



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA METÁLICA PARA UNA IGLESIA EN
LA AVENIDA DEL BOMBERO, CANTÓN GUAYAQUIL**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Civil

AUTORES: NICK OWEN BUCHELI VILLARREAL
AXEL XAVIER MARAÑÓN JIMÉNEZ

TUTOR: ING. HECTOR ABEL CAMPOVERDE PÉREZ

Guayaquil – Ecuador
2025

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Nosotros, Nick Owen Bucheli Villarreal con documento de identificación N° 0955128483 y Axel Xavier Marañón Jiménez con documento de identificación N° 0925960007; manifestamos que:

Somos los autores responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 16 de enero del año 2025

Atentamente,



Nick Owen Bucheli Villarreal
0955128483



Axel Xavier Marañón Jiménez
0925960007

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Nick Owen Bucheli Villarreal con documento de identificación N° 0955128483 y Axel Xavier Marañón Jiménez con documento de identificación N° 0925960007; expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA METÁLICA PARA UNA IGLESIA EN LA AVENIDA DEL BOMBERO, CANTÓN GUAYAQUIL”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 16 de enero del año 2025

Atentamente,



Nick Owen Bucheli Villarreal
0955128483



Axel Xavier Marañón Jiménez
0925960007

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Hector Abel Campoverde Pérez con documento de identificación N° 0930702444, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA METÁLICA PARA UNA IGLESIA EN LA AVENIDA DEL BOMBERO, CANTÓN GUAYAQUIL, realizado por Nick Owen Bucheli Villarreal con documento de identificación N° 0955128483 y Axel Xavier Marañón Jiménez con documento de identificación N° 0925960007, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 16 de enero del año 2025

Atentamente,



Ing. Hector Abel Campoverde Pérez

0930702444

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primero al más importante en mi vida, quien es Dios, quien con su infinita bondad y sabiduría me ha dado la fuerza y las oportunidades necesarias para alcanzar esta meta. A mis padres, cuya dedicación, amor y sacrificio han sido la base de mi educación y mi mayor inspiración para seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles.

Y a ti, Doménica, por ser mi compañera, mi apoyo incondicional y mi motivación diaria. Tu amor, paciencia y confianza en mí han sido el faro que iluminó mi camino durante este proceso.

A cada uno de ustedes, les expreso mi más sincero agradecimiento. Este logro no habría sido posible sin su presencia en mi vida.

Axel Xavier Marañón Jiménez

DEDICATORIA

Esta investigación es destinada para que tu reino se expanda y puedan tus hijos llegar a ti padre. Mi honor y dedicación son para ti Jesús, quien ha sido mi guía y fortaleza en cada paso de este camino. A mis queridos abuelos y tíos, cuyo apoyo financiero y emocional fue un pilar fundamental en los momentos más desafiantes de mi formación académica. A mis padres, cuyo amor incondicional, sacrificio y constante aliento me dieron la motivación para superar cualquier obstáculo. Para esa persona especial que estuvo en los malos y buenos momentos, escuchándome y apoyándome con su amor y paciencia. A todos ustedes, les expreso mi más profunda gratitud, porque sin su ayuda, este sueño no habría sido posible. Este triunfo también es suyo.

Nick Owen Bucheli Villarreal

RESUMEN

El presente proyecto se propone desarrollar un diseño y análisis estructural innovador para una iglesia cristiana en el sector de Los Ceibos, Guayaquil, utilizando una estructura metálica tipo galpón. Este diseño no solo cumple con los estándares convencionales de construcción, sino que también se enfoca en crear un espacio resistente, duradero y acogedor, capaz de albergar a un gran número de congregantes.

Entre los logros más destacados de este proyecto se encuentra la integración de normativas nacionales e internacionales, como la NEC-SE-AC y la AISC 360-22, que garantizan la seguridad y eficiencia de la estructura. Además, se implementaron herramientas y software especializados, como SAP 2000, para realizar un análisis sismorresistente, asegurando que la iglesia pueda resistir las fuerzas sísmicas de la región. Uno de los principales logros de esta investigación es la evaluación de la sostenibilidad y la resistencia sísmica de la estructura, así como su comportamiento frente a otras cargas. Este análisis permitió identificar las secciones, materiales y dimensiones más adecuadas para garantizar un diseño eficiente y seguro, alineado con los estándares actuales de ingeniería estructural.

El proyecto responde a una necesidad urgente de la congregación Reino de Dios, que actualmente enfrenta altos costos de alquiler y limitaciones de espacio en su ubicación temporal. Con la propuesta de un terreno adecuado y el diseño estructural optimizado, se busca no solo satisfacer las necesidades de la comunidad, sino también ofrecer un lugar seguro y funcional para la realización de cultos y actividades religiosas.

En resumen, este trabajo no solo proporciona una solución arquitectónica eficiente, sino que también promueve la sostenibilidad y la adaptación al contexto urbano, garantizando un espacio que rinde homenaje a la fe y a la comunidad que lo habitará.

Palabras clave: diseño estructural, galpón, iglesia, estructura metálica, análisis estructural, terreno, software estructural.

SUMMARY

This project proposes to develop an innovative design and structural analysis for a Christian church in Los Ceibos, Guayaquil, using a metal shed structure. This design not only complies with conventional construction standards, but also focuses on creating a resistant, durable and welcoming space, capable of accommodating a large number of congregants.

Among the most outstanding achievements of this project is the integration of national and international standards, such as NEC-SE-AC and AISC 360-22, which guarantee the safety and efficiency of the structure. In addition, specialized tools and software, such as SAP 2000, were implemented to perform a seismic-resistant analysis, ensuring that the church can withstand the seismic forces of the region. One of the main achievements of this research is the evaluation of the sustainability and seismic resistance of the structure, as well as its behavior under other loads. This analysis made it possible to identify the most appropriate sections, materials and dimensions to guarantee an efficient and safe design, aligned with current structural engineering standards.

The project responds to an urgent need of the Reino de Dios congregation, which currently faces high rental costs and space limitations in its temporary location. By proposing a suitable site and optimized structural design, the project seeks not only to meet the needs of the community, but also to provide a safe and functional place for worship and religious activities.

In short, this work not only provides an efficient architectural solution, but also promotes sustainability and adaptation to the urban context, ensuring a space that pays homage to the faith and the community that will inhabit it.

Key words: structural design, shed, church, steel structure, structural analysis, terrain, structural software.

Índice de contenido

RESUMEN.....	7
SUMMARY	8
CAPÍTULO 1	1
1 Introducción.....	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Localización	3
1.2.1 Ubicación del terreno	4
1.2.2 Condiciones del terreno.....	6
1.3 Objetivos	8
1.3.1 Objetivo general	8
1.3.2 Objetivos específicos.....	8
1.4 Justificación.....	9
1.5 Marco Teórico	9
1.5.1 Consideraciones legales.....	9
1.5.1.1 American Institute of Steel Construction, AISC 360-22.....	9
1.5.1.2 American Society for Testing and Materials.....	10
1.5.1.3 Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC.....	10
1.5.1.4 Norma Ecuatoriana de la construcción, NEC-SE-AC.....	11
1.5.1.5 Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC-SE-DS.....	11
1.5.2 Materiales	12
1.5.2.1 Hormigón armado.....	12
1.5.2.2 Acero estructural	12
1.5.3 Diseño sismo – resistente	13
1.5.3.1 Sismo de diseño.....	13
1.5.3.2 Cortante Basal	13
1.5.3.3 Periodo de vibración.....	13
1.5.3.4 Factor de reducción de resistencia Sísmica	13
1.5.4 Cargas de Diseño.....	14
1.5.4.1 Cargas Muertas.....	14
1.5.4.2 Cargas Vivas.....	14
1.5.4.3 Cargas Ambientales.....	15
1.5.4.4 Cargas debido a fluidos y presiones del suelo.....	15
1.5.4.5 Combinaciones de cargas	15

1.5.5	Estudios Geotécnicos	16
1.5.6	Plataforma BIM.....	16
1.5.6.1	Revit	16
CAPÍTULO 2		17
2	METODOLOGÍA	17
2.1	Trabajo de campo	17
2.2	Revisión del diseño arquitectónico.....	17
2.3	Alternativas de diseño	18
2.3.1	Alternativa 1: 1 galpón metálico con columnas de hormigón	18
2.3.2	Alternativa 2: Galpón metálico de 1 nave, adaptación y reusó de elementos arquitectónicos del terreno	19
2.4	Criterios a considerar en las alternativas	20
2.4.1	Costo.....	20
2.4.2	Rapidez de la construcción.....	21
2.4.3	Mano de obra.....	22
2.4.4	Preferencia del cliente	22
2.5	Selección de alternativa.....	24
CAPÍTULO 3		25
3	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES	25
3.1	Modelo Renderizado de la estructura	25
3.2	Diseño estructural de la edificación	28
3.2.1	Uso de la edificación	28
3.2.2	Estimación de cargas	29
3.2.2.1	Carga viva.....	29
3.2.2.2	Carga muerta	29
3.2.2.3	Carga de viento.....	30
3.2.2.4	Carga sísmica	34
3.2.3	FACTOR DE IMPORTANCIA	36
3.2.3.1	Factor de reducción de resistencia.....	37
3.2.3.2	Espectro de respuesta elástico e inelástico	37
3.3	Prediseño	38
3.3.1	Dimensionamiento.....	39
3.3.2	Perfiles.....	43
3.3.3	Software Sap 2000.....	43
3.3.3.1	Secciones Sap	45
3.3.3.2	Definición de Combinaciones de cargas	47
CAPÍTULO 4		49
4	Presupuesto Referencial para la Construcción de la Iglesia en Ecuador	49

4.1	Mano de Obra.....	49
4.2	Materiales	50
4.3	Equipos y Herramientas	50
4.4	Transporte.....	50
4.5	Costos Indirectos	51
4.6	Total del presupuesto.....	51
4.7	Resumen del Presupuesto	51
CAPÍTULO 5		52
5	Conclusiones y recomendaciones.....	52
5.1	Conclusiones	52
5.2	Recomendaciones.....	53
BIBLIOGRAFÍA.....		55
ANEXOS Y PLANOS		56
6	Anexo Apus.....	56
6.1	Anexo Planos arquitectónicos	1

Abreviaturas

UPS Universidad Politécnica Salesiana
 NEC Norma Ecuatoriana de la construcción
 AISC American Institute of Steel Construction
 INEC Instituto Nacional de Estadística y Censos
 BIM Building Information Modelling

Índice de figuras

RESUMEN	7
SUMMARY	8
CAPÍTULO 1	1
Figura 1: Iglesia Reino de Dios vía a la Costa	2
Figura 2: Iglesia Reino de Dios Teatro Fedenador.....	3
Figura 3: Mapa de ubicación geográfica de la ciudad de Guayaquil.....	4
Figura 4: Localización geográfica de los Ceibos	5
Figura 5: Gasolinera Shell Ceibos.....	5
Figura 6: Ubicación del terreno en el sector de Los Ceibos	6
Figura 7: Vista frontal del terreno	6
Figura 8: Cerchas oxidadas en terreno	7
Figura 9: Estructura en malas condiciones y vegetación en terreno.....	7
CAPÍTULO 2	17
Figura 10: Diseño arquitectónico 2 naves	17
Figura 11: Auditorio para jóvenes.....	18
Figura 12: Infraestructura del terreno.....	20
CAPÍTULO 3	25
Figura 13: Entrada de la iglesia.....	25
Figura 14: Auditorio principal.....	26
Figura 15: Oficina Pastoral.....	26
Figura 16: Baños iglesia.....	27
Figura 17: Bodega Iglesia.....	27
Figura 18: Mapa para diseño sísmico.....	34
Figura 19 Grafica espectro de respuesta.....	37
Figura 20: Plano 2D del galpón.....	39
Figura 21 Momentos en Diseño Sap 2000	39
Figura 22: Perfiles Canal.....	41
Figura 23: Perfiles Ángulos.....	42
Figura 24: Ilustración del modelo en Sap 2000.....	43
Figura 25: Definición de materiales	44
Figura 26: Ilustración de materiales 2	44
Figura 27: Cerchas	45
Figura 28: Vigas	45
Figura 29 Correas	46
Figura 30: Peso Sísmico.....	46
Figura 31: Aplicación de cargas vivas y muertas	47
Figura 32: Combinación de cargas	47

Figura 33: Casos de carga	48
Figura 34: Reacciones Carga muerta.....	48
Figura 35: Deformación de la estructura	49

Índice de tablas

Tabla 1: Costo estimado para cada alternativa	21
Tabla 2: Numerología de escala de satisfacción.....	23
Tabla 3: Ponderación por cada criterio.....	23
Tabla 4: Asignación de valores de escala de likert.....	23
Tabla 5: Valores ponderados	24
Tabla 6 Zona sísmica.....	34
Tabla 7 Clasificación de suelos	35
Tabla 8: Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo de corto	35
Tabla 9 Coeficiente de amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca.....	36
Tabla 10: Coeficiente de comportamiento no lineal de los suelos	36
Tabla 11: Factor de importancia.....	37
Tabla 12: Parámetros relacionados al espectro de respuesta.....	38
Tabla 13: Presupuesto Final	1

CAPÍTULO 1

1 Introducción

Diversas comunidades, como los mormones, católicos y cristianos, enfrentan el desafío de llevar a cabo sus prácticas en espacios limitados o no adecuados. La alta demanda y el aumento de fieles exigen que las autoridades consideren la creación de nuevos espacios donde se puedan desarrollar proyectos constructivos innovadores y económicamente accesibles. Un claro ejemplo de cómo enfrentar este desafío es Hillsong Church, una organización que ha demostrado que no existen límites para su expansión. Con un enfoque global, han abierto iglesias y proyectos alrededor del mundo, adaptándose a las necesidades de cada comunidad. Un ejemplo reciente de su crecimiento fuera de Estados Unidos es la construcción de su iglesia en Río de Janeiro, Brasil. Esta nueva sede resalta su capacidad para crear espacios modernos y accesibles, reflejando su compromiso con la expansión de su mensaje y el fortalecimiento de su comunidad en diversos rincones del planeta.

En 2015, la Iglesia Reino de Dios fue fundada en un pequeño local alquilado ubicado en la vía a la Costa, en Guayaquil. Aunque no pertenece a ninguna denominación específica, predica el evangelio cristiano evangélico. Debido al aumento en el número de miembros, la iglesia se trasladó al teatro Fedenador, donde actualmente congrega a aproximadamente más de 600 personas.

Las iglesias evangélicas no siguen un estilo arquitectónico uniforme, ya que su diseño varía considerablemente según lo que se necesite y satisfaga las expectativas de los pastores para atender a sus fieles miembros. Las Iglesias cumplen con diversas funciones, más allá de simplemente ofrecer un sermón, ya que también buscan fomentar las relaciones personales de sus seguidores, como por ejemplo a través de mensajes basados en la unión familiar, actividades de recreación para niños y adolescentes y cursos de capacitaciones para adultos. El diseño estructural de un galpón metálico representa una solución moderna, funcional y económica para la construcción de una iglesia en Guayaquil. Este tipo de estructura se adapta perfectamente a las necesidades del proyecto, ya que ofrece una construcción rápida, segura y de bajo costo, sin sacrificar la calidad ni la capacidad de generar un espacio amplio y accesible para los fieles.

1.1 Antecedentes

Las Iglesias cristianas o de cualquier otra religión no disponen siempre de los recursos económicos necesarios ya que estas son entidades sin fines de lucro que dependen de donaciones y financiamiento externo. La ubicación también puede volverse un desafío debido a las normas municipales que la ciudad de Guayaquil mantenga.

Los pastores Paulo Guerrero y Karylin Guevara alquilaron un pequeño local de eventos en Plaza Colonia, ubicado en la vía a la Costa, en la ciudad de Guayaquil, Ecuador. Inauguraron el espacio en 2015, junto a algunos colegas apasionados por predicar la palabra de Dios.

A mediados de 2022, mientras la pandemia de COVID-19 aún afectaba a Ecuador, la iglesia Reino de Dios decidió trasladarse al Teatro Fedenador Julio Ramírez Mora, ubicado en la avenida del Bombero. Este cambio permitió acoger a nuevos miembros y ampliar sus actividades, como la realización de cultos para jóvenes. A pesar de la pandemia, el deseo de las personas de asistir y recibir las enseñanzas cristianas continuó creciendo.

La iglesia Reino de Dios después de nueve años de actividad, pudo solicitar al ministerio de ambiente un terreno baldío y abandonado a pocos kilómetros del Teatro Fedenador donde hoy en día tienen su iglesia Desde inicios de este año, ha puesto en marcha la campaña “Construyamos juntos”, que busca financiar este gran proyecto mediante donaciones económicas y actividades organizadas por la propia comunidad. Como parte del plan, se están llevando a cabo estudios de topografía, trazado de planos, análisis del suelo y otras etapas necesarias para la construcción del nuevo templo. Todo esto se realiza de manera progresiva, ajustándose al presupuesto disponible.

Figura 1: Iglesia Reino de Dios vía a la Costa



(Iglesia Reino de Dios, 2017)

Figura 2: Iglesia Reino de Dios Teatro Fedenador



(Iglesia Reino de Dios, 2023)

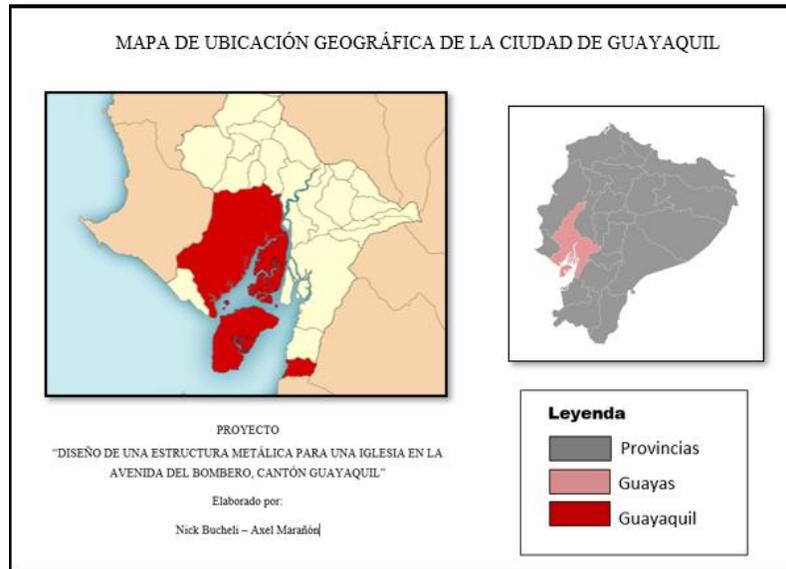
La Iglesia tiene planeado establecerse en su terreno propio para el año 2026 o 2027, ubicado en Los Ceibos, junto a la Av. del Bombero. Para ello, es necesario considerar varios factores durante el diseño estructural del templo.

Uno de estos factores es el uso de este terreno, el cual este legalmente le pertenece al ministerio de ambiente, dado que actualmente el área está abandonada y cerca de bosque montañoso en el cerro San Eduardo. Al momento de presentar planos del diseño y de la topografía del terreno este factor se resolverá y se sedera consideración a la iglesia Reino de Dios. Otro parámetro importante que no se puede dejar fuera son las normativas estructurales que debe cumplir el diseño, como la cantidad mínima de metros cuadrados necesarios para que se considerada una iglesia y no una pequeña capilla, los materiales o las dimensiones de la estructura. En función de algunos de estos factores el objetivo es diseñar una iglesia en Los Ceibos, Guayaquil. Una propuesta que busca ofrecer una duradera y de calidad edificación que pueda construirse en poco tiempo y de manera que los costos no sobrepasen lo esperado.

1.2 Localización

La localización propuesta para este proyecto se encuentra en la ciudad de Guayaquil, con coordenadas geográficas de latitud -2.21 y longitud -79.91. Según la Prefectura del Guayas, Guayaquil, como capital, cuenta con aproximadamente 2'723,665 habitantes, de acuerdo con estadísticas del año 2010 (Prefectura del Guayas , 2022).

Figura 3: Mapa de ubicación geográfica de la ciudad de Guayaquil



(Wikipedia, 2009)

1.2.1 Ubicación del terreno

"Los Ceibos" es el área designada para el diseño que se propone realizar, ubicada al norte de la ciudad de Guayaquil. Gran parte del sector está compuesta por ciudadelas privadas, como Las Cumbres, Los Olivos y Ceibos Norte, entre otras. Además, esta área forma parte de la parroquia Tarqui. Limita con el Cerro Azul en un tramo junto a la Vía Perimetral y con los barrios San Eduardo, Miraflores, Mapasingue y Prosperina (Wikipedia, 2024).

Además, es una importante zona comercial, destacando el centro comercial Riocentro Los Ceibos. En este sector también se encuentran reconocidos centros educativos, como el Colegio Javier; consulados; iglesias; un hospital del IESS; fábricas, como la de Nestlé; y otras infraestructuras destinadas a oficinas y plazas comerciales.

El terreno destinado para la construcción de la iglesia está ubicado junto a la Avenida del Bombero, específicamente detrás de la gasolinera Shell Ceibos Nucopsa, al pie del cerro San Eduardo. Este terreno tiene una extensión aproximada de 8,000 metros cuadrados y está delimitado por dos vías: la Avenida 45A S-O y la Avenida 46 S-O. Las coordenadas reales son: -2.170895, -79.937062.

Figura 4: Localización geográfica de los Ceibos



(Google Earth, 2021)

Figura 5: Gasolinera Shell Ceibos



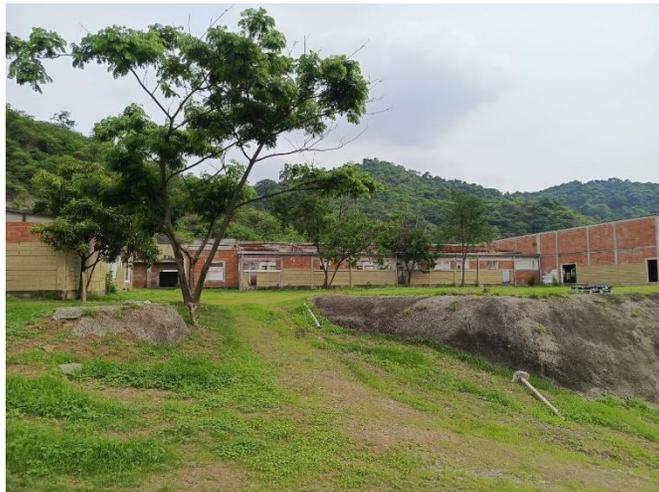
(Bucheli, Gasolinera Ceibos, 2025)

Figura 6: Ubicación del terreno en el sector de Los Ceibos



(Google Earth, 2021)

Figura 7: Vista frontal del terreno



(Bucheli, 2025)

1.2.2 Condiciones del terreno

El terreno actual, de aproximadamente 8,000 metros cuadrados, es un espacio baldío ubicado al pie del cerro San Eduardo, conectado con el edificio comercial Ceibos Center. Este terreno fue utilizado en el pasado con fines comerciales y recreativos, evidenciado por la presencia de restos de estructuras como pilares, vigas, cerchas, cimentaciones, muros, entre otros.

El estado actual de estas estructuras, así como su ubicación y diseño, podría ofrecer

ventajas para el desarrollo del proyecto planteado en esta investigación. En particular, se considera aprovechar la losa de cimentación existente como base para la instalación de la nueva estructura metálica propuesta. Sin embargo, algunas de las estructuras de hormigón y acero en mal estado podrían ser rescatadas, aunque esto implicaría costos adicionales significativos debido al avanzado deterioro que presentan.

Por lo tanto, se recomienda priorizar el desalojo y la demolición de las estructuras dañadas, dejando el espacio necesario para la construcción de las dos naves metálicas que funcionarán como el nuevo templo. Esta decisión optimizará los recursos y garantizará la seguridad y funcionalidad del diseño final.

Figura 8: Cerchas oxidadas en terreno



(Bucheli, Terreno iglesia Reino de Dios , 2025)

Figura 9: Estructura en malas condiciones y vegetación en terreno



(Bucheli, Terreno iglesia Reino de Dios , 2025)

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar el análisis y diseño estructural optimizado de una estructura metálica destinada a funcionar como iglesia en un terreno ubicado en el sector de Los Ceibos, Guayaquil. El proyecto garantizará la funcionalidad, sostenibilidad y adaptación al contexto urbano, Cumpliendo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción, ordenanzas de parte del ministerio de ambiente y alcaldía de Guayaquil, y por supuesto los requerimientos que los pastores ocupan para su nueva iglesia.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Elaborar el diseño de elementos estructurales de acero conforme a las especificaciones de la NEC-SE-AC para estructuras de acero y la NEC-SE-DS para diseño sismorresistente, complementando con el cumplimiento de las normas internacionales establecidas en la AISC 360-22 y ASTM A36.
2. Realizar un análisis sismorresistente utilizando el software de cálculo estructural "SAP 2000" para el diseño de la estructura.
3. Desarrollar un prototipo integral de diseño arquitectónico y estructural utilizando la metodología BIM como eje central.
4. Planificar un presupuesto final basado en la cantidad de materiales, mano de obra y trabajo en campo.

1.4 Justificación

Según el informe realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos de Ecuador (INEC), el 11,3% de la población ecuatoriana profesa la religión evangélica lo que la convierte en una de las religiones más practicadas del Ecuador, segunda en la lista (INEC, 2017).

El proyecto que se llevará a cabo es crucial debido a la necesidad de la congregación Reino de Dios de contar con un espacio propio que les permita reducir costos. Actualmente, están alquilando en el Teatro Fedenador Julio Ramírez, lo que genera gastos mensuales adicionales. Además, el teatro es utilizado para otros eventos fuera de la iglesia, lo que dificulta la disponibilidad del lugar siempre que la congregación lo requiera. Al alquilar un local siempre deberá dependerse del dueño del local y habrá incertidumbre hasta cuando existirá permanencia para el inquilino.

Analizando todo lo anterior, se propone realizar el análisis y diseño estructural de una iglesia en un terreno de 120 metros de ancho por 70 metros de largo aproximadamente, ubicado en Los Ceibos, en la Av. del Bombero. El objetivo final es encontrar la opción más inteligente y que logre satisfacer tanto en términos de tiempo, preferencias de los pastores y comunidad, costos, entre otros aspectos como las normativas constructivas y municipales.

1.5 Marco Teórico

1.5.1 Consideraciones legales

1.5.1.1 American Institute of Steel Construction, AISC 360-22

AISC 360-22 es la última versión del Código de Diseño de Acero Estructural que establece requisitos y pautas para el diseño y la construcción de estructuras de acero en los Estados Unidos. La nueva versión incluye actualizaciones significativas en los métodos de cálculo, garantizando un diseño más seguro, más eficiente y más duradero. Se han adaptado las fórmulas y ecuaciones utilizadas para calcular la resistencia de elementos estructurales, especialmente para el

comportamiento no lineal y condiciones de carga extremas. Una de las principales innovaciones de AISC 360-22 es su enfoque más integral de la carga sísmica. Un nuevo método para calcular la capacidad sísmica de estructuras de acero asegura su funcionamiento más eficiente ante sismos, lo que resalta con gran importancia en zonas sísmicas, como Ecuador. (American institute of steel construction, 2022)

Otra característica importante es la consideración del comportamiento inelástico de las estructuras de acero. AISC 360-22 proporciona una guía más clara sobre cómo manejar la deformación plástica y distribuir tensiones en elementos estructurales de una manera que mantenga la seguridad estructural general.

1.5.1.2 American Society for Testing and Materials

Dentro de la industria de la construcción y fabricación existen diversas normas que funcionan como requisitos para el uso del acero estructural al carbono, una de estas es la (American Society for Testing and Materials, 1998) donde menciona que este material tiene buena soldabilidad, resistencia mecánica moderada y la capacidad de usarse en una variedad de aplicaciones estructurales y de ingeniería. El acero que cumple con las especificaciones ASTM A36 es particularmente popular debido a su factor costo-efectividad. Se utiliza a menudo para vigas, placas, perfiles y otras formas estructurales que no están sujetas a cargas extremas o requisitos de temperatura. Con una resistencia al rendimiento mínima de 250 MPa (36 ksi), es adecuado para la mayoría de aplicaciones estructurales de carga baja y media.

1.5.1.3 Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC

En el marco legal del estado ecuatoriano existe una serie de códigos y normas sobre la construcción como La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) las cuales son normativas, de aplicación obligatoria en todo el país, definen los estándares mínimos de seguridad y calidad que las construcciones deben respetar durante cada fase del proceso constructivo (Ministerio de Desarrollo urbano y vivienda, 2017).

1.5.1.4 Norma Ecuatoriana de la construcción, NEC-SE-AC

La Normativa Ecuatoriana NEC-SE-AC regula las estructuras de acero en la construcción en Ecuador, estableciendo los requisitos técnicos y las directrices para garantizar la seguridad, estabilidad y durabilidad de las edificaciones que utilizan el acero en los proyectos constructivos.

Define los métodos y principios a seguir en el diseño de las estructuras de acero, considerando factores como las cargas permanentes y variables, las cargas sísmicas y de viento. También establece las bases para la selección de los materiales adecuados, el dimensionamiento de los elementos estructurales y el cálculo de las conexiones entre estos elementos, lo que asegura que la estructura sea resistente y funcional frente a diversas condiciones externas.

Especifica los tipos de acero que deben utilizarse, los cuales deben cumplir con los estándares internacionales de calidad y resistencia. Además, se regula el tratamiento adecuado del acero para evitar su deterioro, especialmente por la corrosión. La protección del acero mediante recubrimientos o procesos adecuados se vuelve crucial para prolongar la vida útil de las estructuras.

La fabricación y montaje de las piezas de acero también están regidas por la normativa, que establece requisitos sobre los procesos de fabricación, las tolerancias de las piezas y los métodos de unión, como la soldadura y los pernos.

Aboga por la seguridad en la ejecución y el mantenimiento de las estructuras. Establece medidas preventivas para garantizar un entorno de trabajo seguro durante la construcción, así como la implementación de planes de mantenimiento para asegurar la integridad de las estructuras a lo largo del tiempo. (Normativa Ecuatoriana de la Construcción SE-AC, 2014).

1.5.1.5 Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC-SE-DS

NEC-SE-DS cumple con la sección “Diseño Sísmico” del Código Ecuatoriano de Construcción (NEC-SE), que establece lineamientos para el diseño de estructuras de edificaciones tomando en cuenta los sismos en Ecuador. El documento especifica requisitos de análisis, clasificaciones sísmicas, parámetros de diseño y procedimientos para garantizar la seguridad de las estructuras en caso de sismos, con base en los parámetros geológicos y sísmicos de cada país (Norma Ecuatoriana de la Construcción SE-DS, 2014)

1.5.2 Materiales

1.5.2.1 Hormigón armado

El hormigón armado, o concreto reforzado, es un material fundamental en la construcción debido a su gran capacidad para adaptarse a diversas formas arquitectónicas. Su versatilidad lo hace ideal para ser utilizado en una amplia gama de estructuras como: Puentes, carreteras, edificios, etc. Esta amplia aplicabilidad se debe a las propiedades únicas del material, que lo convierten en una opción confiable para soportar diferentes tipos de esfuerzos y condiciones en las construcciones.

Según (Structuralia, 2022) los componentes del hormigón armado son: arena, grava, cemento y agua. También se puede agregar aditivos para el tipo de situación que lo amerite como un acelerador de fraguado.

Por otro lado, el acero de refuerzo está constituido por varillas de acero con diámetros y posiciones específicas que son definidos por el diseño estructural. Aunque el concreto posee una alta resistencia a la compresión, su capacidad para soportar tensiones es limitada. Por esta razón, se combina con el acero, que compensa esta debilidad y aporta la resistencia necesaria para soportar esfuerzos de tracción.

1.5.2.2 Acero estructural

El acero estructural químicamente se compone de una aleación de hierro con carbono y otros elementos, como silicio, manganeso, fósforo y azufre en proporciones reducidas, lo que le confiere propiedades específicas (Cía. general de aceros, 2024).

El acero es un material cuya resistencia y dureza dependen en gran medida del contenido de carbono que contiene. Aunque este componente representa un porcentaje pequeño en la aleación, su influencia en las propiedades del material es significativa. A medida que aumenta el porcentaje de carbono, el acero se vuelve más resistente, pero esto conlleva una disminución en su ductilidad. En términos generales, el acero estructural abarca diversas combinaciones de estos elementos, con distintos porcentajes de carbono y otros componentes, lo que permite su aplicación en una gran variedad de proyectos de construcción.

1.5.3 Diseño sismo – resistente

1.5.3.1 Sismo de diseño

La probabilidad de que un sismo fuerte e intenso azote o afecte a la vida útil de una estructura es baja. Se define como un evento sísmico con un 10% de probabilidad de ser superado en un periodo de 50 años (equivalente a un período de retorno de 475 años), establecido mediante un análisis de la peligrosidad sísmica del sitio donde se emplaza la estructura o utilizando un mapa de amenaza sísmica. (Norma Ecuatoriana de la Construcción SE-DS, 2014)

Lo que equivale a un periodo de retorno de 475 años. Para garantizar que una estructura sea resistente a los sismos, se ocupa verificar que el espectro pueda soportar los efectos dinámicos generados por eventos telúricos, modelar el espectro de respuesta también se necesita para garantizar a la estructura.

1.5.3.2 Cortante Basal

El cortante basal o desplazamiento de cimientos es la fuerza horizontal que se produce en los cimientos de una estructura debido a terremotos u otras cargas horizontales. Esta fuerza actúa sobre la parte inferior de la estructura y es una de las principales fuerzas a considerar en el diseño sísmico del edificio (INIFED, 2022).

1.5.3.3 Periodo de vibración

El período de vibración es el factor que determina el tiempo de vibración de un objeto como lo dice su nombre

1.5.3.4 Factor de reducción de resistencia Sísmica

El factor de reducción de resistencia Sísmica también conocido como R, es el que pasa del espectro elástico al inelástico. Este factor cumple con la función de disminuir la intensidad de las fuerzas sísmicas elásticas.

1.5.4 Cargas de Diseño

Desde el punto de vista de (arqzon, 2023) las cargas de diseño o cargas estructurales son las fuerzas que resultan del peso de todos los materiales de construcción, Estas se expresan en unidades de peso como Kg, Kg/m. Se debe tener en consideración las alteraciones que genera el cambio climático como la nieve, viento, lluvia, etc.

1.5.4.1 Cargas Muertas

La carga estática, también llamada carga muerta o carga permanente, es el peso constante y estable de los elementos y materiales estructurales que componen un edificio. También son estructuras que permanecen en una posición fija durante toda la vida de la estructura. A menos que se realicen algunas modificaciones a la estructura, la carga muerta generalmente consiste principalmente en el peso de la estructura misma. Las cargas muertas se pueden calcular con precisión según el diseño, el tamaño y la densidad de los materiales utilizados en la estructura (Design Modeling DG, 2024).

Basándonos en esta información es seguro decir que las cargas muertas son todas las que involucran el peso de los elementos estructurales y arquitectónicos como columnas, vigas, losas, puertas, rejas etc.

1.5.4.2 Cargas Vivas

Mantiene (Design Modeling DG, 2024) que las cargas vivas son fuerzas que se producen cuando una estructura está en uso. También se denominan cargas impuestas o cargas de probabilidad porque sus cálculos se basan en estimaciones en lugar de datos específicos. Incluye elementos como personas, muebles, tráfico de vehículos, equipos y edificios temporales. En el análisis y diseño de estructuras se deben tener en cuenta diversas cargas, una de las más importantes es la carga de tracción.

1.5.4.3 Cargas Ambientales

Se considera que las cargas ambientales son aquellas que de alguna forma provienen de la misma naturaleza como el clima, las cuales el ser humano no tiene control sobre estas. Entre los factores se incluyen la actividad sísmica, el viento, la lluvia y la nieve, los cuales se diferencian de las cargas vivas o muertas debido a que pueden ejercer fuerzas laterales sobre la estructura, mientras que las demás cargas suelen actuar de manera vertical. Además, otros elementos considerados como tensores ambientales abarcan el movimiento del suelo, el viento y diversas condiciones ambientales (mtcopeland, 2020).

1.5.4.4 Cargas debido a fluidos y presiones del suelo

La presión ejercida por la tierra puede descomponerse en diferentes componentes, como la presión de agua, la presión asociada al agua subterránea, la presión lateral que ejerce el terreno o incluso la presión generada por materiales sueltos en masa. Este fenómeno no es exclusivo del suelo; los líquidos también contribuyen significativamente a la generación de presión, lo que puede afectar de manera similar las estructuras en contacto con ellos.

1.5.4.5 Combinaciones de cargas

De acuerdo con (NEC, 2014) las combinaciones de cargas vigentes son las siguientes:

- 1.4D
- $1.2D + 1.6L + 0.5 (Lr \text{ o } S \text{ o } R)$
- $1.2D + 1.6(Lr \text{ o } S \text{ o } R) + (L \text{ o } 0.5W)$
- $1.2D + 1.0W + L + 0.5 (Lr \text{ o } S \text{ o } R)$
- $1.2D + 1.0E + L + 0.2S$
- $0.9D + 1.0W$
- $0.9D + 1.0E$

(NEC, 2014)

1.5.5 Estudios Geotécnicos

Cualquier proyecto u obra civil está obligado a sustentarse sobre un terreno natural. Por esta razón, es completamente necesario realizar un estudio geotécnico del suelo donde se llevará a cabo la obra civil o arquitectónica. Este estudio tiene como objetivo determinar las características del suelo, como su asentamiento o tipo.

1.5.6 Plataforma BIM

Según (BuildingSmartSpain, 2022) Building information modeling (BIM) es un método colaborativo que permite la creación y gestión de proyectos relacionados con la construcción. Centraliza el diseño del proyecto de manera más visual, con dimensionamiento y cantidad de materiales en un modelo de información digital.

Gracias a esta metodología se puede visualizar de distintas maneras un proyecto como el 3D de la estructura. Para los arquitectos es más común e incluso más útil utilizar esta herramienta, por otro lado, para un ingeniero es más rentable si quiere modelar elementos estructurales con sus detalles.

1.5.6.1 Revit

Un programa de modelado de construcción muy popular bajo la metodología BIM es Revit de Autodesk, crea de forma rápida y precisa planos, elevaciones, secciones, cronogramas, vistas 2D y 3D y representaciones. Optimice el rendimiento del edificio en las primeras etapas del proceso de diseño, calcule los costos y supervise el rendimiento durante todo el proyecto y el ciclo de vida del edificio.

CAPÍTULO 2

2 METODOLOGÍA

2.1 Trabajo de campo

Para el diseño o la realización de cualquier obra civil o de construcción es indispensable el trabajo de campo ya que este sirve como base antes de la construcción, esto permitirá tener toda el área de trabajo preparada y ordenada para iniciar el proceso de construcción.

La topografía, el estudio de suelos, el desalojo de escombros y otros procesos como la toma de puntos del terreno son necesarios para estar listo con la implementación del proyecto y garantizar un trabajo óptimo.

2.2 Revisión del diseño arquitectónico

Basándonos en el modelo arquitectónico de la estructura y las dimensiones del terreno pudimos diseñar este modelo de iglesia y su distribución de la primera y segunda nave. La primera nave será dedicada como principal auditorio para los cultos y donde habrá el mayor aforo de personas, la segunda nave se complementa de áreas recreativas como la escuela dominical, oficinas, culto para jóvenes y otras áreas necesarias para el aprendizaje y convivencia entre fieles.

Figura 10: Diseño arquitectónico 2 naves



Figura 11: Auditorio para jóvenes



(Bucheli, Render Iglesia, 2025)

2.3 Alternativas de diseño

Las alternativas propuestas se centrarán en el uso de materiales como el hormigón y el acero. Asimismo, se presenta un prototipo de diseño enfocado en la reutilización y el mantenimiento de las estructuras existentes en el terreno.

2.3.1 Alternativa 1: 1 galpón metálico con columnas de hormigón

Esta alternativa se fundamenta en un sistema de diseño que combina la resistencia del hormigón armado en las columnas con la versatilidad de las cerchas metálicas para la cobertura del galpón principal. Este enfoque permite obtener una estructura amplia, adecuada para las necesidades funcionales y espaciales de la iglesia.

El diseño contempla una nave principal cuya cobertura está soportada por columnas de hormigón armado, dispuestas estratégicamente para garantizar una distribución uniforme de las cargas. Las cerchas metálicas, por su parte, se encargan de cubrir una luz considerable, reduciendo la necesidad de apoyos intermedios y proporcionando un espacio diáfano ideal para actividades congregacionales.

En cuanto a las cimentaciones, se proponen zapatas aisladas dimensionadas para soportar las cargas de las columnas principales. Estas zapatas estarán conectadas mediante vigas de amarre

para garantizar la estabilidad general de la estructura. La integración de las cerchas metálicas con el sistema de hormigón requerirá el uso de elementos de anclaje y placas de conexión diseñadas específicamente para absorber las fuerzas generadas por el peso de la cubierta y las posibles cargas laterales debidas al viento.

El diseño de las columnas considera una altura de 10 metros, lo que implica tomar precauciones adicionales para garantizar su estabilidad frente a cargas axiales y pandeo. En este sentido, se han incluido refuerzos adicionales en la sección transversal y un diseño detallado para las conexiones entre los elementos verticales y horizontales.

2.3.2 Alternativa 2: Galpón metálico de 1 nave, adaptación y reusó de elementos arquitectónicos del terreno

Esta alternativa se basa en el diseño de un galpón metálico de una sola nave, complementado con la reutilización de las estructuras existentes en el terreno. Estas estructuras incluyen muros, techos, losas, vigas de acero y elementos de hormigón, los cuales, aunque requieren un importante ahorro de recursos y una solución sostenible para el proyecto pueden ser de gran utilidad.

El galpón metálico principal estará diseñado para cubrir una amplia luz, empleando perfiles de acero estructural que permitan una construcción ligera, resistente y de rápida ejecución. Este espacio servirá como la nave principal de la iglesia, ofreciendo un área diáfana y adaptable a diferentes actividades religiosas y congregacionales.

En cuanto a las estructuras existentes, estas serán evaluadas y sometidas a un proceso de mantenimiento que incluye limpieza, reparación de fisuras, tratamiento de superficies metálicas contra la corrosión y refuerzo estructural en caso de ser necesario. El propósito es garantizar la seguridad y prolongar la vida útil de estos elementos, integrándolos de manera funcional y estética al nuevo diseño.

Las estructuras recuperadas tendrán un papel fundamental en la organización de las áreas complementarias del proyecto. Por ejemplo: escuela dominical, oficinas pastorales, administración, cuartos de bodega, salones de aprendizaje, entre otros.

Figura 12: Infraestructura del terreno



(Bucheli, Terreno iglesia Reino de Dios , 2025)

2.4 Criterios a considerar en las alternativas

Para alcanzar un diseño que se ajuste de manera eficiente a la estructura, es necesario evaluar una serie de aspectos clave que permitan comparar las diferentes opciones de sistemas estructurales disponibles. Este análisis busca identificar la solución más adecuada considerando las necesidades específicas del proyecto.

Aunque existe una gran variedad de factores que pueden influir en la elección del diseño, los más relevantes dependerán directamente de las prioridades establecidas por el diseñador y las expectativas del cliente, lo que define el enfoque final de cada proyecto.

2.4.1 Costo

Al evaluar las opciones de diseño estructural para un proyecto, el costo es fundamental para determinar la viabilidad económica de cada opción. Este análisis no se limita al costo directo de los materiales, sino que también incluye varios factores relacionados, como costos de mano de obra, trabajos de preparación, transporte y medidas de seguridad requeridas durante la construcción.

En el caso del hormigón armado, su popularidad radica en que sus componentes principales son de fácil acceso y suelen estar disponibles a precios competitivos. Sin embargo, el refuerzo necesario, que generalmente se adquiere de fabricantes especializados, representa un costo adicional significativo. Por otro lado, el acero estructural, al no poderse producir directamente en

obra, depende completamente de proveedores externos, lo que incrementa considerablemente su precio.

La comparación entre estos sistemas estructurales requiere un análisis detallado, considerando no solo el costo por metro cuadrado de construcción, sino también factores como el tiempo de ejecución, el mantenimiento a largo plazo y la disponibilidad de recursos. Esto permite identificar la opción más adecuada dentro de los límites presupuestarios establecidos.

Tabla 1: Costo estimado para cada alternativa

	Galpón HA AE	Galpón AE/Restauración
	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
Aprox.	\$ 320,000.00	\$ 250,000.00

2.4.2 Rapidez de la construcción

El tiempo necesario para completar un proyecto de construcción es un aspecto crucial, ya que afecta directamente los costos asociados con la mano de obra. A mayor duración del proyecto, mayor será el gasto en salarios y jornadas laborales.

En el caso del hormigón armado, el tiempo de construcción es variable, ya que depende principalmente de la cantidad de trabajadores disponibles. Aunque aumentar la cantidad de personal puede reducir significativamente la duración del proyecto, esto también incrementa los costos totales. Además, la eficiencia y el desempeño del equipo de trabajo influyen en los tiempos, pero estos factores son difíciles de controlar.

Las actividades específicas que requieren más tiempo en el uso del hormigón armado incluyen la preparación de encofrados para elementos como columnas, vigas, losas y cimentaciones, el armado del refuerzo de acero, así como los procesos de fundición y la posterior hidratación del concreto.

Por otro lado, las construcciones que utilizan acero estructural suelen ser más rápidas, ya que emplean perfiles prefabricados. En estos casos, el tiempo se concentra en el transporte, ensamblaje y montaje de dichos perfiles. Esto facilita estimar la duración de la obra, destacando una ventaja significativa frente al hormigón armado en términos de velocidad.

2.4.3 Mano de obra

La mano de obra es fundamental para este proyecto, así como para cualquier alternativa constructiva. En el caso de estructuras completamente de acero, será necesario contar con un equipo especializado en soldadura que tenga conocimientos sobre los diferentes tipos de perfiles y aceros disponibles en el mercado.

Para las alternativas de hormigón, se requiere la participación de un maestro de obra, carpinteros, herreros y oficiales con experiencia. Su habilidad y conocimiento son clave para garantizar un trabajo eficiente y de calidad, reduciendo el tiempo necesario gracias a un proceso constructivo bien organizado.

Por otro lado, la instalación de piezas prefabricadas de acero debe ser realizada por un montador u operador, quien utilizará una grúa para mover y posicionar estratégicamente las secciones, asegurando que se unan de manera precisa y efectiva.

2.4.4 Preferencia del cliente

La preferencia del cliente es un elemento clave en el desarrollo de un proyecto de construcción y diseño, especialmente en obras con un significado cultural y espiritual tan profundo como una iglesia. Este factor influye directamente en cómo se aborda el diseño, ya que las necesidades y expectativas del cliente, que puede ser una comunidad religiosa o una institución, dictan aspectos fundamentales del proyecto. Es esencial garantizar que el espacio cumpla con su propósito funcional, considerando la capacidad requerida, la disposición de los espacios litúrgicos, como el altar y la sacristía, y las áreas destinadas a actividades comunitarias.

Además, las preferencias estéticas del cliente son determinantes para definir el estilo arquitectónico del edificio. Algunas iglesias pueden optar por diseños tradicionales que reflejen la historia y las raíces de la fe, mientras que otras pueden inclinarse hacia estilos más contemporáneos para representar modernidad o adaptarse al entorno urbano. Este aspecto también incluye la elección de materiales, colores y detalles decorativos que transmitan el mensaje o identidad deseados.

Por último, la visión del cliente también influye en la planificación del presupuesto, los

tiempos de ejecución y los detalles técnicos del proyecto. Atender estas preferencias no solo asegura que el diseño y la construcción satisfagan las expectativas, sino que también refuerza el sentido de pertenencia y conexión de la comunidad con el espacio construido.

Tabla 2: Numerología de escala de satisfacción

Descripción	Satisfacción mínima	Satisfacción baja	Neutral	Satisfacción alta	Satisfacción máxima
Numerología	1	2	3	4	5

Tabla 3: Ponderación por cada criterio

Criterio	Costo	Rapidez de construcción	Mano de obra	Ductilidad estructural	Durabilidad	Preferencia del cliente
Ponderación	30%	15%	10%	5%	10%	20%

Tabla 4: Asignación de valores de escala de likert

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
Costo	2	3
Rapidez de construcción	3	4
Mano de obra	4	4
Ductilidad estructural	4	3
Durabilidad	3	4
Preferencia del cliente	3	4

Después de obtener los resultados de la tabla 3 se procede a colocar una tabla ponderada que nos permita ver la sumatoria final y llegar a la mejor alternativa.

Tabla 5: Valores ponderados

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
Costo	0.6	0.9
Rapidez de construcción	0.45	0.6
Mano de obra	0.4	0.4
Ductilidad estructural	0.2	0.15
Durabilidad	0.3	0.4
Preferencia del cliente	0.6	0.8
TOTAL	2.55	3.25

2.5 Selección de alternativa

De la tabla 4 se obtuvo el valor máximo de 3.25 que le corresponde a la alternativa 2 el cual es el diseño de un galpón metálico más pequeño y restaurando la infraestructura existente.

CAPÍTULO 3

3 DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1 Modelo Renderizado de la estructura

Para este proyecto se busca unir 2 estructuras iguales de acero y convertirlas en una sola gran estructura. Debe lograr ser compatible con el ambiente de la ciudad y Los Ceibos mostrando un espacio seguro y de confianza para cualquiera que desee visitarla y sobre todo esta rinda homenaje a Dios y sus hijos.

La entrada de la iglesia se mostrará en la figura 13, la cual representa como especie de pasillo de acceso hacia el auditorio, esta tiene 18.5 metros de profundidad y 4 metros de ancho, tiene como función dirigir a los visitantes y miembros hacia el auditorio, baños y recepción donde administradores podrán compartir información y ayuda de las instalaciones.

Figura 13: Entrada de la iglesia



(Bucheli, Render Iglesia, 2025)

El auditorio de la figura 14 es el que se mostrara a continuación y es el área más importante a considerar en este diseño tanto estructuralmente como en acabados, esto debido a que ahí se realizaran los cultos, conciertos, predicas, eventos de la iglesia y mucho más. Este cuenta con 60 metros de largo siendo el área de mayores dimensiones y con un ancho de 18 metros que se partirá en 2 hileras de asientos izquierdos y derechos. Cuenta con un escenario, rectangular donde la banda de la iglesia y los pastores predicaran.

Figura 14: Auditorio principal



(Bucheli, Render Iglesia, 2025)

Así mismo también se realizó el render de la oficina pastoral, donde el pastor podrá recibir tanto a miembros de la iglesia como administradores, también servirá como cualquier oficina con un área de descanso, un escritorio de trabajo, casilleros, entre otros artículos indispensables. Esta área se encuentra en la nave 2 en un cuarto de 6 metros de ancho x 6 metros de largo.

Figura 15: Oficina Pastoral



La figura 16 es una parte del baño principal de la nave 2, la puerta de la nave 1 y de la administración conduce al pasillo de la nave 2 la cual conecta con los baños de la iglesia pasando una puerta, estos cuentan con lavacaras, inodoros y acabados arquitectónicos modernos donde se sentirá un ambiente de paz. Son 2 puertas la derecha conduce al baño de los hombres y la izquierda al de las mujeres, cada uno dispone de un compartimiento especial para ancianos, embarazadas o discapacitados.

Figura 16: Baños iglesia



(Bucheli, Render Iglesia, 2025)

La bodega de sonido o bodega en general es importante en cualquier iglesia de esta magnitud, de hecho, para este diseño se pensaron en 2 cuartos grandes para estas bodegas de 10 x 10 metros cada una, donde se almacenarán herramientas y útiles para la banda y equipo de sonido como: cables, luces, gigantografías, instrumentos, mesas, entre muchas cosas más.

Figura 17: Bodega Iglesia



(Bucheli, Render Iglesia, 2025)

3.2 Diseño estructural de la edificación

3.2.1 Uso de la edificación

La edificación se ha analizado como dos naves metálicas independientes que conforman un galpón de acero estructural, unidas mediante un sistema de correas y elementos de conexión lateral.

La configuración estructural de cada nave se compone de un sistema de armaduras metálicas (cerchas) ligeramente inclinadas, las cuales están conectadas entre sí por medio de correas en la parte superior, garantizando la transferencia de cargas y la estabilidad global de la estructura.

Cada nave cuenta con columnas de acero de aproximadamente 6 metros de altura, dispuestas a lo largo de los ejes principales con una separación uniforme. Sobre estas columnas descansan las cerchas principales, que se encuentran espaciadas a intervalos regulares de 6 metros. Estas cerchas están diseñadas para soportar tanto cargas gravitacionales como cargas horizontales, distribuyendo eficientemente las fuerzas hacia las columnas y los cimientos.

Además, la conexión entre las naves se realiza mediante correas transversales y elementos rígidos en las secciones laterales, lo que proporciona una integración estructural efectiva. La estructura está diseñada para garantizar la rigidez y estabilidad lateral mediante el uso de refuerzos adicionales, como arriostres diagonales en las fachadas y conexiones reforzadas en los nodos críticos.

El diseño contempla una disposición abierta que facilita la ventilación y el uso eficiente del espacio, con una altura adecuada para actividades industriales o logísticas.

3.2.2 Estimación de cargas

3.2.2.1 Carga viva

Carga de mantenimiento

$$cm = 70 \frac{kgf}{m^2}$$

3.2.2.2 Carga muerta

Cubierta

$$cub = 7.5 \frac{kgf}{m^2}$$

Eléctrico

$$el = 12 \frac{kgf}{m^2}$$

Mecánico

$$me = 18 \frac{kgf}{m^2}$$

Carga fija

$$Cfija = cub + el + mec = 38 \frac{kgf}{m^2}$$

Carga sobreimpuesta

$$cs = Cfija + cm = 108 \frac{kgf}{m^2}$$

Carga distribuida

$$w = cs * dgal = 648 \frac{kgf}{m^2}$$

3.2.2.3 Carga de viento

Datos iniciales

VEC: Velocidad instantánea = 21 m/s

$V_b = V \cdot G$: Velocidad promedio del viento

$h = 10$ m

Categoría: B $\rightarrow G = 0.6$

$V = 21$ m/s

$0.6 = 13.05$ m/s: Velocidad promedio del viento V_b

Presión del viento

Fórmula

$$P_v = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (v_b^2) \cdot C_a \cdot C_f$$

Cálculo de P_v

$$\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$$

$$V_b = 13.05 \text{ m/m}^s$$

$$C_a = 0.76$$

$$C_f = 0.8$$

Cálculo paso a paso

- $\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (v_b^2) = \frac{1}{2} \cdot 1.2 \cdot (13.05)^2 \approx 102.15 \text{ N/m}^2$

- Multiplicando por C_a y C_f

$$P_v = 102.15 \cdot 0.76 \cdot 0.8 = \underline{62.1 \text{ kg/m}^2}$$

Giro (Elemento C Carrera)

$$A_2 = 6 \cdot 8.5 = 51 \text{ m}^2$$

Cuerda

Fórmula: $P = P_x \cdot Q_c$

- $P = 13.85 \cdot 51 = 706.35 \text{ kg}$ -> Por fila

- Distribución: $706.35 \div 8.5 \approx 83.1 \text{ kg/m}$

Columna Borde

Para 3 m:

- $A_2 = 3 \cdot 8.5 = 25.5 \text{ m}^2$

- $Q_c = 25.5 \cdot 13.85 = 353.175 \text{ kg}$ -> $\approx 41.55 \text{ kg/m}$

Combinaciones

- $0.9D \pm Ex$

- $0.9D \pm Ey$

- $1.2D + 1.0L + Ex$

- $1.2D + 1.0L + Ey$

- $1.2D + 1.6L + (0.5)Ex$

- $1.2D + 1.6L + (0.5)Ey$

- $1.2D \pm Ex$

- $1.2D \pm Ey$

Combinaciones

- $1.2D + 1.0L + Ex$

- $1.2D + 1.0L + Ey$

- $1.2D + 1.6L + (0.5)Ex$

- $1.2D + 1.6L + (0.5)Ey$

- $1.2D \pm Ex$

- $1.2D \pm Ey$

- 0.9D ± Ex
- 0.9D ± Ey
- 0.9D + Carga de Viento

Presión de Viento para Vigas

Fórmula:

$$P_v = (1/2) \cdot \rho \cdot V_b^2 \cdot C_a \cdot C_f$$

- $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$
- $V_b = 13.85 \text{ m/s}$
- $C_a = 0.76$
- $C_f = 0.8$

Cálculo:

- $P_v = (1/2) \cdot 1.2 \cdot (13.85)^2 \cdot 0.76 \cdot 0.8$
- $P_v = 50.66 \text{ kg/m}^2$ (resultado final)

Diagrama de Vigas

El esquema muestra:

- Vigas principales: 1.76
- Distribución de cargas:
- $6 \cdot 1.76 = 10.56$

Vigas de borde Perímetro

$$3 \times 11.36 = 35.25 \text{ m} \quad 3 \times 10.46 = 31.20$$

$$35.25 \times 15.92 = 15.25 \times 15.92 = 161.96$$

$$15.57 \text{ kg/m}^2 \quad 15.57 \text{ kg/m}^2$$

Elevación:

$$C_f = 0.6$$

$$P = q \times 1.25 - 15.92$$

$$q = 0.36 - 0.6$$

$$P = -101.804 \text{ kgs}$$

$$P = -101.8 \text{ kg/m}^2$$

$$C_f (1.1)$$

$$70.55 \text{ kg/m} = (0.1.25 \text{ kg/m}^2)$$

$$26.55 \times 1.25 \text{ kg/m}$$

$$6.5 \times \text{kg/m}$$

$$3 \times 11.36 = 35.25 \text{ m}^2$$

$$35.25 \times C_f \times (0.38)$$

$$= 35.25 \times C_f$$

$$3 \times 10.46 = 31.20$$

$$35.932 \times (0.38)$$

$$= 35.932 \times C_f$$

$$CM = 16 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 40 \text{ kg/m}^2 \text{ NEC} = 15$$

$$1.15 \times 6 = 96/\text{m}$$

$$CF = 9.6 \text{ kg/m}^2$$

$$CU: 9.6 \times CF = 384 \text{ kg}$$

$$64.8 \text{ kg/m}^2$$

3.2.2.4 Carga sísmica

El primer paso es determinar el coeficiente de zona sísmica Z de la estructura, el cual está directamente relacionado con la ubicación del proyecto. Según el mapa NEC-SE-DS, el territorio del Ecuador está dividido en seis zonas sísmicas. En el caso de la provincia de Guayaquil, esto aplica para las Regiones IV y V, pero la ciudad de Guayaquil se ubica específicamente en la V Región.

Figura 18: Mapa para diseño sísmico

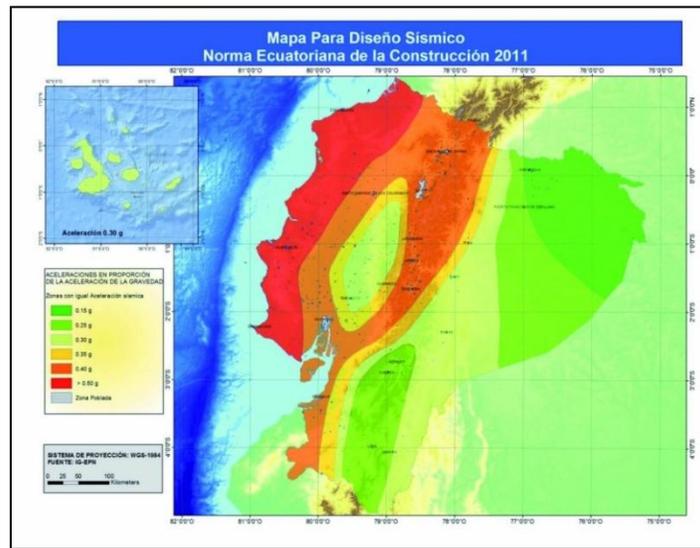


Tabla 6 Zona sísmica

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización de la amenaza sísmica	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

La identificación del tipo de suelo del terreno se realiza a partir de los resultados del estudio de suelos, el cual analiza parámetros fundamentales como el número de golpes en el ensayo de penetración, la resistencia al corte no drenado y la velocidad de propagación de ondas cortantes. Según la sección 3.2, 'Geología local' de la NEC, los suelos se clasifican en seis categorías, designadas con las letras de A a F, cada una con características y requisitos específicos. Basándose en los datos obtenidos, se determinó que el suelo de diseño para este proyecto pertenece al Tipo E.

Tabla 7 Clasificación de suelos

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > V_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 360$ m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100$ KPa
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180$ m/s
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ kPa} > S_u \geq 50$ kPa
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180$ m/s
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50$ kPa

Según el tipo de suelo y la zona sísmica, NEC proporciona los coeficientes necesarios para un análisis sísmico preciso.

Tabla 8: Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo de corto

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

Tabla 9 Coeficiente de amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Tabla 10: Coeficiente de comportamiento no lineal de los suelos

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

3.2.3 FACTOR DE IMPORTANCIA

El factor de importancia está directamente vinculado al uso previsto de la estructura y es un valor necesario para determinar posteriormente el espectro inelástico. En este caso, la estructura diseñada pertenece a la categoría de 'estructuras de ocupación especial', lo que implica un coeficiente asignado de 1.3.

Tabla 11: Factor de importancia

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

3.2.3.1 Factor de reducción de resistencia

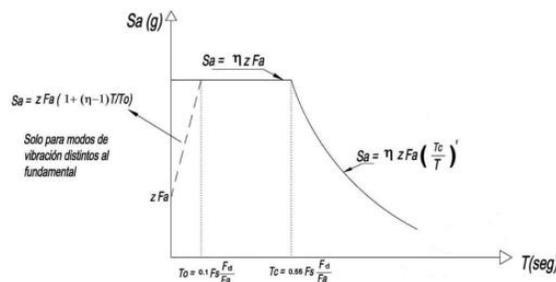
El coeficiente de reducción de resistencia depende del sistema constructivo empleado y de su ductilidad. La sección NEC_SE_DS 6.33 incluye una tabla que detalla los sistemas estructurales y sus correspondientes coeficientes de resistencia. En el caso de estructuras de acero y aluminio, se utiliza un factor de reducción de 3, dado que esta estructura está fabricada con acero conformado en frío.

3.2.3.2 Espectro de respuesta elástico e inelástico

El espectro se divide en tres partes, siendo la primera la parte inicial del sismo, es decir, la aceleración del suelo comienza y va aumentando. A continuación, está la segunda parte que es cuando se calcula la aceleración máxima durante un periodo de tiempo determinado y finalmente donde dicha aceleración máxima empieza a caer.

Para la elaboración del espectro, se emplean todos los factores previamente determinados en las secciones anteriores. En la sección 3.3 de la NEC_SE_DS se especifican las fórmulas que se deben aplicar para cada sección del gráfico, como se ilustra en la imagen. Estas fórmulas dependen del tiempo, pero antes de su aplicación, es necesario establecer los puntos límite que definirán el área del gráfico.

Figura 19 Grafica espectro de respuesta



Los puntos límites son los momentos en los que comienza la aceleración máxima y los momentos en los que la aceleración máxima termina, T_o y T_c respectivamente y se calcula de la siguiente manera:

$$T_o = 0.1 * F_s * \frac{F_d}{F_a}$$

$$T_c = 0.56 * F_s * \frac{F_d}{F_a}$$

El siguiente parámetro requerido es “n”, que se relaciona con la ubicación en el país, ya sea costa, sierra u oriente. En este caso, dado que el proyecto se ubica en costa, el valor de “n” es de 1.8. Por otro lado, el parámetro “r” está relacionado con la ubicación geográfica del proyecto, es decir el tipo de terreno, por lo que en este caso “r” es igual a 1.5.

Tabla 12: Parámetros relacionados al espectro de respuesta

Z	F _a	F _d	F _s	n	r	T _o	T _c	I	R (HA)	R (AE)
0.4	1	1.6	1.9	1.8	1.5	0.304	1.672	1.3	8	3

3.3 Prediseño

Para diseñar un galpón estructural previamente se debe elegir la geometría de este. Para ello se proyectó una luz de 41.5 m de longitud con 14 pórticos dispuestos a 6 m de distancia, convenientemente los perfiles que se usaran miden los 6m. La altura del galpón es de 12 metros. Según la normativa, la inclinación del tejado debe estar dentro de los límites de 15 a 25 % dependiendo del tipo de teja utilizada.

Angulo de inclinación: 15%

Luz: 41.5 m

$$\text{altura cubierta} = \text{angulo de inclinación} * \frac{\text{luz}}{2}$$

$$\text{altura cubierta} = 15\% * \frac{41.5}{2} = 3.11$$

3.3.1 Dimensionamiento

Luz= 41.5m

Pendiente de cubierta= 15%

Altura de la columna sin cubierta= 10 m

Altura de la cubierta= 3.11 m

Altura total= 13.11 m

Distancia entre pórticos= 6m

pórticos= 16

Ancho total= 131.5 m

Figura 20: Plano 2D del galpón

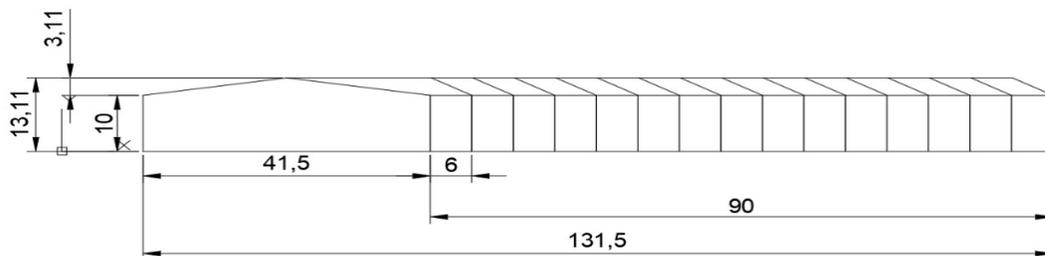
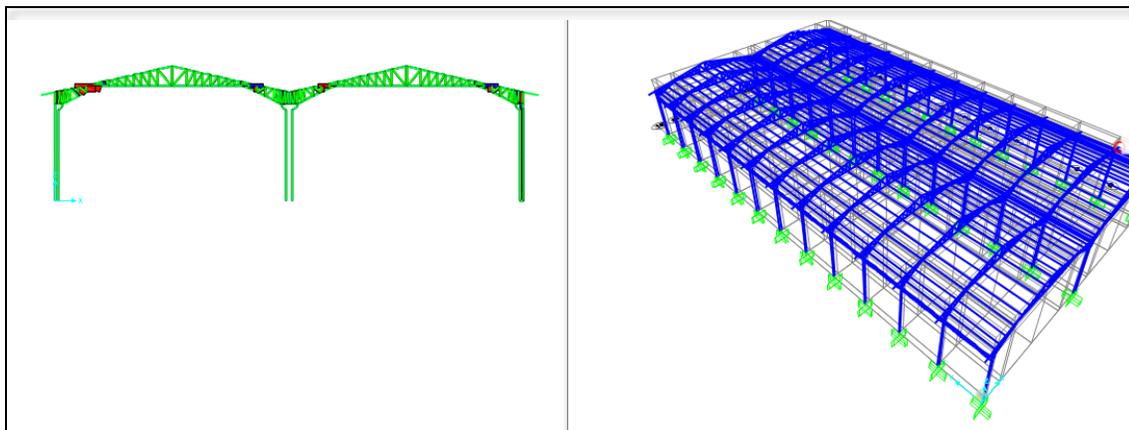


Figura 21: Momentos en Diseño Sap 2000



Hacemos uso de los momentos y determinamos las diagonales, verticales y las respectivas inclinaciones que nos hagan falta.

Usamos acero ASTM A-36 con un F_y 2531 kg/cm²

$$\text{Tensión} = 0.6 * f_y = 1519 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Compresión} = 0.4 * f_y = 1012 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Los valores de tensión y compresión permiten definir las configuraciones de los perfiles para los cordones superiores e inferiores. Porque el esfuerzo admisible es igual a la fuerza realizada en un área específica.

$$F = \frac{4.68 \text{ ton} * m}{0.60m} = 7.8 \text{ ton}$$
$$\sigma_{adm} = \frac{F}{A} \rightarrow A_U = \frac{F}{\sigma} = \frac{7.8 \text{ ton}}{1.5 \frac{\text{ton}}{\text{cm}^2}} = 5.136 \text{ cm}^2$$

Con una superficie de 5.136 cm², encontramos en el catálogo de la empresa DIPAC una sección transversal en forma de U mayor que el área obtenida, pero al mismo tiempo esto no debe ser una exageración, porque estamos buscando un proyecto con costos tales tan eficazmente como sea posible.

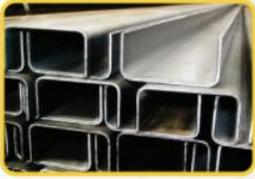
Seleccionamos dos perfiles para determinar cuál es el perfil más duradero, perfil U100x50x3 con un área de 5.70 cm² y el perfil U125x50x3 con un área de 6.45 cm², aunque es de mayor tamaño al obtenido no se elige un perfil con mayor espesor ya que esto aumentará significativamente el peso de la estructura y el galpón no tendrá unas cargas considerables para tener que usar perfiles más gruesos.

Figura 22: Perfiles Canal

PERFILES ESTRUCTURALES
CANAL "U"

Especificaciones Generales:

Norma:	NTE INEN 1623
Calidad:	ASTM A36 - SAE J 403 1008
Largo Normal:	6.00m y medidas especiales
Espesores:	Desde 2mm - 12mm
Acabado:	Acero negro y galvanizado



Designación	Dimensiones (mm)			Masa Kg/m	A cm ²	d1 cm	Momento de inercia		Módulo resistente		Radio de giro	
	b	b	a				Ix	Iy	Wx	Wy	ix	iy
	mm	mm	mm				cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm
C 125 x 50 x 5	125	50	5	8.10	10.4	1.34	221	23.4	37	8.4	4.71	1.5
C 125 x 50 x 6	125	50	6	9.55	12.32	1.38	266	27.19	42.67	7.51	4.65	1.40
C 125 x 60 x 5	125	60	5	8.89	11.43	1.7	267	39.36	42.71	9.15	4.83	1.86
C 125 x 60 x 6	125	60	6	10.48	13.52	1.75	309.3	45.83	49.48	10.78	4.78	1.84
C 125 x 60 x 8	125	60	8	13.52	17.5	1.81	383.3	57.3	61.33	13.94	4.68	1.8
C 125 x 80 x 6	125	80	6	12.37	15.92	2.01	394.3	102.9	63.08	19.1	4.97	2.54
C 125 x 80 x 8	125	80	8	16.83	20.69	2.64	493	130.3	78.98	24.3	4.98	2.5
C 125 x 80 x 10	125	80	10	19.45	25.21	2.74	576.6	154.2	92.25	29.31	4.78	2.47
C 150 x 50 x 2	150	50	2	3.81	4.87	1.08	138	10.9	21.1	2.8	5.71	1.5
C 150 x 50 x 3	150	50	3	5.62	7.2	1.13	230	15.9	30.7	4.11	5.95	1.49
C 150 x 50 x 4	150	50	4	7.38	9.47	1.17	297	20.5	39.6	5.36	5.8	1.47
C 150 x 50 x 5	150	50	5	9.08	11.7	1.22	359	24.8	47.9	6.55	5.55	1.46
C 150 x 50 x 6	150	50	6	10.72	13.82	1.26	419.7	28.8	55.55	7.7	5.49	1.44
C 150 x 60 x 5	150	60	5	9.87	12.88	1.56	411.9	41.72	54.91	8.4	5.7	1.81

Para el redimensionamiento de los ángulos se asume un valor de 45°, ya que el diseño será más eficiente al formar un cuadrado en las columnas. Los valores de cortante se toman del análisis de SAP para calcular la fuerza que puede soportar el elemento a inclinación. Como esta parte trabaja a baja tensión, utilizamos el valor de T.

$$Crt = 1.25 \text{ ton}$$

$$F_{inc} = \frac{Crt}{\cos(45^\circ)} = 1.768 \text{ ton}$$

$$A_{ang} = \frac{F_{inc}}{T} = 1.164 \text{ cm}^2$$

$$AT_{ang} = \frac{A_{ang}}{2} = 0.582 \text{ cm}^2$$

El valor de 1.164 cm² es el área de los dos ángulos que se colocaran, por esta razón se ha dividido en dos partes para facilitar su búsqueda en el catálogo. Por eso fueron elegidos los ángulos 2L25x25x3 o 2L30x30x3.

Figura 23: Perfiles Ángulos

PERFILES

PERFILES ESTRUCTURALES

ÁNGULOS IMPORTADOS

Especificaciones Generales:

Calidad:	ASTM A36 SAE J 1403 1008
Largo Normal:	6.00m
Espesores:	Desde 2mm a 12 mm
Acabado:	Acero Negro



Denominación	Dimensiones mm		Peso		Área cm ²
	A	e	kg/m	kg/6m	
AL 20X2	20	2	0,80	3,62	0,76
AL 20X3	20	3	0,87	5,27	1,11
AL 25X2	25	2	0,75	4,56	0,96
AL 25X3	25	3	1,11	6,68	1,41
AL 25X4	25	4	1,45	8,75	1,84
AL 30X3	30	3	1,36	8,13	1,71

Calculamos la reacción en la diagonal principal.

$$\alpha = \arctan\left(\frac{1}{5.375}\right)$$

$$\alpha = 18.4^\circ$$

$$R_x = 4.68 \cos(18.4) = 4.21 \text{ ton}$$

$$R_y = 4.68 \sin(18.4) = 2.03 \text{ ton}$$

$$R = \sqrt{(4.68 - 2.03)^2 + (4.21)^2} = 4.97 \text{ ton}$$

Verificamos el área de las diagonales

$$A_{diag} = \frac{R}{T} = \frac{4.97}{1.519} = 3.27 \text{ cm}^2$$

$$2A_{diag} = 2 * A_U = 2 * 5.136 = 10.272 \text{ cm}^2$$

$$A_{diag} < 2A_{diag} \therefore \text{Cumple}$$

Para las diagonales principales ubicadas en las esquinas utilizamos la misma configuración de perfil que la de los cordones, en este caso será 2U150x50x3. Las correas las asumimos de tipo G80x40x15x3.

3.3.2 Perfiles

Para la construcción de las vigas y columnas que componen la estructura principal del proyecto, se emplearán perfiles de tipo I con dimensiones de C250x60x10 mm. Estos perfiles han sido seleccionados debido a su capacidad para soportar cargas verticales y horizontales, garantizando la estabilidad y resistencia necesarias para el diseño estructural planteado.

En el caso de las cerchas, se optará por el uso de perfiles doble L con dimensiones de 60x60x8 mm. Este tipo de perfil es ideal para la configuración geométrica de las cerchas, ya que proporciona una excelente relación entre resistencia y peso, contribuyendo al desempeño eficiente de la estructura.

Las correas que complementan la estructura se fabricarán con perfiles de tipo G200x75x25x5 mm, seleccionados por su resistencia a la flexión y capacidad de transmisión de cargas a los elementos principales, como las vigas y columnas. Estas correas juegan un papel fundamental en la distribución uniforme de las cargas aplicadas.

Por último, los soportes laterales, que serán ubicados estratégicamente entre los pórticos, estarán formados por perfiles en L de dimensiones 75x75x8 mm. Estos elementos contribuyen a la rigidez de la estructura, proporcionando soporte lateral adicional y evitando deformaciones indeseadas en los componentes principales.

3.3.3 Software Sap 2000

Figura 24: Ilustración del modelo en Sap 2000

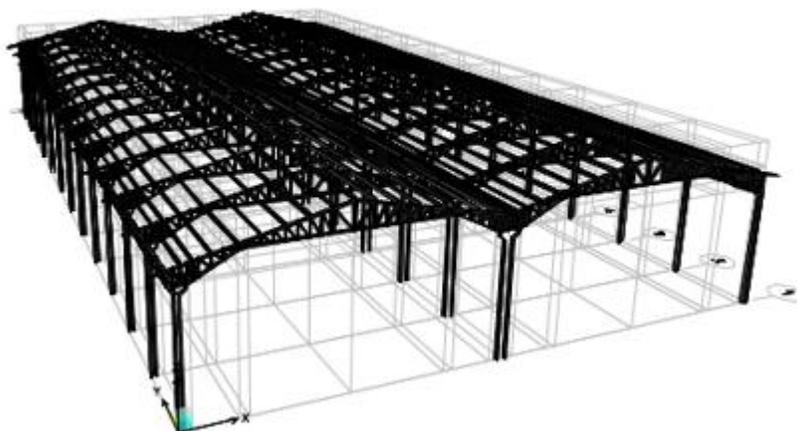


Figura 25: Definición de materiales

The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box for A36 Steel. The 'General Data' section includes 'Material Name and Display Color' (A36), 'Material Type' (Steel), and 'Material Grade' (Grade 36). The 'Weight and Mass' section shows 'Weight per Unit Volume' (7.849) and 'Mass per Unit Volume' (0.8004). The 'Isotropic Property Data' section includes 'Modulus Of Elasticity, E' (20389019), 'Poisson, U' (0.3), 'Coefficient Of Thermal Expansion, A' (1.170E-05), and 'Shear Modulus, G' (7841930). The 'Other Properties For Steel Materials' section includes 'Minimum Yield Stress, Fy' (25310.507), 'Minimum Tensile Stress, Fu' (40778.04), 'Expected Yield Stress, Fye' (37965.76), and 'Expected Tensile Stress, Fue' (44855.84). The 'Switch To Advanced Property Display' checkbox is unchecked. The 'Units' dropdown is set to 'Tonf, m, C'. Buttons for 'OK' and 'Cancel' are at the bottom.

Figura 26: Ilustración de materiales 2

The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box for ACERO EN FRIO. The 'General Data' section includes 'Material Name and Display Color' (ACERO EN FRIO), 'Material Type' (ColdFormed), and 'Material Grade' (SQ Grade 50). The 'Weight and Mass' section shows 'Weight per Unit Volume' (7.849) and 'Mass per Unit Volume' (0.8004). The 'Isotropic Property Data' section includes 'Modulus Of Elasticity, E' (20740554), 'Poisson, U' (0.3), 'Coefficient Of Thermal Expansion, A' (1.170E-05), and 'Shear Modulus, G' (7977136). The 'Other Properties For Cold Formed Materials' section includes 'Minimum Yield Stress, Fy' (35153.48) and 'Minimum Tensile Stress, Fu' (45699.53). The 'Switch To Advanced Property Display' checkbox is unchecked. The 'Units' dropdown is set to 'Tonf, m, C'. Buttons for 'OK' and 'Cancel' are at the bottom.

3.3.3.1 Secciones Sap

Figura 27: Cerchas

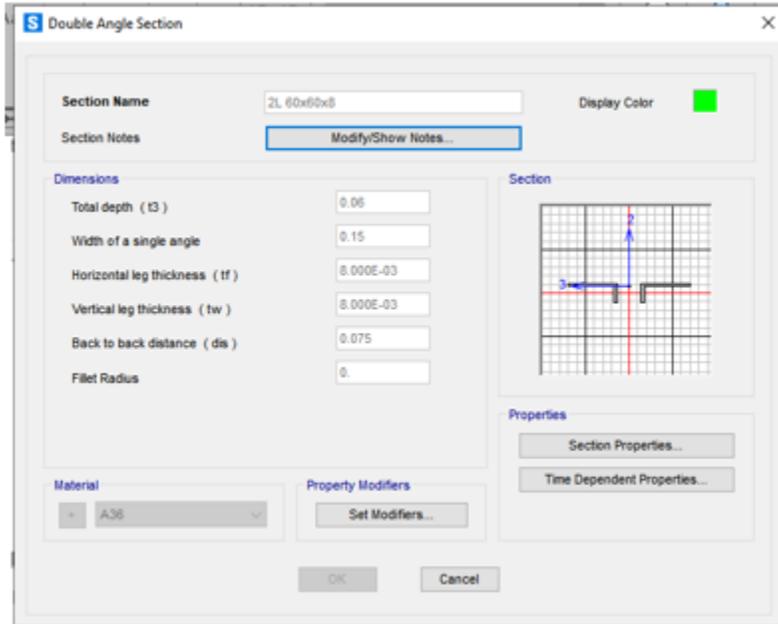


Figura 28: Vigas

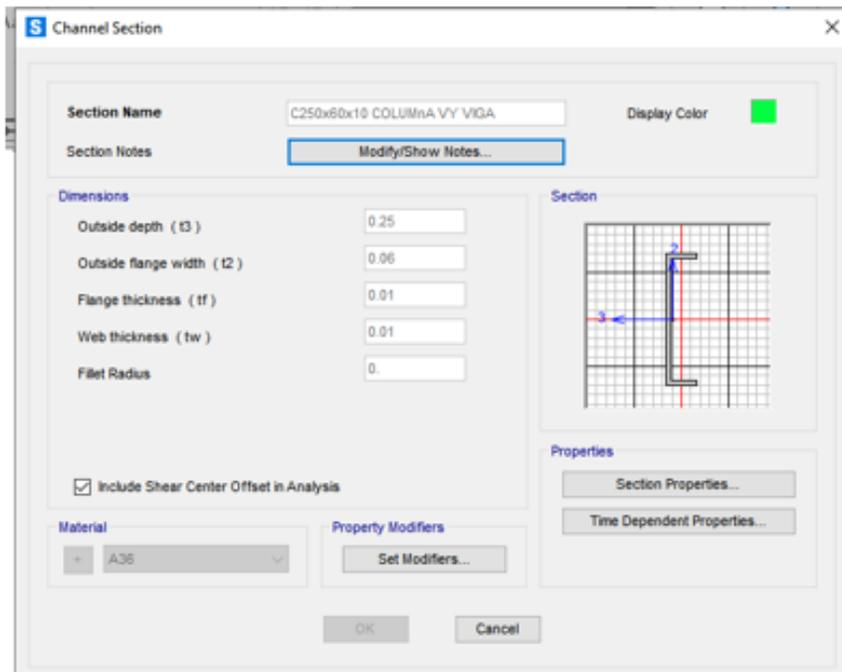


Figura 29: Correas

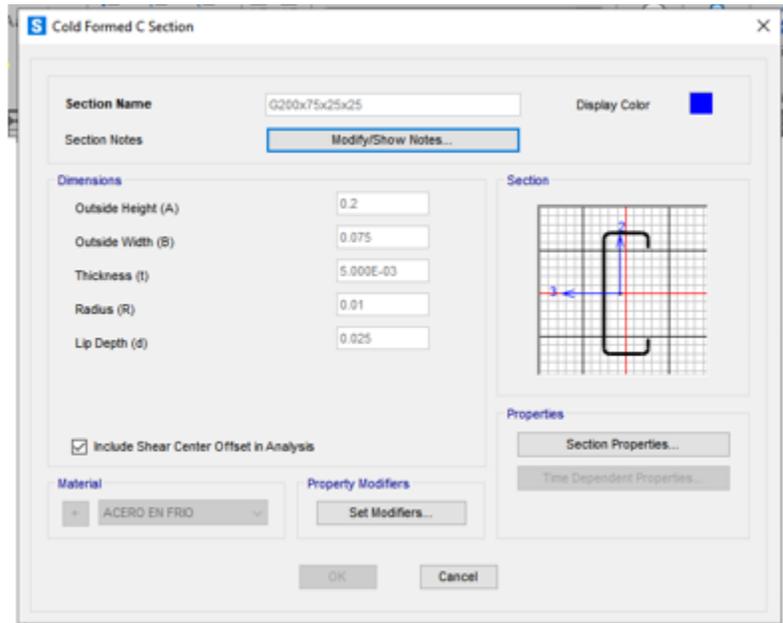


Figura 30: Peso Sísmico

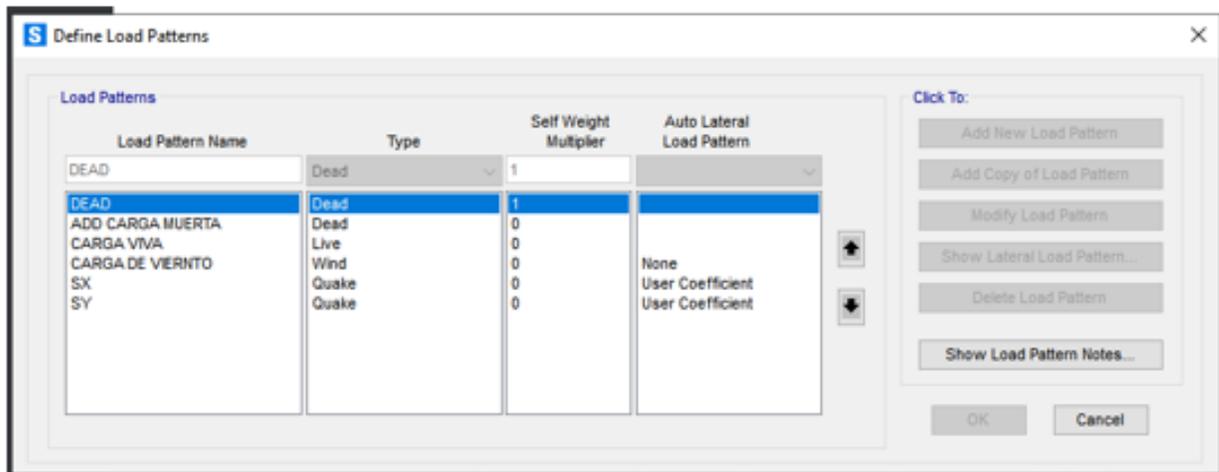
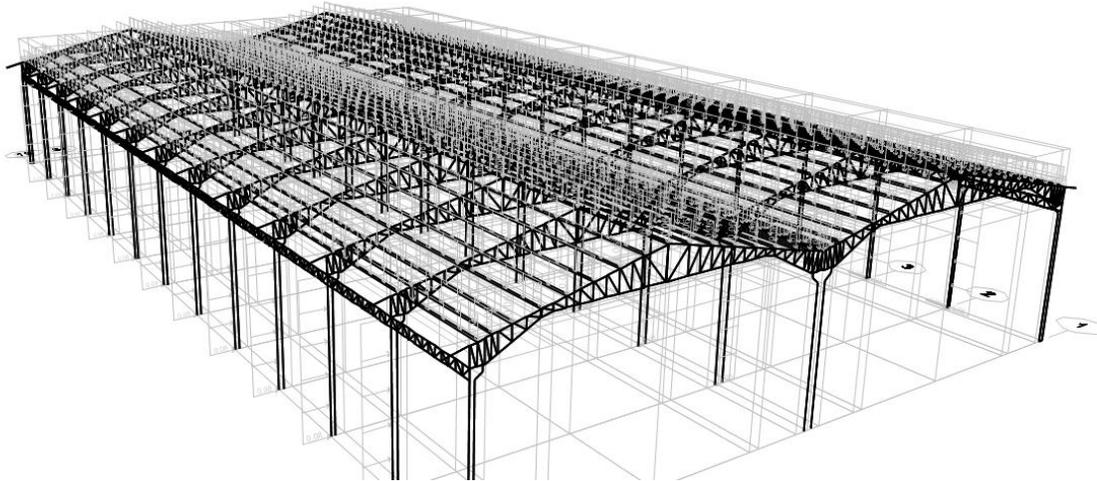


Figura 31: Aplicación de cargas vivas y muertas



3.3.3.2 Definición de Combinaciones de cargas

Figura 32: Combinación de cargas

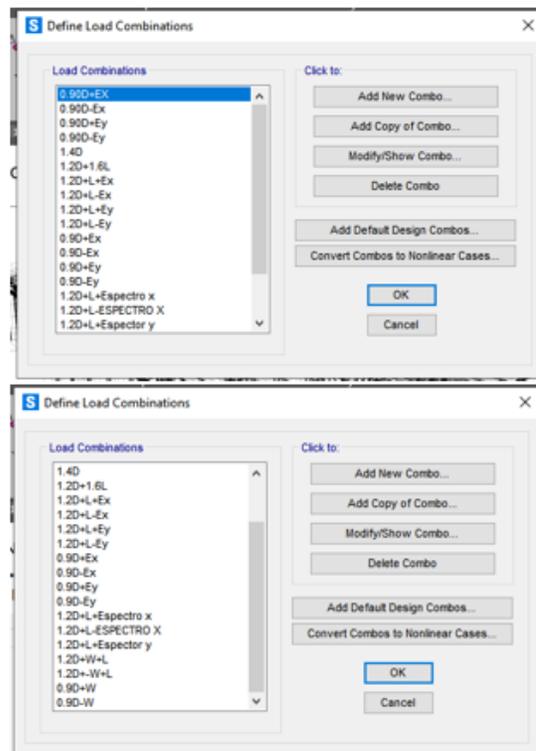
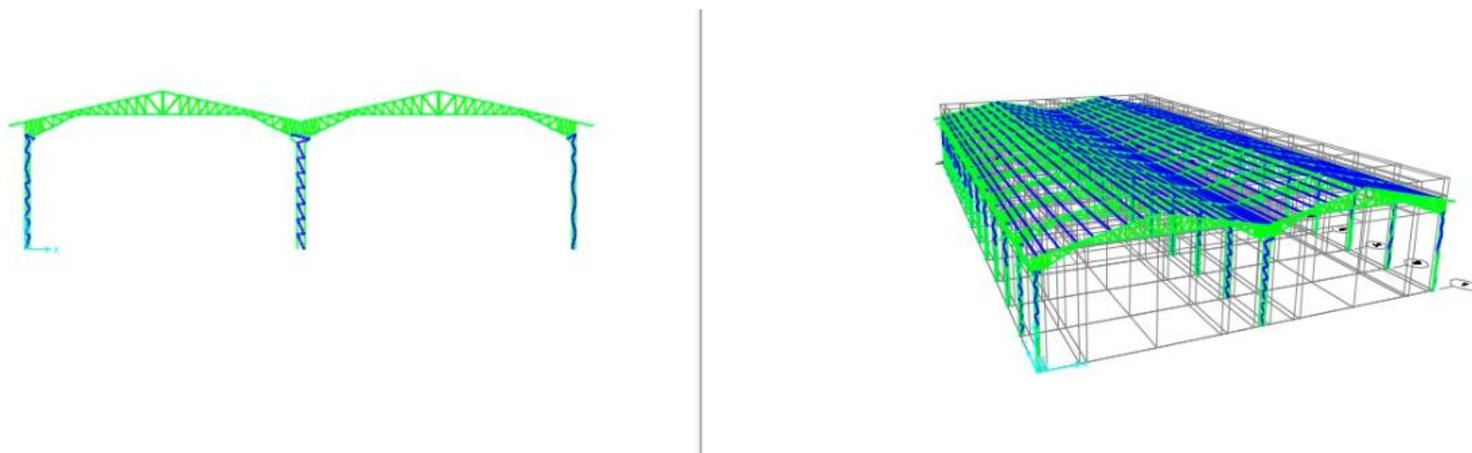


Figura 35: Deformación de la estructura



CAPÍTULO 4

4 Presupuesto Referencial para la Construcción de la Iglesia en Ecuador

4.1 Mano de Obra

- Peones: 4 trabajadores x 3.00 USD/hora x 8 horas/día x 10 días = 960.00 USD
- Fierros: 2 trabajadores x 3.50 USD/hora x 8 horas/día x 10 días = 560.00 USD
- Electricistas: 1 trabajador x 3.50 USD/hora x 8 horas/día x 5 días = 140.00 USD
- Plomeros: 1 trabajador x 3.50 USD/hora x 8 horas/día x 5 días = 140.00 USD

Total, Mano de Obra: 1,900.00 USD

4.2 Materiales

- Acero de refuerzo: $2,000 \text{ kg} \times 1.00 \text{ USD/kg} = 2,000.00 \text{ USD}$
- Alambre galvanizado: $100 \text{ kg} \times 1.50 \text{ USD/kg} = 150.00 \text{ USD}$
- Cemento: $200 \text{ bolsas} \times 4.00 \text{ USD/bolsa} = 800.00 \text{ USD}$
- Bloques de hormigón: $1,000 \text{ unidades} \times 0.50 \text{ USD/unidad} = 500.00 \text{ USD}$

Total, Materiales: 3450.00 USD

4.3 Equipos y Herramientas

- Cizalla: $1 \times 0.50 \text{ USD/hora} \times 80 \text{ horas} = 40.00 \text{ USD}$
- Mezcladora de cemento: $1 \times 0.75 \text{ USD/hora} \times 80 \text{ horas} = 60.00 \text{ USD}$

Total, Equipos: 100.00 USD

4.4 Transporte

- Transporte de materiales: 300.00 USD (costo estimado para el transporte de acero y otros materiales al sitio de construcción)

4.5 Costos Indirectos

- Costos indirectos (20% de costos directos):

Total, de costos directos (Mano de obra + Materiales + Equipos + Transporte) = 1,900.00 + 3,450.00 + 100.00 + 300.00 = 5,750.00 USD

- Costos indirectos = 20% de 5,750.00 USD = 1,150.00 USD

4.6 Total del presupuesto

- Total = Costos directos + Costos indirectos = 5,750.00 + 1,150.00 = 6,900.00 USD

4.7 Resumen del Presupuesto

Concepto	Costo (USD)
Mano de obra	1,900.00
Materiales	3,450.00
Equipos	100.00
Transporte	300.00
Costos indirectos (20%)	1,150.00
Total	6,900.00

CAPÍTULO 5

5 Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

- El diseño y análisis estructural del galpón se realizó basándose en los conocimientos adquiridos durante la formación académica. Durante este proceso se aplicaron los principios esenciales de la ingeniería estructural, utilizando enfoques avanzados de cálculo para garantizar la viabilidad de la estructura, desde su planificación hasta su posible construcción. La experiencia adquirida en la carrera permitió asegurar que el diseño se realizara con precisión y con base en los mejores métodos disponibles.
- Se elaboró un modelo estructural del galpón utilizando herramientas informáticas como AutoCAD y SAP2000. Estas aplicaciones permitieron crear representaciones precisas del proyecto, lo que facilitó la simulación de su comportamiento bajo diversas condiciones de carga y proporcionó datos esenciales sobre el desempeño de la estructura. El uso de estas tecnologías ha optimizado el proceso de diseño, mejorando tanto la eficiencia como la exactitud del trabajo realizado.
- Se generó una visualización en 3D del interior de la estructura, mostrando cómo quedaría una vez se le dé el uso planeado. Este renderizado no solo sirve para ofrecer una visión clara del diseño, sino también para evaluar el funcionamiento del espacio en términos de accesibilidad y distribución, lo que facilita la toma de decisiones tanto para los involucrados en el proyecto como para los futuros usuarios de la instalación.
- Se verificó que la estructura cumple con los requisitos de resistencia sísmica establecidos por las normativas vigentes. Este análisis es esencial para garantizar la seguridad del edificio frente a eventos sísmicos, protegiendo a las personas y los bienes dentro de la estructura. El diseño ha sido ajustado a las normativas sísmicas correspondientes, asegurando su estabilidad y resistencia ante posibles movimientos de tierra.

- El diseño de los elementos de acero sigue estrictamente las directrices de la AISC (American Institute of Steel Construction). Esto asegura que los componentes metálicos sean capaces de soportar las cargas que se les asignan y que la estructura en su conjunto cumpla con los estándares de seguridad, durabilidad y funcionalidad establecidos por la industria, lo que refuerza la confianza en el proyecto.
- El presupuesto inicial del proyecto fue superado por una propuesta más económica que optimiza los costos sin comprometer la calidad. Este ajuste beneficia significativamente la construcción de la iglesia, permitiendo un uso más eficiente de los recursos disponibles y garantizando la viabilidad económica del proyecto.

5.2 Recomendaciones

- Implementar una formación integral para todo el personal en temas de seguridad laboral. Es fundamental que cada miembro del equipo esté bien preparado para identificar y gestionar posibles riesgos en el lugar de trabajo. Para ello, se debe ofrecer un programa de capacitación continua, asegurando que todos los trabajadores sean conscientes de los protocolos de seguridad, sepan cómo actuar ante emergencias y mantengan un entorno seguro. Una cultura organizacional basada en la seguridad contribuirá a prevenir accidentes y mejorar la productividad.
- Organizar con antelación un espacio adecuado para el almacenamiento de residuos y materiales sobrantes de la obra. Una planificación efectiva en cuanto a la gestión de desechos es clave para evitar problemas logísticos y de seguridad. Tener un área específica para almacenar tanto los materiales de desecho como aquellos que puedan ser reutilizados reduce el desorden en el sitio de construcción y favorece una gestión más limpia y responsable del entorno de trabajo.
- Asegurarse de utilizar exclusivamente materiales de alta calidad y evitar la reutilización

de componentes de estructuras previas. Aunque la reutilización de materiales puede parecer una opción económica, es preferible priorizar la compra de nuevos materiales con las características necesarias para garantizar la resistencia y longevidad de la estructura. Esto incluye tanto los materiales principales como los complementarios, como refuerzos o acabados, para asegurar que no se comprometa la calidad ni la seguridad del proyecto.

- Contar siempre con materiales adicionales de contingencia para abordar cualquier imprevisto durante el proceso de construcción. En cualquier proyecto de este tipo, pueden surgir complicaciones inesperadas. Tener un stock de materiales de repuesto permite reaccionar rápidamente ante situaciones como fallos en los materiales, cambios en el diseño o condiciones meteorológicas desfavorables, evitando demoras y costos adicionales. Así, se asegura que la obra continúe sin contratiempos y se entregue dentro de los plazos establecidos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aceromafe. (2024). *¿Qué es el acero estructural y para qué se utiliza?* Obtenido de Aceromafe: https://www.aceromafe.com/que-es-el-acero-estructural/?utm_source=chatgpt.com
- American institute of steel construction. (2022). *ANSI/AISC 360-22 Specification for Structural Steel Buildings*. Chicago: American Institute of Steel Construction. Obtenido de <https://www.aisc.org/globalassets/product-files-not-searched/publications/standards/a360-22w.pdf>
- American Society for Testing and Materials. (1998). *Standard Specification for Carbon Structural Steel*. West Conshohocken: ASTM INTERNATIONAL . Obtenido de <https://khainguyen.com.vn/wp-content/uploads/2021/08/ASTM-A36.1997.pdf>
- arqzon. (17 de febrero de 2023). *Cargas estructurales*. Obtenido de arqzon: <https://arqzon.com.mx/2023/02/17/cargas-estructurales-que-son/>
- Bucheli, N. (2025). Gasolinera Ceibos. *Fotos para proyecto*. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Bucheli, N. (2025). Render Iglesia. *Render Iglesia Reino de Dios* . Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Bucheli, N. (13 de Enero de 2025). Terreno iglesia Reino de Dios . Guayaquil, Guayas , Ecuador .
- BuildingSmartSpain. (2022). *¿Que es BIM?* Obtenido de BuildingSmartSpain: [https://www.buildingsmart.es/bim/#:~:text=Building%20Information%20Modeling%20\(BIM\)%20es,creado%20por%20todos%20sus%20agentes.](https://www.buildingsmart.es/bim/#:~:text=Building%20Information%20Modeling%20(BIM)%20es,creado%20por%20todos%20sus%20agentes.)
- Cía. general de aceros. (2024). *Aceros estructurales*. Obtenido de Cía. general de aceros: <https://www.cga.com.co/productos/aceros-estructurales/#>
- Design Modeling DG. (11 de abril de 2024). *Que son las cargas vivas y muertas*. Obtenido de Design Modeling DG: <https://dgdesignmodeling.com/sin-categoria/que-son-las-cargas-vivas-y-las-cargas-muertas/>
- Google Earth . (s.f.). *Ciudad de Guayaquil* { .
- Google Earth. (1 de enero de 2021). *Ubicación de Los Ceibos en la ciudad de Guayaquil [Mapa]*. Obtenido de Google earth: https://earth.google.com/web/search/guayaquil/@-2.15250125,-79.9801008,330.6453539a,74337.95310226d,35y,359.99999994h,0t,0r/data=CiwiJgokCdQrvdz3TAHAEd5NQVNmawHAGbITpoJe-1PAIe-GGXuK_FPAQgIIATIpCicKJQohMVFSZjVqN0VBNDcyQ3cwWnJaTVpsbHFHN0ZkWm5vSEwwIAE6AwoBME
- Iglesia Reino de Dios. (2017). Iglesia Reino de Dios vía a la Costa. Guayaquil, Guayas , Ecuador . Obtenido de <https://www.instagram.com/iglesiareinodedios/?hl=es>
- Iglesia Reino de Dios. (2023). Iglesia Reino de Dios Teatro fedenedor. Guayaquil, Ecuador . Obtenido de <https://www.instagram.com/iglesiareinodedios/?hl=es>
- INEC. (6 de Octubre de 2017). *Ecuador en cifras*. Obtenido de INEC: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/guayaquil-en-cifras/>
- INEC. (2022). *CPV-INEC*. Guayaquil: INEC.
- INIFED. (2022). *Volumen. 4 Seguridad estructural Tomo II diseño por sismo*. Ciudad de México: EDUCACIÓN. Obtenido de file:///C:/Users/HP/OneDrive/Escritorio/VOLUMEN_4_TOMO_II_Disenos_por_Sismo.pdf
- Marañón, A. (2025). Dedicatoria. *Dedicatoria*. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Ministerio de Desarrollo urbano y vivienda. (2017). *Preguntas y respuestas NEC*. MIDUVI. Obtenido de Ministerio de Desarrollo urbano y vivienda: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/11/PREGUNTAS-Y-RESPUESTAS.pdf>
- mtcopeland. (13 de octubre de 2020). *Cargas vivas vs Cargas muertas vs Cargas ambientales*. Obtenido de mtcopeland: <https://mtcopeland.com/es/blog/live-load-vs-dead-load-vs-environmental-load-differences/>
- NEC. (2014). *Cargas no sísmicas NEC SE-CG*. Guayaquil: MIDUVI. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/1.-NEC-SE-CG-Cargas-No-Sismicas.pdf>

- Norma Ecuatoriana de la Construcción SE-DS. (2014). *NEC-SE-DS*. Dirección de Comunicación Social, MIDUVI. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/2.-NEC-SE-DS-Peligro-Sismico-parte-1.pdf>
- Normativa Ecuatoriana de la Construcción SE-AC. (2014). *Código NEC-SE-AC*. Dirección de Comunicación Social, MIDUVI. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/9.-NEC-SE-AC-Estructuras-de-Acero.pdf>
- Prefectura del Guayas . (2022). *Guayaquil*. Obtenido de Prefectura ciudadadana del Guayas: <https://guayas.gob.ec/cantones-2/guayaquil/>
- Structuralia. (19 de Mayo de 2022). *¿Qué es el hormigón armado?* Obtenido de Structuralia: https://blog.structuralia.com/caracteristicas-de-hormigon-armado-usos-en-la-construccion?utm_source=chatgpt.com
- Wikipedia. (6 de Septiembre de 2009). *Localización del cantón Guayaquil en la Provincia de Guayas [Mapa]*. Obtenido de Wikipedia : https://es.wikipedia.org/wiki/Cant%C3%B3n_Guayaquil#/media/Archivo:Mapa_Sageo_de_Guayas_-_Guayaquil.svg
- Wikipedia. (8 de Octubre de 2024). *Los Ceibos Guayaquil*. Obtenido de Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Los_Ceibos_\(Guayaquil\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Los_Ceibos_(Guayaquil))

ANEXOS Y PLANOS

6 Anexo Apus

Se adjuntan los rubros utilizados para el presupuesto.

Nombre del oferente:	Axel Marañón - Nick Bucheli				
No:	1				
Rubro:	Demolicion de estructura ya existente				
Unidad:	m3				
M:EQUIPOS	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	Rendimiento	COSTO D=C*K
Herramientas manuales (5% M.O)					0.54
SUBTOTAL DE EQUIPOS					0.54
N:MANO DE OBRA	CANTIDAD A	HORAS B	COSTO HORA C=A*B	Rendimiento	COSTO D=C*K
Peon	5.00	3.58	17.9	0.5	8.95
Albañil	1.00	3.62	3.62	0.5	1.81
SUBTOTAL MANO DE OBRA					10.76
P:MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL DE MATERIALES					0
Q:TRANSPORTE	UNIDAD	DISTANCIA A	COSTO/KM B	CANTIDAD C	COSTO D=A*B*C
SUBTOTAL DE TRANSPORTE					0
	COSTO DIRECTO: M+N+O+P+Q				11.3
	COSTO INDIRECTO 20%				2.26
	PRECIO UNITARIO				13.56
	PRECIO UNITARIO REFERENCIAL				13.56

Nombre del oferente:	Axel Marañón - Nick Bucheli				
No:	2				
Rubro:	Desalojo de material en volqueta				
Unidad:	m3				
M: EQUIPOS	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	Rendimiento	COSTO D=C*K
Herramientas manuales (5% M.O)	0	0	0	0	0.04
Seguridad industrial (5% M.O)	0	0	0	0	0.04
Volqueta de 8m3	2	25	50	0.042	2.11
Retroexcavadora	1	45	45	0.042	1.9
SUBTOTAL DE EQUIPOS					4.08
N: MANO DE OBRA	CANTIDAD A	HORAS B	COSTO HORA C=A*B	Rendimiento	COSTO D=C*K
Peon	5.00	3.58	17.9	0.5	8.95
Albañil	1.00	3.62	3.62	0.5	1.81
SUBTOTAL MANO DE OBRA					10.76
P: MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL DE MATERIALES					0
Q: TRANSPORTE	UNIDAD	DISTANCIA A	COSTO/KM B	CANTIDAD C	COSTO D=A*B*C
SUBTOTAL DE TRANSPORTE					0
	COSTO DIRECTO: M+N+O+P+Q				11.3
	COSTO INDIRECTO 20%				2.26
	PRECIO UNITARIO				13.56
	PRECIO UNITARIO REFERENCIAL				13.56

Nombre del oferente:	Axel Marañón - Nick Bucheli				
No:	3				
Rubro:	Limpieza general manual				
Unidad:	m2				
M: EQUIPOS	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	Rendimiento	COSTO D=C*K
Herramientas manuales (5% M.O)	0	0	0	0	0.03
Seguridad industrial (5% M.O)	0	0	0	0	0.03
SUBTOTAL DE EQUIPOS					0.06
N: MANO DE OBRA	CANTIDAD A	HORAS B	COSTO HORA C=A*B	Rendimiento	COSTO D=C*K
Maestro mayor	0.10	4.04	0.4	0.02	0.01
Albañil	2.00	3.65	7.3	0.02	0.15
Peon	6.00	3.6	21.6	0.02	0.43
SUBTOTAL MANO DE OBRA					0.59
P: MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Piolas, clavos, estacas		1	0.56	0.56	
SUBTOTAL DE MATERIALES					0.56
Q: TRANSPORTE	UNIDAD	DISTANCIA A	COSTO/KM B	CANTIDAD C	COSTO D=A*B*C
SUBTOTAL DE TRANSPORTE					0
COSTO DIRECTO: M+N+O+P+Q					1.2
COSTO INDIRECTO 20%					0.24
PRECIO UNITARIO					1.45
PRECIO UNITARIO REFERENCIAL					1.45

Nombre del oferente:	Axel Marañón - Nick Bucheli				
No:	4				
Rubro:	Replanteo y nivelacion				
Unidad:	m2				
M: EQUIPOS	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	Rendimiento	COSTO D=C*K
Herramientas manuales (5% M.O)	0	0	0	0	0.0463
Seguridad industrila (5% M.O)	0	0	0	0	0.0463
SUBTOTAL DE EQUIPOS					0.09
N: MANO DE OBRA	CANTIDAD A	HORAS B	COSTO HORA C=A*B	Rendimiento	COSTO D=C*K
Maestro mayor	0.50	4.04	2.02	0.1	0.2
Peon	2.00	3.6	7.2	0.1	0.72
SUBTOTAL MANO DE OBRA					0.92
P: MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
Cuarton 4*4*300cm		UNIDAD	0.16	1.25	0.2
Tira 7cm*2.8cm		UNIDAD	0.1	1	0.1
Clavos 2 1/2"		kg	0.01	2.1	0.02
Piola (1000m)		rollo	0.01	5	0.05
SUBTOTAL DE MATERIALES					0.37
Q: TRANSPORTE	UNIDAD	DISTANCIA A	COSTO/KM B	CANTIDAD C	COSTO D=A*B*C
SUBTOTAL DE TRANSPORTE					0
	COSTO DIRECTO: M+N+O+P+Q				1.384
	COSTO INDIRECTO 20%				0.28
	PRECIO UNITARIO				1.66
	PRECIO UNITARIO REFERENCIAL				1.66

Nombre del oferente:	Axel Marañón - Nick Bucheli				
No:	5				
Rubro:	Instalaciones provisionales y bodega				
Unidad:	u				
M: EQUIPOS	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	Rendimiento	COSTO D=C*K
Herramientas manuales (5% M.O)	0	0	0	0	10.13
Seguridad industrial (5% M.O)	0	0	0	0	10.13
SUBTOTAL DE EQUIPOS					20.27
N: MANO DE OBRA	CANTIDAD A	HORAS B	COSTO HORA C=A*B	Rendimiento	COSTO D=C*K
Maestro de obra	1.00	4.04	4.04	7	28.28
Peon	1.00	3.6	3.6	16	57.6
Electricista	1.00	3.65	3.65	16	58.4
Plomero	1.00	3.65	3.65	16	58.4
SUBTOTAL MANO DE OBRA					202.68
P: MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Cable #6	m	4	1.89	7.56	
Cable #4	m	8	1.18	9.44	
Breaker General 70A 3P	u	1	23	23	
Caja Breaker	u	1	24.21	24.21	
Breaker 20A 1P	u	1	4.6	4.6	
Breaker 40A 2P	u	1	10.88	10.88	
Alambre CU TWG N"12	m	10	0.41	4.1	
Puntos de iluminacion	u	1	12.66	12.66	
Puntos de tomacorriente 120W	u	1	13.75	13.75	
Foco	u	1	2.8	2.8	
Llave de manguera y manija	u	1	9.55	9.55	
Manguera flex PE 1/2	m	20	0.4	8	
Montura y accesorios para acometida	u	1	30	30	
SUBTOTAL DE MATERIALES					160.55
Q: TRANSPORTE	UNIDAD	DISTANCIA A	COSTO/KM B	CANTIDAD C	COSTO D=A*B*C
SUBTOTAL DE TRANSPORTE					0
COSTO DIRECTO: M+N+O+P+Q					383.5
COSTO INDIRECTO 20%					76.7
PRECIO UNITARIO					460.2
PRECIO UNITARIO REFERENCIAL					460.2

Nombre del oferente:	Axel Marañón - Nick Bucheli				
No:	6				
Rubro:	Guardiania				
Unidad:	mes				
M:EQUIPOS	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	Rendimiento	COSTO D=C*K
SUBTOTAL DE EQUIPOS					
N:MANO DE OBRA	CANTIDAD A	HORAS B	COSTO HORA C=A*B	Rendimiento	COSTO D=C*K
Guardiania	1.00				425
SUBTOTAL MANO DE OBRA					
425					
P:MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL DE MATERIALES					
Q:TRANSPORTE	UNIDAD	DISTANCIA A	COSTO/KM B	CANTIDAD C	COSTO D=A*B*C
SUBTOTAL DE TRANSPORTE					
COSTO DIRECTO: M+N+O+P+Q					425
COSTO INDIRECTO 20%					
PRECIO UNITARIO					425
PRECIO UNITARIO REFERENCIAL					425

Nombre del oferente:	Axel Marañón - Nick Bucheli				
No:	7				
Rubro:	Excavacion de cimientos				
Unidad:	m3				
M: EQUIPOS	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	Rendimiento	COSTO D=C*K
Herramientas manuales (5% M.O)	0	0	0	0	0.48
Seguridad industrial (5% M.O)	0	0	0	0	0.48
SUBTOTAL DE EQUIPOS					0.96
N: MANO DE OBRA	CANTIDAD A	HORAS B	COSTO HORA C=A*B	Rendimiento	COSTO D=C*K
Peon	4.00	3.6	14.4	0.67	9.6
SUBTOTAL MANO DE OBRA					9.6
P: MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL DE MATERIALES					
Q: TRANSPORTE	UNIDAD	DISTANCIA A	COSTO/KM B	CANTIDAD C	COSTO D=A*B*C
SUBTOTAL DE TRANSPORTE					
	COSTO DIRECTO: M+N+O+P+Q				10.57
	COSTO INDIRECTO 20%				2.11
	PRECIO UNITARIO				12.68
	PRECIO UNITARIO REFERENCIAL				12.68

Nombre del oferente:	Axel Marañón - Nick Bucheli				
No:	10				
Rubro:	Replanteo y nivelacion				
Unidad:	m2				
M: EQUIPOS	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	Rendimiento	COSTO D=C*K
Herramientas manuales (5% M.O)	0	0	0	0	0.02
Seguridad industrial (5% M.O)	0	0	0	0	0.02
Cizalla	1	0.75	0.75	0.02	0.02
SUBTOTAL DE EQUIPOS					0.05
N: MANO DE OBRA	CANTIDAD A	HORAS B	COSTO HORA C=A*B	Rendimiento	COSTO D=C*K
Peon	2.00	3.62	7.24	0.02	0.14
Fierrero	3.00	3.66	10.98	0.02	0.22
SUBTOTAL MANO DE OBRA					0.36
P: MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
Acero de refuerzo		kg	1.05	1.1	1.16
Alambre galvanizado N18		kg	0.03	1.9	0.06
SUBTOTAL DE MATERIALES					1.21
Q: TRANSPORTE	UNIDAD	DISTANCIA A	COSTO/KM B	CANTIDAD C	COSTO D=A*B*C
SUBTOTAL DE TRANSPORTE					0
	COSTO DIRECTO: M+N+O+P+Q				1.63
	COSTO INDIRECTO 20%				0.33
	PRECIO UNITARIO				1.95
	PRECIO UNITARIO REFERENCIAL				1.95

Nombre del oferente:	Axel Marañón - Nick Bucheli				
No:	15				
Rubro:	Acero estructural A36				
Unidad:	u				
M: EQUIPOS	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total	
Amoladora electrica	Hora	0.11	4.3	0.47	
Soldadora electrica 300a	Hora	0.11	1.96	0.22	
Grua mobil	Hora	0.01	35	0.35	
Equipo oxicorte	Hora	0.11	1.54	0.17	
Herramientas menores					
SUBTOTAL DE EQUIPOS				1.3	
N: MANO DE OBRA	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total	
Peon	Hora	0.11	3.62	0.4	
Perfilero	Hora	0.11	3.86	0.42	
Maestro de obra	Hora	0.11	4.06	0.04	
Operadores equipo pesado	Hora	0.11	4.06	0.45	
Engrasador	Hora	0.11	3.66	0.4	
SUBTOTAL MANO DE OBRA				1.71	
P: MATERIALES		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
Anticorrosivo			4000cc	0.01	0.16
Thinner			4000cc	0.01	0.14
Disco de corte			Unidad	0.01	0.02
Acero de perfil			kg	1.05	1.1
Electrodo #7010 3/16			kg	0.05	0.12
SUBTOTAL DE MATERIALES					1.53
Q: TRANSPORTE	UNIDAD	DISTANCIA A	COSTO/KM B	CANTIDAD C	COSTO D=A*B*C
SUBTOTAL DE TRANSPORTE					0
	COSTO DIRECTO: M+N+O+P+Q				4.54
	COSTO INDIRECTO 20%				0.91
	PRECIO UNITARIO				5.45
	PRECIO UNITARIO REFERENCIAL				5.45

Nombre del oferente:	Axel Marañón - Nick Bucheli				
No:	18				
Rubro:	Placa de anclaje				
Unidad:					
M:EQUIPOS	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	Rendimiento	COSTO D=C*K
Herramientas manuales (5% M.O)					1.26
Soldadora		2.5		3.33	
SUBTOTAL DE EQUIPOS					1.26
N:MANO DE OBRA	CANTIDAD A	HORAS B	COSTO HORA C=A*B	Rendimiento	COSTO D=C*K
Peon	1.00	3.58	3.58	3.33	11.92
Fierrero	1.00	4.01	4.01	3.33	13.35
SUBTOTAL MANO DE OBRA					25.27
P:MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL DE MATERIALES					1.21
Q:TRANSPORTE	UNIDAD	DISTANCIA A	COSTO/KM B	CANTIDAD C	COSTO D=A*B*C
SUBTOTAL DE TRANSPORTE					0
	COSTO DIRECTO: M+N+O+P+Q				26.53
	COSTO INDIRECTO 20%				5.31
	PRECIO UNITARIO				31.84
	PRECIO UNITARIO REFERENCIAL				31.84

Tabla 13: Presupuesto Final

ACTIVIDADES		UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIOS	CANTIDAD FINAL	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	Rendimiento (horas/unidad)	Rendimiento (dias/unidad)	Duracion(dias)
Nº	PRELIMINAR									
1	Demolición de estructura existente	m3	91.15	5%	95.71	13.56	1297.79	0.2	0.025	2.28
2	Desalajo de material	m3	91.15	10%	100.27	5.81	582.54	0.04212	0.005265	0.48
3	Limpieza y desbroce manual	m2	330	5%	346.5	1.45	502.43	0.02	0.0025	0.83
4	Replanteo y nivelación	m2	330	5%	346.5	1.66	575.19	0.1	0.0125	4.13
5	Bodega e instalaciones provisionales	u	1	5%	1.05	460	483	16	2	2
6	Guardiana	Mes	5	0%	5	425	2125	-	-	-
SUB-ESTRUCTURA-GALPON										
7	Desalajo de material	m3	43.5	5%	45.68	12.68	579.16	0.67	0.083375	3.63
8	Acero en plintos	kg	143.68	5%	150.86	1.95	294.18	0.02	0.025	0.36
CUBIERTA										
9	Acero en vigas	kg	599.59	5%	629.57	1.95	1277.66	0.02	0.025	1.5
10	Acero en escaleras para subir hacia la cubierta	kg	167.46	5%	175.83	1.95	342.87	0.02	0.0025	0.42
SUPER-ESTRUCTURA GALPON										
11	Acero estructural A36	kg	2920	2%	2978.4	4.54	13521.94	0.11	0.01375	40.15
12	Placa de anclaje	u	8	0%	8	33.82	270.56	0.3	0.0375	0.3
13	Acero en columnas	kg	85.44	5%	89.71	1.95	174.94	0.02	0.0025	0.21
14	Acero en vigas	kg	85.44	5%	89.71	1.95	174.94	0.02	0.0025	0.21
TOTAL							22202.2			

6.1 Anexo Planos arquitectónicos



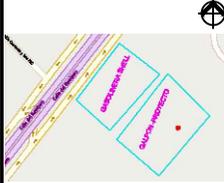
ESPECIFICACIONES / COMENTARIOS

- ACOTACIONES EN METROS
- NIVELES EN METROS
- NO SE TOMARÁN COTAS A ESCALA DE ESTE PLANO.

NOMENCLATURA GENERAL

NSEP	NIVEL SUPERIOR PRETEL
NSEL	NIVEL SUPERIOR LOSA
NBI	NIVEL INFERIOR LOSA
NSEI	NIVEL SUPERIOR CERRAMIENTO
NBI	NIVEL INFERIOR CERRAMIENTO
NPT	NIVEL DE PISO TERMINADO
NBT	NIVEL BANDEJA TERMINADA
NC	NIVEL DEL CARRETA ASFALTICA
NVI	NIVEL INFERIOR DE VENTANA
NSE	NIVEL SUPERIOR DE ENSE
NSEB	NIVEL SUPERIOR DE BANDEJA
NSEI	NIVEL SUPERIOR DE EMPASTADO
NSEMI	NIVEL SUPERIOR DE MERO

UBICACION DEL PROYECTO



OBSERVACIONES

AREAS

TERRENO | 8000 m2

DISEÑO ARQUITECTONICO

-

INGENIERIA ESTRUCTURAL

-

CLIENTE

-

PLANO

BUCHELI-MARAÑON

CONTENIDO

GALPON METALICO

PROYECTO

TESIS - BUCHELI & MARAÑON

CLAVE DE PLANO

XX

REVISION Nº

00

ESCALA

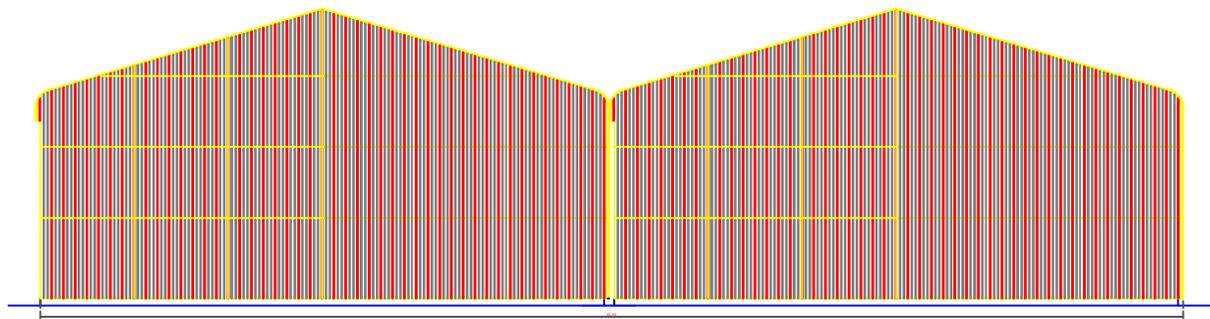
1:1

NORTE



FECHA

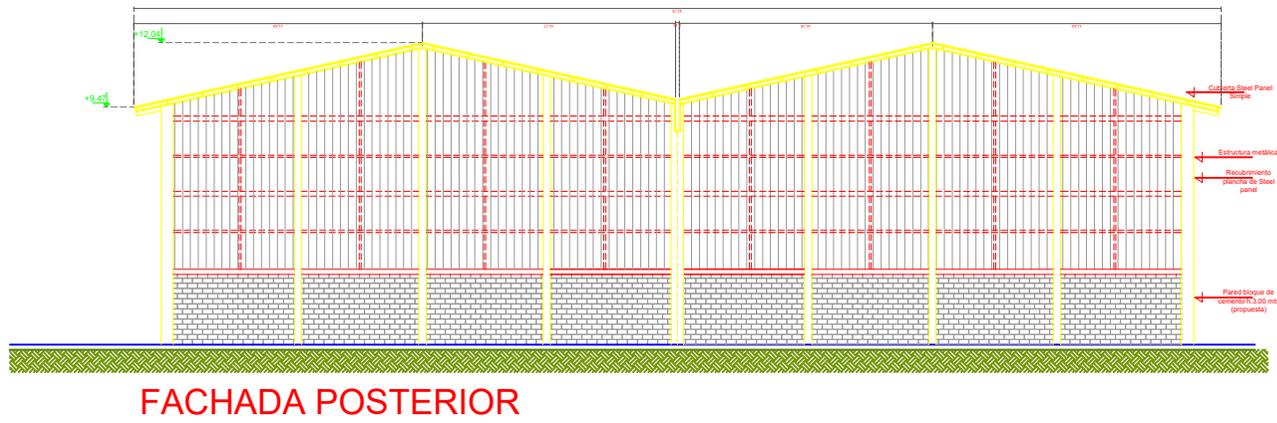
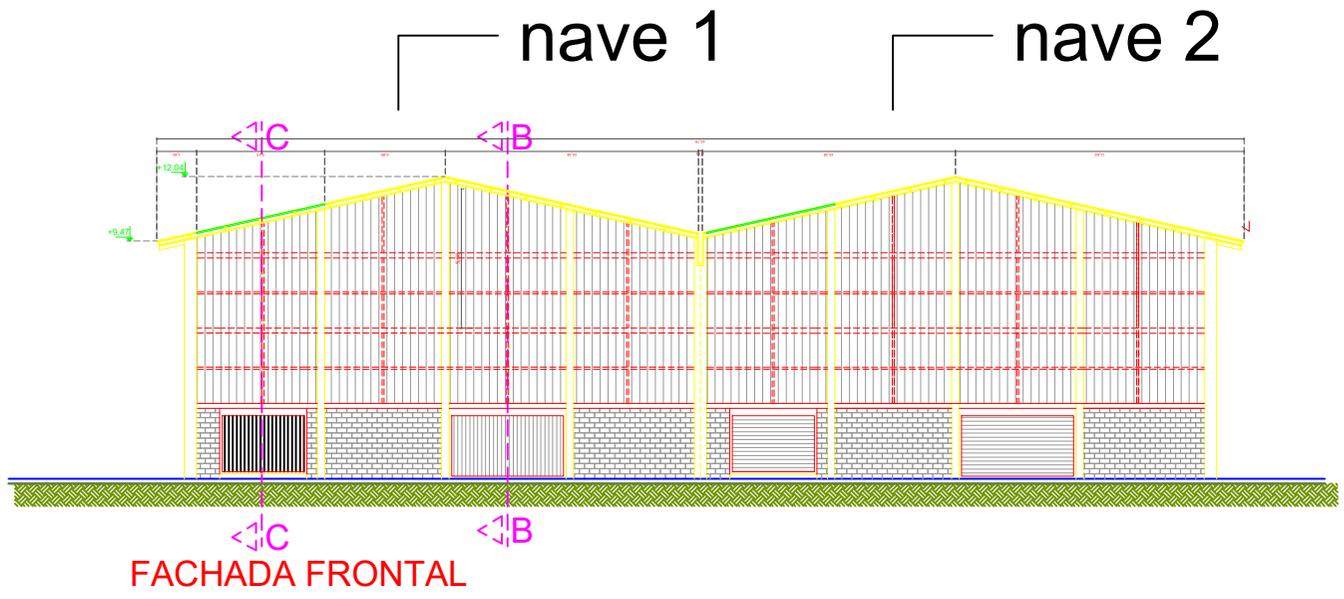
17-01-2025



ELEVACION POSTERIOR



ESCALA GRAFICA



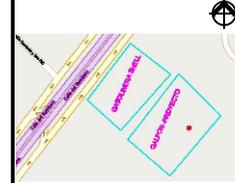
ESPECIFICACIONES / COMENTARIOS

- ACOTACIONES EN METROS
- NIVELES EN METROS
- NOSE DIMENSIONADAS A ESCALA DE ESTE PLANO

NOMENCLATURA GENERAL

NSEP	NIVEL SUPERIOR PRETEL
NSEL	NIVEL SUPERIOR LOSA
NBI	NIVEL INFERIOR LOSA
NSEP	NIVEL SUPERIOR CERRAMIENTO
NBI	NIVEL INFERIOR CERRAMIENTO
NPT	NIVEL DE PISO TERMINADO
NBT	NIVEL BANDEJA TERMINADA
NC	NIVEL DEL CARPETA ASFALTICA
NIV	NIVEL INFERIOR DE VENTANA
NSEI	NIVEL SUPERIOR DE PISO
NSEB	NIVEL SUPERIOR DE BANDEJA
NSEI	NIVEL SUPERIOR DE EMPASTADO
NSEB	NIVEL SUPERIOR DE MISO

UBICACION DEL PROYECTO



OBSERVACIONES

AREAS

TERRENO 8000 m2

DISÑO ARQUITECTONICO

-

INGENIERIA ESTRUCTURAL

-

CLIENTE

-

PLANO

BUCHELI-MARAÑON

CONTENIDO

GALPON METALICO

PROYECTO

TESIS - BUCHELI & MARAÑON

CLAVE DE PLANO

XX

REVISION N°

00

ESCALA

1:1

NORTE



FECHA

17-01-2025





ESPECIFICACIONES / COMENTARIOS

- ACOTACIONES EN METROS
- NIVELES EN METROS
- NOSE TOMARAN COTAS A ESCALA DE ESTE PLANO.

NOMENCLATURA GENERAL

NSEP	NIVEL SUPERIOR PRETEL
NSEL	NIVEL SUPERIOR LOSA
NEL	NIVEL INFERIOR LOSA
NSEI	NIVEL SUPERIOR CERRAMIENTO
NEI	NIVEL INFERIOR CERRAMIENTO
NPT	NIVEL DE PISO TERMINADO
NSEPT	NIVEL SUPERIOR DE TERMINADA
NC	NIVEL DEL CARRETA ASFALTICA
NIV	NIVEL INFERIOR DE VENTANA
NSEV	NIVEL SUPERIOR DE ENISE
NSEB	NIVEL SUPERIOR DE BANDAJITA
NSEI	NIVEL SUPERIOR DE EMPASTADO
NSEMI	NIVEL SUPERIOR DE MERO

UBICACION DEL PROYECTO



OBSERVACIONES

AREAS

TERRENO | 8000 m2

DISENO ARQUITECTONICO

-

INGENIERIA ESTRUCTURAL

-

CLIENTE

-

PLANO

BUCHELI-MARAÑON

CONTENIDO

GALPON METALICO

PROYECTO

TESIS - BUCHELI & MARAÑON

CLAVE DE PLANO

XX

REVISION N°

00

ESCALA

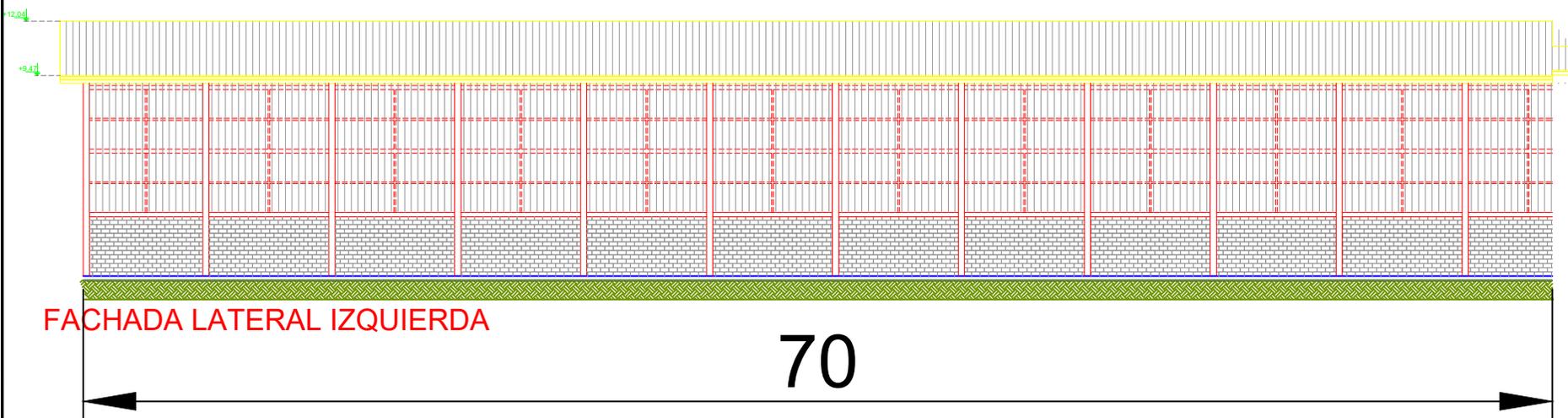
1:1

NORTE



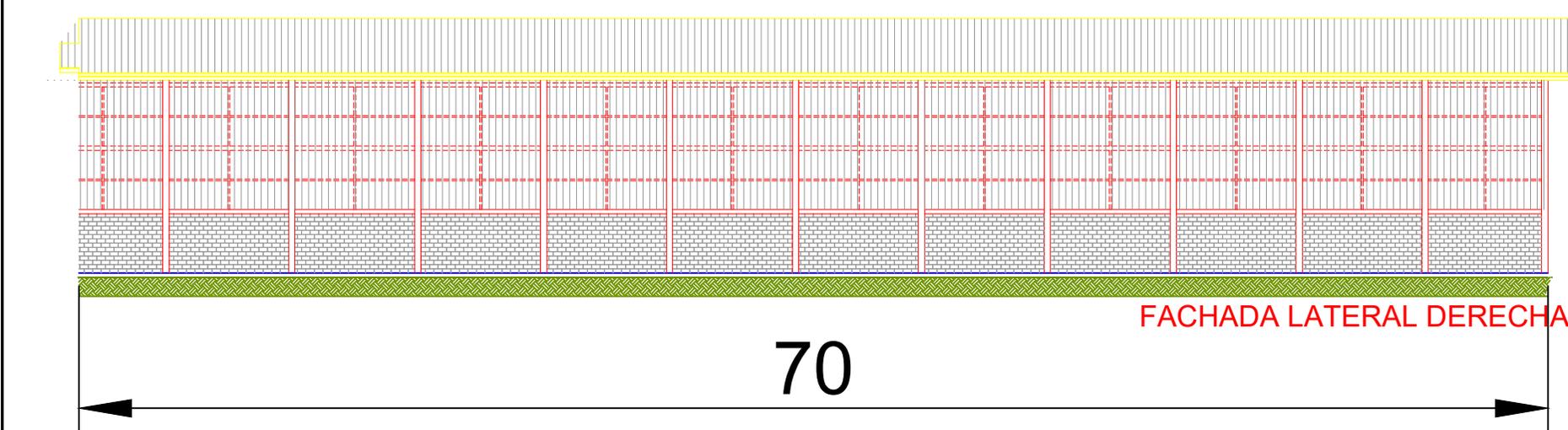
FECHA

17-01-2025



FACHADA LATERAL IZQUIERDA

70



FACHADA LATERAL DERECHA

70





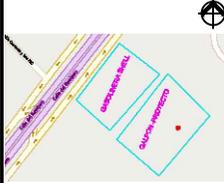
ESPECIFICACIONES / COMENTARIOS

- ACOTACIONES EN METROS
- NIVELES EN METROS
- NO SE TOMARÁN COTAS A ESCALA DE ESTE PLANO

NOMENCLATURA GENERAL

NSEP	NIVEL SUPERIOR PRETEL
NSEL	NIVEL SUPERIOR LOSA
NBI	NIVEL INTERIOR LOSA
NBOP	NIVEL SUPERIOR CERRAMIENTO
NBIOP	NIVEL INTERIOR CERRAMIENTO
NPT	NIVEL DE PISO TERMINADO
NBT	NIVEL BANDEJA TERMINADA
ND	NIVEL DEL CARRETA ASPALTICA
NIV	NIVEL INFERIOR DE VENTANA
NSEF	NIVEL SUPERIOR DE FOSÉ
NSEB	NIVEL SUPERIOR DE BANDEJA
NSEI	NIVEL SUPERIOR DE EMPASTADO
NSEMI	NIVEL SUPERIOR DE MISO

UBICACIÓN DEL PROYECTO



OBSERVACIONES

AREAS

TERRENO | 8000 m2

DISEÑO ARQUITECTÓNICO

-

INGENIERIA ESTRUCTURAL

-

CLIENTE

-

PLANO

BUCHELI-MARAÑÓN

CONTENIDO

GALPON METALICO

PROYECTO

TESIS - BUCHELI & MARAÑÓN

CLAVE DE PLANO

XX

REVISIÓN Nº

00

ESCALA

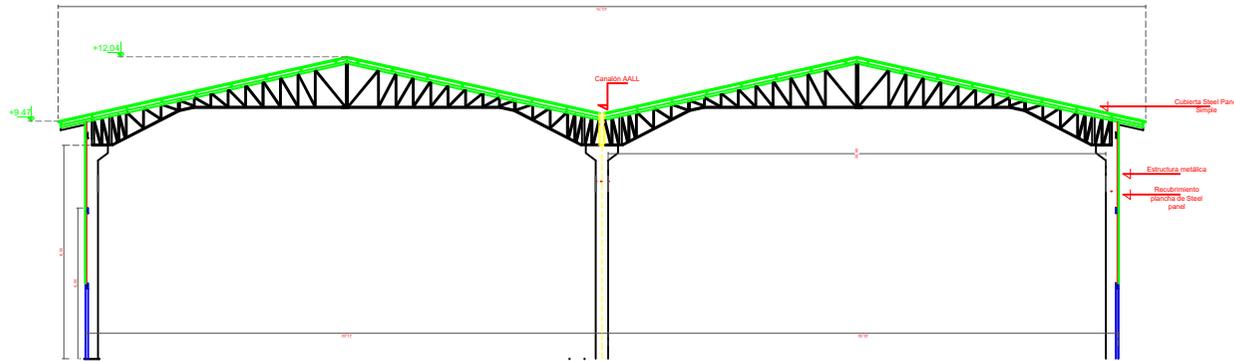
1:1

NORTE



FECHA

17-01-2025



CORTE A



ESCALA GRAFICA 10 mts.



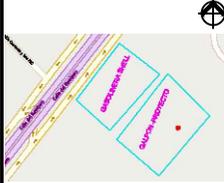
ESPECIFICACIONES / COMENTARIOS

- ACOTACIONES EN METROS
- NIVELES EN METROS
- NO SE TRANSCRIERON A ESCALA DE ESTE PLANO.

NOMENCLATURA GENERAL

NSEP	NIVEL SUPERIOR PRETEL
NSEL	NIVEL SUPERIOR LOSA
NEL	NIVEL INFERIOR LOSA
NSEI	NIVEL SUPERIOR CERRAMIENTO
NSE	NIVEL INFERIOR CERRAMIENTO
NPT	NIVEL DE PISO TERMINADO
NSET	NIVEL BANDEJA TERMINADA
NC	NIVEL DEL CARPETA ASFALTICA
NIV	NIVEL INFERIOR DE VENTANA
NSEF	NIVEL SUPERIOR DE FOSÉ
NSEB	NIVEL SUPERIOR DE BANDAJETA
NSEI	NIVEL SUPERIOR DE EMPASTADO
NSEMI	NIVEL SUPERIOR DE MERO

UBICACIÓN DEL PROYECTO



OBSERVACIONES

AREAS

TERRENO 8000 m2

DISEÑO ARQUITECTÓNICO

INGENIERIA ESTRUCTURAL

CLIENTE

PLANO BUCHELI-MARAÑÓN

CONTENIDO GALPON METALICO

PROYECTO TESIS - BUCHELI & MARAÑÓN

CLAVE DE PLANO	REVISIÓN Nº
XX	00

ESCALA	NORTE	FECHA
1:1		17-01-2025

