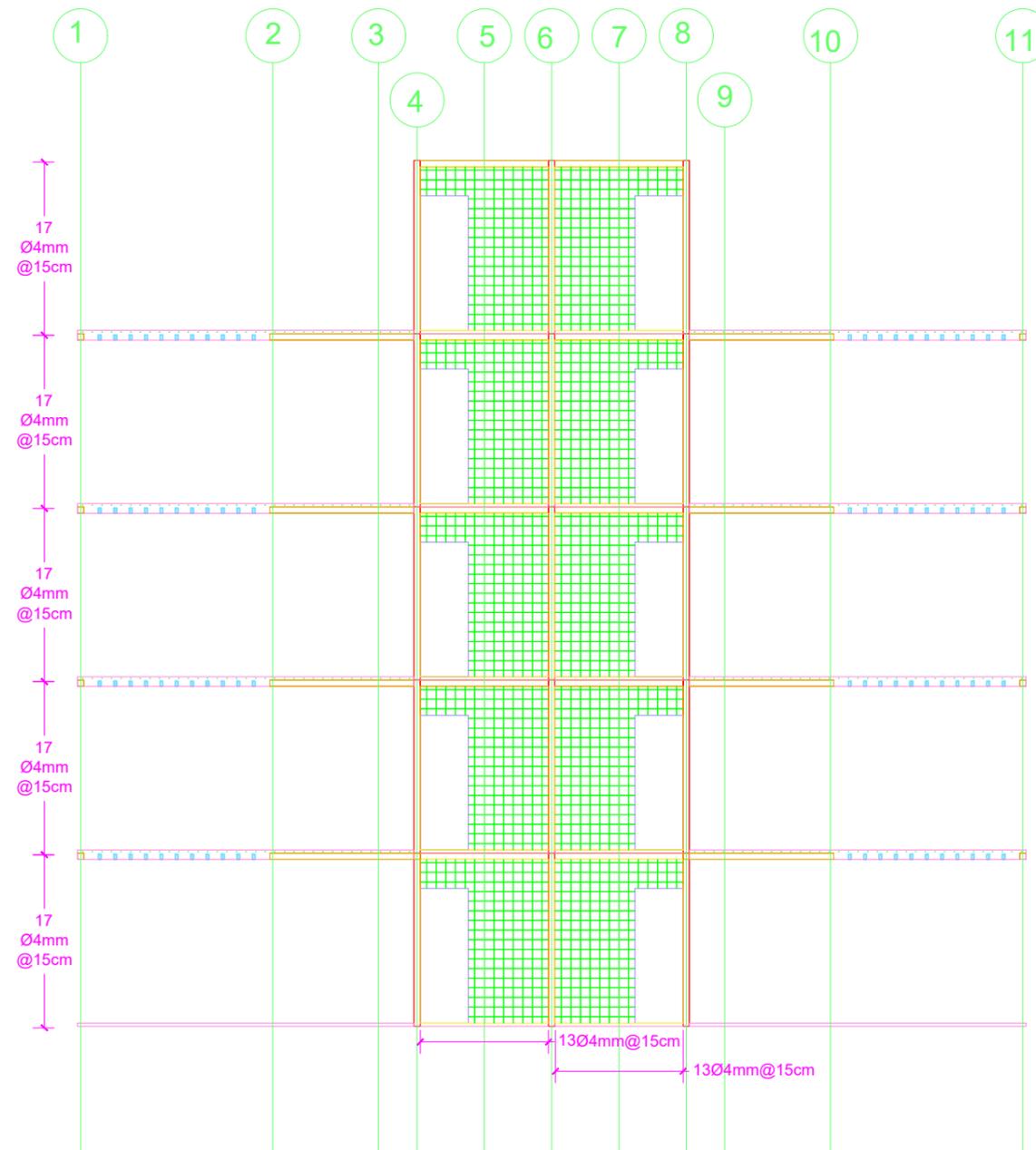
- Hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Perfiles A36
- Resistencia a tracción del acero = 80 ksi
- Soldadura de Electrodo E60-11

**CARGAS DE DISEÑO:**

- Carga viva de Cubierta = 70 kg/m<sup>2</sup>
- Carga viva de Losa = 200 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta sobre impuesta por piso = 166 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta por piso = 636 kg/m<sup>2</sup>
- Sismo de Diseño = NEC 2015
- Tipo de Suelo = E
- Velocidad de onda de corte del suelo = 40 kPa

**NOTAS ESTRUCTURALES:**

- Recubrimiento: Columnas 2.5 cm
- Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
- Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
- Todas las medidas están en metros
- Este proyecto deberá ser correlacionado necesariamente con el diseño arquitectónico

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO**

CONTENIDO:

**EJE B ARMADO**

Coordinador de la Materia Integradora:

Msc. Lenin Dender

Estudiantes:

Carlos Alberto Endara

Vélez

Milena Estefania Espinosa

Cando

Fecha de entrega:

25/08/2023

Tutor de Área de Conocimiento:

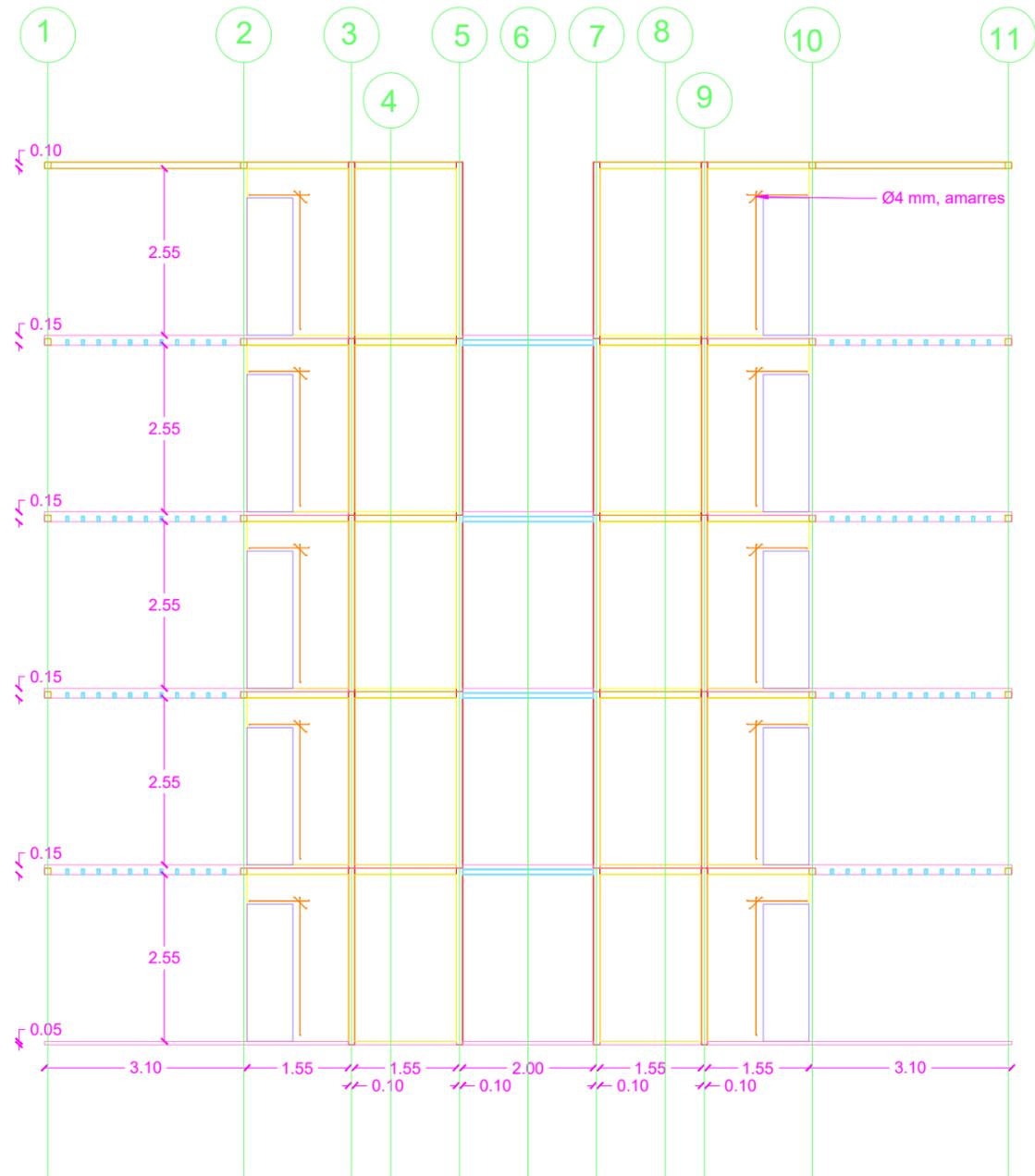
Msc. Carlos Quishpe

Lámina:

27/32

Escala:

1:100



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

**MATERIALES:**

- Hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Perfiles A36
- Resistencia a tracción del acero = 80 ksi
- Soldadura de Electrodo E60-11

**CARGAS DE DISEÑO:**

- Carga viva de Cubierta = 70 kg/m<sup>2</sup>
- Carga viva de Losa = 200 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta sobre impuesta por piso = 166 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta por piso = 636 kg/m<sup>2</sup>
- Sismo de Diseño = NEC 2015
- Tipo de Suelo = E
- Velocidad de onda de corte del suelo = 40 kPa

**NOTAS ESTRUCTURALES:**

- Recubrimiento: Columnas 2.5 cm
- Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
- Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
- Todas las medidas están en metros
- Este proyecto deberá ser correlacionado necesariamente con el diseño arquitectónico

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO**

CONTENIDO:

**EJE F**

Coordinador de la Materia Integradora:

Msc. Lenin Dender

Estudiantes:

Carlos Alberto Endara

Vélez

Milena Estefania Espinosa

Cando

Fecha de entrega:

25/08/2023

Tutor de Área de Conocimiento:

Msc. Carlos Quishpe

Lámina:

28/32

Escala:

1:100

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

**MATERIALES:**

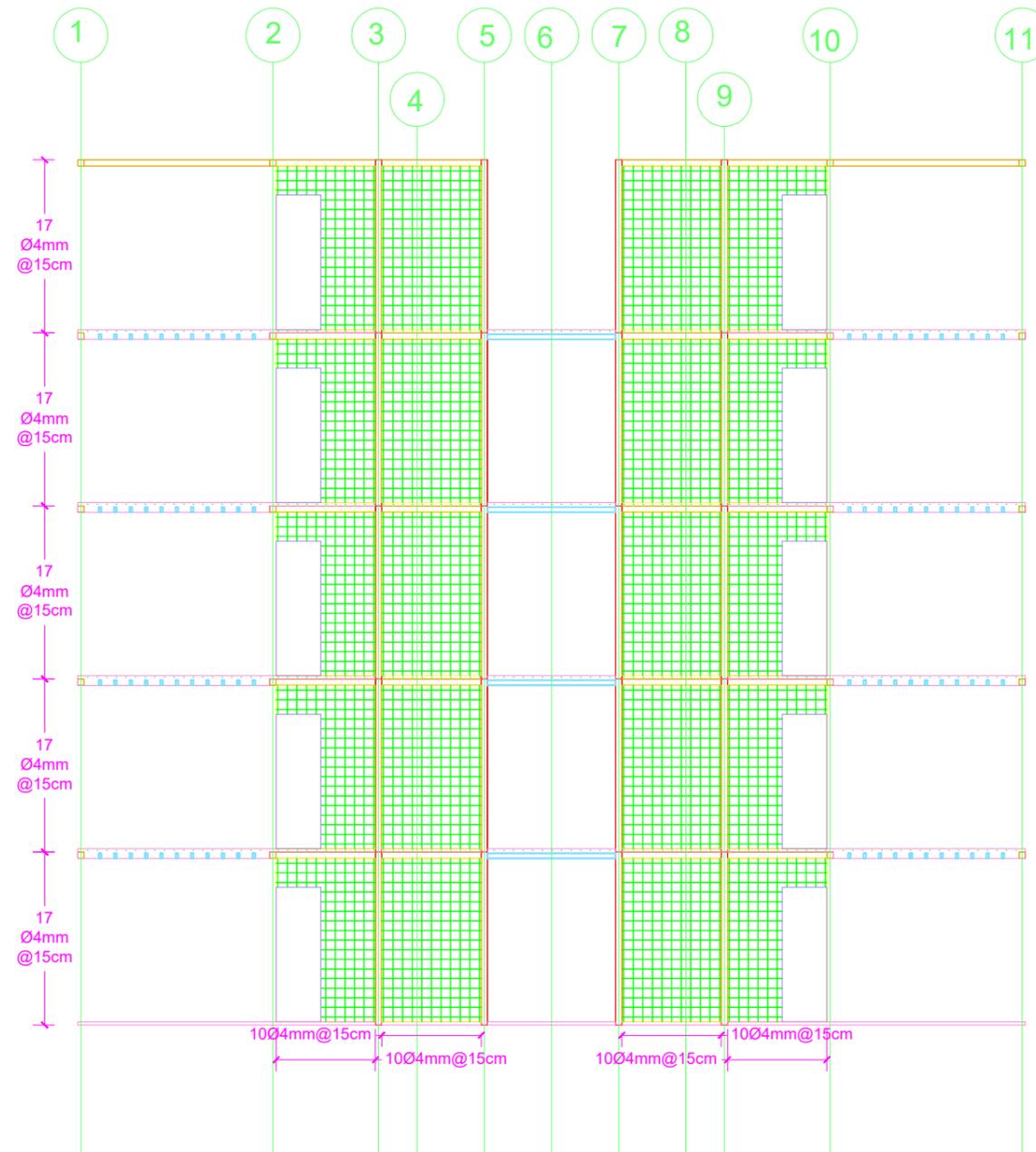
- Hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Perfiles A36
- Resistencia a tracción del acero = 80 ksi
- Soldadura de Electrodo E60-11

**CARGAS DE DISEÑO:**

- Carga viva de Cubierta = 70 kg/m<sup>2</sup>
- Carga viva de Losa = 200 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta sobre impuesta por piso = 166 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta por piso = 636 kg/m<sup>2</sup>
- Sismo de Diseño = NEC 2015
- Tipo de Suelo = E
- Velocidad de onda de corte del suelo = 40 kPa

**NOTAS ESTRUCTURALES:**

- Recubrimiento: Columnas 2.5 cm
- Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
- Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
- Todas las medidas están en metros
- Este proyecto deberá ser correlacionado necesariamente con el diseño arquitectónico



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO**

CONTENIDO:

**EJE F ARMADO**

Coordinador de la Materia Integradora:

Msc. Lenin Dender

Estudiantes:

Carlos Alberto Endara

Vélez

Milena Estefania Espinosa

Cando

Fecha de entrega:

25/08/2023

Tutor de Área de Conocimiento:

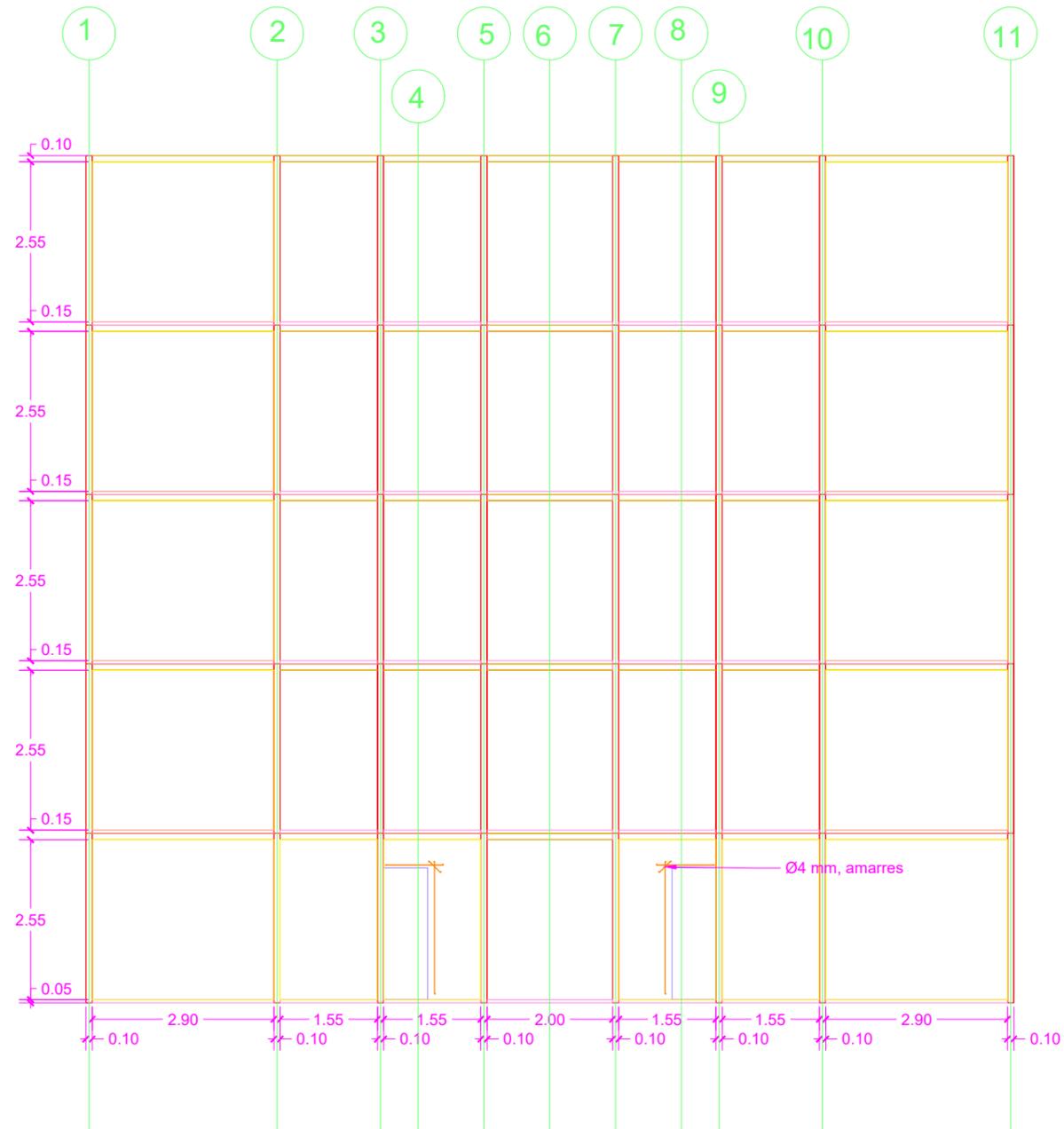
Msc. Carlos Quishpe

Lámina:

29/32

Escala:

1:100



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

**MATERIALES:**

- Hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Perfiles A36
- Resistencia a tracción del acero = 80 ksi
- Soldadura de Electrodo E60-11

**CARGAS DE DISEÑO:**

- Carga viva de Cubierta = 70 kg/m<sup>2</sup>
- Carga viva de Losa = 200 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta sobre impuesta por piso = 166 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta por piso = 636 kg/m<sup>2</sup>
- Sismo de Diseño = NEC 2015
- Tipo de Suelo = E
- Velocidad de onda de corte del suelo = 40 kPa

**NOTAS ESTRUCTURALES:**

- Recubrimiento: Columnas 2.5 cm
- Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
- Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
- Todas las medidas están en metros
- Este proyecto deberá ser correlacionado necesariamente con el diseño arquitectónico

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO**

CONTENIDO:

**EJE G**

Coordinador de la Materia Integradora:

Msc. Lenin Dender

Estudiantes:

Carlos Alberto Endara

Vélez

Milena Estefania Espinosa Cando

Fecha de entrega:

25/08/2023

Tutor de Área de Conocimiento:

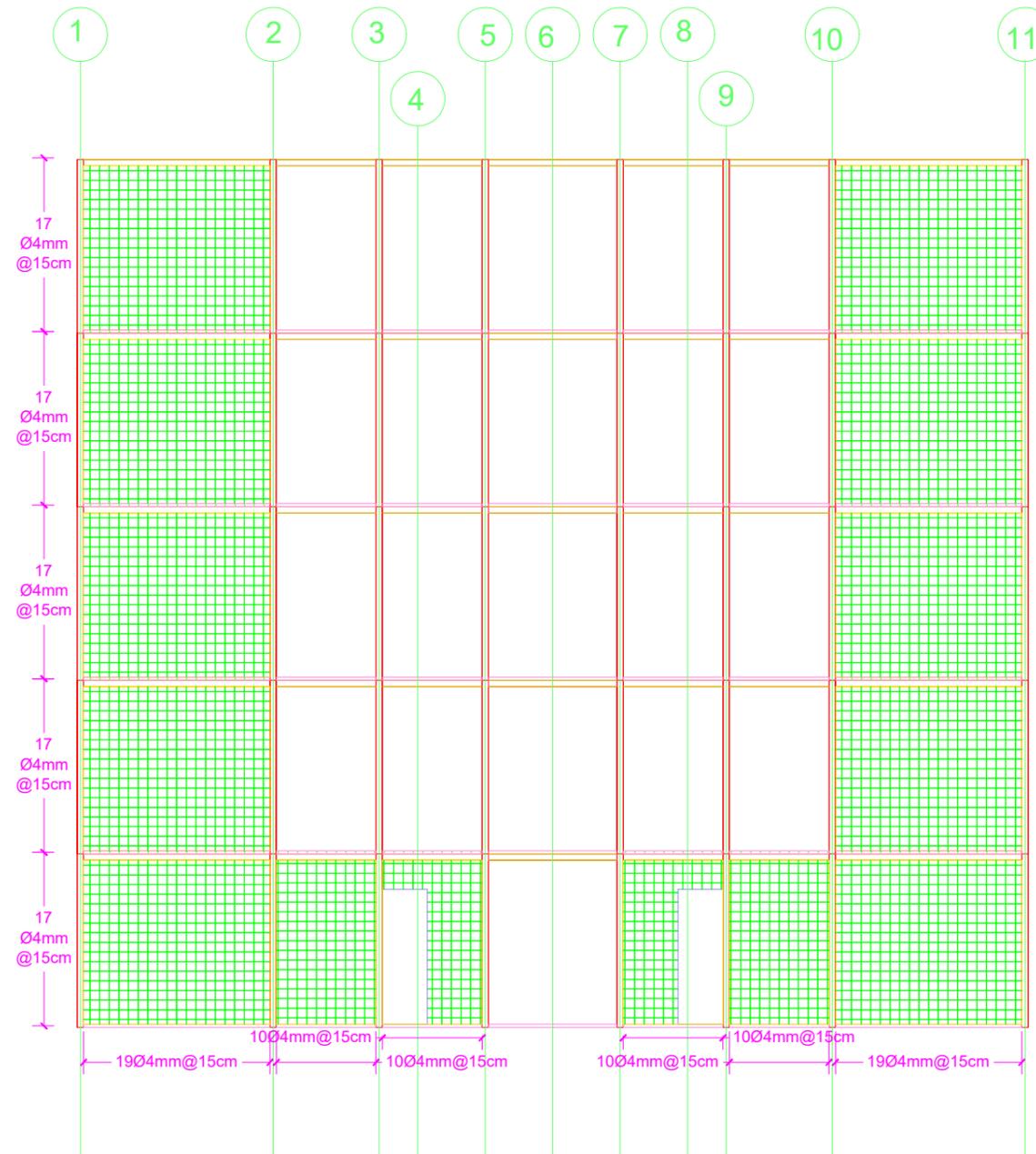
Msc. Carlos Quishpe

Lámina:

30/32

Escala:

1:100



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

**MATERIALES:**

- Hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Perfiles A36
- Resistencia a tracción del acero = 80 ksi
- Soldadura de Electrodo E60-11

**CARGAS DE DISEÑO:**

- Carga viva de Cubierta = 70 kg/m<sup>2</sup>
- Carga viva de Losa = 200 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta sobre impuesta por piso = 166 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta por piso = 636 kg/m<sup>2</sup>
- Sismo de Diseño = NEC 2015
- Tipo de Suelo = E
- Velocidad de onda de corte del suelo = 40 kPa

**NOTAS ESTRUCTURALES:**

- Recubrimiento: Columnas 2.5 cm
- Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
- Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de medidos de cualquier tipo de instalación
- Todas las medidas están en metros
- Este proyecto deberá ser correlacionado necesariamente con el diseño arquitectónico

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO**

CONTENIDO:

**EJE G ARMADO**

Coordinador de la Materia Integradora:

Msc. Lenin Dender

Estudiantes:

Carlos Alberto Endara

Vélez

Milena Estefania Espinosa

Cando

Fecha de entrega:

25/08/2023

Tutor de Área de Conocimiento:

Msc. Carlos Quishpe

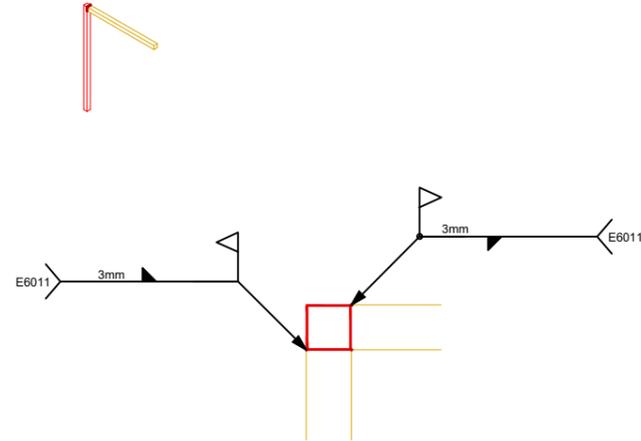
Lámina:

31/32

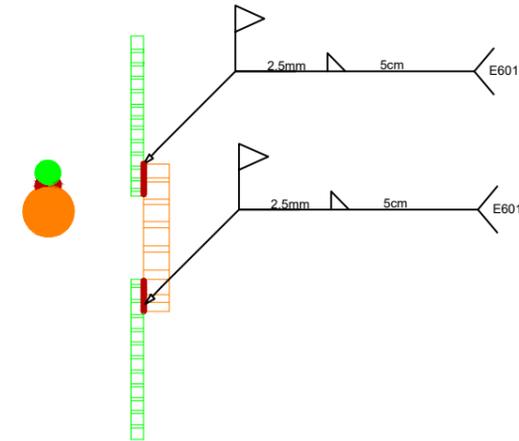
Escala:

1:100

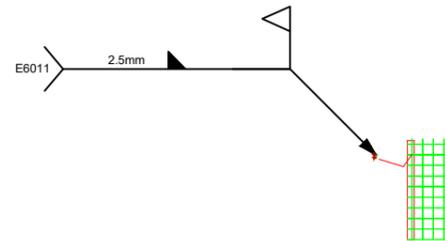
DETALLE DE SOLDADURA,  
COLUMNA - VIGA



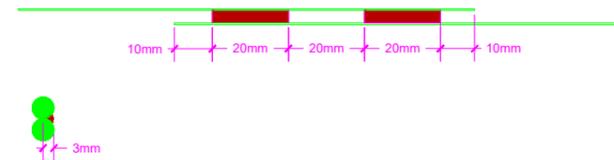
DETALLE DE SOLDADURA,  
TRASLAPÉ DE VARILLA, MALLA ELECTROSOLDADA



DETALLE DE SOLDADURA,  
MALLA ELECTRO SOLDADA - COLUMNA



DETALLE DE SOLDADURA,  
MALLA ELECTROSOLDADA CON MALLA ELECTROSOLDADA



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

**MATERIALES:**

- Hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Perfiles A36
- Resistencia a tracción del acero = 80 ksi
- Soldadura de Electrodo E60-11

**CARGAS DE DISEÑO:**

- Carga viva de Cubierta = 70 kg/m<sup>2</sup>
- Carga viva de Losa = 200 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta sobre impuesta por piso = 166 kg/m<sup>2</sup>
- Carga muerta por piso = 636 kg/m<sup>2</sup>
- Sismo de Diseño = NEC 2015
- Tipo de Suelo = E
- Velocidad de onda de corte del suelo = 40 kPa

**NOTAS ESTRUCTURALES:**

- Recubrimiento: Columnas 2.5 cm
- Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
- Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
- Todas las medidas están en metros
- Este proyecto deberá ser correlacionado necesariamente con el diseño arquitectónico

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE AMAZÓNICO**

CONTENIDO:

**CONEXIONES**

Coordinador de la Materia Integradora:

Msc. Lenin Dender

Estudiantes:

Carlos Alberto Endara

Vélez

Milena Estefania Espinosa Cando

Fecha de entrega:

25/08/2023

Tutor de Área de Conocimiento:

Msc. Carlos Quishpe

Lámina:

32/32

Escala:

1:100

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**INGENIERÍA CIVIL**  
**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 4 NIVELES EN EL ORIENTE**  
**ECUATORIANO**  
**MEMORIA DE CÁLCULO**

**1. DETERMINACIÓN DE CARGAS**

1.1. *Peso propio de la losa (CM1):*

$$\gamma_{hor} := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

$$e_{losa} := 0.1 \text{ m}$$

$$CM_1 := \gamma_{hor} \cdot e_{losa} = 240 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

1.2. *Peso propio muros de mampostería (CM2):*

$$CM_2 := 200 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

1.3. *Baldosa/Bondex (CM3) :*

$$CM_3 := 22 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

1.4. *Cielo raso (CM4)*

$$CM_4 := 6.6 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

1.5. *Instalaciones (CM5):*

$$CM_5 := 20 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

1.6. *Enlucido (CM6)*

$$CM_6 := 110 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

1.6. *Carga muerta (CM):*

$$CM := CM_1 + CM_2 + CM_3 + CM_4 + CM_5 + CM_6$$

$$CM = 598.6 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

*Carga muerta (sin elementos estructurales):*

$$C_{sobre} := CM_3 + CM_4 + CM_5 + CM_6 = 158.6 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

1.7. *Peso propio columnas de acero (CM6):*

Se considera 30 kgf/m<sup>2</sup>

$$CM_7 := 30 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

1.8. Carga muerta por piso:

$$CM_T := CM + CM_7$$

$$CM_T = 628.6 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

1.9. Carga muerta ultimo piso

$$CM_7 := 10 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad \text{Instalaciones}$$

$$CM_{Roof} := CM_1 + CM_4 + CM_7 = 256.6 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$CM_{T\_Roof} := CM_{Roof} + CM_6 = 366.6 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

1.10. Carga viva (NEC-2015)

$$CV := 200 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} = 0.2 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$CV_{cubierta} := 70 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

1.11. Carga sísmica

$$h := 14.80 \text{ m} \quad b := 11.80 \text{ m} \quad \text{Apiso} := h \cdot b \quad \text{Apiso} = 174.64 \text{ m}^2$$

$$C_{piso} := CM_T \cdot \text{Apiso} = 121.01 \text{ tonf}$$

$$C_{cult} := CM_{T\_Roof} \cdot \text{Apiso} = 70.573 \text{ tonf}$$

$$W := \text{Apiso} \cdot (4 \cdot CM_T + CM_{T\_Roof})$$

$$W = 554.615 \text{ tonf}$$

6.1.7. Carga sísmica reactiva W

La carga sísmica **W** representa la carga reactiva por sismo.

Independientemente del método de análisis descrito en la sección [6.2](#) se usara la siguiente carga sísmica reactiva **W**.

**Caso general**

$$W = D$$

Dónde

**D** Carga muerta total de la estructura

Ciudad: Puyo  
Zona Sísmica

$Z := 0.3$

$n := 2.60$

$r := 1.5$

$h_n := 13.5 \text{ m}$

Suelo Tipo D

$F_a$ : Coeficiente de amplificación de suelo

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.5$
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección <a href="#">10.5.4</a>					

$F_a := 1.25$

$F_d$ : desplazamientos para diseño en roca.

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.5$
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.6	1.5	1.4	1.35	1.3	1.25
D	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y <a href="#">10.6.4</a>					

$F_d := 1.7$

$F_s$ : comportamiento no lineal de los suelos

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.5$
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	1	1.1	1.2	1.25	1.3	1.45
D	1.2	1.25	1.3	1.4	1.5	1.65
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y <a href="#">10.6.4</a>					

$F_s := 1.7$

$$T_0 := 0.1 \cdot F_s \cdot \frac{F_d}{F_a} = 0.231$$

$$T_c := 0.55 \cdot F_s \cdot \frac{F_d}{F_a} = 1.272$$

Determinación del periodo de vibración  $T$

$C_t := 0.073$

$\alpha := 0.75$

Tipo de estructura	$C_t$	$\alpha$
<b>Estructuras de acero</b>		
Sin arriostamientos	0.072	0.8
Con arriostamientos	0.073	0.75
<b>Pórticos especiales de hormigón armado</b>		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

Método 1

$$T := C_t \cdot \left( \frac{h_n}{1 \text{ m}} \right)^\alpha$$

$$T = 0.514$$

Método 2

$$T_a := 0.3 \cdot T + T$$

$$T_a = 1.3 T$$

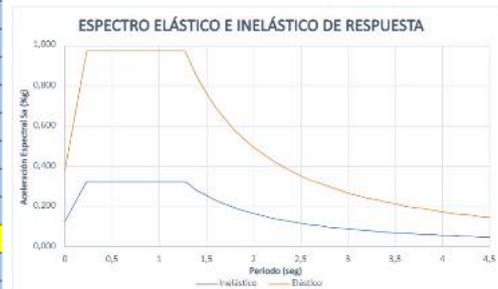
Controla

$$T := \begin{bmatrix} T \\ T_a \end{bmatrix}$$

$$\text{sort}(T) \quad T := T_{0,0} = 0.514$$

$$S_a := \begin{cases} \text{if } T \leq T_0 \\ \quad \left| Z \cdot F_a \cdot \left( 1 + (n-1) \cdot \frac{T}{T_0} \right) \right| \\ \text{else if } T_0 < T \leq T_c \\ \quad \left| n \cdot Z \cdot F_a \right| \\ \text{else} \\ \quad \left| n \cdot Z \cdot F_a \cdot \left( \frac{T_c}{T} \right)^r \right| \end{cases} = 0.975$$

T (s)	Sa elástico (%g)	Sa inelástico (%g)	T (s)	Sa elástico (%g)	Sa inelástico (%g)
0	0.375	0.125	2.30	0.401	0.134
0.2	0.894	0.298	2.40	0.376	0.125
0.23	0.975	0.325	2.50	0.354	0.118
0.3	0.975	0.325	2.60	0.333	0.111
0.400	0.975	0.325	2.70	0.315	0.105
0.50	0.975	0.325	2.80	0.298	0.099
0.60	0.975	0.325	2.90	0.283	0.094
0.70	0.975	0.325	3.00	0.269	0.090
0.80	0.975	0.325	3.10	0.256	0.085
0.90	0.975	0.325	3.20	0.244	0.081
1.00	0.975	0.325	3.30	0.233	0.078
1.10	0.975	0.325	3.40	0.223	0.074
1.20	0.975	0.325	3.50	0.214	0.071
1.27	0.975	0.325	3.60	0.205	0.068
1.30	0.943	0.314	3.70	0.196	0.065
1.40	0.844	0.281	3.80	0.189	0.063
1.50	0.761	0.254	3.90	0.182	0.061
1.60	0.691	0.230	4.00	0.175	0.058
1.70	0.631	0.210	4.10	0.168	0.056
1.80	0.579	0.193	4.20	0.162	0.054
1.90	0.534	0.178	4.30	0.157	0.052
2.00	0.494	0.165	4.40	0.151	0.050
2.10	0.459	0.153	4.50	0.146	0.049
2.20	0.428	0.143	4.60	0.142	0.047



## Carga Sísmica Reactiva W

$$W = 503.138 \text{ tonnef}$$

## Coefficiente de Respuesta Sísmica $C_s$

$$I := 1 \quad \phi_p := 1 \quad \phi_e := 1 \quad R := 3$$

$$C_s := \frac{I \cdot S_a}{R \cdot \phi_p \cdot \phi_e}$$

$$C_s = 0.325$$

## Cortante Basal Sísmico V

$$V := C_s \cdot W$$

$$V = 163.52 \text{ tonnef}$$

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

Tabla 6: Tipo de uso, destino e importancia de la estructura

## Distribución vertical de la fuerza sísmica

$$0.5 \text{ seg} < T < 2.5 \text{ seg}$$

$$K_x = 0.5(T - 0.5) + 1$$

$$k := 0.5 \cdot (T - 0.5) + 1 = 1.007$$

Nivel	Altura	Dirección X					Dirección Y			
		Wx (T)	Wx*hx^K	Cvx	Fx (T)	Vx (T)	Wx*hy^K	Cvy	Fy (T)	Vy (T)
5	13,5	70,53	969,66	0,226	37,017	37,02	969,66	0,2264	37,017	37,017
4	10,8	121,01	1328,86	0,310	50,730	87,75	1328,86	0,3102	50,730	87,747
3	8,1	121,01	994,64	0,232	37,971	125,72	994,64	0,2322	37,971	125,718
2	5,4	121,01	661,21	0,154	25,242	150,96	661,21	0,1544	25,242	150,960
1	2,7	121,01	329,01	0,077	12,560	163,52	329,01	0,0768	12,560	163,52

Combinaciones de carga NEC 2015:

$$D := W = 503.138 \text{ tonnef}$$

$$L := \text{Apiso} \cdot CV = 34.928 \text{ tonnef}$$

$$V = 163.52 \text{ tonnef}$$

$$Lr := \text{Apiso} \cdot CV_{\text{cubierta}} = 12.225 \text{ tonnef}$$

Combinación 1

1.4 D

Combinación 2

1.2 D + 1.6 L + 0.5max[L<sub>r</sub> ; S ; R]

Combinación 3\*

1.2 D + 1.6 max[L<sub>r</sub> ; S ; R] + max[L ; 0.5W]

Combinación 4\*

1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 max[L<sub>r</sub> ; S ; R]

Combinación 5\*

1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S

Combinación 6

0.9 D + 1.0 W

Combinación 7

0.9 D + 1.0 E

Combinación 1:

$$Comb1 := 1.4 \cdot D = 704.393 \text{ tonnef}$$

Combinación 2:

$$Comb2 := 1.2 D + 1.6 L + 0.5 Lr = 665.763 \text{ tonnef}$$

Combinación 3:

$$Comb3 := 1.2 D + 1.6 Lr + L = 658.253 \text{ tonnef}$$

Combinación 4:

$$Comb4 := 1.2 D + L + 0.5 Lr = 644.806 \text{ tonnef}$$

Combinación 5:

$$Comb5 := 1.2 D + V + L = 802.213 \text{ tonnef}$$

Combinación 7:

$$Comb7 := 0.9 D + V = 616.344 \text{ tonnef}$$

## DISEÑO DE MURO ENCHAPADO

Comprobación de cuantía de mampostería portante en el edificio

Índice de densidad de muro en cada dirección

Número de Pisos	Sistema Constructivo	Índice de Densidad de muros en cada dirección en planta $d\% \geq A_w / A_p$
2	Muros Portantes reforzados	1.5%
1	Muros Portantes reforzados	1%
1 y 2	Sistemas Portantes Livianos	1%

$d\%$ : densidad de muro en cada dirección  
 $A_w$ : Área de muros o mampostería  
 $A_p$ : Área en planta

Longitudes de paredes:

$$L_x := 68.2 \text{ m} \quad L_y := 68.6 \text{ m}$$

$$e_{muro} := 0.13 \text{ m} \quad \text{espesor del muro}$$

$$A_p := 11.80 \text{ m} \cdot 14.80 \text{ m} = 174.64 \text{ m}^2$$

$$A_{wx} := L_x \cdot e_{muro} = 8.866 \text{ m}^2$$

$$A_{wy} := L_y \cdot e_{muro} = 8.918 \text{ m}^2$$

$$d_x := \frac{A_{wx}}{A_p} \cdot 100 = 5.077$$

$$d_y := \frac{A_{wy}}{A_p} \cdot 100 = 5.107$$

### DISEÑO DE MURO CON MALLA ELECTROSOLDADA

$$\rho \geq 0.0025$$

Considerando una malla electrosoldada de varilla de  $\phi$  de 3.5mm con un espaciamiento de 15x15 cm

$$\phi := 3.5 \text{ mm} \quad sep := 15 \text{ cm} \quad A_s := 0.096 \text{ cm}^2 \quad N_{var} := 7$$

$$enlucido := 3 \text{ cm} \cdot 2 = 6 \text{ cm} \quad bloque := 7 \text{ cm}$$

$$A_g := 1 \text{ m} \cdot (enlucido) = 600 \text{ cm}^2$$

$$A_{sT} := A_s \cdot N_{var} = 0.672 \text{ cm}^2$$

$$\rho := \frac{A_{sT}}{A_g} = 0.001$$

Considerando una malla electrosoldada de varilla de  $\phi$  de 4mm con un espaciamento de 15x15 cm

$$\phi 4 \text{ mm} \quad sep := 15 \text{ cm} \quad As := 0.126 \text{ cm}^2 \quad Nvar := 7$$

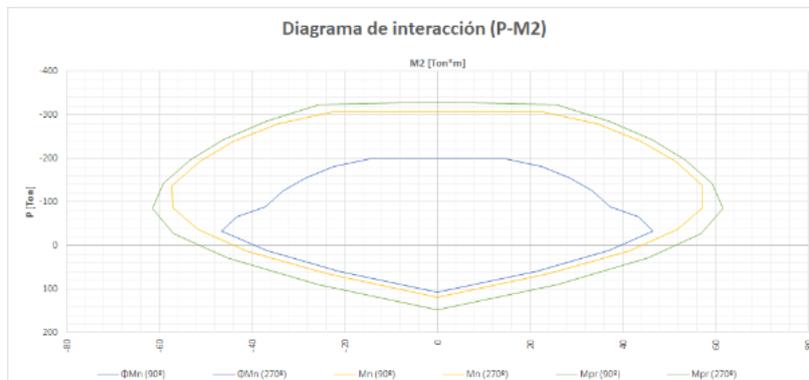
$$enlucido := 3 \text{ cm} \cdot 2 = 6 \text{ cm} \quad bloque := 7 \text{ cm}$$

$$Ag := 1 \text{ m} \cdot (enlucido) = 600 \text{ cm}^2$$

$$AsT := As \cdot Nvar = 0.882 \text{ cm}^2$$

$$\rho := \frac{AsT}{Ag} = 0.003$$

Comprobación flexo-compresión



$\phi Pn$ (Ton)	$\phi Mn$ (Ton-m)
-198,7	0,0
-198,7	14,9
-181,7	22,4
-154,8	28,6
-125,2	33,4
-89,5	37,2
-66,0	43,3
-33,4	46,6
11,5	37,0
58,4	21,4
106,3	0,0

$Pn$ (Ton)	$Mn$ (Ton-m)
-305,6	0,0
-305,6	22,9
-279,5	34,5
-238,1	44,0
-192,6	51,4
-137,7	57,3
-87,1	57,1
-37,1	51,7
12,8	41,1
64,9	23,8
118,1	0,0

$Pr$ (Ton)	$Mr$ (Ton-m)
-329,2	0,0
-324,2	25,5
-285,9	37,0
-243,7	46,2
-197,0	53,4
-141,9	59,1
-84,8	61,5
-27,8	56,9
28,5	45,3
89,9	25,7
147,6	0,0

$$\begin{aligned}\phi &:= 0.6 && \text{Factor de corte} \\ hm &:= 3 \text{ cm} && \text{Espesor de enlucido} \\ Lw &:= 3.3 \text{ m} && \text{Longitud de muro} \\ d &:= Lw \cdot 0.8 = 2.64 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\phi Vn := \phi \cdot 2.65 \cdot \sqrt{210} \cdot h \cdot d$$

$$\phi Vn := 14.93 \text{ tonf}$$

$$Vu := 5.164 \text{ tonf}$$

$$\text{Verificacion} := \text{if}(Vu < \phi Vn, \text{"OK"}, \text{if}(\phi Vn \leq Vu, \text{"OK"}, \text{"No OK"}))$$

$$\text{Verificacion} = \text{"OK"}$$

## DISEÑO DE LOSA

$$Llarga := 4.35 \text{ m} \quad Lcorta := 4 \text{ m} \quad (\text{de eje a eje})$$

$$L1 := 4.25 \text{ m} \quad L2 := 3.90 \text{ m}$$

$$CM = 598.6 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad CV = 200 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$f_y := 37 \text{ ksi} = 2601.357 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad C = T$$

$$A_s := 9.03 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \cdot 1 \text{ m} \quad f'_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad 0.85f'_c b a = A_s f_y$$

$$a := \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot 100 \text{ cm}}$$

$$a = 1.316 \text{ cm} \quad \beta := 0.85$$

$$c := \frac{a}{\beta} = 1.548 \text{ cm}$$

El c tiene que ser mayor a 1.5 cm.

$$h_c := \max(5 \text{ cm}, c) = 5 \text{ cm}$$

Carga distribuida sobre losa (1m)

$$w_u := (1.2 \cdot CM + 1.6 \cdot CV) \cdot 1 \text{ m} = 1.038 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Relación de luces

$$m := \frac{L_1}{L_2} = 1.09 \quad m \leq 2 \quad \text{Losas en 1 dirección}$$

$$h_{\text{mín}} := \frac{L_1}{18.5} \cdot \left( 0.4 + \frac{f_y}{700 \text{ MPa}} \right) = 0.05$$

$$h_c := 5 \text{ cm}$$

Momento Máximo de Diseño suponiendo conservadoramente a la Losa como una Viga Simplemente apoyada

$$M_{\text{máx}} := \frac{w_u \cdot L_1^2}{8} = 0.186 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{tonnef} \cdot \text{m}$$

Peralte Efectivo hasta el Centroide

$$d := h_c + 2.5 \text{ cm} = 7.5 \text{ cm}$$

Momento Nominal y Momento Resistente de Diseño de la Losa Colaborante calculada con  $\phi_b := 0.90$

$$M_n := A_s \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right) = 1.607 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\phi_b M_n := \phi_b \cdot M_n = 1.446 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

## DISEÑO DE COLUMNAS

### Ancho tributario

$$L_{x1} := 2.8 \text{ m} \quad L_{x2} := 2.8 \text{ m}$$

$$L_{y1} := 3 \text{ m} \quad L_{y2} := 3.3 \text{ m} \quad H_{\text{piso}} := 2.7 \text{ m}$$

$$A_T := \left( \frac{L_{y1} + L_{y2}}{2} \right) \cdot \left( \frac{L_{x1} + L_{x2}}{2} \right) = 8.82 \text{ m}^2 \quad \text{Ancho tributario}$$

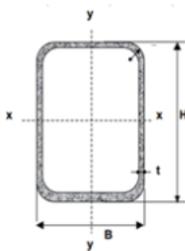
### Carga Última sobre la Columna

$$N_{\text{pisos\_int}} := 5$$

$$P_u := (1.2 \cdot (N_{\text{pisos\_int}} \cdot CM_T + CM_{\text{Roof}}) + 1.6 \cdot (N_{\text{pisos\_int}} \cdot CV + CV_{\text{cubierta}})) \cdot A_T$$

$$P_u = 51.081 \text{ tonnef}$$

### Dimensiones de la Sección HSS



$$H := 10 \text{ cm} \quad B := 10 \text{ cm} \quad t := 3 \text{ mm}$$

$$b := B - 2t = 9.4 \text{ cm} \quad h := H - 2t = 9.4 \text{ cm}$$

$$\lambda_{\text{ala}} := \frac{b}{t} = 31.333$$

$$\lambda_{\text{alma}} := \frac{h}{t} = 31.333$$

### Propiedades de la sección HSS

#### Área Guesa Neta de la Sección Transversal

$$A_g := (B \cdot H) - (B - 2t) \cdot (H - 2t) = 11.64 \text{ cm}^2$$

$$\gamma_s := 7850 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

$$PP_{\text{columna}} := \gamma_s \cdot A_g \cdot H_{\text{piso}} = 0.025 \text{ tonnef}$$

Inercia Efectiva de la Sección con respecto al Eje X

$$I_x := \frac{1}{12} \cdot B \cdot H^3 - \frac{1}{12} \cdot (B - 2t) \cdot (H - 2t)^3 = 182.709 \text{ cm}^4$$

Inercia Efectiva de la Sección con respecto al Eje Y

$$I_y := \frac{1}{12} \cdot H \cdot B^3 - \frac{1}{12} \cdot (H - 2t) \cdot (B - 2t)^3 = 182.709 \text{ cm}^4$$

Radio de Giro de la Sección respecto al Eje X

$$r_x := \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = 3.962 \text{ cm}$$

Radio de Giro de la Sección respecto al Eje Y

$$r_y := \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = 3.962 \text{ cm}$$

Revisión del Pandeo Local de la Columna

Revisión de la Relación Ancho-Espesor de las Alas del Perfil HSS

$$E_s := 2038976.91 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad F_y := 2531.05 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$
$$G := \frac{E_s}{2 \cdot (1 + 0.3)} = (7.691 \cdot 10^4) \text{ MPa}$$

Límite para Miembros de  
Elevada Ductibilidad

$$\lambda_{hd} := 0.55 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 15.611$$

Límite para Miembros de  
Moderada Ductibilidad

$$\lambda_{md} := 0.64 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 18.165$$

$Check_{ala} := \text{if}(\lambda_{ala} \leq \lambda_{hd}, \text{"Sísmicamente Compacta"}, \text{if}(\lambda_{ala} \leq \lambda_{md}, \text{"Compacta"}, \text{"No Compacta"}))$

$$\lambda_{ala} = 31.333$$

$Check_{ala} = \text{"No Compacta"}$

Revisión de la Relación Ancho-Espesor de las Alas del Perfil HSS

Carga Última sobre la Columna  
amplificada para considerar los  
Efectos de las Cargas Sísmicas

$$P_{u_{fn}} := 1.30 \cdot P_u = 66.406 \text{ tonnef}$$

Resistencia Axial de Fluencia  
de la Columna

$$P_y := F_y \cdot A_g = 29.461 \text{ tonnef}$$

Factor de Minoración

$$\phi_c := 0.90$$

$$C_a := \left( \frac{P_{u\_fn}}{\phi_c \cdot P_y} \right) = 2.504$$

Límite para Miembros de Elevada Ductibilidad

$$\lambda_{hd} := \text{if} \left( C_a \leq 0.125, 2.45 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} \cdot (1 - 0.93 C_a), \max \left( 0.77 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} \cdot (2.93 - C_a), 1.49 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} \right) \right)$$
$$\lambda_{hd} = 42.29$$

Límite para Miembros de Moderada Ductibilidad

$$\lambda_{md} := \text{if} \left( C_a \leq 0.125, 3.76 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} \cdot (1 - 2.75 C_a), \max \left( 1.12 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} \cdot (2.93 - C_a), 1.49 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} \right) \right)$$
$$\lambda_{md} = 42.29$$

$Check_{alma} := \text{if} (\lambda_{alma} \leq \lambda_{hd}, \text{"Sísmicamente Compacta"}, \text{if} (\lambda_{alma} \leq \lambda_{md}, \text{"Compacta"}, \text{"No Compacta"}))$

$$\lambda_{alma} = 31.333$$

$Check_{alma} = \text{"Sísmicamente Compacta"}$

Resistencia a la Compresión de la Columna según el AISC 360

Factor de Longitud Efectiva "K" y Esbeltez de la Columna

Radio de Giro Mínimo donde se generará el Pandeo

$$r_{min} := \min(r_x, r_y) = 3.962 \text{ cm}$$

Factor de Longitud Efectiva (Asumir  $K=1.25$ )

$$K_1 := 1.25$$

Según la Literatura la mayoría de Columnas tienen un  $KL/r$  entre 40 y 60. Para Diseño se puede adoptar un punto intermedio de Esbeltez.

$$K_2 := \frac{50 \cdot r_{min}}{H_{piso}} = 0.734$$

Factor de Longitud Efectiva adoptado

$$K := \max(K_1, K_2) = 1.25$$

Esbeltez del Elemento a Compresión

$$\frac{K \cdot H_{piso}}{r_{min}} = 85.186$$

Esbeltez Límite - Pandeo Inelástico o Pandeo Elástico

$$Esbeltez_{Límite} := 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 133.683$$

$$\text{if} \left( \frac{K \cdot H_{piso}}{r_{min}} \leq Esbeltez_{Límite}, \text{“Pandeo Inelástico”, “Pandeo Elástico”} \right) = \text{“Pandeo Inelástico”}$$

Esfuerzo Crítico de Pandeo Elástico de Euler

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E_s}{\left( \frac{K \cdot H_{piso}}{r_{min}} \right)^2} = 2.773 \frac{\text{tonnef}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzo Crítico de Pandeo Elástico de Euler

$$F_{cr} := \text{if} \frac{K \cdot H_{piso}}{r_{min}} < 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 1727.409 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$
$$\left\| \left( 0.658 \frac{F_y}{F_e} \right) \cdot F_y \right.$$
$$\text{else}$$
$$\left\| 0.877 \cdot F_e \right.$$

Resistencia Nominal a Compresión del Perfil

Factor de Minoración de Resistencia a Compresión  $\phi_c := 0.9$

Resistencia Nominal a Compresión  $P_n := F_{cr} \cdot A_g = 20.107 \text{ tonnef}$

Resistencia Minorada a Compresión

$$\phi_c P_n := \phi_c \cdot P_n = 18.096 \text{ tonnef}$$

Curva de Fcr vs. L según el AISC 360

$$F_e(H_{piso}) := \frac{\pi^2 \cdot E_s}{\left( \frac{K \cdot H_{piso}}{r_{min}} \right)^2}$$

$$H_{piso} := 1 \text{ m}, 2 \text{ m}..20 \text{ m}$$

$$F_{cr}(H_{piso}) := \text{if} \frac{K \cdot H_{piso}}{r_{min}} < 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}}$$
$$\left\| \left( 0.658 \frac{F_y}{F_e(H_{piso})} \right) \cdot F_y \right.$$
$$\text{else}$$
$$\left\| 0.877 \cdot F_e(H_{piso}) \right.$$

$$F_y = 25310.5 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$F_e(H_{\text{piso}}) := \frac{\pi^2 \cdot E_s}{\left(\frac{K \cdot H_{\text{piso}}}{r_{\text{min}}}\right)^2}$$

$$H_{\text{piso}} := 1 \text{ m}, 2 \text{ m} \dots 20 \text{ m}$$

$$P_n = 20.107 \text{ tonnef}$$

$$P_{cr}(H_{\text{piso}}) := \text{if } \frac{K \cdot H_{\text{piso}}}{r_{\text{min}}} < 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} \left\| \left( \left( 0.658 \frac{F_y}{F_e(H_{\text{piso}})} \right) \cdot F_y \right) \cdot A_g \right. \\ \text{else} \left\| \left( \left\| 0.877 \cdot F_e(H_{\text{piso}}) \right\| \right) \cdot A_g \right.$$

### Relación Demanda/Capacidad

Figura 10.4.56 Demanda

$$D := P_u = 16.495 \text{ tonnef}$$

$$C := \phi_c P_n = 18.096 \text{ tonnef}$$

$$\frac{D}{C} = 0.912$$

Demanda debido a las Fuerzas Externas

Capacidad a Flexión de la Sección

Relación Demanda/Capacidad

**if**  $\left(\frac{D}{C} \leq 1, \text{“Sección Satisfactoria”}, \text{“Redimensionar”}\right) = \text{“Sección Satisfactoria”}$

## VIGUETAS

$$L_{x1} := 2.8 \text{ m} \quad L_{x2} := 2.8 \text{ m}$$

$$L_{y1} := 3 \text{ m} \quad L_{y2} := 3.3 \text{ m}$$

$$\begin{array}{l} \text{Número de Vigas} \\ \text{Secundarias en el Extremo 1} \end{array} \quad N_{VS_1} := 5$$

$$\begin{array}{l} \text{Número de Vigas} \\ \text{Secundarias en el Extremo 2} \end{array} \quad N_{VS_2} := 5$$

$$\begin{array}{l} \text{Separación de Vigas} \\ \text{Secundarias en el Extremo 1} \end{array} \quad S_1 := \frac{L_{y1}}{N_{VS_1} + 1} = 0.5 \text{ m}$$

$$\begin{array}{l} \text{Separación de Vigas} \\ \text{Secundarias en el Extremo 2} \end{array} \quad S_2 := \frac{L_{y2}}{N_{VS_2} + 1} = 0.55 \text{ m}$$

$$\begin{array}{l} \text{Ancho tributario de Vigas} \\ \text{Secundarias en el Extremo 1} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{Ancho tributario de Vigas} \\ \text{Secundarias en el Extremo 1} \end{array}$$

$$A_{T_1} := S_1 = 0.5 \text{ m}$$

$$A_{T_2} := S_2 = 0.55 \text{ m}$$

### Carga Última Uniformemente Distribuida sobre las Vigas Secundarias

$$w_{u_1} := (1.2 \cdot CM_T + 1.6 \cdot CV) \cdot A_{T_1} = 0.537 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$w_{u_2} := (1.2 \cdot CM_T + 1.6 \cdot CV) \cdot A_{T_2} = 0.591 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

### Momentos Máximos de Diseño (Viga Simplemente Apoyada)

$$L_{Vs1} := L_{x1} = 2.8 \text{ m}$$

$$L_{Vs2} := L_{x2} = 2.8 \text{ m}$$

$$M_{m\acute{a}x\_Vs1} := \frac{w_{u_1} \cdot L_{x1}^2}{8} = 0.526 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{m\acute{a}x\_Vs2} := \frac{w_{u_2} \cdot L_{x2}^2}{8} = 0.579 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Módulo Plástico "Zx" requerido

$$\phi_v := 0.9$$

Factor de Minoración a Flexión

$$Z_{x\_Vs1} := \frac{M_{\text{máx\_Vs1}}}{\phi_v \cdot F_y} = 23.109 \text{ cm}^3 \quad Z_{x\_Vs2} := \frac{M_{\text{máx\_Vs2}}}{\phi_v \cdot F_y} = 25.42 \text{ cm}^3$$

Peralte Mínimo e Inercia Mínima de Vigas para Evitar Deflexiones Excesivas y Minimizar Vibraciones

La AASHTO sugiere que la Relación de Peralte/Claro se limite a un Valor Mínimo de 1/25.

$$H_{\text{mín\_Vs1}} := \frac{Lx1}{25} = 8 \text{ cm} \quad H_{\text{mín\_Vs2}} := \frac{Lx2}{25} = 8 \text{ cm}$$

Para Miembros de Piso, se sugiere que la Deflexión sea menor a los siguientes Límites:

$$\delta_{CM} + \delta_{CV} \leq \frac{L}{240} \quad \delta_{CV} \leq \frac{L}{240}$$
$$E_s := 2038901.91 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad F_y := 2531.05 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$
$$G := \frac{E_s}{2 \cdot (1 + 0.3)} = (7.69 \cdot 10^4) \text{ MPa}$$

Para Vigas simplemente apoyadas se puede obtener la siguiente Inercia Mínima para respetar los criterios de deflexiones máximas dadas:

$$\delta_{\text{máx}} = \frac{L}{240} \quad \delta_{\text{máx}} = \frac{5 w_u \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I}$$

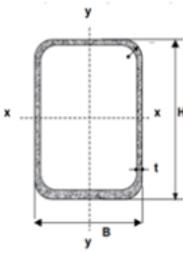
$$\delta_{\text{máx}} = \delta_{\text{máx}}$$

$$\frac{L}{240} = \frac{5 w_u \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I}$$

$$I_{\text{mín\_Vs1}} := \frac{5 \cdot 240 \cdot w_{u1} \cdot L_{x1}^3}{384 \cdot E_s} = 180.73 \text{ cm}^4$$

$$I_{\text{mín\_Vs2}} := \frac{5 \cdot 240 \cdot w_{u2} \cdot L_{x2}^3}{384 \cdot E_s} = 198.804 \text{ cm}^4$$

### Dimensiones de la Sección HSS



$$H := 8 \text{ cm}$$

$$B := 8 \text{ cm}$$

$$t := 3 \text{ mm}$$

$$b := B - 2 t = 7.4 \text{ cm}$$

$$h := H - 2 t = 7.4 \text{ cm}$$

if ( $H \geq H_{\min\_Vs1}$ , "Ok", "Aumentar H1") = "Ok"

### Propiedades de la sección HSS

#### Área Gruesa Neta de la Sección Transversal

$$A_{g\_Vs1} := (B \cdot H) - (B - 2 t) \cdot (H - 2 t) = 9.24 \text{ cm}^2$$

$$PP_{Vs1} := A_{g\_Vs1} \cdot \gamma_s = 0.007 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

#### Inercia Efectiva de la Sección con respecto al Eje X

$$I_{x\_Vs1} := \frac{1}{12} \cdot B \cdot H^3 - \frac{1}{12} \cdot (B - 2 t) \cdot (H - 2 t)^3 = 91.445 \text{ cm}^4$$

#### Inercia Efectiva de la Sección con respecto al Eje Y

$$I_{y\_Vs1} := \frac{1}{12} \cdot H \cdot B^3 - \frac{1}{12} \cdot (H - 2 t) \cdot (B - 2 t)^3 = 91.445 \text{ cm}^4$$

#### Radio de Giro de la Sección respecto al Eje X

$$r_{x\_Vs1} := \sqrt{\frac{I_{x\_Vs1}}{A_{g\_Vs1}}} = 3.146 \text{ cm}$$

#### Radio de Giro de la Sección respecto al Eje Y

$$r_{y\_Vs1} := \sqrt{\frac{I_{y\_Vs1}}{A_{g\_Vs1}}} = 3.146 \text{ cm}$$

$$C_{w\_Vs1} := \frac{I_{y\_Vs1} \cdot h^2}{4} = 1251.885 \text{ cm}^6$$

#### Módulo de Sección (Módulo Elástico)

$$S_{x\_Vs1} := \frac{I_{x\_Vs1}}{\frac{H}{2}} = 22.861 \text{ cm}^3$$

### 5.7.8. Radio de Giro Efectivo

$$r_{ts\_Vs1} := \sqrt{\frac{\sqrt{I_{y\_Vs1} \cdot C_{w\_Vs1}}}{S_{x\_Vs1}}} = 3.847 \text{ cm}$$

### 5.7.9. Módulo Plástico de la Sección

$$Z = \frac{A_g}{2} \cdot \text{BrazoPalanca}$$

$$\text{BrazoPalanca} = 2 \cdot a$$

Módulo Plástico de la Viga Secundaria 1

$$a_1 := \frac{(b \cdot t) \cdot \left(\frac{d}{2} + \frac{t}{2}\right) + \left(\frac{d}{2} \cdot t\right) \cdot \frac{d}{4}}{\frac{A_{g\_Vs1}}{2}} = 2.331 \text{ cm}$$

$$Z_{x\_Vs1} := \frac{A_{g\_Vs1}}{2} \cdot (2 \cdot a_1) = 21.535 \text{ cm}^3$$

### Revisión del Pandeo Local de las Vigas

#### Relación Ancho-Espesor

$$b_1 := \frac{b}{2} = 3.7 \text{ cm}$$

$$\lambda_{ala\_Vs1} := \frac{b_1}{t} = 12.333$$

Relación Ancho-Espesor de las Alas de las Vigas Secundaria

$$h_1 := d = 7.5 \text{ cm}$$

$$\lambda_{alma\_Vs1} := \frac{h_1}{t} = 25$$

Relación Ancho-Espesor de las Almas de las Vigas Secundaria

### Revisión de la Relación Ancho-Espesor de las Alas del Perfil I

Límite para Miembros de Elevada Ductibilidad

$$\lambda_{hd} := 0.30 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 8.515$$

$$\lambda_{md} := 0.38 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 10.785$$

Límite para Alas No Compactas

$$\lambda_{nc} := 1 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 28.382$$

```

Checkala_Vs1 := if  $\lambda_{ala_Vs1} \leq \lambda_{hd}$ 
    || "Sismicamente Compacta"
  else if  $\lambda_{ala_Vs1} \leq \lambda_{md}$ 
    || "Compacta"
  else if  $\lambda_{ala_Vs1} \leq \lambda_{nc}$ 
    || "No Compacta"
  else
    || "Esbelta"

```

**Check<sub>ala\_Vs1</sub> = "No Compacta"**

### Revisión de la Relación Ancho-Espesor

Límite para Miembros de  
Elevada Ductibilidad

$$\lambda_{hd} := 2.45 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 69.537$$

Límite para Miembros de  
Moderada Ductibilidad

$$\lambda_{md} := 3.76 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 106.718$$

Límite para Alas No  
Compactas

$$\lambda_{nc} := 5.70 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 161.779$$

```

Checkala_Vs1 := if  $\lambda_{ala_Vs1} \leq \lambda_{hd}$ 
    || "Sismicamente Compacta"
  else if  $\lambda_{ala_Vs1} \leq \lambda_{md}$ 
    || "Compacta"
  else if  $\lambda_{ala_Vs1} \leq \lambda_{nc}$ 
    || "No Compacta"
  else
    || "Esbelta"

```

**Check<sub>ala\_Vs1</sub> = "Sismicamente Compacta"**

Resistencia a la Flexión de la Viga Secundaria según el AISC 360  
Longitudes Límites para Pandeo en Miembros a Flexión

$$L_p = 1.76 r_y \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} \quad c := 1$$

$$L_r = 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \frac{E_s}{0.7 \cdot F_y} \cdot \sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o} + \sqrt{\left(\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o}\right)^2 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.7 \cdot F_y}{E_s}\right)^2}}$$

$$L_{p\_Vs1} := 1.76 \cdot r_{y\_Vs1} \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 1.571 \text{ m} \quad J_{Vs1} := \frac{1}{3} \cdot (2 \cdot b \cdot t^3 + d \cdot t^3) = 0.201 \text{ cm}^4$$

$$E_s := (2.039 \cdot 10^{10}) \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$L_{r\_Vs1} := 1.95 \cdot r_{ts\_Vs1} \cdot \frac{E_s}{0.7 \cdot F_y} \cdot \sqrt{\frac{J_{Vs1} \cdot c}{S_{x\_Vs1} \cdot h} + \sqrt{\left(\frac{J_{Vs1} \cdot c}{S_{x\_Vs1} \cdot h}\right)^2 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.7 \cdot F_y}{E_s}\right)^2}} = 5.278 \text{ m}$$

Longitud Libre No Arriostrada de la Viga

$$N_{a\_Vs1} := \text{round}\left(\frac{L_{Vs1}}{L_{p\_Vs1}} - 1\right) = 1 \quad \begin{array}{l} \text{Número de Arriostres} \\ \text{necesarios para que la} \\ \text{Viga Plastifique} \end{array}$$

$$L_{b\_Vs1} := \frac{L_{Vs1}}{N_{a\_Vs1} + 1} = 1.4 \text{ m} \quad \begin{array}{l} \text{Longitud Libre No} \\ \text{Arriostrada de la Viga} \end{array}$$

Momento Plástico de la Sección

$$M_{p\_Vs1} := F_y \cdot Z_{x\_Vs1} = 0.545 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Factor de Minoración de  
Resistencia a Flexión

$$\phi_b := 0.90$$

Momento Resistente de Diseño

$$\phi_b M_{p\_Vs1} := \phi_b \cdot M_{p\_Vs1} = 0.491 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Relación Demanda-Capacidad de la Viga Secundaria

$M_{max\_vs1} = 0.466 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

$D := M_{m\acute{a}x\_Vs1} = 0.466 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

Demanda debido a las Fuerzas Externas

$C := \phi_b \cdot M_{p\_Vs1} = 0.491 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

Capacidad a Flexión de la Sección

$$\frac{D}{C} = 0.95$$

Relación Demanda/Capacidad

if  $\left( \frac{D}{C} \leq 1, \text{“Sección Satisfactoria”, “Redimensionar”} \right) = \text{“Sección Satisfactoria”}$

## VIGAS PRINCIPALES

$$L_{x1} := 2.8 \text{ m}$$

$$L_{x2} := 2.80 \text{ m}$$

$$L_{y1} := 3 \text{ m}$$

$$L_{y2} := 3.30 \text{ m}$$

Número de Vigas  
Secundarias en el Extremo 1

$$N_{VS\_1} = 5$$

Número de Vigas  
Secundarias en el Extremo 2

$$N_{VS\_2} = 5$$

Longitud de Viga Principal 1 (Central)

$$L_{Vp1} := L_{y1} = 3 \text{ m}$$

Longitud de Viga Principal 2 (Central)

$$L_{Vp2} := L_{y1} = 3 \text{ m}$$

Longitud de Viga Principal 3 (Borde)

$$L_{Vp3} := L_{y2} = 3.3 \text{ m}$$

Longitud de Viga Principal 4 (Borde)

$$L_{Vp4} := L_{y2} = 3.3 \text{ m}$$

### Cargas Aplicadas sobre las Vigas Principales

#### Vigas Principales Centrales

$$P_{i\_Vp1} := \frac{w_{u\_1} \cdot L_{x1}}{2} = 0.752 \text{ tonnef}$$

$$P_{j\_Vp1} := \frac{w_{u\_1} \cdot L_{x2}}{2} = 0.752 \text{ tonnef}$$

Carga Puntual Aplicada  
en la Viga Principal 1

$$P_{u\_Vp1} := P_{i\_Vp1} + P_{j\_Vp1} = 1.504 \text{ tonnef}$$

$$P_{i\_Vp2} := \frac{w_{u\_2} \cdot L_{x1}}{2} = 0.827 \text{ tonnef}$$

$$P_{j\_Vp2} := \frac{w_{u\_2} \cdot L_{x2}}{2} = 0.827 \text{ tonnef}$$

Carga Puntual Aplicada  
en la Viga Principal 2

$$P_{u\_Vp2} := P_{i\_Vp2} + P_{j\_Vp2} = 1.654 \text{ tonnef}$$

#### Vigas Principales de Borde

$$P_{i\_Vp3} := \frac{w_{u\_1} \cdot L_{x1}}{2} = 0.752 \text{ tonnef}$$

Carga Puntual Aplicada  
en la Viga Principal 3

$$P_{u\_Vp3} := P_{i\_Vp3} = 0.752 \text{ tonnef}$$

$$P_{i\_Vp4} := \frac{w_{u\_2} \cdot L_{x1}}{2} = 0.827 \text{ tonnef}$$

Carga Puntual Aplicada  
en la Viga Principal 4

$$P_{u\_Vp4} := P_{i\_Vp2} = 0.827 \text{ tonnef}$$

### Momentos Máximos de Diseño (Viga Doblemente Empotrada)

#### Vigas Principales Centrales

$$M_{m\acute{a}x\_Vp1} := \frac{P_{u\_Vp1} \cdot L_{Vp1} \cdot \left( (N_{VS\_1} + 1)^2 - 1 \right)}{12 \cdot (N_{VS\_1} + 1)} = 2.193 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{m\acute{a}x\_Vp2} := \frac{P_{u\_Vp2} \cdot L_{Vp2} \cdot \left( (N_{VS\_2} + 1)^2 - 1 \right)}{12 \cdot (N_{VS\_2} + 1)} = 2.413 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

#### Vigas Principales de Borde

$$M_{m\acute{a}x\_Vp3} := \frac{P_{u\_Vp3} \cdot L_{Vp3} \cdot \left( (N_{VS\_1} + 1)^2 - 1 \right)}{12 \cdot (N_{VS\_1} + 1)} = 1.206 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{m\acute{a}x\_Vp4} := \frac{P_{u\_Vp4} \cdot L_{Vp4} \cdot \left( (N_{VS\_2} + 1)^2 - 1 \right)}{12 \cdot (N_{VS\_2} + 1)} = 1.327 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

### Módulo Plástico "Zx" requerido

$$\phi_v := 0.9$$

Factor de Minoración a  
Flexión

#### Vigas Principales Centrales

$$Z_{x\_Vp1} := \frac{M_{m\acute{a}x\_Vp1}}{\phi_v \cdot F_y} = 96.289 \text{ cm}^3 \quad Z_{x\_Vp2} := \frac{M_{m\acute{a}x\_Vp2}}{\phi_v \cdot F_y} = 105.918 \text{ cm}^3$$

#### Vigas Principales de Borde

$$Z_{x\_Vp3} := \frac{M_{m\acute{a}x\_Vp3}}{\phi_v \cdot F_y} = 52.959 \text{ cm}^3 \quad Z_{x\_Vp4} := \frac{M_{m\acute{a}x\_Vp4}}{\phi_v \cdot F_y} = 58.255 \text{ cm}^3$$

$$\delta_{CM} + \delta_{CV} \leq \frac{L}{240}$$

$$\delta_{CV} \leq \frac{L}{360}$$

$$\delta_{m\acute{a}x} = \frac{L}{240}$$

$$\delta_{m\acute{a}x} = \frac{5 w_u \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I}$$

$$\delta_{m\acute{a}x} = \delta_{m\acute{a}x}$$

$$\frac{L}{240} = \frac{w_u \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I}$$

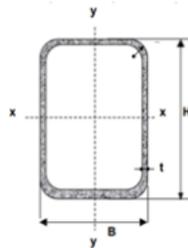
$$I_{m\acute{i}n\_Vp1} := \frac{240 \cdot w_{u1} \cdot L_{Vp1}^3}{384 \cdot E_s} = 44.456 \text{ cm}^4$$

$$I_{m\acute{i}n\_Vp2} := \frac{240 \cdot w_{u2} \cdot L_{Vp2}^3}{384 \cdot E_s} = 48.902 \text{ cm}^4$$

$$I_{m\acute{i}n\_Vp3} := \frac{240 \cdot w_{u1} \cdot L_{Vp3}^3}{384 \cdot E_s} = 59.171 \text{ cm}^4$$

$$I_{m\acute{i}n\_Vp4} := \frac{240 \cdot w_{u2} \cdot L_{Vp4}^3}{384 \cdot E_s} = 65.088 \text{ cm}^4$$

### Dimensiones de la Sección HSS



$$H := 10 \text{ cm} \quad B := 10 \text{ cm} \quad t := 3 \text{ mm}$$

$$b := B - 2 t = 9.4 \text{ cm} \quad h := H - 2 t = 9.4 \text{ cm}$$

$$\lambda_{ala} := \frac{b}{t} = 31.333$$

$$\lambda_{alma} := \frac{h}{t} = 31.333$$

### Propiedades de la sección HSS

#### Área Grossa Neta de la Sección Transversal

$$A_{g\_Vp1} := (B \cdot H) - (B - 2 t) \cdot (H - 2 t) = 11.64 \text{ cm}^2$$

$$\gamma_s := 7850 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

$$PP_{Vp1} := A_{g\_Vp1} \cdot \gamma_s = 0.009 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

### Inercia Efectiva de la Sección con respecto al Eje X

$$I_x := \frac{1}{12} \cdot B \cdot H^3 - \frac{1}{12} \cdot (B - 2 t) \cdot (H - 2 t)^3 = 182.709 \text{ cm}^4$$

Inercia Efectiva de la Sección con respecto al Eje Y

$$I_y := \frac{1}{12} \cdot H \cdot B^3 - \frac{1}{12} \cdot (H - 2 t) \cdot (B - 2 t)^3 = 182.709 \text{ cm}^4$$

Radio de Giro de la Sección respecto al Eje X

$$r_x := \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = 3.962 \text{ cm}$$

Radio de Giro de la Sección respecto al Eje Y

$$r_y := \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = 3.962 \text{ cm}$$

Relación Ancho-Espesor de la Viga Principal Central 1

$$b_{Vp1} := \frac{b}{2} = 4.7 \text{ cm}$$

$$\lambda_{ala\_Vp1} := \frac{b}{t} = 31.333$$

Relación Ancho-Espesor de las Alas de las Vigas Principales Central 1

$$h_{Vp1} := d = 7.5 \text{ cm}$$

$$\lambda_{alma\_Vp1} := \frac{h_{Vp1}}{t} = 25$$

Relación Ancho-Espesor de las Almas de las Vigas Principales Central 1

Revisión de la Relación Ancho-Espesor de las Alas del Perfil

Límite para Miembros de Elevada Ductibilidad

$$\lambda_{hd} := 0.30 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 8.515$$

Límite para Miembros de Moderada Ductibilidad

$$\lambda_{md} := 0.38 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 10.786$$

Límite para Alas No Compactas

$$\lambda_{nc} := 1 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 28.383$$

```

Checkala_Vp1 := if  $\lambda_{ala\_Vp1} \leq \lambda_{hd}$ 
    || "Sismicamente Compacta"
else if  $\lambda_{ala\_Vp1} \leq \lambda_{md}$ 
    || "Compacta"
else if  $\lambda_{ala\_Vp1} \leq \lambda_{nc}$ 
    || "No Compacta"
else
    || "Esbelta"
    
```

$Check_{ala\_Vp1} = \text{"Esbelta"}$

Límite para Miembros de  
Elevada Ductibilidad

$$\lambda_{hd} := 2.45 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 69.538$$

Límite para Miembros de  
Moderada Ductibilidad

$$\lambda_{md} := 3.76 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 106.72$$

Límite para Alas No  
Compactas

$$\lambda_{nc} := 5.70 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 161.783$$

```
Check_ala_Vp1 := if  $\lambda_{ala\_Vp1} \leq \lambda_{hd}$ 
  || "Sísmicamente Compacta"
else if  $\lambda_{ala\_Vp1} \leq \lambda_{md}$ 
  || "Compacta"
else if  $\lambda_{ala\_Vp1} \leq \lambda_{nc}$ 
  || "No Compacta"
else
  || "Esbelta"
```

$Check_{ala\_Vp1} = \text{"Sísmicamente Compacta"}$

Resistencia a la Flexión de la Viga Principal según el AISC 360

Longitudes Límites para Pandeo en Miembros a Flexión

$$c := 1$$

Coeficiente "c"

c=1 para Vigas de Forma I con Simetría Doble

Longitud de la Viga donde se considera el Pandeo Lateral Torsional (LTB) Inelástico

$$L_{p\_Vp1} := 1.76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 1.979 \text{ m}$$

Longitud Libre No Arriostrada de la Viga

$$N_{a\_Vp1} := N_{VS\_1} = 5$$

Número de Arriostres  
Laterales que posee la  
Viga Principal Central

$$N_{a\_Vp2} := N_{VS\_2} = 5$$

$$N_{a\_Vp3} := N_{VS\_1} = 5$$

Número de Arriostres  
Laterales que posee la  
Viga Principal Borde

$$N_{a\_Vp4} := N_{VS\_2} = 5$$

$$L_{b\_Vp1} := \frac{L_{Vp1}}{N_{a\_Vp1} + 1} = 0.5 \text{ m}$$

Longitud Libre No  
Arriostrada de la Viga

$$L_{b\_Vp2} := \frac{L_{Vp2}}{N_{a\_Vp2} + 1} = 0.5 \text{ m}$$

$$L_{b\_Vp3} := \frac{L_{Vp3}}{N_{a\_Vp3} + 1} = 0.55 \text{ m}$$

Longitud Libre No  
Arriostrada de la Viga

$$L_{b\_Vp4} := \frac{L_{Vp4}}{N_{a\_Vp4} + 1} = 0.55 \text{ m}$$

### Momento Plástico de la Sección

$$M_{p\_Vp1} := F_y \cdot Z_{x\_Vp1} = 2.437 \text{ tonnef} \cdot \text{m} \quad M_{p\_Vp2} := F_y \cdot Z_{x\_Vp2} = 2.681 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{p\_Vp3} := F_y \cdot Z_{x\_Vp3} = 1.34 \text{ tonnef} \cdot \text{m} \quad M_{p\_Vp4} := F_y \cdot Z_{x\_Vp4} = 1.474 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Factor de Minoración de  
Resistencia a Flexión

$$\phi_b := 0.90$$

Momento Resistente de Diseño

$$\phi_b M_{p\_Vp1} := \phi_b \cdot M_{p\_Vp1} = 2.193 \text{ tonnef} \cdot \text{m} \quad \phi_b M_{p\_Vp2} := \phi_b \cdot M_{p\_Vp2} = 2.413 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$C_b := 1$$

$$M_{n\_Vp1}(L_b) := \begin{cases} \text{if } L_b \leq L_{p\_Vp1} & L_b := 0 \text{ m}, 0.1 \text{ m} \dots 10 \text{ m} \\ \left\| \begin{array}{l} F_y \cdot Z_{x\_Vp1} \\ \text{else if } L_b \leq L_b \\ \left\| \begin{array}{l} M_{n1} \leftarrow \left( M_{p\_Vp1} - (M_{p\_Vp1} - 0.7 \cdot F_y \cdot S) \cdot \left( \frac{L_b - L_{p\_Vp1}}{L_b - L_{p\_Vp1}} \right) \right) \cdot C_b \\ M_{n2} \leftarrow F_y \cdot Z_{x\_Vp1} \\ M_n \leftarrow \min(M_{n1}, M_{n2}) \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \left\| \begin{array}{l} M_{n1} \leftarrow C_b \cdot \frac{\pi}{L_b} \cdot \sqrt{E_s \cdot I_y \cdot G \cdot J + \left( \frac{\pi \cdot E_s}{L_b} \right)^2 \cdot I_y \cdot C} \\ M_{n2} \leftarrow F_y \cdot Z_{x\_Vp1} \\ M_n \leftarrow \min(M_{n1}, M_{n2}) \end{array} \right\| \end{array} \right. \end{cases}$$

$$M_{n\_Vp1} := 2.3 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

## Relación Demanda-Capacidad de la Viga Principal

$$D := M_{m\acute{a}x\_Vp1} = 2.193 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Demanda debido a las Fuerzas Externas

$$C := \phi_b \cdot M_{p\_Vp1} = 2.7 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Capacidad a Flexión de la Sección

$$\frac{D}{C} = 0.812$$

Relación Demanda/Capacidad

if  $\left( \frac{D}{C} \leq 1, \text{"Sección Satisfactoria"}, \text{"Redimensionar"} \right) = \text{"Sección Satisfactoria"}$

## Escalera

$$P := 0.28 \text{ m}$$

Paso

$$Cp := 0.225 \text{ m}$$

Contrapaso

$$A := 1 \text{ m}$$

Ancho de escalera

$$f'c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$fy := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$r := 2 \text{ cm}$$

recubrimiento

$$Sc := 400 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

sobrecarga impuesta

$$Desc := 1 \text{ m}$$

longitud de descanso

$$Npasos := 6$$

numero de pasos

$$Luz1 := 2.12 \text{ m}$$

luz efectivo

$$t1 := \frac{Luz1}{20} = 0.106 \text{ m}$$

$$t2 := \frac{Luz1}{25} = 0.085 \text{ m}$$

$$t := 0.15 \text{ m}$$

espesor promedio

$$costeta := \frac{P}{\sqrt{P^2 + Cp^2}} = 0.78$$

$$Hm := \frac{t}{costeta} + \frac{Cp}{2} = 0.332 \text{ altura media}$$

$$Pmuerto := 2.4 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$P_{\text{parcial}} := P_{\text{muerto}} \cdot Hm \cdot A = (7.821 \cdot 10^3) \frac{\text{kg}}{\text{s}^2}$$

$$P_{\text{vivo}} := 0.2 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$P_{\text{parcialvivo}} := P_{\text{vivo}} \cdot Hm \cdot A = 651.739 \frac{\text{kg}}{\text{s}^2}$$

$$W_{\text{ultesc}} := 1.2 \cdot P_{\text{parcial}} + 1.6 P_{\text{parcialvivo}} = 1.063 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \frac{\text{s}^2}{\text{m}} \cdot \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} \quad \text{carga ultima}$$

$$M_u := 194000 \text{ kg} \cdot \text{cm} \quad \text{momento ultimo}$$

$$\text{diametro} := 10 \text{ mm}$$

$$A_{\text{varilla}} := 3.14 \cdot \frac{(\text{diametro}^2)}{4} = (7.85 \cdot 10^{-5}) \text{ m}^2$$

$$d := 12 \text{ cm}$$

$$a := 0.9 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_u}{\text{diametro} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} = 0.007 \text{ s}^2$$

$$n := \frac{A_s}{\text{diametro}} = 0.714 \frac{\text{s}^2}{\text{m}}$$

Se propone de forma longitudinal 4  $\phi$ 10mm@20cm

Se propone de forma transversal 6  $\phi$ 10mm@30cm

Mismos calculos aplican para el tramo 2

PRESUPUESTO					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>					<b>4773.04</b>
R1	Limpieza de terreno	m2	343.98	5.14	1768.54
R2	Nivelación de terreno	m2	343.98	3.93	1351.97
R3	Excavación incluye desalojo	m3	74.2	14.21	1054.44
R4	Trazado y replanteo	m2	343.98	1.74	598.09
<b>SUBESTRUCTURA</b>					<b>18273.78</b>
R5	Acero de refuerzo en muros fy=4200	kg	4985.22	2.37	11808.99
R6	Muro de contención Concreto f'c=210 incluye encofrado	m3	28.40	210.40	5975.29
R8	Hormigon simple columnas fc=210kg/cm2 incluye encofrado	m3	1.35	362.59	489.50
<b>NIVEL -2 (SUBSUELO)</b>					<b>15960.71</b>
R5	Viga de cimentacion - Armado con Acero fy=4200	kg	4279	2.37	10136.14
R7	Viga de cimentacion - Concreto f'c=210 incluye encofrado	m3	32.05	181.73	5824.57
<b>INSTALACIONES HIDROSANITARIAS</b>					
<b>NIVEL -2 (SUBSUELO)</b>					<b>5423.81</b>
R10	Tubería PVC u/r D = 1/2"	m	26.95	8.94	240.90
R11	Tubería PVC u/r D = 3/4"	m	46.33	9.42	436.37
R12	Tubería PVC u/r D = 1"	m	90.904	10.07	915.28
R13	Inodoros blanco	u	6	114.14	684.82
R14	Lavaplatos de cocina	u	6	234.35	1406.08
R15	Lavamanos blanco	u	6	66.41	398.48
R16	Valvula esferica	u	5	56.63	283.17
R17	Tubería PVC Ramal Secundario EC D= 50 mm - DESAGUE	m	13.978	5.77	80.65
R18	Tubería PVC EC D= 110 mm	m	60.298	12.37	745.61
R20	Caja de Revision 80X80X100	u	5	46.49	232.47
<b>NIVEL +0,70</b>					<b>4435.58</b>
R10	Tubería PVC u/r D = 1/2"	m	26.95	8.94	240.90
R11	Tubería PVC u/r D = 3/4"	m	46.33	9.42	436.37
R13	Inodoros blanco	u	6	114.14	684.82
R14	Lavaplatos de cocina	u	6	234.35	1406.08
R15	Lavamanos blanco	u	6	66.41	398.48
R16	Valvula esferica	u	10	56.63	566.34
R17	Tubería PVC Ramal Secundario EC D= 50 mm - DESAGUE	m	13.978	5.77	80.65
R18	Tubería PVC EC D= 110 mm	m	50.298	12.37	621.95
<b>NIVEL +3,40</b>					<b>4435.58</b>
R10	Tubería PVC u/r D = 1/2"	m	26.95	8.94	240.90
R11	Tubería PVC u/r D = 3/4"	m	46.33	9.42	436.37
R13	Inodoros blanco	u	6	114.14	684.82
R14	Lavaplatos de cocina	u	6	234.35	1406.08
R15	Lavamanos blanco	u	6	66.41	398.48
R16	Valvula esferica	u	10	56.63	566.34
R17	Tubería PVC Ramal Secundario EC D= 50 mm - DESAGUE	m	13.978	5.77	80.65
R18	Tubería PVC EC D= 110 mm	m	50.298	12.37	621.95
<b>NIVEL +6,10</b>					<b>4435.58</b>
R10	Tubería PVC u/r D = 1/2"	m	26.95	8.94	240.90
R11	Tubería PVC u/r D = 3/4"	m	46.33	9.42	436.37
R13	Inodoros blanco	u	6	114.14	684.82
R14	Lavaplatos de cocina	u	6	234.35	1406.08
R15	Lavamanos blanco	u	6	66.41	398.48
R16	Valvula esferica	u	10	56.63	566.34
R17	Tubería PVC Ramal Secundario EC D= 50 mm - DESAGUE	m	13.978	5.77	80.65
R18	Tubería PVC EC D= 110 mm	m	50.298	12.37	621.95
<b>NIVEL +8,80</b>					<b>4435.58</b>
R10	Tubería PVC u/r D = 1/2"	m	26.95	8.94	240.90
R11	Tubería PVC u/r D = 3/4"	m	46.33	9.42	436.37
R13	Inodoros blanco	u	6	114.14	684.82
R14	Lavaplatos de cocina	u	6	234.35	1406.08
R15	Lavamanos blanco	u	6	66.41	398.48
R16	Valvula esferica	u	10	56.63	566.34
R17	Tubería PVC Ramal Secundario EC D= 50 mm - DESAGUE	m	13.978	5.77	80.65
R18	Tubería PVC EC D= 110 mm	m	50.298	12.37	621.95
<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>					
<b>NIVEL -2 (SUBSUELO)</b>					<b>3400.17</b>
R21	Tablero de distribucion principal TDP	pto	1	725.65	725.65
R22	Puntos de interruptor dobles de 110 voltios	pto	23	31.54	725.40
R23	Puntos de alumbrado de 110 voltios	pto	32	29.96	958.85
R24	Puntos de tomacorriente doble de 110 voltios	pto	32	30.95	990.27
<b>NIVEL +0,70</b>					<b>3400.17</b>
R21	Tablero de distribucion principal TDP	pto	1	725.65	725.65
R22	Puntos de interruptor dobles de 110 voltios	pto	23	31.54	725.40
R23	Puntos de alumbrado de 110 voltios	pto	32	29.96	958.85
R24	Puntos de tomacorriente doble de 110 voltios	pto	32	30.95	990.27
<b>NIVEL +3,40</b>					<b>3400.17</b>
R21	Tablero de distribucion principal TDP	pto	1	725.65	725.65
R22	Puntos de interruptor dobles de 110 voltios	pto	23	31.54	725.40
R23	Puntos de alumbrado de 110 voltios	pto	32	29.96	958.85
R24	Puntos de tomacorriente doble de 110 voltios	pto	32	30.95	990.27
<b>NIVEL +6,10</b>					<b>3400.17</b>
R21	Tablero de distribucion principal TDP	pto	1	725.65	725.65
R22	Puntos de interruptor dobles de 110 voltios	pto	23	31.54	725.40
R23	Puntos de alumbrado de 110 voltios	pto	32	29.96	958.85
R24	Puntos de tomacorriente doble de 110 voltios	pto	32	30.95	990.27
<b>NIVEL +8,80</b>					<b>3400.17</b>
R21	Tablero de distribucion principal TDP	pto	1	725.65	725.65
R22	Puntos de interruptor dobles de 110 voltios	pto	23	31.54	725.40
R23	Puntos de alumbrado de 110 voltios	pto	32	29.96	958.85
R24	Puntos de tomacorriente doble de 110 voltios	pto	32	30.95	990.27

Arquitectonico					
NIVEL -2 (SUBSUELO)					1638.12
R25	Puertas	u	13	100.61	1307.88
R26	Ventanas	u	6	55.04	330.24
NIVEL +0,70					1537.51
R25	Puertas	u	12	100.61	1207.28
R26	Ventanas	u	6	55.04	330.24
NIVEL +3,40					1537.51
R25	Puertas	u	12	100.61	1207.28
R26	Ventanas	u	6	55.04	330.24
NIVEL +6,10					2473.18
R25	Puertas	u	12	100.61	1207.28
R26	Ventanas	u	23	55.04	1265.90
NIVEL +8,80					2473.18
R25	Puertas	u	12	100.61	1207.28
R26	Ventanas	u	23	55.04	1265.90
ESTRUCTURA METÁLICA					119549.63
R6	Suministro y montaje de columnas y vigas	kg	18396.02	4.98	91612.18
R6	Suministro y montaje de viguetas	kg	1993.51	4.98	9927.68
R6	Suministro y montaje de armadura para cubierta	kg	1900	4.98	9462.00
R6	Suministro y montaje de correas	kg	1716.42	4.98	8547.77
NIVEL -2.00m (SUBSUELO)					42127.63
R12	Mampostería con bloques e=7cm	m2	663.56	28.59	18974.33
R11	Acero de refuerzo fy=4200 kg-cm2 (Chicotes)	kg	994.84	2.50	2485.39
R13	Malla electrosoldada 4-15	m2	689	15.27	10521.03
R14	Refuerzo de acero fy=4200 kg-cm2 en aberturas de muros	kg	1245.93	2.50	3112.68
R16	Enlucido con mortero 1:3+ impermeabilizante (6cm)	m3	42.12	24.81	1044.87
R17	Cielo Raso	m2	339.18	13.40	4543.81
R19	Acero de refuerzo fy=4200 kg-cm2 para escalera	Kg	34.52	2.50	86.24
R8	Hormigón para escalera incluye encofrado	m3	2.76	492.49	1359.28
NIVEL 0.70m					47876.14
R7	Losa maciza de Hormigón armado fc=210kg/cm2 (5cm)	m3	16.96	371.76	6305.03
R12	Mampostería con bloques e=7cm	m2	651.04	28.59	18616.32
R15	Acero de refuerzo fy=4200 kg-cm2 (Chicotes)	kg	994.84	2.50	2485.39
R13	Malla electrosoldada 4-15	m2	676	15.27	10322.52
R14	Refuerzo de acero fy=4200 kg-cm2 en aberturas de muros	kg	1245.93	2.50	3112.68
R16	Enlucido con mortero 1:3+ impermeabilizante (6cm)	m3	42.12	24.81	1044.87
R17	Cielo Raso	m2	339.18	13.40	4543.81
R19	Acero de refuerzo fy=4200 kg-cm2 para escalera	Kg	34.52	2.50	86.24
R8	Hormigón para escalera incluye encofrado	m3	2.76	492.49	1359.28
NIVEL +3,40					48704.07
R7	Losa maciza de Hormigón armado fc=210kg/cm2 (5cm)	m3	16.96	371.76	6305.03
R12	Mampostería con bloques e=7cm	m2	667.68	28.59	19092.14
R15	Acero de refuerzo fy=4200 kg-cm2 (Chicotes)	kg	1020.27	2.50	2548.92
R13	Malla electrosoldada 4-15	m2	693.16	15.27	10584.55
R14	Refuerzo de acero fy=4200 kg-cm2 en aberturas de muros	kg	1245.93	2.50	3112.68
R16	Enlucido con mortero 1:3+ impermeabilizante (6cm)	m3	43.19	24.81	1071.41
R17	Cielo Raso	m2	339.18	13.40	4543.81
R19	Acero de refuerzo fy=4200 kg-cm2 para escalera	Kg	34.52	2.50	86.24
R8	Hormigón para escalera incluye encofrado	m3	2.76	492.49	1359.28
NIVEL +6,10					48704.07
R7	Losa maciza de Hormigón armado fc=210kg/cm2 (5cm)	m3	16.96	371.76	6305.03
R12	Mampostería con bloques e=7cm	m2	667.68	28.59	19092.14
R15	Acero de refuerzo fy=4200 kg-cm2 (Chicotes)	kg	1020.27	2.50	2548.92
R13	Malla electrosoldada 4-15	m2	693.16	15.27	10584.55
R14	Refuerzo de acero fy=4200 kg-cm2 en aberturas de muros	kg	1245.93	2.50	3112.68
R16	Enlucido con mortero 1:3+ impermeabilizante (6cm)	m3	43.19	24.81	1071.41
R17	Cielo Raso	m2	339.18	13.40	4543.81
R19	Acero de refuerzo fy=4200 kg-cm2 para escalera	Kg	34.52	2.50	86.24
R8	Hormigón para escalera incluye encofrado	m3	2.76	492.49	1359.28
NIVEL +8,80					47258.54
R7	Losa maciza de Hormigón armado fc=210kg/cm2 (5cm)	m3	16.96	371.76	6305.03
R12	Mampostería con bloques e=7cm	m2	667.68	28.59	19092.14
R15	Acero de refuerzo fy=4200 kg-cm2 (Chicotes)	kg	1020.27	2.50	2548.92
R13	Malla electrosoldada 4-15	m2	693.16	15.27	10584.55
R14	Refuerzo de acero fy=4200 kg-cm2 en aberturas de muros	kg	1245.93	2.50	3112.68
R16	Enlucido con mortero 1:3+ impermeabilizante (6cm)	m3	43.19	24.81	1071.41
R17	Cielo Raso	m2	339.18	13.40	4543.81
PINTURA					13071.50
R20	Empastado y pintura	m2	3317.64	3.94	13071.50
PORCELANATO					54797.76
R21	Porcelanato para piso	m2	1696	32.31	54797.76
CUBIERTA					12440.29
R18	Cubierta Tipo Sandwich	m2	346.32	35.92	12440.29
COSTO TOTAL					523363.65

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO:	Limpieza de terreno				
DETALLE:	R1	UNIDAD:	m2		
<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Volqueta	1	30	30	0.050	1.50
Retroexcavadora	1	36.37	36.37	0.050	1.82
Herramienta menor 5% M.O					0.05
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>3.36</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Operador retroexcavadora	1	4.33	4.33	0.05	0.22
Chofer de volqueta	1	5.95	5.95	0.05	0.30
Peón Cat-E2	1	3.83	3.83	0.05	0.19
Maestro mayor Cat-C1	1	4.29	4.29	0.05	0.21
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.92</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	AxB	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0</b>	
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	AxB	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>4.28</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD %</b>				<b>0.2</b>	<b>0.86</b>
<b>OTROS INDIRECTOS %</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>5.14</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>5.14</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Nivelación de terreno				
DETALLE:	R2			UNIDAD:	m2
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Eqipo de nivelación	1	12	12	0.050	0.60
Retroexcavadora	1	36.37	36.37	0.050	1.82
Herramienta menor 5% M.O					0.04
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>2.46</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Operador retroexcavadora	1	4.33	4.33	0.05	0.22
Topógrafo en obra	1	4.29	4.29	0.05	0.21
Cadenero	1	3.87	3.87	0.05	0.19
Peón Cat-E2	1	3.83	3.83	0.05	0.19
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.82</b>
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0</b>
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0</b>
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				<b>3.28</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD %</b>			<b>0.2</b>	<b>0.66</b>
	<b>OTROS INDIRECTOS %</b>				
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>3.93</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>3.93</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Excavación incluye desalojo				
DETALLE:	R3		UNIDAD:	m3	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo dia	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Volqueta	1	30	30	0.067	2.00
Retroexcavadora	1	36.37	36.37	0.067	2.42
Herramienta menor 5% M.O					0.05
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>4.47</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Operador retroexcavadora	1	4.33	4.33	0.067	0.29
Chofer de volqueta	1	5.95	5.95	0.067	0.40
Peón Cat-E2	1	3.83	3.83	0.067	0.26
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.94</b>
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0</b>
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
Transporte de material		global	1	6.43	6.43
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>6.43</b>
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				<b>11.84</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD %</b>				<b>0.2</b>
	<b>OTROS INDIRECTOS %</b>				
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>14.2</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>14.2</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Trazado y replanteo				
DETALLE:	R4		UNIDAD:	m2	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo dia	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Equipo topográfico	1	5	5	0.010	0.05
Herramienta menor 5% M.O					0.06
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.11</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
				0.100	
Topógrafo en obra	1	4.29	4.29	0.100	0.43
Cadenero	1	3.87	3.87	0.100	0.39
Peón Cat-E2	1	3.83	3.83	0.100	0.38
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1.20</b>
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
Piola para trazado		global	0.01	14	0.14
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0.14</b>
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0</b>
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				<b>1.45</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD %</b>				<b>0.2</b>
	<b>OTROS INDIRECTOS %</b>				
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>1.74</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>1.74</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Contrapiso				
DETALLE:	R5	UNIDAD:	m3		
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Concretera 1 saco	1	4.48	4.48	0.500	2.24
Vibrador a gasolina	1	3.85	3.85	0.500	1.93
Herramienta menor 5% M.O					0.60
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>4.76</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	2	3.83	7.66	0.500	3.83
Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	2	3.87	7.74	0.500	3.87
Operador de equipo liviano (ESTRUC. OCUP. D2)	1	4.1	4.1	0.500	2.05
Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	1	4.33	4.33	0.500	2.17
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>11.92</b>
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA		saco	7.8	7.68	59.904
Arena		m3	0.65	13.5	8.775
Ripio		m3	0.95	18	17.1
Agua		m3	0.19	0.85	0.1615
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>85.94</b>
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>102.62</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD %</b>					<b>0.2</b>
<b>OTROS INDIRECTOS %</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>123.1</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>123.1</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Acero Estructural A-36 (incluye montaje)				
DETALLE:	R6		UNIDAD:		Kg
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Amoladora eléctrica	1	4.3	4.3	0.110	0.47
Soldadora eléctrica 300 a	1	1.98	1.98	0.110	0.22
Grúa móvil	1	35	35	0.010	0.35
					0.00
Herramienta menor 5% M.O					0.07
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.11</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	1	3.83	3.83	0.110	0.42
Perfilero (ESTRUC. OCUP. C2)	1	4.33	4.33	0.110	0.48
Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	1	4.33	4.33	0.010	0.04
Operadores Equipo Pesado (ESTRUC. OCUP. C1)	1	4.55	4.55	0.110	0.50
Engrasador o abastecedor responsable (ESTRUC. OCUP. D2)	1	4.1	4.1	0.110	0.45
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1.44</b>
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
Anticorrosivo		4000cc	0.01	15.56	0.1556
Thinner comercial		4000cc	0.01	13.95	0.1395
Disco de corte		u	0.01	1.65	0.0165
Acero en perfil		kg	1.05	1.05	1.1025
Electrodo 6011		kg	0.05	2.34	0.117
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>1.53</b>
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0</b>
			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		<b>4.09</b>
			<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD %</b>		<b>0.2</b>
			<b>OTROS INDIRECTOS %</b>		
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>4.90</b>
			<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>4.90</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Losca maciza de Hormigón armado $f_c=210\text{kg/cm}^2$ (5cm)				
DETALLE:	R7	UNIDAD:		m3	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Concretera 1 saco	1	4.48	4.48	1.000	4.48
Vibrador de manguera	10	4.06	40.6	1.000	40.60
Herramienta menor 5% M.O					3.64
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>48.72</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	1	4.05	4.05	1.920	7.78
Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	1	4.33	4.33	0.320	1.39
Carpintero (ESTRUC. OCUP. D2)	15.5	4.1	63.55	1.000	63.55
Albañil (ESTRUC. OCUP. E2)	1	4.1	4.1	0.640	2.62
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>72.71</b>
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	AxB	
Cemento fuerte tipo GU Saco 50kg	u	9	7.68	69.12	
Tabla dura de encofrado de 0,3m	kg	7	5.5	38.5	
Arena	m3	0.58	13.5	7.83	
Ripio	m3	0.72	18	12.96	
Agua	m3	0.25	0.85	0.2125	
Cuartones	u	7	4	28	
Tiras de encofrado	u	2.76	1.88	5.1888	
Clavos 2", 2 1/2", 3", 3 1/2"	kg	3	2.13	6.39	
Caña Rollisa 6 metros	u	7	2.25	15.75	
Malla 5mm(10x10)cm (2.4x6.25)m- Electromalla	u	0.07	63.15	4.4205	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>188.37</b>
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	AxB	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>309.80</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD %</b>				<b>0.2</b>	<b>61.96</b>
<b>OTROS INDIRECTOS %</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>371.8</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>371.8</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Hormigón para escalera				
DETALLE:	R8	UNIDAD:		m3	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Concreteira 1 saco	1	4.48	4.48	1.000	4.48
Vibrador de manguera	10	4.06	40.6	1.000	40.60
Herramienta menor 5% M.O					8.62
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>53.70</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	17.5	4.05	70.875	1.000	70.88
Carpintero (ESTRUC. OCUP. D2)	15.5	4.1	63.55	1.000	63.55
Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C2)	8.75	4.33	37.8875	1.000	37.89
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>172.31</b>
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
Cemento fuerte tipo GU Saco 50kg		u	9	7.68	69.12
Tabla dura de encofrado de 0,3m		kg	7	5.5	38.5
Arena		m3	0.58	13.5	7.83
Ripio		m3	0.72	18	12.96
Agua		m3	0.25	0.85	0.2125
Cuarterones		u	7	4	28
Tiras de encofrado		u	2.76	1.88	5.1888
Clavos 2", 2 1/2", 3", 3 1/2"		kg	3	2.13	6.39
Plastiment BV-40 10kg - Sika		u	0.02	22.6	0.452
Caña Rollisa 6 metros		u	7	2.25	15.75
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>184.40</b>
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0</b>
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				<b>410.41</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD %</b>			<b>0.2</b>	<b>82.08</b>
	<b>OTROS INDIRECTOS %</b>				
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>492.5</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>492.5</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Timbrado de muros				
DETALLE:	R9		UNIDAD:	m	
<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Timbrado	1	0.37	0.37	1.000	0.37
Herramienta menor 5% M.O					0.02
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.39</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
				0.000	
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	0.04	3.83	0.1532	1.000	0.15
Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	0.04	3.87	0.1548	1.000	0.15
Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	0.04	4.33	0.1732	1.000	0.17
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.31</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>0.69</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD %</b>				<b>0.2</b>	<b>0.14</b>
<b>OTROS INDIRECTOS %</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>0.83</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>0.83</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Anclaje de muro				
DETALLE:	R10			UNIDAD:	m
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo dia	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Anclaje	1	0.438	0.438	1.000	0.44
Herramienta menor 5% M.O					0.06
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.50</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
				0.000	
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	0.2	3.83	0.766	1.000	0.77
Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	0.1	3.87	0.387	1.000	0.39
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1.15</b>
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
Anclajes acero		global		3.66	3.66
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>3.66</b>
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0</b>
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				<b>5.31</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD %</b>				<b>0.2</b>
	<b>OTROS INDIRECTOS %</b>				
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>6.37</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>6.37</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Acero de refuerzo fy=4200 kg-cm2 (Chicotes)				
DETALLE:	R11	UNIDAD:	Kg		
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Cortadora - dobladora de hierro	1	0.51	0.51	0.040	0.02
Herramienta menor 5% M.O					0.03
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.05</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
				0.000	
Maestro mayor Cat-C1	1	4.29	4.29	0.040	0.17
Fierrero Cat-D2	1	3.87	3.87	0.040	0.15
Peón Cat-E2	2	3.83	7.66	0.040	0.31
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.63</b>
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	AxB	
Alambre galvanizado N° 18	kg	0.05	2.4	0.12	
Acero de refuerzo f'c= 4200 kg/cm2	Kg	1	1.28	1.28	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>1.4</b>	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	AxB	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>2.08</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD %</b>					<b>0.2</b>
<b>OTROS INDIRECTOS %</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>2.50</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>2.50</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Mampostería con bloques e=7cm				
DETALLE:	R12		UNIDAD:	m2	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo dia	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M.O					0.06
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.06</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
				0.000	
Maestro mayor Cat-C1	1	4.29	4.29	0.100	0.43
Albañil Cat-D2	1	3.87	3.87	0.100	0.39
Peón Cat-E2	1	3.83	3.83	0.100	0.38
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1.20</b>
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
Cemento fuerte tipo GU Saco 50 kg/cm2		saco	1	7.68	7.68
Agua		m3	1	0.85	0.85
Arena gruesa		m3	1	13.75	13.75
Bloque liviano		u	1	0.29	0.29
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>22.57</b>
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0</b>
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				<b>23.83</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD %</b>				<b>0.2</b>
	<b>OTROS INDIRECTOS %</b>				
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>28.59</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>28.59</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Malla electrosoldada				
DETALLE:	R13		UNIDAD:		m2
<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Amoladora eléctrica	1	4.3	4.3	0.400	1.72
Soldadora eléctrica 300 a	1	1.98	1.98	0.400	0.79
Andamios	1	1.5	1.5	0.400	0.60
					0.00
Herramienta menor 5% M.O					0.25
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>3.36</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	1	3.83	3.83	0.400	1.53
Perfilero (ESTRUC. OCUP. C2)	1	4.33	4.33	0.400	1.73
Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	1	4.33	4.33	0.400	1.73
				0.400	
Engrasador o abastecedor responsable (ESTRUC. OCUP. D2)	1	4.1	4.1	0.400	1.64
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>5.00</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
Disco de corte		u	0.01	1.65	0.0165
Malla electrosoldada		m2	2.2	1.87	4.114
Electrodo 6011		kg	0.1	2.34	0.234
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>4.36</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0</b>
			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		<b>12.72</b>
			<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD %</b>		<b>0.2</b>
			<b>OTROS INDIRECTOS %</b>		
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>15.27</b>
			<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>15.27</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Refuerzo de acero $f_y=4200$ kg-cm <sup>2</sup> de puertas y ventanas				
DETALLE:	R14		UNIDAD:	Kg	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Cortadora - dobladora de hierro	1	0.51	0.51	0.040	0.02
Herramienta menor 5% M.O					0.03
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.05</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
				0.000	
Maestro mayor Cat-C1	1	4.29	4.29	0.040	0.17
Fierrero Cat-D2	1	3.87	3.87	0.040	0.15
Peón Cat-E2	2	3.83	7.66	0.040	0.31
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.63</b>
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
Alambre galvanizado N° 18		kg	0.05	2.4	0.12
Acero de refuerzo $f'_c= 4200$ kg/cm <sup>2</sup>		Kg	1	1.28	1.28
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>1.4</b>
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0</b>
			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		<b>2.08</b>
			<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD %</b>		<b>0.2</b>
			<b>OTROS INDIRECTOS %</b>		
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>2.50</b>
			<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>2.50</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Acero de refuerzo fy=4200 kg-cm2 (Chicotes)				
DETALLE:	R15		UNIDAD:	Kg	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo dia	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Cortadora - dobladora de hierro	1	0.51	0.51	0.040	0.02
Herramienta menor 5% M.O					0.03
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.05</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
				0.000	
Maestro mayor Cat-C1	1	4.29	4.29	0.040	0.17
Fierrero Cat-D2	1	3.87	3.87	0.040	0.15
Peón Cat-E2	2	3.83	7.66	0.040	0.31
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.63</b>
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
Alambre galvanizado N° 18		kg	0.05	2.4	0.12
Acero de refuerzo f'c= 4200 kg/cm2		Kg	1	1.28	1.28
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>1.4</b>
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0</b>
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				<b>2.08</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD %</b>				<b>0.2</b>
	<b>OTROS INDIRECTOS %</b>				
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>2.50</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>2.50</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Enlucido con mortero 1:3+ impermeabilizante				
DETALLE:	R16	UNIDAD:	m2		
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M.O					0.60
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.60</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	1	3.83	3.83	1.000	3.83
Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	1	3.87	3.87	1.000	3.87
Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	1	4.33	4.33	1.000	4.33
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>12.03</b>
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	AxB	
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	0.78	7.68	5.9904	
Arena	m3	0.09	13.5	1.215	
Aditivo impermeabilizante	Kg	0.9	0.9	0.81	
Agua	m3	0.03	0.85	0.0255	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>8.04</b>	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	AxB	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0</b>	
			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>20.67</b>	
			<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD %</b>	<b>0.2</b>	<b>4.13</b>
			<b>OTROS INDIRECTOS %</b>		
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>24.8</b>	
			<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>24.8</b>	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Cielo raso				
DETALLE:	R17	UNIDAD:	m2		
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo dia	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M.O					0.17
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.17</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	1	4.05	4.05	0.400	1.62
Instalador de revestimiento en general (ESTRUC. OCUP. D2)	1	4.1	4.1	0.400	1.64
Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	1	4.33	4.33	0.050	0.22
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>3.48</b>
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	AxB	
Alambre galvanizado No.18	kg	0.1	2.54	0.25	
Plancha Gypsum Yeso Carton regular 4'x8'x1/2"	u	0.37	10.05	3.72	
Perfil primario 15/8"x12"x0.70mm	u	0.2	2.73	0.55	
Perfil secundario 2 1/2"x12"	u	0.5	2.6	1.30	
Clavo de acero negro	lb	0.02	1.5	0.03	
Ángulo perimetral galvanizado	u	0.35	0.85	0.30	
Tornillos BH para plancha	u	14.82	0.02	0.30	
Fulminantes y clavo	u	0.7	0.55	0.39	
Tornillos LH para estructura	u	4.58	0.01	0.05	
Cinta para junta de papel	u	0.03	4.66	0.14	
Masilla Romeral 30kg	saco	0.03	16.68	0.50	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>7.51</b>	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	AxB	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				<b>11.16</b>	
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD %</b>				<b>0.2</b>	<b>2.23</b>
<b>OTROS INDIRECTOS %</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>13.40</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>13.40</b>	

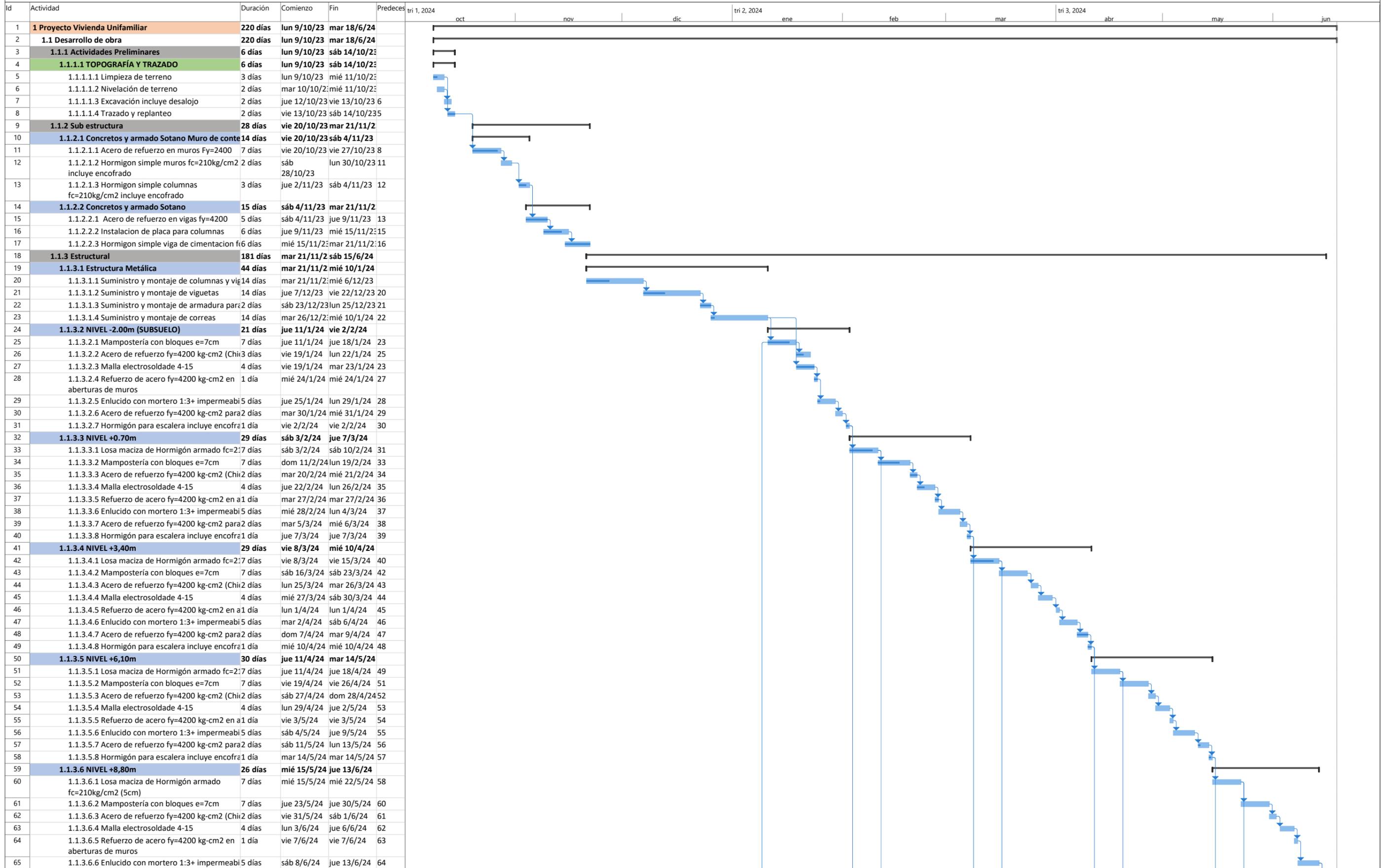
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Cubierta Tipo Sandwich				
DETALLE:	R18	UNIDAD:	m2		
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M.O					0.05
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.05</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Montador de fachadas y cubiertas de paneles metálicos.	1	6.91	6.91	0.089	0.61
Ayudante montador de fachadas y cubiertas de paneles metálicos.	1	4.23	4.23	0.089	0.38
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.99</b>
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	AxB	
Estilpanel/techos galvalume AR-2000 e=0.30mm	m2	1.05	26.42	27.741	
Tornillo autorroscante de 6,5x70 mm de acero inoxidable, con arandela.	u	3	0.64	1.92	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>29.66</b>	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	AxB	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0</b>	
			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>30.70</b>	
			<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD %</b>	<b>0.17</b>	<b>5.22</b>
			<b>OTROS INDIRECTOS %</b>		
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>35.9</b>	
			<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>35.9</b>	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Acero de refuerzo para escalera fy =4200				
DETALLE:	R19		UNIDAD:	m3	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Cortadora - dobladora de hierro	1	0.51	0.51	0.040	0.02
Herramienta menor 5% M.O					0.03
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.05</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Maestro mayor Cat-C1	1	4.29	4.29	0.040	0.17
Fierrero Cat-D2	1	3.87	3.87	0.040	0.15
Peón Cat-E2	2	3.83	7.66	0.040	0.31
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.63</b>
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
Alambre galvanizado N° 18		kg	0.05	2.4	0.12
Acero de refuerzo f'c= 4200 kg/cm2		Kg	1	1.28	1.28
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>1.40</b>
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0</b>
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				<b>2.08</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD %</b>			<b>0.2</b>	<b>0.42</b>
	<b>OTROS INDIRECTOS %</b>				
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>2.5</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>2.5</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Empastado y pintura				
DETALLE:	R20	UNIDAD:	m2		
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Andamio	1	0.06	0.06	0.260	0.02
Herramienta menor 5% M.O					0.03
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.04</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Pintor	1	4.375	4.29	0.133	0.57
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.57</b>
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
Saco de empaste		saco	0.05	11.68	0.584
Sellador		Saco	0.013	73.28	0.977
Pintura		gal	0.05	22.04	1.102
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>2.66</b>
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>3.28</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD %</b>					<b>0.2</b>
<b>OTROS INDIRECTOS %</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>3.9</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>3.9</b>

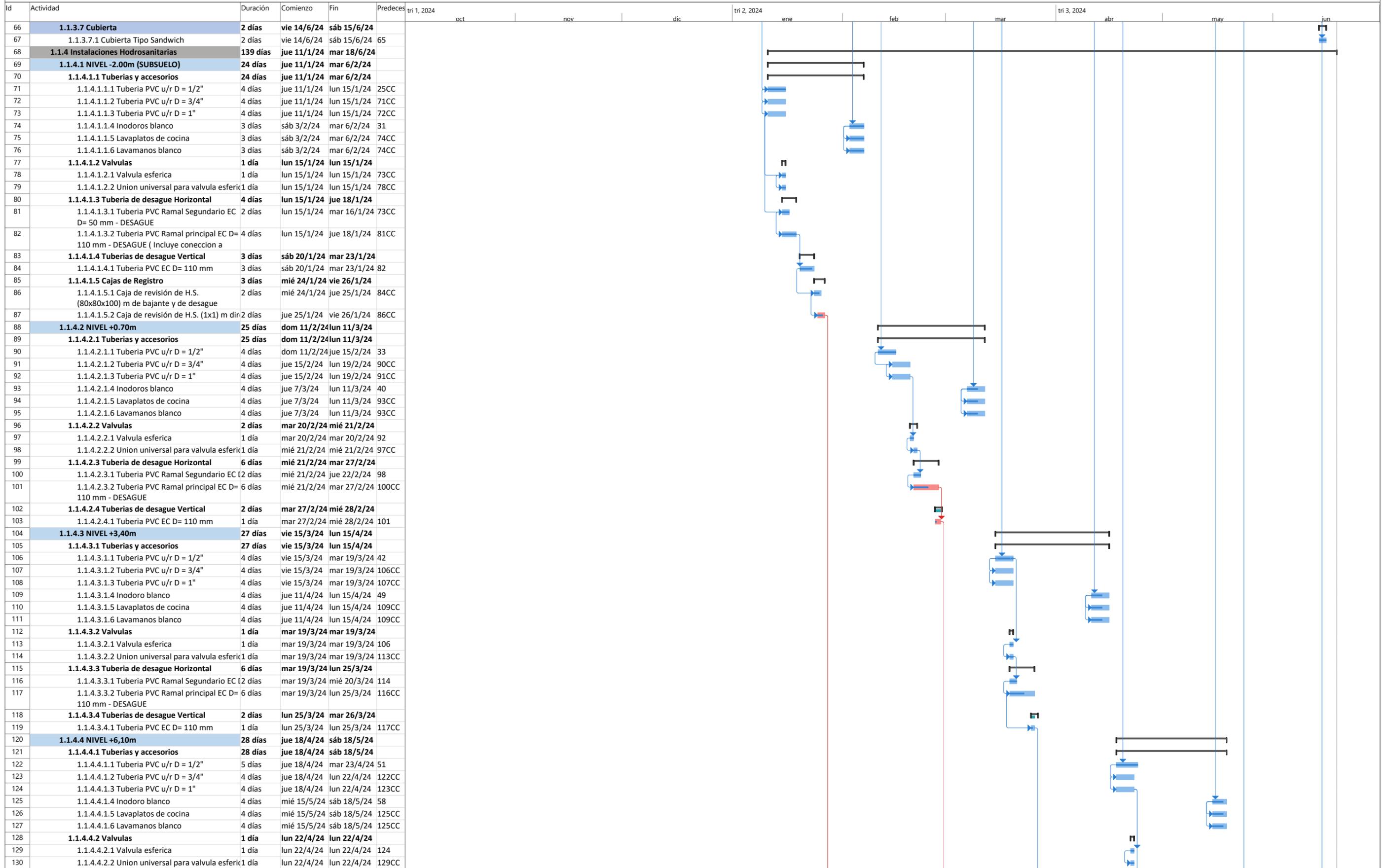
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Porcelanato para piso				
DETALLE:	R21	UNIDAD:	m2		
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M.O					0.34
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.34</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	1	4.05	4.05	0.800	3.24
Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)☒	1	4.1	4.1	0.800	3.28
Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)☒	1	4.33	4.33	0.080	0.35
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>6.87</b>
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
Emporador de cerámica Porcelana blanca		2kg	0.1	1.33	0.133
Porcelanato Proyecto Beige☒		m2	1.050	18.48	19.404
Bondex Premium Porcelanato 40kg - Intaco DISENSA☒		u	0.01	18.22	0.182
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>19.72</b>
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
			A	B	AxB
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0</b>
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				<b>26.93</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD %</b>				<b>0.2</b>
	<b>OTROS INDIRECTOS %</b>				
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>32.3</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>32.3</b>

DIAGRAMA DE GANTT - VIVIENDA UNIFAMILIAR



Proyecto: Cronograma Vivienda	Tarea	Resumen	Hito inactivo	solo duración	solo el comienzo	Hito externo	División crítica
Fecha: vie 25/8/23	División	Resumen del proyecto	Resumen inactivo	Informe de resumen manual	solo fin	Fecha límite	Progreso
	Hito	Tarea inactiva	Tarea manual	Resumen manual	Tareas externas	Tareas críticas	Progreso manual

DIAGRAMA DE GANTT - VIVIENDA UNIFAMILIAR



Proyecto: Cronograma Vivienda	Tarea	Resumen	Hito inactivo	solo duración	solo el comienzo	Hito externo	División crítica
Fecha: vie 25/8/23	División	Resumen del proyecto	Resumen inactivo	Informe de resumen manual	solo fin	Fecha límite	Progreso
	Hito	Tarea inactiva	Tarea manual	Resumen manual	Tareas externas	Tareas críticas	Progreso manual

DIAGRAMA DE GANTT - VIVIENDA UNIFAMILIAR

Id	Actividad	Duración	Comienzo	Fin	Predeces
131	<b>1.1.4.4.3 Tubería de desagüe Horizontal</b>	7 días	lun 22/4/24	dom 28/4/24	
132	1.1.4.4.3.1 Tubería PVC Ramal Secundario EC	2 días	lun 22/4/24	mar 23/4/24	124
133	1.1.4.4.3.2 Tubería PVC Ramal principal EC D=110 mm - DESAGUE	6 días	lun 22/4/24	sáb 27/4/24	132CC
134	<b>1.1.4.4.3.3 Tuberías de desagüe Vertical</b>	2 días	sáb 27/4/24	dom 28/4/24	
135	1.1.4.4.3.3.1 Tubería PVC EC D= 110 mm	2 días	sáb 27/4/24	dom 28/4/24	133CC
136	<b>1.1.4.5 NIVEL +8,80m</b>	24 días	mié 22/5/24	mar 18/6/24	
137	<b>1.1.4.5.1 Tuberías y accesorios</b>	24 días	mié 22/5/24	mar 18/6/24	
138	1.1.4.5.1.1 Tubería PVC u/r D = 1/2"	5 días	mié 22/5/24	lun 27/5/24	60
139	1.1.4.5.1.2 Tubería PVC u/r D = 3/4"	4 días	mié 22/5/24	sáb 25/5/24	138CC
140	1.1.4.5.1.3 Tubería PVC u/r D = 1"	4 días	mié 22/5/24	sáb 25/5/24	139CC
141	1.1.4.5.1.4 Inodoro blanco	4 días	vie 14/6/24	mar 18/6/24	65
142	1.1.4.5.1.5 Lavaplatos de cocina	4 días	vie 14/6/24	mar 18/6/24	141CC
143	1.1.4.5.1.6 Lavamanos blanco	4 días	vie 14/6/24	mar 18/6/24	141CC
144	<b>1.1.4.5.2 Valvulas</b>	1 día	lun 27/5/24	lun 27/5/24	
145	1.1.4.5.2.1 Valvula esferica	1 día	lun 27/5/24	lun 27/5/24	140
146	1.1.4.5.2.2 Union universal para valvula esferica	1 día	lun 27/5/24	lun 27/5/24	145CC
147	<b>1.1.4.5.3 Tubería de desagüe Horizontal</b>	6 días	sáb 25/5/24	vie 31/5/24	
148	1.1.4.5.3.1 Tubería PVC Ramal Secundario EC	2 días	sáb 25/5/24	lun 27/5/24	140
149	1.1.4.5.3.2 Tubería PVC Ramal principal EC D=	6 días	sáb 25/5/24	vie 31/5/24	148CC
150	<b>1.1.4.5.4 Tuberías de desagüe Vertical</b>	1 día	vie 31/5/24	vie 31/5/24	
151	1.1.4.5.4.1 Tubería PVC EC D= 110 mm	1 día	vie 31/5/24	vie 31/5/24	149CC
152	<b>1.1.5 Instalaciones Electricas</b>	115 días	vie 26/1/24	mié 5/6/24	
153	<b>1.1.5.1 NIVEL -2.00m (SUBSUELO)</b>	3 días	vie 26/1/24	dom 28/1/24	
154	<b>1.1.5.1.1 Tableros</b>	2 días	vie 26/1/24	sáb 27/1/24	
155	1.1.5.1.1.1 Tablero de distribucion principal TC1	1 día	vie 26/1/24	sáb 27/1/24	87
156	<b>1.1.5.1.2 Sistema de alumbrado</b>	3 días	vie 26/1/24	dom 28/1/24	
157	1.1.5.1.2.1 Puntos de interruptor dobles de 123	3 días	vie 26/1/24	dom 28/1/24	155CC
158	<b>1.1.5.1.3 Sistema de iluminacion con artefactos</b>	3 días	vie 26/1/24	dom 28/1/24	
159	1.1.5.1.3.1 Puntos de alumbrado de 120 voltio	3 días	vie 26/1/24	dom 28/1/24	157CC+
160	<b>1.1.5.1.4 Sistema de Tomacorrientes</b>	3 días	vie 26/1/24	dom 28/1/24	
161	1.1.5.1.4.1 Puntos de tomacorriente doble de	3 días	vie 26/1/24	dom 28/1/24	159CC+
162	<b>1.1.5.2 NIVEL +0.70m</b>	3 días	mié 28/2/24	vie 1/3/24	
163	<b>1.1.5.2.1 Tableros</b>	2 días	mié 28/2/24	jue 29/2/24	
164	1.1.5.2.1.1 Tablero de distribucion principal TC1	1 día	mié 28/2/24	jue 29/2/24	103
165	<b>1.1.5.2.2 Sistema de alumbrado</b>	3 días	mié 28/2/24	vie 1/3/24	
166	1.1.5.2.2.1 Puntos de interruptor dobles de 123	3 días	mié 28/2/24	vie 1/3/24	164CC
167	<b>1.1.5.2.3 Sistema de iluminacion con artefactos</b>	3 días	mié 28/2/24	vie 1/3/24	
168	1.1.5.2.3.1 Puntos de alumbrado de 120 voltio	2.8 días	mié 28/2/24	vie 1/3/24	166CC+
169	<b>1.1.5.2.4 Sistema de Tomacorrientes</b>	3 días	mié 28/2/24	vie 1/3/24	
170	1.1.5.2.4.1 Puntos de tomacorriente doble de	3 días	mié 28/2/24	vie 1/3/24	168CC+
171	<b>1.1.5.3 NIVEL +3.40m</b>	3 días	lun 25/3/24	mié 27/3/24	
172	<b>1.1.5.3.1 Tableros</b>	3 días	lun 25/3/24	mié 27/3/24	
173	1.1.5.3.1.1 Tablero de distribucion principal TC2	2 días	lun 25/3/24	mié 27/3/24	119
174	<b>1.1.5.3.2 Sistema de alumbrado</b>	3 días	lun 25/3/24	mié 27/3/24	
175	1.1.5.3.2.1 Punto de interruptor dobles de 123	3 días	lun 25/3/24	mié 27/3/24	173CC
176	<b>1.1.5.3.3 Sistema de iluminacion con artefactos</b>	3 días	lun 25/3/24	mié 27/3/24	
177	1.1.5.3.3.1 Punto de alumbrado de 120 voltios	3 días	lun 25/3/24	mié 27/3/24	175CC+
178	<b>1.1.5.3.4 Sistema de Tomacorrientes</b>	3 días	lun 25/3/24	mié 27/3/24	
179	1.1.5.3.4.1 Punto de tomacorriente doble de	13 días	lun 25/3/24	mié 27/3/24	177CC+
180	<b>1.1.5.4 NIVEL +6.10m</b>	3 días	mar 30/4/24	jue 2/5/24	
181	<b>1.1.5.4.1 Tableros</b>	2 días	mar 30/4/24	mié 1/5/24	
182	1.1.5.4.1.1 Tablero de distribucion principal TC2	2 días	mar 30/4/24	mié 1/5/24	135
183	<b>1.1.5.4.2 Sistema de alumbrado</b>	3 días	mar 30/4/24	jue 2/5/24	
184	1.1.5.4.2.1 Punto de interruptor dobles de 123	3 días	mar 30/4/24	jue 2/5/24	182CC
185	<b>1.1.5.4.3 Sistema de iluminacion con artefactos</b>	3 días	mar 30/4/24	jue 2/5/24	
186	1.1.5.4.3.1 Punto de alumbrado de 120 voltios	3 días	mar 30/4/24	jue 2/5/24	183CC+
187	<b>1.1.5.4.4 Sistema de Tomacorrientes</b>	3 días	mar 30/4/24	jue 2/5/24	
188	1.1.5.4.4.1 Punto de tomacorriente doble de	13 días	mar 30/4/24	jue 2/5/24	185CC+
189	<b>1.1.5.5 NIVEL +8.80m</b>	5 días	vie 31/5/24	mié 5/6/24	
190	<b>1.1.5.5.1 Tableros</b>	2 días	vie 31/5/24	sáb 1/6/24	
191	1.1.5.5.1.1 Tablero de distribucion principal TC1	1 día	vie 31/5/24	sáb 1/6/24	151
192	<b>1.1.5.5.2 Sistema de alumbrado</b>	4 días	vie 31/5/24	mar 4/6/24	
193	1.1.5.5.2.1 Punto de interruptor dobles de 123	2 días	vie 31/5/24	lun 3/6/24	191CC
194	<b>1.1.5.5.3 Sistema de iluminacion con artefactos</b>	4 días	vie 31/5/24	mar 4/6/24	
195	1.1.5.5.3.1 Punto de alumbrado de 120 voltios	2 días	lun 3/6/24	mar 4/6/24	193CC+
196	<b>1.1.5.5.4 Sistema de Tomacorrientes</b>	2 días	mar 4/6/24	mié 5/6/24	
197	1.1.5.5.4.1 Punto de tomacorriente doble de	12 días	mar 4/6/24	mié 5/6/24	193CC+
198	<b>1.1.6 Arquitectura</b>	121 días	lun 29/1/24	sáb 15/6/24	

Proyecto: Cronograma Vivienda  
Fecha: vie 25/8/23

Tarea		Resumen		Hito inactivo		solo duracion		solo el comienzo		Hito externo		División crítica	
División		Resumen del proyecto		Resumen inactivo		Informe de resumen manual		solo fin		Fecha límite		Progreso	
Hito		Tarea inactiva		Tarea manual		Resumen manual		Tareas externas		Tareas críticas		Progreso manual	

DIAGRAMA DE GANTT - VIVIENDA UNIFAMILIAR

Id	Actividad	Duración	Comienzo	Fin	Predeces
199	<b>1.1.6.1 NIVEL -2.00m (SUBSUELO)</b>	8 días	lun 29/1/24	mar 6/2/24	
200	1.1.6.1.1 Cielorraso	1 día	lun 29/1/24	lun 29/1/24	
201	1.1.6.1.1.1 Cielorraso	1 día	lun 29/1/24	lun 29/1/24	161
202	1.1.6.1.2 Carpintería de madera	3 días	mar 30/1/24	jue 1/2/24	
203	1.1.6.1.2.1 Puertas de madera	3 días	mar 30/1/24	jue 1/2/24	201
204	1.1.6.1.3 Ventanas y cristales similares	5 días	jue 1/2/24	mar 6/2/24	
205	1.1.6.1.3.1 Ventanas de aluminio y vidrio	4 días	jue 1/2/24	mar 6/2/24	203
206	<b>1.1.6.2 NIVEL +0.70m</b>	8 días	sáb 2/3/24	lun 11/3/24	
207	1.1.6.2.1 Cielorraso	3 días	sáb 2/3/24	mar 5/3/24	
208	1.1.6.2.1.1 Cielorraso	3 días	sáb 2/3/24	mar 5/3/24	170
209	1.1.6.2.2 Carpintería de madera	2 días	mié 6/3/24	jue 7/3/24	
210	1.1.6.2.2.1 Puertas de madera	2 días	mié 6/3/24	jue 7/3/24	208
211	1.1.6.2.3 Ventanas y cristales similares	3 días	vie 8/3/24	lun 11/3/24	
212	1.1.6.2.3.1 Ventanas de aluminio y vidrio	4 días	jue 7/3/24	lun 11/3/24	210CC+
213	<b>1.1.6.3 NIVEL +3.40m</b>	8 días	jue 28/3/24	vie 5/4/24	
214	1.1.6.3.1 Cielorraso	3 días	jue 28/3/24	sáb 30/3/24	
215	1.1.6.3.1.1 Cielorraso	3 días	jue 28/3/24	sáb 30/3/24	179
216	1.1.6.3.2 Carpintería de madera	2 días	dom 31/3/24	mar 2/4/24	
217	1.1.6.3.2.1 Puertas de madera	2 días	dom 31/3/24	mar 2/4/24	215
218	1.1.6.3.3 Ventanas y cristales similares	3 días	mié 3/4/24	vie 5/4/24	
219	1.1.6.3.3.1 Ventanas de aluminio y vidrio	3 días	mié 3/4/24	vie 5/4/24	217
220	<b>1.1.6.4 NIVEL +6.10m</b>	8 días	sáb 4/5/24	lun 13/5/24	
221	1.1.6.4.1 Cielorraso	3 días	sáb 4/5/24	mar 7/5/24	
222	1.1.6.4.1.1 Cielorraso	3 días	sáb 4/5/24	mar 7/5/24	188
223	1.1.6.4.2 Carpintería de madera	2 días	mié 8/5/24	jue 9/5/24	
224	1.1.6.4.2.1 Puertas de madera	2 días	mié 8/5/24	jue 9/5/24	222
225	1.1.6.4.3 Ventanas y cristales similares	3 días	vie 10/5/24	lun 13/5/24	
226	1.1.6.4.3.1 Ventanas de aluminio y vidrio	3 días	vie 10/5/24	lun 13/5/24	224
227	<b>1.1.6.5 Planta Baja</b>	8 días	vie 7/6/24	sáb 15/6/24	
228	1.1.6.5.1 Cielorraso	3 días	vie 7/6/24	lun 10/6/24	
229	1.1.6.5.1.1 Cielorraso	3 días	vie 7/6/24	lun 10/6/24	197
230	1.1.6.5.2 Carpintería de madera	2 días	mar 11/6/24	mié 12/6/24	
231	1.1.6.5.2.1 Puertas de madera	2 días	mar 11/6/24	mié 12/6/24	229
232	1.1.6.5.3 Ventanas y cristales similares	3 días	jue 13/6/24	sáb 15/6/24	
233	1.1.6.5.3.1 Ventanas de aluminio y vidrio	3 días	jue 13/6/24	sáb 15/6/24	231
234	<b>1.2 FIN</b>	1 día	mar 18/6/24	mar 18/6/24	233

Proyecto: CronogramaVivienda  
Fecha: vie 25/8/23

Tarea		Resumen		Hito inactivo		solo duración		solo el comienzo		Hito externo		División crítica	
División		Resumen del proyecto		Resumen inactivo		Informe de resumen manual		solo fin		Fecha límite		Progreso	
Hito		Tarea inactiva		Tarea manual		Resumen manual		Tareas externas		Tareas críticas		Progreso manual	