

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

Diseño estructural y constructivo de la estación de bomberos del Cantón Palanda
mediante la metodología BIM con enfoque en la sostenibilidad.

INGE-2568

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero civil

Presentado por:

Joel Francisco Huayamave Jurado

Jhon Jairo Alberca Morocho

Guayaquil - Ecuador

Año: 2024

Dedicatoria

Este proyecto está dedicado a nuestros padres, profesores y amigos, quienes mostraron su interés y brindaron apoyo incondicional durante el desarrollo de esta investigación y nuestra formación académica. Su respaldo fue clave para alcanzar este objetivo y continuará siendo esencial para nuestro éxito como profesionales.

Jhon Alberca Morocho y Joel Huayamave

Jurado

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que participaron en este proceso, ya sea de forma directa o indirecta, ya que todos fueron un gran apoyo para poder completar este proyecto. Agradezco a mi familia por su paciencia y apoyo incondicional, y a la Espol por abrirme sus puertas y ofrecerme su enseñanza.

Joel Huayamave Jurado

Estoy agradecido con mis padres, hermanos y amigos por su constante apoyo desde que inicié mi camino universitario. Sus consejos me ayudaron a mantener la fortaleza mental para seguir adelante. También agradezco al tutor Phd. Eduardo Santos por su paciencia y enseñanzas impartidas de la vida profesional. Y a la Espol por sus oportunidades.

Jhon Alberca Morocho

Declaración Expresa

Nosotros Jhon Jairo Alberca Morocho y Joel Francisco Huayamave Jurado acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores. La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

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

Guayaquil, 25 de septiembre del 2024.



Firmado electrónicamente por:
JHON JAIRO ALBERCA
MOROCHO

Jhon Jairo Alberca Morocho



Firmado electrónicamente por:
JOEL FRANCISCO
HUAYAMAVE JURADO

Joel Francisco Huayamave Jurado

Evaluadores



Firmado electrónicamente por:
**LENIN ALEXANDER
DENDER AGULLAR**

Msc. Lenin Dender

Profesor de Materia



Firmado electrónicamente por:
**EDUARDO ALBERTO
SANTOS BAQUERIZO**

Phd. Eduardo Santos

Tutor de proyecto

Resumen

En los últimos años, el cantón Palanda, en la región amazónica de Ecuador, ha experimentado un crecimiento poblacional que ha aumentado la demanda de servicios esenciales y resaltado la necesidad de mejorar la infraestructura local para garantizar la seguridad de la comunidad. Palanda carece de una estación de bomberos adecuada, lo que obliga a utilizar espacios arrendados no diseñados para emergencias, afectando la eficiencia del cuerpo de bomberos y poniendo en riesgo la seguridad de los habitantes. Como solución, se diseñó una estación de bomberos con una estructura mixta de hormigón armado y metálica que permite futuras ampliaciones, utilizando la metodología BIM y cumpliendo con las normativas NEC y ASTM, además de incorporar criterios de sostenibilidad para garantizar una infraestructura moderna y eficiente. Durante esta investigación, se ha demostrado que esta combinación de materiales y técnicas permite una construcción rápida y eficiente. Además, el uso del modelo digital detallado mediante BIM facilita la planificación de espacios funcionales y mejora la toma de decisiones, proporcionando una representación precisa de la infraestructura. Este enfoque integral no solo satisface las necesidades actuales del cuerpo de bomberos, sino que también está preparado para futuros cambios, garantizando la seguridad y el bienestar de la comunidad.

Palabras Clave: Diseño estructural, Metodología BIM, Sostenibilidad, Infraestructura eficiente.

Abstract

In recent years, the canton of Palanda, located in the Amazon region of Ecuador, has experienced population growth that has increased the demand for essential services and highlighted the need to improve local infrastructure to ensure community safety. Palanda lacks an adequate fire station, which has forced the use of leased spaces not designed for emergencies, compromising the efficiency of the fire department and putting the safety of residents at risk. As a solution, a fire station was designed with a mixed structure of reinforced concrete and steel that allows for future expansions, using the BIM methodology and complying with NEC and ASTM standards, while also incorporating sustainability criteria to ensure modern and efficient infrastructure. This research has demonstrated that this combination of materials and techniques allows for rapid and efficient construction. Furthermore, the use of a detailed digital model through BIM facilitates the planning of functional spaces and improves decision-making by providing an accurate representation of the infrastructure. This comprehensive approach not only meets the current needs of the fire department but is also prepared for future changes, ensuring the safety and well-being of the community.

Keywords: Structural Design, BIM Methodology, Sustainability, Efficient Infrastructure.

Índice general

Resumen	I
Abstract	II
Índice general	III
Abreviaturas	IX
Simbología	X
Índice de figuras	XI
Índice de tablas.....	XIV
ÍNDICE DE PLANOS	XVI
Capítulo 1	1
1 Introducción	2
1.1 Antecedentes	3
1.2 Descripción del Problema	3
1.3 Justificación del Problema	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
Capítulo 2	6
2 Materiales y métodos	7
2.1 Revisión de literatura	7
Diseño estructural.....	7

Estructura metálica tipo galpón.....	7
Suelo.....	8
Cimentación.....	9
Materiales.....	9
Cemento ecológico.....	10
Metodología BIM.....	11
Sostenibilidad en la construcción.....	12
Estación de bomberos.....	12
2.2 Área de estudio.....	13
2.3 Trabajo de campo y laboratorio.....	17
2.3.1 Topografía.....	17
2.3.2 Modelo arquitectónico.....	18
2.3.3 Estudios de suelo.....	22
2.4 Análisis de datos.....	28
2.4.1 Modelo arquitectónico.....	28
2.4.2 Perfil del terreno.....	28
2.4.3 Estudio de suelo.....	28
2.5 Análisis de alternativas.....	29
2.5.1 Estructura mixta metálica y hormigón armado (A1).....	29
2.5.2 Estructura de hormigón armado (A2).....	29
2.5.3 Estructura a base de contenedores (A3).....	30

2.5.4	Selección de alternativas	30
Capítulo 3	32
3	Diseños y especificaciones.....	33
3.1	Disposición inicial de elementos metálicos.....	33
3.2	Pre-diseño.....	33
3.2.1	Losa	33
3.2.2	Viguetas.....	37
3.2.3	Vigas principales y secundarias.	40
3.2.4	Columna	45
3.3	Relación ancho espeso, perfiles compactos	47
3.4	Carga Sísmica.....	48
3.4.1	Factor de zonificación.	49
3.4.2	Sistema Estructural y factor de reducción.....	49
3.4.3	Categoría de edificio y coeficiente de importancia I.....	50
3.4.4	Relación de ampliación espectral (η).	50
3.4.5	Configuración estructural de edificio.....	50
3.4.6	Coeficientes de perfil de suelo F_a , F_d y F_s	50
3.5	Análisis y diseño de cubierta.....	51
3.5.1	Cargas.....	51
3.5.2	Análisis de viga continua simplemente apoyada en sap200.....	53
3.5.3	Cálculo de modulo plástico	53

3.5.4	Flexo simetría.....	53
3.6	Análisis estructural en ETABS.....	55
3.6.1	Materiales.....	55
3.6.2	Elementos estructurales.....	56
3.6.3	Cargas.....	59
3.6.4	Análisis de resultados.....	64
3.6.5	Análisis de derivas.....	67
3.7	Diseño de Zapata aislada.....	70
3.7.1	Teoría de capacidad de carga Meyerhof.....	73
3.7.2	Teoría de carga Vesic.....	73
3.7.3	Comprobación de capacidad de carga Zapata.....	75
3.7.4	Capacidad de carga Zapata.....	75
3.8	Análisis de resultado.....	76
3.8.1	Metodología BIM.....	76
3.9	Especificaciones Técnicas.....	80
Capítulo 4	102
4	Estudio del impacto ambiental.....	103
4.1	Descripción del proyecto.....	103
4.2	Línea base ambiental.....	104
4.3	Actividades del proyecto.....	105
4.4	Identificación de impactos ambientales.....	107

4.5	Valoración de impactos ambientales	109
4.6	Medidas de prevención/mitigación	113
4.7	Conclusión y recomendación	115
Capítulo 5		116
5	Presupuesto.....	117
5.1	Estructura Desglosada de Trabajo	117
5.2	Rubros y análisis de precios unitarios.....	117
5.2.1	Presupuesto de obra.....	118
5.2.2	Análisis de precios unitarios.	119
5.3	Descripción de cantidades de obra	137
5.3.1	Obras preliminares	138
5.3.2	Cimentación	139
5.3.3	Estructuras de Hormigón Armado.....	142
5.3.4	Estructuras Metálicas	147
5.3.5	Losa Colaborante.....	153
5.3.6	Cubierta	156
5.4	Valoración integral del costo del proyecto.....	159
5.5	Cronograma de obra	160
Capítulo 6.....		161
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	162
6.1	Conclusiones	162

6.2 Recomendaciones.....	163
Referencias.....	165
PLANOS Y ANEXOS	167

Abreviaturas

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ASTM	American Society for Testing and Materials
NEC	Normativa Ecuatoriana de la Construcción
NACE	National Association of Corrosion Engineer
ONU	Organización de las Naciones Unidas
BIM	Building Information Modeling
HWL	High Water Level
LWL	Low Water Level
CIS	Inspección pasó a paso, medición de potenciales de encendido
ACI	American Concrete Insitute

Simbología

g	Gramos
kg	Kilogramos
mm	Milímetro
mm ²	Milímetro cuadrado
m	Metro
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro Cúbico
N	Newton
kN	Kilo Newton
cm	Centímetro
cm ²	Centímetro cuadrado

Índice de figuras

Figura 1 <i>Plano de Palanda</i>	13
Figura 2 <i>Plano de área de estudio con coordenadas</i>	14
Figura 3 <i>Plano de zonas aledañas a zona de estudio</i>	15
Figura 4 <i>Plano de dimensiones zona de estudio</i>	16
Figura 5 <i>Plano topográfico</i>	17
Figura 6 <i>Plano arquitectónico planta baja</i>	18
Figura 7 <i>Modelo isométrico 3D planta baja</i>	19
Figura 8 <i>Plano arquitectónico planta alta</i>	20
Figura 9 <i>Modelo isométrico 3D planta alta</i>	21
Figura 10 <i>Mapa geológico del lugar de estudio</i>	22
Figura 11 <i>Mapa localización del sondeo</i>	23
Figura 12 <i>Muestra in situ 1-2 m</i>	24
Figura 13 <i>Muestra in situ 2-3 m</i>	24
Figura 14 <i>Muestra in situ 3-4 m</i>	25
Figura 15 <i>Muestra in situ 4-5 m</i>	25
Figura 16 <i>Perfil estratigráfico</i>	26
Figura 17 <i>Resultados de la exploración del subsuelo</i>	27
Figura 18 <i>Disposición de Elementos Estructural</i>	33
Figura 19 <i>Propiedades de sección</i>	34
Figura 20 <i>Sección de losa</i>	34
Figura 21 <i>Propiedades de la sección</i>	35
Figura 22 <i>Carga viva no factorada noalosa 55 mm</i>	37

Figura 23	<i>Vigueta cargada con un peso distribuido</i>	38
Figura 24	<i>Perfil para viguetas de losa colaborante</i>	40
Figura 25	<i>Ubicación de viga con más carga de trabajo</i>	41
Figura 26	<i>Viga empotrada y momentos características</i>	41
Figura 27	<i>Viga simplemente apoyada</i>	42
Figura 28	<i>Perfil propuesto para vigas en la dirección de x</i>	44
Figura 29	<i>Columna propuesta para el diseño</i>	47
Figura 30	<i>Correa simplemente apoyada</i>	53
Figura 31	<i>Momentos sobre la cubierta análisis</i>	54
Figura 32	<i>Asignación de los materiales en Etabs</i>	56
Figura 33	<i>Definición de materiales en Etabs</i>	57
Figura 34	<i>Definición de columna cuadrada rellena de concreto</i>	58
Figura 35	<i>Definición de cargas</i>	59
Figura 36	<i>Combinación de cargas</i>	60
Figura 37	<i>Carga sísmica estática S_x</i>	60
Figura 38	<i>Espectro de respuesta creado en Etabs</i>	61
Figura 39	<i>Vista 3d del modelo creado en Etabs</i>	62
Figura 40	<i>Cargas asignadas a la losa de la primera planta</i>	63
Figura 41	<i>Ventana de verificación de las vigas principales, secundarias y viguetas</i>	64
Figura 42	<i>Ventana de verificación de las columnas compuestas</i>	65
Figura 43	<i>Fuerzas axial resultantes máximas de envolvente</i>	66
Figura 44	<i>Momento en Y resultantes máximas de la envolvente</i>	66
Figura 45	<i>Momento en X resultantes máximas de la envolvente</i>	67

Figura 46 <i>Deriva de entrepiso sismo Ex</i>	68
Figura 47 <i>Derivas de pisos para sismo en Y</i>	69
Figura 48 <i>Prediseño de zapata</i>	70
Figura 49 <i>Sistema de carpetas en la herramienta web de trimble connect</i>	77
Figura 50 <i>Versiones anteriores del modelo estructural</i>	77
Figura 51 <i>Visualizador 3d de trimble connect, Modelo arquitectónico</i>	78
Figura 52 <i>Modelo arquitectónico</i>	79
Figura 53 <i>Modelo Estructural</i>	79
Figura 54 <i>Visualización la coincidencia de modelos mediante vínculos</i>	80
Figura 55 <i>Objetivos de Desarrollo Sostenible</i>	104
Figura 56 <i>Entregables según su dependencia</i>	117
Figura 57 <i>Cronograma</i>	160

Índice de tablas

Tabla 1	<i>Coordenadas de área de estudio</i>	14
Tabla 2	<i>Coordenadas del sondeo</i>	23
Tabla 3	<i>Valoración de alternativas</i>	31
Tabla 4	<i>Factor debido al sismo</i>	43
Tabla 5	<i>Valores del factor Z</i>	49
Tabla 6	<i>Coeficientes de perfil de suelo</i>	51
Tabla 7	<i>Especificaciones técnicas de los materiales en los elementos</i>	55
Tabla 8	<i>Resumen de elementos a designar en el Etabs</i>	56
Tabla 9	<i>Cargas consideradas</i>	62
Tabla 10	<i>Derivas de pisos para sismo en x</i>	68
Tabla 11	<i>Derivas de pisos para sismo en Y</i>	69
Tabla 12	<i>Dimensión inicial de las zapatas</i>	70
Tabla 13	<i>Factores Método de Vésic</i>	71
Tabla 14	<i>Factores Método de Meyerhof</i>	72
Tabla 15	<i>Resistencia ultima sin relleno</i>	73
Tabla 16	<i>Datos capa de relleno</i>	74
Tabla 17	<i>Resistencia ultima en zapata</i>	74
Tabla 18	<i>Datos iniciales de zapata</i>	75
Tabla 19	<i>Relleno Zapata</i>	75
Tabla 20	<i>Árbol de Factores para el Diseño de una Estación de Bomberos</i>	105
Tabla 21	<i>Lista de Revisión de la Estación de Bomberos</i>	107
Tabla 22	<i>Clasificación del Impacto Ambiental</i>	108

Tabla 23 <i>Escala de Valoración Cualitativa</i>	110
Tabla 24 <i>Valoración Cualitativa de los Impactos Ambientales</i>	111
Tabla 25 <i>Calificación del Impacto Ambiental</i>	112
Tabla 26 <i>Medidas de Mitigación</i>	114
Tabla 27 <i>Presupuesto de obra</i>	118
Tabla 28 <i>Valoración de costos</i>	159

ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1 Planta Baja
- PLANO 2 Planta Alta
- PLANO 3 Cortes - Fachadas – Modelo 3D
- PLANO 4 Cimentación – Plinto
- PLANO 5 Cimentación - Riostras
- PLANO 6 Losa y Vigas
- PLANO 7 Cubierta – Columna
- PLANO 8 Escaleras y Cisterna

Capítulo 1

1 Introducción

En los últimos años, el cantón Palanda, ubicado en la región amazónica de Ecuador, ha experimentado un crecimiento poblacional notable. Esto ha generado una mayor demanda de servicios esenciales y ha puesto de relieve la necesidad de mejorar la infraestructura existente para garantizar la seguridad y bienestar de la población. Entre estos servicios, una estación de bomberos eficiente y bien equipada es fundamental para ofrecer una respuesta rápida y efectiva ante siniestros.

Actualmente, las instalaciones de bomberos en muchas comunidades no han avanzado al mismo ritmo que el crecimiento poblacional y urbano. Una estación de bomberos mal diseñada puede presentar deficiencias críticas como acceso inadecuado, espacios insuficientes para almacenamiento y mantenimiento de equipos, sistemas de seguridad deficientes, condiciones de habitabilidad inapropiadas y capacidades limitadas de entrenamiento. Estos problemas afectan negativamente la eficiencia operativa y la capacidad de respuesta rápida ante emergencias, poniendo en riesgo la seguridad del personal y la comunidad, y resultando en potenciales pérdidas materiales y humanas.

Por lo tanto, este proyecto integrador propone el diseño estructural y constructivo de una nueva estación de bomberos utilizando la metodología BIM con un enfoque en la sostenibilidad. Esta propuesta busca resolver las deficiencias actuales y mejorar significativamente la eficiencia y capacidad de respuesta ante emergencias en el cantón Palanda, beneficiando a la comunidad con instalaciones modernas y sostenibles.

La implementación de la metodología Building Information Modeling (BIM) representa un enfoque innovador que cambiará la forma en que se diseña y construye la estación de bomberos. Esta metodología permite la creación de modelos digitales detallados que abarcan todas las etapas del ciclo de vida de un edificio.

1.1 Antecedentes

En el Cantón Palanda, desde la creación del cuerpo de bomberos en el 2014 se han presentado siniestro en gran magnitud, incendios, accidentes de tránsito, los cuales han provocado pérdidas materiales y humanas. Los bomberos del cantón no han podido abatir con eficiencia los siniestros ocurridos debido a que no existe una estación de bomberos que presente las características técnicas necesarias. El motivo de la deficiente reacción es que desde su conformación no cuentan con la infraestructura propia destinada al desempeño de sus actividades, siendo principalmente sus cuarteles casas de arriendo con un parqueadero convencional previsto para uso familiar. En los últimos 4 años se han encontrado trabajando en un local anteriormente diseñado para bodega, que no ofrece comodidad para las operaciones de bomberos, por tal motivo es necesario el diseño y construcción de un cuartel moderno.

1.2 Descripción del Problema

El cantón Palanda no cuenta con una estación de bomberos, lo cual ha obligado a las autoridades a arrendar espacios no adecuados para llevar a cabo sus actividades. Estos lugares, diseñados para otros fines, no están preparados para las operaciones de rescate y respuesta rápida ante emergencias. Como resultado, la eficiencia de los bomberos se ha visto comprometida, lo que ha ocasionado pérdidas materiales y, en algunos casos, humanas. La falta de una infraestructura apropiada para los bomberos impacta negativamente la capacidad de respuesta y la seguridad de los habitantes.

Ante esta situación, el GAD de Palanda propone la utilización de terrenos ubicados en la calle Loja y 13 de abril, propiedad del municipio, para diseñar y construir una estación de bomberos. Esta nueva infraestructura estará equipada con todo lo necesario para garantizar la operatividad, seguridad y el correcto funcionamiento del servicio de bomberos, permitiendo una respuesta inmediata y efectiva ante cualquier emergencia. La propuesta incluye la

planificación de instalaciones modernas que cumplan con los estándares necesarios para el desarrollo de actividades de rescate, capacitación y mantenimiento de equipos, asegurando así una mejora significativa en la capacidad de respuesta ante siniestros y protegiendo de manera más eficiente a la comunidad.

1.3 Justificación del Problema

La construcción de una nueva estación de bomberos en Palanda, diseñada para satisfacer las necesidades de respuesta inmediata, reducirá significativamente los tiempos de reacción ante emergencias y disminuirá los daños materiales y riesgos para la vida humana. Este proyecto no solo elevará la capacidad operativa del servicio de bomberos, sino que también incrementará la seguridad pública en todo el cantón, beneficiando a la comunidad con una infraestructura moderna y bien equipada que mejorará la protección y el bienestar general.

El diseño de una nueva estación de bomberos utilizando la metodología BIM, con un enfoque en la sostenibilidad, no solo mejora la precisión y eficiencia del diseño, sino que también facilita la colaboración entre diversas disciplinas, reduce los costos y tiempos de construcción, optimiza el uso de recursos, y minimiza el impacto ambiental mediante el uso de materiales sostenibles.

Por el constante crecimiento poblacional, la estructura planifica construir de forma modular. En contexto, se busca que a futuro al incrementar la demanda de área construida respecto a la necesidad de implementar nuevos equipos humanos o material se pueda ampliar incrementando nuevos módulos. La finalidad de una construcción con la posibilidad de ampliación es garantizar en un futuro sea posible la incrementar la capacidad de respuesta ante siniestros respecto al crecimiento del casco urbano de la ciudad.

1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo general*

Realizar el diseño estructural y constructivo de una estación de bomberos usando la metodología BIM y parámetros con normativas NEC y ASTM, junto a criterios de sostenibilidad, para el cumplimiento de una infraestructura eficiente y moderna para el cuerpo de bomberos.

1.4.2 *Objetivos específicos*

- Elaborar un modelo digital detallado utilizando la metodología BIM para el solvento las necesidades del personal administrativo y operativo del cuerpo de bomberos.
- Diseñar los elementos estructurales de la estación de bomberos haciendo uso de normativas NEC y ASTM, para el cumplimiento de los estándares de calidad y seguridad requerida.
- Emplear la metodología BIM en el diseño implementando diferentes fases del diseño y la colaboración interdisciplinaria entre los involucrados en el proyecto para la optimización del tiempo de trabajo.
- Presupuestar las diferentes etapas constructivas mediante la utilización de criterios de sostenibilidad para la reducción de costos e impacto ecológico. [OBJ]

Capítulo 2

2 Materiales y métodos

2.1 Revisión de literatura

Diseño estructural

Cuando hablamos de diseño estructural partimos desde la información única de la edificación a construir, permitiendo planificar un sistema estructural complejo, estable, permanente y factible que cumpla las necesidades arquitectónicas. La selección de las dimensiones globales de la armazón que soporta la estructura, así como las proporciones y la determinación de las secciones o perfiles transversales, se trabajan dentro de las limitaciones resultantes del diseño funcional propuesta en el apartado arquitectónico. Un buen diseño tiene como prioridad la seguridad del proyecto, también se toma en consideración el servicio es decir como comporta, y la economía de proyecto, siempre no sean quienes rigen el proyecto.

Es necesario considerar varias alternativas ya sea en la disposición de sus elementos o arreglos, conexiones, con la finalidad de tener variedad de diseños y poder comparar su costo, al igual en el servicio de cada uno de ellos. En consecuencia, para cada alternativa de arreglo estructural se debe diseñar cada uno de los elementos que la componen. Por lo tanto, en cada uno es necesario realizar el análisis de su comportamiento bajo las cargas del proyecto, así como, en el caso eventualidades, es decir sismos u otros siniestros probables en la zona. El análisis estructural sirve para confirmar lo proyectado en el comportamiento de la estructura, no solo desde la disposición de sus elementos, también de las dimensiones de estos, es decir obtenemos una idea estructural, un bosquejo de arreglo de los diferentes elementos, y la distribución de esfuerzos.

Estructura metálica tipo galpón.

Las estructuras metálicas para galpones son altamente preferidas en la industria debido a sus múltiples ventajas técnicas y económicas. Según el American Institute of Steel

Construction (AISC, 2024). Estas estructuras son adecuadas para una amplia gama de usos industriales y comerciales. Una de sus principales ventajas radica en su resistencia y durabilidad excepcionales, lo que les permite soportar cargas pesadas y resistir condiciones climáticas adversas, como fuertes vientos y nevadas. Esta robustez no solo garantiza la seguridad y la integridad estructural del edificio, sino que también reduce los costos de mantenimiento a largo plazo. Además, su rápida construcción es notable, dado que los componentes metálicos pueden fabricarse en fábrica y montarse en el sitio, acelerando considerablemente los tiempos de ejecución del proyecto en comparación con otros materiales como el concreto (Frame Estructuras, 2022).

Esta eficiencia no solo minimiza los tiempos de inactividad, sino que también permite una planificación más precisa y una gestión más eficiente del proyecto. La flexibilidad en el diseño es otra ventaja clave de las estructuras metálicas, permitiendo adaptarse fácilmente a diferentes requisitos arquitectónicos y funcionales, y facilitando la futura expansión del espacio según las necesidades cambiantes del negocio.

Sin embargo, es importante considerar ciertas desventajas como lo son los costos iniciales de las estructuras metálicas pueden ser más elevados en comparación con otros materiales de construcción, aunque este desembolso inicial puede amortizarse debido a la durabilidad y el bajo costo de mantenimiento durante la vida útil del edificio. Además, la instalación y soldadura de componentes metálicos requieren habilidades especializadas, lo que puede implicar un costo adicional en términos de mano de obra calificada y equipo especializado (Comando Construcciones, 2022).

Suelo.

En cuanto al suelo del cantón Palanda de Ecuador, la diversidad de tipos ejerce una influencia significativa en los proyectos de construcción. Estos incluyen suelos aluviales, típicos cerca de cuerpos de agua y que requieren atención por su tendencia a la

sedimentación; suelos arcillosos, susceptibles a cambios volumétricos; suelos arenosos, valorados por su capacidad de drenaje pero que pueden necesitar técnicas especiales de cimentación; y suelos volcánicos derivados de cenizas y otros materiales, que presentan variaciones en su composición y resistencia. Es crucial realizar evaluaciones geotécnicas exhaustivas para asegurar la construcción segura y efectiva en cada sitio específico (Zuloaga, 2024).

Cimentación.

La cimentación para galpones puede ser de varios tipos, como zapata corrida, zapata aislada, losa de hormigón y pilotes. La zapata corrida se usa en suelos con buena capacidad de carga y distribuye las cargas uniformemente. Las zapatas aisladas son bloques de concreto bajo cada columna, adecuadas para estructuras con columnas separadas, y requieren menos material (Arcus Global, 2023). La losa de hormigón cubre toda el área del galpón, siendo ideal para suelos con baja capacidad de carga, ofreciendo una distribución uniforme de las cargas.

Para seleccionar el tipo de cimentación adecuado, es esencial considerar factores como las condiciones del suelo, la carga de la estructura, las condiciones climáticas y los costos de construcción (Gatza, 2023). El procedimiento general incluye la preparación del terreno mediante *limpieza* y nivelación, excavación de zanjas o agujeros, instalación de refuerzos con barras de acero, vertido y curado del concreto, y finalmente, el montaje de la estructura del galpón. Estos pasos aseguran una cimentación sólida y una estructura estable y duradera.

Materiales.

Para la construcción de un galpón metálico con cimentación de hormigón armado, se requieren varios materiales clave. El hormigón armado se compone de cemento, que actúa

como aglutinante, agregados como arena y grava para dar volumen y resistencia, agua para la hidratación del cemento, y aditivos para modificar las propiedades del hormigón (Structuralia, 2022). Además, se utilizan barras de acero de refuerzo para incrementar la resistencia a la tracción del hormigón. Estos materiales, cuando se combinan adecuadamente, proporcionan una base sólida y duradera para la estructura del galpón.

La estructura metálica del galpón incluye columnas, vigas y cerchas prefabricadas de acero estructural. Los paneles para la cubierta y las paredes pueden ser de acero, aluminio o materiales compuestos, a menudo con aislamiento térmico. Las fijaciones, como tornillos y pernos, aseguran la estructura a la cimentación. También se utilizan revestimientos anticorrosivos para proteger la estructura metálica. Los sistemas de ventilación, iluminación, y las puertas y portones, como las enrollables o seccionales, completan la funcionalidad del galpón, asegurando un ambiente adecuado para su uso previsto (Frame Estructuras, 2022).

Cemento ecológico.

El cemento ecológico es una representación del progreso en la industria de la construcción que tienen como finalidad prácticas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente según lo menciona el World Green Building Council (WGBC). Además, hace uso de tecnologías avanzadas que permiten una producción con una huella de carbono relativamente pequeña gracias al uso eficiente de materias primas y también de energía en su proceso de fabricación, así como la búsqueda de fuentes alternativas de materia prima, como son los desechos industriales o subproductos de diversas industrias, promoviendo un ciclo de vida más sostenible en los materiales de construcción. Sin embargo, el cemento ecológico puede enfrentar desafíos técnicos y económicos como la inversión requerida en investigación y desarrollo para incrementar su rendimiento y competitividad en cuanto al mercado global de construcción. Además, necesita desarrollar estándares y normativas que apoyen su uso generalizado para la industria lo cual no es una tarea fácil.

Metodología BIM.

Building Information Modeling (BIM, por sus siglas en inglés) es una metodología que se va estableciendo como una herramienta fundamental en la construcción por la amplia mejora en la planificación, diseño y gestión de proyectos de construcción. Se podría definir como el tratamiento y generación de información característica y funcional de un proyecto constructivo o sitio mediante representaciones digitales.

Entre las bases de la creación de BIM como metodología se asocian, el trabajo colaborativo de las especialidades involucradas en un diseño de obra Civil desde arquitectos hasta contratistas y constructores, la capacidad de intercambiar información de manera segura, rápida, automática, y la incorporación de información en un modelo 3d compartido. En contraste, usar BIM reduce considerablemente los errores y costos, esto debido a la detección a tiempo de conflictos y la optimización del diseño previo a su construcción, garantía del trabajo colaborativo y coordinado.

Con el tiempo y avance de la tecnología la metodología BIM pasó del uso básico tridimensional, espesor, altura y profundidad necesaria para una visualización detallada de un proyecto, a incorporar dimensiones como el tiempo(4D), costo (5D), e impacto ambiental (6D), gestión y mantenimiento (7D). En la sexta dimensión se añade al diseño la sostenibilidad y eficiencia energética, donde se adjuntan herramientas para el análisis y mejora del performance ambiental de la edificación. Por causa, la asociación de dichas dimensiones a un modelo digital permite mejorar notablemente en las etapas de planificación, ejecución y gestión de una edificación, considerando a BIM como una metodología integral y multidisciplinaria.

Sostenibilidad en la construcción.

La sostenibilidad se enfoca en usar responsablemente los recursos para satisfacer las urgencias actuales sin comprometer su disponibilidad para las siguientes generaciones. En concordancia, es primordial gestionar los recursos de manera responsable para no alterar su estado de equilibrio natural.

Estación de bomberos.

Una estación de bomberos es esencial para proporcionar servicios de emergencia y respuesta rápida a incendios, rescates, y otras situaciones críticas. Su principal objetivo es salvar vidas y proteger propiedades mediante la extinción de incendios y la atención en accidentes. Además, actúa como centro de formación y educación para bomberos y la comunidad, promoviendo la prevención de incendios. La ubicación estratégica y una infraestructura de calidad son cruciales para minimizar el tiempo de respuesta y asegurar que los bomberos cuenten con los recursos necesarios para actuar de manera efectiva en emergencias.

2.2 Área de estudio

Figura 1

Plano de Palanda



El cuerpo de bomberos del Cantón Palanda en vista de sus necesidades plantea la necesidad de la construcción de una estación, proyectado en el terreno ubicado en la cabecera cantonal del mismo nombre, en las calles Loja y 24 de mayo, en las coordenadas siguientes.

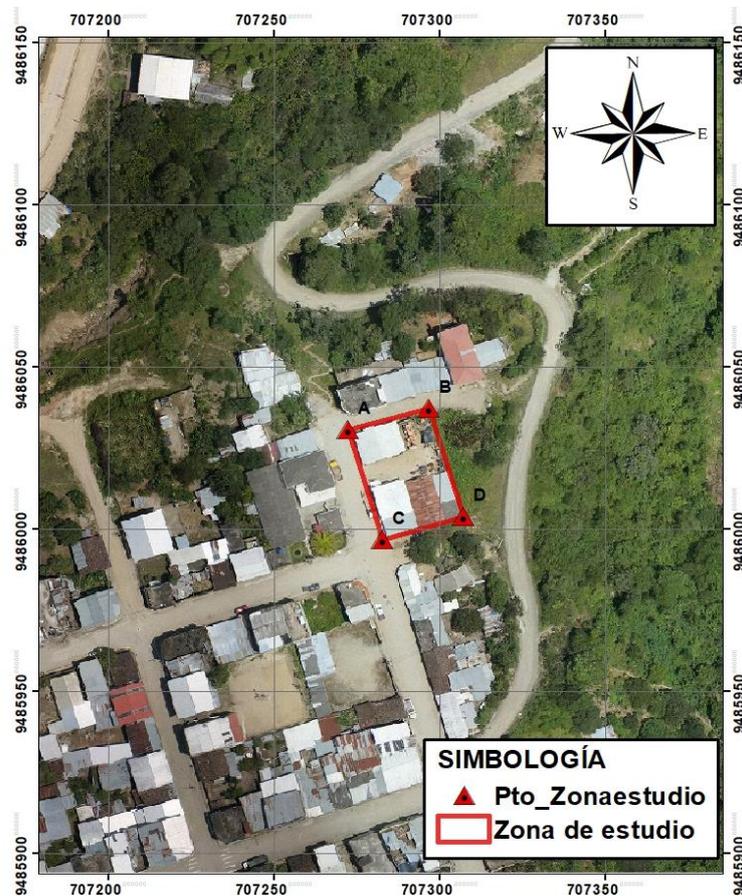
Tabla 1

Coordenadas de área de estudio

Punto	X	Y
A	707272	9486030
B	707297	9486040
C	707283	9486000
D	707307	9486000

Figura 2

Plano de área de estudio con coordenadas



De las construcciones cercanas a la zona de implantación de la estructura, en su mayoría son edificaciones residenciales. La edificación de tipo especial contiguo a lugar de construcción es el subcentro de salud, el cual consta con tres edificaciones, repartidos como uno dedicado a atención de emergencia, del departamento de salud general y el departamento de tratamiento prioritario.

Figura 3

Plano de zonas aledañas a zona de estudio

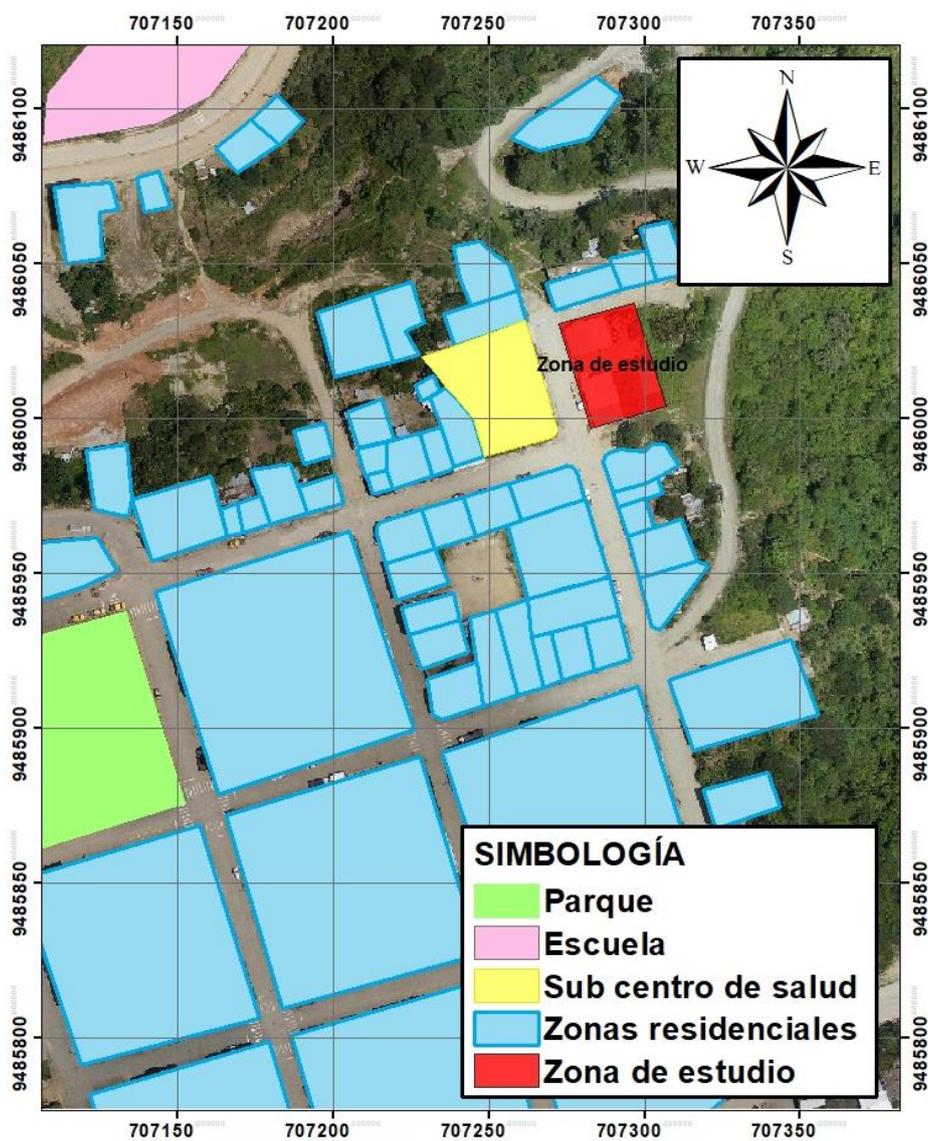
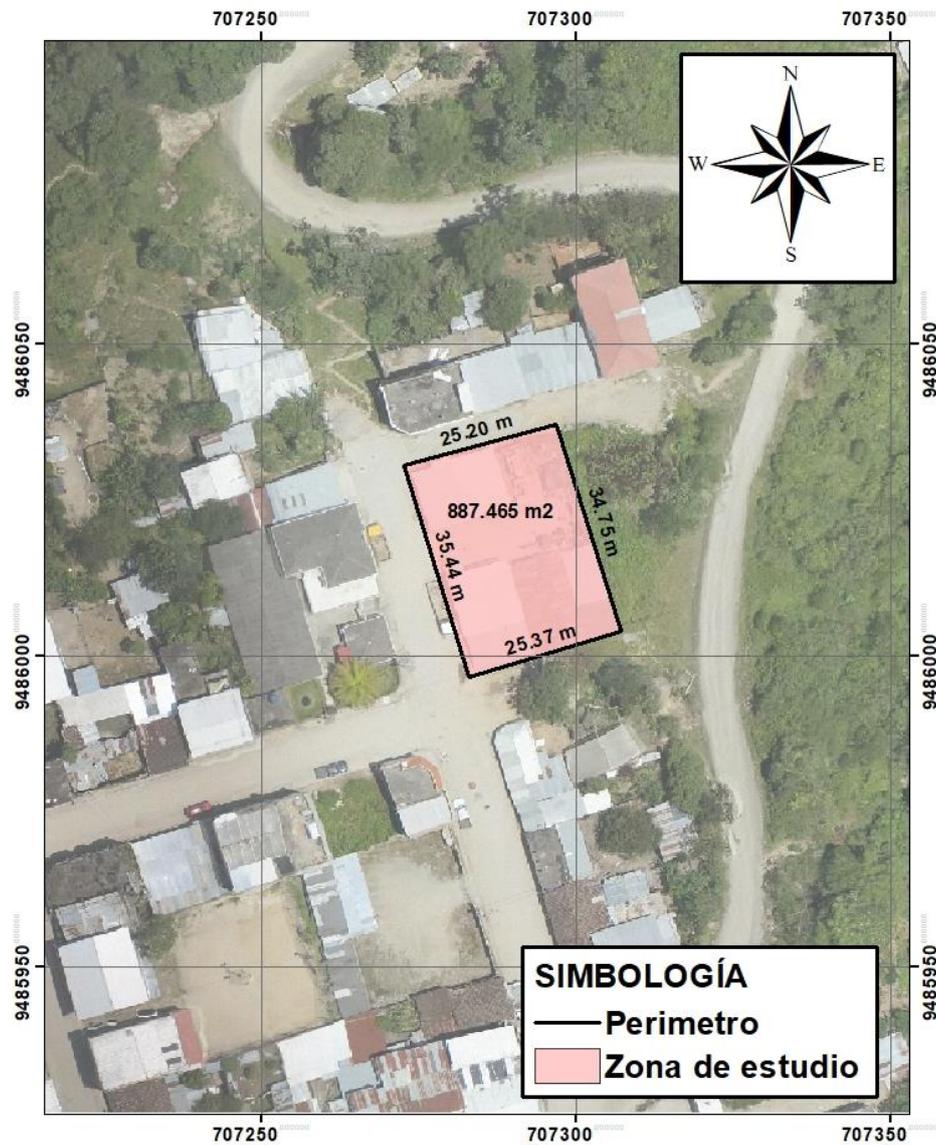


Figura 4*Plano de dimensiones zona de estudio*

Para la obtención del área de la zona de estudio se emplea el siguiente método:

- Lado Norte: 25.20 m
- Lado Sur: 25.37 m
- Lado Este: 34.74 m
- Lado Oeste: 35.44 m

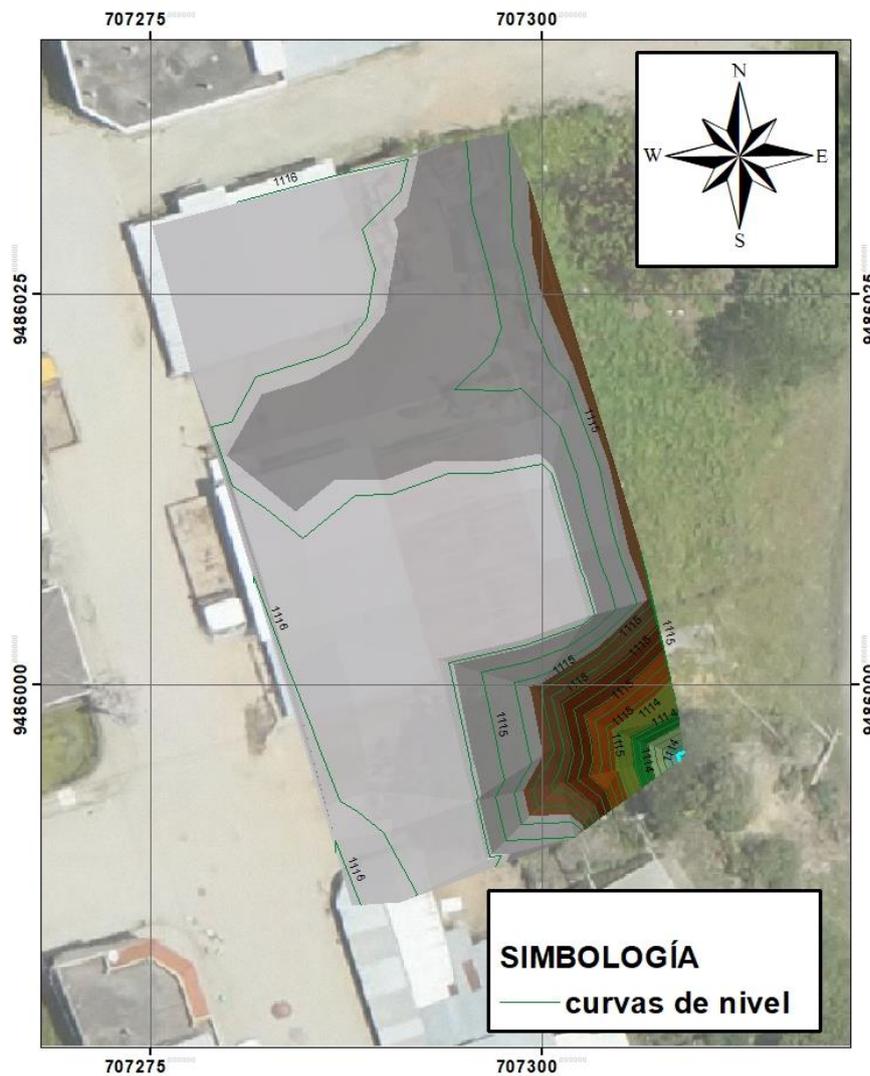
$$A = \frac{(25.20+25.37)}{2} * \frac{(34.74+35.44)}{2} = 887.465 \text{ m}^2 \quad (2.1)$$

2.3 Trabajo de campo y laboratorio

2.3.1 Topografía

Figura 5

Plano topográfico



En la actualidad la zona donde se desea implantar el cuartel de bomberos se utiliza como cancho de maquinaria de caminos del GAD cantonal, por efecto ya es un terreno adecuado para la construcción con una pendiente mínima. En la ilustración 2.5 las curvas de nivel fueron creadas cada 10 cm de variación de altura, donde se podrá observa que en su mayoría es un terreno plano.

2.3.2 Modelo arquitectónico.

Figura 6

Plano arquitectónico planta baja

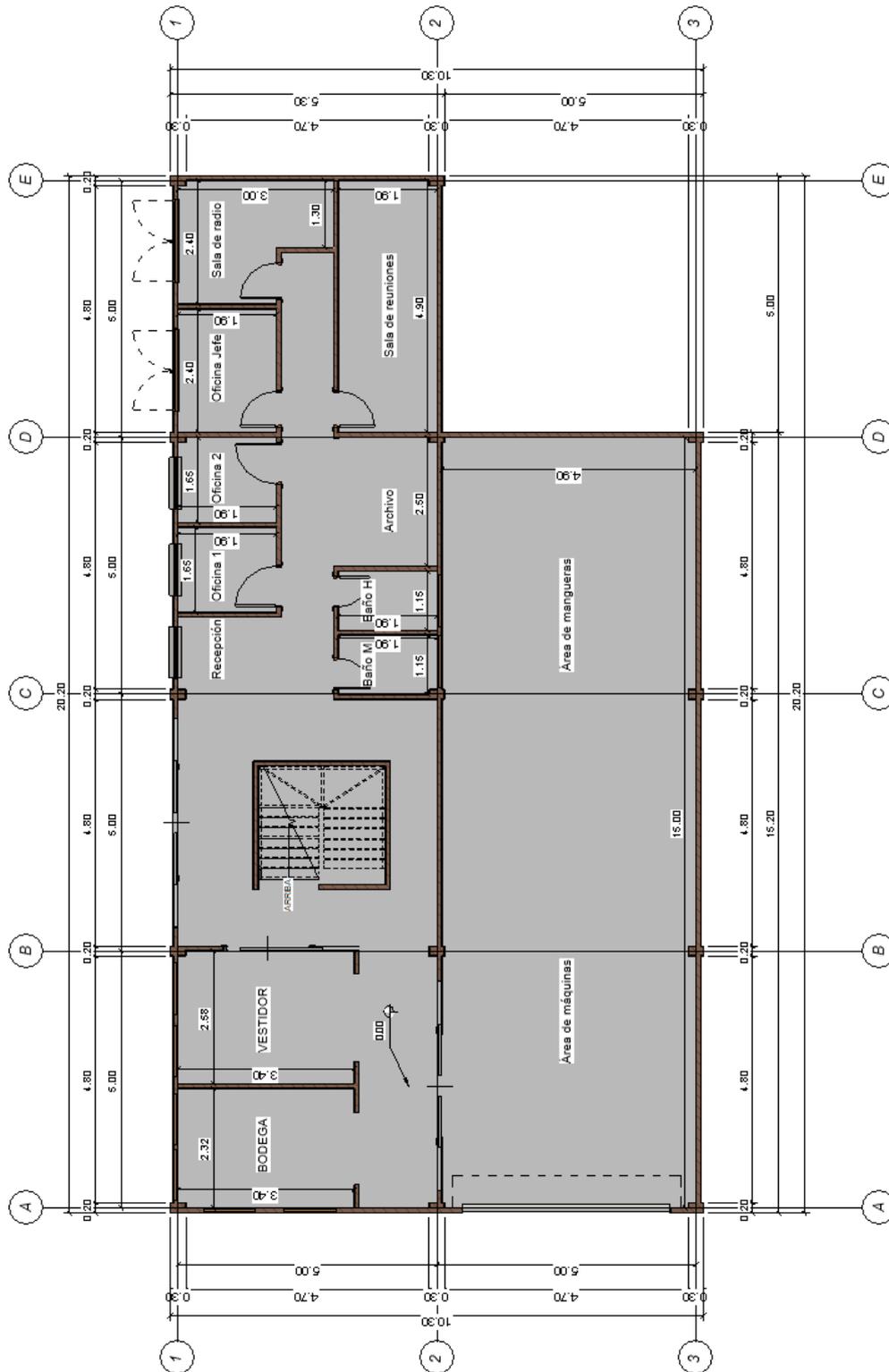
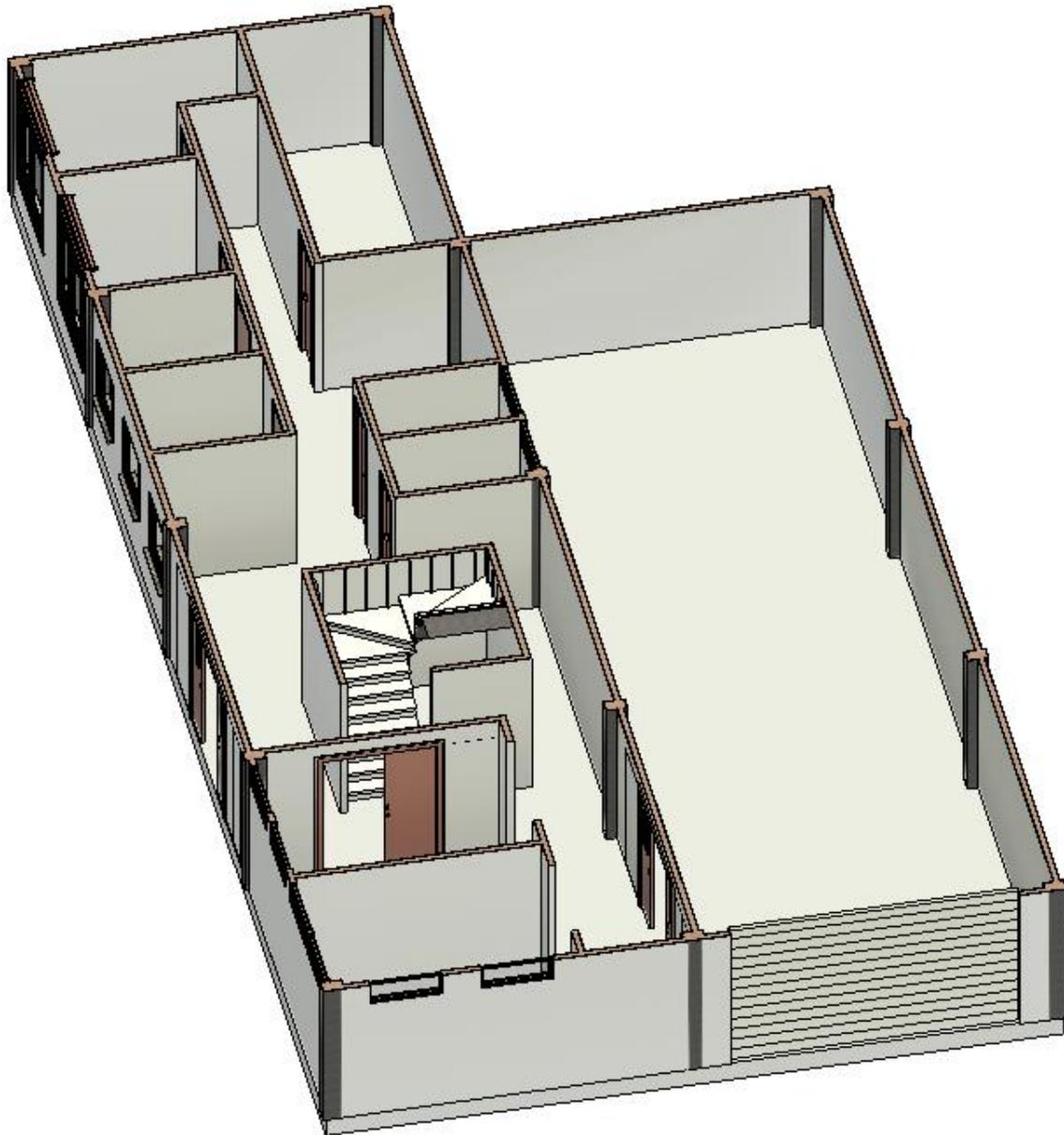


Figura 7

Modelo isométrico 3D planta baja



La estación de bomberos consta de dos niveles: el primero se utiliza para la parte administrativa, mientras que el segundo está destinado como residencia para el personal activo del cuerpo de bomberos. La sala de máquinas se encuentra en la primera planta, aislada del personal administrativo, pero de fácil acceso a los vehículos y al equipamiento del grupo de reacción rápida ante siniestros.

Figura 8

Plano arquitectónico planta alta

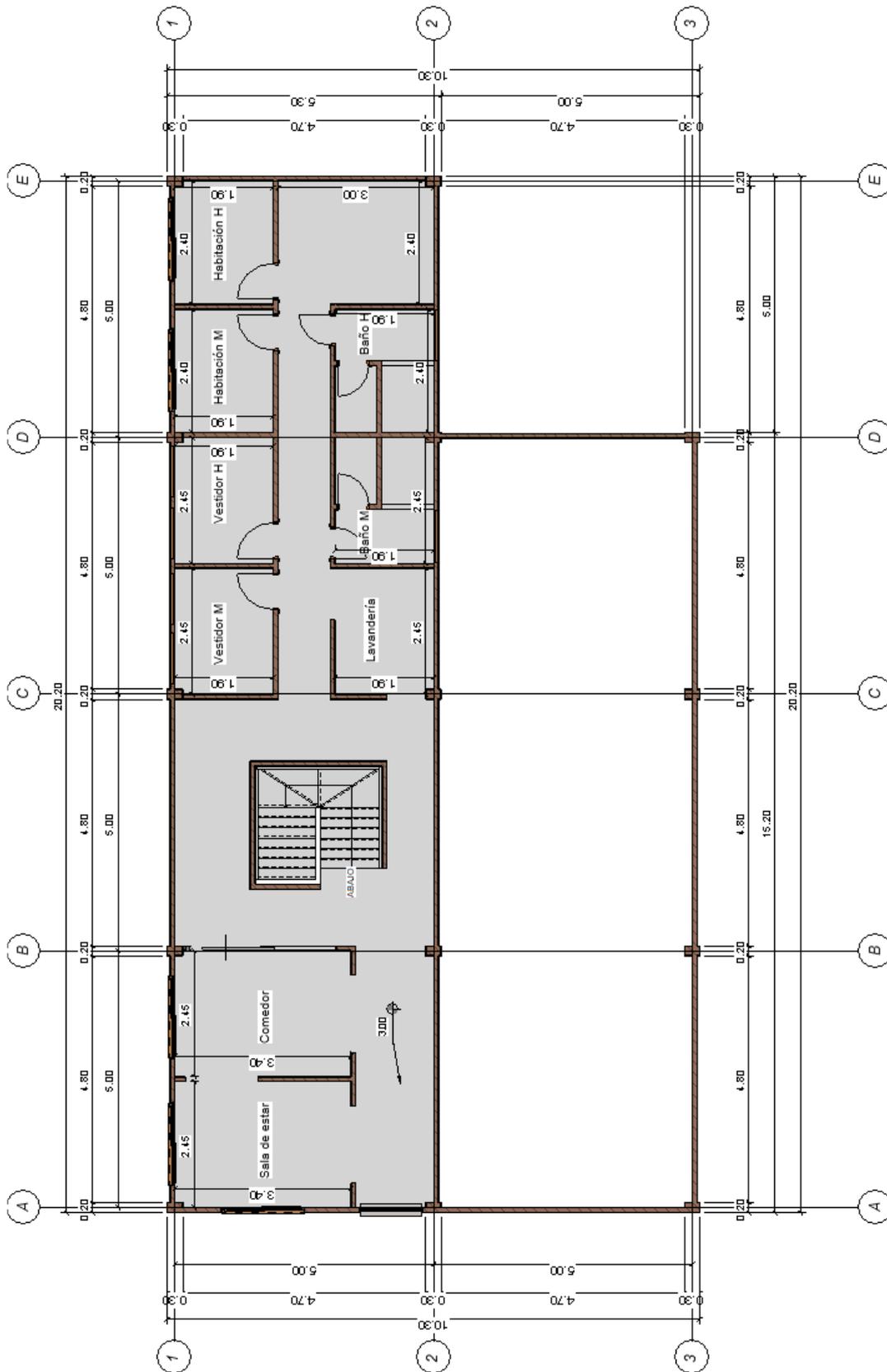
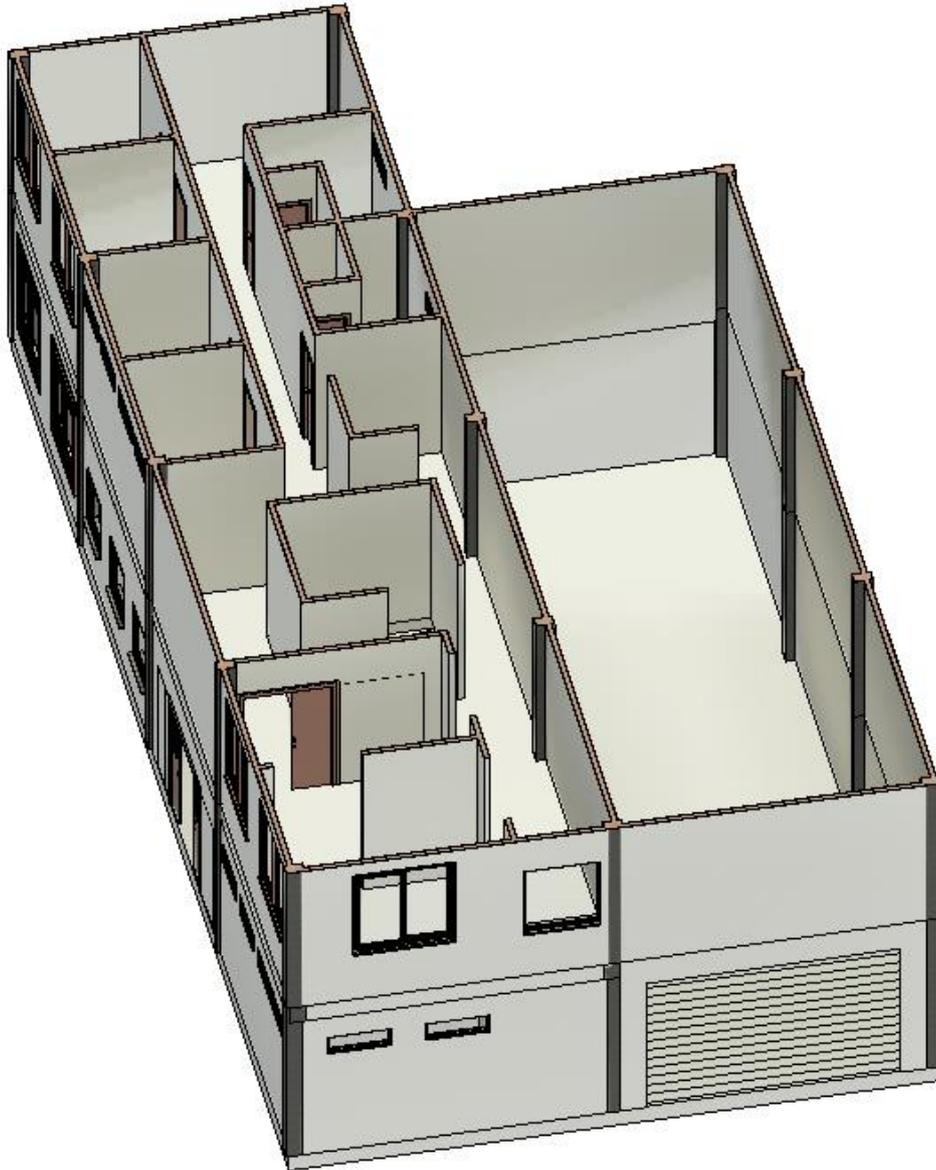


Figura 9

Modelo isométrico 3D planta alta



La estación busca cumplir los requerimientos actuales del cuerpo de bomberos en espacios, oficinas y residencia, pero no deja de lado el crecimiento de las necesidades de ampliaciones debido al posible incremento de personal. Por ende, una de las bases fundamentales del proyecto es la modulación; es decir, la estructura se encuentra conformada por módulos cuadrados de cinco metros, con la finalidad de que, al existir la necesidad de un espacio extra de construcción, este se pueda aumentar mediante una nueva construcción.

2.3.3 Estudios de suelo.

Zonificación Geotécnica.

La ciudad de Palanda y el área de estudio se encuentran ubicadas sobre la formación geológica del Grupo Quillollaco y Volcánicos Indiferenciados Palanda, conformada por conglomerados y limolitas. En Palanda aflora una buena acumulación de rocas volcánicas (color violeta), que son coladas y tobas de composición andesítica y dacítica de color gris, las cuales descansan discordantemente sobre el basamento metamórfico.

Figura 10

Mapa geológico del lugar de estudio



Ensayo de penetración estándar SPT.

Tabla 2

Coordenadas del sondeo

Sondeo	Norte	Este	Cota
SPT N° 1	9486018.82	707291.00	1115

Figura 11

Mapa localización del sondeo



En el ensayo SPT se alcanzó una profundidad máxima de 6,00 m. pudiéndose recuperar muestras cada metro.

Figura 12

Muestra in situ 1-2 m



Figura 13

Muestra in situ 2-3 m



Figura 14

Muestra in situ 3-4 m

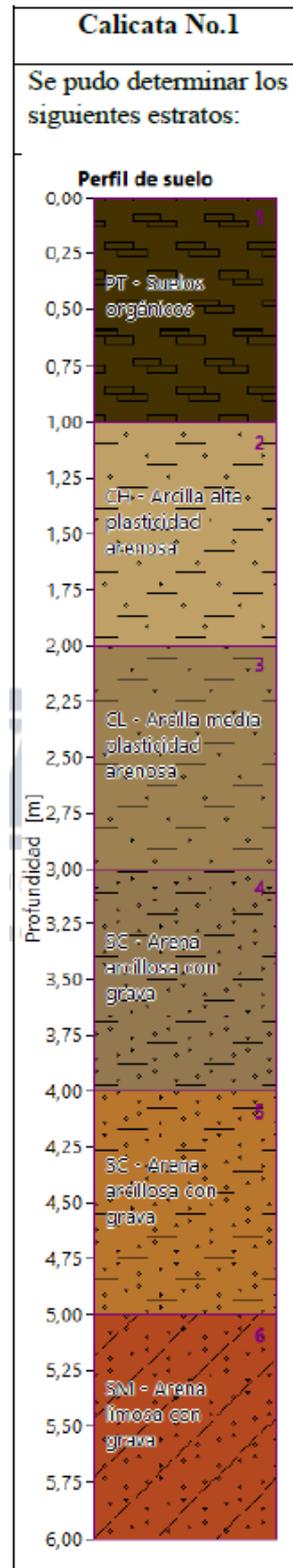
**Figura 15**

Muestra in situ 4-5 m



Figura 16

Perfil estratigráfico



Ensayos de laboratorio.

Figura 17

Resultados de la exploración del subsuelo

Prof. (m)	Color	% de agua	Granulometría %			Límites (%)			Clasificación S.U.C.S		q admisible (kg/cm ²)		
			Grava	Arena	Finos	L.L	L.P	I.P	Tipo	Descripción	Zapata		Losa de ciment.
											Aislada	Corrida	
1 a 2	Amarillo pálido	26,44	1	42	57	53	20,1	32,8	CH	Arcilla alta plasticidad arenosa	3,03	2,52	5,26
2 a 3	Amarillo pálido	22,76	1	48	51	38,5	20,2	18,3	CL	Arcilla media plasticidad arenosa	7,31	5,30	10,42
3 a 4	Amarillo olivo	24,03	4	51	45	40,9	22	18,8	SC	Arena arcillosa con grava	4,50	3,29	5,19
4 a 5	Terracota	33,59	4	51	45	33,74	20,21	13,53	SC	Arena arcillosa con grava	22,08	15,11	24,00
5 a 6	Rojo ladrillo	40,10	6	67	27	41,93	27,44	14,49	SM	Arena limosa con grava	19,15	13,27	19,34

Nota. Laboratorio de suelos AGEMIC CIA LTDA.

Según los resultados mostrados en la imagen, se muestran 5 estratos en una profundidad de 6 metros de perforación, donde los dos primeros estratos están conformados por arcillas arenosas mientras las 3 siguientes son dos tipos de arenas, limosa y arcillosa. El estrato más fuerte se encuentra a 4 metros de profundidad, con una capacidad admisible de 22.08 kilogramos sobre metro cuadrado.

Resumen de estudio de suelos.

- El subsuelo del sitio del proyecto está compuesto por tres tipos de suelos: arenas, limos y arcillas de alta, media y baja plasticidad.
- La presión admisible del suelo, que se clasifica como RESISTENTE en el sondeo.

2.4 Análisis de datos.

2.4.1 *Modelo arquitectónico*

El modelo arquitectónico tiene como premisa la ampliación del área de construcción a lo largo del tiempo, según surjan las necesidades de nuevos espacios. Por ende, la parte estructural también necesita tener esta cualidad de permitir la adición de nuevas estructuras con el tiempo. El proyecto está planificado bajo la condición de módulos de cinco metros cuadrados; por lo tanto, las luces para vigas principales, tanto longitudinales como transversales, tendrán una longitud de 5 metros. Las distancias de 5 metros entre columnas que conforman los módulos de construcción se encuentran dentro del espaciamiento máximo permitido por la NEC para residencias. En consecuencia, es necesario considerar peraltes adecuados para vigas y columnas previstos en el diseño estructural.

2.4.2 *Perfil del terreno*

Las curvas de nivel descritas en el estudio topográfico del terreno indican que el área ya ha sido modificada anteriormente para funcionar como un canchón de maquinaria utilizado en la apertura de caminos. Según las curvas, el terreno presenta una variación de 40 centímetros en aproximadamente 20 metros, lo que implica una pendiente del 2%. Además, las mejoras del terreno necesarias durante la fase de construcción serán mínimas.

2.4.3 *Estudio de suelo*

El subsuelo del sitio, compuesto por arenas, limos y arcillas de diversas plasticidades, refleja una variedad en la composición y propiedades mecánicas de los suelos, influenciando su comportamiento ante cargas y cambios ambientales. Las arenas, que sugieren buen drenaje y baja cohesión, contrastan con los limos y arcillas, que presentan distintos niveles de cohesión y plasticidad, afectando su capacidad de soporte y deformación.

Una clasificación como RESISTENTE indica que el terreno es capaz de soportar cargas significativas sin sufrir fallas estructurales. Esto es crucial para la construcción, ya que garantiza que los cimientos tendrán una base sólida y estable. La resistencia del suelo a la presión es una medida de su capacidad para soportar el peso de la estructura proyectada, lo que permite una planificación adecuada y segura de los cimientos y la superestructura.

2.5 Análisis de alternativas

Este proyecto propone el diseño estructural y constructivo de una estación de bomberos utilizando la metodología Building Information Modeling (BIM) con un enfoque en la sostenibilidad. Para lograrlo, se consideran diversos procesos constructivos que tienen en cuenta factores como el presupuesto, la ubicación, el tamaño de la comunidad y las especificaciones del cuerpo de bomberos. Las siguientes alternativas estructurales se proponen:

2.5.1 Estructura mixta metálica y hormigón armado (A1)

Las estructuras metálicas se ensamblan rápidamente, acelerando el proceso de construcción, ofrecen alta durabilidad y permiten futuras expansiones con facilidad. Sin embargo, los materiales y la fabricación de componentes metálicos pueden ser costosos, y requieren mantenimiento a largo plazo para prevenir la corrosión y asegurar la integridad estructural. Estas estructuras se caracterizan, por supuesto, por su ligereza, flexibilidad (comparadas a otros materiales) y rápida ejecución. (E20 ARQUITECTOS, 2023)

2.5.2 Estructura de hormigón armado (A2)

Esta alternativa proporciona una estructura extremadamente sólida y segura, adecuada para albergar equipos pesados y vehículos de emergencia (CHRYSO, 2020). También ofrece una vida útil prolongada con bajo mantenimiento estructural. También, el hormigón tiene un precio bajo en comparación al acero, pero hay que tener en cuenta que se necesita más

material y más mano de obra para conseguir resistencias similares (E20 ARQUITECTOS, 2023).

2.5.3 Estructura a base de contenedores (A3)

Es una solución rápida y económica, ideal para presupuestos limitados y tiempos de construcción cortos, además de promover la reutilización de materiales, reduciendo el impacto ambiental. Sin embargo, necesita soluciones adicionales para el aislamiento térmico y acústico, es crucial implementar medidas de prevención contra la corrosión y debe cumplir con las normativas locales de construcción, lo que puede presentar desafíos.

2.5.4 Selección de alternativas

Cada una de estas alternativas ofrece ventajas específicas que pueden alinearse con los objetivos de sostenibilidad y eficiencia del proyecto. La elección de la estructura adecuada dependerá de una evaluación detallada de los factores mencionados, garantizando que la estación de bomberos sea funcional, segura y sostenible a largo plazo.

Tabla 3*Valoración de alternativas*

Criterio		Valoración de alternativas			Porcentaje de alternativas		
		A1	A2	A3	A1	A2	A3
Costo de materiales	13%	30	30	70	3,9%	3,9%	9,1%
Eficiencia Constructiva	10%	70	40	60	7,0%	4,0%	6,0%
Innovación	3%	30	30	80	0,9%	0,9%	2,4%
Sensación de seguridad	5%	50	80	10	2,5%	4,0%	0,5%
Impacto mediático	3%	40	40	50	1,2%	1,2%	1,5%
Materiales sostenibles	10%	70	50	70	7,0%	5,0%	7,0%
Huella de carbono	15%	40	25	40	6,0%	3,8%	6,0%
Vida útil	10%	40	80	40	4,0%	8,0%	4,0%
Mantenimiento	7%	30	60	20	2,1%	4,2%	1,4%
Disponibilidad	9%	70	80	10	6,3%	7,2%	0,9%
Modificación y ampliación	15%	80	20	10	12,0%	3,0%	1,5%
Total	100%				52,90%	45,15%	40,30%

La opción de una estructura mixta metálica y de hormigón armado es la mejor alternativa para la construcción de la estación de bomberos por varias razones. Primero, las estructuras metálicas se ensamblan rápidamente, lo que da una buena eficiencia constructiva, permitiendo que la estación esté operativa en menos tiempo. Esta rapidez es crucial en situaciones de emergencia donde cada día cuenta. Además, las estructuras metálicas ofrecen alta durabilidad y flexibilidad, facilitando futuras expansiones que podrían ser necesarias. Aunque los materiales metálicos pueden ser costosos y requieren mantenimiento a largo plazo para prevenir la corrosión, su ligereza y la capacidad de ensamblaje rápido compensan estos inconvenientes, proporcionando una solución robusta y adaptable a las necesidades cambiantes del cuerpo de bomberos.

Capítulo 3

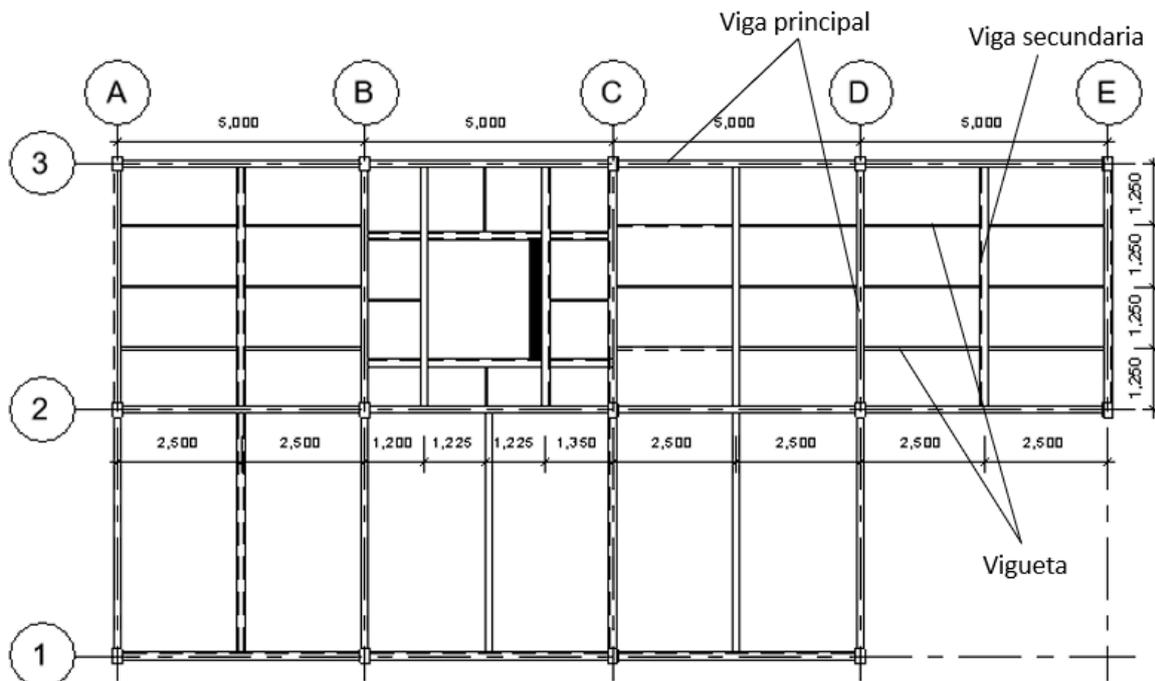
3 Diseños y especificaciones

3.1 Disposición inicial de elementos metálicos

Antes de diseño se realiza una vista previa de la disposición de los elementos estructurales que conforman la estructura.

Figura 18

Disposición de Elementos Estructural



Nota. Se diseñará las vigas conforme a las longitudes centrales del elemento

3.2 Pre-diseño

3.2.1 Losa

En base al esquema arquitectónico mostrado en el capítulo anterior las separaciones entre viguetas son de 1.25 metros. En otras palabras, la losa en luz libre mide 1.25 metros.

Para iniciar el pre-dimensionamiento de la losa, elegimos un tipo de placa colaborante disponible, para ello usamos las características proporcionadas por fabricantes en el mercado nacional.

Figura 19*Propiedades de sección*

PROPIEDADES DE LA SECCIÓN SIMPLE - NOVALOSA 55 mm					
Espesor placa colaborante (mm)	Peso (kg/m ²)	I+ (cm ⁴ /m)	S+ (cm ³ /m)	S- (cm ³ /m)	As (cm ² /m)
0.76	7.81	39.37	12.43	13.29	9.03
1.00	10.17	55.99	18.43	19.34	12.04

Nota. Autor catalogo navacero.

Elegiremos una losa de 12 cm, con un espesor de placa colaborante de 0.76 mm, como separación de entre apoyos utilizaremos la menor 1.6m, separación conveniente para una luz de 1.25 metros separación entre las viguetas según la Figura 18

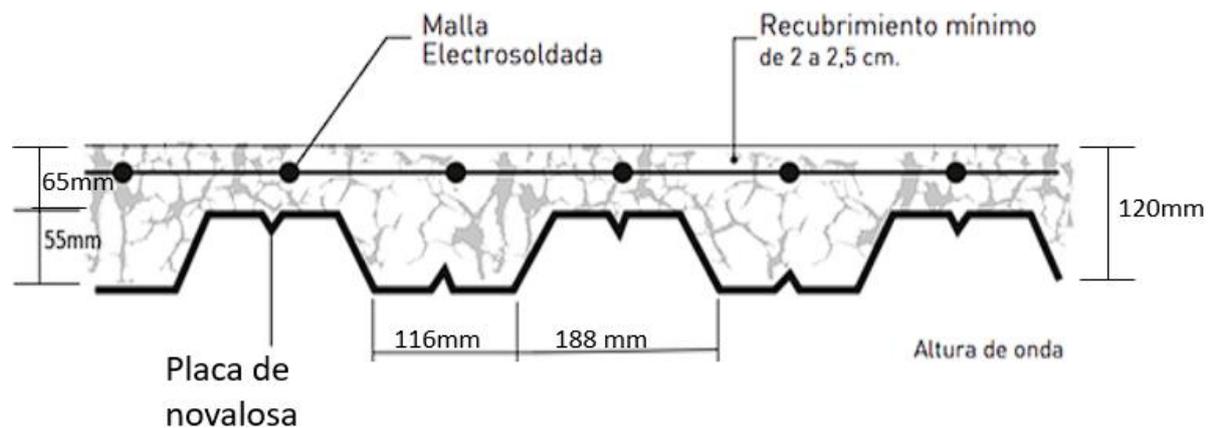
Figura 20*Sección de losa*

Figura 21*Propiedades de la sección*

PROPIEDADES DE LA SECCIÓN COMPUESTA - NOVALOSA 55 mm					
Espesor placa colaborante (mm)	Espesor losa ¹ (cm)	Volúmen homigón (m ³ /m ²)	Peso losa (kg/m ²)	Id ² (cm ⁴ /m)	ΦsMno ³ (Ton x m)
0.76	5.0	0.075	187.92	685.10	1.00
	6.0	0.085	211.92	889.45	1.16
	8.0	0.105	259.92	1417.35	1.48
	10.0	0.125	307.92	2127.75	1.83
	12.0	0.145	355.92	3048.64	2.18

Nota. Autor catalogo navacero.

Con la característica mostradas por el fabricante para la sección escogida procedemos a calcular los pesos que actúan en la misma.

Cargas

- Peso propio de la placa

Peso propio de la plaza + Peso del hormigón

$$P_{propiolosa} = 7.81 \frac{kg}{m^2} + 187.92 \frac{kg}{m^2} = 195.72 \frac{kg}{m^2} \quad (3.1)$$

- Peso del enlucido y masillado

$$P_{macillado} = 1 m * 1 m * 0.02 m * 2200 \frac{kg}{m^3} = 44 \frac{kg}{m^2} \quad (3.2)$$

- Recubrimiento de Piso

$$P_{Rec-piso} = 1 m * 1 m * 0.02 m * 2200 \frac{kg}{m^3} = 44 \frac{kg}{m^2} \quad (3.3)$$

- Peso de mampostería (asumido)

$$P_{mamposteria} = 200 \frac{kg}{m^2} \quad (3.4)$$

- Peso de tumbado

$$P_{tumbado} = 20 \frac{kg}{m^2} \quad (3.5)$$

- Cargas permanentes

$$C_{permanente} = P_{macillado} + P_{Rec-piso} + P_{mamposteria} + P_{tumbado} \quad (3.6)$$

$$C_{permanente} = 44 \frac{kg}{m^2} + 44 \frac{kg}{m^2} + 200 \frac{kg}{m^2} + 200 \frac{kg}{m^2} = 308 \frac{kg}{m^2}$$

Las cargas muertas totales se conforman de las cargas permanentes más el peso propio de la losa.

- Carga muerta (Cm)

$$Cm = C_{permanente} + P_{propiolosa} \quad (3.7)$$

$$Cm = 195.72 \frac{kg}{m^2} + 308 \frac{kg}{m^2} = 503.73 \frac{kg}{m^2}$$

- Carga viva (Cv)

Según la normativa ecuatoriana NEC, las cargas por ocupación adaptable para nuestra estructura, es de tipo residencial, en la mayoría de las áreas elevadas.

$$Cv = 200 \frac{kg}{m^2}$$

La carga de servicio (Cs) no factorada es la suma de las cargas vivas y muertas actuantes en la losa.

$$Cs = Cm + Cv \quad (3.8)$$

$$Cs = 503.73 \frac{kg}{m^2} + 200 \frac{kg}{m^2} = 703.73$$

Revisamos las características de resistencia que presenta una losa construida con las características seleccionadas

Figura 22

Carga viva no factorada novalosa 55 mm

CARGA VIVA NO FACTORADA (kg/m ²) - NOVALOSA 55 mm									
Espesor placa colaborante (mm)	Espesor losa ¹ (cm)	Separación entre apoyos (m)							
		1.60	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00
0.76	5.0	1809	1400	1107	891	726	598	496	414
	6.0	2000	1622	1284	1034	843	695	577	482
	8.0	2000	2000	1659	1337	1092	902	751	629
	10.0	2000	2000	2000	1657	1355	1121	934	784
	12.0	2000	2000	2000	1987	1627	1347	1124	945
1.00	5.0	1000	1849	1470	1190	978	812	680	574
	6.0	2000	2000	1706	1382	1136	944	792	669
	8.0	2000	2000	2000	1791	1474	1227	1031	872
	10.0	2000	2000	2000	2000	1831	1525	1283	1088
	12.0	2000	2000	2000	2000	2000	1835	1545	1311

Nota. Autor catalogo navacero.

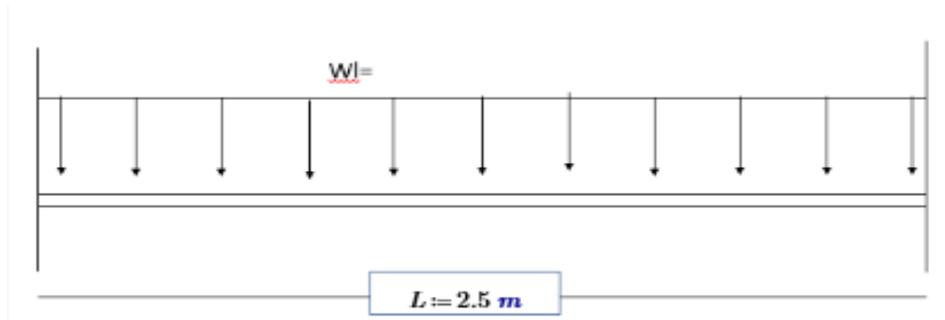
Para una separación máxima de 1.60 m la carga no factorada es de 2000 kg/m² lo cual es mucho mayor a la carga de servicio, es decir la plancha seleccionada cumple con la resistencia necesitada para la losa.

3.2.2 Viguetas

Las luces en ambas direcciones son similares dado que son módulos cuadradas. Al seguir la disposición planificada tenemos un ancho cooperante mayor de 1.25 mostrado en la imagen.

Figura 23

Vigueta cargada con un peso distribuido

**Cargas (cm)**

Carga muerta

$$Cm = 503.73 \text{ kg/m}^2$$

- Carga viva

$$Cv = 200 \text{ kg/m}^2$$

- Cargas factoradas

Utilizamos la siguiente combinación de carga del método LRFD.

$$U = 1.2D + 1.6L \quad (3.9)$$

$$U = 1.2 \left(503.73 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) + 1.6 \left(200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right)$$

$$U = 924.476 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

A partir de la carga ultima calculada, obtenemos el efecto que esta tiene sobre las vigas secundarias mediante el ancho colaborante, para calcular el peso linealmente distribuido.

$$w = 924.476 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 1.25 \text{ m} = 1155.595 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Mediante el esquema de viga simplemente apoyada podemos calcular el momento máximo mediante la siguiente formula

$$Mu = \frac{wL^2}{8} \quad (3.10)$$

$$Mu = \frac{1125.595 \frac{kg}{m} * (2.5 m)^2}{8} = 902.809 kg * m$$

El cálculo de la reacción en los apoyos se calcula con la siguiente formula.

$$R1 = \frac{wL}{2} \quad (3.11)$$

$$R1 = \frac{1155.95 \frac{kg}{m} * 2.5 m}{2} = 1444.494 kg = 1.592 ton$$

Una de las características fundamentales para seleccionar un perfil, es mediante el módulo plástico. Para calcular el módulo plástico utilizamos la siguiente expresión.

$$Zx_{req} = \frac{Mu}{\phi b * fy} \quad (3.12)$$

$$Zx_{req} = \frac{9.09 * 10^3 kg.m}{0.9 * 2534 \frac{kg}{cm^2}} = 39.586 cm^3$$

Buscamos un perfil comercial que cumpla con las condiciones requeridas calculadas, además de las condiciones para su servicio, que se detallan a continuación.

Requerimientos de peralte

Seleccionamos el perfil W10X15 porque cumple con las características de modulo plástico. Altura Mínima de Vigas para evitar deflexiones excesivas y minimizar vibraciones. Entre los criterios para la selección de un perfil estructural esta la selección del peral necesario para disminuir las vibraciones. Por ello se recomienda los siguientes criterios.

- Para vigas simplemente apoyadas $L/24$
- Para minimizar la sensación de que el piso se mueve con el paso de las personas $L/20$
- Para vigas totalmente esforzadas que se usan para piso $\frac{fy * L}{800}$

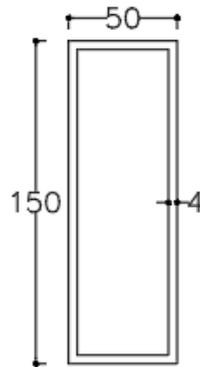
Considerando que buscamos reducir las vibraciones del piso, la condición a utilizar es de la longitud de la luz dividida entre veinte.

- Peralte mínimo = $\frac{250}{20} = 125 \text{ cm}$

Con el peralte mínimo calculado podemos proponer el siguiente perfil.

Figura 24

Perfil para viguetas de losa colaborante



Nota. tubo estructural 150x50x4 mm

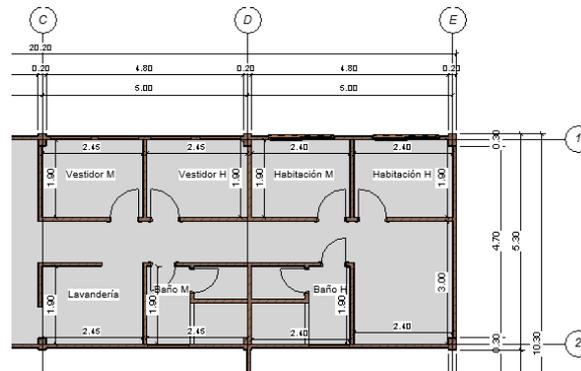
El módulo de sección del perfil en x es de 68.8 cm³, es mayor al requerido, la sección cumple por resistencia. El peralte del perfil es de 150 cm, el cual cumple con lo demandado para reducir las vibraciones.

3.2.3 Vigas principales y secundarias.

Las vigas principales soportan las cargas provenientes de las vigas secundarias, por ello para el prediseño utilizamos la viga con más carga de trabajo. Para el prediseño utilizamos la viga en el eje D, entre los ejes 1-2

Figura 25

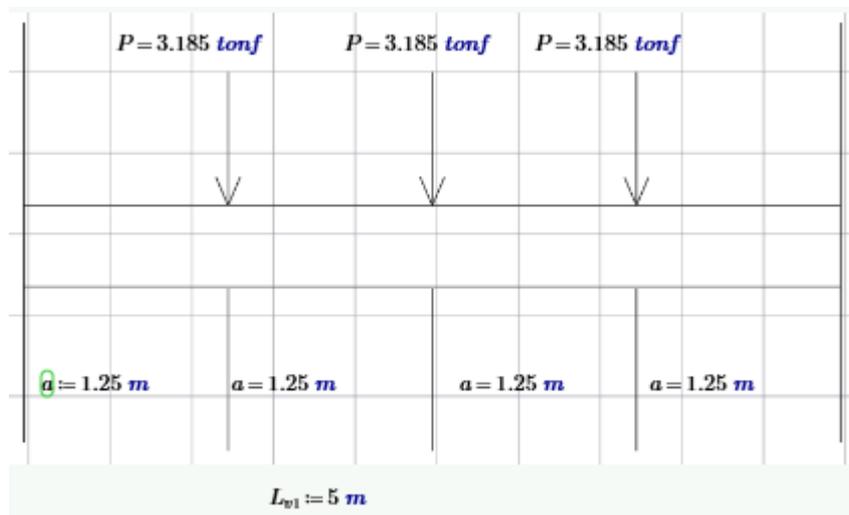
Ubicación de viga con más carga de trabajo



Las vigas secundarias están simplemente apoyadas a las vigas principales, por ende, las cargas transmitidas son puntuales.

Figura 26

Viga empotrada y momentos característicos.



Recciones en los extremos

$$R_2 = 3 \frac{P}{2} = 3 \frac{3.185 \text{ t}}{2} = 4.777 \text{ t}$$

Cálculo de momentos

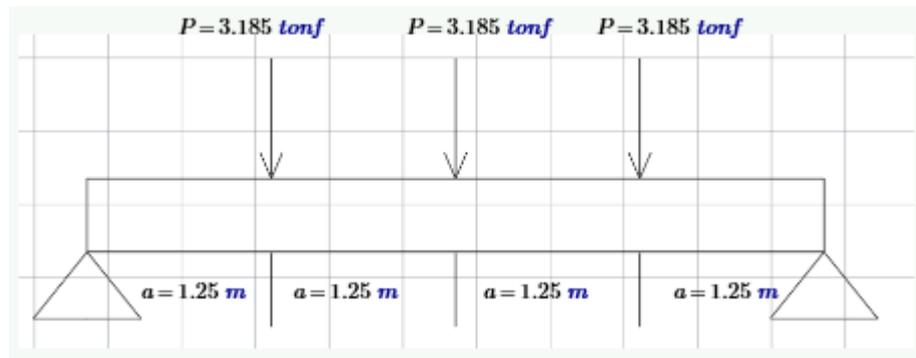
Buscamos los momentos en sus reacciones el momento en A y en el tramo central el, para ello usamos las siguientes ecuaciones

$$M_A = -5 * \frac{P * Lv1}{16} = -5 * \frac{3.102 t * 5 m}{16} = -4.976 t * m \quad (3.13)$$

$$M_{Centro} = 7 * \frac{P * Lv1}{16} = -7 * \frac{3.102 t * 5 m}{16} = 6.966 t * m \quad (3.14)$$

Figura 27

Viga simplemente apoyada



El momento máximo se ubica justo en el centro de la viga.

$$M_{Max} = P * \frac{L}{2} = (3.185 t) * 5 \frac{m}{2} = 7.961 t * m \quad (3.15)$$

Para el pre-dimensionamiento utilizamos el momento máximo calculado entre las dos condiciones el cual el 7.961 t.m.

Según la normativa ecuatoriana, las estructuras metálicas se diseñan como pórticos resistentes a momentos, entonces, para evaluar el efecto de sismo es necesario incrementar los momentos calculados. Mediante la siguiente formula:

$$M_{sismo} = f * M_{vertical} \quad (3.16)$$

Donde

- Momento debido al sismo

M_{sismo}

- Momento debido a las cargas gravitacionales $M_{vertical}$
- Factores debido al sismo f

Los valores por considerar son los siguientes.

Tabla 4

Factor debido al sismo

Niveles	f
Pisos Bajos	1.2 – 1.6
Pisos Intermedios	0.8 – 1.1
Pisos Altos	0.4 – 1.1

Para medir los efectos en la edificación, dado que es de dos plantas se considera 1.3 como factor.

$$M_{diseño} = M_{sismo} + M_{vertical} \quad (3.17)$$

Dado que mientras menos rígida sea una conexión viga columna, dichos valores de momentos resultantes se van acercando al momento de simplemente apoyada, por ello se escoge el momento de diseño al momento máximo calculado como valor intermedio para el pre diseño. Además, en la etapa de diseño se podrá verificar las cargas sísmicas con mayor exactitud.

Módulo plástico requerido.

$$Mu = 7.961 t * m$$

$$Zx_{req} = \frac{Mu}{\phi b * fy} = \frac{7.961 t * m * 10^5}{0.9 * 2534 \frac{kg}{m^2}} = 316.692 cm^3 \quad (3.18)$$

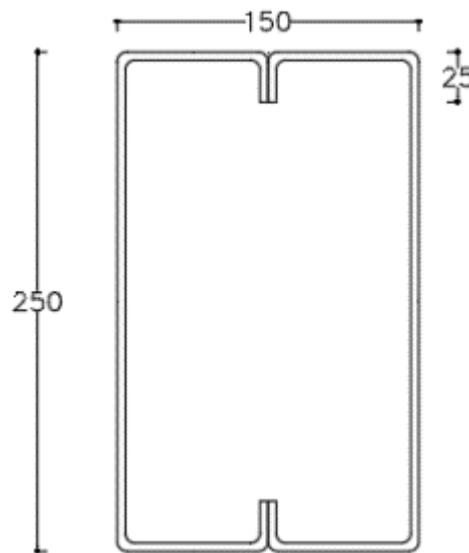
Considerando que buscamos reducir las vibraciones del piso, la condición a utilizar es de la longitud de la luz dividida entre veinte.

- Peralte mínimo = $\frac{500}{20} = 250 \text{ cm}$

Con el peralte mínimo calculado podemos proponer el siguiente perfil se propone un perfil con las condiciones encontradas en el pre diseño, para ello tenemos el perfil compuesto por dos perfiles tipo G de 250x75x5.

Figura 28

Perfil propuesto para vigas en la dirección de x



Nota. Tubo estructural compuesto por correas G 250x75x5 mm

El perfil propuesto tiene un módulo de plástico de 375. 4 cm³ y un peralte de 250 cm, con estas propiedades cumple los requisitos calculados

3.2.4 Columna

Método de carga concéntrica equivalente.

Consiste en reemplazar por una carga ficticia equivalente a la carga axial sumado al momento de diseño, el mismo que debe producir un esfuerzo igual al máximo producido por las cargas reales.

Cargas

- Peso de vigas + columnas. (asumido sistema de pórticos)

$$C_{ppv_c} = 35 \text{ kg/m}^2$$

- Carga viva

$$C_v = 200 \text{ kg/m}^2$$

- Carga permanente + peso propio de losa

$$C_m = 503.73 \text{ kg/m}^2$$

Dado que los cálculos son de pre-diseño se desprecia el peso propio de las vigas secundarias.

Utilizamos la siguiente combinación de carga del método LRFD.

$$U = 1.2D + 1.6L \quad (3.19)$$

$$U = 1.2 \left(503.73 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 35 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) + 1.6 \left(C_v = 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right)$$

$$U = 1.2 \left(503.73 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 35 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) + 1.6 \left(C_v = 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right)$$

$$U = 966.476 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Utilizando la columna con mayor área colaborante las cuales son las columnas en el eje A-3 o B-3. con un área colaborante de 12.5 metros cuadrados.

- Carga axial equivalente

$$Pu = (966.476) * (12.5 \text{ m}^2) * 2 \text{ Pisos} \quad (3.20)$$

$$Pu = 26.634 \text{ toneladas}$$

Para una columna de 3.00 a 4.57 metros la razón de esbeltez se encuentra entre 40y 60. Por ello asumimos una relación de esbeltez de 50 para prediseño.

$$\frac{KL}{r} = 50 \quad (3.21)$$

Buscamos un el esfuerzo critico admisibles en las tablas propuestas por el código LRFD en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** en anexos. El esfuerzo critico admisible para el acero A-36, con relación de esbeltez 50 es de 28.4 ksi que aproximadamente son 2000 kg/cm^2 según la tabla anterior.

Cálculo del área requerida

El área requerida se puede calcular de la siguiente manera

$$A_{req} = \frac{P}{\sigma} \quad (3.22)$$

Donde

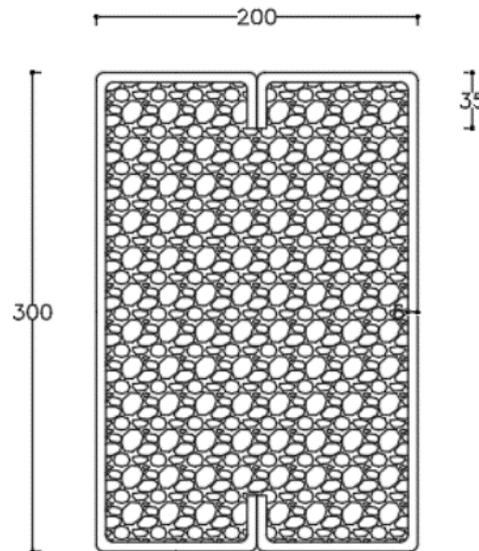
- *Área requerida* A_{req}
- *Carga axial ultima* P
- *Esfuerzo admisible de compresión* σ

$$A_{req} = \frac{26.634 \text{ t} * 10^3}{2000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}} = 12.081 \text{ cm}^2$$

Proponemos una sección de columnas rectangular compuesta por dos correas tipo G de acero ATSM 572 con relleno de hormigón con un área de acero de 36.66 cm^2 .

Figura 29

Columna propuesta para el diseño



Nota. Columna compuesta por dos perfiles G 300x100x5 mm.

3.3 Relación ancho espeso, perfiles compactos

Columnas 300mmx200mm compuestas con hormigón de 21 MPa, según la normativa AISC 360-16 SE calcula mediante la siguiente fórmula

$$\frac{h}{t} \leq 2.42 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

Donde

h = lado mas grande de la columna cuadrada

t = espesor de las paredes del perfil

E = Modulo de elasticidad del acero 200000 MPa

f_y = valor de fluencia del acero 248.51 Mpa

$$\frac{300}{5} = 60 \leq 2.42 \sqrt{\frac{200000MPa}{248.51 Mpa}} = 68.654$$

La columna compuesta se puede considerar compacta

Criterio de compacta no compacta para alas de vigas de principales, según la normativa AISC 360-16 SE calcula mediante la siguiente formula

Perfil compuesto por dos correas G de 250x75x25 mm e=5mm

$$\frac{h}{t} \leq 0.59 \sqrt{\frac{E}{fy}}$$

$$\frac{75}{5} = 15 \leq 0.59 \sqrt{\frac{200000MPa}{248.51 Mpa}} = 15.887$$

Criterio de compacta no compacta para almas de vigas de principales, según la normativa AISC 360-16 SE calcula mediante la siguiente formula.

Perfil compuesto por dos correas G de 250x75x25 mm e=5mm.

$$\frac{h}{t} \leq 1.40 \sqrt{\frac{E}{fy}}$$

$$\frac{250}{5} = 30 \leq 1.40 \sqrt{\frac{200000MPa}{248.51 Mpa}} = 39.717$$

3.4 Carga Sísmica

Cuando hablamos de normas en el tema sísmico, tenemos que hablar sobre el capítulo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC-SE-DS. En esta sección podemos identificar que igual que para las estructuras de hormigón armado, incorporan criterios mediante los cuales se permite diseñar estructuras considerando cargas laterales estáticas equivalentes.

Recordando que según la norma recordemos que de D es la carga muerta total de la estructura

Obtenido la carga muerta total, podemos obtener el cortante basal de esta forma.

$$V = \frac{Zx(I)x(C)}{Rx(\emptyset p)x(\emptyset e)}(W) \quad (3.23)$$

3.4.1 Factor de zonificación.

El sitio donde se construirá la estructura determinará una de las seis zonas sísmicas del Ecuador, caracterizada por el valor del factor de zona Z. De acuerdo con el mapa de zonas sísmicas, el cantón Palanda, se encuentra ubicada en zona sísmica II y le corresponde un factor Z de zona sísmica igual a 0,25 el cual será utilizado en el cálculo estructural para inducir un diseño de sismo.

Tabla 5

Valores del factor Z

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.4	≥ 0.5
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Nota. Información de la NEC, cargas sísmicas.

$$Z = 0.25$$

3.4.2 Sistema Estructural y factor de reducción

Según la normativa ecuatoriana de la construcción para pórticos resistentes a momentos de acero laminado en caliente o con elementos armados de platas el factor de reducción es igual a 8. En retrospectiva, como se sabe existe siempre una complicación al momento de construir, llevando a no garantizar el comportamiento esperado al momento del diseño, por ello utilizamos un R de 6, para cubrir falencias por errores constructivos.

$$R=6$$

3.4.3 *Categoría de edificio y coeficiente de importancia I.*

Según la clasificación dada por la NEC, una estación de bomberos pertenece a edificaciones esenciales, las mismas que tienen como valor de importancia I de 1.5.

$$I=15$$

3.4.4 *Relación de ampliación espectral (η).*

Dicho factor según la normativa nec en el apartado de peligros sísmicos, depende de la ubicación de la zona de estudio, el factor a considerar para quienes se ubican en el Oriente del Ecuador es.

$$\eta=2.60$$

3.4.5 *Configuración estructural de edificio.*

Coefficiente de regularidad en planta. -En la configuración en planta existe solamente la irregularidad por retroceso excesivo en las esquinas. Por ello el coeficiente de regularidad en planta es de $\phi_p=0.9$

Coefficiente de regularidad en planta. -De las irregularidades en elevación se podría considerar la diferencia de la masa entre la primera planta y la planta de techo, pero en este caso la normativa no lo considera. Por ende, se considera una edificación regular $\phi_e=1$

3.4.6 *Coefficientes de perfil de suelo F_a , F_d y F_s .*

Los factores del perfil de suelo dependen del tipo de suelo y del factor de zona. Los factores considerados para la edificación, según el lugar de construcción, se enlistan en la siguiente tabla. Para el área de estudio, mediante un estudio geotécnico, se ha determinado un perfil de tipo D.

Tabla 6*Coefficientes de perfil de suelo*

Nombre	factor	valor	Justificación
Coefficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto	fa	1.4	tabla 3: NEC-SE-DS
desplazamientos para diseño en roca	fd	1.45	tabla 4: NEC-SE-DS
comportamiento no lineal de los suelos	fs	1.06	tabla 5: NEC-SE-DS

El cortante basal se define como:

$$V = 0.281 (W)$$

3.5 Análisis y diseño de cubierta.

la separación entre largueros de la cubierta o correas es de aproximadamente 1m, por ende para el diseño se utiliza un área colaborante (A_c) de cubierta igual a 1 m².

3.5.1 Cargas

3.5.1.1 Cargas muertas

- Dura techo económico 0.25

$$P_{techo} = 2.7 \frac{kg}{m^2} \quad (3.24)$$

- Carga de techo lineal

$$P_{techo_lineal} = P_{techo} * A_c = 2.7 \frac{kg}{m^2} * 1 m^2 = 2.7 \frac{kg}{m} \quad (3.25)$$

- Asumiremos un perfil tubular de 50x100 e:2mm con un peso lineal de

$$P_{perfil} = 4.63 \frac{kg}{m} \quad (3.26)$$

3.5.1.2 Cargas vivas

- Carga para cubiertas planas NEC

$$P_{viva} = 70 \frac{kN}{m^2} \quad (3.27)$$

- Carga viva lineal

$$P_{viva_lineal} = P_{viva} * Ac = 71.38 \frac{kg}{m^2} * 1 m^2 = 71.38 \frac{kg}{m} \quad (3.28)$$

3.5.1.3 Carga de lineal factorada Wu

- En dirección de x

$$Dx = (P_{techo} + P_{perfil}) * \cos(15) = 5.569 \text{ kg/m} \quad (3.29)$$

$$Lx = P_{viva_lineal} * \cos(15) = 71.38 \frac{kg}{m} * \cos(15) = 54.227 \text{ kg/m}$$

$$Wux = 1.2 * Dx + 1.6 * Lx = 1.2 * 5.569 \frac{kg}{m} + 1.6 * 54.227 \frac{kg}{m} = 0.103 \text{ ton/m}$$

- En dirección de y

$$Dy = (P_{techo} + P_{perfil}) * \sen(15) = 4.767 \text{ kg/m} \quad (3.30)$$

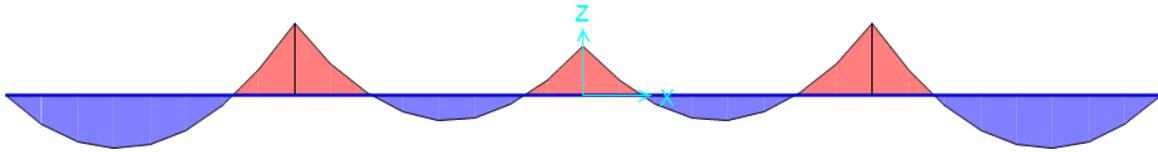
$$Ly = P_{viva_lineal} * \sen(15) = 71.38 \frac{kg}{m} * \sen(15) = 46.418 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} Wuy &= 1.2 * Dy + 1.6 * Ly = 1.2 * 4.767 \text{ kg/m} + 1.6 * 46.418 \text{ kg/m} \\ &= 0.088 \text{ ton/m} \end{aligned}$$

3.5.2 Análisis de viga continua simplemente apoyada en sap200

Figura 30

Correa simplemente apoyada



Para la dirección en x y tenemos un valor un momento de diseño como el siguiente
los resultados a detalle se explicarán en las hojas de cálculos en anexos

$$M_{ux} = 0.17246 \text{ ton} * m$$

$$M_{uy} = 0.1437 \text{ ton} * m$$

3.5.3 Cálculo de modulo plástico

Con la utilización de la ecuación de módulo de sección utilizada en prediseño calculamos el módulo requerido en ambas direcciones para comparar.

$$Z_{x_{req}} = \frac{M_u}{\phi b * f_y} = \frac{0.172461 \text{ t} * m * 10^5}{0.9 * 2534 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 6.86 \text{ cm}^3 \quad (3.31)$$

$$Z_{y_{req}} = \frac{M_u}{\phi b * f_y} = \frac{0.1437 \text{ t} * m * 10^5}{0.9 * 2534 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 5.17 \text{ cm}^3 \quad (3.32)$$

Comparamos con los módulos de sección del tubo rectangular 50x100 e=2 mm propuesto al inicio. El módulo plástico en x es iguala a 19.016 cm² y en y 11.716 cm², valores mayores a los requeridos. Puesto que existe una inclinación de 15 grados de plano centra del perfil x y y es necesario comprobar que el perfil cumpla por los efectos de las cargas inclinadas.

3.5.4 Flexo simetría.

$$\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} < 1$$

Donde M_{cx} y M_{cy} es el momento de admisible en los ejes x y y respectivamente
 mientas M_{ry} y M_{rx} son los momentos requeridos en los ejes x y y

$$M_{cx} = \phi b * f_y * Z_x = 0.9 * 2534 \frac{kg}{cm^2} * 19.016 cm^3 = 0.48 ton * m$$

$$M_{cy} = \phi b * f_y * Z_y = 0.9 * 2534 \frac{kg}{cm^2} * 11.716 = 0.295 ton * m$$

Obtenemos que:

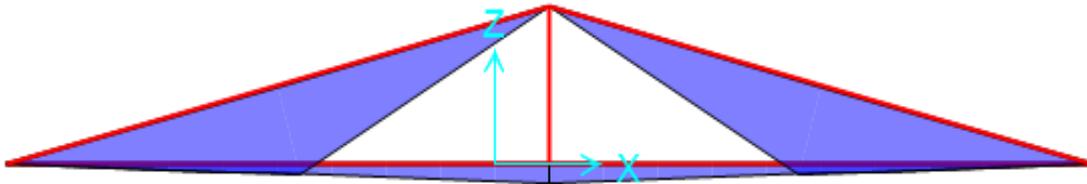
$$\frac{0.17246 ton * m}{0.1437 ton * m} + \frac{0.48 ton * m}{0.295 ton * m} = 0.849 < 1$$

Cumple la condición

Para las vigas de cubierta hacemos un análisis de en sap200 con la carga distribuida

Figura 31

Momentos sobre la cubierta análisis



El equivalente a las reacciones de las correas sobre la misma.

De lo cual obtenemos que

$$M_u = 0.79951 ton * m$$

El factor de modulo plástico es igual a:

$$Z_{req} = \frac{M_u}{\phi b * f_y} = \frac{0.79951 * m * 10^5}{0.9 * 2534 \frac{kg}{cm^2}} = 31.803 cm^3$$

Para cual proponemos una sección tubular rectangular de 150 x 50 mm e=3 mm con un módulo de sección 36.116 cm³

3.6 Análisis estructural en ETABS.

3.6.1 Materiales

Para elección de los materiales se consultó las especificaciones técnicas de los perfiles con mayor facilidad de obtención en el mercado.

Tabla 7

Especificaciones técnicas de los materiales en los elementos

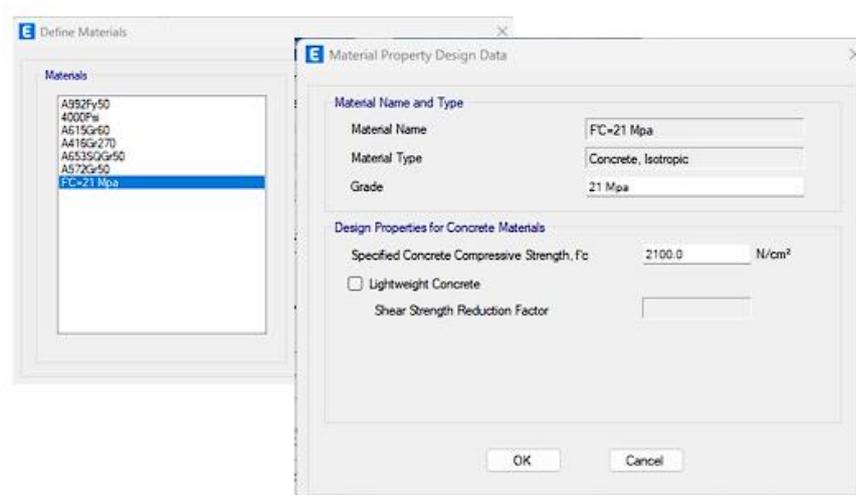
Material	Especificaciones	Módulo de elasticidad (MPa)	Esfuerzo de fluencia (fy) (MPa)	Esfuerzo mínimo especificado (fu) (MPa)	Factor de fluencia probable (ry)	Factor de tensión probable (rt)
Acero	A572 Gr50	2.00E+05	337.8	448.2	1.1	1.25
Acero	A36	2.00E+05	248.2	399.9	1.3	1.15
Acero galvanizado	ASTM A653 G90	2.00E+05	272.0	380.0		
Concreto	F'c=21 Mpa	1.79E+04				

Nota: Esta tabla se realizó con referencia a la normativa NEC-SE-AC y las especificaciones de la AISC-360.

Los materiales resumidos en la tabla anterior son ingresados al programa de Etabs para el análisis estructural.

Figura 32

Asignación de los materiales en Etabs



3.6.2 Elementos estructurales

En la siguiente tabla se nombran los elementos utilizados para el modelado en ETABS, debido las restricciones del programa algunos elementos obtenidos en el prediseño se sustituirán con elementos con similitud estructural.

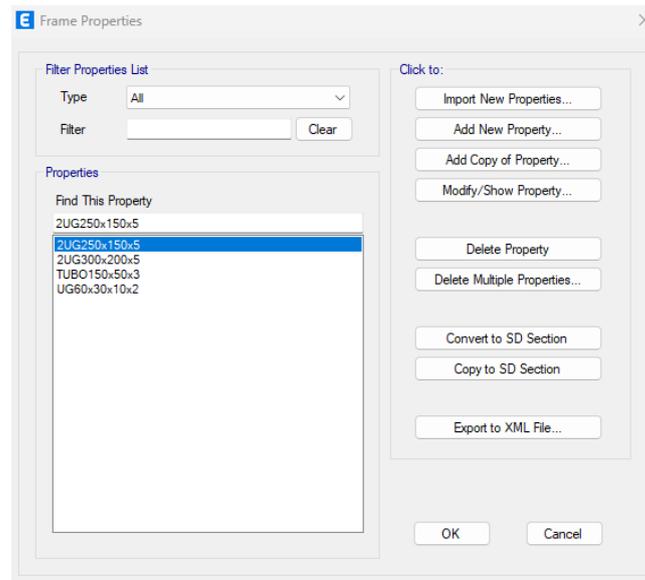
Tabla 8

Resumen de elementos a designar en el Etabs

Elemento	Acero	Concreto	Descripción	
			Denominación	e (mm)
Columnas	A572Gr50	f'c=21 Mpa	PTE 200X150	5
Vigas principales	A572 Gr50	-	PTE 250x75	5
Vigas secundarias	A572 Gr50	-	Tubo est. 2x6 (50x150)	3
Cubierta	A36	-	Tubo est rect (50x100)	2
Losa colaborante	ASTM A653 G90	-	Lamina steel- deck	0.76

Figura 33

Definición de materiales en Etabs



Para la modelación en es necesario corregir la rigidez de columna cuadrada con núcleo de hormigón mediante la siguiente ecuación propuesta por la AISC 360-10.

La rigidez efectiva de una sección compuesta es (EI_{eff})

$$EI_{eff} = E_a I_a + E_{sr} I_{sr} + C E_{cr} I_{cr} \quad (3.33)$$

Donde

E_a = Módulo de elasticidad del acero estructural

I_a =Inercia del acero estructural

E_{cr} =Módulo de elasticidad del concreto

I_{cr} =Inercia del acero estructural

E_{sr} =Módulo de elasticidad del acero de refuerzo

I_{sr} =Inercia del acero de refuerzo

C= coeficiente de rigidez efectiva

$$C = 0.6 + 2 * \left(\frac{A_s}{A_{cr} + A_s} \right) \leq 0.9 \quad (3.34)$$

Con la utilización de estas fórmulas obtenemos que $C=0.736$ y con la ayuda de la ecuación anterior obtenemos los valores de las inercias efectivas tanto en x como en y con la aplicación de la ecuación anterior obtenemos las siguientes inercias efectivas

$$I_{eff\ x} = 6.03E + 07\ mm^4$$

$$I_{eff\ y} = 2.97E + 07\ mm^4$$

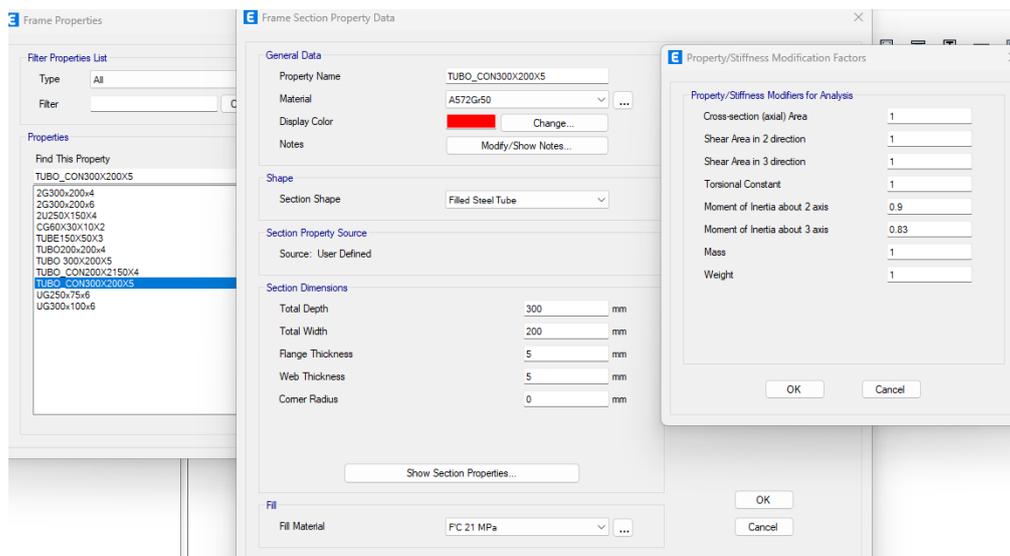
Definición de secciones

En la opción definir definimos las secciones a utilizar detalladas en la tabla de resumen de secciones, para ello mostraremos el ejemplo de una columna.

Definición de columna cuadrada rellena de concreto

Figura 34

Definición de columna cuadrada rellena de concreto



Nota. Se introduce todos los valores resumidos en la tabla

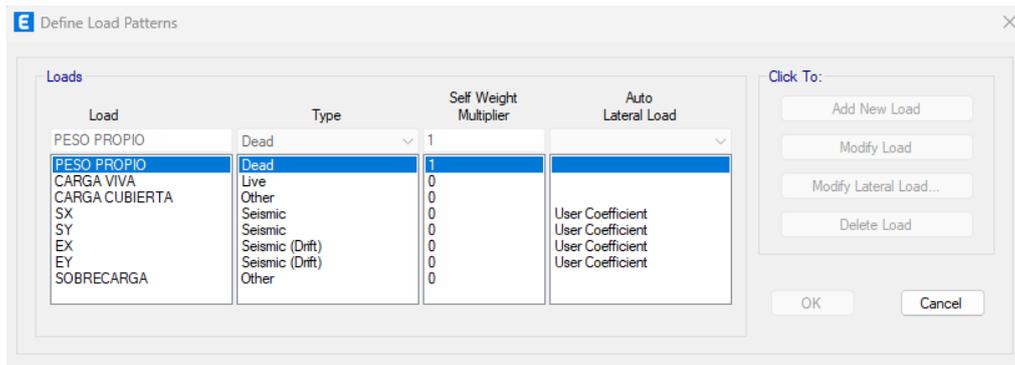
La inercia efectiva se calcula para obtener los factores de modificación de la inercia calculada automáticamente por el software. Estos factores son el resultado de la división del valor mostrado por el programa y la inercia efectiva calculada, por ello tenemos a 0.90 para x, y 0.83 para y.

3.6.3 Cargas

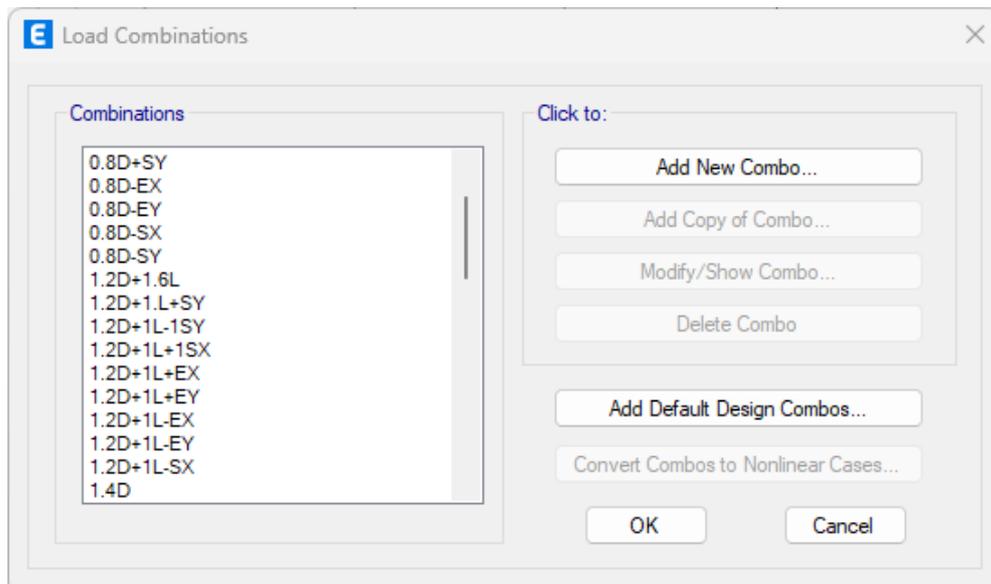
Las cargas por utilizar en el modelado Etabs son las siguientes en las que se encuentra dividida el peso muerto en dos, un peso propio calculado automáticamente por el programa y la sobrecarga, o el peso extra, respecto a instalaciones a instalaciones, paredes y pisos.

Figura 35

Definición de cargas



Las combinaciones de carga introducidas al programa están basadas en las combinaciones pedidas por la NEC y la envolvente.

Figura 36*Combinación de cargas*

Se crearon dos tipos de cargas sísmicas estática S y la carga sísmica dinámica E, la primera se relaciona mediante un factor c , el mismo que se calcula con las fórmulas del capítulo anterior donde $c=0.281$ es decir el factor que acompaña al cortante basal. A su vez el espectro dinámico depende del espectro de respuesta, para ello se crea un espectro de respuesta en el etbas, con las asignaciones acorde a nuestro proyecto.

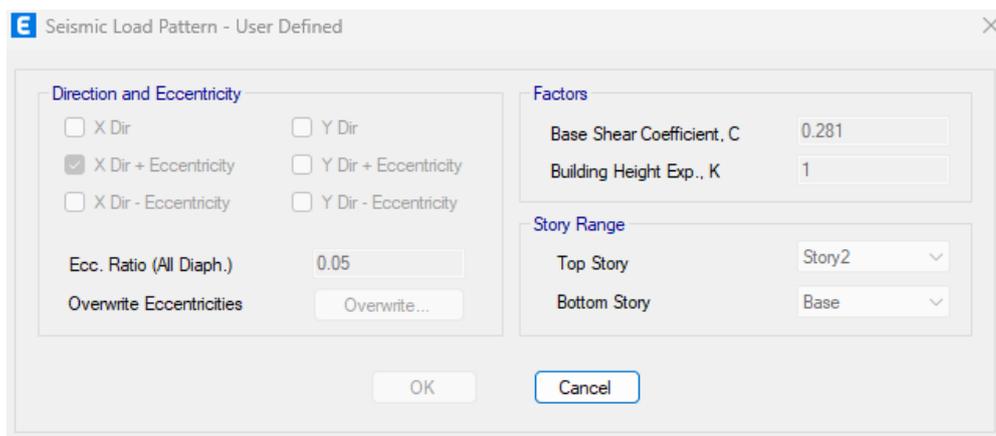
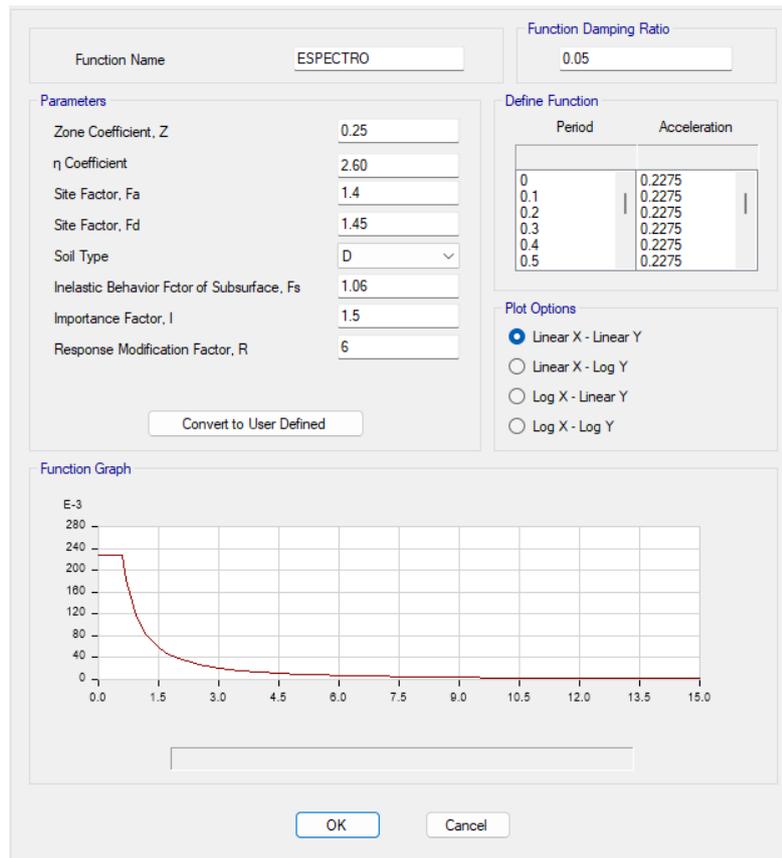
Figura 37*Carga sísmica estática S_x* 

Figura 38

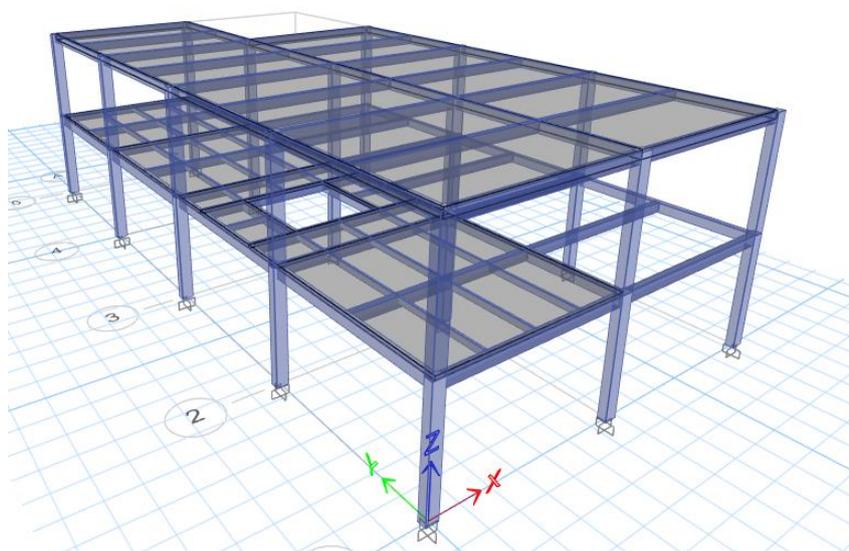
Espectro de respuesta creado en Etabs



Una vez definidas los materiales y elementos que constituirán nuestro modelo, se crea el modelo en Etabs según la distribución estructural determinado por los planos estructurales y arquitectónicos.

Figura 39

Vista 3d del modelo creado en Etabs



Una vez terminado el modelado, asignamos las cargas calculadas con anterioridad en cada uno de los elementos. Distribuidas en planta como en la planta de cubierta. a continuación, se mostrará un resumen de las cargas por planta sin tomar en cuenta el peso propio, dado que el software lo calcula automáticamente.

Tabla 9

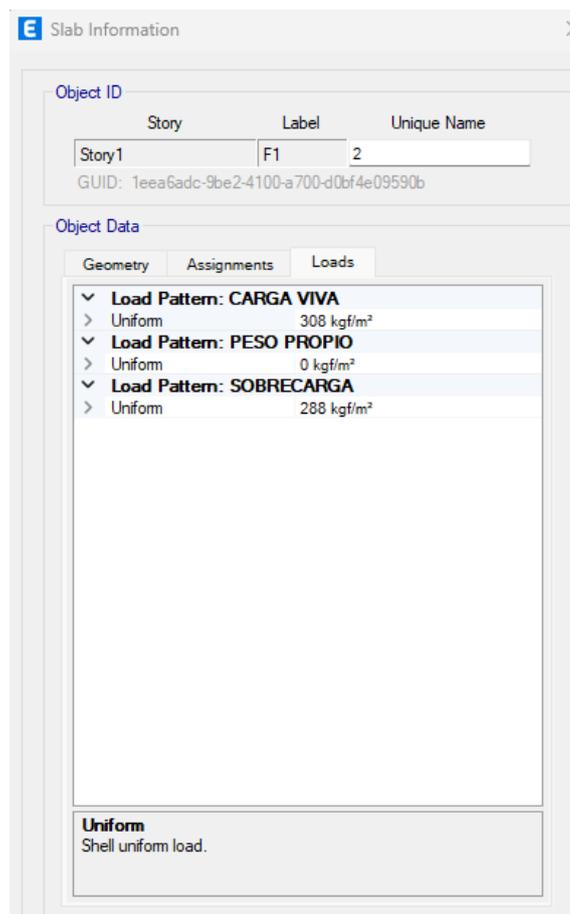
Cargas consideradas

	Cargas muertas	Cargas vivas
PRIMERA PLANTA	kg/m ²	kg/m ²
Enlucido y Masillado	44	
recubrimiento piso	44	
Mampostería	200	200
tumbado	20	
Total sobrecarga	308	
PLANTA CUBIERTA		
tumbado	20	
Peso cubierta	11	
Enlucidos (10%)	4.4	70
Mampostería (10%)	20	
total sobrecarga	55.4	

En la cubierta se ha considerado un peso del 10 % en elucido y mampostería, porque siempre se busca cubrir los espacios vacíos de la inclinación de la cubierta con la continuación de la pared.

Figura 40

Cargas asignadas a la losa de la primera planta

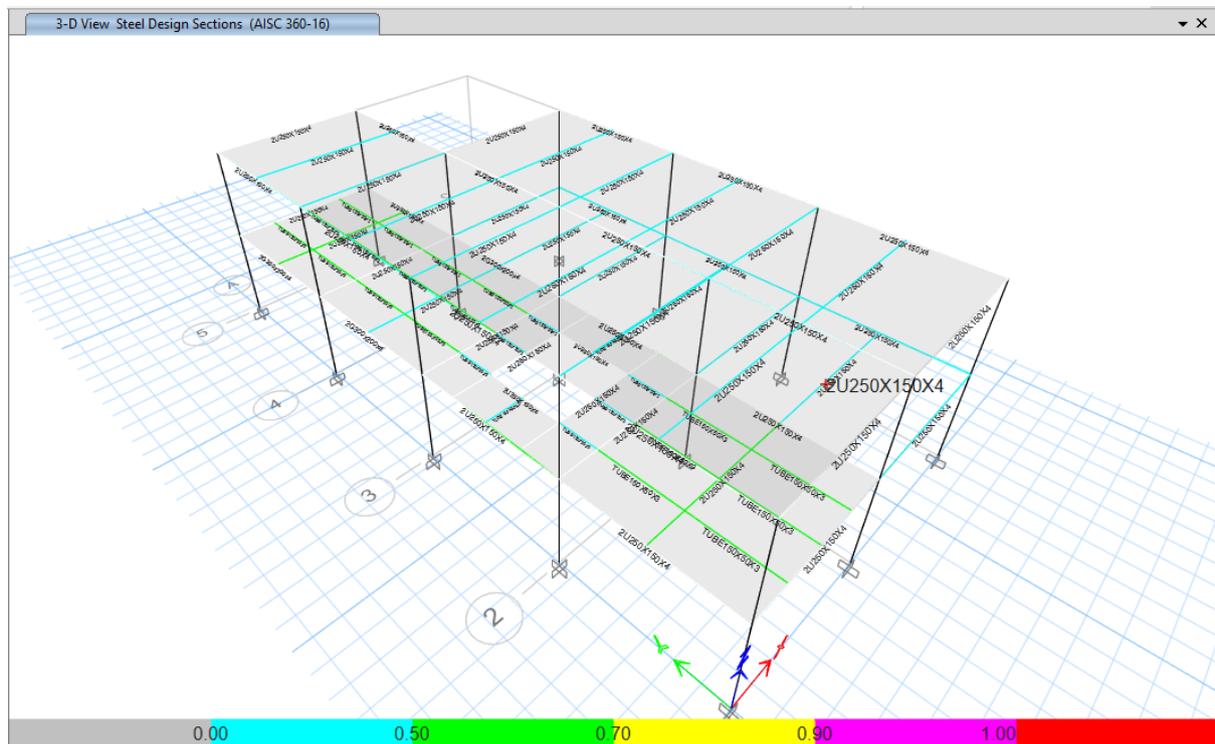


Con la herramienta diseñar de programa, verificamos el cumplimiento de los distintos elementos para las disposiciones del código AISC 360-16, para una estructura que se comporta como OMF, con un factor de reducción $R=3$ calculado expuesto con anterioridad.

3.6.4 Análisis de resultados

Figura 41

Ventana de verificación de las vigas principales, secundarias y viguetas.

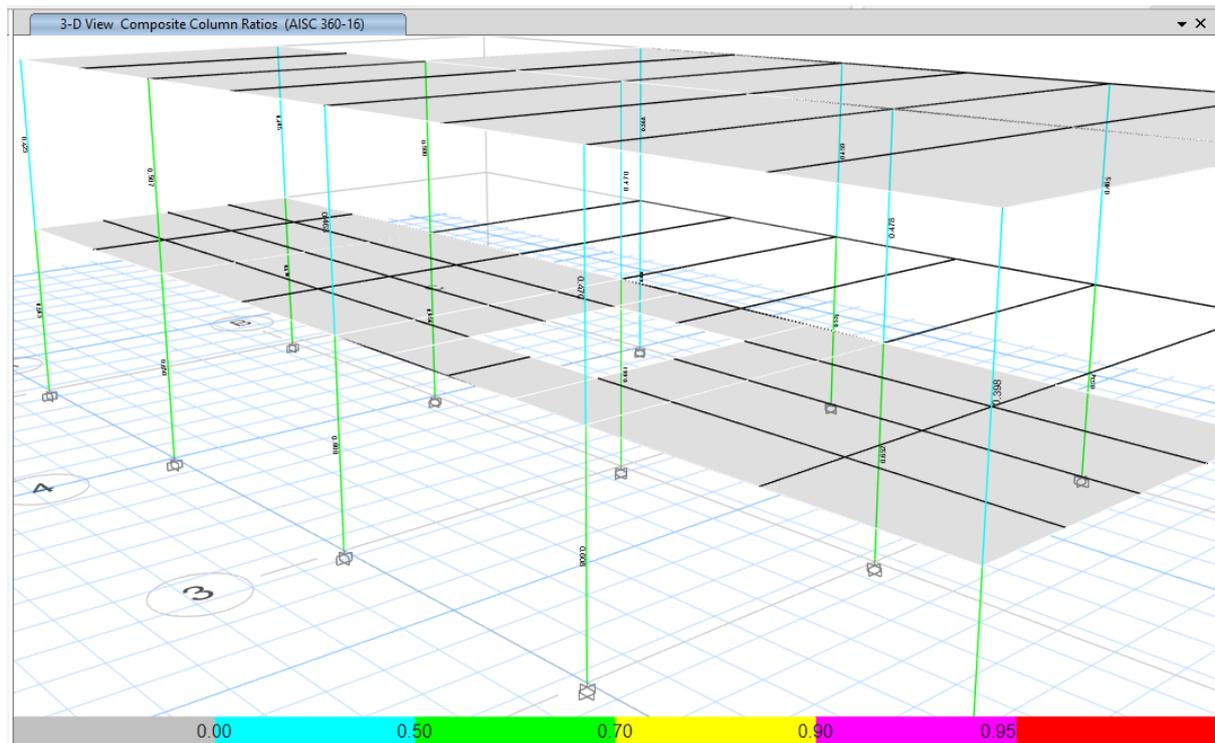


Nota. Gráfico proporcionado por el software Etabs

El programa de análisis estructural utiliza una escala grafica de colores mostrar los resultados de las diferentes verificaciones, siendo el color rojo, la advertencia de no cumplimiento de un elemento. Las vigas estructurales cumplen con los condicionamientos de previsto en la AISC-360-16.

Figura 42

Ventana de verificación de las columnas compuestas

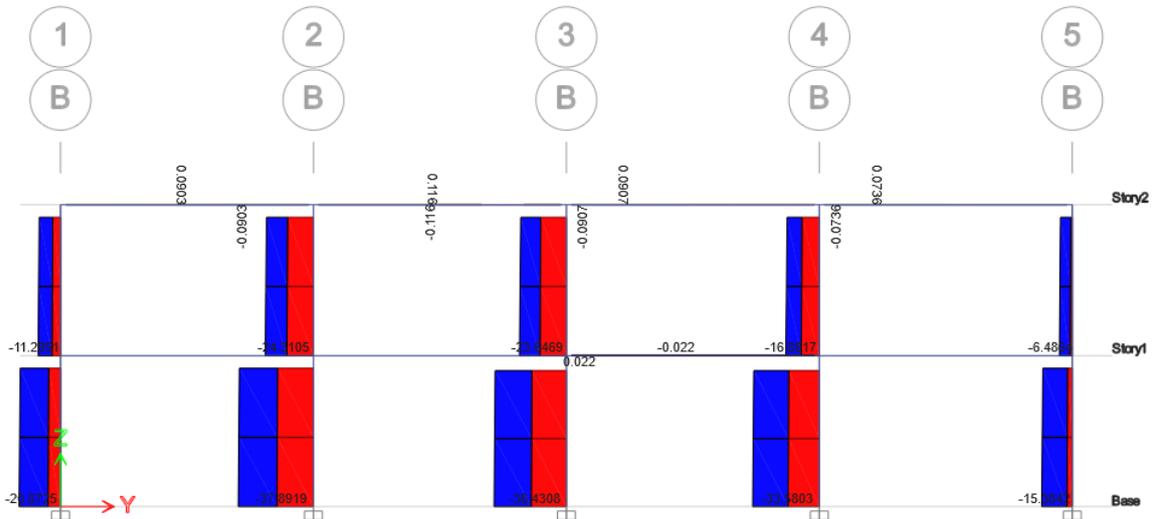


Nota. Gráfico proporcionado por el software Etabs

De manera similar a las verificaciones de la viga se configura el Etabs con las especificaciones del AISC360-16 para columnas compuestas, a su vez, no existe miembro bajo alerta de no cumplimiento.

Figura 43

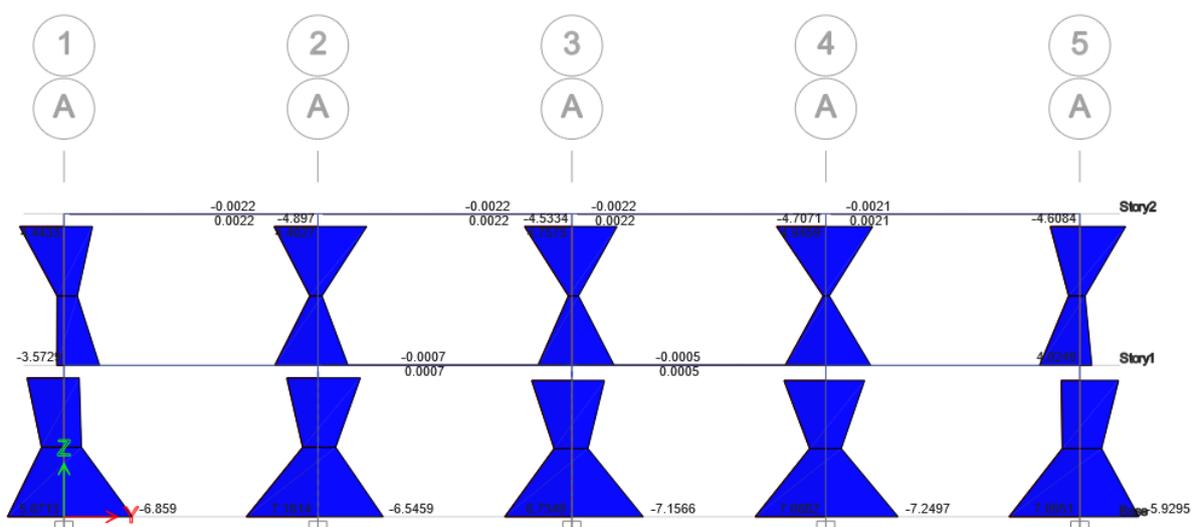
Fuerzas axial resultantes máximas de envolvente



La carga máxima *registrada se encuentra en la columna 2B de la planta baja con un valor de 37.89 toneladas, este valor será tomado como base para los cálculos de zapata centra.*

Figura 44

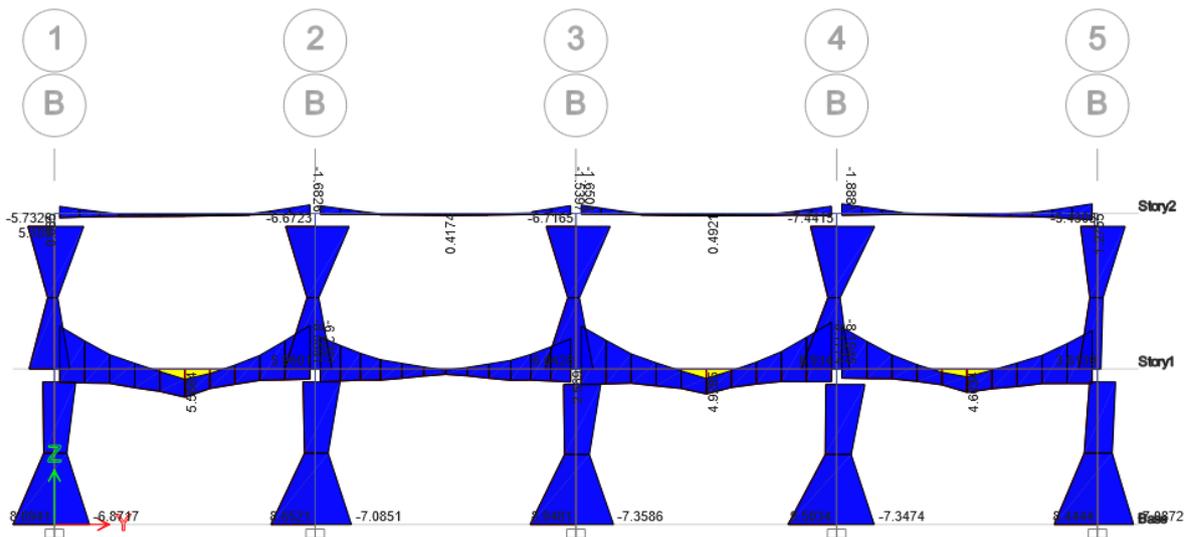
Momento en Y resultantes máximas de la envolvente



De manera similar el máximo momento registrado en dirección de y esta ubicado en la columna A2 con un valor de 7.18 ton*m. y un cortante de 4.16 ton.

Figura 45

Momento en X resultantes máximas de la envolvente



En la columna 2B se encuentra el máximo valor registrado de momento en la dirección del eje x, con un valor de 8.65 ton*m y un valor de cortante de 8.65 ton

3.6.5 Análisis de derivas

Con el fin de evaluar la estabilidad de la estructura medimos las derivas de entrepiso, el valor máximo de permitido por la normativa ecuatoriana es del 1% de la altura de entrepiso.

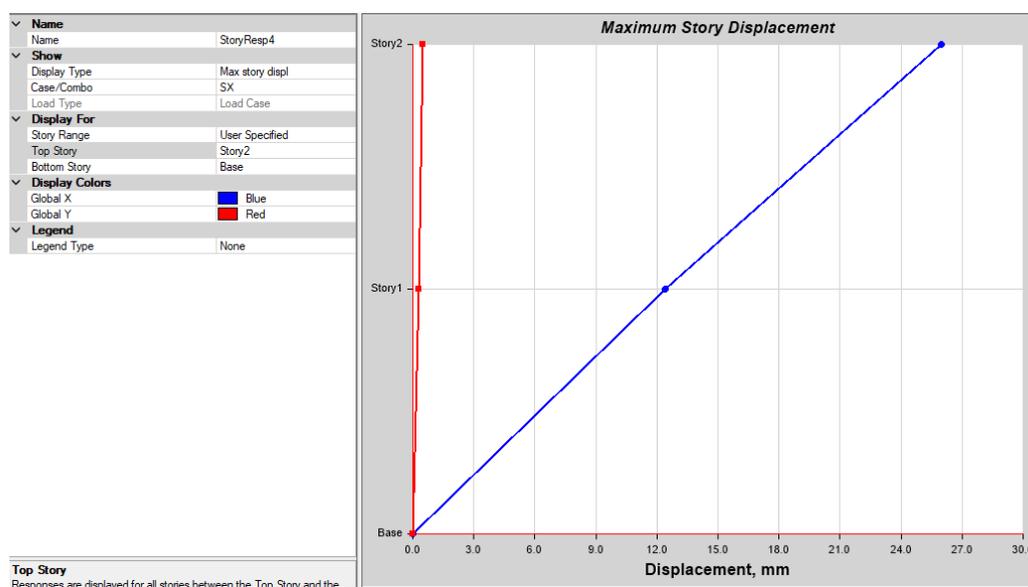
Es decir

$$\Delta i \leq 0.01 h_i \quad (3.35)$$

Donde

Δi = diferencia de desplazamiento de entre pisos

h_i = altura de entrepiso

Figura 46*Deriva de entrepiso sismo Ex*

Nota. Se utiliza las derivas respecto al sismo linear en Sx porque son mayores que los desplazamientos por el sismo elástico Ex.

Tabla 10*Derivas de pisos para sismo en x*

Piso	Altura de entrepiso (mm)	Desplazamiento en x (mm)	Desplazamiento en y (mm)	Δi_x	Δi_y
Primer piso	3000	12.41	0.31	0.41%	0.01%
Segundo piso	3000	25.98	0.512	0.45%	0.01%

Como se puede observar la edificación cumple con lo requerido por norma respecto al desplazamiento permisible. Ninguno de las derivas de entrepiso está por encima del 1% de la altura de entrepiso, siendo el máximo el 0.5%.

Figura 47*Derivas de pisos para sismo en Y***Tabla 11***Derivas de pisos para sismo en Y*

Piso	Altura de entrepiso (mm)	Desplazamiento en x (mm)	Desplazamiento en y (mm)	$\Delta i x$	$\Delta i y$
Primer piso	3000	17.55	3.72	0.59%	0.12%
Segundo piso	3000	34.46	9.27	0.56%	0.19%

En contraste con el con las derivas calculadas anteriormente, etas son un poco más grandes, en conclusión, tiene más efecto el sismo en la dirección y. Además, las derivas calculadas en la dirección de y no sobrepasan el 1 % permitido por normativa. En conclusión, la estructura es estable.

3.7 Diseño de Zapata aislada.

Se inicia con un pre-dimensionamiento utilizando la fórmula de capacidad de carga de Terzaghi para despejar las dimensiones de capacidad de carga.

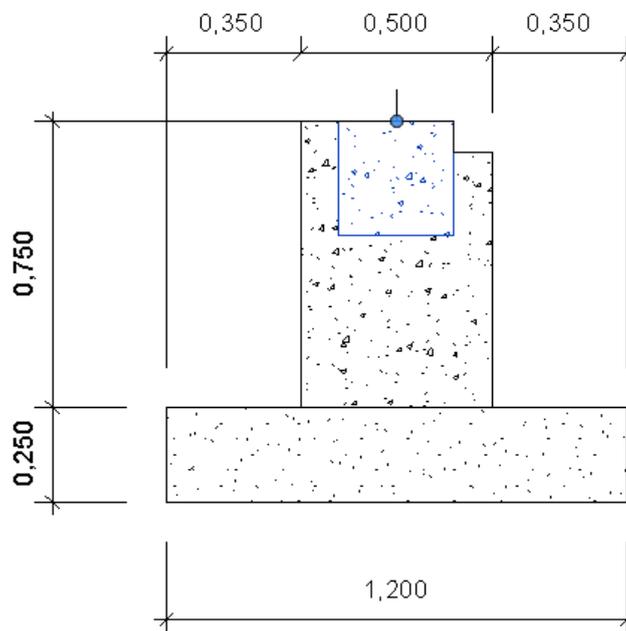
Tabla 12

Dimensión inicial de las zapatas

Pre-dimensionamiento	
B	1,20

Figura 48

Prediseño de zapata



Calculamos la capacidad de carga mediante las teorías de capacidad de Vesic y Meyerhof.

Tabla 13*Factores Método de Vésic*

VESIC	
factores de vesic	
γ'	20,11
N_c	5,14
N_q	1,00
N_γ	0,00
factor de forma	
S_c	1,195
S_q	1,000
S_γ	0,600
Factor de profundidad	
d_c	1,200
d_q	1,000
d_γ	1,000
factor de inclinación	
i_c	1
i_q	1
i_γ	1
Factores de taludes	
g_c	1
g_q	1
Factor de inclinación base	
b_c	1
b_q	1
q último	
206,69	kPa

Tabla 14*Factores Método de Meyerhof*

MEYERHOFF	
factores de vesic	
γ'	20,11
N_c	5,14
N_q	1,00
N_γ	0,00
factor de forma	
S_c	1,20
S_q	1,00
S_γ	1,00
Factor de profundidad	
d_c	1,100
d_q	1,000
d_γ	1,000
factor de inclinación	
i_c	1
i_q	1
i_γ	1
Factores de taludes	
g_c	1
g_q	1
Factor de inclinación base	
b_c	1
b_q	1
q ultimo	
190,94	kPa

3.7.1 Teoría de capacidad de carga Meyerhof.

$$q_{ult} = c'N_c s_c d_c i_c + qN_q s_q d_q i_q + 0.5\gamma B N_y s_y d_y i_y \quad (3.36)$$

3.7.2 Teoría de carga Vesic.

$$q_{ult} = c'^{N_c} s_c d_c i_c g_c b_c + qN_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5\gamma B N_y s_y d_y i_y g_y b_y \quad (3.37)$$

Con la utilización del factor de seguridad igual a 3 según la normativa. Comparamos su resistencia.

El factor de seguridad considerado según la normativa ecuatoriana NEC ES DE 1.5 para cargas de diseño donde se considera la carga viva, muerta y los efectos de sismo.

Tabla 15

Resistencia ultima sin relleno

Resistencia ultima sin relleno		Cumple
qdiseño	313.60	
qult.vesic	199.63	NO
qult,meywr	181.23	NO
FS	1.5	

Como el suelo por sí solo no puede cumplir con la carga, se procede a crear una capa de relleno con las siguientes características.

Tabla 16*Datos capa de relleno*

Relleno		
H	1,00	
c	0,00	
Ø	30,00	°
y	19	kPa
Calcular y'		y'
Nf<=df	NO	0,00
DF<Nf<Df+B	NO	0,00
Nf>Df+B	SI	19,00

Aplicando la teoría de carga de Meyerhoff y Hanna para el caso de suelo fuerte sobre suelo débil en la condición de suelo granular denso sobre arcilla arenosa blanda.

$$q_{u,2} = 5.14c_{u,2}s_c + y_1(D_f + H) \quad (3.38)$$

$$q_u = 5.14c_{u,2}s_c + y_1H^2 \left(1 + \frac{B}{L}\right) \left(1 + \frac{2D_f}{H}\right) \frac{K_s \tan \phi' 1}{B} + y_1D_f \quad (3.39)$$

$$q_u \leq y_1D_f N_{q,1} s_q + \frac{1}{2} y_1 B N_{y,1} s_y \quad (3.40)$$

Tabla 17*Resistencia ultima en zapata*

qu,2=	205.78	qu,2=	205.78
qu=	462.70	qu=	525.77
qumax	804.69	qumax	855.11

En el cálculo de excentricidad, todas las zapatas son centradas, por ende, la excentricidad es cero.

3.7.3 Comprobación de capacidad de carga Zapata

Tabla 18

Datos iniciales de zapata

DATOS INICIALES	
ZAPATA	
Zapata cuadrada	
B [m]	1,2
L = B [m]	1,2
espesor [m]	0,25
Df [m]	1,00

3.7.4 Capacidad de carga Zapata

Tabla 19

Relleno Zapata

Resistencia ultima sin relleno		Cumple
qdiseño	313.60	
qult.vesic	199.63	NO
qult,meywr	181.23	NO
FS	1.5	
Resistencia ultima con relleno		Cumple
vesisc	462.70	OK
Meyerhoff	525.77	OK
por excentricidad		
vesisc		OK
Meyerhoff		OK

3.8 Análisis de resultado

Con la finalidad de cumplir con los requisitos del previstos por el cliente para la edificación de la estación de bomberos del cantón Palanda , se diseñó una estructura metálica con perfiles comerciales, para la constitución de elementos como vigas principales, secundarias, y viguetas, las mismas que fueron diseñadas en este capítulo. Para las columnas se propuso del tipo compuesta entre perfiles tipo g con relleno interior de hormigón armado. El diseño cumple con los requerimientos de las normativas NEC y AISC 360-16 . Según el tipo de suelo que constituyen nuestra área de estudio, se propuso el diseño de zapatas aisladas las mismas que cumplen con transmitir las cargas verticales al suelo. La estructura metálica cumple con las condiciones de resistencia y servicio, con el beneficio de permitir ampliaciones de nuevas áreas constructivas en su posteridad, según sea conveniente.

3.8.1 Metodología BIM

Se planteo la utilización de la utilización de la metodología BIM para este proyecto por los siguientes beneficios.

- **Colaboración y coordinación entre los equipos de diseño.**

Paga la colaboración de entre las personas destinadas al diseño del proyecto se creó un sistema de archivos en la nube mediante la utilización de la herramienta de tremble Connect que permite administrar, designar, gestionar tareas dentro de un proyecto. Esta herramienta permite la colaboración entre integrantes en diferentes localidades. Además, sincronizar los cambios realizados por los implicados del proyecto según sean sus asignaciones.

Figura 49

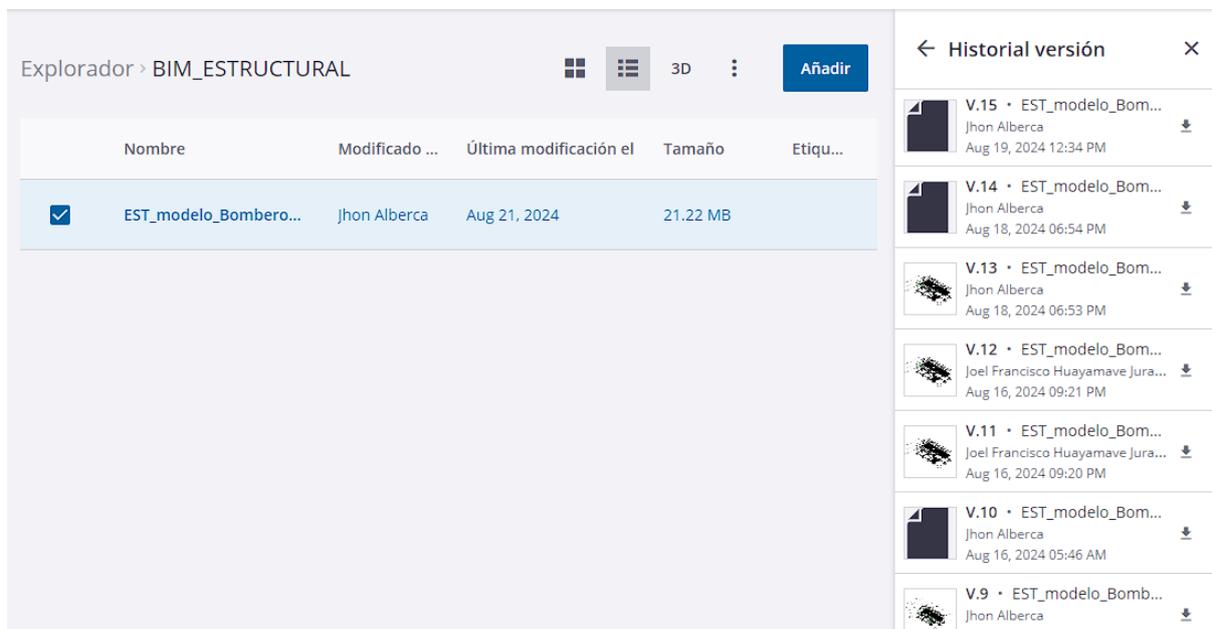
Sistema de carpetas en la herramienta web de trimble connect.



La herramienta también guarda las diferentes versiones realizadas por los involucrados en el proyecto, si es necesario acceder a una de estas por error o cambios mal referenciados.

Figura 50

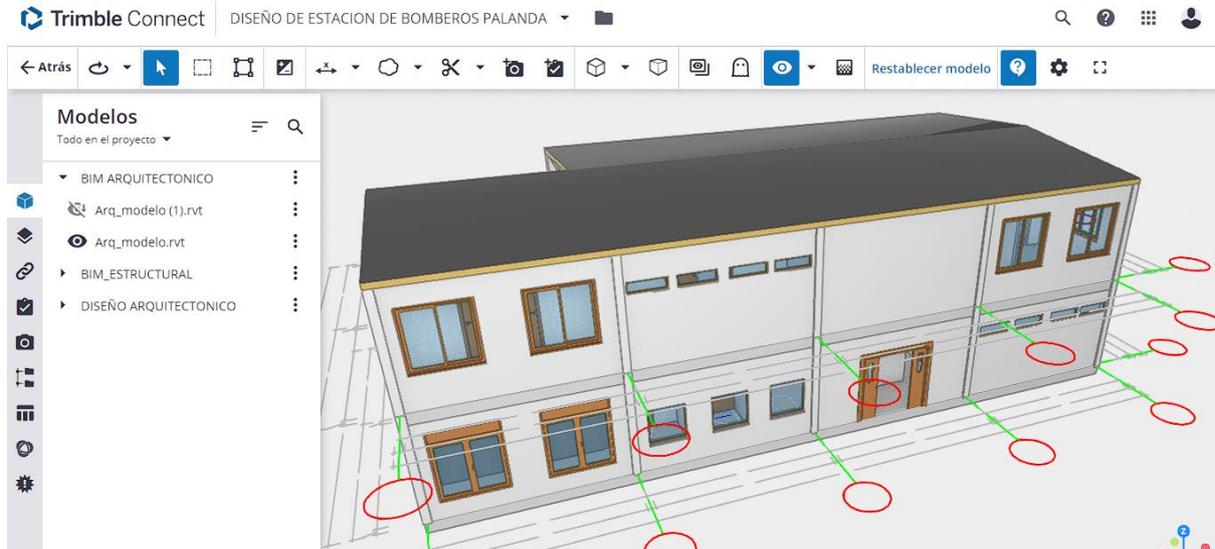
Versiones anteriores del modelo estructural



Además, también tiene la facilidad de acceder a vistas en 3d para la revisión de cambios realizados en el proyecto.

Figura 51

Visualizador 3d de trimble connect, Modelo arquitectónico.



- **Creación de modelos digitales detallados.**

En el presente proyecto se trabajaron en dos disciplinas de la construcción, la parte arquitectónica y la estructural. Se modeló el diseño arquitectónico según las especificaciones propuestas por el cliente. En base al modelo arquitectónico se basó el desarrollo de apartado estructural, para elaborar el segundo modelo se vincularon los dos modelos para si respetar dimensiones, disposiciones de elementos estructurales.

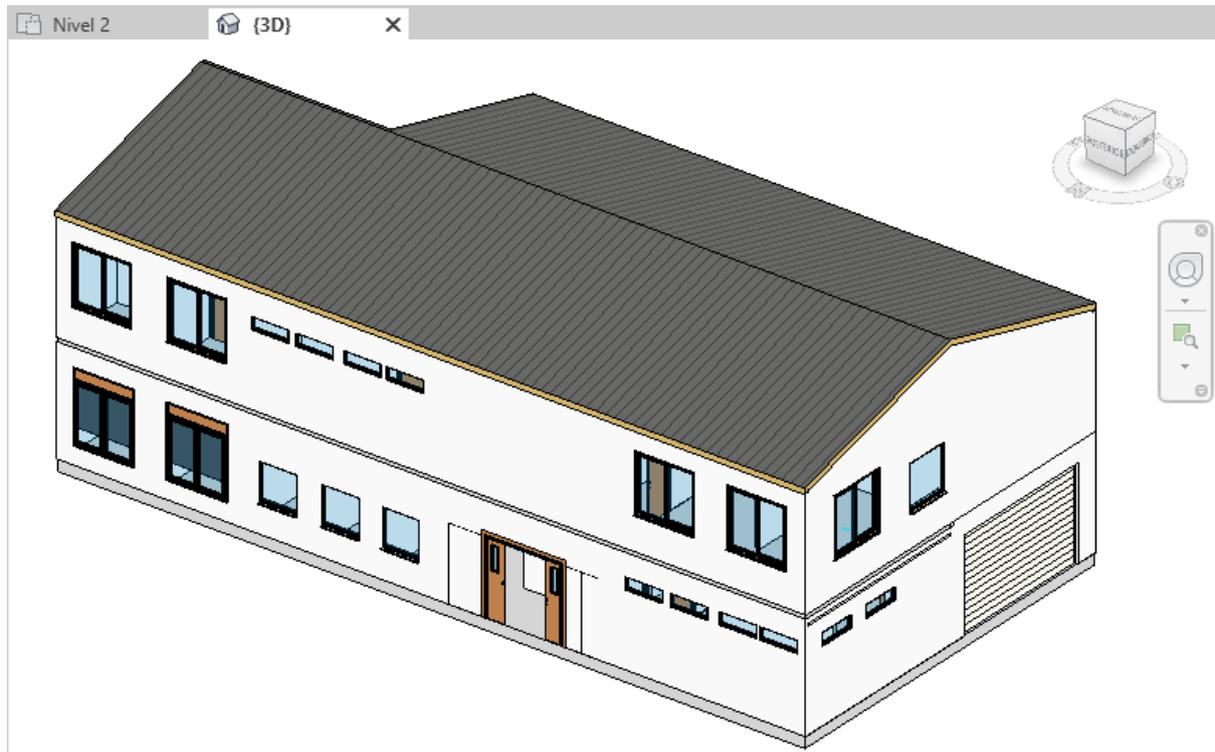
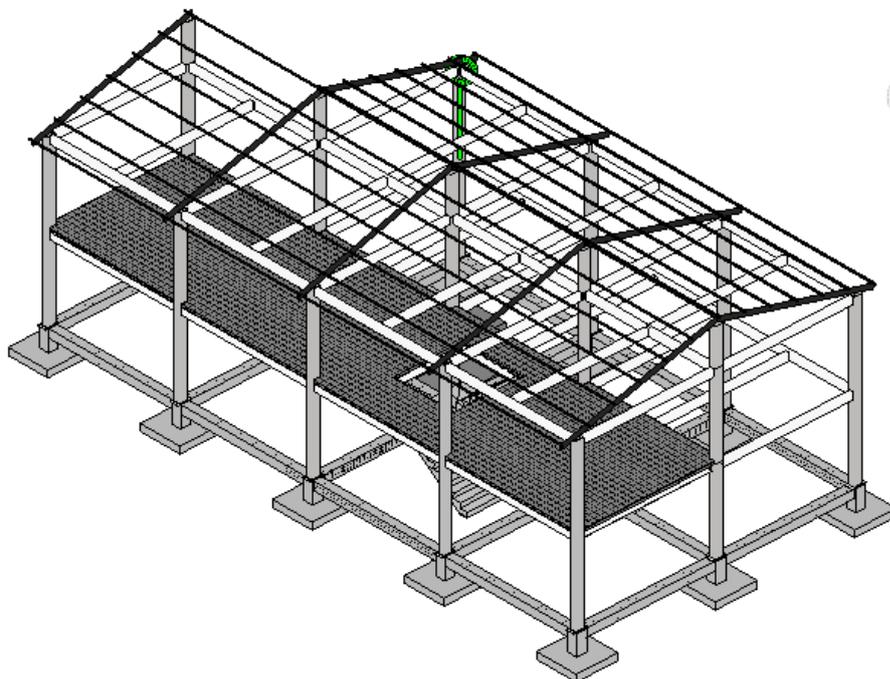
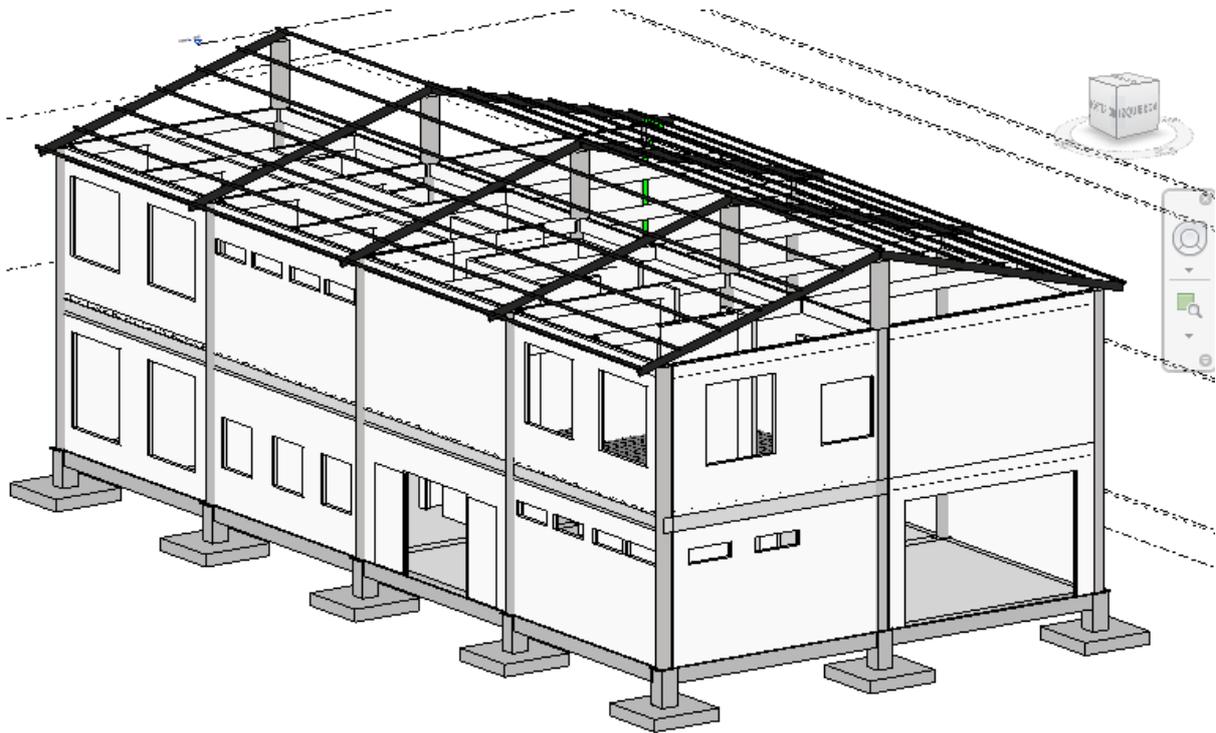
Figura 52*Modelo arquitectónico***Figura 53***Modelo Estructural*

Figura 54

Visualización la coincidencia de modelos mediante vínculos



Entre los beneficios es el de la creación de modelos de este tipo son las propiedades, detalles de cada uno de los elementos estructurales. En su posteridad será beneficioso, ya sea para el desarrollo de análisis de rendimiento energético o cálculo de volúmenes de obra.

3.9 Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas incluyen todas las instrucciones necesarias para realizar los aspectos definidos del proyecto, describiendo los procesos y requisitos en cada una de sus fases.

RUBRO: LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO**1. DESCRIPCIÓN**

Consiste en la remoción manual de maleza, árboles, desperdicios y otros materiales del área de trabajo, asegurando que esté libre de elementos que interfieran con la ejecución de la obra. Incluye la limpieza total del terreno.

Unidad: Metro cuadrado (m²).

Materiales mínimos: Ninguno.

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra mínima calificada: Categoría E2.

2. CONTROL DE CALIDAD, REFERENCIAS NORMATIVAS,**APROBACIONES****2.1. REQUERIMIENTOS PREVIOS**

Reconocimiento del terreno para la edificación.

Precauciones para evitar daños a propiedades vecinas.

Selección y cuidado de árboles que se conservarán; trasplante de aquellos que obstaculicen los trabajos según la fiscalización.

Definir los límites del área a limpiar, según planos o indicaciones de la fiscalización.

2.2. DURANTE LA EJECUCIÓN

Verificación de la correcta ejecución de los trabajos.

Los materiales retirados que puedan reutilizarse serán almacenados en un sitio determinado.

Traslado continuo de materiales retirados para su desalojo.

Verificación del mantenimiento de los árboles conservados.

2.3. POSTERIOR A LA EJECUCIÓN

Aprobación de los trabajos bien ejecutados.

Mantenimiento del terreno libre de escombros y maleza.

Cuidado continuo de los árboles conservados.

3. EJECUCIÓN Y COMPLEMENTACIÓN

Una vez delimitada el área, se procederá a cortar, desenraizar y retirar vegetación y árboles. Si es posible, se realizará un primer retiro de materiales que puedan usarse en la construcción. El acarreo del material retirado se hará simultáneamente para evitar acumulaciones. El terreno debe quedar limpio para las siguientes etapas de construcción: replanteo y nivelación.

4. MEDICIÓN Y PAGO

El pago se realizará por metro cuadrado (m²) del área realmente limpiada.

RUBRO: REPLANTEO Y NIVELACIÓN

1. DESCRIPCIÓN

El replanteo consiste en marcar y trazar puntos clave en el terreno basados en los planos, como preparación para la construcción. Esto incluye el trazado y nivelación de todas las obras relacionadas con movimientos de tierra, estructura y albañilería, utilizando herramientas de precisión como teodolitos y niveles. Los hitos de ejes se colocarán y no se removerán durante la construcción, siendo verificados por Fiscalización.

Unidad: Metro cuadrado (m²).

Materiales mínimos: Ninguno.

Equipo mínimo: Teodolito, equipo de topografía.

Mano de obra mínima calificada: Estructura ocupacional D2, Topógrafo 2.

2. CONTROL DE CALIDAD, REFERENCIAS NORMATIVAS, APROBACIONES

2.1. REQUERIMIENTOS PREVIOS

Verificación de la limpieza total del terreno, sin escombros ni maleza.

Comprobación de la exactitud del levantamiento topográfico, incluyendo forma, linderos, superficie, ángulos y niveles. Cualquier diferencia significativa que afecte el replanteo será reportada a la fiscalización.

Antes de iniciar, se definirá con Fiscalización el método de trabajo y se prepararán planos de taller si es necesario.

La localización se basará en el levantamiento topográfico y los planos arquitectónicos y estructurales, recomendándose el uso de mojones de hormigón y estacas de madera resistente.

2.2. DURANTE LA EJECUCIÓN

La localización y replanteo de ejes, niveles, centros de columnas y alineamientos deben ser aprobados y verificados periódicamente por Fiscalización.

Los puntos de referencia se marcarán con precisión usando estacas, crucetas y mojones de hormigón, de manera estable y clara.

2.3. POSTERIOR A LA EJECUCIÓN

Se mantendrán referencias permanentes desde una estación externa (mojón) para evitar alteraciones durante la obra y facilitar chequeos periódicos.

Se verificará el replanteo mediante triangulación para asegurar su exactitud y concordancia con los planos.

Se repetirá el proceso de replanteo y nivelación hasta que coincida perfectamente con los planos.

3. EJECUCIÓN Y COMPLEMENTACIÓN

Una vez que se hayan verificado los datos topográficos y resuelto cualquier discrepancia, se establecerá un punto de referencia externo para localizar ejes, centros de columnas y puntos de cimentación. Se ajustarán las plataformas y los elementos pavimentados, asegurándose de que las estacas no se vean afectadas por movimientos de tierra. Se llevará a cabo una verificación continua del replanteo y niveles mediante mojones exteriores. Las alturas para la mampostería se establecerán utilizando una manguera de nivel, mientras que la estructura se trazará con instrumentos de precisión y cinta metálica.

4. MEDICIÓN Y PAGO

El área del terreno replanteada se medirá y su pago se realizará por metro cuadrado (m²).

RUBRO: EXCAVACIÓN Y RELLENO A MÁQUINA (RETROEXCAVADORA)

1. DESCRIPCIÓN

Este rubro incluye la remoción de la capa vegetal y la excavación de grandes volúmenes de suelo utilizando maquinaria. El objetivo es crear espacios para terrazas, subsuelos, cimentaciones, y zanjas para sistemas eléctricos, hidráulicos o sanitarios, según los planos y estudios de suelos.

Unidad: Metro cúbico (m³).

Materiales mínimos: Ninguno.

Equipo mínimo: Equipo mecánico para excavación, herramienta menor, volqueta.

Mano de obra mínima calificada: Peón, operador de excavadora, ayudante de operador, chofer profesional.

2. CONTROL DE CALIDAD, REFERENCIAS NORMATIVAS, APROBACIONES

2.1. REQUERIMIENTOS PREVIOS

Análisis de las recomendaciones del estudio de suelos, incluyendo el nivel freático y ángulos de reposo del suelo.

Revisión de planos y determinación de niveles y cotas de excavación.

Obtención de permisos municipales y replanteo general finalizado.

Identificación de instalaciones existentes y protección de edificaciones vecinas.

Aprobación del plan de trabajo y medidas de seguridad por parte de Fiscalización.

Determinación de los sitios para desalojo del material excavado y previsión para la evacuación de aguas.

La excavación final se hará lo más tarde posible para evitar que el terreno se debilite por la intemperie.

Prohibición de excavación en presencia de agua.

Para excavaciones profundas en áreas urbanas, se requiere una póliza de responsabilidad civil.

2.2. DURANTE LA EJECUCIÓN

La excavación con maquinaria no llegará a la cota final en áreas para elementos estructurales; los últimos 500 mm se harán manualmente.

Desalojo continuo del material excavado.

Verificación del buen estado de la maquinaria y equipo de bombeo.

Instalación de rampas para un acceso fácil a la excavación.

Cumplimiento de las especificaciones generales para excavación y relleno del MOP.

Resolución conjunta de imprevistos con el consultor de estudios de suelo y Fiscalización.

Uso de taludes y otros sistemas de protección para evitar derrumbes.

Verificación continua de cotas, niveles, taludes y evacuación de aguas.

Cualquier excavación en exceso será responsabilidad del constructor, quien deberá realizar el relleno necesario.

2.3. POSTERIOR A LA EJECUCIÓN

Mantener la excavación en óptimas condiciones y libre de agua hasta la utilización en las obras.

Limpieza y desalojo total del material excavado.

3. EJECUCIÓN Y COMPLEMENTACIÓN

La excavación se iniciará después de replantear el terreno y establecer los puntos de control de niveles. Se empleará maquinaria para retirar la capa superior del suelo, y la excavación se efectuará en capas sucesivas conforme a las recomendaciones del estudio de suelos. La rampa de acceso para la evacuación del material se revestirá con material granular. Las plataformas se excavarán en capas de 400 mm, con alturas entre capas que no superen los 1800 mm. A medida que avanza la excavación, se instalarán sistemas para la evacuación de aguas y se construirán fosas para el depósito de materiales sólidos.

4. MEDICIÓN Y PAGO

La excavación se medirá por volumen en banco y se pagará por metro cúbico (m³) de acuerdo con los planos. El rubro incluye todos los trabajos de excavación a máquina, desalojo, apuntalamiento, evacuación de aguas y medidas de protección contra derrumbes. Si parte del material excavado se reutiliza para rellenos, esto se considerará en el precio unitario del rubro.

RUBRO: REPLANTILLO DE H.S 140 Kg/CM², e=5cm

1. DESCRIPCIÓN

Este rubro se refiere al hormigón simple de baja resistencia, utilizado como base de apoyo para elementos estructurales y tuberías, sin necesidad de encofrado. Su objetivo es construir replantillos de hormigón según los planos estructurales, documentos del proyecto o indicaciones de fiscalización. Incluye la fabricación, vertido y curado del hormigón.

Unidad: Metro cúbico (m³).

Materiales mínimos: Cemento Portland, árido fino, árido grueso, agua; todos cumpliendo con las especificaciones técnicas.

Equipo mínimo: Herramienta menor, concretera, vibrador.

Mano de obra mínima calificada: Categorías I, III y V.

2. CONTROL DE CALIDAD, REFERENCIAS NORMATIVAS,

APROBACIONES

2.1. REQUERIMIENTOS PREVIOS

Revisión de los diseños y planos arquitectónicos y estructurales del proyecto.

Verificación de la resistencia del suelo para replantillos de cimentaciones estructurales.

Asegurar que las superficies de tierra, sub-base o suelo mejorado estén compactadas y secas.

Las excavaciones deben estar limpias y sin tierra en los costados superiores.

Confirmación de los niveles y cotas de fundación según los planos.

Autorización de fiscalización para iniciar el hormigonado.

2.2. DURANTE LA EJECUCIÓN

Compactación y nivelación del hormigón vertido.

Formación de pendientes y caídas según planos.

Control del espesor mínimo establecido en los planos.

2.3. POSTERIOR A LA EJECUCIÓN

Evitar inundaciones, acumulaciones de basura y tránsito sobre el replantillo recién fundido.

No aplicar carga sobre el replantillo hasta que el hormigón alcance el 70% de su resistencia de diseño o hasta que Fiscalización lo indique.

Mantenimiento del replantillo hasta su uso.

3. EJECUCIÓN Y COMPLEMENTACIÓN

Las superficies donde se colocará el replantillo deben estar limpias, compactas, niveladas y secas antes de verter el hormigón, asegurando el espesor según los planos o las indicaciones de fiscalización. No se permitirá verter el hormigón desde alturas superiores a 2000 mm para evitar la disgregación de los materiales. La compactación se realizará con vibrador, asegurando las pendientes y caídas indicadas. Fiscalización aprobará o rechazará el rubro terminado en base a pruebas de campo y laboratorio, así como las tolerancias establecidas.

4. MEDICIÓN Y PAGO

La medición se realizará en unidad de volumen y se pagará por metro cúbico (m³), basada en una medición en el sitio o según los detalles de los planos del proyecto.

RUBRO: PLINTOS DE HORMIGÓN H.S 210 Kg/cm²

1. DESCRIPCIÓN

Se refiere al hormigón de una resistencia específica utilizado para formar plintos, losas y vigas de cimentación, que constituyen la base de la estructura de hormigón. Requiere

el uso de encofrados (parciales o totales) y acero de refuerzo. El objetivo es la construcción de losas de cimentación, plintos y vigas según los planos estructurales y documentos del proyecto. Incluye la fabricación, vertido y curado del hormigón.

Unidad: Metro cúbico (m³).

Materiales mínimos: Cemento Portland, árido fino, árido grueso, agua; cumpliendo con las especificaciones técnicas.

Equipo mínimo: Herramienta menor, mezcladora mecánica, vibrador.

Mano de obra mínima calificada: Categorías I, III y V.

2. CONTROL DE CALIDAD, REFERENCIAS NORMATIVAS, APROBACIONES

2.1. REQUERIMIENTOS PREVIOS

Revisión de los diseños y planos del proyecto.

Verificación de la resistencia del suelo y cualquier mejoramiento o reemplazo necesario.

Asegurarse de que las excavaciones, pendientes, instalaciones subterráneas, sistemas de drenaje, hormigón de replantillo y sistema de impermeabilización estén completados.

Colocación del acero de refuerzo, separadores, elementos de alivianamiento e instalaciones empotradas.

Trazado de niveles y colocación de guías para determinar el espesor de la losa.

Verificación de las dimensiones y niveles en encofrados de vigas.

Determinación de juntas de construcción y cintas de impermeabilización.

Comprobación de que los encofrados estén listos, estables y húmedos.

Instrucciones sobre el uso de aditivos.

Aprobación de fiscalización para iniciar el hormigonado.

2.2. DURANTE LA EJECUCIÓN

Verificación de plomos, niveles y deformaciones en los encofrados, especialmente en los costados de la losa, plintos y vigas de cimentación.

Control de la posición del acero de refuerzo y otros elementos embebidos.

Control de alivianamientos, colocación del hormigón y vibrado uniforme.

Vertido controlado en vigas, desde el centro hacia los costados, en capas de hasta 300 mm.

Control del acabado final de la superficie de la losa.

2.3. POSTERIOR A LA EJECUCIÓN

Revisión de sistemas de instalaciones afectadas durante el hormigonado.

Superficies a la vista deben estar lisas y limpias.

Evitar daños al hormigón durante el desencofrado.

Restringir tránsito y carga en la losa hasta que alcance el fraguado mínimo o la resistencia adecuada.

Mantenimiento hasta la aprobación y entrega de la obra.

3. EJECUCIÓN Y COMPLEMENTACIÓN

Una vez que se hayan verificado los requisitos previos, se procederá a la colocación del hormigón en capas que permitan una adecuada vibración y compactación. En el caso de las losas nervadas, se comenzará vertiendo el hormigón en vigas y nervios, seguido de la capa superior o loseta de compresión. Para las losas sin alivianamientos, se instalarán guías para establecer niveles y cotas, comenzando con las vigas y luego aplicando la capa correspondiente a la losa. Se controlará la posición del refuerzo y el nivel durante todo el proceso, con compactación mecánica continua. Se respetará el tiempo mínimo requerido para el desencofrado para evitar daños en los plintos, la losa y las vigas. Cualquier defecto

se reparará de inmediato con un mortero similar al hormigón utilizado. La fiscalización evaluará y decidirá si se aprueba o rechaza la entrega en función de los resultados de las pruebas de laboratorio y de campo.

4. MEDICIÓN Y PAGO

La medición se realizará en unidad de volumen y se pagará por metro cúbico (m³), considerando las tres dimensiones del elemento ejecutado: largo, ancho y altura; es decir, el volumen real del rubro ejecutado.

RUBRO: HORMIGÓN EN RIOSTRA H.S $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

1. DESCRIPCIÓN

Este hormigón de resistencia específica se utiliza para la formación de plintos, losas y vigas de cimentación, fundamentales en la estructura de hormigón que requiere encofrados (parciales o totales) y acero de refuerzo. Su objetivo es construir losas de cimentación, plintos y vigas conforme a los planos estructurales y documentos del proyecto. Incluye la fabricación, vertido y curado del hormigón.

Unidad: Metro cúbico (m³).

Materiales mínimos: Cemento Portland, árido fino, árido grueso, agua; todos cumpliendo con las especificaciones técnicas.

Equipo mínimo: Herramienta menor, mezcladora mecánica, vibrador.

Mano de obra mínima calificada: Categorías I, III y V.

2. CONTROL DE CALIDAD, REFERENCIAS NORMATIVAS,

APROBACIONES

2.1. REQUERIMIENTOS PREVIOS

Revisión de los diseños y planos del proyecto.

Verificación de la resistencia del suelo y cualquier mejoramiento o reemplazo necesario.

Finalización de las excavaciones, pendientes, instalaciones subterráneas, sistemas de drenaje, hormigón de replantillo y sistema de impermeabilización.

Completar la colocación del acero de refuerzo, separadores, alivianamientos e instalaciones empotradas.

Trazado de niveles y guías para determinar el espesor de la losa.

Verificación de dimensiones y niveles en encofrados de vigas.

Determinación de juntas de construcción y cintas de impermeabilización.

Asegurarse de que los encofrados o superficies de apoyo estén listos, estables y húmedos.

Instrucciones sobre el uso de aditivos.

Aprobación de fiscalización para iniciar el hormigonado.

2.2. DURANTE LA EJECUCIÓN

Verificación de plomos, niveles y deformaciones en los encofrados, especialmente en los costados de la losa, plintos y vigas de cimentación.

Control de la posición del acero de refuerzo y otros elementos embebidos.

Supervisión de alivianamientos, colocación del hormigón y vibrado uniforme.

Vertido controlado en vigas, desde el centro hacia los costados, en capas de hasta 300 mm.

Control del acabado final de la superficie de la losa.

2.3. POSTERIOR A LA EJECUCIÓN

Revisión de instalaciones afectadas durante el hormigonado.

Superficies visibles deben estar lisas y limpias.

Evitar daños al hormigón durante el desencofrado.

Restringir tránsito y carga en la losa hasta que alcance el fraguado mínimo o la resistencia adecuada.

Mantenimiento hasta la aprobación y entrega de la obra.

3. EJECUCIÓN Y COMPLEMENTACIÓN

Una vez que se hayan verificado los requisitos previos, se procederá a la colocación del hormigón en capas que faciliten una vibración y compactación adecuadas. En las losas nervadas, se comenzará con el vertido en vigas y nervios, seguido por la capa superior o loseta de compresión. En las losas sin alivianamientos, se instalarán guías para establecer niveles y cotas, empezando con las vigas y luego aplicando la capa correspondiente a la losa. Se garantizará una compactación mecánica continua para mantener la posición del refuerzo y el nivel. Se respetará el tiempo mínimo necesario para el desencofrado para evitar daños en plintos, losas y vigas. Cualquier defecto se reparará de inmediato con un mortero igual al hormigón utilizado. La fiscalización evaluará y decidirá si se aprueba o rechaza la entrega según los resultados de las pruebas de laboratorio y de campo.

4. MEDICIÓN Y PAGO

La medición se realizará en unidad de volumen y se pagará por metro cúbico (m^3), considerando las tres dimensiones del elemento ejecutado: largo, ancho y altura; es decir, el volumen real del rubro ejecutado.

RUBRO: ESCALERA DE H.S $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

1. DESCRIPCIÓN

El hormigón simple de resistencia específica se usa para la construcción de gradas, siendo parte integral de la estructura que requiere encofrados y refuerzo de acero. El

objetivo es construir las gradas conforme a los planos estructurales y otros documentos del proyecto, incluyendo la fabricación, vertido y curado del hormigón.

Unidad: Metro cúbico (m³).

Materiales mínimos: Cemento tipo Portland, árido fino, árido grueso, agua; cumpliendo con especificaciones técnicas.

Equipo mínimo: Herramienta menor, concretera, vibrador.

Mano de obra mínima calificada: Categorías I, III y V.

2. CONTROL DE CALIDAD, REFERENCIAS NORMATIVAS, APROBACIONES

2.1. REQUERIMIENTOS PREVIOS

Revisión de diseños y planos del proyecto.

Finalización de elementos estructurales que soportarán las gradas.

Sistemas de empotramiento o arriostramiento de las gradas.

Encofrados estables, estancos y húmedos aprobados por fiscalización.

Acero de refuerzo, separadores, chicotes, elementos de sujeción de pasamanos e instalaciones empotradas aprobados por fiscalización.

Trazado de niveles y guías para determinar las alturas y anchos de las gradas.

Verificación del replanteo de huellas, contrahuellas y descansos.

Instrucciones para el uso de aditivos.

Autorización de fiscalización para iniciar el hormigonado.

2.2. DURANTE LA EJECUCIÓN

Verificación de plomos, niveles y deformaciones en los encofrados, especialmente en huellas, contrahuellas y arriostramientos.

Control de la posición del acero de refuerzo y otros elementos embebidos.

Vertido del hormigón de abajo hacia arriba, primero en la parte estructural y luego en los escalones.

Hormigonado continuo de la capa inferior o loseta de grada.

Supervisión constante del proceso de vibrado.

2.3. POSTERIOR A LA EJECUCIÓN

Superficies lisas y limpias, preparadas para enlucido o masillado con picado fino y uniforme.

Verificación de niveles y cotas; correcciones inmediatas al retirar costados de grada y frentes de contrahuellas.

Cuidados para evitar daños durante el desencofrado y uso posterior; protección con tableros de madera si lo requiere fiscalización.

Evitar tránsito y carga en el elemento hasta que el hormigón alcance el 70% de su resistencia de diseño.

Conservación hasta la entrega final.

3. EJECUCIÓN Y COMPLEMENTACIÓN

Una vez que se hayan aprobado los encofrados, el acero de refuerzo y otros elementos, se procederá al hormigonado. El hormigón se verterá para completar la base estructural o loseta inferior, asegurando la cobertura total de los refuerzos de acero, seguido del relleno y compactación de los escalones. La vibración será continua y uniforme, sin desintegrar los materiales. Se realizarán inspecciones constantes para corregir cualquier deformación en los encofrados. El desencofrado se llevará a cabo respetando el tiempo mínimo de fraguado para evitar daños en las aristas, y las reparaciones se realizarán de inmediato si es necesario. La fiscalización decidirá si aprueba o rechaza la entrega del material según los resultados de las pruebas y las condiciones de entrega.

4. MEDICIÓN Y PAGO

La medición se realizará en volumen y se pagará por metro cúbico (m³), considerando el volumen real ejecutado según medición en obra o planos del proyecto.

RUBRO: CONTRAPISO H.S 180 Kg/cm². E = 6 CM. PIEDRA BOLA. EQUIPO: CONCRETERA 1 SACO

1. DESCRIPCIÓN

El hormigón simple de resistencia específica se usa como base para pisos interiores o exteriores sin necesidad de encofrado inferior. Su objetivo es construir contrapisos de hormigón con el espesor especificado en los planos del proyecto, creando una base sólida (e impermeable para interiores) que permita la aplicación de un acabado de piso adherido. Esto incluye la fabricación, vertido y curado del hormigón.

Unidad: Metro cúbico (m³).

Materiales mínimos: Cemento tipo Portland, árido fino, árido grueso, agua, cumpliendo con especificaciones técnicas.

Equipo mínimo: Herramienta menor, concretera.

Mano de obra mínima calificada: Categorías I, III y V.

2. CONTROL DE CALIDAD, REFERENCIAS NORMATIVAS, APROBACIONES

2.1. REQUERIMIENTOS PREVIOS

Revisión de diseños, sistemas de control del hormigón y planos del proyecto.

Verificación de niveles y cotas según planos del proyecto.

Conclusión de la sub-base y del sistema de impermeabilización, si es necesario.

Finalización y protección del sistema de instalaciones.

Colocación del acero de refuerzo, separadores y sustentación conforme a planos o instrucciones de fiscalización.

Determinación y trazado de juntas de construcción y dilatación en grandes áreas.

Colocación de niveles de control del espesor del contrapiso.

Definición del tipo de acabado de la superficie del contrapiso, según los materiales que se aplicarán posteriormente.

Instrucciones y recomendaciones para el uso de aditivos.

Identificación de los elementos auxiliares necesarios para trasladar y colocar el hormigón sin alterar el refuerzo.

Autorización de fiscalización para iniciar el hormigonado.

2.2. DURANTE LA EJECUCIÓN

Uso de vibrador o sistema de compactación si el espesor del contrapiso lo permite.

Compactación y nivelación manual del hormigón.

Conformación de pendientes y caídas según planos.

Verificación de la posición y nivel del acero de refuerzo.

Alineación y nivelación de juntas de dilatación.

Acabado de la superficie.

2.3. POSTERIOR A LA EJECUCIÓN

Verificación de niveles, cotas y alturas del contrapiso ya fundido.

Superficies lisas y limpias, con un desnivel no mayor a 5 mm.

Definición del tipo y diseño de masillado de la superficie.

Evitar tránsito y uso hasta que el hormigón alcance el 70% de su resistencia de diseño, pasen al menos 14 días o se indique otro procedimiento por fiscalización.

Conservación hasta su uso final.

3. EJECUCIÓN Y COMPLEMENTACIÓN

Las superficies destinadas para el contrapiso deben estar limpias, niveladas y compactas. En exteriores, se deben configurar las pendientes necesarias para asegurar el adecuado drenaje del agua. También se verificará que el sistema de impermeabilización (en interiores) esté correctamente instalado y sellado, y que el acero de refuerzo y las juntas de dilatación estén colocados correctamente antes de verter el hormigón. Se efectuarán trazos y se colocarán guías para establecer niveles y cotas, vertiendo una capa con el espesor indicado en los planos. La compactación se realizará de manera continua, acentuando las pendientes y caídas según las especificaciones del plano. En áreas extensas, se recomienda la construcción de juntas de dilatación, ya sea integradas en el hormigón o mediante cortes posteriores. El hormigón en grandes áreas se verterá en secciones alternadas, como un tablero de ajedrez, para facilitar la formación de juntas de construcción. La fiscalización evaluará y decidirá si aprueba o rechaza la entrega del material según las pruebas de campo y laboratorio, y las tolerancias establecidas.

4. MEDICIÓN Y PAGO

La medición se realizará por volumen y el pago será por metro cúbico (m³), basado en una medición en el sitio o en los detalles de los planos del proyecto.

RUBRO: ACERO DE REFUERZO $F_y = 4200 \text{ Kg./cm}^2$

1. DESCRIPCIÓN

Incluye las operaciones necesarias para cortar, doblar, conformar ganchos, soldar y colocar el acero de refuerzo para elementos de hormigón armado, de acuerdo con las especificaciones de las planillas de hierro, planos estructurales y demás documentos del proyecto.

Unidad: Kilogramo (kg)

Materiales mínimos: Acero de refuerzo con resaltes, alambre galvanizado #18, espaciadores y separadores metálicos, todos cumpliendo las especificaciones técnicas.

Equipo mínimo: Herramienta menor, cizalla, dobladora, bancos de trabajo, equipo de elevación.

Mano de obra mínima calificada: Categorías I, III y V.

2. CONTROL DE CALIDAD, REFERENCIAS NORMATIVAS, APROBACIONES

2.1. REQUERIMIENTOS PREVIOS

Revisión de los planos estructurales y planillas de hierro del proyecto.

Elaboración de planillas de corte y organización del trabajo.

Verificación de los resaltes del acero para asegurar su resistencia.

Pruebas previas del acero en laboratorio calificado, cumpliendo con la Norma INEN 102 y el Código Ecuatoriano de la Construcción (C.E.C).

Clasificación y emparrillado de las varillas en obra, identificadas por diámetros.

Doblado del acero siempre en frío.

Disponibilidad de bancos de trabajo y área adecuada para manipulación y almacenamiento del acero.

Encofrados nivelados, estables y estancos, con aplicación de aditivos desmoldantes antes de la colocación del acero.

Autorización de fiscalización para iniciar el corte y doblado del acero.

2.2. DURANTE LA EJECUCIÓN

Unificación de medidas y diámetros para cortes en serie.

Control de la longitud de cortes y doblados, con muestras de estribos y otros elementos representativos para aprobación previa.

Corte y doblado en frío, a máquina o manualmente, con posibilidad de corte por soldadura bajo supervisión.

Control de la limpieza del acero, libre de sustancias que afecten la adherencia.

Asegurar que la separación entre varillas no sea menor de 25 mm o un diámetro.

Cumplimiento de recubrimientos mínimos establecidos en el C.E.C., Sección 7.7.1, para diferentes condiciones de exposición y tamaños de varillas.

Amarres con alambre galvanizado en todos los cruces de varillas.

Uso de separadores, grapas, sillas metálicas y tacos de mortero para asegurar la correcta ubicación y fijación del acero, garantizando los recubrimientos mínimos.

Evitar empalmes en zonas de tracción, permitiéndolos solo según planos o con autorización del ingeniero responsable.

2.3. POSTERIOR A LA EJECUCIÓN

Verificación de la cantidad y diámetros del acero colocado.

Control de la correcta ubicación, amarres y niveles.

Revisión del sistema de instalaciones, encofrados y su estabilidad antes de continuar.

3. EJECUCIÓN Y COMPLEMENTACIÓN

El acero debe estar limpio y libre de sustancias que puedan afectar su adherencia con el hormigón. El corte y doblado se harán según las especificaciones y con los diámetros mínimos establecidos. El acero se identificará y agrupará por marcas, y su colocación debe seguir los planos, asegurando que los trabajos previos estén listos para el refuerzo. Se prestará especial atención al espaciamiento, distribución de estribos y ganchos. La nivelación, plomo, y colocación de separadores se verificarán para mantener los recubrimientos adecuados. Los cruces de varillas se asegurarán con alambre galvanizado y

espaciadores metálicos si es necesario. Se verificará todo antes del hormigonado y cualquier cambio se registrará en el libro de obra.

4. MEDICIÓN Y PAGO

La medición se realizará según la cantidad de acero efectivamente colocada en obra, verificada por marcas antes del hormigonado. El pago será por kilogramo (kg).

RUBRO: LOSA COLABORANTE

Descripción:

Se instalará malla electrosoldada de 8x150x150 mm en las losas ubicadas en los niveles +2,50 m y +5,08 m. Las mallas se colocarán antes del vaciado del hormigón, tal como se indica en los planos correspondientes. Estas mallas deberán traslaparse al menos 25 cm, y las uniones se asegurarán con alambre de amarre N°18 en doble nudo. La fiscalización requerirá el uso de calzos para mantener la malla electrosoldada a una altura uniforme durante el proceso de hormigonado.

Medición y forma de pago:

La malla electrosoldada se medirá en metros cuadrados (m²). El área a pagar será equivalente al área de la losa para la armadura positiva o inferior, y el área de la armadura negativa o superior será la especificada en los planos. El precio será el estipulado en el contrato e incluirá la compensación total por el suministro de materiales, traslape, transporte, colocación, mano de obra, equipo, herramientas y todas las operaciones necesarias para la correcta ejecución del rubro.

Materiales mínimos: Malla electrosoldada, alambre de amarre.

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Capítulo 4

4 Estudio del impacto ambiental

4.1 Descripción del proyecto

El objetivo de este proyecto es el diseño estructural y constructivo de la estación de bomberos del Cantón Palanda mediante la metodología BIM con enfoque en la sostenibilidad. La construcción del proyecto puede tener varios impactos ambientales significativos, tales como el consumo de recursos naturales, la emisión de gases de efecto invernadero, el impacto en el suelo y la generación de desechos de construcción. Considerar y mitigar estos impactos es esencial, ya que respalda el objetivo de desarrollo sostenible 9 "Industria, Innovación e Infraestructura" de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), que busca modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles. Esto implica utilizar los recursos de manera más eficiente, reducir la huella de carbono y promover la adopción de tecnologías avanzadas y limpias.

Asimismo, el proyecto se alinea con el objetivo 11 "Ciudades y comunidades sostenibles". La construcción de una estación de bomberos no solo mejora la capacidad de respuesta ante emergencias, sino que también contribuye al desarrollo de infraestructuras urbanas seguras, sostenibles y accesibles. Esto tiene un efecto multiplicador en la resiliencia urbana, fomentando comunidades más inclusivas y preparadas para enfrentar desafíos ambientales y sociales.

La integración de estos objetivos demuestra un compromiso integral con el desarrollo sostenible, garantizando que el proyecto no solo satisfaga las necesidades actuales, sino que también contribuya al bienestar a largo plazo de la sociedad y del medio ambiente.

Figura 55*Objetivos de Desarrollo Sostenible*

Nota. La ilustración muestra los objetivos de desarrollo sostenible 9 y 11, los cuales se alinean a nuestro proyecto. Autoría de la ONU (2021)

4.2 Línea base ambiental

El terreno destinado para la construcción de la estación, actualmente utilizado como canchón para maquinaria, es plano y carece de flora y fauna. Esta condición reduce significativamente la necesidad de movimientos de tierra y elimina la necesidad de talar árboles o eliminar vegetación existente. Sin embargo, las actividades de construcción generarán residuos que podrían afectar la calidad del suelo y del agua. Además, la soldadura puede contaminar el ambiente a través de la emisión de humos y gases tóxicos que afectan la calidad del aire.

Tabla 20*Árbol de Factores para el Diseño de una Estación de Bomberos*

Sistema	Medio	Elemento	Factor
Biofísico	Físico	Tierra	Cambios en el perfil del suelo
			Erosión del suelo
			Contaminación por desechos
		Agua	Alto consumo de agua
Socio-económico-cultural	Humano	Social	Seguridad y protección
			Educación y concienciación
			Cohesión comunitaria
		Económico	Generación de empleo
			Valoración de propiedades

4.3 Actividades del proyecto

La estación tendrá la función de servir a la comunidad del cantón Palanda. Su construcción implica diversas actividades que pueden ocasionar impactos ambientales, los cuales pueden clasificarse en las siguientes fases de ciclo de vida de la estructura:

Fase constructiva:

- **Mejoramiento del terreno:** Esta actividad produce erosión del suelo, contamina el suelo y el agua debido al uso de maquinaria pesada, que también emite gases de efecto invernadero. Además, altera el drenaje natural del terreno.
- **Encofrado y hormigonado de cimentación:** La fabricación de moldes o encofrados produce una gran cantidad de residuos, los cuales pueden ser desechados en áreas cercanas, lo que incrementa la contaminación ambiental.
- **Soldadura de elementos metálicos:** Al soldar elementos metálicos se emiten humos y gases tóxicos, como metales pesados y dióxido de carbono, que son

perjudiciales para la salud y el medio ambiente. El proceso requiere mucha energía, contribuyendo a las emisiones de gases de efecto invernadero si la energía no es renovable.

- Acabados: Las pinturas y aditivos impermeabilizantes contienen químicos que, al entrar en contacto, contaminan el aire y el suelo.

Fase de funcionamiento:

- Uso de Vehículos de Emergencia: Los camiones y vehículos de bomberos consumen grandes cantidades de combustible, emitiendo gases de efecto invernadero y otros contaminantes del aire.
- Uso de Equipos: Las pruebas regulares de equipos y sistemas de extinción de incendios, como las bombas y generadores, producen emisiones contaminantes.
- Uso de Espuma y Químicos Extintores: Algunos agentes extintores contienen sustancias químicas que pueden contaminar el suelo y los cuerpos de agua.
- Mantenimiento de Vehículos de Emergencia: El manejo inadecuado de aceites usados, refrigerantes, líquidos de frenos y otros fluidos puede provocar derrames que contaminan el suelo.

Fase de abandono:

- Demolición de la estructura: Se produce una gran cantidad de residuos de concreto, difíciles de reutilizar, junto con desechos metálicos de la estructura. Además, el uso de maquinaria pesada genera contaminación auditiva y ambiental.

4.4 Identificación de impactos ambientales

Tabla 21

Lista de Revisión de la Estación de Bomberos

Impactos ambientales	Carácter		Duración		Espacio		Reversible	Irreversible	Recuperable	Irreparable	Juicio
	Beneficio	Negativo	Temporal	Permanente	Local	Extenso					
Erosión del suelo		X		X	X			X		X	Severo
Contaminación del aire		X		X	X			X	X		Moderado
Contaminación del agua		X		X	X		X		X		Moderado
Empleo	X			X	X		X		X		Positivo
Desarrollo comunitario	X			X		X	X		X		Positivo
Perdida de agua		X		X	X		X		X		Moderado
Niveles de ruidos		X	X		X		X		X		Moderado

La Tabla 21 categoriza cada uno de los impactos identificados en el proyecto según un criterio establecido por López (2013), el cual se basa en el grado de daño que estos impactos causan al medio ambiente y se puede describir de la siguiente manera:

Tabla 22*Clasificación del Impacto Ambiental*

Clasificación del Impacto Ambiental	Definición
Compatible	De rápida recuperación sin medidas correctas.
Moderado	La recuperación tarda cierto tiempo, pero no necesita medidas correctoras o solo algunas medidas muy simples.
Severo	La recuperación requiere bastante tiempo y medidas correctoras complejas.
Crítico	Supera el umbral tolerable y no es recuperable independientemente de las medidas correctoras.

Nota. Clasificación dada por López (2013).

4.5 Valoración de impactos ambientales

La valoración cualitativa de impactos ambientales es crucial para determinar el grado de perjuicio que cada uno de ellos causa al medio ambiente. Tito (2020) propone una metodología de valoración que se basa en criterios como la magnitud, la duración, la frecuencia y la reversibilidad de los impactos. Esta evaluación permite una comprensión más detallada y holística de los posibles efectos negativos o positivos, facilitando la toma de decisiones informadas para la gestión y mitigación ambiental.

$$Imp = We * E + Wd * D + Wr * R \quad (4.1)$$

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

Donde:

Imp= Valor de Importancia del impacto ambiental

E= Valor de Extensión y We= Peso de Extensión

D= Valor de Duración y Wd= Peso de Duración

R= Valor de Reversibilidad y Wr= Peso de Reversibilidad

IA= Valor de Impacto Ambiental (media geométrica de Imp y Mag)

Mag= Valor de Magnitud, (+) si es beneficioso, (-) si es perjudicial

Asimismo, Tito (2020) ofrece una tabla ponderativa que asigna distintos valores según la incidencia de cada característica del impacto ambiental.

Tabla 23*Escala de Valoración Cualitativa*

Características	Puntaje				
	1	2,5	5	7,5	10
Extensión	Puntual	Particular	Local	Generalizada	Regional
Duración	Esporádica	Temporal	Periódica	Recurrente	Permanente
Reversibilidad	Completamente reversible	Medianamente reversible	Parcialmente irreversible	Medianamente irreversible	Completamente irreversible
Magnitud (incidencia sobre factor ambiental)	Poca incidencia		Mediana incidencia	Alta incidencia	

Nota. Elaborado por Tito (2020)

Tabla 24

Valoración Cualitativa de los Impactos Ambientales

	Características			We	Wd	Wr	Valor de Importancia	Magnitud	Impacto Ambiental
	Extensión	Duración	Reversibilidad						
Erosión del suelo	1	10	7.5	0.1	0.5	0.4	8.1	-7.5	-7.79
Contaminación del aire	5	2.5	1	0.4	0.35	0.25	3.13	-5	-3.95
Contaminación del agua	5	5	5	0.33	0.33	0.33	5	-2.5	-3.53
Empleo	5	2.5	1	0.4	0.35	0.25	3.13	1	1.76
Desarrollo comunitario	5	10	5	0.25	0.5	0.25	7.5	2.5	4.33
Perdida de agua	5	7.5	7.5	0.3	0.35	0.35	6.75	-5	-5.81
Niveles de ruidos	1	2.5	2.5	0.2	0.4	0.4	2.2	-1	-1.48

Con los valores cualitativos de los impactos ambientales, es posible calificarlos según su la siguiente escala propuesta por Tito (2020):

Tabla 25*Calificación del Impacto Ambiental*

Calificación 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	$IA > 0$

Nota. Elaborado por Tito (2020).

Según la Tabla 24 y Tabla 25, la erosión del suelo se identifica como el impacto negativo de mayor incidencia sobre el medio ambiente, alcanzando un valor de 7.79. Esto indica que durante la ejecución del proyecto es imperativo implementar medidas de prevención y control específicas para mitigar este impacto. Es crucial desarrollar estrategias efectivas que incluyan la estabilización del suelo, el uso de barreras naturales o artificiales para minimizar la erosión y proteger el ecosistema circundante.

Otro impacto relevante es la contaminación y la pérdida de agua. Por ello, es crucial implementar un sistema de manejo adecuado de residuos durante la construcción para evitar que materiales peligrosos, como pinturas, solventes y aceites, lleguen a las fuentes de agua.

Durante la operatividad de la estación, se recomienda instalar sistemas de tratamiento de aguas residuales para procesar el agua utilizada en la limpieza de equipos, vehículos y otras actividades antes de su descarga. Asimismo, es importante implementar sistemas de reciclaje y reutilización de agua, como la captación de aguas pluviales para su uso en tareas no potables, y la instalación de equipos eficientes que minimicen el consumo.

4.6 Medidas de prevención/mitigación

Este proyecto considera varios factores ambientales, como la calidad del aire, el suelo, el agua y el entorno, los cuales se ven afectados durante la fase de construcción y pueden tener efectos permanentes o temporales que persisten durante el funcionamiento de la estación. Una vez identificados y evaluados los impactos ambientales generados en las distintas fases del proyecto, se proponen medidas de mitigación para controlarlos. Estas medidas se centran en el modo de acción, el entorno afectado y el momento adecuado para su implementación.

Por lo tanto, se presenta a continuación una tabla que detalla las medidas preventivas, correctivas y compensatorias para las acciones que generan impactos ambientales negativos:

Tabla 26

Medidas de Mitigación

Impactos Negativos	Medidas		
	Preventivas	Correctivas	Compensatorias
Erosión del suelo	Implementar barreras temporales, como cercas de sedimentación o mantas de geotextil, alrededor del terreno.	Aplicar estabilizadores de suelo, como mantas de control de erosión.	Restaurar las áreas perturbadas mediante la reforestación con especies nativas y la replantación de vegetación.
Contaminación del aire	Establecer zonas de control de polvo mediante la aplicación regular de agua en áreas de construcción.	Instalar filtros y sistemas de control de emisiones en maquinaria y equipos de construcción.	Plantar árboles y vegetación alrededor del sitio de construcción al finalizar el proyecto.
Contaminación del agua	Instalar sistemas de gestión de aguas pluviales, como trampas de sedimentos y separadores de aceite y agua.	Reparar inmediatamente cualquier fuga o derrame de sustancias químicas o contaminantes.	Restaurar y rehabilitar las áreas y hábitats acuáticos afectados.
Niveles de ruidos	Utilizar equipos de construcción de bajo ruido y aplicar barreras acústicas.	Implementar programas de control de ruido, como el mantenimiento regular de maquinaria	Realizar trabajos de insonorización en las estructuras cercanas afectadas.

4.7 Conclusión y recomendación

El análisis de impactos ambientales ha revelado que las actividades previstas durante la construcción y operación de la estación tienen el potencial de generar efectos significativos en el entorno, afectando considerablemente la calidad del aire, del agua y del suelo en la región. Si no se gestionan adecuadamente, estos impactos podrían ocasionar daños graves tanto al ecosistema local como a la comunidad del cantón de Palanda, comprometiendo la salud pública, la biodiversidad y los recursos naturales esenciales para el bienestar de la población. La evaluación subraya la necesidad urgente de implementar medidas de mitigación efectivas, que no solo prevengan los posibles daños, sino que también corrijan y compensen cualquier impacto residual.

Para asegurar que el proyecto se desarrolle de manera responsable y sostenible, se recomienda la elaboración de un plan integral de gestión ambiental. Este plan debe contemplar la adopción de tecnologías avanzadas y prácticas sostenibles que minimicen la emisión de contaminantes y la generación de residuos, al tiempo que preserven los recursos naturales. Además, la implementación de estrategias de restauración ecológica en las áreas afectadas será fundamental para recuperar la calidad ambiental tras las intervenciones.

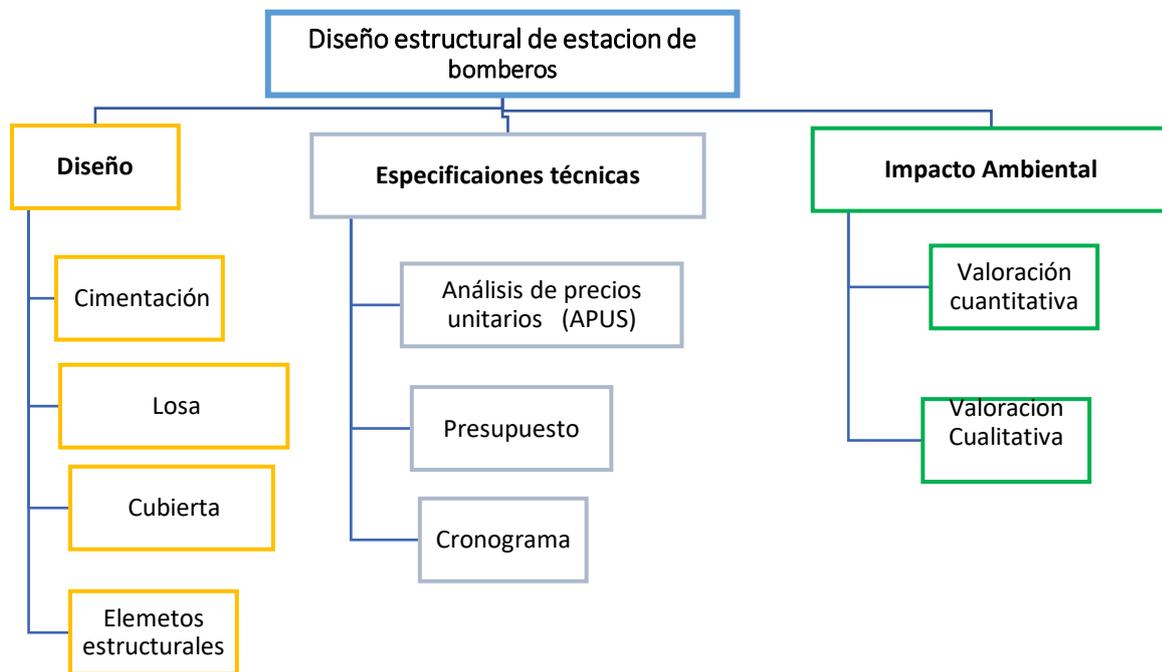
Capítulo 5

5 Presupuesto

5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

Figura 56

Entregables según su dependencia



5.2 Rubros y análisis de precios unitarios.

Para el análisis de precios unitarios, se tomaron en cuenta la disponibilidad de recursos, su facilidad de adquisición y sus costos.

5.2.1 Presupuesto de obra

Tabla 27

Presupuesto de obra

Número de rubro		DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Proyecto : Diseño estructural de la estación de bombeos del cantón Palanda Fecha: 8/23/2124						
Ubicación : Palanda-Zamora Chinchipe-Ecuador						
1 OBRA PRELIMINAR						
1		1.1 LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	m2	887.00	1.12	993.44
2		1.2 REPLANTEO y NIVELACION con EQUIPO TOPOGRAFICO	m2	887.00	1.74	1543.38
2 CIMENTACION						
3		2.1 EXCAVACIÓN Y RELLENO A MÁQUINA (RETROEXCAVADORA) INCLUYE DESALOJO	m3	84.56	4.13	349.23
4		2.3 RELLENO COMPACTADO CON MAT. DE MEJORAMIENTO	m3	50.54	11.23	567.56
5		2.4 REPLANTILLO DE H.S 140 Kg/CM2, e=5cm	m3	1.01	123.85	125.09
3 ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO						
6		3.1 PLINTOS DE HORMIGÓN H.S 210 Kg/cm2. CON CONCRETERA	m3	7.14	177.44	1266.92
7		3.2 HORMIGÓN EN RIOSTRA H.S f´c= 210Kg/cm2 CON CONCRETERA	m3	9.00	180.97	1628.73
8		3.3 HORMIGON SIMPLE EN CISTERNA DE 210 Kg/cm2. CON CONCRETERA	m3	7.03	114.36	803.95
9		3.4 ESCALERA DE H.S f´c= 210Kg/cm2 CON CONCRETERA	m3	1.53	172.60	264.08
10		3.5 CONTRAPISO H.S 180KG/CM2. e = 6 CM. PIEDRA BOLA, CON CONCRETERA	m2	162.00	18.18	2945.16
11		3.6 ACERO DE REFUERZO	kg	2382.62	1.92	4574.64
4 ESTRUCTURA METALICA						
12		4.1 PERFIL ESTRUCTURAL PARA COLUMNA	kg	3544.80	2.59	9181.03
13		4.2 HORMIGON SIMPLE DE 210 Kg/cm2. EN COLUMNA	m3	4.83	114.36	552.36
14		4.3 PERFIL ESTRUCTURAL VIGAS PRINCIPALES, SECUNDARIAS Y VIGUETAS	kg	11091.20	2.59	28726.21
5 LOSA COLABORANTE						
15		5.1 HORMIGÓN SIMPLE F´c= 210kg/cm2 para losa 1 planta	m3	8.92	158.33	1412.30
16		5.2 MALLA ELECTROSOLDADA 5x150x150 (piso 0+00)	m2	98.00	3.89	381.22
17		5.3 PLACA DE LOSA COLABORANTE	m2	98.00	13.05	1278.90
6 CUBIERTA						
18		6.1 PERFIL ESTRUCTURAL CUBIERTA	kg	2201.58	2.59	5702.08
19		6.2 CUBIERTA TEJA DE ACERO GALVANIZADO	m2	208.00	13.05	2714.40
					Costo directo Total USD \$	65010.70
					Costo indirecto (20%) Total USD \$	13002.14
					Costo Total USD \$	78012.83

5.2.2 Análisis de precios unitarios.

Rubro:

Unidad: m2

1.1 LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,02086
Herramienta menor (5% MO)					0,05216
Subtotal M					0,07302
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	7	3,26	3,26	0,032	1,0432
Subtotal N					1,0432
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Subtotal O					0
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,11622
INDIRECTOS 0 %					0
UTILIDAD 0 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,11622
VALOR OFERTADO					1,12

Son: UN dólar con DOCE centavos

Rubro:

Unidad: m2

1.2 REPLANTEO y NIVELACION con EQUIPO TOPOGRAFICO

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,01949
Herramienta menor (5% MO)					0,04872
Teodolito	1	3	3	0,014	0,41999
Equipo de topografía	1	2	2	0,014	0,27999
Subtotal M					0,76819
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Cadenero	1	3,3	3,3	0,014	0,46199
TOPOGRAFO 2: título exper mayor a 5 años (Estr. Oc. C1)	1	3,66	3,66	0,014	0,51239
Subtotal N					0,97438
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Subtotal O					0
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,74257
INDIRECTOS 0 %					0
UTILIDAD 0 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,74257
VALOR OFERTADO					1,74

Son: UN dólar con SETENTA Y CUATRO centavos

Rubro:

Unidad: m3

2.1 EXCAVACIÓN Y RELLENO A MÁQUINA (RETROEXCAVADORA) INCLUYE DESALOJO

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,02725
Herramienta menor (5% MO)					0,06813
Retroexcavadora	1	20	20	0,133	2,66667
Subtotal M					2,76205
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	1	3,26	3,26	0,133	0,43467
OPERADOR Excavadora	1	3,66	3,66	0,133	0,488
Ayudante de maquinaria	1	3,3	3,3	0,133	0,44
Subtotal N					1,36267
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Subtotal O					0
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4,12472
INDIRECTOS 0 %					0
UTILIDAD 0 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4,12472
VALOR OFERTADO					4,13

Son: CUATRO dólares con TRECE centavos

Rubro:

Unidad: m3

2.3 RELLENO COMPACTADO CON MAT. DE MEJORAMIENTO

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,01197
Herramienta menor (5% MO)					0,02992
Motoniveladora	1	40	40	0,019	0,76192
Tanquero	1	20	20	0,019	0,38096
Rodillo vib. liso	1	45	45	0,019	0,85716
Volqueta 12 m3	2	20	40	0,019	0,76192
Subtotal M					2,80385
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
OPERADOR Motoniveladora	1	3,66	3,66	0,019	0,06972
OPERADOR Rodillo autopropulsado	1	3,48	3,48	0,019	0,06629
Ayudante de maquinaria	3	3,3	9,9	0,019	0,18858
Chofer de volqueta	2	4,79	9,58	0,019	0,18248
Chofer de tanquero	1	4,79	4,79	0,019	0,09124
Subtotal N					0,59831
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Material de mejoramiento	m3	1,2	6,5	7,8	
Agua	m3	0,03	0,85	0,0255	
Subtotal O				7,8255	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P				0	
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				11,22766
	INDIRECTOS 0 %				0
	UTILIDAD 0 %				0
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				11,22766
	VALOR OFERTADO				11,23

Son: ONCE dólares con VEINTITRÉS centavos

Rubro:

Unidad: m3

2.4 REPLANTILLO DE H.S 140 Kg/CM2, e=5cm

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,9085
Herramienta menor (5% MO)					2,27125
Concretera	1	3,75	3,75	1,25	4,6875
Subtotal M					7,86725
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	8	3,26	26,08	1,25	32,6
Albañil	1	3,3	3,3	1,25	4,125
Operador de equipo liviano	1	3,3	3,3	1,25	4,125
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	3,66	3,66	1,25	4,575
Subtotal N					45,425
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Arena gruesa	m3	0,65	15	9,75	
Grava	m3	0,95	15	14,25	
Cemento	kg	309	0,15	46,35	
Agua	m3	0,24	0,85	0,204	
Subtotal O					70,554
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					123,84625
INDIRECTOS 0 %					0
UTILIDAD 0 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					123,84625
VALOR OFERTADO					123,85

Son: CIENTO VEINTITRÉS dólares con OCHENTA Y CINCO centavos

Rubro:

Unidad: m3

3.1 PLINTOS DE HORMIGÓN H.S 210 Kg/cm2. CON CONCRETERA

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					1,0725
Herramienta menor (5% MO)					2,68125
Concretera	1	3,75	3,75	1,25	4,6875
Vibrador	1	2,5	2,5	1,25	3,125
Subtotal M					11,56625
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	9	3,26	29,34	1,25	36,675
Albañil	2	3,3	6,6	1,25	8,25
Operador de equipo liviano	1	3,3	3,3	1,25	4,125
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	3,66	3,66	1,25	4,575
Subtotal N					53,625
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Arena gruesa	m3	0,65	15	9,75	
Grava	m3	0,95	15	14,25	
Cemento	kg	360,5	0,15	54,075	
Sika 1.	Kg	0,3	1,29	0,387	
Agua	m3	0,22	0,85	0,187	
Subtotal O					78,649
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Arena gruesa	m3	0,65	21	13,65	
Grava	m3	0,95	21	19,95	
Subtotal P					33,6
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					177,44025
INDIRECTOS 0 %					0
UTILIDAD 0 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					177,44025
VALOR OFERTADO					177,44

Son: CIENTO SETENTA Y SIETE dólares con CUARENTA Y CUATRO centavos

Rubro:

Unidad: m3

3.2 HORMIGÓN EN RIOSTRA H.S f'c= 210Kg/cm2 CON CONCRETERA

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,233
Herramienta menor (5% MO)					0,5825
Concreteira	1	3,75	3,75	0,5	1,875
Andamios	1	0,5	0,5	0,5	0,25
Elevador	1	5	5	0,5	2,5
Subtotal M					5,4405
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	4	3,26	13,04	0,5	6,52
Albañil	2	3,3	6,6	0,5	3,3
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	3,66	3,66	0,5	1,83
Subtotal N					11,65
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Clavos	Kg	2,32	4,65	10,788	
Arena gruesa	m3	0,65	15	9,75	
Grava	m3	0,95	15	14,25	
Cemento	kg	360,5	0,15	54,075	
Sika 1.	Kg	0,8	1,29	1,032	
Liston encofrado 4x4 3 usos	u	12	1,5	18	
Puntal eucalipto estacas 0.30	u	12	1,15	13,8	
Tabla de encofrado	u	14	3	42	
Agua	m3	0,22	0,85	0,187	
Subtotal O					163,882
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				180,9725
	INDIRECTOS 0 %				0
	UTILIDAD 0 %				0
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				180,9725
	VALOR OFERTADO				180,97

Son: CIENTO OCHENTA dólares con NOVENTA Y SIETE centavos

Rubro:

Unidad: m3

3.3 HORMIGON SIMPLE EN CISTERNA DE 210 Kg/cm2. CON CONCRETERA

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,5224
Herramienta menor (5% MO)					1,306
Concreteira	1	3,75	3,75	1	3,75
Subtotal M					5,5784
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	7	3,26	22,82	1	22,82
Albañil	1	3,3	3,3	1	3,3
Subtotal N					26,12
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Arena gruesa	m3	0,75	15	11,25	
Grava	m3	0,75	15	11,25	
Cemento	kg	250	0,15	37,5	
Agua	m3	0,185	0,85	0,15725	
Subtotal O					60,15725
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Arena gruesa	m3	0,75	15	11,25	
Grava	m3	0,75	15	11,25	
Subtotal P					22,5
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					114,35565
INDIRECTOS 0 %					0
UTILIDAD 0 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					114,35565
VALOR OFERTADO					114,36

Son: CIENTO CATORCE dólares con TREINTA Y SEIS centavos

Rubro:

Unidad: m3

3.4 ESCALERA DE H.S f'c= 210Kg/cm2 CON CONCRETERA

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,233
Herramienta menor (5% MO)					0,5825
Concretera	1	3,75	3,75	0,5	1,875
Vibrador	1	2,5	2,5	0,5	1,25
Andamios	1	0,5	0,5	0,5	0,25
Elevador	1	5	5	0,5	2,5
Subtotal M					6,6905
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	4	3,26	13,04	0,5	6,52
Albañil	2	3,3	6,6	0,5	3,3
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	3,66	3,66	0,5	1,83
Subtotal N					11,65
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Clavos	Kg	0,25	4,65	1,1625	
Arena gruesa	m3	0,65	15	9,75	
Grava	m3	0,95	15	14,25	
Cemento	kg	360,5	0,15	54,075	
Sika 1.	Kg	0,8	1,29	1,032	
Liston encofrado 4x4 3 usos	u	12	1,5	18	
Puntal eucalipto estacas 0.30	u	12	1,15	13,8	
Tabla de encofrado	u	14	3	42	
Agua	m3	0,22	0,85	0,187	
Subtotal O					154,2565
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					172,597
INDIRECTOS 0 %					0
UTILIDAD 0 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					172,597
VALOR OFERTADO					172,6

Son: CIENTO SETENTA Y DOS dólares con SESENTA centavos

Rubro:

Unidad: m2

3.5 CONTRAPISO H.S 180KG/CM2. e = 6 CM. PIEDRA BOLA, CON CONCRETERA

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,17119
Herramienta menor (5% MO)					0,42797
Concretera	0,15	3,75	0,5625	0,838	0,47111
Subtotal M					1,07027
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	1	3,26	3,26	0,838	2,73032
Albañil	1	3,3	3,3	0,838	2,76382
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	3,66	3,66	0,838	3,06533
Subtotal N					8,55947
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Cemento	kg	20,1	0,15	3,015	
Piedra	m3	0,15	15	2,25	
Árena	m3	0,039	18	0,702	
Ripio	m3	0,147	13,45	1,97715	
Polietileno 2mm	m2	1,05	0,57	0,5985	
Agua	m3	0,014	0,85	0,0119	
Subtotal O					8,55455
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					18,18429
INDIRECTOS 0 %					0
UTILIDAD 0 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					18,18429
VALOR OFERTADO					18,18

Son: DIECIOCHO dólares con DIECIOCHO centavos

Rubro:

Unidad: kg

3.6 ACERO DE REFUERZO

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,00787
Herramienta menor (5% MO)					0,01968
Cizalla	1	1	1	0,03	0,03
Amoladora.	2	1,25	2,5	0,03	0,075
Subtotal M					0,13255
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Ayudante de fierro	2	3,26	6,52	0,03	0,1956
Fierro	2	3,3	6,6	0,03	0,198
Subtotal N					0,3936
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Acero de refuerzo	kg	1,05	1,21	1,2705	
Alambre galvanizado No.18	Kg	0,05	2,49	0,1245	
Subtotal O					1,395
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,92115
INDIRECTOS 0 %					0
UTILIDAD 0 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,92115
VALOR OFERTADO					1,92

Son: UN dólar con NOVENTA Y DOS centavos

Rubro:

Unidad: kg

4.1 PERFIL ESTRUCTURAL PARA COLUMNA

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,00565
Herramienta menor (5% MO)					0,01412
Soldadora electrica 360A 220VA	1	2,76	2,76	0,025	0,069
Amoladora.	1	1,25	1,25	0,025	0,03125
Soplete	1	0,6	0,6	0,025	0,015
Subtotal M					0,13502
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Ayudante de operador de equipo	1	3,26	3,26	0,025	0,0815
Maestro soldador especializado	1	4,375	4,375	0,025	0,10938
Inspector de obra	1	3,66	3,66	0,025	0,0915
Subtotal N					0,28238
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Fondo gris(2 manos)	lt	0,15	2,48	0,372	
Diluyente.	lt	0,02	1,74	0,0348	
Suelda 6011	kg	0,05	4,55	0,2275	
Perfil estructural	kg	1,05	1,25	1,3125	
Placas de Hierro	u	0,15	1,5	0,225	
Subtotal O					2,1718
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2,5892
INDIRECTOS 0 %					0
UTILIDAD 0 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2,5892
VALOR OFERTADO					2,59

Son: DOS dólares con CINCUENTA Y NUEVE centavos

Rubro:

Unidad: m3

4.2 HORMIGON SIMPLE DE 210 Kg/cm2. EN COLUMNA

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,5224
Herramienta menor (5% MO)					1,306
Concreteira	1	3,75	3,75	1	3,75
Subtotal M					5,5784
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	7	3,26	22,82	1	22,82
Albañil	1	3,3	3,3	1	3,3
Subtotal N					26,12
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Arena gruesa	m3	0,75	15	11,25	
Grava	m3	0,75	15	11,25	
Cemento	kg	250	0,15	37,5	
Agua	m3	0,185	0,85	0,15725	
Subtotal O					60,15725
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Arena gruesa	m3	0,75	15	11,25	
Grava	m3	0,75	15	11,25	
Subtotal P					22,5
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					114,35565
INDIRECTOS 0 %					0
UTILIDAD 0 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					114,35565
VALOR OFERTADO					114,36

Son: CIENTO CATORCE dólares con TREINTA Y SEIS centavos

Rubro:

Unidad: kg

4.3 PERFIL ESTRUCTURAL VIGAS PRINCIPALES, SECUNDARIAS Y VIGUETAS

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,00565
Herramienta menor (5% MO)					0,01412
Soldadora electrica 360A 220VA	1	2,76	2,76	0,025	0,069
Amoladora.	1	1,25	1,25	0,025	0,03125
Soplete	1	0,6	0,6	0,025	0,015
Subtotal M					0,13502
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Ayudante de operador de equipo	1	3,26	3,26	0,025	0,0815
Maestro soldador especializado	1	4,375	4,375	0,025	0,10938
Inspector de obra	1	3,66	3,66	0,025	0,0915
Subtotal N					0,28238
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Fondo gris(2 manos)	lt	0,15	2,48	0,372	
Diluyente.	lt	0,02	1,74	0,0348	
Suelda 6011	kg	0,05	4,55	0,2275	
Perfil estructural	kg	1,05	1,25	1,3125	
Placas de Hierro	u	0,15	1,5	0,225	
Subtotal O				2,1718	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P				0	
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				2,5892
	INDIRECTOS 0 %				0
	UTILIDAD 0 %				0
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				2,5892
	VALOR OFERTADO				2,59

Son: DOS dólares con CINCUENTA Y NUEVE centavos

Rubro:

Unidad: m3

5.1 HORMIGÓN SIMPLE F' c= 210kg/cm2 para losa 1 planta

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,8536
Herramienta menor (5% MO)					2,134
Concretera	1	3,75	3,75	1	3,75
Vibrador	1	2,5	2,5	1	2,5
Elevador	1	5	5	1	5
Subtotal M					14,2376
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	10	3,26	32,6	1	32,6
Albañil	1	3,3	3,3	1	3,3
Operador de equipo liviano	1	3,3	3,3	1	3,3
Maestro de obra	1	3,48	3,48	1	3,48
Subtotal N					42,68
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Arena gruesa	m3	0,75	15	11,25	
Grava	m3	0,75	15	11,25	
Cemento	kg	350	0,15	52,5	
Agua	m3	0,185	0,85	0,15725	
Subtotal O					75,15725
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Arena gruesa	m3	0,75	17,5	13,125	
Grava	m3	0,75	17,5	13,125	
Subtotal P					26,25
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					158,32485
INDIRECTOS 0 %					0
UTILIDAD 0 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					158,32485
VALOR OFERTADO					158,33

Son: CIENTO CINCUENTA Y OCHO dólares con TREINTA Y TRES centavos

Rubro:

Unidad: m2

5.2 MALLA ELECTROSOLDADA 5x150x150 (piso 0+00)

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,00613
Herramienta menor (5% MO)					0,01533
Cizalla	1	1	1	0,041	0,04103
Subtotal M					0,06249
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	1	3,26	3,26	0,041	0,13374
Albañil	1	3,3	3,3	0,041	0,13538
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,25	3,66	0,915	0,041	0,03754
Subtotal N					0,30666
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Alambre de amarre	kg	0,01	1,9	0,019	
Malla Armex R-158 (6.25x2.40) 5.5mm 15 x 15.	m2	1	3,5	3,5	
Subtotal O					3,519
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3,88815
INDIRECTOS 0 %					0
UTILIDAD 0 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3,88815
VALOR OFERTADO					3,89

Son: TRES dólares con OCHENTA Y NUEVE centavos

Rubro:

Unidad: m2

5.3 PLACA DE LOSA COLABORANTE

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,03237
Herramienta menor (5% MO)					0,08093
Amoladora.	1	1,25	1,25	0,222	0,27747
Subtotal M					0,39077
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	1	3,26	3,26	0,222	0,72364
Albañil	1	3,3	3,3	0,222	0,73252
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,2	3,66	0,732	0,222	0,16249
Subtotal N					1,61865
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Plan. Acero galvanizado tipo t	u	1,05	9,8	10,29	
Pernos autopercorantes 21/2"	u	3	0,2	0,6	
Arandelas de neopreno	u	3	0,05	0,15	
Subtotal O				11,04	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P				0	
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				13,04942
	INDIRECTOS 0 %				0
	UTILIDAD 0 %				0
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				13,04942
	VALOR OFERTADO				13,05

Son: TRECE dólares con CINCO centavos

Rubro:

Unidad: kg

6.1 PERFIL ESTRUCTURAL CUBIERTA

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,00565
Herramienta menor (5% MO)					0,01412
Soldadora electrica 360A 220VA	1	2,76	2,76	0,025	0,069
Amoladora.	1	1,25	1,25	0,025	0,03125
Soplete	1	0,6	0,6	0,025	0,015
Subtotal M					0,13502
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Ayudante de operador de equipo	1	3,26	3,26	0,025	0,0815
Maestro soldador especializado	1	4,375	4,375	0,025	0,10938
Inspector de obra	1	3,66	3,66	0,025	0,0915
Subtotal N					0,28238
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Fondo gris(2 manos)	lt	0,15	2,48	0,372	
Diluyente.	lt	0,02	1,74	0,0348	
Suelda 6011	kg	0,05	4,55	0,2275	
Perfil estructural	kg	1,05	1,25	1,3125	
Placas de Hierro	u	0,15	1,5	0,225	
Subtotal O					2,1718
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2,5892
INDIRECTOS 0 %					0
UTILIDAD 0 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2,5892
VALOR OFERTADO					2,59

Son: DOS dólares con CINCUENTA Y NUEVE centavos

Rubro:

Unidad: m2

6.2 CUBIERTA DE ACERO GALVANIZADO

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,03237
Herramienta menor (5% MO)					0,08093
Amoladora.	1	1,25	1,25	0,222	0,27747
Subtotal M					0,39077
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	1	3,26	3,26	0,222	0,72364
Albañil	1	3,3	3,3	0,222	0,73252
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,2	3,66	0,732	0,222	0,16249
Subtotal N					1,61865
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Plan. Acero galvanizado tipo t	u	1,05	9,8	10,29	
Pernos autoperforantes 21/2"	u	3	0,2	0,6	
Arandelas de neopreno	u	3	0,05	0,15	
Subtotal O					11,04
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					13,04942
INDIRECTOS 0 %					0
UTILIDAD 0 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					13,04942
VALOR OFERTADO					13,05

Son: TRECE dólares con CINCO centavos

5.3 Descripción de cantidades de obra

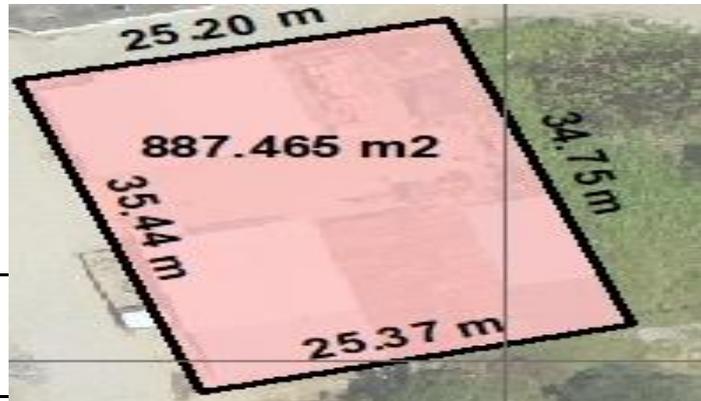
Para la medición de volumen de Obra se utilizaron la planilla elaborada en Revit, donde permite cuantificar los materiales gracias a su modelado en 3d. Para la elaboración de las tablas es necesario especificar los materiales conforme se van a llevar a la Obra, el tipo de hormigón, acero y las características de este. Se presenta una tabla de cuantificación de los materiales elaborados en Revit.

5.3.1 Obras preliminares

1	OBRAS PRELIMINARES		
Rubro:	1.2 REPLANTEO y NIVELACION con EQUIPO TOPOGRAFICO		
Unidad:	(m2)	887.466	m

Medición	
Lado norte	25.2 m
Lado Sur	25.37 m
Lado norte	34.74 m
Lado Sur	35.44 m

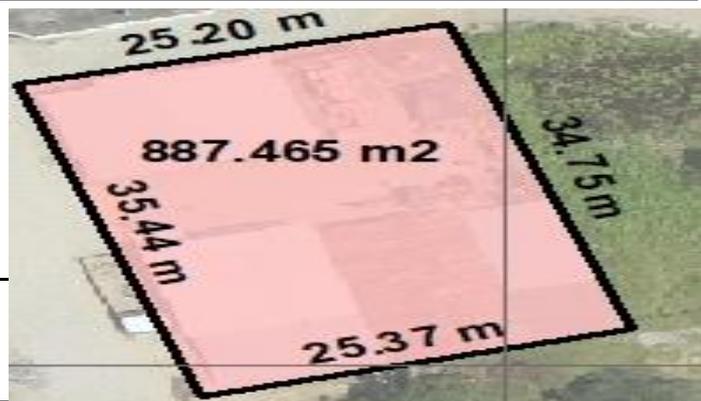
$$A = \frac{(25.20+25.37)}{2} * \frac{(34.74+35.44)}{2} = 887.465 \text{ m}^2$$



1	OBRAS PRELIMINARES		
Rubro:	1.2 REPLANTEO y NIVELACION con EQUIPO TOPOGRAFICO		
Unidad:	(m2)	887.466	m

Medición	
Lado norte	25.2 m
Lado Sur	25.37 m
Lado norte	34.74 m
Lado Sur	35.44 m

$$A = \frac{(25.20+25.37)}{2} * \frac{(34.74+35.44)}{2} = 887.465 \text{ m}^2$$

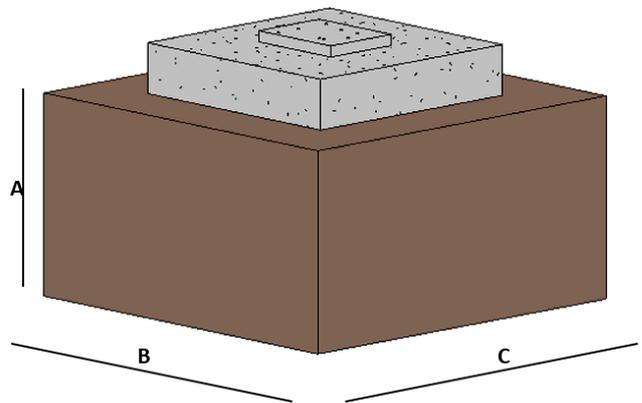


5.3.2 Cimentación

2	CIMENTACIÓN		
Rubro:	2.1 EXCAVACIÓN Y RELLENO A MÁQUINA (RETROEXCAVADORA)		
Unidad:	(m3)	84.56	m3

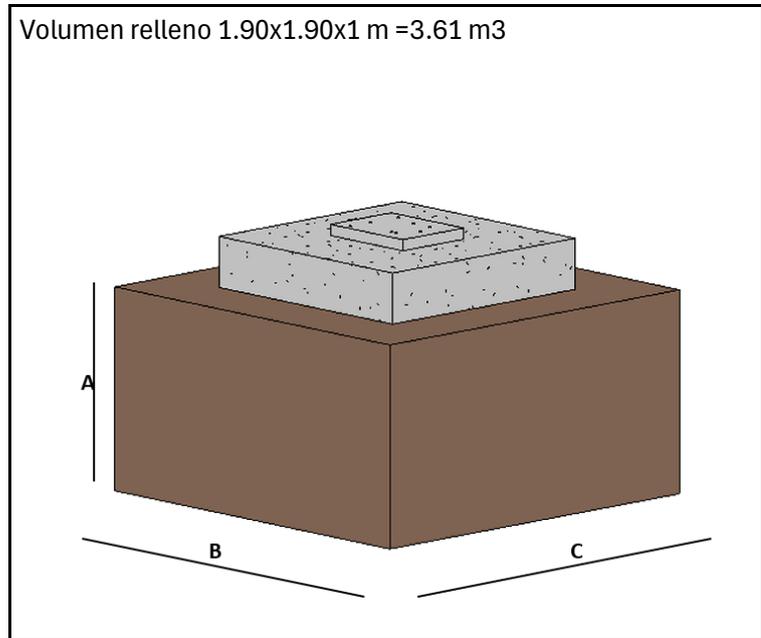
Medición (Generado en REVIT)		
RELLENO	A1	6.04 m ³
RELLENO	A2	6.04 m ³
RELLENO	A3	6.04 m ³
RELLENO	B1	6.04 m ³
RELLENO	B2	6.04 m ³
RELLENO	B3	6.04 m ³
RELLENO	C1	6.04 m ³
RELLENO	C2	6.04 m ³
RELLENO	C3	6.04 m ³
RELLENO	D1	6.04 m ³
RELLENO	D2	6.04 m ³
RELLENO	D3	6.04 m ³
RELLENO	E1	6.04 m ³
RELLENO	E2	6.04 m ³
RELLENO: 14		84.56m ³

Volumen relleno/plinto= $1.90 \times 1.90 \times 1.80 \text{ m} - \text{Plinto}(0.46) = 0.46 \text{ m}^3$



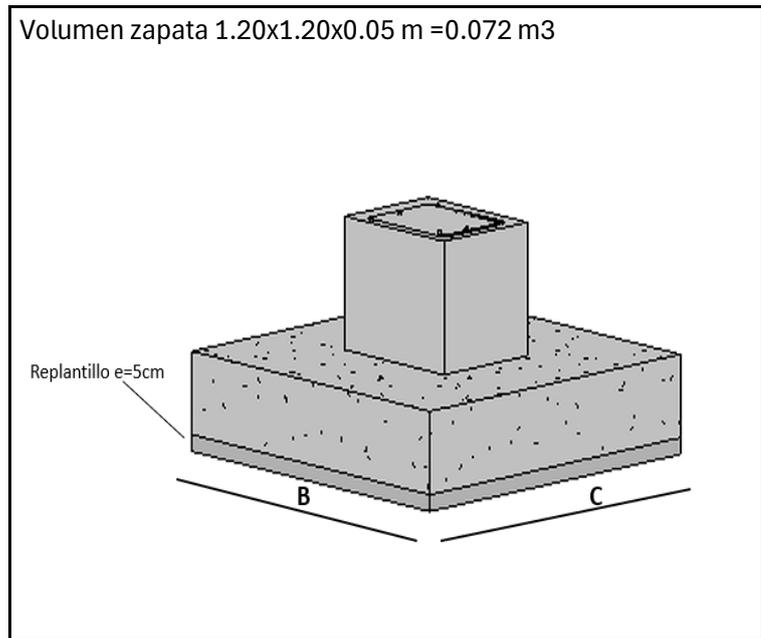
2	CIMENTACIÓN		
Rubro:	2.2 RELLENO COMPACTADO CON MAT. DE MEJORAMIENTO		
Unidad:	(m3)	50.54	m3

Medición (Generado en REVIT)		
RELLENO	A1	3,61 m ³
RELLENO	A2	3,61 m ³
RELLENO	A3	3,61 m ³
RELLENO	B1	3,61 m ³
RELLENO	B2	3,61 m ³
RELLENO	B3	3,61 m ³
RELLENO	C1	3,61 m ³
RELLENO	C2	3,61 m ³
RELLENO	C3	3,61 m ³
RELLENO	D1	3,61 m ³
RELLENO	D2	3,61 m ³
RELLENO	D3	3,61 m ³
RELLENO	E1	3,61 m ³
RELLENO	E2	3,61 m ³
RELLENO: 14		50,54 m ³



2 CIMENTACIÓN			
Rubro:	2.3 REPLANTILLO DE H.S 140 Kg/CM2, e=5cm		
Unidad:	(m3)	1.01	m3

Medición (Generado en REVIT)		
REPLANTILLO	A1	0.072 m ³
REPLANTILLO	A2	0.072 m ³
REPLANTILLO	A3	0.072 m ³
REPLANTILLO	B1	0.072 m ³
REPLANTILLO	B2	0.072 m ³
REPLANTILLO	B3	0.072 m ³
REPLANTILLO	C1	0.072 m ³
REPLANTILLO	C2	0.072 m ³
REPLANTILLO	C3	0.072 m ³
REPLANTILLO	D1	0.072 m ³
REPLANTILLO	D2	0.072 m ³
REPLANTILLO	D3	0.072 m ³
REPLANTILLO	E1	0.072 m ³
REPLANTILLO	E2	0.072 m ³
RELLENO: 14		1.01 m ³

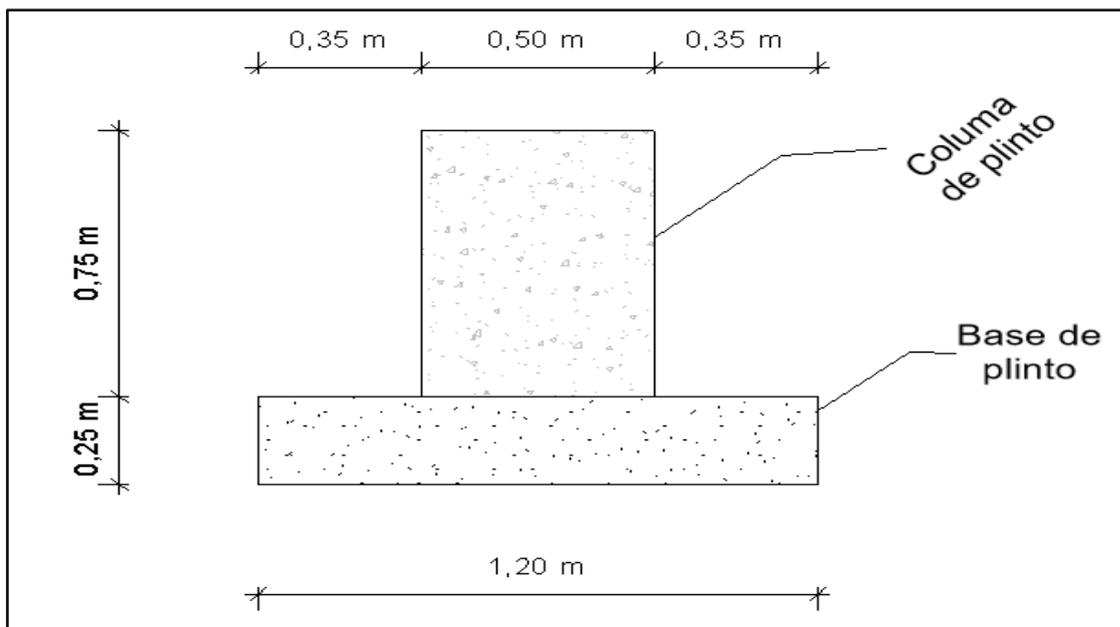


5.3.3 Estructuras de Hormigón Armado

3	ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO				
Rubro:	3.1 PLINTOS DE HORMIGÓN H.S 210 Kg/cm2. CON CONCRETERA				
Unidad:	(m³)	total:	7.14	m³	

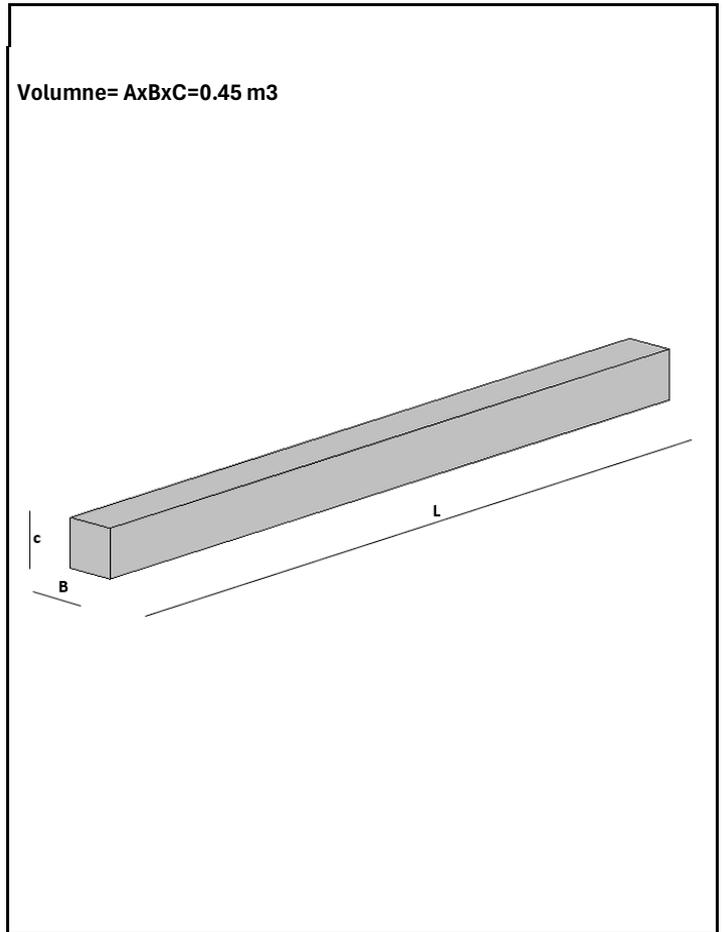
Medición (Generado en REVIT)		
Columna de plinto	A1	0,15 m ³
Columna de plinto	A2	0,15 m ³
Columna de plinto	A3	0,15 m ³
Columna de plinto	B1	0,15 m ³
Columna de plinto	B2	0,15 m ³
Columna de plinto	B3	0,15 m ³
Columna de plinto	C1	0,15 m ³
Columna de plinto	C2	0,15 m ³
Columna de plinto	C3	0,15 m ³
Columna de plinto	D1	0,15 m ³
Columna de plinto	D2	0,15 m ³
Columna de plinto	D3	0,15 m ³
Columna de plinto	E1	0,15 m ³
Columna de plinto	E2	0,15 m ³
total unidades: 14	Vcol:	2.1 m³

Medición (Generado en REVIT)		
Base de Plinto	A1	0,36 m ³
Base de Plinto	A2	0,36 m ³
Base de Plinto	A3	0,36 m ³
Base de Plinto	B1	0,36 m ³
Base de Plinto	B2	0,36 m ³
Base de Plinto	B3	0,36 m ³
Base de Plinto	C1	0,36 m ³
Base de Plinto	C2	0,36 m ³
Base de Plinto	C3	0,36 m ³
Base de Plinto	D1	0,36 m ³
Base de Plinto	D2	0,36 m ³
Base de Plinto	D3	0,36 m ³
Base de Plinto	E1	0,36 m ³
Base de Plinto	E2	0,36 m ³
total unidades: 14	Vbas	5.04 m³



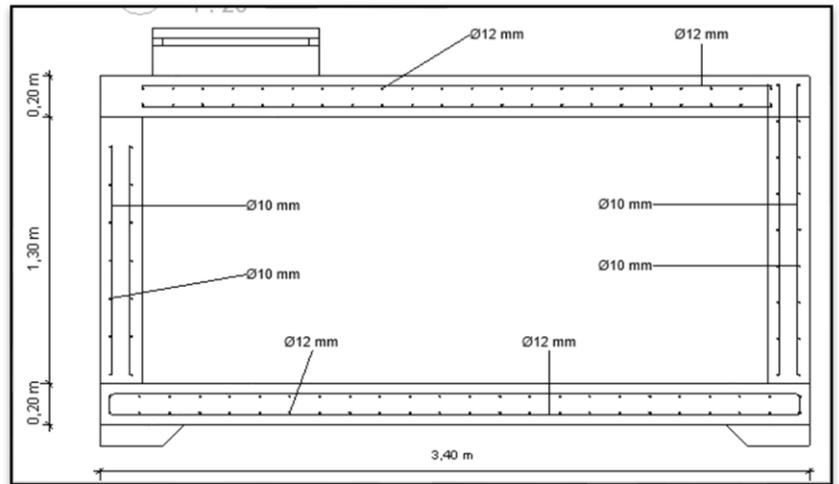
3	ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO			
Rubro:	3.2 HORMIGÓN EN RIOSTRA H.S f´c= 210Kg/cm2 CON CONCRETERA			
Unidad:	(m3)	total:	9	m3

Medición (Generado en REVIT)				
Ítems	Elemento	Dimensiones (Cx B)	Longitud (m)	Volumen
1	Riostra	0.3 x 0.3 m	5,00	0,45 m ³
2	Riostra	0.3 x 0.3 m	5,00	0,45 m ³
3	Riostra	0.3 x 0.3 m	5,00	0,45 m ³
4	Riostra	0.3 x 0.3 m	5,00	0,45 m ³
5	Riostra	0.3 x 0.3 m	5,00	0,45 m ³
6	Riostra	0.3 x 0.3 m	5,00	0,45 m ³
7	Riostra	0.3 x 0.3 m	5,00	0,45 m ³
8	Riostra	0.3 x 0.3 m	5,00	0,45 m ³
9	Riostra	0.3 x 0.3 m	5,00	0,45 m ³
10	Riostra	0.3 x 0.3 m	5,00	0,45 m ³
11	Riostra	0.3 x 0.3 m	5,00	0,45 m ³
12	Riostra	0.3 x 0.3 m	5,00	0,45 m ³
13	Riostra	0.3 x 0.3 m	5,00	0,45 m ³
14	Riostra	0.3 x 0.3 m	5,00	0,45 m ³
15	Riostra	0.3 x 0.3 m	5,00	0,45 m ³
16	Riostra	0.3 x 0.3 m	5,00	0,45 m ³
17	Riostra	0.3 x 0.3 m	5,00	0,45 m ³
18	Riostra	0.3 x 0.3 m	5,00	0,45 m ³
19	Riostra	0.3 x 0.3 m	5,00	0,45 m ³
20	Riostra	0.3 x 0.3 m	5,00	0,45 m ³
Volumen total de hormigón				9 m ³



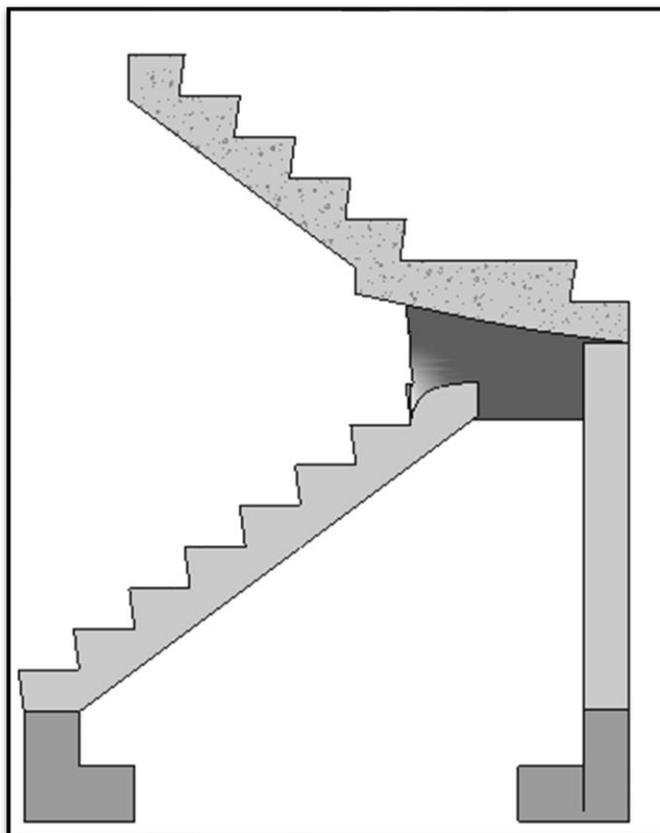
3	ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO			
Rubro:	3.3 HORMIGON SIMPLE EN CISTERNA DE 210 Kg/cm2. CON CONCRETERA			
Unidad:	(m3)	total:	7.04	m3

Medición (Generado en REVIT)		
Ítems	Elemento	Volumen (m ³)
1	Muro básico	0.82
2	Muro básico	0.49
3	Muro básico	0.77
4	Muro básico	0.44
5	Losa	2.3
6	Piso	2.19
7	Escotilla	0.03
Volumen total de hormigón		7.04



3	ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO		
Rubro:	3.4 ESCALERA DE H.S f´c= 210Kg/cm2 CON CONCRETERA		
Unidad:	(m3)	total:	1.87 m3

Medición (Generado en REVIT)		
Ítems	Elemento	Volumen (m ³)
1	Muro Estructural	0.77
2	cimentación- muro-escalera	0.43
3	anclaje escalera	0.23
4	Escalera	0.44
Volumen total de hormigón		1.87



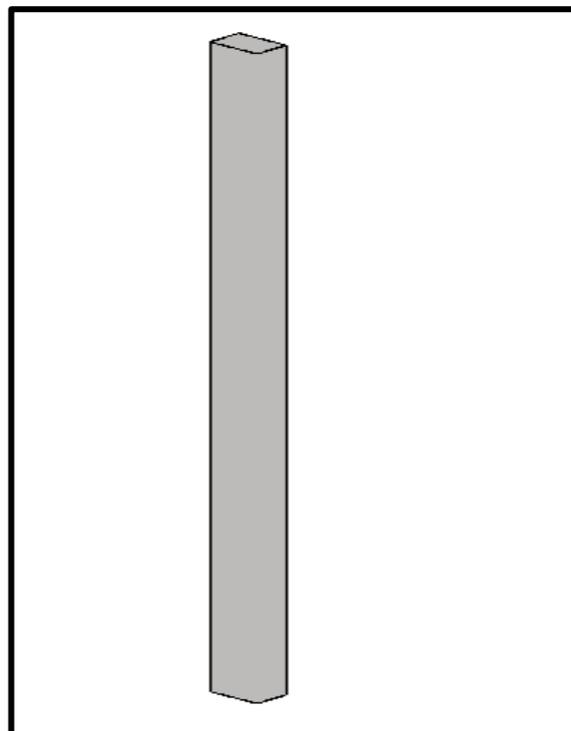
3 ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO						
Rubro:	3.6 ACERO DE REFUERZO					
Unidad:	(kg)	total:	1865.74	kg		

Elemento	Diámetro	Cantidad	Longitud de barra(m)	Longitud total	Peso por metro (kg/m)	Peso total (Kg)
CISTERNA	Varilla 12	15	1.500	22.50	0.89	19.980
CISTERNA	Varilla 12	5	1.100	5.50	0.89	4.884
CISTERNA	Varilla 12	24	1.120	26.88	0.89	23.869
CISTERNA	Varilla 12	88	1.420	124.96	0.89	110.964
CISTERNA	Varilla 12	33	1.860	61.38	0.89	54.505
CISTERNA	Varilla 12	32	2.170	69.44	0.89	61.663
CISTERNA	Varilla 12	10	2.270	22.70	0.89	20.158
CISTERNA	Varilla 12	36	2.920	105.12	0.89	93.347
CISTERNA	Varilla 12	18	3.000	54.00	0.89	47.952
Volumen total acero de refuerzo Cisterna (kg)				492.48	7.99	437.32
Elemento	Diámetro	Cantidad	Longitud de barra(m)	Longitud total	Peso por metro (kg/m)	Peso total (Kg)
PLINTO	Varilla 10	5	1.500	7.50	0.62	4.628
PLINTO	Varilla 16	7	1.200	8.40	1.58	13.255
PLINTO	Varilla 16	7	1.200	8.40	1.58	13.255
PLINTO	Varilla 16	10	1.300	13.00	1.58	20.514
Volumen total acero de refuerzo cada Plinto (kg)				37.30	5.35	51.65
Volumen total acero de refuerzo (kg) 14 Unidades				522.20	74.91	723.13
Elemento	Diámetro	Cantidad	Longitud de barra(m)	Longitud total	Peso por metro (kg/m)	Peso total (Kg)
RIOSTRA	Varilla 10	24	1.000	24.00	0.62	14.808
RIOSTRA	Varilla 12	8	6.000	48.00	0.89	42.624
Volumen total acero de refuerzo cada Riostra (kg)				72.00	1.51	57.43
Volumen total acero de refuerzo (kg) 11 Unidades				792.00	16.56	631.75
Elemento	Diámetro	Cantidad	Longitud de barra(m)	Longitud total	Peso por metro (kg/m)	Peso total (Kg)
ESCALERA	Varilla 12	26	1.120	29.12	0.89	25.859
ESCALERA	Varilla 12	5	1.550	7.75	0.89	6.882
ESCALERA	Varilla 12	3	1.600	4.80	0.89	4.262
ESCALERA	Varilla 12	1	1.900	1.90	0.89	1.687
ESCALERA	Varilla 12	13	2.400	31.20	0.89	27.706
ESCALERA	Varilla 12	3	2.680	8.04	0.89	7.140
Volumen total acero de refuerzo Escalera (kg)				82.81	5.33	73.54

5.3.4 Estructuras Metálicas

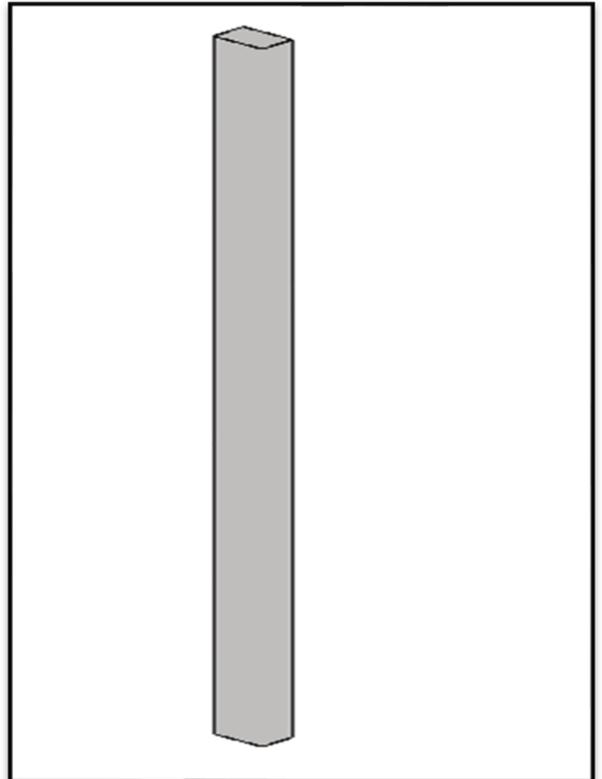
4	ESTRUCTURA METALICA			
Rubro:	4.1 PERFIL ESTRUCTURAL PARA COLUMNA			
Unidad:	(kg)	total:	3544.8	kg

Medición (Generado en REVIT)				
Tipo	Eje	Longitud	Peso (kg/m)	Peso total (kg)
columna 0.3 X 0.2 m	A1	6,00	42,2	253.2
columna 0.3 X 0.2 m	A2	6,00	42,2	253.2
columna 0.3 X 0.2 m	A3	6,00	42,2	253.2
columna 0.3 X 0.2 m	B1	6,00	42,2	253.2
columna 0.3 X 0.2 m	B2	6,00	42,2	253.2
columna 0.3 X 0.2 m	B3	6,00	42,2	253.2
columna 0.3 X 0.2 m	C1	6,00	42,2	253.2
columna 0.3 X 0.2 m	C2	6,00	42,2	253.2
columna 0.3 X 0.2 m	C3	6,00	42,2	253.2
columna 0.3 X 0.2 m	D1	6,00	42,2	253.2
columna 0.3 X 0.2 m	D2	6,00	42,2	253.2
columna 0.3 X 0.2 m	D3	6,00	42,2	253.2
columna 0.3 X 0.2 m	E1	6,00	42,2	253.2
columna 0.3 X 0.2 m	E2	6,00	42,2	253.2
Volumen total de perfil estructural				3544.8



4	ESTRUCTURA METÁLICA			
Rubro:	4.2 HORMIGON SIMPLE DE 210 Kg/cm2. EN COLUMNA			
Unidad:	(m3)	total:	4.83	m3

Medición (Generado en REVIT)				
Tipo	Eje	Longitud	Área transversal (m2)	Peso total (kg)
Columna 0.3 X 0.2 m	A1	6,00	0.058	0.35
Columna 0.3 X 0.2 m	A2	6,00	0.058	0.35
Columna 0.3 X 0.2 m	A3	6,00	0.058	0.35
Columna 0.3 X 0.2 m	B1	6,00	0.058	0.35
Columna 0.3 X 0.2 m	B2	6,00	0.058	0.35
Columna 0.3 X 0.2 m	B3	6,00	0.058	0.35
Columna 0.3 X 0.2 m	C1	6,00	0.058	0.35
Columna 0.3 X 0.2 m	C2	6,00	0.058	0.35
Columna 0.3 X 0.2 m	C3	6,00	0.058	0.35
Columna 0.3 X 0.2 m	D1	6,00	0.058	0.35
Columna 0.3 X 0.2 m	D2	6,00	0.058	0.35
Columna 0.3 X 0.2 m	D3	6,00	0.058	0.35
Columna 0.3 X 0.2 m	E1	6,00	0.058	0.35
Columna 0.3 X 0.2 m	E2	6,00	0.058	0.35
Volumen total de hormigón (m3)				4.83

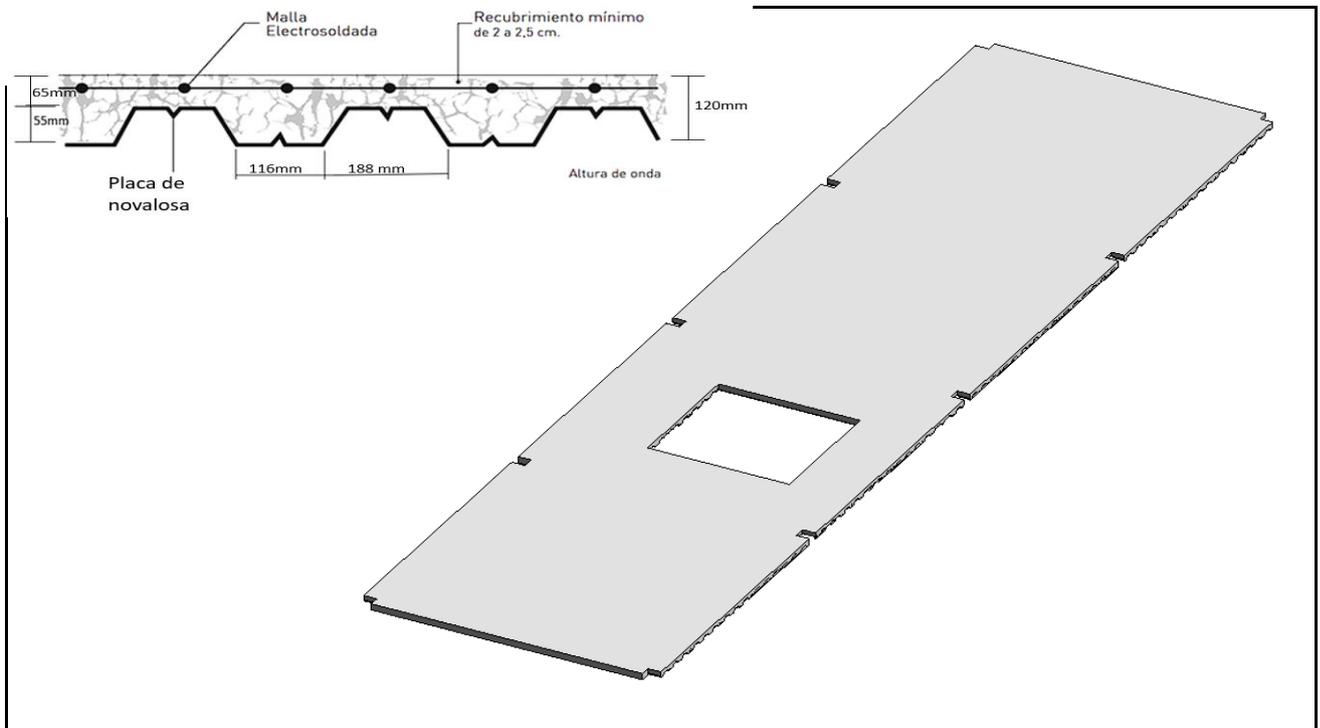


Medición (Generado en REVIT)					
VIGAS SECUNADARIAS (NIVEL 2)					
Componente	Nivel	Tipo	Longitud (m2)	Peso lineal Perfil (kg/m)	Peso total (kg)
Vigas Secundarias	Nivel 2	Viga 0.25x0.15x0.05m	5.000	36.60	183.00
Vigas Secundarias	Nivel 2	Viga 0.25x0.15x0.05m	5.000	36.60	183.00
Vigas Secundarias	Nivel 2	Viga 0.25x0.15x0.05m	5.000	36.60	183.00
Vigas Secundarias	Nivel 2	Viga 0.25x0.15x0.05m	5.000	36.60	183.00
Vigas Secundarias	Nivel 2	Viga 0.25x0.15x0.05m	5.000	36.60	183.00
Vigas Secundarias	Nivel 2	Viga 0.25x0.15x0.05m	5.000	36.60	183.00
Vigas Secundarias	Nivel 2	Viga 0.25x0.15x0.05m	5.000	36.60	183.00
Vigas Secundarias	Nivel 2	Viga 0.25x0.15x0.05m	5.000	36.60	183.00
Volumen total de perfil estructural (kg)				292.80	1464.00

5.3.5 Losa Colaborante

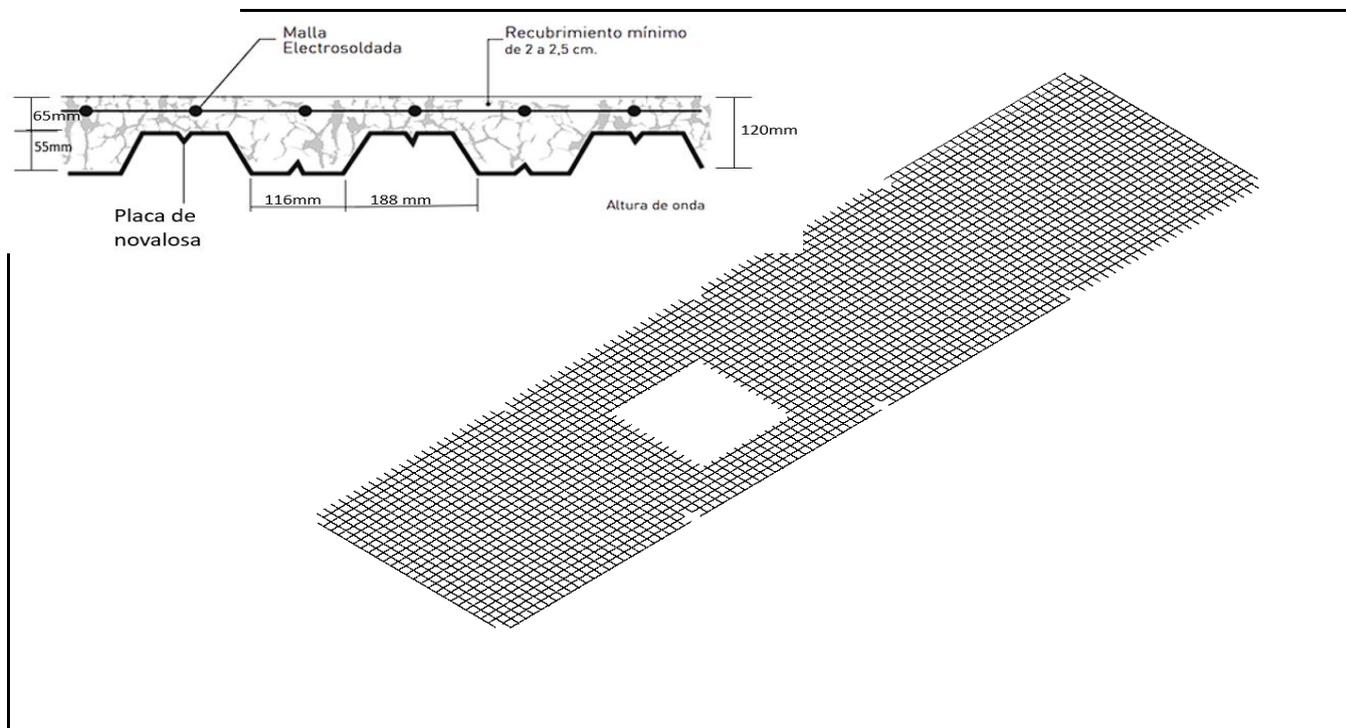
5	LOSA COLABORANTE		
Rubro:	5.1 HORMIGÓN SIMPLE F`c= 210kg/cm2 para losa 1 planta		
Unidad:	(m3)	8.92	m3

Medición (Generado en REVIT)		
LOSETA	Nivel 2	8,92 m ³



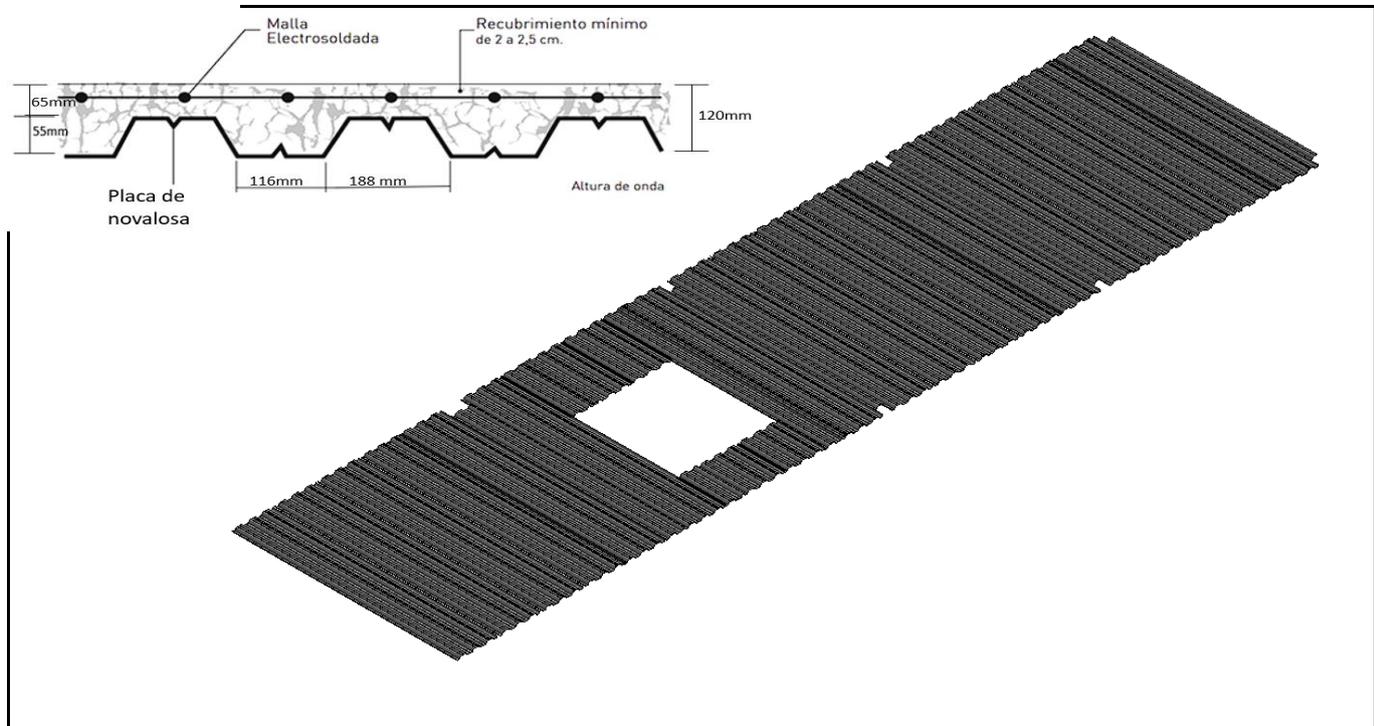
5	LOSA COLABORANTE		
Rubro:	5.1 HORMIGÓN SIMPLE F` c= 210kg/cm2 para losa 1 planta		
Unidad:	(m2)	98	m2

Medición (Generado en REVIT)		
LOSETA	Nivel 2	98 m ²



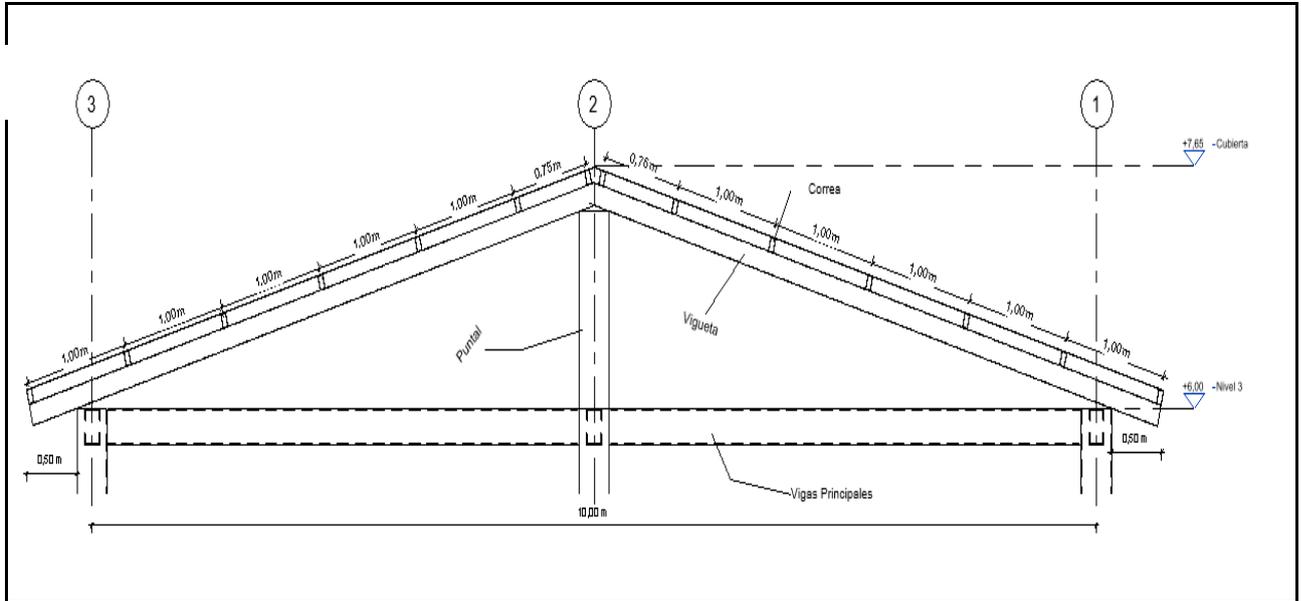
5	LOSA COLABORANTE		
Rubro:	5.3 PLACA DE LOSA COLABORANTE		
Unidad:	(m2)	98	m2

Medición (Generado en REVIT)		
LOSETA	Nivel 2	98 m²



5.3.6 Cubierta

6	CUBIERTA				
Rubro:	6.1 PERFIL ESTRUCTURAL CUBIERTA				
Unidad:	(kg)	total:	96.32	kg	



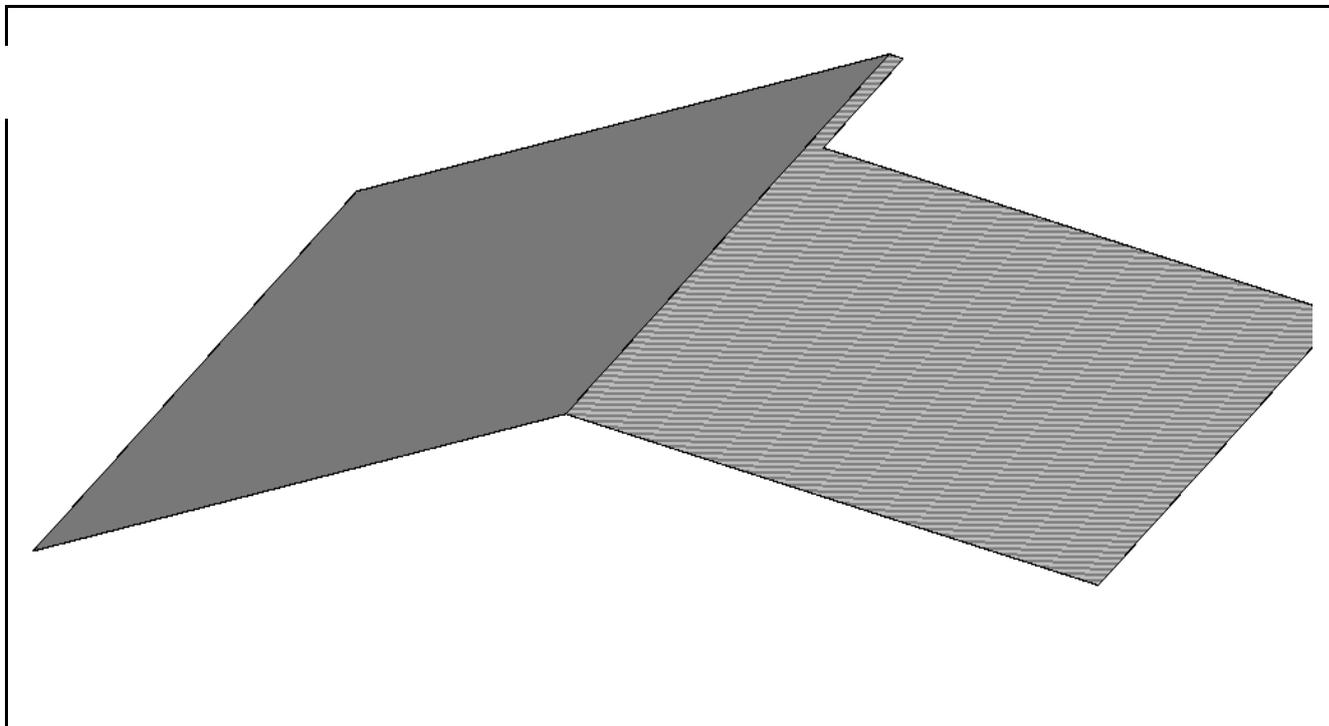
Medición (Generado en REVIT)					
CORREAS					
Componente	Nivel	Tipo	Longitud (m2)	Peso lineal Perfil (kg/m)	Peso total (kg)
Correa	Nivel 3- Cubierta	tubo 0.15x0.5x0.03 m	15.200	6.88	104.58
Correa	Nivel 3- Cubierta	tubo 0.15x0.5x0.03 m	15.200	6.88	104.58
Correa	Nivel 3- Cubierta	tubo 0.15x0.5x0.03 m	15.200	6.88	104.58
Correa	Nivel 3- Cubierta	tubo 0.15x0.5x0.03 m	15.200	6.88	104.58
Correa	Nivel 3- Cubierta	tubo 0.15x0.5x0.03 m	15.200	6.88	104.58
Correa	Nivel 3- Cubierta	tubo 0.15x0.5x0.03 m	15.200	6.88	104.58
Correa	Nivel 3- Cubierta	tubo 0.15x0.5x0.03 m	15.200	6.88	104.58
Correa	Nivel 3- Cubierta	tubo 0.15x0.5x0.03 m	15.200	6.88	104.58
Correa	Nivel 3- Cubierta	tubo 0.15x0.5x0.03 m	20.200	6.88	138.98
Correa	Nivel 3- Cubierta	tubo 0.15x0.5x0.03 m	20.200	6.88	138.98
Correa	Nivel 3- Cubierta	tubo 0.15x0.5x0.03 m	20.200	6.88	138.98
Correa	Nivel 3- Cubierta	tubo 0.15x0.5x0.03 m	20.200	6.88	138.98
Correa	Nivel 3- Cubierta	tubo 0.15x0.5x0.03 m	20.200	6.88	138.98
Correa	Nivel 3- Cubierta	tubo 0.15x0.5x0.03 m	20.200	6.88	138.98
Correa	Nivel 3- Cubierta	tubo 0.15x0.5x0.03 m	20.200	6.88	138.98
Volumen total de perfil estructural (kg)				96.32	1704.86

Medición (Generado en REVIT)					
VIGUETAS					
Componente	Nivel	Tipo	Longitud (m2)	Peso lineal Perfil (kg/m)	Peso total (kg)
Vigueta	Nivel 3- Cubierta	Viga 0.25x0.15x0.05m	5.840	9.30	54.31
Vigueta	Nivel 3- Cubierta	Viga 0.25x0.15x0.05m	5.840	9.30	54.31
Vigueta	Nivel 3- Cubierta	Viga 0.25x0.15x0.05m	5.840	9.30	54.31
Vigueta	Nivel 3- Cubierta	Viga 0.25x0.15x0.05m	5.840	9.30	54.31
Vigueta	Nivel 3- Cubierta	Viga 0.25x0.15x0.05m	5.840	9.30	54.31
Vigueta	Nivel 3- Cubierta	Viga 0.25x0.15x0.05m	5.840	9.30	54.31
Vigueta	Nivel 3- Cubierta	Viga 0.25x0.15x0.05m	5.840	9.30	54.31
Vigueta	Nivel 3- Cubierta	Viga 0.25x0.15x0.05m	5.840	9.30	54.31
Volumen total de perfil estructural (kg)				74.40	434.50

Medición (Generado en REVIT)					
VIGUETAS					
Componente	Nivel	Tipo	Longitud (m2)	Peso lineal Perfil (kg/m)	Peso total (kg)
Vigas Secundarias	Nivel 3- Cubierta	Viga 0.25x0.15x0.05m	1.338	9.30	12.44
Vigas Secundarias	Nivel 3- Cubierta	Viga 0.25x0.15x0.05m	1.338	9.30	12.44
Vigas Secundarias	Nivel 3- Cubierta	Viga 0.25x0.15x0.05m	1.338	9.30	12.44
Vigas Secundarias	Nivel 3- Cubierta	Viga 0.25x0.15x0.05m	1.338	9.30	12.44
Vigas Secundarias	Nivel 3- Cubierta	Viga 0.25x0.15x0.05m	1.338	9.30	12.44
Volumen total de perfil estructural (kg)				46.50	62.22

6	CUBIERTA		
Rubro:	6.2 CUBIERTA DE ACERO GALVANIZADO		
Unidad:	(m2)	208	m2

Medición (Generado en REVIT)		
CUBIERTA	Nivel 3-Cubierta	208 m ²



5.4 Valoración integral del costo del proyecto

Tabla 28

Valoración de costos

Proyecto	Diseño estructural de la estación de bombeos del cantón Palanda				
Ubicación	Palanda-Zamora Chinchipe-Ecuador				
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	1 OBRA PRELIMINAR				
1	1.1 LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	m2	887.00	1.12	993.44
2	1.2 REPLANTEO y NIVELACION con EQUIPO TOPOGRAFICO	m2	887.00	1.74	1543.38
	2 CIMENTACION				
3	2.1 EXCAVACIÓN Y RELLENO A MÁQUINA (RETROEXCAVADORA) INCLUYE DESALOJO	m3	84.56	4.13	349.23
4	2.3 RELLENO COMPACTADO CON MAT. DE MEJORAMIENTO	m3	50.54	11.23	567.56
5	2.4 REPLANTILLO DE H.S 140 Kg/CM2, e=5cm	m3	1.01	123.85	125.09
	3 ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO				
6	3.1 PLINTOS DE HORMIGÓN H.S 210 Kg/cm2. CON CONCRETERA	m3	7.14	177.44	1266.92
7	3.2 HORMIGÓN EN RIOSTRA H.S f'c= 210Kg/cm2 CON CONCRETERA	m3	9.00	180.97	1628.73
8	3.3 HORMIGON SIMPLE EN CISTERNA DE 210 Kg/cm2. CON CONCRETERA	m3	7.03	114.36	803.95
9	3.4 ESCALERA DE H.S f'c= 210Kg/cm2 CON CONCRETERA	m3	1.53	172.60	264.08
10	3.5 CONTRAPISO H.S 180KG/CM2. e = 6 CM. PIEDRA BOLA, CON CONCRETERA	m2	162.00	18.18	2945.16
11	3.6 ACERO DE REFUERZO	kg	2382.62	1.92	4574.64
	4 ESTRUCTURA METALICA				
12	4.1 PERFIL ESTRUCTURAL PARA COLUMNA	kg	3544.80	2.59	9181.03
13	4.2 HORMIGON SIMPLE DE 210 Kg/cm2. EN COLUMNA	m3	4.83	114.36	552.36
14	4.3 PERFIL ESTRUCTURAL VIGAS PRINCIPALES, SECUNDARIAS Y VIGUETAS	kg	11091.20	2.59	28726.21
	5 LOSA COLABORANTE				
15	5.1 HORMIGÓN SIMPLE F'c= 210kg/cm2 para losa 1 planta	m3	8.92	158.33	1412.30
16	5.2 MALLA ELECTROSOLDADA 5x150x150 (piso 0+00)	m2	98.00	3.89	381.22
17	5.3 PLACA DE LOSA COLABORANTE	m2	98.00	13.05	1278.90
	6 CUBIERTA				
18	6.1 PERFIL ESTRUCTURAL CUBIERTA	kg	2201.58	2.59	5702.08
19	6.2 CUBIERTA TEJA DE ACERO GALVANIZADO	m2	208.00	13.05	2714.40
			Costo directo Total USD \$		65010.70
			Costo indirecto (20%) Total USD \$		13002.14
			Costo Total USD \$		78012.83
			Total, m2		222.89

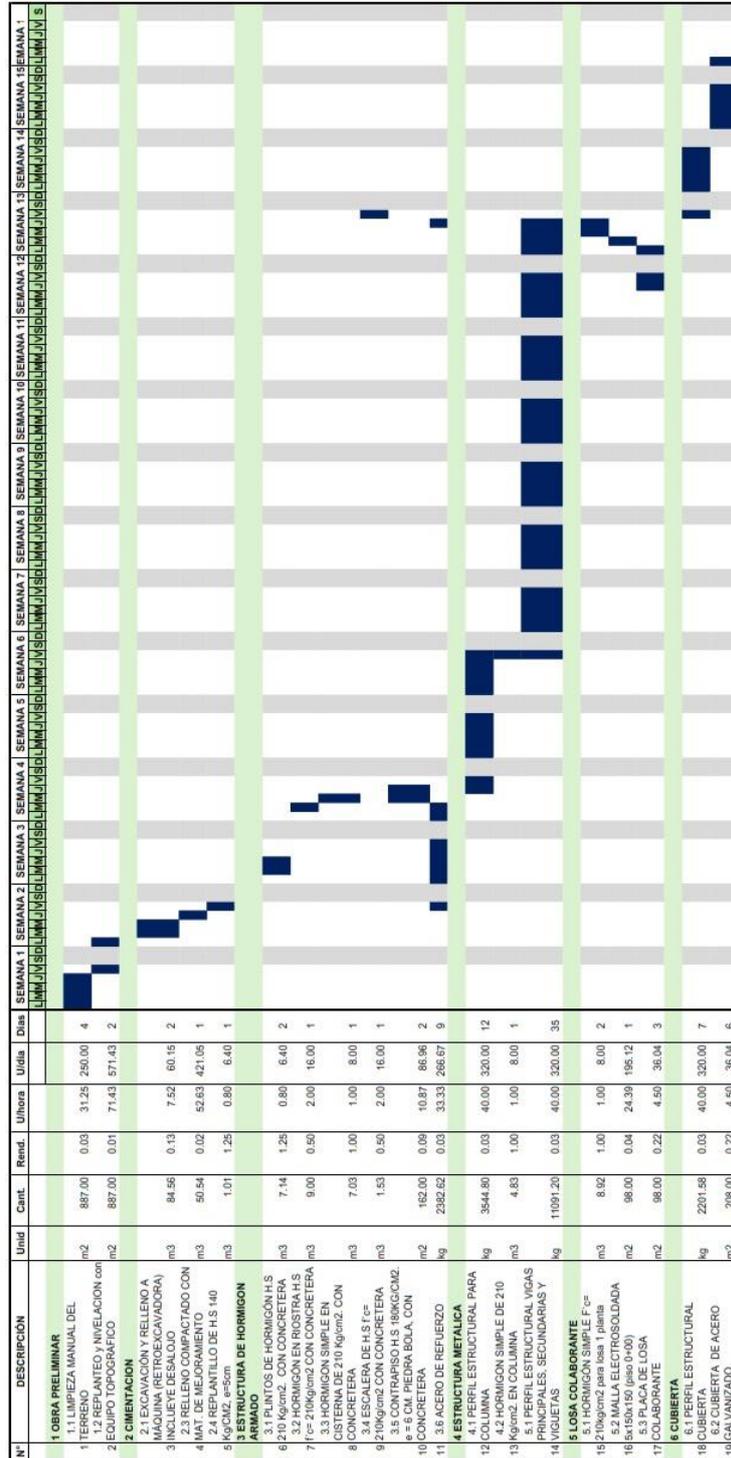
La edificación tiene un total de 65010.70 dólares en su total considerando solo los gastos directos, con una valoración del 20% nos da un valor de 13002.14 dólares de gasto

indirectos, esto implica un valor total de 78012.83 dólares con un total de área construida de 350 m², obtenemos un valor de 222.89 dólares/m.

5.5 Cronograma de obra

Figura 57

Cronograma



Capítulo 6

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Durante esta investigación, se ha demostrado que el desarrollo del diseño estructural y constructivo de la estación de bomberos mediante una estructura mixta de hormigón armado y estructura metálica representa una solución integral que satisface tanto las necesidades actuales como futuras del cuerpo de bomberos. La elección de estos materiales y técnicas constructivas permite una ejecución rápida y eficiente del proyecto, minimizando el tiempo hasta que la estación esté operativa, lo cual es crucial en situaciones de emergencia.

Además, la elaboración de un modelo digital detallado utilizando la metodología BIM ha permitido satisfacer adecuadamente las necesidades del personal administrativo y operativo. Este modelo no solo facilita la visualización y planificación de espacios funcionales y eficientes, sino que también mejora la toma de decisiones al proporcionar una representación precisa de la infraestructura y sus componentes.

El diseño de los elementos estructurales bajo las normativas NEC y ASTM asegura el cumplimiento de todos los estándares de calidad y seguridad requeridos. Esto garantiza que la construcción sea capaz de soportar las cargas y condiciones a las que estará sometida, proporcionando un entorno seguro tanto para el personal de bomberos como para el público que acude a la estación.

El empleo de la metodología BIM en el diseño, mediante la implementación de diferentes fases y la promoción de la colaboración interdisciplinaria, ha optimizado significativamente el tiempo de trabajo. Esta integración colaborativa permite detectar y resolver conflictos de diseño de manera temprana, reduciendo errores y retrabajos, lo cual acelera el proceso de construcción y mejora la eficiencia general del proyecto.

Asimismo, el modelado y análisis de la estructura en el programa ETABS permitió evaluar con precisión el comportamiento de la edificación bajo diferentes cargas y condiciones, asegurando la integridad estructural y la seguridad del edificio. El uso de ETABS facilitó la simulación de escenarios complejos, optimizando el diseño estructural para que cumpla con los requisitos de seguridad y funcionalidad específicos del proyecto.

Por último, la presupuestación de las diferentes etapas constructivas utilizando criterios de sostenibilidad ha resultado en una reducción de costos y del impacto ecológico. Al incorporar prácticas sostenibles en el diseño y la construcción, se logra un balance entre los costos iniciales de inversión y los beneficios a largo plazo, promoviendo una infraestructura más responsable con el medio ambiente.

En conjunto, estos resultados demuestran que la aplicación de la metodología BIM, el cumplimiento de las normativas de seguridad, la colaboración interdisciplinaria y la integración de criterios de sostenibilidad han sido esenciales para alcanzar un diseño eficiente, seguro y ecológicamente responsable, cumpliendo con las expectativas y necesidades del cuerpo de bomberos.

6.2 Recomendaciones

- Realizar una evaluación periódica del desempeño estructural para asegurar que cumpla con los estándares de seguridad y funcionalidad a lo largo del tiempo.
- Se recomienda actualizar continuamente el modelo en REVIT durante la construcción para reflejar cualquier cambio en el diseño. Esta actualización asegura que la información disponible sea siempre precisa y útil.
- Integrar datos ambientales en el modelo BIM para evaluar el impacto del edificio y optimizar el diseño conforme a los objetivos de sostenibilidad.
- Implementar un plan de manejo ambiental que incluya la gestión eficiente de residuos mediante su separación y reciclaje, la prevención de contaminación del agua y erosión

del suelo con barreras y estabilización, el monitoreo de la calidad del aire para reducir el polvo, el uso eficiente de energía y recursos, y la protección de la flora y fauna local.

- Se aconseja diseñar un plan de mantenimiento específico, incluyendo inspecciones regulares y tratamientos para prevenir la corrosión y el deterioro.
- Se propone utilizar técnicas constructivas rápidas, como estructuras mixtas y prefabricación, además de asegurar la disponibilidad de personal y recursos adecuados.

Referencias

En caso de utilizar Norma APA:

- American Institute of Steel Construction (AISC). (2024). *Steel Buildings & Structures: Uses, Advantages & Disadvantages*. Obtenido de <https://www.aisc.org/globalassets/nsba/publications/steel-talks/uses-advantages-disadvantages.pdf>
- Arcus Global. (2023). *ZAPATAS ¿QUÉ SON Y CÓMO SE CLASIFICAN?* Obtenido de <https://www.arcus-global.com/wp/zapatas-que-son-y-como-se-clasifican/>
- CHRYSO. (2020). *¿Qué es el hormigón armado y para qué sirve?* Obtenido de <https://www.chryso.es/news/344/hormigon+armado>
- Comando Construcciones. (2022). *Construcción de estructuras metálicas: ventajas y desventajas*. Obtenido de <https://www.comandoconstrucciones.com/construccion-de-estructuras-metalicas-ventajas-y-desventajas/>
- E20 ARQUITECTOS. (2023). *¿Estructura de hormigón, estructura metálica o mixta? Construcción y arquitectura*. Obtenido de <https://e20studio.com/estructuras-construccion/>
- Frame Estructuras. (2022). *6 ventajas de las estructuras metálicas sobre otros tipos de construcciones*. Obtenido de <https://estructurasframe.ec/ventajas-de-las-estructuras-metalicas/>
- Frame Estructuras. (2022). *Galpones industriales, características y materiales*. Obtenido de <https://estructurasframe.ec/galpones-industriales-ecuador/>
- Gatza. (2023). *¿Cómo elegir el tipo de cimentación adecuado para tu construcción?* . Obtenido de <https://gatza.mx/como-elegir-el-tipo-de-cimentacion-adecuado-para-tu-construccion/>

Structuralia. (2022). *Hormigón armado: qué es, componentes y usos en la construcción*.

Obtenido de <https://blog.structuralia.com/caracteristicas-de-hormigon-armado-usos-en-la-construccion>

Zuloaga, I. (2024). *Los 10 errores en construcción geotécnica: Cómo evitarlos*. Obtenido de

<https://geotecnia.ai/los-10-errores-en-construccion-geotecnica-como-evitarlos/>

PLANOS Y ANEXOS

PRE-DIMENSIONAMIENTO LOSA

$$P_{nl\text{sa}} := 7.81 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad I_{nl\text{sa}} := 39.37 \frac{\text{cm}^4}{\text{m}}$$

$$S_{p\text{st}_{nl\text{sa}}} := 12.43 \frac{\text{cm}^3}{\text{m}} \quad S_{ntv_{nl\text{sa}}} := 12.43 \frac{\text{cm}^3}{\text{m}}$$

$$A_{s_{nl\text{sa}}} := 9.03 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

PROPIEDADES DE LA SECCIÓN SIMPLE - NOVALOSA 55 mm					
Espesor placa colaborante (mm)	Peso (kg/m ²)	I+ (cm ⁴ /m)	S+ (cm ³ /m)	S- (cm ³ /m)	As (cm ² /m)
0.76	7.81	39.37	12.43	13.29	9.03
1.00	10.17	55.99	18.43	19.34	12.04

$$e_{plca} := 0.76 \text{ mm}$$

$$e_{losa} := 5 \text{ cm}$$

$$P_{hormigón} := 187.92 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$P_{Losa} := 0.075 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$I_{d2} := 685.10 \frac{\text{cm}^4}{\text{m}^2}$$

$$\Phi_s M_{no3} := 1.00 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

PROPIEDADES DE LA SECCIÓN COMPUESTA - NOVALOSA 55 mm					
Espesor placa colaborante (mm)	Espesor losa' (cm)	Volúmen homigón (m ³ /m ²)	Peso losa (kg/m ²)	I _d ² (cm ⁴ /m)	Φ _s M _{no} ³ (Ton x m)
0.76	5.0	0.075	187.92	685.10	1.00
	6.0	0.085	211.92	889.45	1.16
	8.0	0.105	259.92	1417.35	1.48
	10.0	0.125	307.92	2127.75	1.83
	12.0	0.145	355.92	3048.64	2.18
1.00	5.0	0.075	190.28	750.59	1.00
	6.0	0.085	214.28	972.48	1.16
	8.0	0.105	262.28	1544.10	1.48
	10.0	0.125	310.28	2309.96	1.83
	12.0	0.145	358.28	3298.29	2.18

$$L_i := 1.60 \text{ m}$$

$$S_{c'} := 1809 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

CARGA VIVA NO FACTORADA (kg/m ²) - NOVALOSA 55 mm									
Espesor placa colaborante (mm)	Espesor losa' (cm)	Separación entre apoyos (m)							
		1.60	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00
0.76	5.0	1809	1400	1107	891	726	598	496	414
	6.0	2000	1622	1284	1034	843	695	577	482
	8.0	2000	2000	1659	1337	1092	902	751	629
	10.0	2000	2000	2000	1657	1355	1121	934	784
	12.0	2000	2000	2000	1967	1627	1347	1124	945
1.00	5.0	1000	1849	1470	1190	978	812	680	574
	6.0	2000	2000	1706	1382	1136	944	792	669
	8.0	2000	2000	2000	1791	1474	1227	1031	872
	10.0	2000	2000	2000	2000	1831	1525	1283	1088
	12.0	2000	2000	2000	2000	2000	1835	1545	1311

Cargas

cargas muerta

Peso propio de placa $P_{nl\text{sa}} = 76.59 \text{ Pa}$

Peso del hormigón $P_{hormigón} = (1.843 \cdot 10^3) \text{ Pa}$

Peso propio de Losa $PP_{Losa} := P_{nl\text{sa}} + P_{hormigón} = (1.919 \cdot 10^3) \text{ Pa}$

Enlucido y masillado $P_{enlc} := 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 0.02 \text{ m} \cdot 2200 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3} \cdot \frac{1}{\text{m}^2} = 44 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$ $i := 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 2039.432 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$

Recubrimiento de Piso $P_{rec_piso} := 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 0.02 \text{ m} \cdot 2200 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3} \cdot \frac{1}{\text{m}^2} = 44 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$ $piso := i \cdot 0.02 \text{ m} = 40.789 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

Peso mampostería (asumido) $P_{manp} := 200 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

tumbado yeso con perfiles de aluminio $P_{tumbado} := 20 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

Carga Permanente $C_{perm} := P_{enlc} + P_{rec_piso} + P_{manp} + P_{tumbado} = 308 \frac{kgf}{m^2}$

Carga muerta $C_m := C_{perm} + PP_{Losa} \quad C_m = 503.73 \frac{kgf}{m^2}$

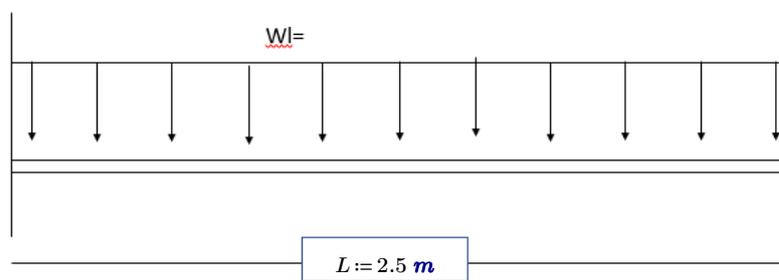
Carga viva $C_v := 200 \frac{kgf}{m^2}$

Carga de servicio $C_s := C_m + C_v = 703.73 \frac{kgf}{m^2}$

comparamos la carga de servicio respecto a la capacidad de carga de la losa

$C_s < S_c = 1$ **cumple**

PRE-DIMENSIONAMIENTO VIGUETAS



para el pre-dimensionamiento se tomara una viga con luz total del modulo de 2.50 m y un ancho colaborante de 1.25 m

ancho colaborante $A_c := 1.25 \text{ m}$ **Luz de viga**

Carga muerta $C_m = 503.73 \frac{kgf}{m^2}$

Carga viva $C_v = 200 \frac{kgf}{m^2}$

Cargas facturadas

$Comb1 := 1.4 C_m = 705.222 \frac{kgf}{m^2}$

$Comb2 := 1.2 C_m + 1.6 C_v = 924.476 \frac{kgf}{m^2}$

Carga ultima $U := \max(Comb1, Comb2) = 924.476 \frac{kgf}{m^2}$

Carga ultima lineal $w := U \cdot A_c = 1155.595 \frac{kgf}{m}$

Momento ultimo $M_u := \frac{w \cdot L^2}{8} = 902.809 \text{ kgf} \cdot \text{m}$ $M_u = 902.809 \text{ kgf} \cdot \text{m}$ $L = 2.5 \text{ m}$

Reacción en los extremos $R1 := \frac{w \cdot L}{2} = 1444.494 \text{ kgf}$ $R1 = 1.592 \text{ tonf}$

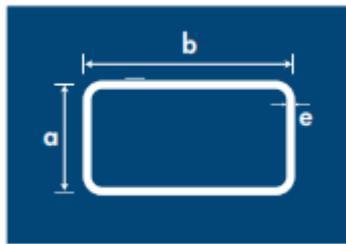
Calculo del modulo Plástico $\phi_b := 0.9 \frac{cm}{cm}$ **resistencia del acero** $f_y := 2534 \frac{kgf}{cm^2}$

$Z_{xreq} := \frac{M_u}{\phi_b \cdot f_y} = 39.586 \text{ cm}^3$

$Z_{xw10x15} := 20.1 \text{ in}^3$

$Z_{xreq} = 2.416 \text{ in}^3$

proponemos una sección tubo estructural

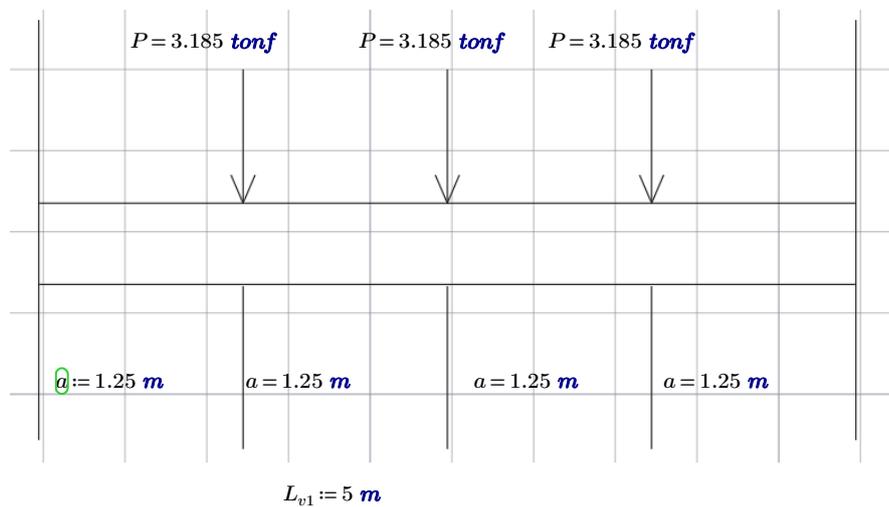


$$a := 50 \text{ mm} \quad b := 150 \text{ mm} \quad e := 4 \text{ mm}$$

$$Z_x := 68.8 \text{ cm}^3 \quad Z_y := 30.9 \text{ cm}^3$$

PRE-DIMENSIONAMIENTO VIGA PRINCIPAL

El pre-diseño lo hacemos respecto a la viga mas cargada $P := 2 \cdot R1 = 3.185 \text{ tonf}$



REACCIONES en las esquinas

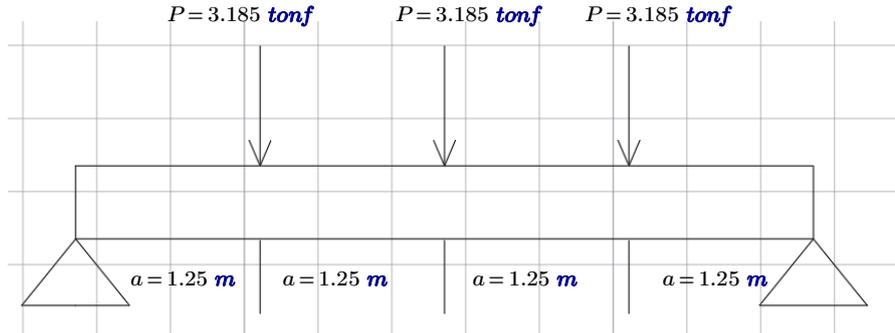
$$R2 := 3 \cdot \frac{P}{2} = 4.777 \text{ tonf}$$

Sistema de viga empotrada

$$M_A := \frac{-5 \cdot P \cdot L_{v1}}{16} = -4.976 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

$$M_{centro} := \frac{7 \cdot P \cdot L_{v1}}{16} = 6.966 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

Sistema de viga simplemente apoyada



Momento Máximo

$$M_{Max} := P \cdot \frac{L_{v1}}{2} = 7.961 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

Momento debido a los sismos

M_{sismo} Momento debido a Sismo

$M_{vertical}$ Momento debido a cargas gravitacionales

f Factor para considerar el momento por sismo

Nivel	f
Pisos Bajos	1.2 - 1.6
Pisos Intermedios	0.8 - 1.1
Pisos Altos	0.4 - 0.7

$$f := 1.3$$

$$M_{vertical} := \max(|M_A|, M_{centro}) = 6.966 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$

$$M_{sismo} := f \cdot M_{vertical} = 9.056 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

Momento de diseño

$$M_{diseño} := M_{sismo} + M_{vertical} = 16.022 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

Calculo del modulo Plástico

$$Mu := M_{Max} = 7.961 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

$$\phi b := 0.9 \frac{\text{cm}}{\text{cm}}$$

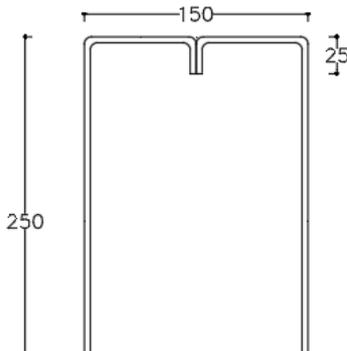
resistencia del acero

$$fy := 2534 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Zx_{requerido} := \frac{Mu}{\phi b \cdot fy} = 316.692 \text{ cm}^3$$

$$Zx_{requerido} = 19.326 \text{ in}^3$$

Proponemos un perfil en la compuesto por dos perfiles juntos UG250x45x5



$$a1 := 250$$

$$Z := 187655.5 \text{ mm}^3$$

$$Zx1 := Z \cdot 2 \frac{\text{cm}^3}{\text{cm}^3}$$

$$b1 := 150$$

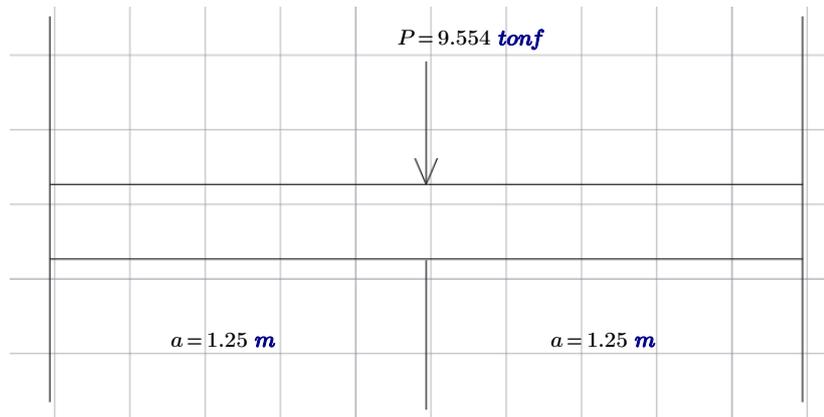
$$e1 := 5 \text{ mm}$$

$$Zx1 = 375.311 \text{ cm}^3$$



PRE-DIMENSIONAMIENTO VIGA PRINCIPAL

El pre-diseño lo hacemos respecto a la viga mas cargada $P := 2 R2 = 9.554 \text{ tonf}$



$$L_{v2} := 5 \text{ m}$$

REACCIONES en las esquinas

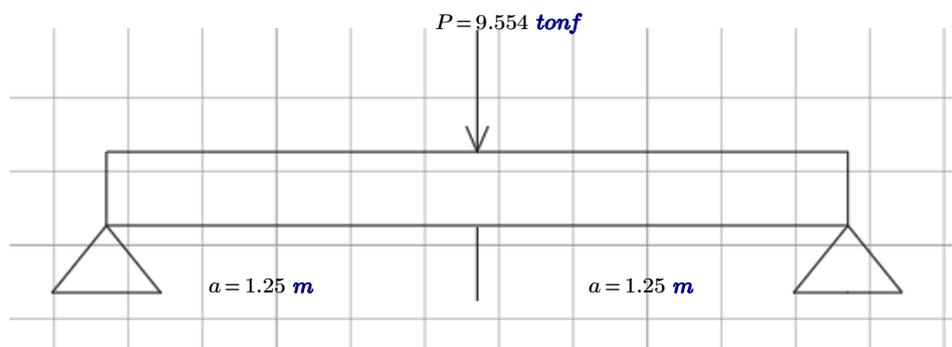
$$R3 := \frac{P}{2} = 4.777 \text{ tonf}$$

Sistema de viga empotrada

$$M_{A2} := \frac{-P \cdot L_{v1}}{8} = -5.971 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

$$M_{centrov2} := \frac{3 \cdot P \cdot L}{8} = 8.957 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

Sistema de viga simplemente apoyada



Momento Máximo

$$M_{Maxv2} := P \cdot \frac{L_{v2}}{4} = 11.942 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

Momento debido a los sismos

M_{sismo} Momento debido a Sismo

$M_{vertical}$ Momento debido a cargas gravitacionales

Factor para considerar el momento por sismo

Nivel	f
Pisos Bajos	1.2 - 1.6
Pisos Intermedios	0.8 - 1.1
Pisos Altos	0.4 - 0.7

$$f := 1.3$$

$$M_{vertical} := \max(|M_{A2}|, M_{centrov2}) = 8.957 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$

$$M_{sismo} := f \cdot M_{vertical} = 11.644 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

Momento de diseño

$$M_{diseño} := M_{sismo} + M_{vertical} = 20.6 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

Calculo del modulo Plástico

$$\phi b := 0.9 \frac{\text{cm}}{\text{cm}}$$

resistencia del acero

$$f_y := 2534 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 248.501 \text{ MPa}$$

$$M_u := M_{Maxv2} = 11.942 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

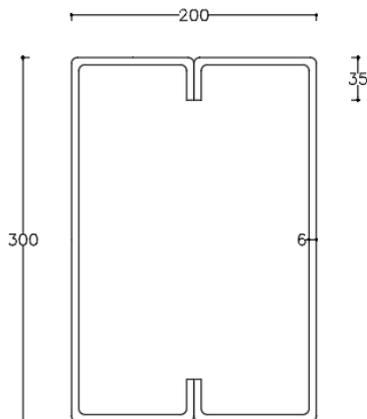
$$Z_{x_{requerido}} := \frac{M_u}{\phi b \cdot f_y} = 475.037 \text{ cm}^3$$

posponemos un perfil compuesto por
correas estructurales tipo G

$$Z := 234301.5 \text{ mm}^3$$

$$Z_{x_{requerido}} = 28.989 \text{ in}^3$$

$$Z = 234.302 \text{ cm}^3$$



$$a_1 := 250$$

$$b_1 := 150$$

$$Z_{x1} := 185 \cdot 2 = 370$$

PRE-DISEÑO COLUMNAS

Método de carga concéntrica equivalente

Carga permanente + peso propio de la Losa $Cm = 503.73 \frac{kgf}{m^2}$

Peso de vigas + columnas $C_{ppv_c} := 35 \frac{kgf}{m^2}$

Carga viva $Cv = 200 \frac{kgf}{m^2}$

Cargas factoradas

$Comb1_{col} := 1.4 (Cm + C_{ppv_c}) = 754.222 \frac{kgf}{m^2}$

$Comb2_{col} := 1.2 \left(Cm + 35 \frac{kgf}{m^2} \right) + 1.6 Cv = 966.476 \frac{kgf}{m^2}$

$U_{col} := \max (Comb1_{col}, Comb2_{col}) = 966.476 \frac{kgf}{m^2}$

Utilizamos la columna con mayor Área colaborante

Área colaborante $A_{colaborante} := 12.5 m^2$

Carga axial actuante $Pu := U_{col} \cdot A_{colaborante} \cdot 2 = 26.634 tonf$

la relación de esbeltez para una columna de 3 metros esta entre 40 y 60 para pre-dimensionamiento utilizaremos 50

Esbeltez := 50

Esfuerzo crítico $\sigma := 28.4 ksi$

$\sigma := 2000 \frac{kgf}{cm^2}$

Calculo del requerimiento de acero

Área requerida A_{req}

Carga axial ultima Pu

Esfuerzo admisible de compresión σ

$A_{req} := \frac{Pu}{\sigma} = 12.081 cm^2$

Table 4-22
Available Critical Stress for
Compression Members

K/r	$F_y = 35ksi$		$F_y = 36ksi$		$F_y = 42ksi$		$F_y = 46ksi$		$F_y = 50ksi$		
	F_{cr}/Q_c	$\phi_c F_{cr}$									
	ksi	ksi									
	ASD	LRFD									
41	19.2	28.9	41	19.7	29.7	41	22.7	34.1	41	24.8	37.0
42	19.2	28.8	42	19.6	29.5	42	22.6	33.9	42	24.5	36.8
43	19.1	28.7	43	19.6	29.4	43	22.5	33.7	43	24.3	36.6
44	19.0	28.5	44	19.5	29.3	44	22.3	33.5	44	24.2	36.3
45	18.9	28.4	45	19.4	29.1	45	22.2	33.4	45	24.0	36.1
46	18.8	28.3	46	19.3	29.0	46	22.1	33.2	46	23.9	35.9
47	18.7	28.1	47	19.2	28.9	47	22.0	33.0	47	23.8	35.7
48	18.6	28.0	48	19.1	28.7	48	21.8	32.8	48	23.6	35.4
49	18.5	27.9	49	19.0	28.5	49	21.7	32.6	49	23.4	35.2
50	18.4	27.7	50	18.9	28.4	50	21.6	32.4	50	23.3	35.0
51	18.3	27.6	51	18.8	28.3	51	21.4	32.2	51	23.1	34.8
52	18.3	27.4	52	18.7	28.1	52	21.3	32.0	52	23.0	34.5
53	18.2	27.3	53	18.6	28.0	53	21.2	31.8	53	22.8	34.3
54	18.1	27.1	54	18.5	27.8	54	21.0	31.6	54	22.6	34.0
55	18.0	27.0	55	18.4	27.6	55	20.9	31.4	55	22.5	33.8

56	17.9	26.8	56	18.3	27.5	56	20.7	31.2	56	22.3	33.5	56	23.8	35.8
57	17.7	26.7	57	18.2	27.3	57	20.6	31.0	57	22.1	33.3	57	23.6	35.5
58	17.6	26.5	58	18.1	27.1	58	20.5	30.7	58	22.0	33.0	58	23.4	35.2
59	17.5	26.4	59	17.9	27.0	59	20.3	30.5	59	21.8	32.8	59	23.2	34.9
60	17.4	26.2	60	17.8	26.8	60	20.2	30.3	60	21.6	32.5	60	23.0	34.6
61	17.3	26.0	61	17.7	26.6	61	20.0	30.1	61	21.4	32.2	61	22.8	34.3
62	17.2	25.9	62	17.6	26.5	62	19.9	29.9	62	21.3	32.0	62	22.6	34.0
63	17.1	25.7	63	17.5	26.3	63	19.7	29.6	63	21.1	31.7	63	22.4	33.7
64	17.0	25.5	64	17.4	26.1	64	19.6	29.4	64	20.9	31.4	64	22.2	33.4
65	16.9	25.4	65	17.3	25.9	65	19.4	29.2	65	20.7	31.2	65	22.0	33.0
66	16.8	25.2	66	17.1	25.8	66	19.2	28.9	66	20.5	30.9	66	21.8	32.7
67	16.7	25.0	67	17.0	25.6	67	19.1	28.7	67	20.4	30.6	67	21.6	32.4
68	16.5	24.9	68	16.9	25.4	68	18.9	28.5	68	20.2	30.3	68	21.4	32.1
69	16.4	24.7	69	16.8	25.2	69	18.8	28.2	69	20.0	30.1	69	21.1	31.8
70	16.3	24.5	70	16.7	25.0	70	18.6	28.0	70	19.8	29.8	70	20.9	31.4

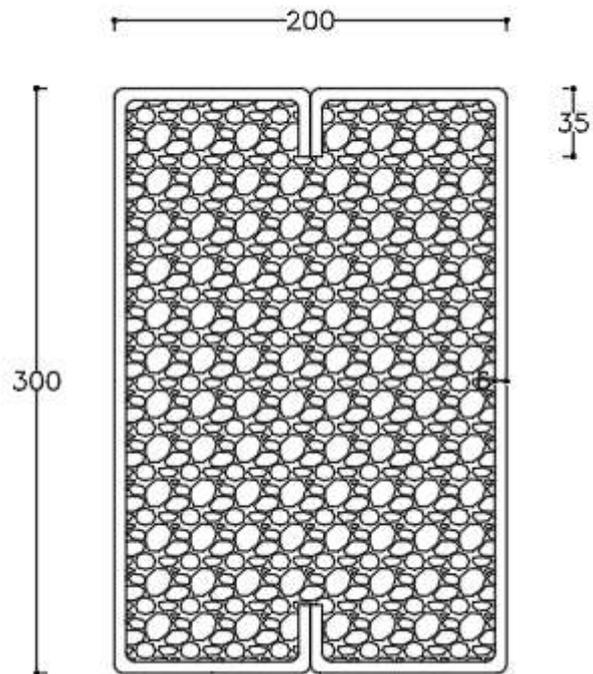
Método de carga axial concéntrica equivalente

Modelación

corrección de la rigidez efectiva de columnas compuestas AISC 360

$$E_{acero} := 200000 \text{ MPa} \quad I_{acero} := 22$$

$$E_{hormigon} := 17900 \text{ MPa}$$



Relación aho espesor según la Nec y la AISC 360-16

columnas compuesta

$$h := 300 \text{ mm}$$

$$t := 5 \text{ mm}$$

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

$$f_y := 2534 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 248.501 \text{ MPa}$$

$$R_{almas} := \frac{h}{t} = 60$$

$$R_{compacta} := 2.42 \cdot \sqrt[2]{\frac{E}{f_y}} = 68.654$$

Vigas

relación ancho espesor alas

$$\hat{h} := 75 \text{ mm}$$

$$\hat{t} := 5 \text{ mm}$$

$$R_{alas} := \frac{h}{t} = 15$$

$$\hat{R}_{alas} := 0.56 \cdot \sqrt[2]{\frac{E}{f_y}} = 15.887$$

relación ancho espesor almas

$$\hat{h} := 150 \text{ mm}$$

$$\hat{t} := 5 \text{ mm}$$

$$R_{\text{alas}} := \frac{h}{t} = 30$$

$$R_{\text{alas}} := 1.40 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 39.717$$

DISEÑO DE CUBIETA LIVIANA

Cargas

Ancho colaborante

$$Ac := 1 \text{ m}$$

Cargas muertas

Dura techo económico 0.25

$$P_{techo} := 2.7 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Carga de techo lineal

$$P_{techo_lineal} := P_{techo} \cdot Ac = 2.7 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Peso estimado tubo 50 x100 mm e=2mm

$$P_{perfil} := 4.63 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Cargas vivas

Carga para cubiertas planas NEC

$$P_{viva} := 0.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Carga viva lineal

$$P_{viva_lineal} := P_{viva} \cdot Ac = 71.38 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Pre-diseño correa

Carga lineal factorada Wu

$$\text{En X} \quad Dx := (P_{techo_lineal} + P_{perfil}) \cdot \cos(15) = -5.569 \frac{\text{kgf}}{\text{m}} \quad Lx := P_{viva_lineal} \cdot \cos(15) = -54.227 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$Wux := 1.2 Dx + 1.6 Lx = -0.103 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

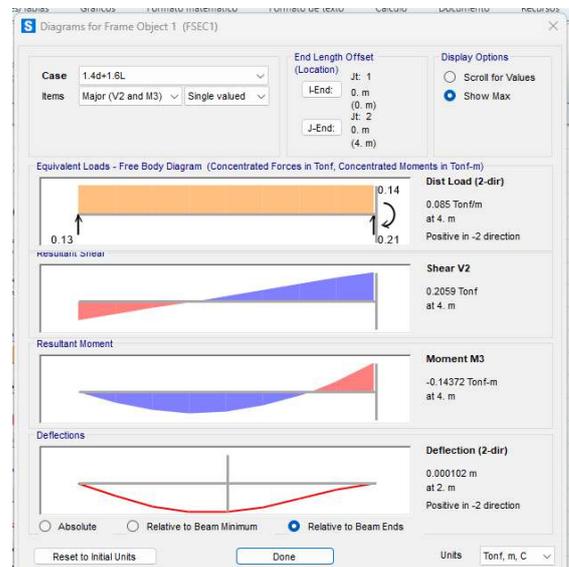
$$\text{En y} \quad Dy := (P_{techo_lineal} + P_{perfil}) \cdot \sin(15) = 4.767 \frac{\text{kgf}}{\text{m}} \quad Ly := P_{viva_lineal} \cdot \sin(15) = 46.418 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$Wuy := 1.2 Dy + 1.6 Ly = 0.088 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

Modelado zap20 viga continua

$$Mux := 0.17246 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

$$Muy := 0.14372 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$



Calculo del modulo Plástico $\phi b := 0.9 \frac{cm}{cm}$ resistencia del acero $f_y := 2534 \frac{kgf}{cm^2}$

$$Z_{xreq} := \frac{M_{ux}}{\phi b \cdot f_y} = 6.86 \text{ cm}^3 \quad Z_x := 19016 \text{ mm}^3 = 19.016 \text{ cm}^3 \quad \text{Cumple}$$

$$Z_{yreq} := \frac{M_{uy}}{\phi b \cdot f_y} = 5.717 \text{ cm}^3 \quad Z_y := 11716 \text{ mm}^3 = 11.716 \text{ cm}^3 \quad \text{Cumple}$$

Flexión asimétrica

$$M_{rx} := M_{ux} = 0.172 \text{ tonf} \cdot \text{m} \quad M_{ry} := M_{uy} = 0.144 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

$$M_{cx} := \phi b \cdot f_y \cdot Z_x = 0.478 \text{ tonf} \cdot \text{m} \quad M_{cy} := \phi b \cdot f_y \cdot Z_y = 0.295 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

$$A := \frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} = 0.849 \quad \text{cumple}$$

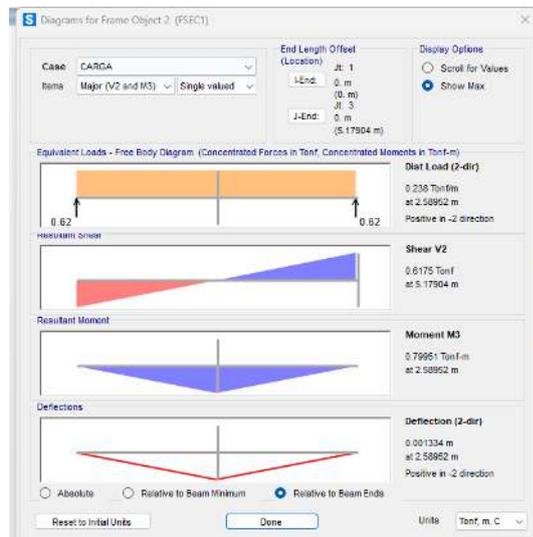
TRAVEZ

$$M_{Diseño} := 0.79951 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

$$Z := \frac{M_{Diseño}}{\phi b \cdot f_y} = 31.803 \text{ cm}^3$$

Tubo estructural 150x50x3mm

$$Z_{ad} := 36116 \text{ mm}^3 = 36.116 \text{ cm}^3 \quad \text{Cumple}$$



• Tipos de Duratecho

Datos Generales	Económico	Clásico	Duramil	Duratecho Plus	
Espesor (mm)	0.25	0.30	0.30	0.25	0.30
Ancho total (mm)	904	904	1115	1107	1107
Ancho útil (mm)	856	856	1060	1027	1027
Altura de la onda (mm)	18	18	18	25	25
Separación Max. (m)*	1 vano	1.27	1.51	1.23	1.26
	2 vanos	1.69	2	1.64	1.68
	Múltiples vanos	1.59	1.89	1.54	1.57
Peso Kg/m ²	2.17	2.60	2.57	2.13	2.60
Longitudes (m)	2.40 / 3.00 / 3.60 / 4.20 / 4.80 / 5.00 / 6.00 / 7.00				

*Los cálculos fueron realizados considerando que son techos no accesibles v soportan una carga

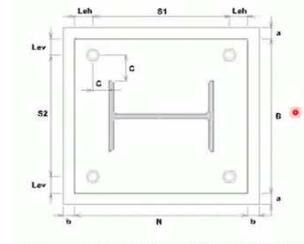
distribuida de 60 [Kg/m²] según NTE INEN 2221

DISEÑO DE PALCA BASE

Cargas de diseño

	$V := 3.8 \text{ tonf}$	
Peso ultimo transmitido a la placa (P_u)	$P_u := 37.89 \text{ tonf} = 337.086 \text{ kN}$	$f_y := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Momento ultimo de diseño (M_u)	$M_u := 7.18 \text{ tonf} \cdot \text{m} = 63.876 \text{ kN} \cdot \text{m}$	
Resistencia a la compresión hormigón (f'_c)	$f'_c := 21 \text{ MPa} = 214.14 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	
Área de la placa (A_I)		
Factor de diseño LRFD ϕ_c	$\phi_c := 0.65$	
Factor de seguridad ASD Ω_c	$\Omega_c := 2.31$	
Área mínima no menor al área de la columna		$A_{min} := 30 \text{ cm} \cdot 20 \text{ cm} = 600 \text{ cm}^2$
$P_p := 0.85 f'_c \cdot A_1$	$P_p := \frac{P_u}{\phi_c}$	$A_1 := \frac{P_p}{0.85 f'_c} = 290.529 \text{ cm}^2$

$d := 30 \text{ cm}$	$bf := 20 \text{ cm}$	$a := 0 \text{ m}$
$\Delta := 0.5 \cdot (0.95 d - 0.80 bf) = 6.25 \text{ cm}$		$b := 0 \text{ m}$
$N := d + \Delta = 36.25 \text{ cm}$	$B := bf + \Delta = 26.25 \text{ cm}$	$L_{eh} := 5 \text{ cm}$
$N := 50 \text{ cm}$	$B := 40 \text{ cm}$	$L_{ev} := 5 \text{ cm}$



EXCENTRICIDAD (e)

$e := \frac{M_u}{P_u} = 18.95 \text{ cm}$	$f_{pmax} := 0.65 \cdot 85 \cdot f'_c = 11831.257 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	$q_{max} := f_{pmax} \cdot B = 473250.294 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}}$
$e_{crit} := \frac{N}{2} - \frac{P_u}{2 \cdot q_{max}} = 24.964 \text{ cm}$	esta por debajo de la excentricidad critica no se diseña para momentos grandes por su cercanía se diseña	

Longitud de apoyo

$Y := N - 2 e = 12.101 \text{ cm}$	$q_u := \frac{P_u}{Y} = 2840.571 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}}$
	$q_u < q_{max} = 1 \quad \text{Cumple}$

Espesor mínimo de placa

$m := \frac{N - 0.95 \cdot d}{2} = 10.75 \text{ cm}$	
$n := \frac{B - 0.80 \cdot bf}{2} = 12 \text{ cm}$	
$f_p := \frac{P_u}{B \cdot Y} = 71.014 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	$t_{p1} := 1.5 \cdot n \cdot \sqrt{\frac{f_p}{f_y}} = 3.016 \text{ cm} \quad \text{asumimos } 3.5 \text{ cm}$



1 Nivel 1
A1/3 1:50

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: **Diseño Estructural de Estación de Bomberos Cantón Palanda**

CONTENIDO: **Planta Baja**

Propia o Arrendada: Propia	Evaluadores: Phd. Eduardo Santos Msc. Lenin Dender	Estudiante Dibujante: Alberca Jhon Huayamave Joel	Fecha de Emisión: 07/31/24
Dueño: Cuerpo de Bomberos			Lámina: A1/3 Escala: 1:50



1 Nivel 2
A2/3 1 : 50

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

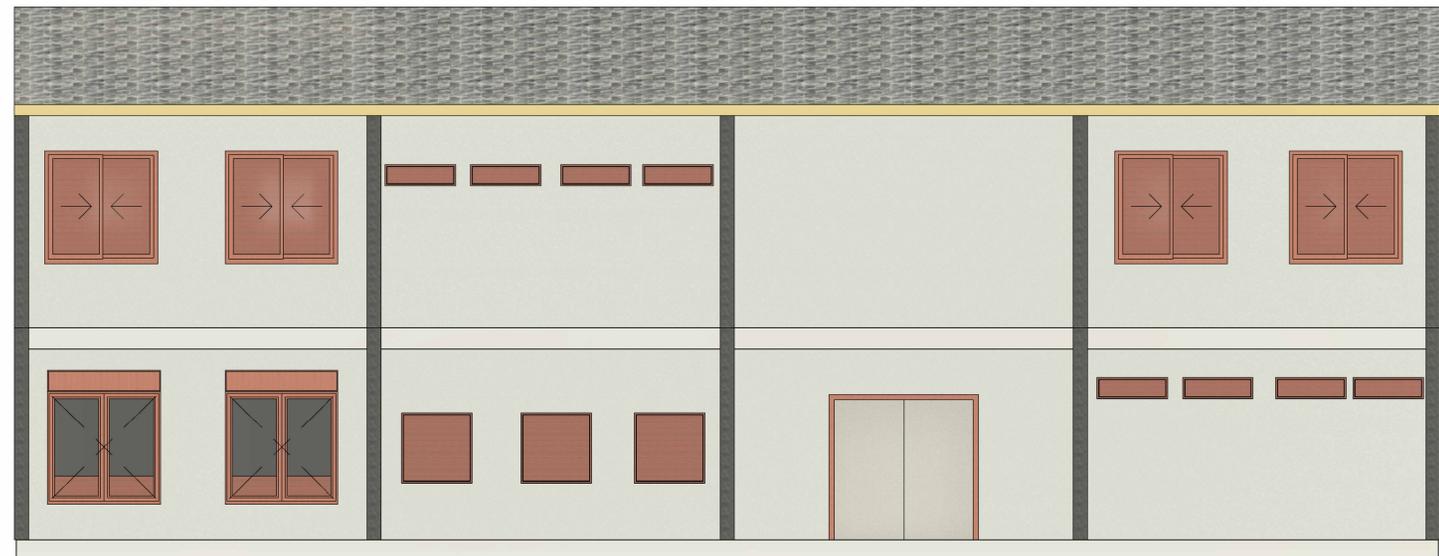
PROYECTO: **Diseño Estructural de Estación de Bomberos
Cantón Palanda**

CONTENIDO: **Planta Alta**

Propia o Arrendada: Propia	Evaluadores: Phd. Eduardo Santos Msc. Lenin Dender	Estudiante Dibujante: Alberca Jhon Huayamave Joel	Fecha de Emisión: 07/31/24
Dueño: Cuerpo de Bomberos			Lámina: A2/3 Escala: 1 : 50



1 CORTE A-A'
A3/3 1:50



2 CORTE B-B'
A3/3 1:50



3 Norte
A3/3 1:50

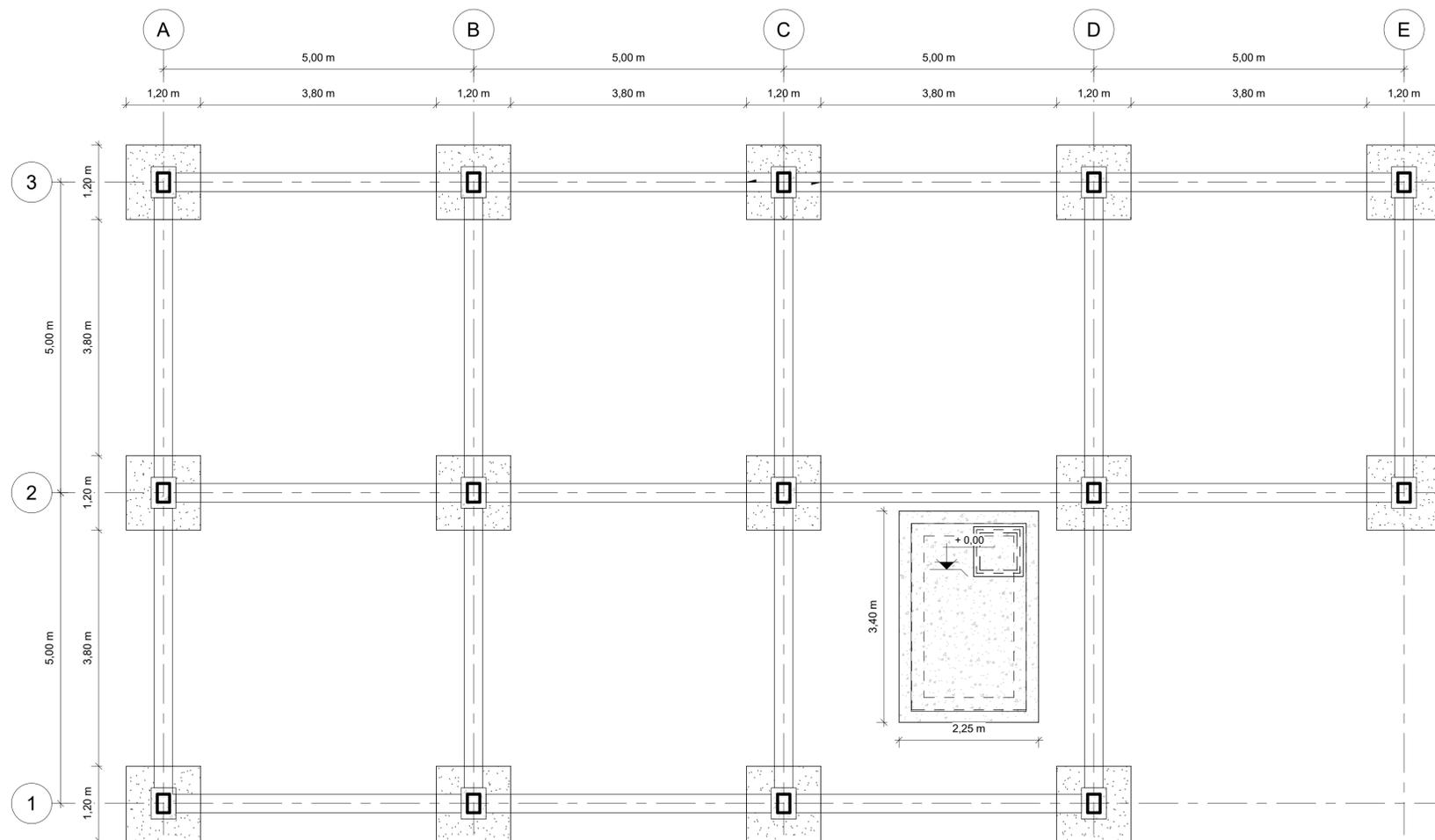


4 Oeste
A3/3 1:50

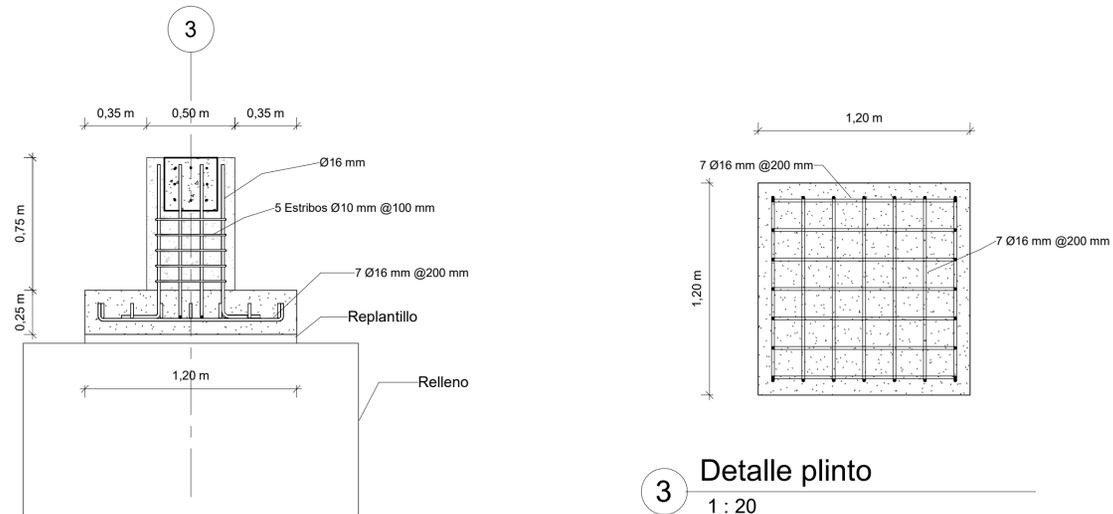


5 (3D)
A3/3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORIAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:	Diseño Estructural de Estación de Bomberos Cantón Palanda		
CONTENIDO:	Cortes - Fachadas - Modelo 3D		
Propia o Arrendada: Propia	Evaluadores: Phd. Eduardo Santos Msc. Lenin Dender	Estudiante Dibujante: Alberca Jhon Huayamave Joel	Fecha de Emisión: 07/31/24
Dueño: Cuerpo de Bomberos			Lámina: A3/3
			Escala: 1:50

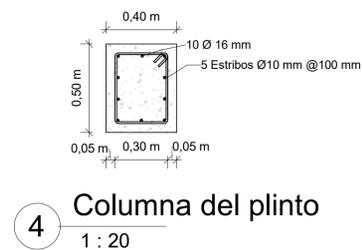


1 CIMENTACIÓN
1 : 50

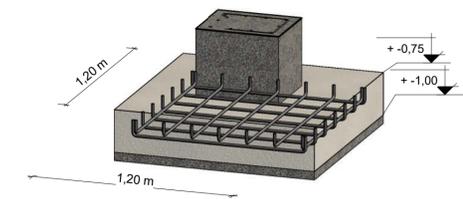


2 CIMENTACION C3
1 : 20

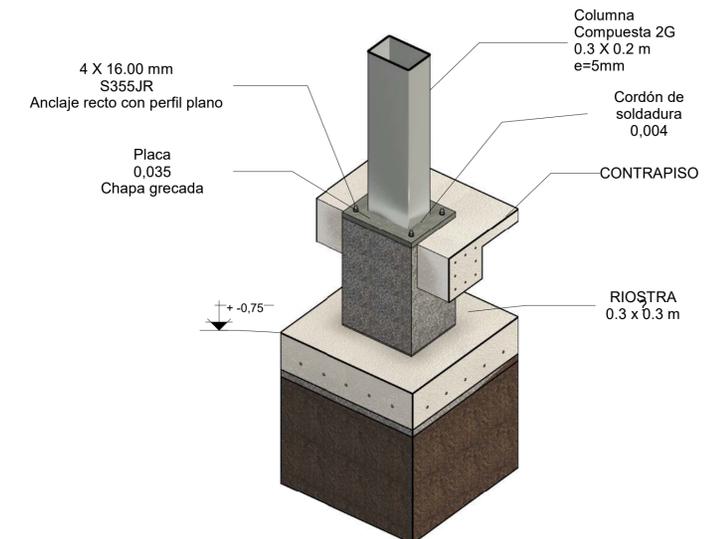
3 Detalle plinto
1 : 20



4 Columna del plinto
1 : 20

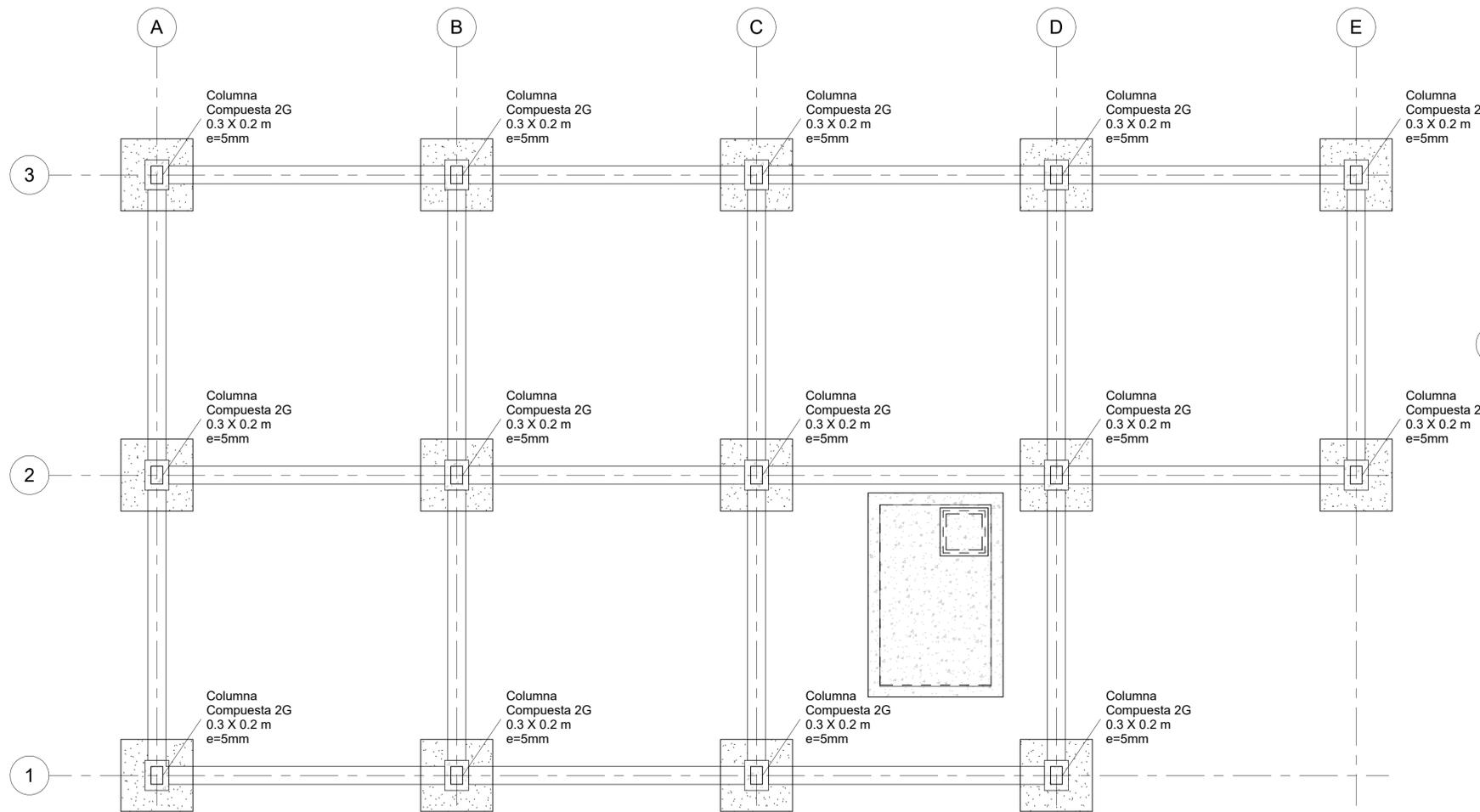


5 3D Cimentación Plinto

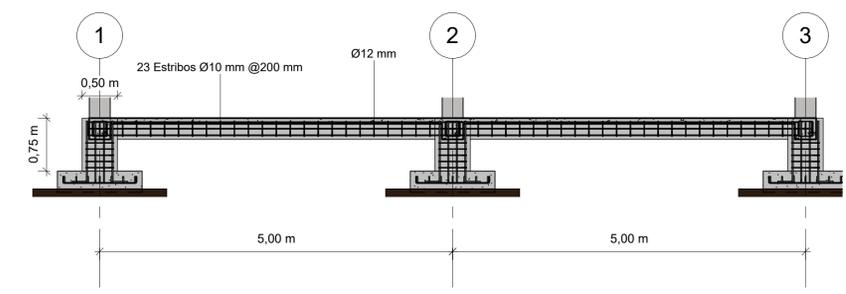


6 Conex. Columnas Plinto

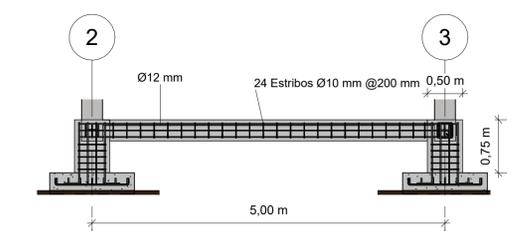
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: Diseño Estructural de Estación de Bomberos			
Cantón Palanda			
CONTENIDO: Cimentación - Plinto			
Propia o Arrendada: Propia	Evaluadores: Phd. Eduardo Santos Msc. Lenin Dender	Estudiante Dibujante: Alberca Jhon Huayamave Joel	Fecha: 08/08/24
Dueño: Cuerpo de Bomberos			Lámina: E1/5 Escala: Como se indica



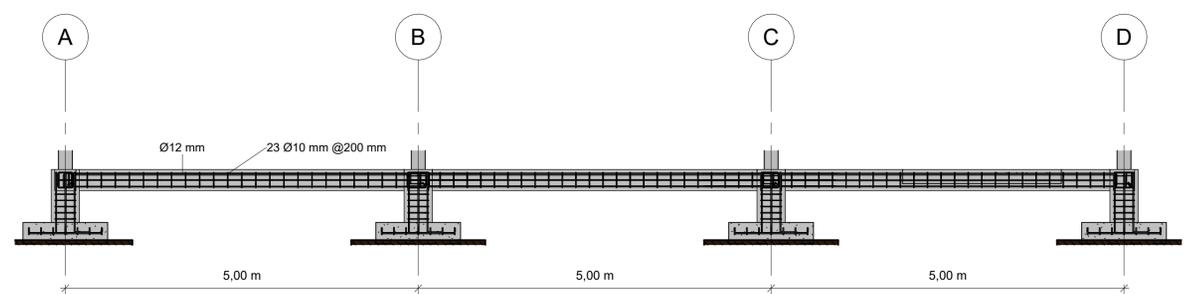
1 Riostras
1 : 50



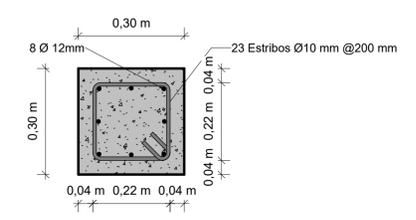
4 Riostra Ejes A-B-C-D
1 : 50



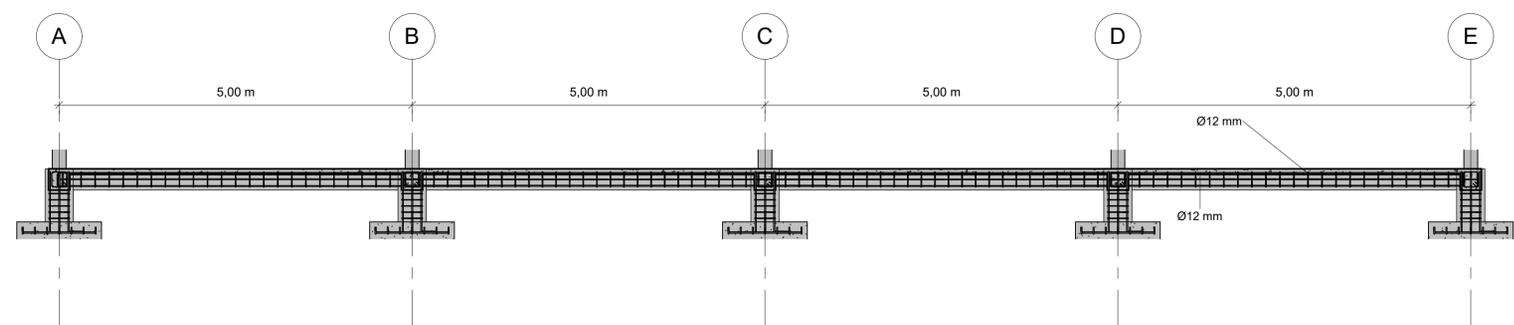
5 Riostra Eje E
1 : 50



2 Riostra eje 1
1 : 50

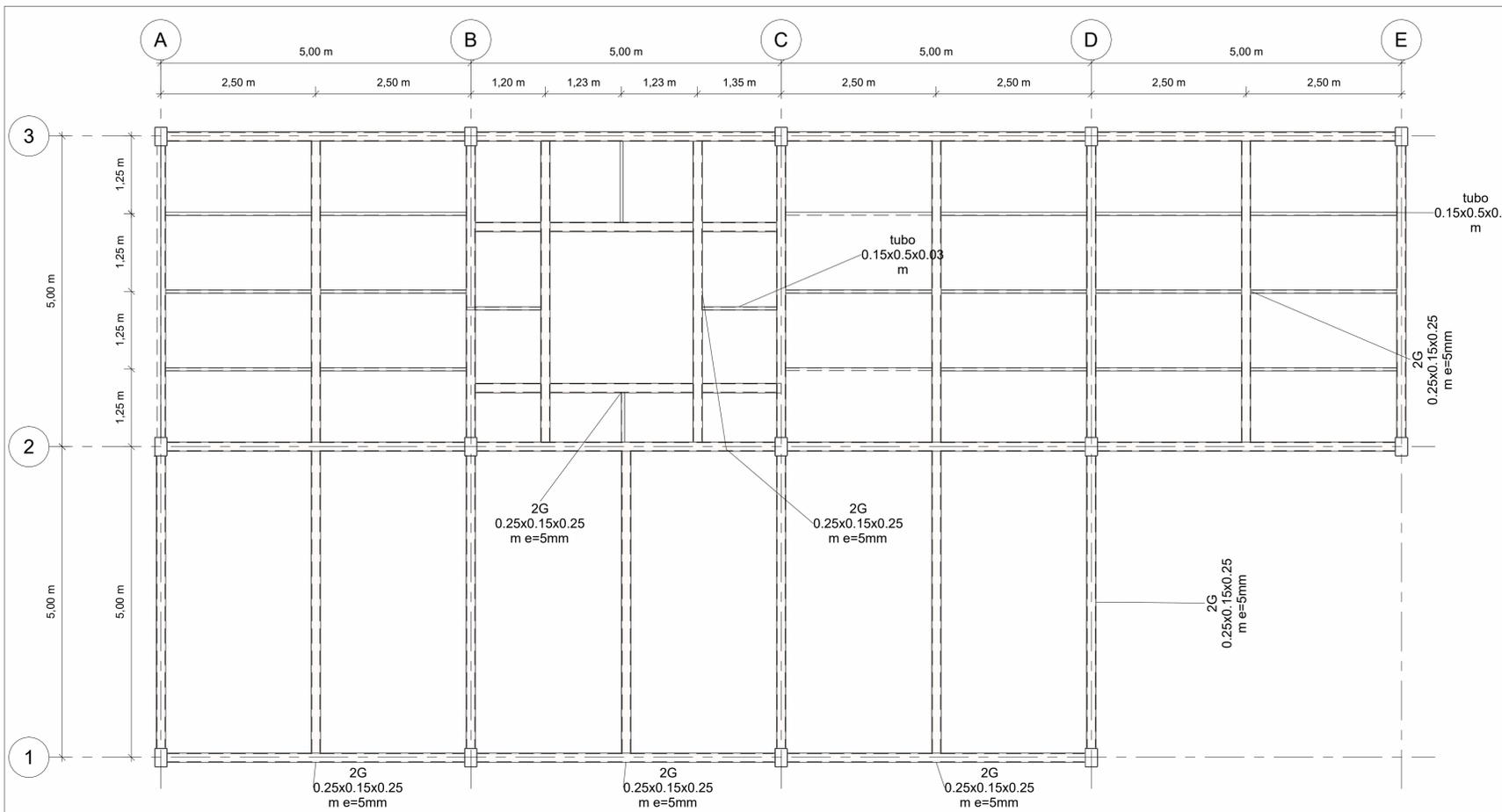


6 Seccion común Riostra
1 : 10

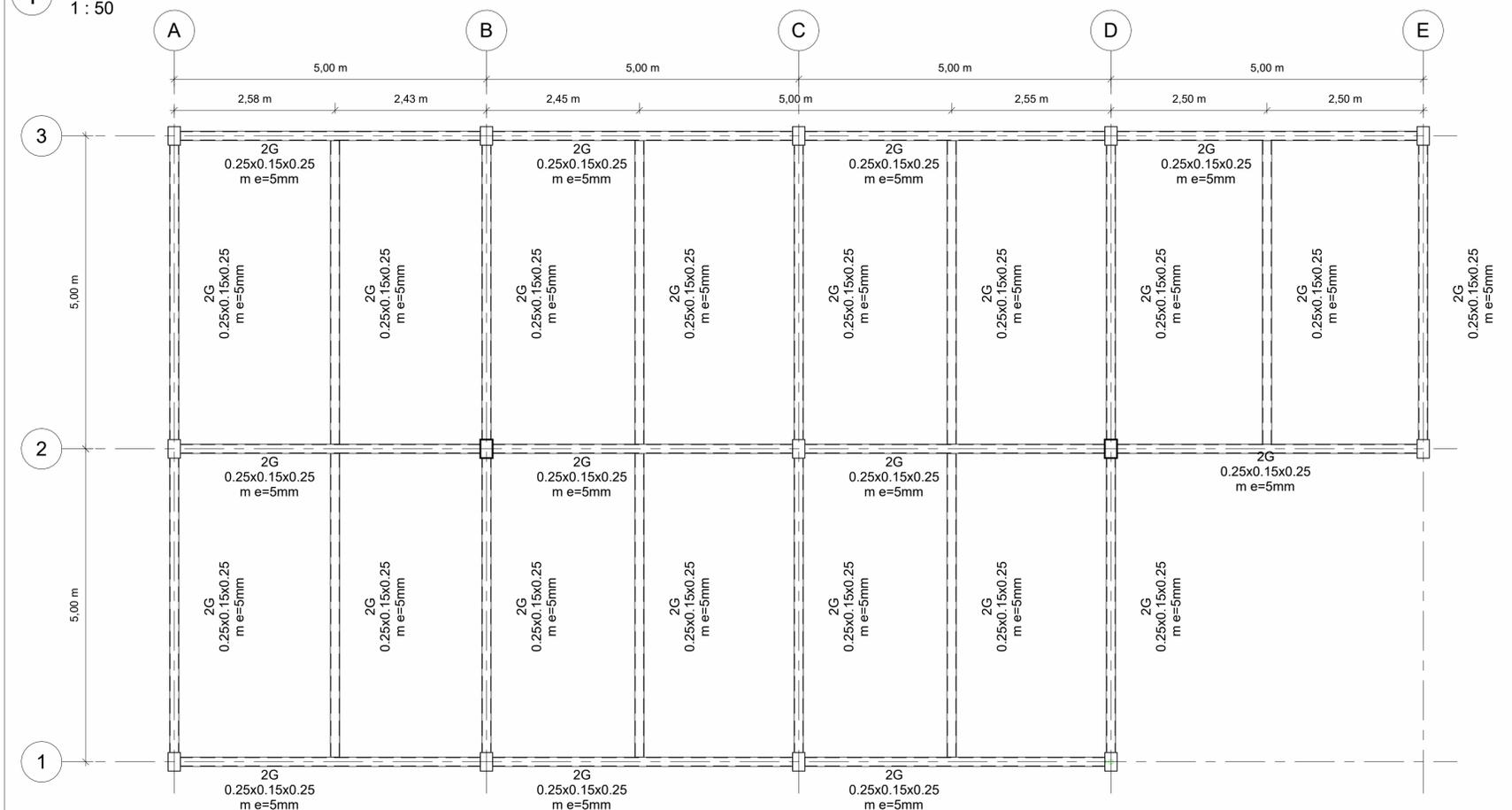


3 Riostra ejes 2-3
1 : 50

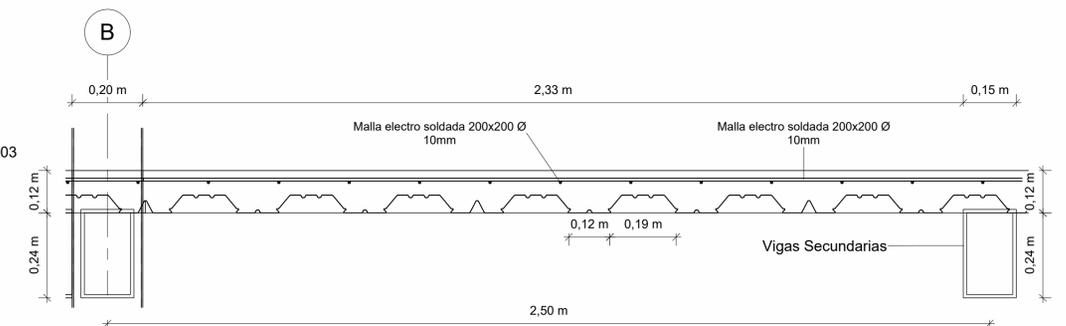
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORIAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: Diseño Estructural de Estación de Bomberos			
Cantón Palanda			
CONTENIDO: Cimentación - Riostras			
Propia o Arrendada: Propia	Evaluadores: Phd. Eduardo Santos Msc. Lenin Dender	Estudiante Dibujante: Alberca Jhon Huayamave Joel	Fecha: 08/08/24
Dueño: Cuerpo de Bomberos			Lámina: E2/5 Escala: Como se indica



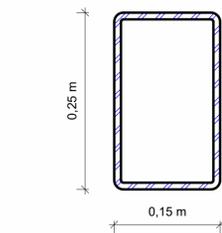
1 Planta Alta
1 : 50



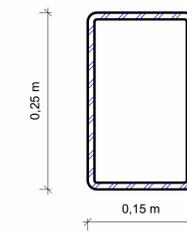
2 Planta de Cubierta
1 : 50



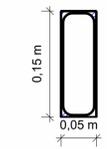
3 Detalle Losa
1 : 10



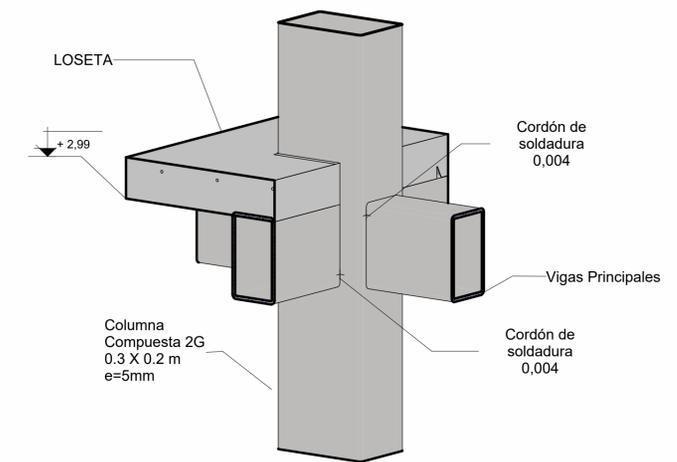
4 Viga principal
1 : 5



5 Viga Secundaria
1 : 5



6 Vigueta
1 : 5



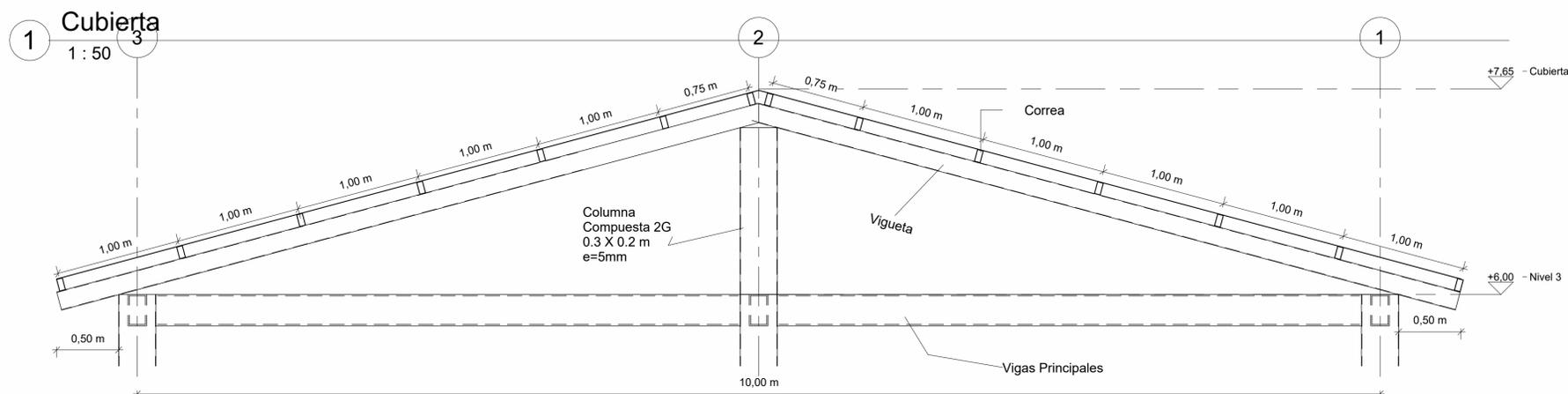
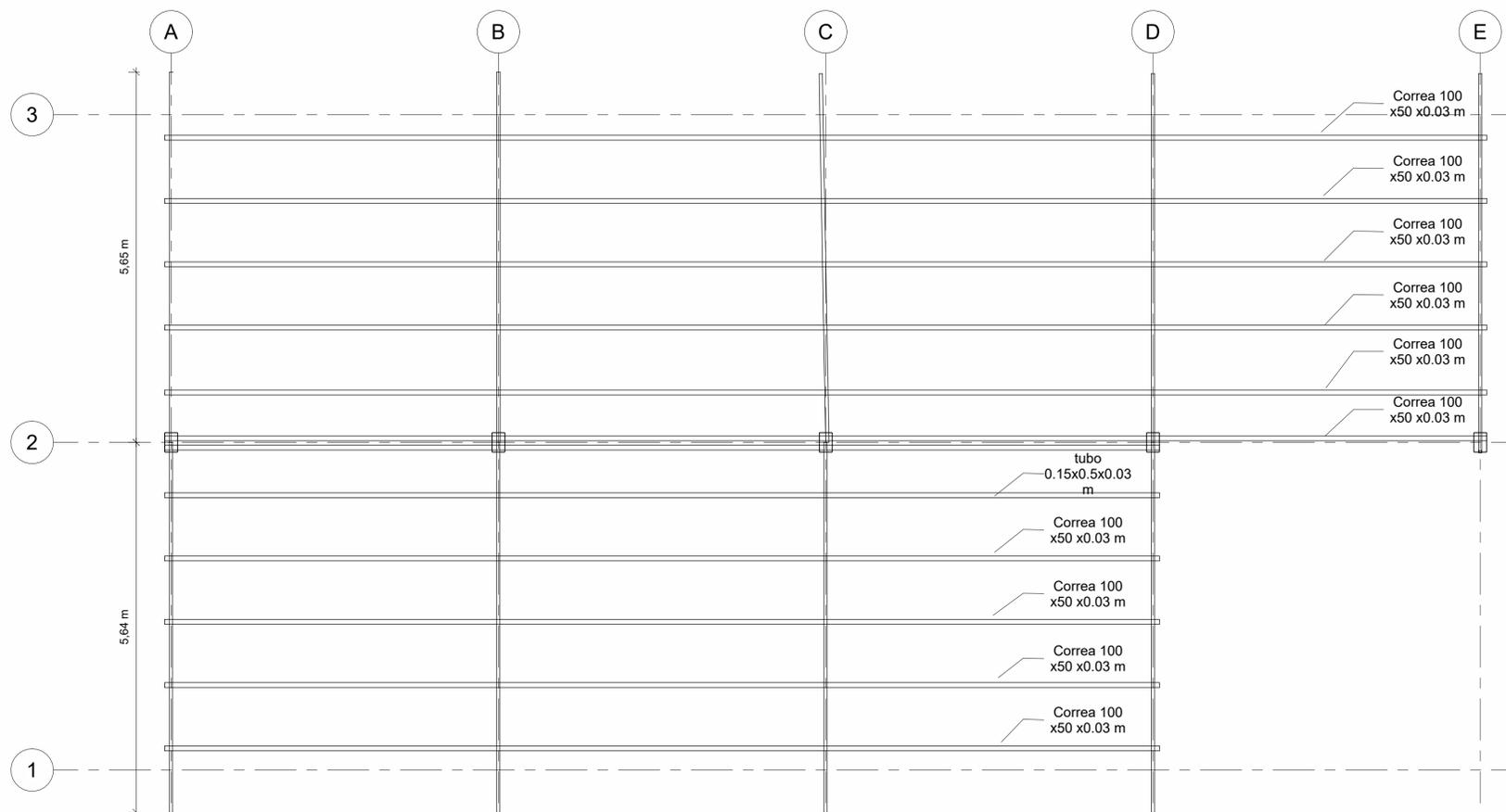
7 Conexiones centrales 2-B,
2-C, 2-D

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

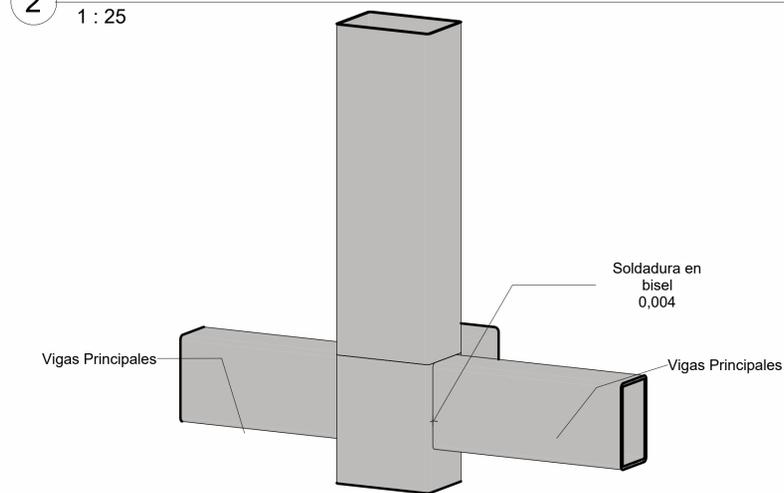
PROYECTO: **Diseño Estructural de Estación de Bomberos**
Cantón Palanda

CONTENIDO: **Losa y Vigas**

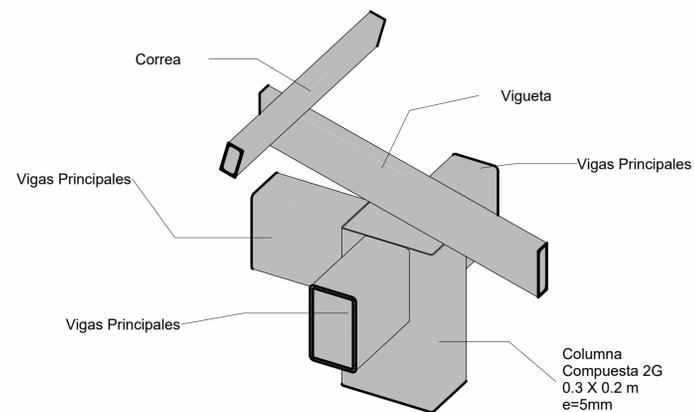
Propia o Arrendada: Propia	Evaluadores: Phd. Eduardo Santos Msc. Lenin Dender	Estudiante Dibujante: Alberca Jhon Huayamave Joel	Fecha: 08/08/24
Dueño: Cuerpo de Bomberos			Lámina: E3/5
			Escala: Como se indica



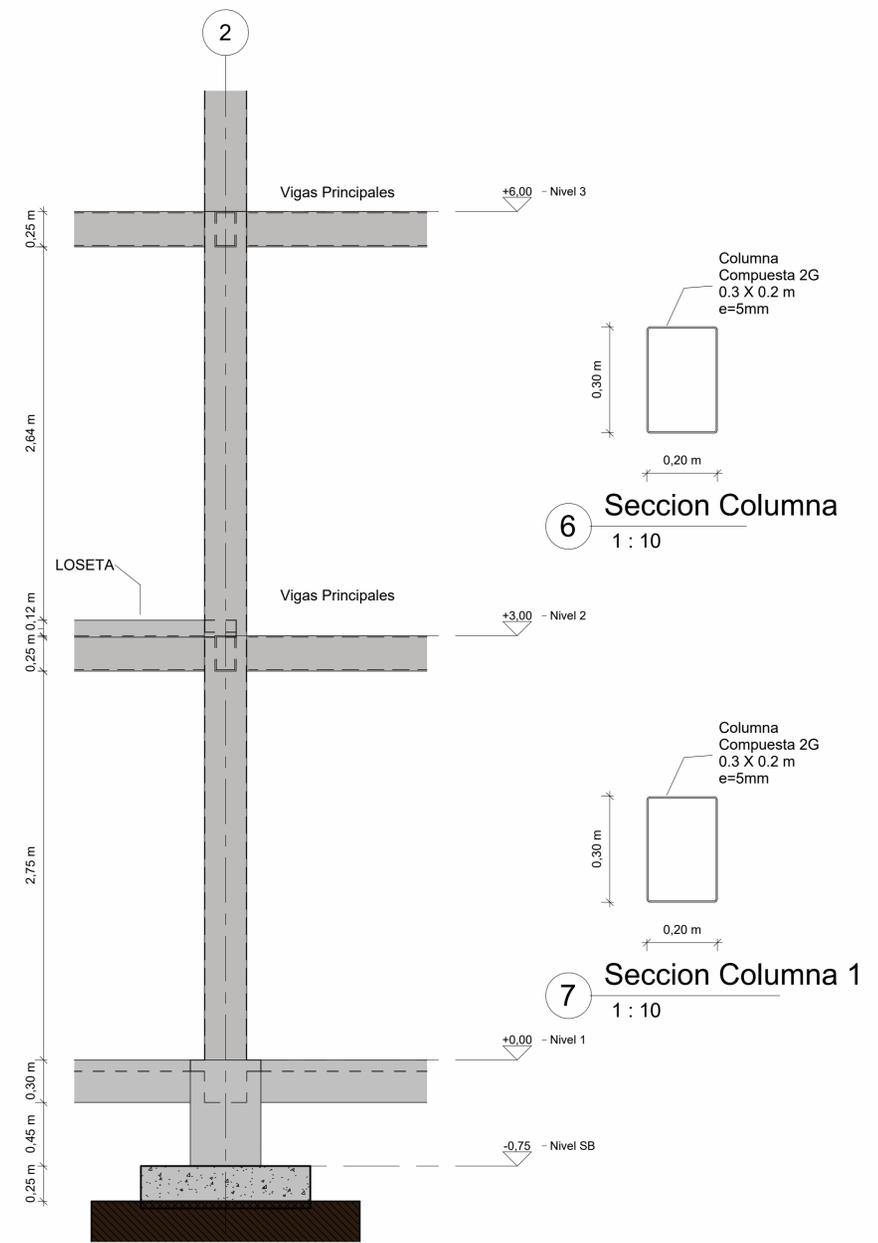
1 Sección Cubierta
1 : 50



3 3D Conexión Cubierta
Lateral - Central 2A

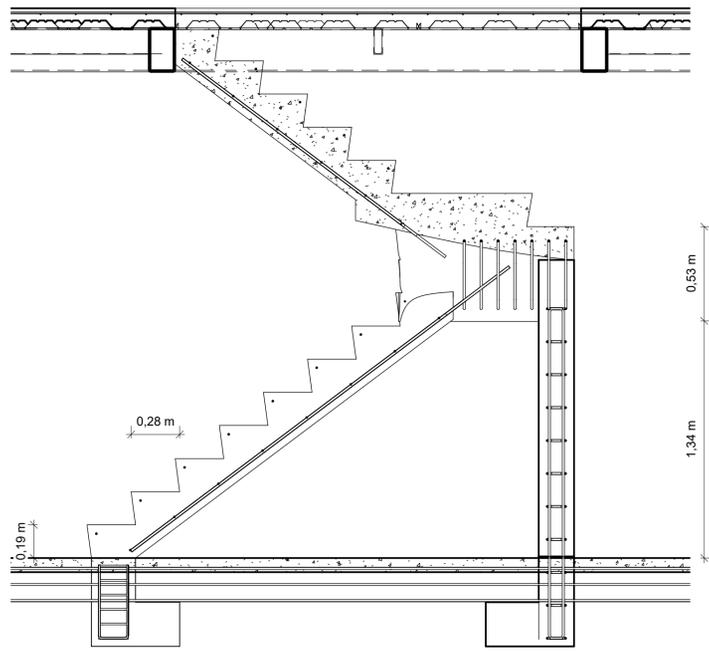


4 3D Conexión Cubierta
Lateral 1B

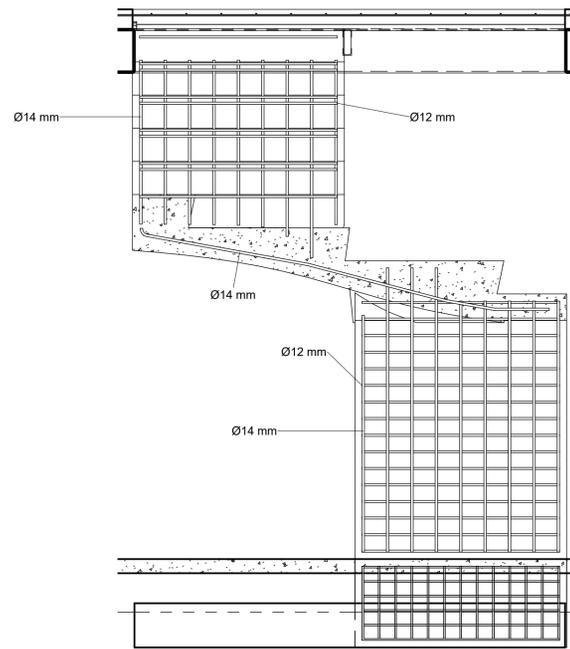


5 Detalle Columnas centrales
1 : 25

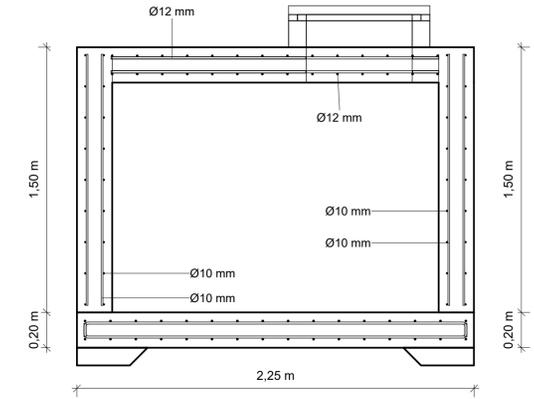
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORIAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: Diseño Estructural de Estación de Bomberos			
Cantón Palanda			
CONTENIDO: Cubierta - Columna			
Propia o Arrendada: Propia	Evaluadores: Phd. Eduardo Santos Msc. Lenin Dender	Estudiante Dibujante: Alberca Jhon Huayamave Joel	Fecha: 08/08/24
Dueño: Cuerpo de Bomberos			Lámina: E4/5
			Escala: Como se indica



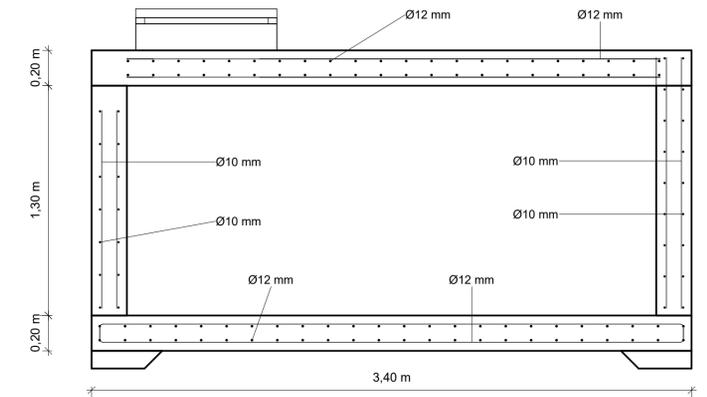
1 Detalle Escalera 1
1 : 20



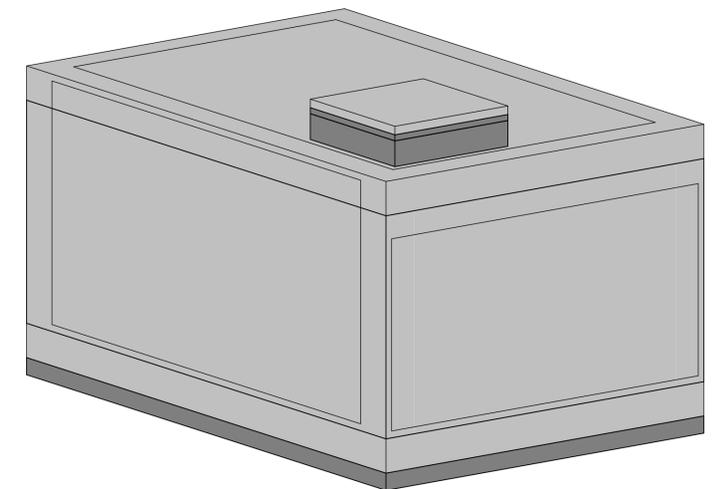
2 Detalle Escalera 2
1 : 20



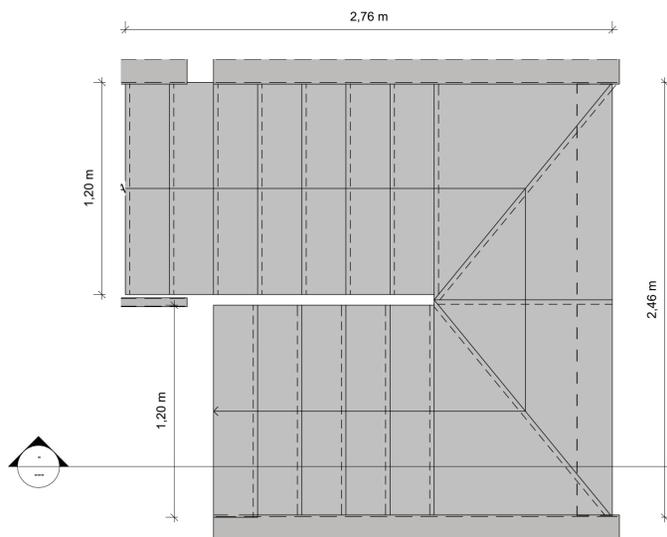
5 Detalle Cisterna 1
1 : 20



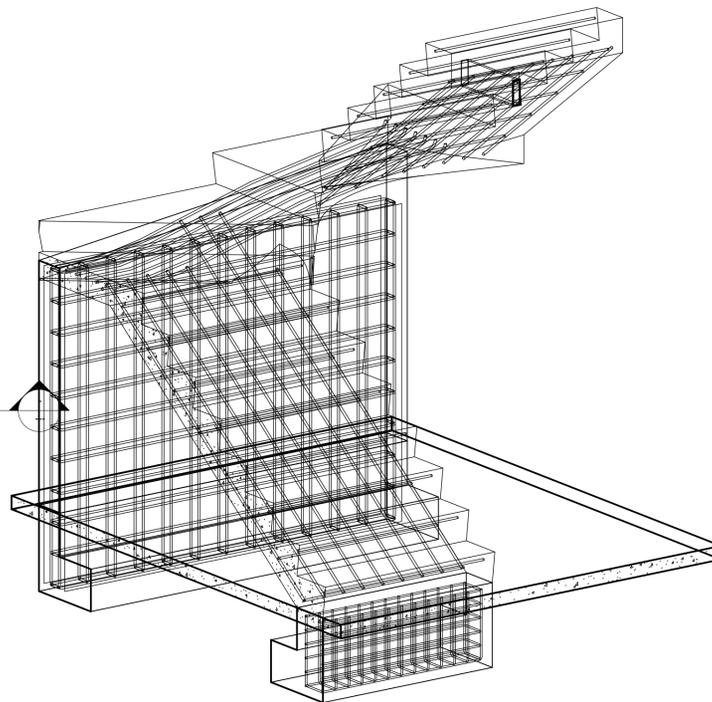
6 Detalle Cisterna 2
1 : 20



7 3D Cisterna



3 Vista en Planta Escalera
1 : 20



4 3D Escalera 2

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORIAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: Diseño Estructural de Estación de Bomberos			
Cantón Palanda			
CONTENIDO: Escalera y Cisterna			
Propia o Arrendada: Propia	Evaluadores: Phd. Eduardo Santos Msc. Lenin Dender	Estudiante Dibujante: Alberca Jhon Huayamave Joel	Fecha: 08/08/24
Dueño: Cuerpo de Bomberos			Lámina: E5/5
			Escala: 1 : 20

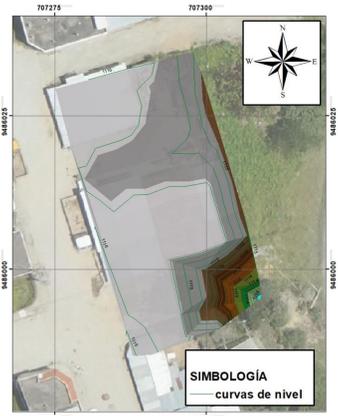
Diseño estructural y constructivo de la estación de bomberos del Cantón Palanda

PROBLEMA

La ausencia de una estación de bomberos en el cantón Palanda ha obligado a arrendar espacios inadecuados para las operaciones de emergencia. Estos lugares, diseñados para otros fines, no están preparados para las actividades de rescate, comprometiendo la eficiencia de los bomberos y resulten pérdidas materiales y humanas. La falta de infraestructura adecuada afecta negativamente ando la capacidad de respuesta y la seguridad de la comunidad

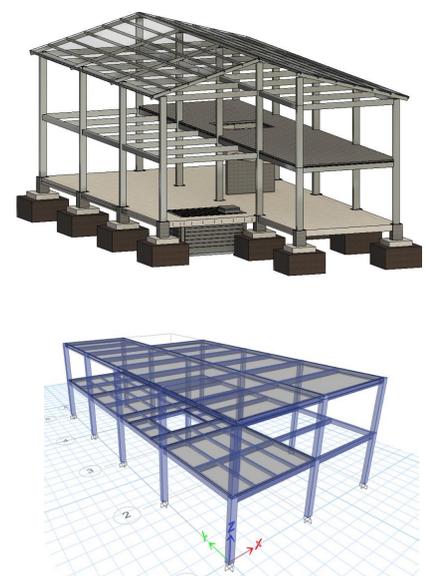
OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño estructural y constructivo de una estación de bomberos usando la metodología BIM y parámetros con normativas NEC y ASTM, junto a criterios de sostenibilidad, para el cumplimiento de una infraestructura eficiente y moderna para el cuerpo de bomberos.



PROPUESTA

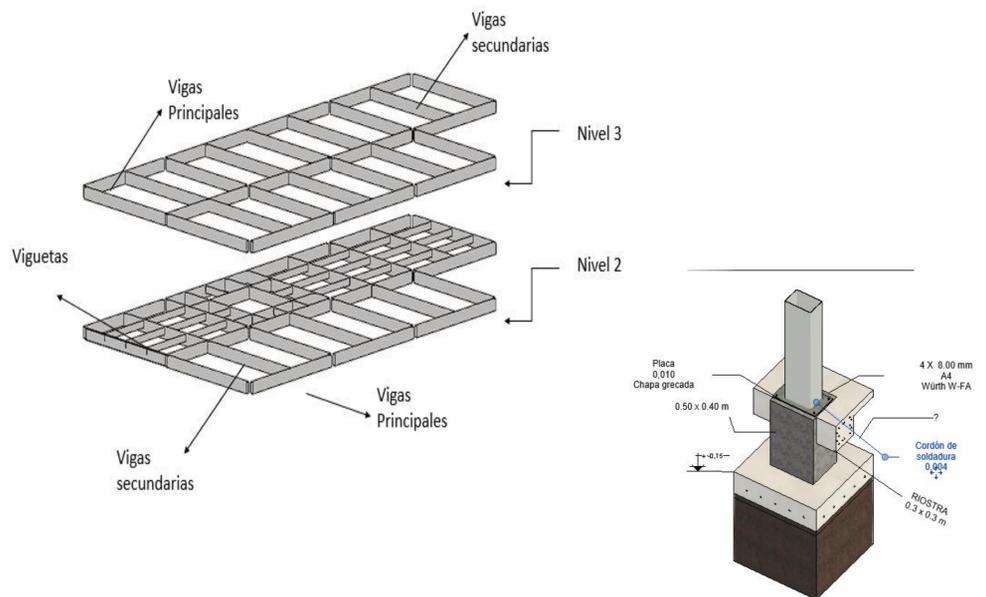
Se propone una estructura mixta de metal y hormigón armado para la estación de bomberos. Esta opción combina la rapidez de montaje de las estructuras metálicas, lo que permite que la estación esté operativa rápidamente, con la durabilidad y flexibilidad necesarias para futuras expansiones. Aunque el metal puede ser más costoso y requiere mantenimiento para evitar la corrosión, su ligereza y facilidad de ensamblaje ofrecen una solución eficiente y adaptable a las necesidades de los bomberos



RESULTADOS

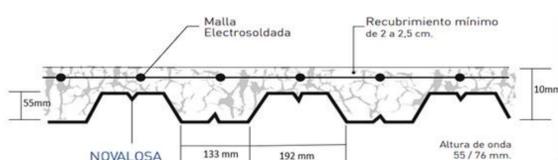
Cargas consideradas

	Cargas muertas	Cargas vivas
PLANTA ALTA	kg/m ²	kg/m ²
Enlucido y Masillado	44	
Recubrimiento piso	44	
Mampostería	200	200
tumbado	20	
Total sobrecarga	308	
PLANTA CUBIERTA		
Tumbado	20	
Peso cubierta	11	
Enlucidos(10%)	4.4	70
Mampostería (10%)	20	
Total sobrecarga	55.4	

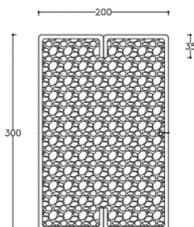


Elementos diseñados

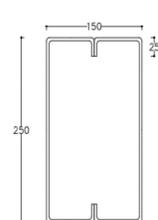
Losa colaborante



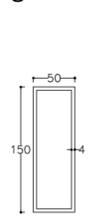
Columna



Vigas Principales y Secundarias



Viguetas



CONCLUSIONES

- El diseño con estructura mixta asegura rapidez en la construcción y adaptabilidad, atendiendo tanto las necesidades actuales como futuras del cuerpo de bomberos.
- Utilizar BIM permitió una planificación precisa y eficiente de la estación, mejorando la visualización y la toma de decisiones.
- El diseño estructural basado en estas normativas garantiza calidad, seguridad y resistencia frente a diversas cargas y condiciones.
- La implementación de BIM y la colaboración entre equipos mejoró la eficiencia y redujo errores, acelerando el proceso de construcción.
- El uso de ETABS permitió una evaluación detallada de la estructura, asegurando la integridad y seguridad del edificio bajo diferentes condiciones.
- Incorporar criterios sostenibles en el presupuesto de construcción redujo costos y minimizó el impacto ambiental, promoviendo una infraestructura responsable