

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Diseño sismo-resistente de edificio metálico de 4 pisos, para uso oficinas -
residencial en la ciudad de Manta.

INGE-2684

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Britney Silvana Cedeño Defaz

Daniel Josafat Coello Arias

Guayaquil - Ecuador

Año: 2024

Dedicatoria

Este proyecto lo dedico, en primer lugar, a Dios, cuya guía y fortaleza han sido esenciales en cada paso de este camino. A mis padres, Silvia y Felipe, por su amor incondicional y apoyo constante, que me han dado la fuerza para seguir adelante. A mis abuelos, Silvio y Teresa, por su sabiduría y ejemplo. A mi hermana Ambar, por estar a mi lado en los momentos más difíciles, soportando con paciencia mis días de estrés y locura. A mi tía mamá, Gisela quien ha sido una segunda madre para mí, A mi querida mascota, Sol cuya compañía y amor incondicional han sido un refugio en los días más difíciles. A mis amigos Selene y Michael, por su compañía y palabras de aliento, Finalmente, a Lucas, mi persona especial cuyo amor y apoyo han sido fundamentales para alcanzar este logro.

Britney Silvana Cedeño Defaz

Dedicatoria

Este proyecto se lo dedico en primer lugar a Dios, por darme la fuerza y confianza para completar esta etapa tan importante de mi formación; a mis padres Andrés e Isabel por su apoyo incondicional a lo largo de la mi vida y a los docentes y compañeros que conocí en esta prestigiosa universidad que me brindaron el conocimiento y la experiencia necesaria para formarme como profesional.

Daniel Josafat Coello Arias

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento a Dios por darme la fortaleza, sabiduría y perseverancia para alcanzar esta meta. A mis padres, Silvia y Felipe, por ser mi fuente constante de inspiración y fortaleza, por esperar con paciencia a que su “Britnolita” se graduara.

A mi hermana Ambar por estar siempre a mi lado en los momentos más difíciles. A mis amigos, Selene y Michael, por su amistad y confianza en mí.

A Lucas, gracias por tu amor, apoyo y comprensión incondicional.

De manera especial, agradezco a mi compañero de tesis Daniel, por su dedicación y esfuerzo compartido en este proyecto, al Ing. Pedro Rojas mi tutor, por su paciencia y orientación.

Finalmente, agradezco a mis profesores quienes contribuyeron de manera significativa a mi formación.

Britney Silvana Cedeño Defaz

Agradecimientos

Agradezco a Dios por el aprendizaje dado a través de las oportunidades y desafíos a lo largo de estos años; a mis padres por alentarme a no rendirme; a mis hermanos y a Zeus (mi mascota) por ser mi compañía en las noches largas de estudio y a Samantha por inspirarme a ser una persona mejor cada día.

Agradezco al Msc. Hernández quién sin tener la obligación nos ayudó en todo momento en este trabajo; a nuestro tutor PhD Rojas quién nos brindó las herramientas y fue nuestra guía para la realización del proyecto y a mi compañera Britney por su arduo trabajo y esfuerzo durante estos meses.

Daniel Josafat Coello Arias

Declaración Expresa

Nosotros Britney Silvana Cedeño Defaz y Daniel Josafat Coello Arias acordamos y reconocemos que:

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

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

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

Guayaquil, 07 de octubre del 2024.



Cedeño Defaz Britney Silvana



Coello Arias Daniel Josafat

Evaluadores

M.Sc. Ingrid Tatiana Orta Zambrano

Profesor de Materia

Ph.D. Pedro Pablo Rojas Cruz

Tutor de proyecto

Resumen

Este presente trabajo analiza el uso del acero estructural como sistema constructivo en una edificación de cuatro niveles en Manta, promoviendo su adopción como una alternativa técnica y competitiva en el sector de la construcción en Ecuador. Actualmente, el hormigón armado predomina debido a factores como costos y la limitada oferta de servicios especializados en estructuras de acero, a pesar de las ventajas del acero en términos de eficiencia y desempeño. El proyecto propone una metodología de diseño estructural sismo-resistente para edificios metálicos de grandes luces, aplicada a una edificación para uso oficinas - residencial, cumpliendo con las normativas AISC 360-22 y NEC 2015. El diseño incorpora vigas armadas, columnas de acero rellenas de hormigón, losas steel deck, grout de nivelación, placas, pernos de anclaje y rigidizadores en vigas y columnas. Los resultados demuestran que el acero estructural permite reducir el número de columnas de 20 a 9 y el tiempo de construcción de 120 a 80 días, además de ofrecer ventajas en peso, flexibilidad y capacidad de disipación de energía sísmica. Aunque implica un aumento del 29.6% en el costo de la obra gris, el sistema tiene un impacto ambiental positivo y se posiciona como una alternativa viable frente al hormigón armado en Ecuador.

Palabras clave: Sistema Constructivo, tiempo de construcción, AISC 2022, NEC 2015.

Abstract

This present work analyzes the use of structural steel as a construction system in a four-story building in Manta, promoting its adoption as a technical and competitive alternative in the construction sector in Ecuador. Currently, reinforced concrete predominates due to factors such as costs and the limited offer of specialized services in steel structures, despite the advantages of steel in terms of efficiency and performance. The project proposes an earthquake-resistant structural design methodology for large-span metal buildings, applied to a commercial-residential building, complying with AISC 360-22 and NEC 2015 regulations. The design incorporates reinforced beams, concrete-filled steel columns, steel deck slabs, leveling grout, plates, anchor bolts and stiffeners in beams and columns. The results show that structural steel allows reducing the number of columns from 20 to 9 and the construction time from 120 to 80 days, in addition to offering advantages in weight, flexibility and seismic energy dissipation capacity. Although it implies a 29.6% increase in the cost of the gray work, the system has a positive environmental impact and is positioned as a viable alternative to reinforced concrete in Ecuador.

Keywords: Construction System, construction time, AISC 2022, NEC 2015.

Índice general

Resumen	1-XIX
Abstract	1-XX
Índice general	1-XXI
Abreviaturas	1-XXIV
Simbología	1-XXV
Índice de figuras	1-XXXIII
Índice de tablas.....	1-XXXVI
ÍNDICE DE PLANOS	1-XXXVII
Capítulo 1	1
1. Introducción.....	2
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Descripción del Problema.....	2
1.3 Justificación del Problema.....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
Capítulo 2	5
2. Materiales Y MÉTODOS	6
2.1 Revisión de literatura.....	6
2.2 Área de estudio	11
2.3 Trabajo de campo y laboratorio.....	13
2.4 Análisis de datos	14
2.5 Análisis de alternativas	16
2.5.1 Alternativa 1: Pórticos Resistentes a Momento en Hormigón Armado	16
2.5.2 Alternativa 2: Pórticos Resistentes a Momento en Acero Estructural	
Compuestos para Grandes Luces.....	18

2.5.3	Alternativa 3: Pórticos Resistentes a Momento en Acero Estructural para Luces Reducidas 20	
2.5.4	Selección de alternativa.....	22
Capítulo 3		24
3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES		25
3.1	Diseños	25
3.1.1	Selección del sistema estructural y materiales	25
3.1.2	Prediseño de elementos	25
3.1.3	Análisis Sismorresistente	43
3.1.4	Diseño Cimentación	53
3.1.4.4.	Detalle de Acero Cimentación.....	71
3.2	Especificaciones Técnicas	74
Capítulo 4		75
4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL.....		76
4.1	Descripción del proyecto	76
4.2	Línea base ambiental	77
4.3	Actividades del proyecto	80
4.4	Identificación de impactos ambientales.....	85
4.5	Valoración de impactos ambientales	87
4.6	Medidas de prevención/mitigación.....	91
Capítulo 5		95
5. PRESUPUESTO.....		96
5.1	Estructura Desglosada de Trabajo	96
5.2	Rubros y análisis de precios unitarios	97
5.3	Descripción de cantidades de obra	98
5.4	Valoración integral del costo del proyecto	102
5.5	Cronograma de obra	103

Capítulo 6	109
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
6.1 Conclusiones.....	110
6.2 Recomendaciones	112
7. Referencias	115
Anexo A	119
Estudio de Suelo.....	119
Anexo B.....	130
Especificaciones Técnicas.....	130
Anexo C.....	178
Análisis de Precios Unitarios APUs.....	178
Anexo D	194
Cálculos.....	194
Anexo E.....	224
Planos	224

Abreviaturas

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
AISC	American Institute of Steel Construction
ASTM	American Society for Testing and Materials
PEM	Pórticos Especiales a Momento
CVSR	Conexión con Viga de Sección Reducida
SRCS	Sistema Resistente a Carga Sísmica
SPT	Standard Penetration Test -- Ensayo de Penetración Estándar

Simbología

F_y	Esfuerzo Máximo de Fluencia
F_u	Esfuerzo Máximo de Tensión
m^2	Metros cuadrados
mm^2	Milímetros cuadrados
mm^3	Milímetros cúbicos
mm^4	Milímetros a la cuarta
cm^2	Centímetros cuadrados
ton	Toneladas
kg	Kilogramos
kg/cm^2	Kilogramos por centímetro cuadrado
kg/m^2	Kilogramos por metro cuadrado
$ton * m$	Toneladas por metro
$f'c$	Resistencia especificada a la compresión del concreto
C_s	Coefficiente sísmico
V_x	Cortante Basal en sentido X
V_y	Cortante Basal en sentido Y
C_m	Carga muerta
C_v	Carga viva

w_u	Carga Mayorada
q_u	Carga lineal última
L	Longitud de la Viga
s	Ancho de influencia
f	Factor de escalamiento que considera el peso propio de la viga
Q_u	Carga sobre vigas principales perpendiculares a las vigas secundarias pórtico exterior
$2 * Q_u$	Carga sobre vigas principales perpendiculares a las vigas secundarias pórtico interior
$M_{máx}$	Momento máximo
$V_{máx}$	Cortante máximo
Z	Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño
F_a	Coefficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto
F_d	Coefficiente de amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamiento para diseño en roca.
F_s	Coefficiente de comportamiento no lineal de los suelos
n	Razón entre la aceleración espectral S_a y el PGA
Periodo _x	Período fundamental de vibración de la estructura en X
Periodo _y	Período fundamental de vibración de la estructura en Y
S_a	Espectro de respuesta elástico de aceleraciones

C_s	Coeficiente de respuesta sísmico
R	Coeficiente de modificación de respuesta
c_t	Coeficiente según el tipo de edificio
I	Factor de importancia de la estructura
E	Carga sísmica
ϕ_p	Coeficiente de regularidad en planta
ϕ_e	Coeficiente de regularidad en elevación
E_x	Sismo en X
E_y	Sismo en Y
h_{min}	Altura mínima de la viga
A	Área de la viga
d	Altura de la viga - peralte
t_w	Espesor del alma de la viga
b_f	Ancho del ala
t_f	Espesor del ala de la viga
I_x	Inercia en sentido X
I_y	Inercia en sentido Y
J	Constante torsional de Saint Venant
T	Grosor de pata angular

C_w	Constante torsional de alabeo
S_x	Módulo de la sección alrededor del eje X
S_y	Módulo de la sección alrededor del eje Y
Z_x	Módulo plástico alrededor del eje X
Z_y	Módulo plástico alrededor del eje Y
r_x	Radio de giro eje X
r_y	Radio de giro eje Y
λ_w	Relación ancho espesor de las alas
λ_f	Relación ancho espesor de las almas
λ_{p1}	Límite relación ancho espesor de alas para elementos sísmicamente compactas
λ_{p2}	Límite relación ancho espesor del alma para elementos sísmicamente compactas
L_p	Longitud máxima sin soporte lateral para el estado límite de fluencia
L_b	Longitud entre soportes laterales
L_r	Longitud máxima sin soporte lateral para el estado límite de pandeo torsional lateral inelástico
E_s	Módulo de elasticidad del acero
M_p	Momento plástico
F_{cr}	Esfuerzo de pandeo
A_w	Área al cortante
ϕM_n	Momento nominal

ϕV_n	Cortante nominal
M_u	Momento último
V_u	Cortante último
C_v	Coefficiente de corte del alma
k_v	Factor relacionado con las condiciones de apoyo o pandeo por cortante.
Δ_{max}	Deflexión máxima permitida
Δ_a	Deflexión permisible
A_s	Área de la columna
b_s	Base columna perfil de acero
h_s	Altura columna perfil de acero
e	Espesor columna
I_{sx}	Inercia en sentido X en la columna
I_{sy}	Inercia en sentido Y en la columna
A_c	Área de la sección de hormigón columnas
b_c	Base columna sección de hormigón
h_c	Altura columna sección de hormigón
I_{cx}	Inercia en sentido X en la columna sección de hormigón
I_{cy}	Inercia en sentido Y en la columna sección de hormigón
e_{min}	Espesor mínimo para que la sección cumpla con ser sísmicamente compacta

P_o	Resistencia a la compresión
C_2	Coefficiente de ajuste
Z_c	Modulo de la sección de la sección de hormigón en las columnas
Z_s	Módulo de la sección de las columnas perfil de acero
r_y	Factor de sobre resistencia de las vigas
ΣP	Fuerza axial total que se transmite a la cimentación
W_f	Peso propio de la cimentación
q_{adm}	Capacidad admisible del suelo
A	Área de contacto de la cimentación
ΣP_u	Carga total factorizada
W_f	Peso propio de la cimentación
B	Ancho de la zapata
L	Largo de la zapata
σ_u	Presión factorada
l'	Longitud de volado
b_w	Ancho viga de cimentación
V_u	Cortante último en la sección crítica
ϕV_c	Resistencia de diseño al cortante
M_u	Momento último en la sección crítica

d	Peralte de la zapata calculado
t	Espesor de zapata ensayado
q_{u_viga}	Carga que soporta la viga
M_u^-	Momento negativo que actúa en la viga
M_u^+	Momento positivo que actúa en la viga
h	Altura de la viga de cimentación calculada
H	Altura de la viga ensayada
$M_{u_{ext}}^-$	Momento Negativo Apoyo Exterior
$M_{u_{int}}^-$	Momento Negativo Apoyo Interior
$\phi_{longitudinal}$	Diámetro de la varilla longitudinal cimentación
l_d	Longitud de desarrollo
l_{ext}	Longitud de gancho
l_{dh}	Longitud de adherencia
V_s	Cortante resistente proporcionado por el refuerzo transversal
Φ	Factor de reducción
s	Separación por demanda
A_v	Área del acero de confinamiento
A_s	Demanda de acero por flexión
A_{s_min}	Demanda de acero necesaria para controlar los efectos de temperatura o cambios volumétricos

$A_{s,d}$	Demanda de acero longitudinal
$s_{AS,d}$	Separación del acero longitudinal

Índice de figuras

Figura 2.1 Vista del Edificio Autoservicio Valarezo antes y después del terremoto.....	8
Figura 2.2 Vista del Edificio Centro Comercial Felipe Navarrete antes y después del terremoto	8
Figura 2.3 Vista del Edificio diagonal al Gran AKI antes y después del terremoto	9
Figura 2.4 Vista del Edificio Hotel Uniña antes y después del terremoto	9
Figura 2.5 Mapa zonas sísmicas Ecuador NEC-SE-DS	10
Figura 2.6 Vista Satelital, ubicación del proyecto	12
Figura 2.7 Puntos estratégicos donde se ejecutaron las perforaciones.....	13
Figura 2.8 Esquema de los valores de capacidad admisible obtenidos de las perforaciones del suelo.	14
Figura 2.9 Pilarización Alternativa 1	17
Figura 2.10 Pilarización Alternativa 2	19
Figura 2.11 Pilarización Alternativa 3	21
Figura 3.1 Vista transversal de placa colaborante.....	26
Figura 3.2 Clasificación de vigas principales y secundarias según su uso	28
Figura 3.3 Sección transversal de perfil armado W para las vigas	29
Figura 3.4 Modelo matemático para las vigas secundarias.....	30
Figura 3.5 Coeficientes ACI de momento.....	31
Figura 3.6 Cargas sobre vigas principales perpendiculares a las vigas secundarias	37
Figura 3.7 Vista en planta: Prediseño de columna	41
Figura 3.8 Definición de material ASTM A572-Gr50.....	44
Figura 3.9 Definición de la viga principal VP1	44
Figura 3.10 Modelo 3D de la estructura.....	45
Figura 3.11 Espectro de respuesta elástico.....	47

Figura 3.12 Definición de sismo en el eje X	49
Figura 3.13 Definición de modos de vibración	49
Figura 3.14 Periodo y masa participativa de la estructura	50
Figura 3.15 Primeros 3 modos de vibración de la estructura	50
Figura 3.16 Corrección de la aceleración del Sismo en Y	52
Figura 3.17 Ubicación De Las Cargas Por Ejes y Esquema de las Vigas y Zapatas	55
Figura 3.18 Cargas Actuantes Sobre la Zapata	57
Figura 3.19 Sección Crítica.....	59
Figura 3.20 Momento y Cortante Sección Crítica.....	60
Figura 3.21 Ubicación Acero Principal y Secundario en la Zapata	61
Figura 3.22 Esquema de Análisis de la Zapata	63
Figura 3.23 Detalle del Acero Longitudinal y Transversal de la Viga	68
Figura 3.24 Detalle Acero de Refuerzo, idealización de viga en voladizo	69
Figura 3.25 Detalle Acero Zapata Zona de Momento Negativo	72
Figura 4.1 Actividades del Proyecto	81
Figura 4.2 Matriz De Leopold Del Proyecto.....	88
Figura 4.3 Valoración Del Impacto Ambiental Del Proyecto	90
Figura 5.1 Estructura de Desglose de Trabajo	96
Figura 5.2 Estructura de Desglose de Trabajo de la etapa de Construcción	97
Figura 5.3 Rubros Del Proyecto.....	98
Figura 5.4 Cantidades de Obra.....	99
Figura 5.5 Presupuesto Referencial de Obra.....	103
Figura 5.6 Cronograma de Obra.....	104
Figura 5.7 Rutas Críticas del Proyecto.....	105

Figura 5.8 Evaluación integral del peso de la estructura entre el acero estructural y la construcción tradicional	106
Figura 5.9 Evaluación integral de tiempo de construcción entre el acero estructural y la construcción tradicional	106
Figura 5.10 Evaluación integral del desempeño sísmico de construcción entre el acero estructural y la construcción tradicional.....	107

Índice de tablas

Tabla 2.1 Tipo de cimentación en base a las perforaciones	15
Tabla 2.2 Criterios análisis de alternativas.....	22
Tabla 3.1 Carga muerta por piso	27
Tabla 3.2 Cargas Vivas por piso	28
Tabla 3.3 Propiedades de viga secundaria pre-dimensionada.....	32
Tabla 3.4 Viga Secundaria: Dimensiones y límites de diseño	36
Tabla 3.5 Propiedades de vigas principales eje x-x'	38
Tabla 3.6 Viga Principal eje x-x': Dimensiones y límites de diseño	39
Tabla 3.7 Propiedades de vigas principales eje y-y'	40
Tabla 3.8 Viga Principal eje y-y': Dimensiones y límites de diseño	40
Tabla 3.9 Propiedades de la sección de Acero	41
Tabla 3.10 Propiedades de la sección de Hormigón	41
Tabla 3.11 Coeficientes del perfil de suelo	47
Tabla 3.12 Combinaciones de Carga.....	48
Tabla 3.13 Periodos de vibración y cortantes basales dinámicos	51
Tabla 3.14 Escalamiento de cortantes basales	51
Tabla 3.15 Control de derivas	52
Tabla 3.16 Cargas Actuantes En La Cimentación.....	55
Tabla 3.17 Acero Requerido Por Flexión.....	66
Tabla 3.18 Separación Acero de Refuerzo Por Cortante	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3.19 Dimensiones Cimentación	73
Tabla 4.1 Procesos y Actividades del Proyecto Fase de Construcción.....	82
Tabla 4.2 Procesos y Actividades del Proyecto Fase de Operación.....	84
Tabla 4.3 Procesos y Actividades del Proyecto Fase de Cierre y Abandono.....	85
Tabla 4.4 Valores sugeridos de la Matriz de Leopold -Magnitud.....	86
Tabla 4.5 Valores sugeridos de la Matriz de Leopold -Importancia.....	87
Tabla 4.6 Escala de valoración de impacto ambiental	89

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1 Vista en planta pisos 1 y 2

PLANO 2 Vista en planta pisos 3 y 4

PLANO 3 Detalle típico de vigas pisos 1 y 2

PLANO 4 Detalle típico de vigas pisos 3 y 4

PLANO 5 Detalle típico de columnas

PLANO 6 Detalle en planta Cimentación

PLANO 7 Detalle de acero en Cimentación Ejes A-B-C

PLANO 8 Detalle de acero en Cimentación Ejes 1-2-3

Capítulo 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En los últimos años, el diseño de edificaciones con estructuras metálicas ha experimentado un auge significativo debido a las ventajas que ofrece, aportando mayor resistencia, versatilidad y rapidez en el sector de la construcción.

La ingeniería estructural a nivel mundial ha adoptado al acero como material predominante en el diseño de edificaciones de mediana y gran altura, garantizando estructuras más ligeras y permitiendo reducir las dimensiones de las secciones transversales de los elementos estructurales en comparación con los sistemas tradicionales de hormigón armado.

En Ecuador, la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), normativa vigente para el diseño estructural, establece los lineamientos para el adecuado dimensionamiento y selección de los elementos estructurales, garantizando la seguridad y eficiencia de las edificaciones.

Estudios recientes han evidenciado que la implementación de estructuras metálicas posee una mejor respuesta sísmica, especialmente en zonas de alta sismicidad, reduciendo el riesgo de colapso o daños durante un evento sísmico.

1.2 Descripción del Problema

En la ciudad de Manta y en general en todo el Ecuador, es común la construcción de edificios de hormigón armado destinados para uso oficinas - residencial. Muy poco se utiliza el acero estructural para este tipo de edificios. Son varias las razones por las que el hormigón armado es el material seleccionado, entre las cuáles se pueden mencionar la definición de la pilarización por parte del arquitecto, las económicas y la gran cantidad de empresas

constructoras en hormigón en comparación con las pocas empresas constructoras de acero estructural.

Este proyecto busca posicionar el acero estructural como una alternativa factible en el sector de la construcción de nuestro país y desarrollará una metodología de concepción estructural y diseño de un edificio para uso de oficinas - residencial que demuestre que el empleo del acero estructural puede resultar altamente competitivo en comparación con la construcción tradicional. Adicionalmente, se analizarán las ventajas constructivas de un edificio de acero estructural con respecto a un diseño en hormigón armado.

1.3 Justificación del Problema

En Ecuador el sector de la construcción ha sido uno de los pilares de la economía, impulsando el desarrollo de infraestructura y generación de empleo. En la actualidad, el uso del acero estructural está experimentando un notable auge debido a ventajas como la resistencia, rigidez, ductilidad, rapidez de montaje de sus elementos, además de crear diseños innovadores y sostenibles. Sin embargo, los métodos constructivos tradicionales como el hormigón armado siguen predominando en la mayoría de los proyectos debido a la familiaridad de los constructores, la percepción de economía y la accesibilidad.

Nuestro país al estar localizado en zonas de riesgo sísmico intermedio y alto debería priorizar el uso de estructuras metálicas en la construcción debido a su capacidad de deformación sin llegar al colapso. Los edificios metálicos son más livianos que los edificios de hormigón armado. En consecuencia, están sujetos a menores fuerzas sísmicas por lo que en general históricamente han tenido un mejor desempeño sísmico que los edificios de hormigón armado.

La propuesta del diseño sismo-resistente de un edificio metálico de 4 pisos representa la capacidad de la mejora competitiva en la industria de la construcción, a través del

desarrollo de una solución estructural más eficiente y económica. La optimización del diseño de edificaciones en estructuras metálicas reduce los costos de los materiales y el tiempo de ejecución de obra, aspectos importantes en el ámbito de la construcción, incrementando la factibilidad de inversión.

Además, implementar nuevas tecnologías y técnicas constructivas impulsa el desarrollo y crecimiento de empresas locales, consolidando en el mercado a las edificaciones de estructuras metálicas como alternativa atractiva frente a los sistemas constructivos tradicionales.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar una metodología de diseño estructural para edificios metálicos, basada en la normativa vigente y aprovechando recursos locales, optimizando tiempos y costos de construcción.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Diseñar una estructura metálica sismorresistente basado en los criterios establecidos por la NEC-15 y el AISC- 341-22, garantizando un comportamiento adecuado frente a cargas sísmicas y cumpliendo con las normativas de seguridad vigentes.
2. Reducir los costos de construcción mediante la implementación de un sistema estructural optimizado que mejore la eficiencia en el uso de materiales y recursos, en comparación con los sistemas constructivos tradicionales.
3. Fomentar el desarrollo sostenible mediante el uso de técnicas de construcción y materiales que disminuyan las emisiones de CO₂, contribuyendo a la mitigación del impacto ambiental en comparación con los métodos constructivos tradicionales.

Capítulo 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Revisión de literatura

El Cinturón de Fuego del Pacífico, es una zona de intensa actividad sísmica y volcánica. En esta región, el movimiento constante de las placas tectónicas, que colisionan y subducen bajo la corteza terrestre, genera una acumulación de energía que se libera de manera abrupta en forma de terremotos. (Cevallos-Velásquez et al., 2024)

Ecuador, al ubicarse dentro de esta zona, ha sido testigo de numerosos eventos telúricos a lo largo de su historia. Entre estos, destaca el terremoto de Esmeraldas de 1906, de magnitud de 8.8 en la escala de Richter, que no solo es el sismo de mayor magnitud registrado en el país, sino también uno de los diez más grandes que han ocurrido en los últimos 125 años. (Viera Arroba et al., 2020).

Este evento, junto con otros terremotos como el del 16 de abril del 2016 de magnitud de 7.8 catalogado como uno de los más destructivos de los últimos años, ocasionó considerables pérdidas humanas y económicas, especialmente en las ciudades de Pedernales, Manta y Portoviejo (Zarate et al., 2023). Antecedentes que ponen en evidencia la vulnerabilidad del territorio ecuatoriano a los movimientos de suelo y la necesidad imperante de diseñar infraestructuras capaces de resistir estas fuerzas naturales.

La evaluación del riesgo sísmico en Ecuador se torna esencial debido a la alta actividad tectónica que caracteriza a la región, (Quinde Martínez & Reinoso Angulo, 2016), plantean que el peligro sísmico en el país está principalmente determinado por dos tipos de fuentes sísmicas: subducción y corticales, donde se experimentan procesos independientes de acumulación y liberación de energía, lo que da lugar al fenómeno de migración de fuentes sísmicas a lo largo del tiempo.

A nivel global, las estructuras se diseñan para reducir los efectos causados por los sismos a través de elementos sismo-resistentes. Entre los que se destacan los aisladores sísmicos, que desacoplan la estructura del movimiento del suelo; los disipadores de energía, que absorben y dispersan la energía sísmica; y los diseños basados en la ductilidad, donde las estructuras se deforman de manera controlada sin comprometer su estabilidad. (Domínguez Gutiérrez & López Ramírez, 2021).

A nivel nacional, la falta de construcciones seguras se debe principalmente a limitaciones económicas, ya que los altos costos asociados al diseño estructural adecuado hacen que muchas personas recurran a maestros de obra y albañiles, quienes a menudo omiten análisis estructurales y no siguen un control técnico adecuado. (Ormaza y Tinoco, 2021)

En la provincia de Manabí se localiza Manta, una ciudad costera de Ecuador, donde la dinámica de las placas tectónicas tiene la capacidad de producir sismos de grandes magnitudes que pueden afectar a las edificaciones, gran parte de la infraestructura de la ciudad presenta deficiencias en su diseño y construcción, lo que incrementa la vulnerabilidad de la ciudad ante la amenaza sísmica (GAD Manta, 2022) . Estas carencias estructurales exponen a las edificaciones a un mayor riesgo de daño o colapso frente a eventos sísmicos.

En la Figura 2.1 hasta la Figura 2.4, se puede observar la devastación del terremoto del 16 de abril del 2016 en la zona cero de la ciudad de Manta, Ecuador.

Figura 2.1

Vista del Edificio Autoservicio Valarezo antes y después del terremoto



Nota: Fuente Domínguez Gutiérrez & López Ramírez, 2021

Figura 2.2

Vista del Edificio Centro Comercial Felipe Navarrete antes y después del terremoto



Nota: Fuente Domínguez Gutiérrez & López Ramírez, 2021

Figura 2.3

Vista del Edificio diagonal al Gran AKI antes y después del terremoto



Nota: Fuente Domínguez Gutiérrez & López Ramírez, 2021

Figura 2.4

Vista del Edificio Hotel Uniña antes y después del terremoto



Nota: Fuente Domínguez Gutiérrez & López Ramírez, 2021

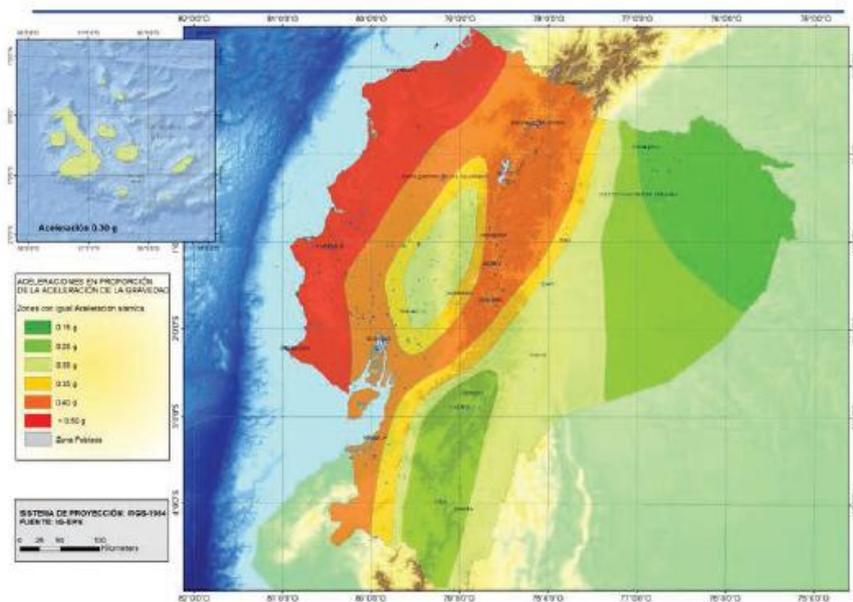
Según (Aguiar et al., 2018) las fallas en las edificaciones estuvieron asociadas al mal diseño estructural, la falta de control técnico en la construcción, el comportamiento dinámico de las edificaciones con efectos importantes de amplificación de las ondas sísmicas con periodos de vibración mayores a 0.7 segundos con velocidades de onda entre 180 y 220 m/s,

donde se resalta la importancia de aumentar la relación entre la altura del edificio y el período de vibración de la estructura (relación H/T), la cual debe ser al menos del orden de 20.

En la Figura 2.5, se presenta el mapa de zonificación sísmica para el territorio ecuatoriano, evidenciando que el perfil costanero presenta un peligro sísmico muy alto.

Figura 2.5

Mapa zonas sísmicas Ecuador NEC-SE-DS



Nota: Fuente NEC-SE-DS, 2015

Las construcciones de edificios metálicos con un diseño sismorresistente buscan evitar el colapso de las estructuras debido a movimientos telúricos, siendo un planteamiento ideal para obras ubicadas en zonas de alto peligro sísmico como en la ciudad de Manta. Este tipo de edificaciones prioriza el correcto desempeño sísmico de sus elementos, para lo cual las normativas nacionales como la NEC 2015 e internacionales como ANSI/AISC- 341-22 establecen criterios de diseño que garantizan la seguridad estructural durante un terremoto.

Escrita y publicada por el “Instituto Americano de Construcciones de Acero”, la normativa internacional AISC-341-22 se basa en el diseño por capacidad de sus elementos

que afirma el desempeño seguro de la estructura durante un sismo. El diseño por capacidad permite la deformación de ciertos elementos estructurales, como conexiones y juntas, sin que estas pierdan resistencia; esto le permite a la estructura disipar energía y actuar de forma segura frente a grandes desplazamientos provocados por movimientos de tierra. (AISC, 2022)

Por otra parte, la “Normativa Ecuatoriana de la Construcción” NEC 2015 define los requisitos mínimos de diseño para edificaciones sísmicamente resistentes en el país. La NEC establece criterios como clasificación de zonas sísmicas, espectros de diseño, coeficientes sísmicos y detalla las especificaciones de empalmes, conexiones y juntas en acero estructural.(MIDUVI & SGR, 2015)

Las normativas previamente descritas son esenciales para el diseño sismorresistente en edificaciones en acero estructural, mientras que la ANSI/AISC define los criterios del diseño por capacidad, la normativa ecuatoriana los adapta a los requerimientos sismorresistentes del país.

2.2 Área de estudio

El diseño sismo-resistente de estructuras es fundamental en la ingeniería civil, particularmente en áreas con alta actividad sísmica, como la ciudad de Manta. En esta región, la interacción de las placas tectónicas puede generar sismos de considerable magnitud, lo que representa un riesgo significativo para la integridad de los edificios.

Al ubicarse en la costa central del Ecuador, Manta, se caracteriza por un clima tropical semiárido con temperaturas promedio anuales de 24 °C a 29 °C. La ciudad posee dos estaciones una seca prolongada y una temporada de lluvias entre enero y abril, aunque la humedad es baja en comparación con otras zonas del país, este factor climático será tomado en cuenta durante el diseño de la edificación.

La ejecución del diseño sismo-resistente del edificio metálico de 4 pisos, destinado al uso de oficinas-residencial en la ciudad de Manta implica la colaboración entre diversas áreas de la ingeniería civil, donde se destaca la ingeniería estructural, geotécnica, cimentaciones, de materiales y ambiental.

El proyecto se desarrollará en la Calle Pública, entre la Av. 2 y la Av. 3, diagonal al Banco del Pacífico, en el cantón Manta, provincia de Manabí, el terreno cuenta con un área de 406.44 m². Las coordenadas geográficas del terreno son las siguientes:

Coordenadas UTM

- Latitud: 0.945416
- Longitud: 80.723972

Para una mejor comprensión de la localización puede consultar la Figura 2.6. En la figura se señala en un rectángulo amarillo la ubicación del proyecto y a su vez puede apreciar los nombres de las calles aledañas, así como de lugares comerciales conocidos en la ciudad.

Figura 2.6

Vista Satelital, ubicación del proyecto



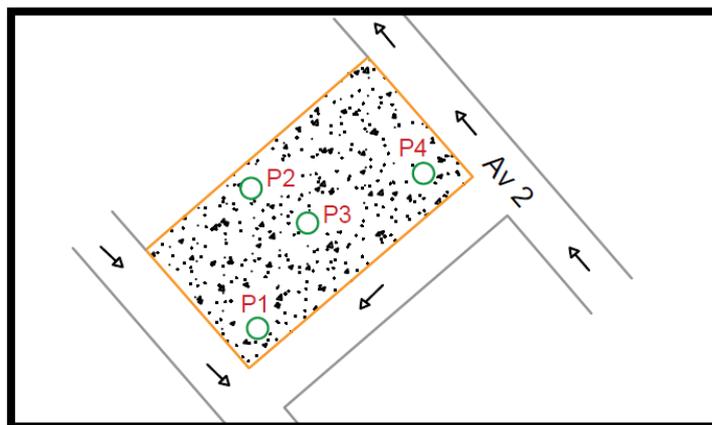
Nota: Fuente Google Earth Pro, 2024

2.3 Trabajo de campo y laboratorio

El trabajo de campo y laboratorio fue realizado por el laboratorio de mecánica de suelos y hormigones asfaltados de la empresa LUPCONSTRUC S.A, contratados por el cliente. Los datos proporcionados como la ubicación del terreno, las características del uso previsto para la edificación, así como los requerimientos de diseño, además de los resultados de ensayos de penetración estándar (SPT) detallado en el Anexo A, realizados conforme a las normativas vigentes ASTM D-1586, donde se evaluaron las características mecánicas del suelo en diferentes puntos del terreno, permitió orientar el análisis estructural de forma eficiente y detallada.

En cuanto a los resultados del ensayo SPT proporcionan información sobre la resistencia y compacidad del suelo, siendo cruciales para el diseño de la cimentación, el proceso incluyó la ejecución de perforaciones en el sitio alcanzando profundidades de hasta 15 metros, seguido por la recolección de muestras de suelo para un análisis en laboratorio lo que permitió determinar la granulometría, el contenido de humedad, la plasticidad y el límite líquido, para complementar y validar los datos, permitiendo una caracterización más precisa del terreno, en la Figura 2.7 se observa la distribución de los puntos de muestra.

Figura 2.7
Puntos estratégicos donde se ejecutaron las perforaciones

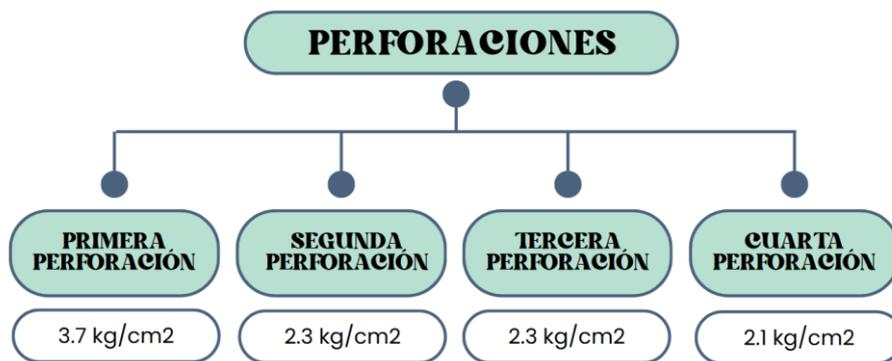


La integración de estos datos en el análisis técnico mejora significativamente la precisión del diseño estructural, permitiendo optimizar los factores de seguridad y la adecuación del terreno a las cargas previstas. A través de este enfoque integral, se asegura un análisis detallado que fortalece la toma de decisiones durante la fase de diseño.

De acuerdo con el Informe Geotécnico elaborado por la empresa LUPCONSTRUC S.A (2017), los valores promedio de la capacidad admisible correspondientes a cada perforación se ilustran en la Figura 2.8.

Figura 2.8

Esquema de los valores de capacidad admisible obtenidos de las perforaciones del suelo.



2.4 Análisis de datos

Con base en los resultados del estudio geotécnico, se identificaron las principales características del terreno, evidenciando una composición de arenas, limos, arcillas y de rocas con consistencias que varían de consistente a muy consistentes, sin presencia de nivel freático, en cuanto a los valores obtenidos en la prueba de penetración estándar SPT se establece un valor promedio N₆₀ de 26.3 golpes.

Para evaluar los efectos de la respuesta sísmica del proyecto, la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC, 2015) clasifica el suelo en seis tipos diferentes de perfiles: A, B, C, D y E. Según los parámetros obtenidos a partir de los estudios geotécnicos realizados en el sitio,

se ha determinado que el suelo corresponde al tipo D, lo que indica condiciones intermedias de rigidez y resistencia frente a movimientos sísmicos.

Los valores de capacidad de carga admisible obtenidos sugieren una variabilidad en las condiciones del suelo a lo largo del sitio del proyecto, el Informe Geotécnico elaborado por la empresa LUPCONSTRUC S.A (2017), sugiere utilizar zapatas corridas o aisladas, estos tipos de cimentación superficial pueden soportar las cargas de la edificación sin problemas si se encuentran distribuidas correctamente.

En la Tabla 2.1 se evidencian el tipo de cimentación en base a los resultados obtenidos por cada perforación.

Tabla 2.1
Tipo de cimentación en base a las perforaciones

Descripción	Perforación 1	Perforación 2	Perforación 3	Perforación 4
Tipo De Cimentación	Cimentación Superficial	Cimentación Superficial	Cimentación Superficial	Cimentación Superficial
Forma de Cimentación	Zapatas Aisladas o Corridas			

Nota: Fuente: Estudio de suelo edificio compañía Txopituna Ecuador, 2017.

Por otro lado, se sugiere el uso de replantillos de hormigón con resistencia de 180 kg/cm², debido a que los resultados estiman una capacidad portante del suelo moderada. En el caso de la cimentación, se sugiere emplear hormigones con una resistencia superior a 350 kg/cm², con el fin de asegurar la estabilidad de la estructura y la capacidad de soportar las cargas bajo las condiciones sismo-resistentes.

2.5 Análisis de alternativas

En el diseño de edificaciones sismo-resistentes, la elección del sistema estructural es fundamental, pues determina la capacidad de la estructura para disipar energía durante un evento sísmico a través, de su rigidez y estabilidad lateral. En esta sección, con la finalidad de realizar un análisis riguroso entre la construcción tradicional y la construcción en acero estructural se abordan tres alternativas evaluadas para el diseño sismorresistente de un edificio de cuatro pisos, una en hormigón armado y dos en acero estructural que difieren entre sí en las luces de sus pórticos, donde se consideran las restricciones arquitectónicas de la obra.

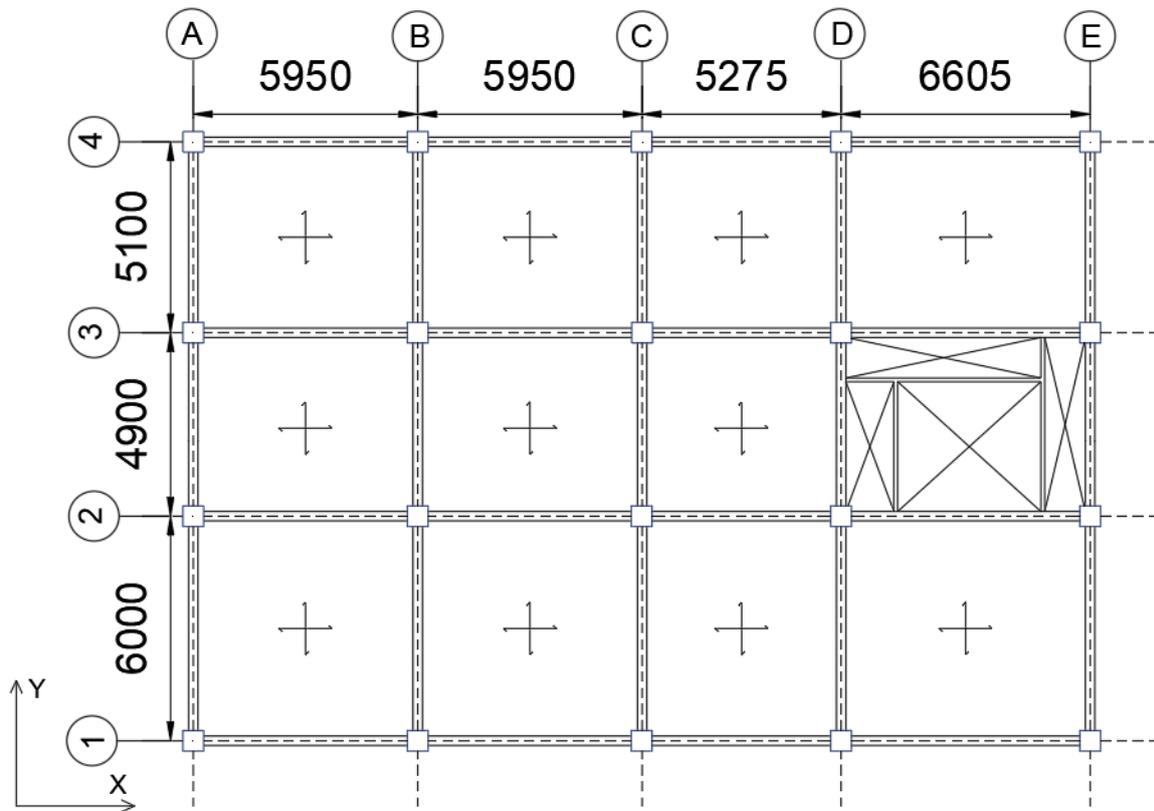
En cuanto a las indicaciones del cliente se enfatiza una fachada acristalada, lo que limita el uso de muros de corte o arriostramientos en la fachada principal, además se sabe que la edificación estará destinada al uso de oficinas-residencial, con un último piso utilizado como un área social.

A su vez, todos los pisos deberán conectarse por medio de un sistema de escaleras y ascensores que permita la movilización entre ellos. Lo que lleva a plantear las siguientes alternativas sin inferir con diseño arquitectónico propuesto y los requerimientos del cliente.

2.5.1 Alternativa 1: Pórticos Resistentes a Momento en Hormigón Armado

La primera alternativa de diseño consiste en un sistema de pórticos de hormigón armado diseñado para resistir momentos, siguiendo la configuración arquitectónica de la edificación, se estableció la pilarización que se muestra en la Figura 2.9, este sistema permite la distribución libre de muros en la fachada principal.

Figura 2.9
Pilarización Alternativa 1



Los pórticos de hormigón armado ofrecen rigidez lateral, resisten deformaciones significativas y disipan energía, lo cual es esencial en regiones con actividad sísmica alta, distribuye las cargas gravitacionales y del sismo a través de las columnas y vigas conectadas monolíticamente. Además, permite adaptaciones en el diseño arquitectónico, adaptándose a los requerimientos y exigencias del diseño en cuanto a fachada y espacios abiertos, sin embargo, se requiere de secciones robustas para alcanzar la rigidez óptima lo que implica mayor uso de materiales lo que incrementa el costo total de la edificación.

En cuanto a durabilidad, el hormigón armado con adecuado recubrimiento es resistente a la corrosión, permitiendo que el mantenimiento a la estructura sea mínimo dando lugar a la reducción de costos.

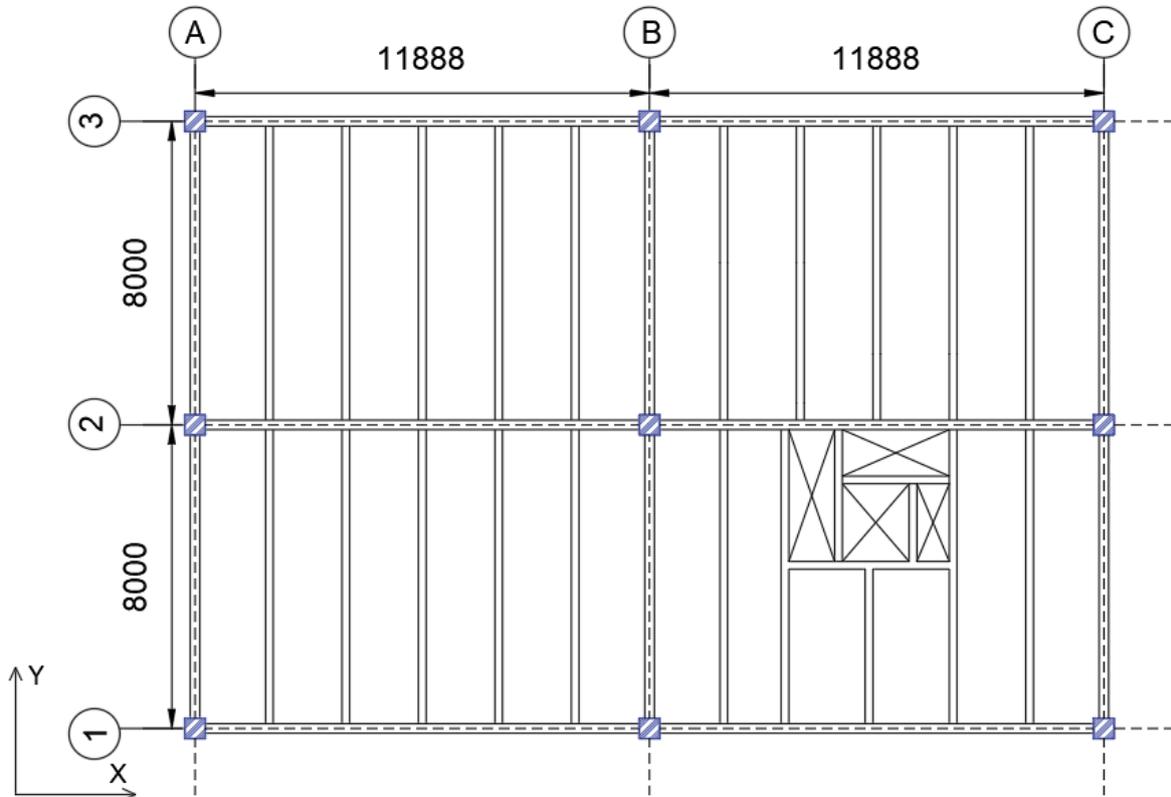
Este proceso constructivo suele ser laborioso y lento ya sea por el curado de los elementos estructurales o la necesidad de usar encofrado lo que demanda una de gran cantidad de inversión de tiempo y mano de obra lo que se refleja en el tiempo de duración del proyecto, pese a que una de sus ventajas es la disposición de materiales para su ejecución; en algunos casos este sistema constructivo limita la flexibilidad arquitectónica, pues la rigidez del sistema depende directamente de la disposición de las columnas y vigas de soporte.

Pese a ser un material que no requiere de mantenimiento frecuente, la producción del cemento, materia prima para su elaboración genera emisiones significativas de dióxido de carbono CO₂, la fabricación y curado se traduce en el aumento significativo del consumo de los recursos hídricos, además de la producción de desechos propios del proceso constructivo que en algunos casos no son dispuestos en lugares establecidos por la autoridad competente.

2.5.2 Alternativa 2: Pórticos Resistentes a Momento en Acero Estructural Compuestos para Grandes Luces

La segunda alternativa de diseño propone un sistema estructural compuesto de pórticos resistentes a momento en acero estructural ASTM A 572 Grado 50 con grandes luces entre columnas. Este sistema emplea columnas cajón cuadradas de acero estructural rellenas de hormigón. En la Figura 2.10 se aprecia la pilarización de la alternativa 2 donde se observa mayor amplitud, facilitando espacios abiertos en la edificación, particularmente en construcciones de uso de oficinas o residencial.

Figura 2.10
Pilarización Alternativa 2



Este tipo de diseño aprovechan las ventajas que ofrece la interacción de los materiales acero y hormigón para lograr una mejora de la capacidad y comportamiento de la estructura para soportar las cargas gravitacionales y de sismo, permitiendo deformaciones plásticas en el caso de que el sistema este sometido a cargas extremas, sin comprometer la estabilidad de la estructura.

La integración de elementos compuestos, como es el caso de las columnas de acero con núcleo de hormigón reduce la cantidad de acero requerido, dando lugar a secciones más pequeñas que se traduce en estructuras más económicas. Por otra parte, el hormigón actúa como aislante térmico mejorando la resistencia al fuego del acero aumentando la seguridad estructural, se retrasa el calentamiento de la columna evitando que el acero llegue al punto de fusión y al estar más reforzada se evita el pandeo local de la sección de acero y se mitigan los efectos de deformación excesiva lo que mejora la seguridad estructural del sistema.

Adicionalmente, las secciones compuestas de acero y hormigón aumentan la capacidad a flexo-compresión de las columnas.

En comparación con el hormigón u otros materiales, el acero brinda una gran adaptabilidad arquitectónica. Su alta flexibilidad le permite adaptarse fácilmente a cambios de diseño en taller o en obra. A su vez, su capacidad de soportar cargas a grandes luces permite el uso de menos columnas lo que facilita la libertad creativa de diseño de interiores, un punto esencial para edificios de oficinas y residenciales.

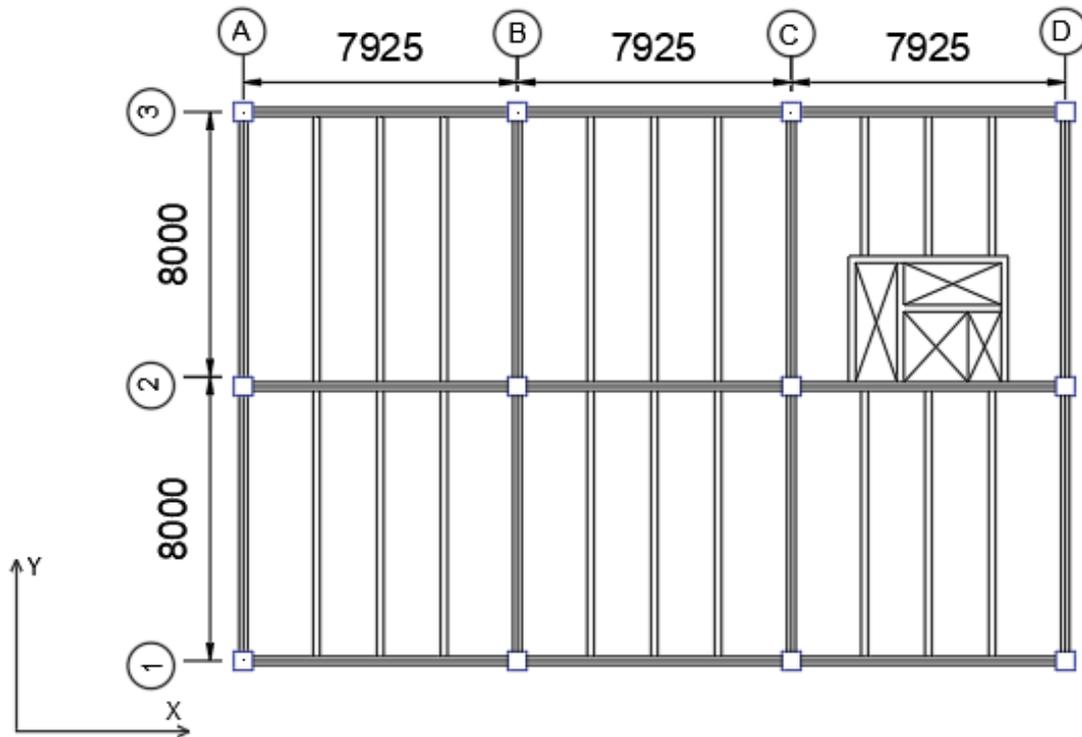
Este diseño permite la reducción de materiales, lo que a su vez permite reducir costos y tiempo de construcción en comparación con el hormigón armado, implementar grandes luces reduce la cantidad de columnas de la edificación lo que disminuye costos de excavación y cimentación. No obstante, el acero como elemento estructural principal estará expuesto a la corrosión por lo que se debe implementar un sistema de protección anticorrosión adecuado, especialmente en climas costeros como el de la ciudad de Manta.

Es importante destacar que el acero estructural es altamente reciclable, se puede recuperar y reutilizar, construir con acero disminuye el consumo del recurso hídrico, además las emisiones de CO₂ se reducen debido al uso de las secciones compuestas pues se requiere de una menor cantidad de hormigón pues las secciones diseñadas son más pequeñas.

2.5.3 Alternativa 3: Pórticos Resistentes a Momento en Acero Estructural para Luces Reducidas

Esta alternativa también utiliza pórticos resistentes a momentos en acero estructural con una configuración de luces más cortas como se observa en la Figura 2.11, esto proporciona mayor rigidez a la estructura pues reduce los momentos en las vigas y se controlan las deformaciones producidas por la carga del sismo.

Figura 2.11
Pilarización Alternativa 3



El diseño de los elementos estructurales dará como resultado secciones más livianas, pero su costo por tonelada en comparación con un diseño tradicional es elevado. La reducción de luces limita la flexibilidad arquitectónica en el diseño, pues las secciones de las columnas serán más grandes para lograr cumplir la demanda reduciendo espacios.

Las luces cortas no permiten que se aproveche al máximo la capacidad resistente del acero, obteniendo secciones algo sobredimensionadas y reduciendo la relación costo-beneficio de este tipo de edificaciones. A su vez, el tiempo de construcción aumenta debido al aumento del número de pórticos a construir aumentando el costo de construcción.

Al igual que la alternativa 2 se debe considerar implementar un sistema de protección contra la corrosión del acero, pero se debe considerar el aumento significativo en el costo por número de secciones a recubrir.

En cuanto al impacto ambiental y tiempo de construcción, se tiene una consideración similar a la alternativa 2, sin embargo, esta alternativa tiene mayor consumo de materiales por lo que el tiempo de ensamblaje aumenta, así como su impacto al ambiente.

2.5.4 Selección de alternativa

Para la selección de la alternativa más óptima se consideraron los siguientes criterios: i) Rigidez y desempeño sísmico; ii) Optimización de materiales y costos; iii) Flexibilidad de diseño arquitectónico; iv) Mantenimiento y durabilidad; v) Velocidad de construcción y vi) Medio ambiente. Estos criterios serán analizados por medio de una escala de Likert del 1 al 5, donde el 1 es la situación más desfavorable y el 5 es la situación más favorable para la solución de nuestra alternativa.

Tabla 2.2
Criterios análisis de alternativas

Criterio	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Rigidez y Desempeño Sísmico	4	5	5
Optimización de Materiales y Costos	3	4	3
Flexibilidad de Diseño Arquitectónico	3	5	4
Mantenimiento y Durabilidad	5	3	3
Velocidad de Construcción	3	5	4
Medio Ambiente	3	5	4
Calificación Total	21	27	23

A partir del análisis comparativo de las tres alternativas propuestas, la “**Alternativa 2: Pórticos Resistentes a Momento en Acero Estructural Compuestos para Grandes Luces**” se considera la opción adecuada para el diseño al proporcionar rigidez estructural, beneficios económicos y ser la alternativa con menor impacto ambiental. Convirtiendo esta alternativa en un sistema efectivo para afrontar eventos sísmicos permitiendo que las estructuras sean más seguras y menos propensas a sufrir daños severos, aspectos que garantizan la viabilidad y factibilidad de esta alternativa de diseño.

Capítulo 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1 Diseños

En esta sección se detalla el proceso de diseño de la alternativa seleccionada “Pórticos Resistentes a Momento en Acero Estructural compuestos para grandes luces”.

3.1.1 Selección del sistema estructural y materiales

Como se indica en la sección 2.5.4, la opción escogida fue la alternativa de diseño número 2, que es un sistema de acero estructural de pórticos resistentes a momentos tipo 1, según lo estipulado en la Norma Ecuatoriana de la Construcción vigente (MIDUVI, 2015). Esto significa que todos los pórticos de la estructura se diseñan para resistir cargas sísmicas.

En cuanto al material, el acero estructural a implementar será el ASTM A572 Gr 50 debido a su gran resistencia, capacidad de deformación y disponibilidad en el mercado ecuatoriano. Los valores de esfuerzos máximos de fluencia y de tensión del material son 50 y 65 ksi, respectivamente.

Los perfiles serán armados a partir de las planchas de acero estructural donde se debe tomar en cuenta los espesores comerciales disponibles en el mercado local.

3.1.2 Prediseño de elementos

En la fase preliminar del diseño del proyecto, se realizó el predimensionamiento de los elementos estructurales, estableciendo dimensiones aproximadas como base para el desarrollo de un diseño seguro, eficiente y funcional, de manera que se cumplan con los requisitos establecidos en las normas de diseño.

Para el predimensionamiento se consideraron las cargas gravitacionales permanentes y variables, la pilarización de la alternativa de diseño, así como cargas adicionales

correspondientes a muros divisorios y cargas de ocupación, las características de los materiales y los estándares de diseño aplicables.

Cargas Gravitacionales

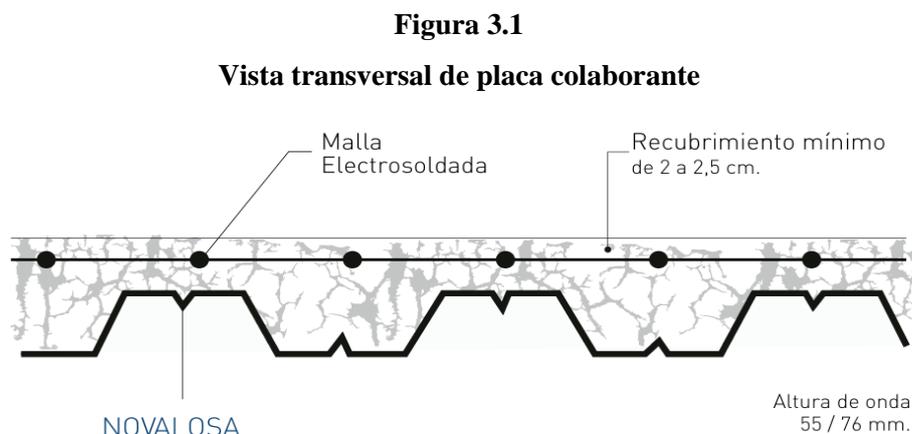
- Carga Muerta

Se conoce como carga muerta a las cargas permanentes provenientes de los elementos estructurales y no estructurales que la edificación debe soportar a lo largo de su vida útil.

3.1.2.1 Losa tipo Deck

La losa escogida fue del tipo Steel Deck. Es un sistema colaborante entre concreto y una lámina trapezoidal de acero galvanizado que, durante la construcción, la placa de acero sirve como encofrado del hormigón y en la etapa de servicio soporta las cargas sobreimpuestas a través de su sistema combinado de acero-concreto. El espesor de placa colaborante escogido fue de 0.76 mm disponible en el mercado local y un espesor de losa 50 mm sobre la cresta de la placa de acero, que es un valor mínimo que recomienda para este tipo de edificaciones la normativa (ANSI/ASCE, 1992).

En la Figura 3.1 se muestra un ejemplo de la vista transversal de la placa colaborante.



Nota: Fuente: Catálogo estructuras metálicas y mixtas Novacero, 2019

En la Tabla 3.1 se detallan los valores de carga para cada piso.

Tabla 3.1
Carga muerta por piso

Elemento	4to piso [ton/m²]	1er, 2do y 3er piso [ton/m²]
Paredes	0.10	0.20
Acabados de Piso	0.10	0.10
Instalaciones	0.035	0.035
Steel Deck	0.01	0.01
Hormigón de losa; $E_{\text{promedio}} = 80 \text{ mm}$	0.19	0.19
Total	0.435	0.535

Una vez obtenidas las cargas que actúan sobre la estructura, se realizó una estimación de las demandas que estas ejercen sobre los elementos estructurales, permitiendo definir sus secciones aproximadas.

- Carga Viva

La carga fue definida en función de la ocupación del edificio, que en este caso es para uso oficinas-residencial más una terraza destinada para eventos de carácter social. Según la norma NEC-SE-CG, en su Tabla 9, se indican los valores correspondientes para este tipo de uso.

En la Tabla 3.2 se encuentran los valores de las cargas de uso para cada piso de la edificación. La normativa indica que en departamentos la carga mínima de uso será de 0.2 ton/m², sin embargo, se optó por colocar un valor de 0.24 ton/m² para uniformizar el diseño en los 3 primeros pisos.

Tabla 3.2
Cargas Vivas por piso

Piso	Uso	Carga Viva [ton/m ²]
4to Piso	Área Social (Terraza)	0.48
3er Piso	Oficinas	0.24
2do Piso	Departamentos	0.24
1er Piso	Oficinas	0.24

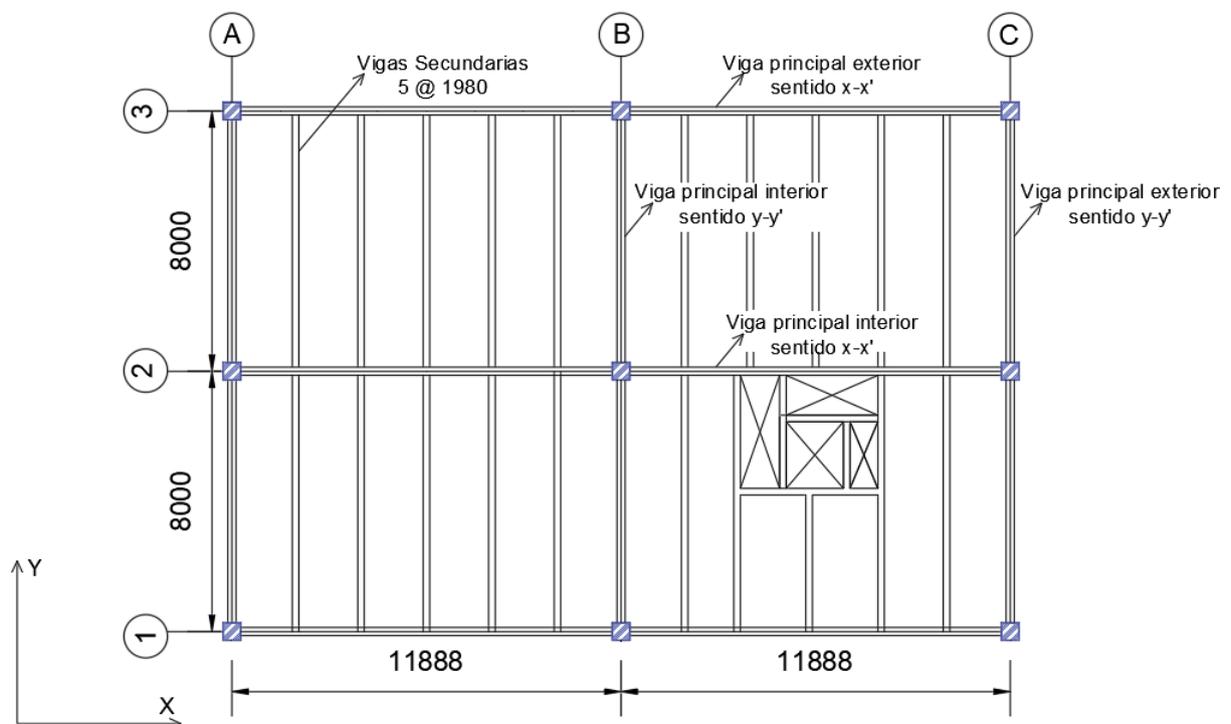
Nota: Fuente: Normativa Ecuatoriana de la Construcción, 2015

3.1.2.2 Vigas

Se clasificó a las vigas según su uso, obteniendo vigas principales y secundarias. En la Figura 3.2 se detalla el sentido y nombre de las vigas de la alternativa de diseño escogida.

Figura 3.2

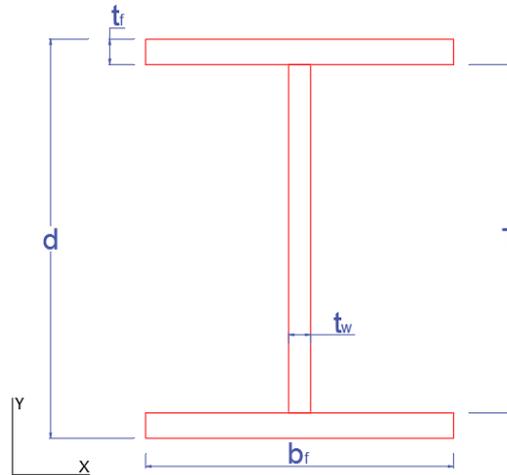
Clasificación de vigas principales y secundarias según su uso



Las vigas principales y secundarias seleccionadas para este proyecto son perfiles armados W, doblemente simétricas. En la Figura 3.3 se presenta la sección transversal de los perfiles escogidos, y se detallan los nombres de las variables dimensionales de la sección.

Figura 3.3

Sección transversal de perfil armado W para las vigas



Las vigas deben cumplir con los límites de serviciabilidad (vibraciones y/o deflexiones) y los límites de capacidad (flexión y cortante) acorde a la especificación ANSI/AISC 360-16. (AISC, 2022)

Para el pre - dimensionamiento de las vigas se partió del límite por capacidad a flexión, donde:

$$\phi M_n \geq M_u \quad (3.1)$$

Igualamos el momento nominal al momento plástico, simulando el estado de falla del elemento.

$$M_n = M_p = F_y \cdot Z_x \quad (3.2)$$

Y se obtuvo una ecuación para el módulo plástico requerido de la sección

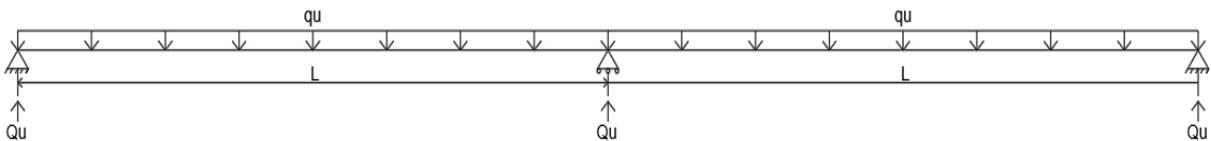
$$Z_x = \frac{M_u}{\phi \cdot F_y} \quad (3.3)$$

- **Vigas secundarias**

Son vigas que sirven para soportar las carga que transmite la losa y la distribuyen hacia las vigas principales, su función es proporcionar soporte adicional a las losas. En la Figura 3.4 se puede observar el modelo matemático empleado para las vigas secundarias.

Figura 3.4

Modelo matemático para las vigas secundarias



$$q_u = w_u \cdot s \cdot f \quad (3.4)$$

$$w_u = 1.2C_m + 1.6C_v = 1.03 \text{ ton}/m^2 \quad (3.5)$$

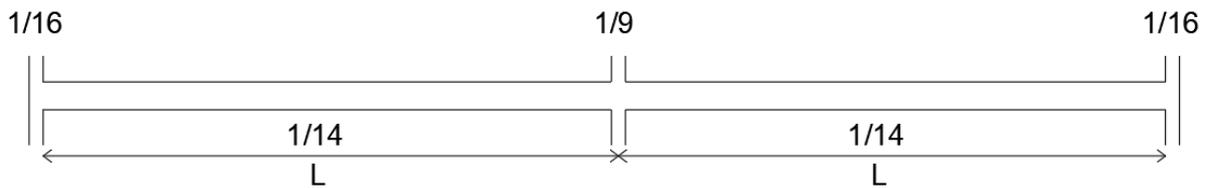
$$q_u = 1.03 \cdot 1.98 \cdot 1.05 = 2.18 \text{ ton}/m \quad (3.6)$$

Para este proyecto se consideró el uso de vigas continuas en lugar de simplemente apoyadas para un diseño más económico. Por lo tanto, se estimó el momento máximo por medio de los coeficientes de momento de la normativa ACI. (ACI Committee 318, 2019)

En la Figura 3.5 se observan los coeficientes del código ACI para el cálculo de momentos de una viga continua de dos tramos.

Figura 3.5

Coefficientes ACI de momento



Recordando que, para las vigas secundarias, el tramo “L” es de 8 metros.

$$M_{u1} = \frac{q_u \cdot L^2}{16} = 8.73 \text{ ton} \cdot \text{m} \quad (3.7)$$

$$M_{u2} = \frac{q_u \cdot L^2}{14} = 9.98 \text{ ton} \cdot \text{m} \quad (3.8)$$

$$M_{u3} = \frac{q_u \cdot L^2}{9} = 15.5 \text{ ton} \cdot \text{m} \quad (3.9)$$

El momento máximo obtenido fue el M_{u3} , el cual fue reemplazado en la ecuación 3.3 para obtener el módulo plástico mínimo que requiere la viga.

$$Z_x = 4.96 \cdot 10^5 \text{ mm}^3 \quad (3.10)$$

➤ *Peralte para mínimo evitar vibraciones*

Se escogió una viga de sección W que cumpla con un valor mayor de Z_x y a su vez debe cumplir con un peralte mínimo de $L/20$ para evitar vibraciones.

$$h_{min} \geq \frac{L}{20} = 400 \text{ mm} \quad (3.11)$$

En la Tabla 3.3 se describen las propiedades de la sección escogida en el pre - dimensionamiento de las vigas secundarias.

Tabla 3.3
Propiedades de viga secundaria pre-dimensionada

A (mm²)	d (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	T (mm)	t_w (mm)	Z_x (mm³)
4·10 ³	420	100	10	400	5	6.1·10 ⁵
I_x (mm⁴)	I_y (mm⁴)	S_x (mm³)	C_w (mm⁶)	J (mm⁴)	r_x (mm)	r_y (mm)
1.11·10 ⁸	1.7·10 ⁶	5.3 ·10 ⁵	7 ·10 ¹⁰	8.38·10 ⁴	166.4	20.44

➤ *Clasificación según su relación ancho-espesor*

Las vigas fueron clasificadas según su relación ancho-espesor acorde a la normativa ANSI/AISC 360-10. (AISC, 2022)

Relación ancho-espesor de las alas:

$$\lambda_f = \frac{b_f}{2 \cdot t_f} = 5 \quad (3.12)$$

$$\lambda_{p1} = 1.15 \cdot 0.38 \sqrt{\frac{E_s}{R_y \cdot F_y}} = 10.03 \quad (3.13)$$

$$\lambda_f < \lambda_{p1} \quad (3.14)$$

Relación ancho-espesor del alma:

$$\lambda_w = \frac{d-2t_f}{t_w} = 80 \quad (3.15)$$

$$\lambda_{p2} = 1.15 \cdot 3.76 \sqrt{\frac{E_s}{R_y \cdot F_y}} = 99.29 \quad (3.16)$$

$$\lambda_w < \lambda_{p2} \quad (3.17)$$

La sección escogida cumple con ser compacta.

➤ *Diseño a flexión*

El diseño de los elementos a flexión se basa en 4 estados límites:

1. Fluencia, pandeo plástico $L_b < L_p$

$$M_p = F_y \cdot Z_x = 46 \text{ ton} \cdot \text{m} \quad (3.18)$$

El estado límite de pandeo local torsional lateral no es aplicable.

2. Pandeo Local Torsional

a) Inelástico $L_p \leq L_b < L_r$

$$M_n = C_b \left[M_p - (0.7 \cdot F_y \cdot S_x) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p \quad (3.19)$$

b) Elástico $L_r \leq L_b$

$$M_n = F_{cr} \cdot S_x \leq M_p \quad (3.20)$$

3. Pandeo Local del Ala

4. Pandeo Local del Alma

Nota: En secciones compactas los estados límites 3 y 4 no son aplicables.

$$L_b = 1200 \text{ m}$$

$$L_p = 1.76 \cdot r_y \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} \quad (3.21)$$

$$L_p = 866.29 \text{ mm}$$

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

$$L_r = 2451.7 \text{ mm}$$

$$L_b < L_p$$

La relación entre las longitudes nos indicó que las vigas se encuentran en el segundo estado límite, “Pandeo Local Torsional”, por lo tanto:

$$\phi_b \cdot M_n = 19.5 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$\phi_b \cdot M_n = 19.5 \text{ ton} \cdot \text{m} \geq M_{u \text{ max}}$$

➤ *Diseño a cortante*

Las fuerzas cortantes no suelen ser un inconveniente para los perfiles de acero, debido a la gran resistencia que los perfiles laminados tienen ante estos esfuerzos. Sin embargo, es importante conocer su resistencia y evitar algún fallo por este estado límite.

La resistencia de diseño a cortante se define como:

$$\phi_v \cdot V_n = \phi_v (0.6 \cdot F_y \cdot A_w \cdot C_v) \quad (3.22)$$

Donde:

$$\phi_v = 0.9 \quad (3.23)$$

$$A_w = d \cdot t_w \quad (3.24)$$

$C_v =$ coeficiente de corte del alma

En todos los casos excepto para:

- Almas de miembros con perfiles I rolados con $h/t_w \leq 2.24^2 \sqrt{E/F_y}$

$$\phi_v = 1 \quad (3.25)$$

$$C_v = 1 \quad (3.26)$$

- Almas de todos los demás perfiles simple y doblemente simétricos y canales, exceptuando perfiles tubulares HSS, C_v se define a partir de los siguientes

límites:

$$i. \quad \frac{T}{t_w} \leq 1.10 \sqrt{k_v \cdot \frac{E_s}{F_y}}$$

$$C_v = 1 \quad (3.27)$$

$$ii. \quad 1.10 \sqrt{k_v \cdot \frac{E_s}{F_y}} < \frac{T}{t_w} \leq 1.37 \sqrt{k_v \cdot \frac{E_s}{F_y}}$$

$$C_v = \frac{1.10 \cdot \sqrt{k_v \cdot \frac{E_s}{F_y}}}{T/t_w} \quad (3.28)$$

$$\text{iii. } \frac{T}{t_w} > 1.37 \sqrt{k_v \cdot \frac{E_s}{F_y}}$$

$$C_v = \frac{1.51 \cdot E_s \cdot k_v}{(T/t_w)^2 \cdot F_y} \quad (3.29)$$

Y para almas no rigidizadas con $\frac{T}{t_w} < 260$

$$k_v = 5 \quad (3.30)$$

Reemplazando obtuvimos:

$$\frac{h}{t_w} = 50$$

$$2.24^2 \sqrt{E/F_y} = 53.94$$

Se cumple con $\frac{h}{t_w} \leq 2.24^2 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$, por lo tanto:

$$\phi_v = 1$$

$$C_v = 1$$

$$A_w = 21 \text{ cm}^2$$

$$\phi_v \cdot V_n = 30 \text{ ton}$$

➤ *Deflexiones permitidas*

Las deflexiones excesivas dañan elementos no estructurales como paredes o ventanas, causan desconfianza en la estructura y pueden controlar el diseño de los elementos. La normativa AISC no da un valor o fórmula para determinar la máxima deflexión permitida. Por lo tanto, se optó por una fórmula empírica para el cálculo de la deflexión admisible.

$$\Delta_a = \frac{L}{360} = 22.22 \text{ mm} , \text{ (Sólo para carga viva)} \quad (3.31)$$

$$\Delta_a = \frac{L}{240} = 33.33 \text{ mm} , \text{ (Carga muerta + carga viva)} \quad (3.32)$$

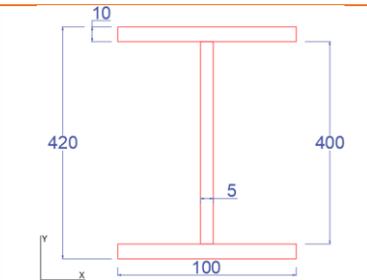
$$\Delta_{max} = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x} = 33 \text{ mm}$$

$$\Delta_{max} \leq \Delta_a$$

cumple

En la Tabla 3.4 se resume las dimensiones y límites de diseño de las vigas secundarias escogidas en el pre - dimensionamiento.

Tabla 3.4
Viga Secundaria: Dimensiones y límites de diseño

Dimensiones (mm)	Δ_a (mm)	$h \text{ min} > L/20$ (mm)	$\phi_b M_n$ (ton·m)	$\phi_v V_n$ (ton)
	19	400	19	30

➤ Vigas principales

Están diseñadas para soportar grandes cargas lo que implica mayor sección transversal, reciben y transmiten cargas desde las vigas secundarias hacia las columnas. Resisten los efectos laterales del sismo.

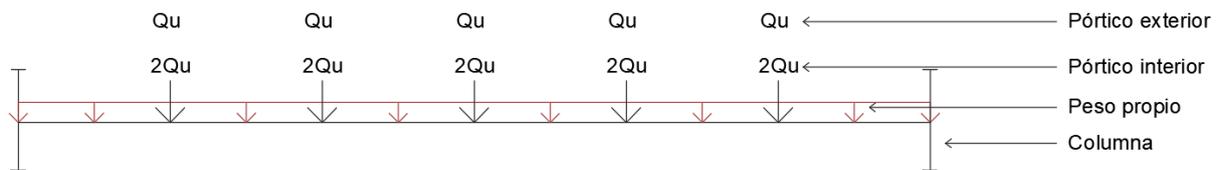
En el sentido del eje x de la propuesta escogida (*Véase la Figura 3.2*) existen dos pórticos, exterior e interior, donde las vigas principales en los pórticos exteriores soportan sólo las cargas de un tramo de viga secundaria. Por otra parte, las vigas en los pórticos

interiores soportan dos tramos de vigas secundarias, haciendo que la carga que soportan sean el doble que si se ubicarán en el exterior.

En la Figura 3.6 se presenta los efectos de las cargas que ejercen las vigas secundarias sobre las principales según el pórtico al que pertenecen.

Figura 3.6

Cargas sobre vigas principales perpendiculares a las vigas secundarias



Con la finalidad de uniformizar el diseño, se realizaron cálculos solamente para las vigas principales en el pórtico interior por ser las que soportan mayores cargas gravitacionales. La sección escogida fue colocada en los pórticos exteriores e interiores.

Al igual que con las vigas secundarias, se predimensionó el elemento a partir del cálculo del módulo plástico requerido.

$$L = 1189 \text{ mm}$$

$$Q_u = q_u \cdot L/2 \tag{3.33}$$

$$2 \cdot Q_u = 17.64 \text{ ton}$$

$$M_u = 133.85 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$Z_x = 3.84 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

En la Tabla 3.5 se describen las propiedades de la sección escogida en el pre - dimensionamiento de las vigas principales en el sentido del eje x-x'.

Tabla 3.5
Propiedades de vigas principales eje x-x'

A (mm ²)	d (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	T (mm)	t_w (mm)	Z_x (mm ³)
1.36·10 ⁴	632	200	16	600	12	3.05·10 ⁶
I_x (mm ⁴)	I_y (mm ⁴)	S_x (mm ³)	C_w (mm ⁶)	J (mm ⁴)	r_x (mm)	r_y (mm)
8.2·10 ⁸	2.4·10 ⁷	2.6 ·10 ⁶	2 ·10 ¹²	9·10 ⁵	246	39.7

➤ *Clasificación según su relación ancho-espesor*

A diferencia de las vigas secundarias, las vigas principales resisten los efectos laterales que ejerce el sismo sobre la estructura. Por lo tanto, la relación ancho-espesor de la sección debe cumplir con ser sísmicamente compacta. (American Institute of Steel Construction, 2022)

Relación ancho-espesor de las alas:

$$\lambda_f = \frac{b_f}{2 \cdot t_f} = 6.25 \quad (3.34)$$

$$\lambda_{p1} = 1.15 \cdot 0.30 \sqrt{\frac{E_s}{R_y \cdot F_y}} = 6.89 \quad (3.35)$$

$$\lambda_f < \lambda_{p1} \quad (3.36)$$

Relación ancho-espesor del alma:

$$\lambda_w = \frac{d - 2t_f}{t_w} = 50 \quad (3.37)$$

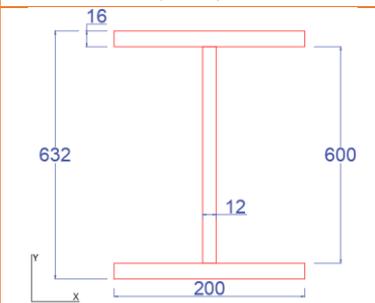
$$\lambda_{p2} = 1.15 \cdot 2.45 \sqrt{\frac{E_s}{R_y \cdot F_y}} = 56.26 \quad (3.38)$$

$$\lambda_w < \lambda_{p2} \quad (3.39)$$

La sección escogida cumple con ser sísmicamente compacta.

Los límites de serviciabilidad y capacidad de las vigas principales fueron calculados de la misma forma que en las vigas secundarias por ser elementos que trabajan a flexión. En la Tabla 3.6 se resume las dimensiones y límites de diseño de las vigas principales en el sentido del eje X escogidas en el pre - dimensionamiento.

Tabla 3.6
Viga Principal eje x-x': Dimensiones y límites de diseño

Dimensiones (mm)	Δa (mm)	h mín > L/20 (mm)	$\phi_b M_n$ (ton·m)	$\phi_v V_n$ (ton)
	49.5	595	110	158

Las vigas principales en el eje y, paralelas secundarias, soportan una carga de $Q_u/2$ en los pórticos exteriores y una carga Q_u en el pórtico interior igual que las vigas secundarias (véase la Figura 3.2 y la Figura 3.4). Sin embargo, estas vigas también deben aportar resistencia al sismo, por lo tanto, se escogerá un perfil más grande que las secundarias y un poco más pequeño que el de las vigas principales en el eje x.

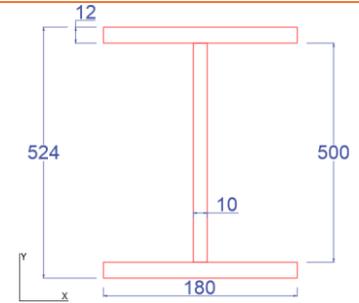
En la Tabla 3.7 se describen las propiedades de la sección escogida en el pre - dimensionamiento de las vigas principales en el sentido del eje y-y'.

Tabla 3.7
Propiedades de vigas principales eje y-y'

A (mm²)	d (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	T (mm)	t_w (mm)	Z_x (mm³)
9.32·10 ³	524	180	12	500	10	1.73·10 ⁶
I_x (mm⁴)	I_y (mm⁴)	S_x (mm³)	C_w (mm⁶)	J (mm⁴)	r_x (mm)	r_y (mm)
3.78·10 ⁵	1.17·10 ⁷	1.48 ·10 ⁶	7.64 ·10 ¹¹	3.78·10 ⁵	203.9	35.4

Con la sección escogida, se procedió a calcular las propiedades y límites de la sección. En la Tabla 3.8 se resume las dimensiones y límites de diseño de las vigas principales en el sentido del eje Y escogidas en el pre - dimensionamiento.

Tabla 3.8
Viga Principal eje y-y': Dimensiones y límites de diseño

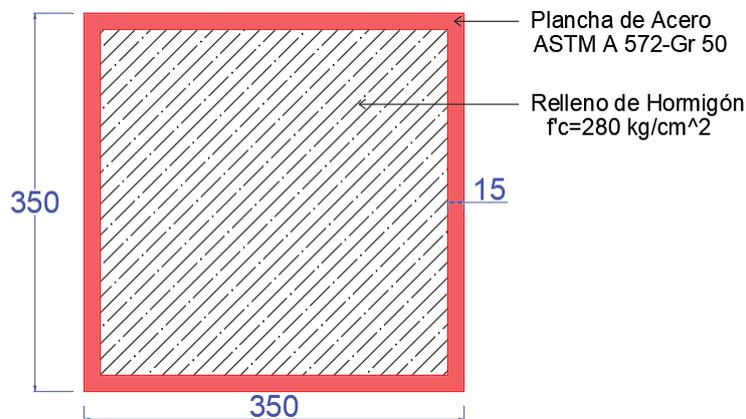
Dimensiones (mm)	Δa (mm)	h mín>L/20 (mm)	ϕ_b M_n (ton·m)	ϕ_v V_n (ton)
	33.33	400	60	109

3.1.2.3 Columnas

Para el prediseño de las columnas, se escogió secciones cuadradas de acero de 350x350x15 milímetros, las cuales están rellenas de hormigón con f'_c =de 280 Kg/cm². En la Figura 3.7 se presenta el diseño de las columnas, incluyendo sus dimensiones.

Figura 3.7

Vista en planta: Prediseño de columna



En las tablas 3.9 y 3.10 se resumen las propiedades del acero y del relleno de hormigón de la sección compuesta de las columnas.

Tabla 3.9

Propiedades de la sección de Acero

b_s (mm)	h_s (mm)	e (mm)	F_y (Mpa)	E_s (ksi)	A_s (mm ²)	I_{sx} (mm ⁴)	I_{sy} (mm ⁴)
350	350	15	345	29000	20100	$3.77 \cdot 10^8$	$3.77 \cdot 10^8$

Tabla 3.10

Propiedades de la sección de Hormigón

b_c (mm)	h_c (mm)	f'_c (MPa)	E_c (ksi)	A_c (mm ²)	I_{cx} (mm ⁴)	I_{cy} (mm ⁴)
320	320	28	3594	102400	$8.74 \cdot 10^8$	$8.74 \cdot 10^8$

De la sección I1.3 a I2.2 de la normativa AISC, se especifican las siguientes limitaciones para las secciones compuestas:

- a. Resistencia del concreto

$$21 \text{ MPa} \leq f'_c \leq 70 \text{ MPa} \quad (3.40)$$

cumple

b. Resistencia mínima a la fluencia especificada del acero estructural

$$F_y \leq 515 \text{MPa} \quad (3.41)$$

cumple

c. Área de la sección de acero

$$A_s \geq 1\% \cdot A_g \quad (3.42)$$

$$20100 \text{ mm}^2 \geq 0.01 \cdot 1.225 \cdot 10^5 \geq 1225 \text{ mm}^2$$

cumple

d. Clasificación por pandeo local

$$\lambda_p = 2.26 \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} \quad (3.43)$$

$$\frac{d}{e} = \frac{h-3e}{e} \leq \lambda_p \quad (3.44)$$

La sección es compacta

e. Espesor mínimo para que la sección cumpla con ser sísmicamente compacta

$$e_{min} = b * \sqrt{\frac{F_y}{2 \cdot E_s}} \quad (3.45)$$

$$e_{min} = 0.94 \text{ cm}$$

$$e_{min} \leq e$$

cumple

➤ ***Diseño por capacidad***

a) Resistencia a la compresión

$$P_o = A_s \cdot F_y + C_2 \cdot A_c \cdot f'c \quad (3.46)$$

$C_2 = 0.85$ (Para secciones rectangulares)

$C_2 = 0.95$ (Para secciones circulares)

$$P_o = 947.2 \text{ ton}$$

b) Resistencia a la compresión

$$\phi P_o = \phi A_s \cdot F_y \quad (3.47)$$

$$\phi P_o = 633.2 \text{ ton}$$

➤ *Diseño por Flexión*

$$Z_c = b_c \cdot \frac{h_c^2}{4} \quad (3.48)$$

$$Z_c = 8192 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$Z_s = \left(b_s \cdot \frac{h_s^2}{4} \right) \cdot \left(1 - \left(1 - 2 \cdot \frac{e}{b_s} \right) \cdot \left(1 - 2 \cdot \frac{e}{b_s} \right)^2 \right) \quad (3.49)$$

$$Z_s = 2527 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$M_n = (F_y \cdot Z_s) + \left(\frac{C_2 \cdot f'c \cdot Z_c}{2} \right) \quad (3.50)$$

$$M_n = 98.18 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$\phi \cdot M_n = 88.4 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

3.1.3 Análisis Sismorresistente

3.1.3.1 Modelo tridimensional

El análisis sismorresistente se realizó a partir de un software de cálculo estructural. El primer paso fue modelar la estructura, definiendo los materiales y las propiedades de vigas,

columnas y losas. En la Figura 3.8 y 3.9 se observa la definición del acero ASTM A572-G50 en el software y de los perfiles de las vigas respectivamente.

Figura 3.8

Definición de material ASTM A572-Gr50

General Data	
Material Name and Display Color	A572Gr50
Material Type	Steel
Material Grade	Grade 50
Material Notes	Modify/Show Notes...

Weight and Mass		Units
Weight per Unit Volume	7.849	Tonf, m, C
Mass per Unit Volume	0.8004	

Isotropic Property Data	
Modulus Of Elasticity, E	20389019.
Poisson, U	0.3
Coefficient Of Thermal Expansion, A	1.170E-05
Shear Modulus, G	7841930.

Other Properties For Steel Materials	
Minimum Yield Stress, Fy	35153.48
Minimum Tensile Stress, Fu	45699.53
Expected Yield Stress, Fye	38668.83
Expected Tensile Stress, Fue	50269.48

Figura 3.9

Definición de la viga principal VP1

Section Name		Display Color
VP1		Red

Dimensions	
Outside height (t3)	0.64
Top flange width (t2)	0.25
Top flange thickness (tf)	0.025
Web thickness (tw)	0.012
Bottom flange width (t2b)	0.25
Bottom flange thickness (tfb)	0.025

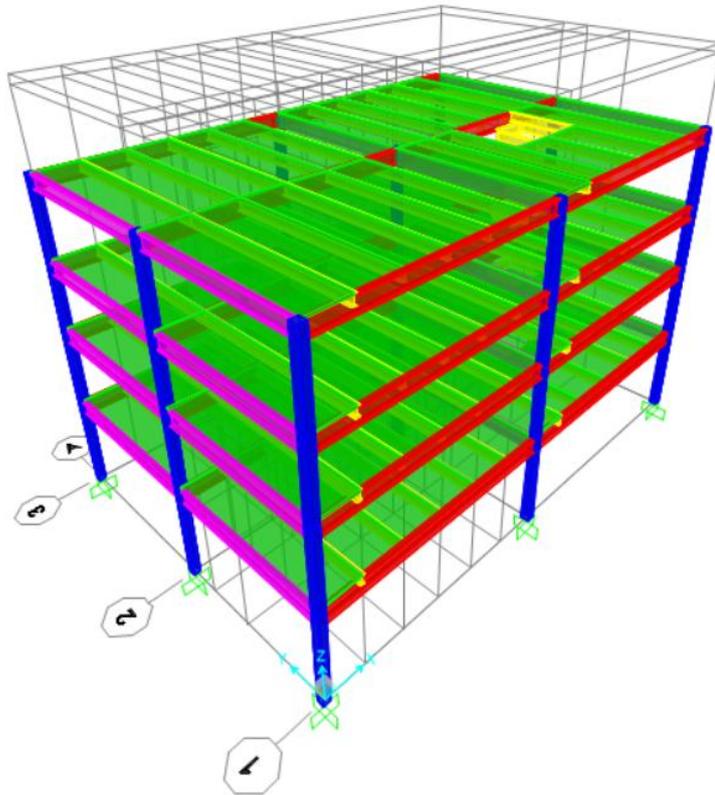
Material		Property Modifiers
A572Gr50		Set Modifiers...

Properties	
Section Properties...	
Time Dependent Properties...	

Con los materiales y perfiles definidos, se procedió a realizar el modelo 3D de la estructura para el análisis sismorresistente. En la Figura 3.10 se observa la vista tridimensional del edificio en el software, donde los colores diferencian a los perfiles según sus secciones.

Figura 3.10

Modelo 3D de la estructura



3.1.3.2 Espectro de respuesta

Para el análisis sísmico de fuerzas equivalentes fue necesario el cálculo del espectro de diseño de la estructura. Para este cálculo se recurrió a la normativa local (NEC-SE-DS, MIDUVI 2015) para lo obtención de los siguientes parámetros:

➤ *Factor de Importancia*

Dado que el uso del edificio será de oficinas y departamentos, el factor de importancia es:

$$I = 1$$

➤ *Factor de reducción de resistencia sísmica*

Dado que el sistema escogido es de pórticos resistentes a momentos de acero estructural, la normativa local recomienda que el factor de reducción sea:

$$R = 8$$

Sin embargo, la propuesta de diseño es de 9 columnas (*véase la Figura 2.10*), si una de estas columnas falla existe el riesgo que gran parte del sistema falle convirtiendo el edificio en una estructura poco redundante. (ASCE, 2022)

Para este tipo de estructuras sobre un tipo de suelo D, la normativa ASCE recomienda agregar un factor de redundancia igual a 1.3 al cálculo del factor de reducción sísmica, dando por resultado:

$$R = \frac{8}{1.3} = 6.15$$

➤ Coeficientes de Irregularidad

La edificación no presenta irregularidades, como voladizos o esquinas entrantes. Es una estructura rectangular, los vacíos por escaleras y ascensores son menores que el 50% del área de cada piso y en su elevación también cumple con ser regular. Por lo tanto, los coeficientes son:

$$\phi_p = \phi_e = 1$$

➤ Pseudo-Aceleración

Como se describió en el capítulo 2, el proyecto se llevará a cabo en la ciudad de Manta, Ecuador. Con un tipo de suelo D, la normativa local define este sector como una Zona Sísmica tipo VI. En la Tabla 3.11 se define el coeficiente Z y los perfiles de suelo según la normativa local.

Tabla 3.11

Coefficientes del perfil de suelo

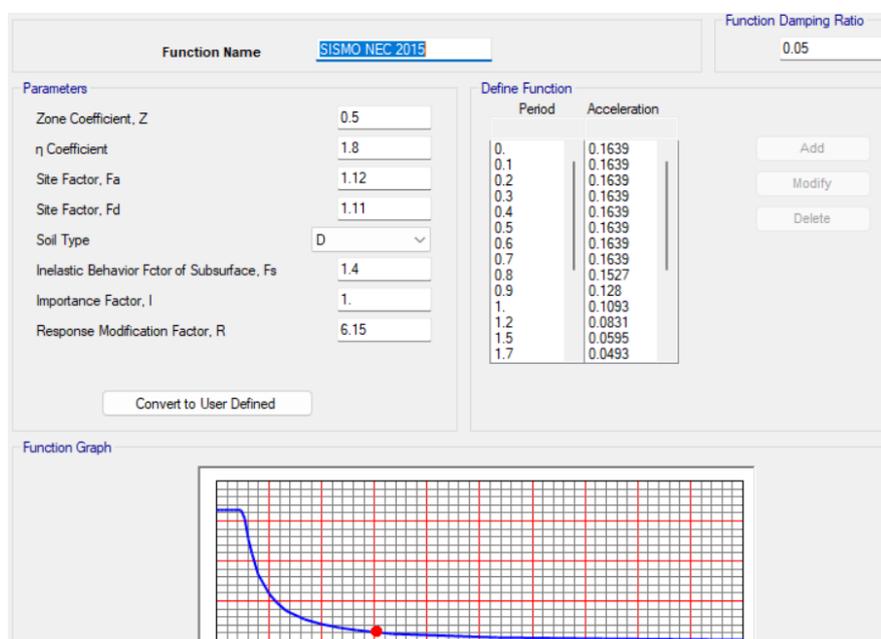
Tipo de Suelo	D
Z	0.5
F _a	1.12
F _d	1.11
F _s	1.4

Nota: Fuente (NEC-SE-DS, MIDUVI 2015)

Con estos valores obtenidos se procedió a calcular el espectro de diseño sísmico en software. En la Figura 3.11 se observa el espectro calculado y los parámetros de diseño previamente obtenidos de la norma ecuatoriana.

Figura 3.11

Espectro de respuesta elástico



3.1.3.3 Combinaciones de carga

Las cargas aplicadas sobreimpuestas fueron definidas previamente en la sección 3.1.2 de este documento. Las combinaciones de carga fueron definidas acorde a la Norma Ecuatoriana de la Construcción Seguridad Estructural – Generalidades, Diseño y Sismo (NEC-SE-DS, MIDUVI 2015), las cuales se aprecian en la Tabla 3.12 a continuación:

Tabla 3.12
Combinaciones de Carga

1.4 D
1.2 D + 1.6 L + 0.5 Max (L _r , S, R)
1.2 D + 1.6 Max (L _r , S, R) + Max (L, 0,5W)
1.2 D + 1 W +L+ 0.5 Max (L _r , S, R)
1.2 D + 1 E + 0.5 L + 0.2 S
0.9 D + 1 W
0.9 D + 1 E

Nota: Fuente (NEC-SE-DS, MIDUVI 2015)

La carga sísmica “E” se divide en dos direcciones del sismo, en el sentido del eje X y en el sentido del eje Y. En la Figura 3.12 se define el sismo en la dirección X en el software. Se asume inicialmente que la aceleración del sismo en el sentido X será de 9.8 m/s^2 (igual que la gravedad) y afectará con un 30% de esta aceleración en el sentido del eje Y. Adicionalmente, se considerará que para el sismo en la dirección del Eje Y, la aceleración del sismo en el sentido Y será de 9.8 m/s^2 (igual que la gravedad) y afectará con un 30% de esta aceleración en el sentido del eje X.

Figura 3.12

Definición de sismo en el eje X

The screenshot shows a software dialog box for defining a seismic load case. The 'Load Case Name' is 'SISMO X NEC 2015'. Under 'Modal Combination', 'CQC' is selected, with 'GMC f1' set to 1.0 and 'GMC f2' set to 0.0. The 'Periodic + Rigid Type' is set to 'SRSS'. Under 'Modal Load Case', 'Standard - Acceleration Loading' is selected. The 'Loads Applied' table is as follows:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U2	SISMO NEC :	2.943
Accel	U1	SISMO NEC 2011	9.81
Accel	U2	SISMO NEC 2011	2.943

3.1.3.4 Análisis Modal

Para el análisis de modos de vibración los diafragmas de cada piso fueron considerados como sistemas rígidos y se consideraron 3 modos de vibración por cada piso. En la Figura 3.13 se aprecia la definición de los modos de vibración de la estructura.

Figura 3.13

Definición de modos de vibración

The screenshot shows a software dialog box for defining modal analysis parameters. The 'Load Case Name' is 'MODAL' and the 'Load Case Type' is 'Modal'. Under 'Stiffness to Use', 'Zero Initial Conditions - Unstressed State' is selected. Under 'Type of Modes', 'Eigen Vectors' is selected. The 'Number of Modes' section shows 'Maximum Number of Modes' set to 12 and 'Minimum Number of Modes' set to 1. The 'Mass Source' is 'PESO SÍSMICO'. Under 'Other Parameters', 'Allow Automatic Frequency Shifting' is checked. The 'Frequency Shift (Center)' is 0.0, 'Cutoff Frequency (Radius)' is 0.0, and 'Convergence Tolerance' is 1.000E-09. 'OK' and 'Cancel' buttons are visible at the bottom right.

El objetivo de los modos de vibración es obtener que por lo menos el 90% de la masa modal de la estructura de edificio participe en el análisis sísmico, según lo estipulado en la norma local (NEC-SE-DS, MIDUVI 2015). Esto asegura que los efectos dinámicos del sismo sean analizados correctamente por el software. En la Figura 3.14 se observan los resultados de la participación de la masa, donde a partir del modal 4 se asegura que la participación de la masa es mayor al 90%.

Figura 3.14

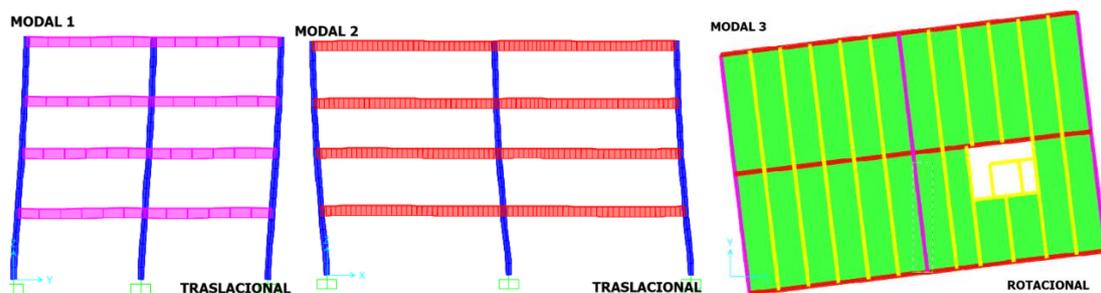
Periodo y masa participativa de la estructura

OutputCase	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	UX Unitless	UY Unitless	UZ Unitless	SumUX Unitless	SumUY Unitless	SumUZ Unitless	RX Unitless
MODAL	Mode	1	0.982527	0.001818	0.831405	1.479E-09	0.001818	0.831405	1.479E-09	0.036669
MODAL	Mode	2	0.831416	0.843855	0.011701	2.2E-05	0.845672	0.843106	2.2E-05	0.000742
MODAL	Mode	3	0.749847	0.070801	0.053122	5.949E-06	0.916473	0.896228	2.8E-05	0.003273
MODAL	Mode	4	0.303824	0.000128	0.070995	7.707E-07	0.916601	0.967223	2.9E-05	0.259902
MODAL	Mode	5	0.262787	0.059604	0.001229	0.000377	0.976205	0.968451	0.000406	0.004319
MODAL	Mode	6	0.235235	0.004278	0.005262	0.00013	0.980482	0.973713	0.000537	0.018281
MODAL	Mode	7	0.19328	0.000103	1.014E-06	0.117173	0.980586	0.973714	0.11771	6.4E-05
MODAL	Mode	8	0.180182	2E-05	3.2E-05	0.053989	0.980606	0.973746	0.171699	6.7E-05
MODAL	Mode	9	0.175925	0.000303	0.009023	0.026509	0.980909	0.982769	0.198208	0.010429
MODAL	Mode	10	0.175359	8.3E-05	0.004711	0.020306	0.980991	0.987481	0.218514	0.00637
MODAL	Mode	11	0.174887	0.00012	0.005632	0.000116	0.981111	0.993112	0.218629	0.002497
MODAL	Mode	12	0.171969	0.001319	0.000646	0.02216	0.98243	0.993759	0.240789	0.000791

En la figura 3.15 se muestran los 3 primeros modos de vibración de la estructura (traslacional en los ejes X y Y y rotacional en el eje Z).

Figura 3.15

Primeros 3 modos de vibración de la estructura



3.1.3.5 Fuerza Sísmica

En la Tabla 3.13 se detallan los resultados obtenidos a partir del análisis espectral ejecutado.

Tabla 3.13
Periodos de vibración y cortantes basales dinámicos

Peso Sísmico (Ton)	Periodo_x (s)	V_x (Ton)	Periodo_y (s)	V_y (Ton)
888.09	0.81	116.19	0.98	79.46

Una vez obtenidos los cortantes basales dinámicos debe cumplir con ser mayor o igual al 80% del cortante estático, acorde a la normativa local (NEC-SE-DS, MIDUVI 2015). En caso de no cumplir, los cortantes basales dinámicos deben ser escalados por un factor igual a la relación de los cortantes basales estático y dinámico. En la Tabla 3.14 se compara el criterio previamente descrito entre los valores de cortantes estáticos en los sentidos X y Y con los cortantes basales dinámicos.

Tabla 3.14
Escalamiento de cortantes basales

V_{x est} (Ton)	0.8 * V_{x est} (Ton)	V_x ≥ 0.8 V_{x est}		
136.77	109.41	cumple		
V_{y est} (Ton)	0.8 * V_{y est} (Ton)	V_y ≥ 0.8 V_{y est}	V_y / V_{y est}	9.81* V_y / V_{y est} (m/s²)
113.68	90.94	escalar	1.144	11.23

Como se puede observar en la Tabla 3.14, para cumplir que V_y sea por lo menos 80% del V_{y est} el valor de la aceleración de la fuerza sísmica E_y debe ser 11.23 (m/s²). En la Figura 3.16 se observa la corrección del valor de la aceleración en el software.

Figura 3.16

Corrección de la aceleración del Sismo en Y

The screenshot shows a software interface for defining a seismic load case. The 'Load Case Name' is 'SISMO Y NEC 2015'. Under 'Modal Combination', 'CQC' is selected with 'GMC f1' set to 1.0 and 'GMC f2' set to 0.0. Under 'Modal Load Case', 'Standard - Acceleration Loading' is selected. The 'Loads Applied' table shows three entries: 'U2' with a scale factor of 11.23, 'U2' with a scale factor of 11.23, and 'U1' with a scale factor of 2.943.

3.1.3.6 Control de derivas

Acorde a la normativa local, la deriva máxima permitida es de 2%. En la Tabla 3.15 se detalla el cálculo de la deriva inelástica y la verificación del límite máximo permitido por la (NEC-SE-DS, MIDUVI 2015).

Tabla 3.15
Control de derivas

SISMO EN X						
Piso	Δ inelástico (m)	R	Δ inelástico *R	Altura entrepisos (m)	DERIVA	¿Cumple ?
Piso 4	0.028617	6.1538	0.176104615	3.78	0.68%	cumple
Piso 3	0.025208	6.1538	0.155126154	3.78	0.90%	cumple
Piso 2	0.020446	6.1538	0.125821538	3.78	1.54%	cumple
Piso 1	0.011667	6.1538	0.071796923	4.5	1.45%	cumple

SISMO EN Y						
Piso	Δ inelástico (m)	R	Δ inelástico *R	Altura entrepisos (m)	DERIVA	¿Cumple ?
Piso 4	0.028136	6.1538	0.173144615	3.78	1.20%	cumple
Piso 3	0.024298	6.1538	0.149526154	3.78	1.43%	cumple
Piso 2	0.019085	6.1538	0.117446154	3.78	1.96%	cumple
Piso 1	0.010178	6.1538	0.062633846	4.5	1.66%	cumple

Finalmente, se en los cálculos adjuntos de este proyecto se verificó que la edificación cumple con ser una estructura regular. Así mismo, se comprobó que no es necesario considerar los efectos P-delta para la estructura.

3.1.4 Diseño Cimentación

3.1.4.1 Elección del Tipo de Cimentación

Con base en el estudio geotécnico realizado, el cual determinó una capacidad portante admisible del suelo de 20 ton/m², se recomienda el uso de zapatas superficiales como solución de cimentación adecuada.

Durante el predimensionamiento, se evaluó el uso de zapatas aisladas, determinando que las dimensiones del ancho B y el largo L serían iguales, alcanzando un valor de 3.60 m, estas dimensiones se clasifican como de gran proporción, lo que hizo necesario replantear la solución de cimentación.

Por ello, se optó por emplear zapatas corridas en dos direcciones (X-Y), debido a que la estructura, compuesta por 9 columnas, genera cargas axiales significativas, lo que requiere una solución más eficiente y adecuada para las condiciones del proyecto. Esta solución de

cimentación se presenta como la opción más adecuada para garantizar la estabilidad y el desempeño estructural.

La resistencia del hormigón para la cimentación será de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, la cota de desplante se ubicará a 1,5 metros por debajo del nivel de implantación, considerando además de un sobreancho mayor o igual a 0,20 m.

3.1.4.2 *Predimensionamiento de la zapata*

El dimensionamiento del ancho B de la zapata se realizó considerando los criterios establecidos en la ecuación 3-50 del estado límite de resistencia. Esta ecuación asegura que la zapata sea capaz de resistir las cargas aplicadas de manera segura, cumpliendo con los requisitos normativos.

$$\frac{\sum P + W_f}{A} < q_{adm} \quad (3.51)$$

Donde

- $\sum P$ fuerza axial total que se transmite a la cimentación.
- W_f peso propio de la cimentación.
- q_{adm} capacidad admisible del suelo.
- A área de contacto de la cimentación.

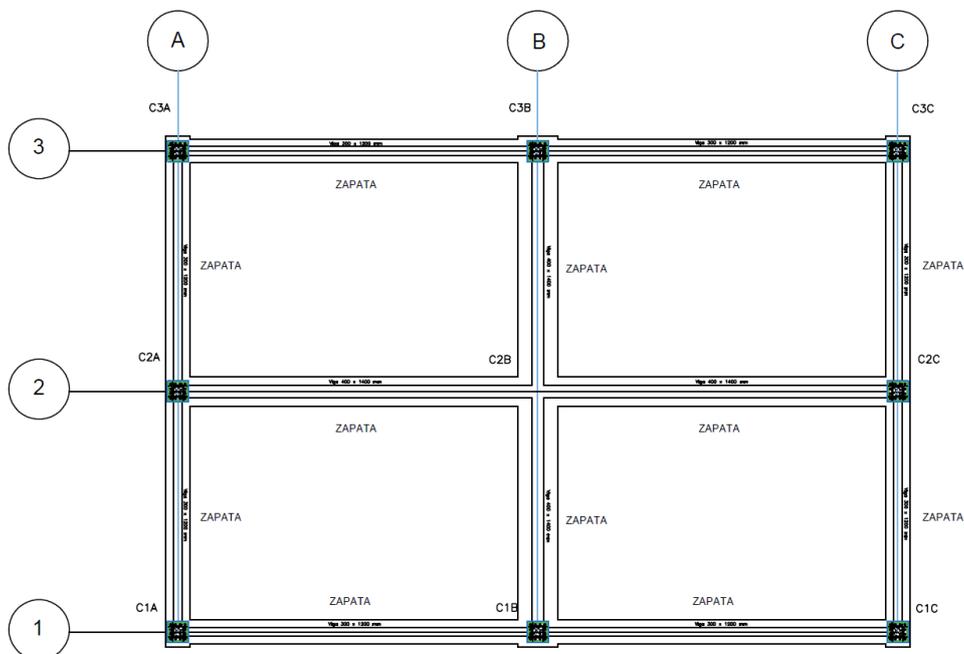
La tabla 3.16 detalla la distribución de las cargas muerta y viva por ejes además la carga de servicio y la carga mayorada. En la Figura 3.17, se puede observar la ubicación de las cargas. Estos datos sirvieron como base para el diseño estructural de la cimentación, considerando así todas las demandas necesarias que garantizan la estabilidad y seguridad del edificio.

Tabla 3.16
Cargas Actuantes En La Cimentación

CARGAS				
Columna	Carga Muerta (ton)	Carga Viva (ton)	Carga De Servicio P D+L	Carga Mayorada Pu 1,2D+1,6L
C1A	58.22	25.03	83.25	109.91
C2A	116.10	57.89	173.98	231.94
C3A	56.63	23.07	79.69	104.86
C1B	111.33	63.44	174.76	235.09
C2B	220.41	126.52	346.93	466.92
C3B	129.29	58.65	187.94	248.99
C1C	44.03	33.57	77.60	106.54
C2C	72.22	49.63	121.86	166.08
C3C	58.48	24.80	83.28	109.85

Figura 3.17

Ubicación De Las Cargas Por Ejes y Esquema de las Vigas y Zapatas



Posteriormente, con base en los datos presentados en la Tabla 3.16, se determinó la contribución específica de cada carga por eje considerando que la cimentación fue diseñada para trabajar eficientemente en ambas direcciones. Este análisis aseguró que las cargas fueran distribuidas y soportadas de manera adecuada.

La contribución de las cargas de servicio y mayoradas por ejes se la obtuvo aplicando el siguiente criterio (ver Tabla 3.17).

Tabla 3.17

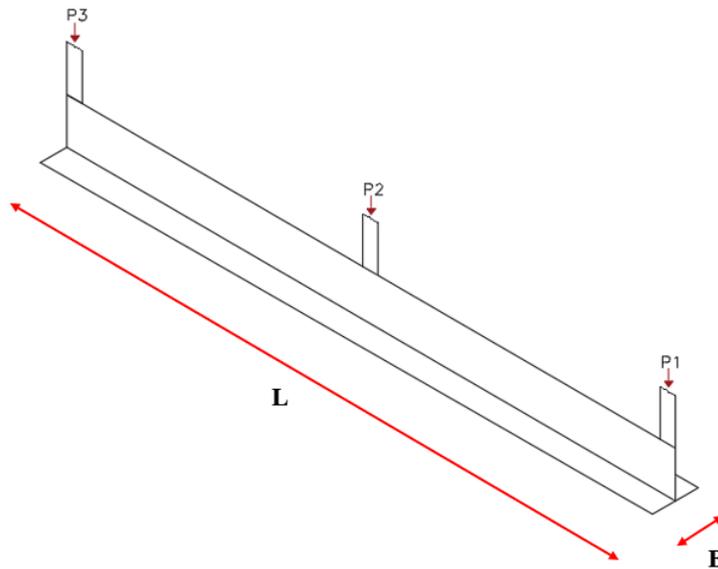
Descargas por columnas y ejes para el análisis de las zapatas

Cargas	Ejes A-C	Eje B	Eje 1-3	Eje 2
P1	$\frac{C1A}{2}$	$\frac{C1B}{3}$	$\frac{C1A}{2}$	$\frac{C2A}{3}$
P2	$\frac{2 * C2A}{3}$	$\frac{C2B}{2}$	$\frac{2 * C1B}{3}$	$\frac{C2B}{2}$
P3	$\frac{C3A}{2}$	$\frac{C3B}{3}$	$\frac{C1C}{2}$	$\frac{C2C}{3}$

El cálculo que se presenta a continuación corresponde a la zapata del eje B. Este procedimiento se aplicó de manera similar para los demás ejes, siguiendo las mismas consideraciones y metodologías. En la Figura 3.18 se observan las cargas que actúan sobre la zapata del eje B.

Figura 3.18

Cargas Actuantes Sobre la Zapata



Determinación de la carga total por eje ΣP

$$\Sigma P = P_1 + P_2 + P_3 \quad (3.52)$$

$$\Sigma P = 58 \text{ ton} + 173 \text{ ton} + 63 \text{ ton} = 294,36 \text{ ton}$$

Determinación de la carga total factorizada ΣP_u

La carga total factorizada combina las cargas permanentes y las cargas variables con los factores de carga establecidos por la normativa, en este caso 1.2 para la carga muerta y 1.6 para la carga viva (véase la Tabla 3.16).

$$\Sigma P_u = C1B + C2B + C3B \quad (3.53)$$

$$\Sigma P_u = 78,36 \text{ ton} + 233,46 \text{ ton} + 83 \text{ ton} = 394,82 \text{ ton}$$

Peso Propio Cimentación

Para estimar el peso propio de la cimentación, dado que el ancho de la zapata no es un valor conocido, este se aproximó como el 15% de la fuerza axial total $\sum P$, este valor se utilizó como una aproximación inicial en el diseño, permitiendo un análisis preliminar de las cargas.

$$W_f = 15\% * \sum P \quad (3.54)$$

$$W_f = 15\% * 294,36 \text{ ton} = 44,15 \text{ ton}$$

Área de Contacto

El área de contacto fue calculada como:

$$A = \frac{\sum P + W_f}{q_{adm}} \quad (3.55)$$

$$A = \frac{294,36 \text{ ton} + 44,15 \text{ ton}}{20 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}} = 16,93 \text{ m}^2$$

Dimensiones de la Zapata

Se consideró una longitud del eje Y de 16,00 m, obteniendo así un ancho B requerido de zapata:

$$A = B * L \quad (3.56)$$

$$B = \frac{A}{L} = \frac{16,93 \text{ m}^2}{16,00 \text{ m}}$$

$$B = 1,06 \text{ m}$$

Por lo tanto, el ancho mínimo requerido para la zapata es de 1.06 m. Sin embargo, se ha adoptado un diseño con una zapata de 1300 mm de ancho y 17000 mm de longitud para

garantizar una capacidad adecuada de carga y cumplir con los criterios de diseño estructural y normativos.

Presión Factorada

Parámetro fundamental para garantizar que el suelo pueda soportar las cargas aplicadas por la zapata sin exceder su capacidad portante.

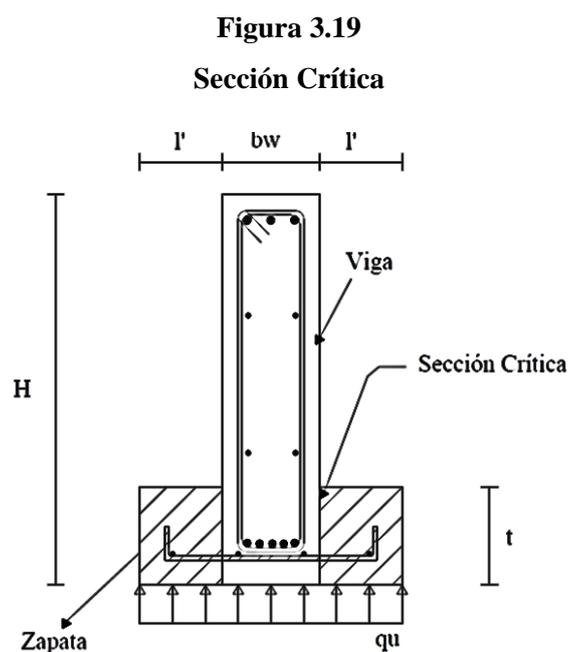
$$\sigma_u = \frac{\sum P_u}{A} \quad (3.57)$$

$$\sigma_u = \frac{394,82 \text{ ton}}{1,30 \text{ m} * 17,00 \text{ m}}$$

$$\sigma_u = 17,87 \text{ ton/m}^2$$

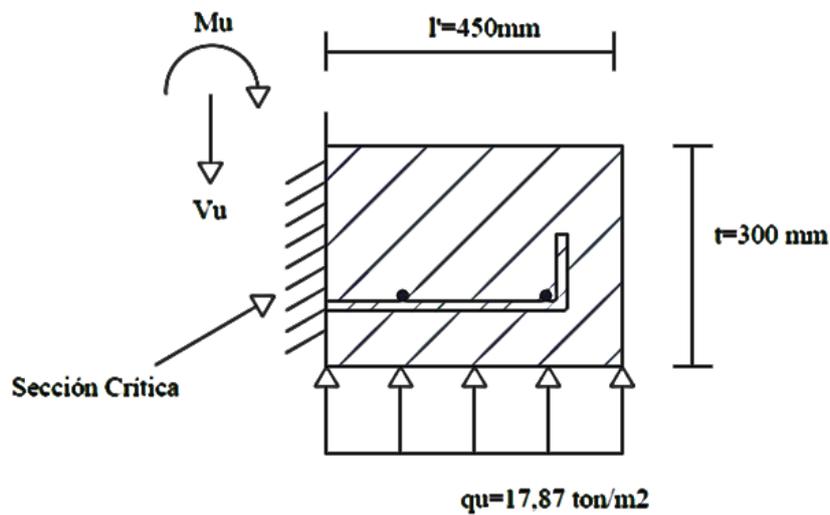
Corte en una dirección

El análisis de corte es crucial para garantizar que la zapata resista las fuerzas de corte inducidas por las cargas aplicadas. Estas fuerzas se evalúan en secciones críticas donde es más probable que ocurra el fallo, la cual adopta una forma de sección tipo "T". invertida como se observa en la Figura 3.19



Una vez determinadas las dimensiones de la zapata y la zona crítica, se procedió a calcular el peralte efectivo, d . Este cálculo se realizó considerando las fuerzas internas, como el momento flector y el cortante último, que actúan en la zona crítica de la cimentación, se asumió de manera conservadora que la sección crítica se encuentra localizada en el borde de la viga como se observa en la Figura 3.20.

Figura 3.20
Momento y Cortante Sección Crítica



Para determinar el espesor t , se consideró el peralte mínimo $d = 150 \text{ mm}$, un recubrimiento de concreto de $rec = 75 \text{ mm}$, así como el diámetro de la varilla de refuerzo longitudinal $\phi = 12 \text{ mm}$.

$$t = 150 \text{ mm} + rec + \phi_p + \phi_s \quad (3.58)$$

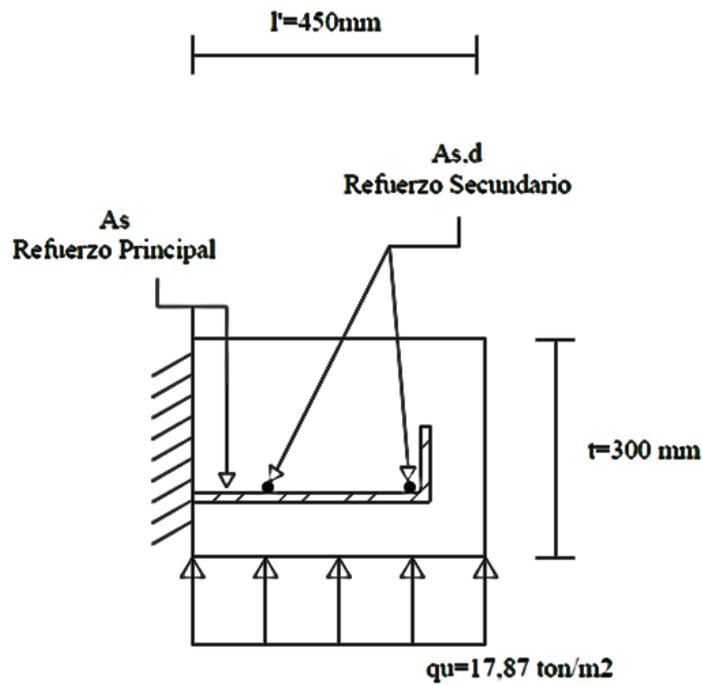
$$t = 150 \text{ mm} + 75 \text{ mm} + 12 \text{ mm} + 10 \text{ mm} = 247 \text{ mm}$$

$$l' = \frac{B - 2bw}{2} \quad (3.59)$$

$$l' = \frac{1300 \text{ mm} - 2 * 400 \text{ mm}}{2} = 450 \text{ mm}$$

En la Figura 3.21 se muestra la longitud l' , correspondiente al tramo de la zona crítica. Asimismo, se presenta un esquema detallado de la disposición del acero de refuerzo principal y secundario, ilustrando su distribución.

Figura 3.21
Ubicación Acero Principal y Secundario en la Zapata



Para lograr un diseño económico en términos de capacidad resistente, se establece la relación:

$$V_u = \phi V_c \quad (3.60)$$

Cortante último

$$V_u = \sigma_u * l' \quad (3.61)$$

$$l' = 0,45 \text{ m}$$

$$V_u = 17,87 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 0,45 \text{ m} = 8,04 \text{ ton}$$

$$V_u = 80.4 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = \phi * 0,17 * \sqrt{f'c} * bw * d \quad (3.62)$$

$$80.4 = 0,75 * 0,17 * \sqrt{28} * 1000 * \frac{d}{1000}$$

$$d = \frac{80,4}{0,75 * 0,17 * \sqrt{28}} = 119,17 \text{ mm}$$

Momento último

$$M_u = \frac{\sigma_u * l'^2}{2} \quad (3.63)$$

$$M_u = \frac{17,87 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 0,45 \text{ m}^2}{2} = 1,81 \text{ ton} * \text{m}$$

$$Mu = 0,145 * bw * f'c * d^2 \quad (3.64)$$

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{0,145 * bw * f'c}}$$

$$d = \sqrt{\frac{1,81 \text{ ton} * \text{m} * 1000}{0,145 * 40 * 280}} = 105,57 \text{ mm}$$

Se ensaya con un espesor de 300 mm.

Diseño de Viga

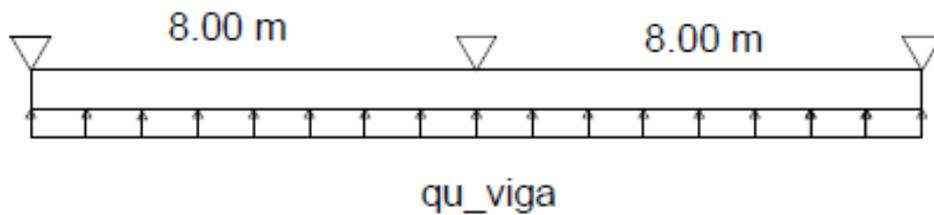
➤ *Diseño por Flexión*

Para el diseño, el análisis de la viga se realizó asumiendo que se comporta como una T invertida. En este caso, los apoyos se encuentran en la parte superior, ya que es por donde

se transmiten las cargas de la superestructura hacia la cimentación. Adicionalmente, se considera la carga que soporta la viga, tal como se ilustra en la Figura 3.22.

Figura 3.22

Esquema de Análisis de la Zapata



La carga que la viga soporta está dada por la ecuación 3.65.

$$q_{u_viga} = \sigma_u * B \quad (3.65)$$

$$q_{u_viga} = 23,22 \frac{ton}{m}$$

Se diseñó la viga de estudio considerando el momento mínimo y límites del acero longitudinal.

Para el cálculo inicial del momento se empleó los coeficientes ACI – 318

Momento Negativo

$$Mu^- = \frac{q_{u_viga} * Ln^2}{9}$$

$$Mu^- = \frac{23,22 \frac{ton}{m} * 8,5 m^2}{9} = 186 ton * m$$

Momento Positivo

$$Mu^+ = \frac{q_{u_viga} * Ln^2}{14}$$

$$Mu^+ = \frac{23,22 \frac{\text{ton}}{\text{m}} * 8,5 \text{ m}^2}{14} = 120 \text{ ton} * \text{m}$$

En cuanto a las dimensiones de la viga se estableció un ancho bw de 40 cm, el peralte se determinó en función de la demanda máxima a flexión que deberá resistir el elemento. Para el cálculo, se utilizó el momento máximo obtenido de los dos valores previamente calculados.

$$M_{max} = 0,145 * bw * f'c * d^2 \quad (3.66)$$

$$d = \sqrt{\frac{M_{max}}{0,145 * bw * f'c}}$$

$$d = \sqrt{\frac{186 \text{ ton} * \text{m} * 1000 * 100}{0,145 * 40 \text{ cm} * 280}} = 1070 \text{ mm}$$

Para determinar la altura de la viga, se consideró el recubrimiento de concreto, así como el diámetro de la varilla de refuerzo longitudinal.

- $rec = 50 \text{ mm}$
- $\phi_{longitudinal} = 25 \text{ mm}$
- $\phi_e = 12 \text{ mm}$

$$h = d + rec + \frac{\phi_{longitudinal}}{2} + \phi_e$$

$$h = 1144 \text{ mm}$$

Sin embargo, se ensayó una altura $H = 1400 \text{ mm}$.

Una vez determinada la altura de la viga y los momentos actuantes en los diferentes tramos empleando los coeficientes ACI, se procedió a calcular el acero mínimo de refuerzo

requerido según la demanda, así como la cantidad y distribución de varillas a lo largo de la viga.

Momento Negativo Apoyo Exterior

$$M_{u_{ext}^-} = \frac{q_{u_{viga}} * Ln^2}{16}$$

$$M_{u_{ext}^-} = -92,94 \text{ ton} * m$$

Momento Positivo

$$M_u^+ = \frac{q_{u_{viga}} * Ln^2}{14}$$

$$M_u^+ = +106,22 \text{ ton} * m$$

Momento Negativo Apoyo Interior

$$M_{u_{int}^-} = \frac{q_{u_{viga}} * Ln^2}{9}$$

$$M_{u_{int}^-} = -165,23 \text{ ton} * m$$

Para determinar la cantidad de acero necesaria según las demandas estructurales, se aplica la ecuación 3.67.

$$A_s = \frac{M_u}{3,4 * d} \quad (3.67)$$

Dado que se utilizarán varillas de 25 mm de diámetro para el refuerzo por flexión, el número de varillas se calculó dividiendo la cantidad total de acero requerida entre el área transversal de cada varilla, que en este caso es de 4.91 cm², como se muestra en la ecuación 3.68.

$$\#varillas = \frac{A_s}{\text{Área Varilla}} \quad (3.68)$$

La cantidad total de acero colocado se obtuvo multiplicando el número de varillas por el área de cada varilla. Por otro lado, la cuantía se calculó como la relación entre el área de acero calculada y el producto del ancho y el peralte efectivo de la viga, La cuantía del refuerzo debe estar dentro del rango establecido para ser aceptada, es decir, debe cumplir con la condición $\rho_{min} \leq \rho \leq \rho_{max}$, donde $0.0033 \leq \rho \leq 0.025$ siendo ρ la cuantía.

En la Tabla 3.17 se muestran los resultados obtenidos del diseño a flexión de la viga.

Tabla 3.17
Acero Requerido Por Flexión

Ubicación	Mu Ton*m	As cm ²	# varillas	As_disp cm ²	Cuantía ρ	Observación
Eje 1	-92,94	21,87	5	24,5	0,005	Ok
Entre Apoyos	106,22	25	6	23,4	0,006	Ok
Eje 2	-165,23	38,9	8	39,2	0,008	Ok

➤ *Diseño por Cortante*

El cortante último que actúa sobre la viga de diseño se calculó empleando la ecuación 3.69 propuesta por el ACI 318.

$$V_u = 1,15 * \frac{q_{viga} * L}{2} \quad (3.69)$$

$$V_u = 1,15 * \frac{23,22 \frac{ton}{m} * 8 m}{2} = 106,9 ton$$

Para el cálculo del cortante resistente proporcionado por el concreto V_c se empleó la ecuación 3.70.

$$V_c = 0,53 * \sqrt{f'c} * bw * d \quad (3.70)$$

$$V_c = 44,35 \text{ ton}$$

De acuerdo con el ACI 318, el cortante último V_u , debe cumplir la relación:

$$\frac{V_u}{\phi} = V_c + V_s$$

Donde:

- V_s es el cortante resistente proporcionado por el refuerzo transversal.
- ϕ es el factor de reducción, tomado como 0.75 en este caso.

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \quad (3.71)$$

$$V_s = 98,2 \text{ ton}$$

Separación de estribos

Separación por demanda

$$s = \frac{A_v * F_y * d}{V_s} \quad (3.72)$$

Se ensaya una separación de 100 mm con estribos de 14 mm de diámetro. Mediante la ecuación 3.73, se verifica que el diámetro del estribo utilizado cumple con las condiciones requeridas para el diseño.

$$A_v = \frac{V_s * s}{F_y * d} \quad (3.73)$$

$$A_v = \frac{98,2 \text{ ton} * 10 \text{ cm}}{4.2 * 125} = 1.87 \text{ cm}^2$$

Estribo cerrado \emptyset 14 mm c/100

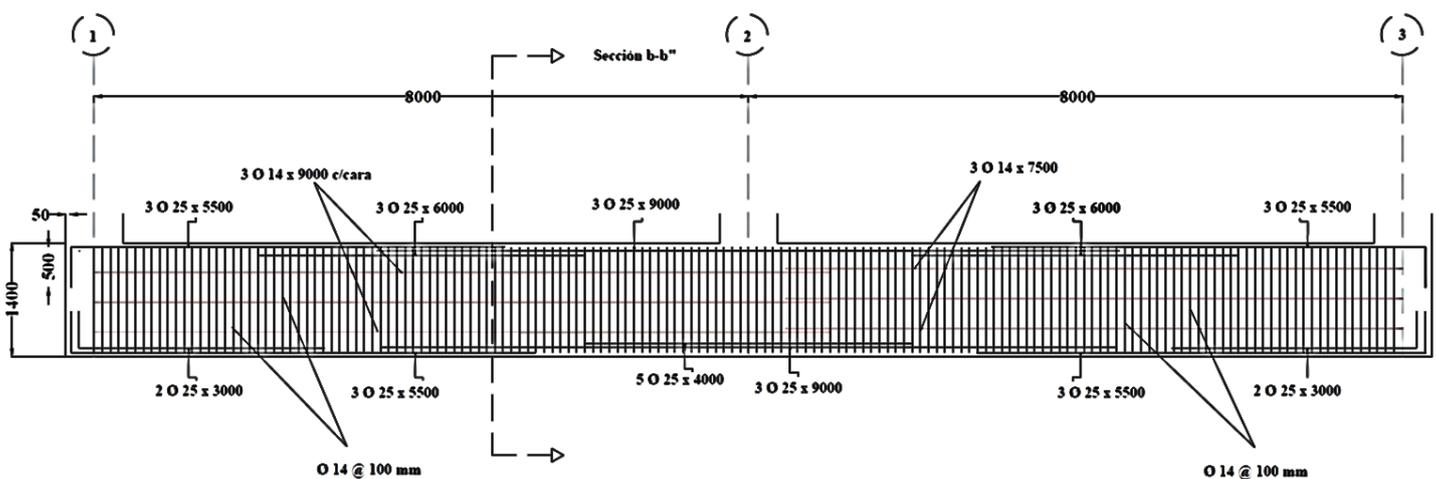
3.1.4.3. Detalle del Acero Longitudinal y Transversal de la Viga

En la Figura 3.23 se aprecia el armado de la viga de cimentación, se emplea estribo cerrado \varnothing 14 mm c/100 cumpliendo con las especificaciones normativas para garantizar la resistencia al esfuerzo cortante.

El acero longitudinal principal consta de barras de 25 mm de diámetro, colocadas de acuerdo con la demanda de flexión calculada. Además, como refuerzo adicional, se dispusieron tres varillas de 14 mm de diámetro en cada cara de la sección transversal, contribuyendo al control de la fisuración y la resistencia adicional en los extremos críticos de la viga.

Figura 3.23

Detalle del Acero Longitudinal y Transversal de la Viga



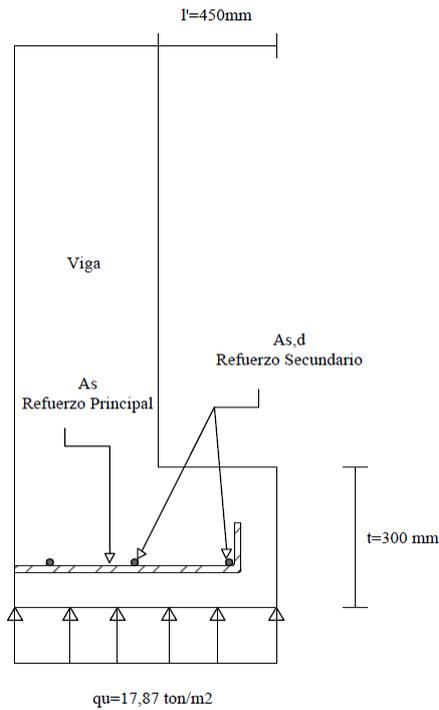
Diseño de Zapatas

➤ Diseño Por Flexión

El diseño por flexión de zapatas corridas se centra en garantizar que la zapata tenga la capacidad estructural adecuada para resistir los momentos flectores, una vez calculado el

momento último en la sección crítica, la zapata se idealiza como una viga en voladizo Figura 3.24, para calcular el acero de refuerzo requerido por demanda, en la cual el alma de la viga de cimentación actúa como su elemento de soporte principal.

Figura 3.24
Detalle Acero de Refuerzo, idealización de viga en voladizo



Cantidad de acero requerida dado un momento flexionante.

$$M_u = \frac{\sigma_u * l'^2}{2}$$

$$M_u = \frac{17,87 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 0,45 \text{ m}^2}{2} = 1,81 \text{ ton} * \text{m}$$

$$d = 300 \text{ mm} - 75 \text{ mm} - \frac{14}{2} \text{ mm} = 218 \text{ mm}$$

Por lo que la demanda de acero por flexión es:

$$A_s = \frac{M_u}{3,4 * d} \quad (3.74)$$

$$A_s = \frac{1,81 \text{ ton} * m}{3,4 * 0,218 m} = 2,41 \frac{cm^2}{m}$$

Sin embargo, es fundamental verificar la cantidad de acero necesaria para controlar los efectos de temperatura o cambios volumétricos. Esto es especialmente relevante, ya que la zapata es un elemento esbelto, cuyo peralte es pequeño en relación con su longitud. Debido a esta geometría, los efectos asociados a variaciones térmicas o retracción pueden generar esfuerzos significativos que deben ser considerados en el diseño para garantizar un desempeño estructural adecuado y evitar fisuración o deformaciones excesivas.

$$A_{s_min} = 0,003 * b * d \quad (3.75)$$

$$A_{s_min} = 0,0033 * 100 * 21,8 = 7,19 \text{ cm}^2/m$$

El acero a colocar será el mayor valor entre el requerido para resistir el momento flector último y el determinado para controlar los efectos de temperatura o cambios volumétricos. Esta verificación asegura que la zapata cuente con el refuerzo adecuado para satisfacer tanto las demandas estructurales por flexión como las necesidades de control de fisuración y deformaciones asociadas a su esbeltez.

$$A_{s_escogido} = 7,19 \text{ cm}^2/m$$

Número de varillas

- $\phi_{transversal} = 14 \text{ mm}$

$$\#varillas = \frac{A_{s_escogido}}{A_{\phi long}} \quad (3.76)$$

$$\#varillas = \frac{7,19 \text{ cm}^2}{1,54 \text{ cm}^2} = 4,67 \text{ varillas/m}$$

2 Ø 12 mm

Separación Acero

$$s = \frac{A_{\phi long}}{A_{s escogido}} \quad (3.77)$$
$$s = \frac{1,54 \text{ cm}^2}{7,19 \text{ cm}^2/m} = 0,21 \text{ m}$$

$$s = 20 \text{ cm}$$

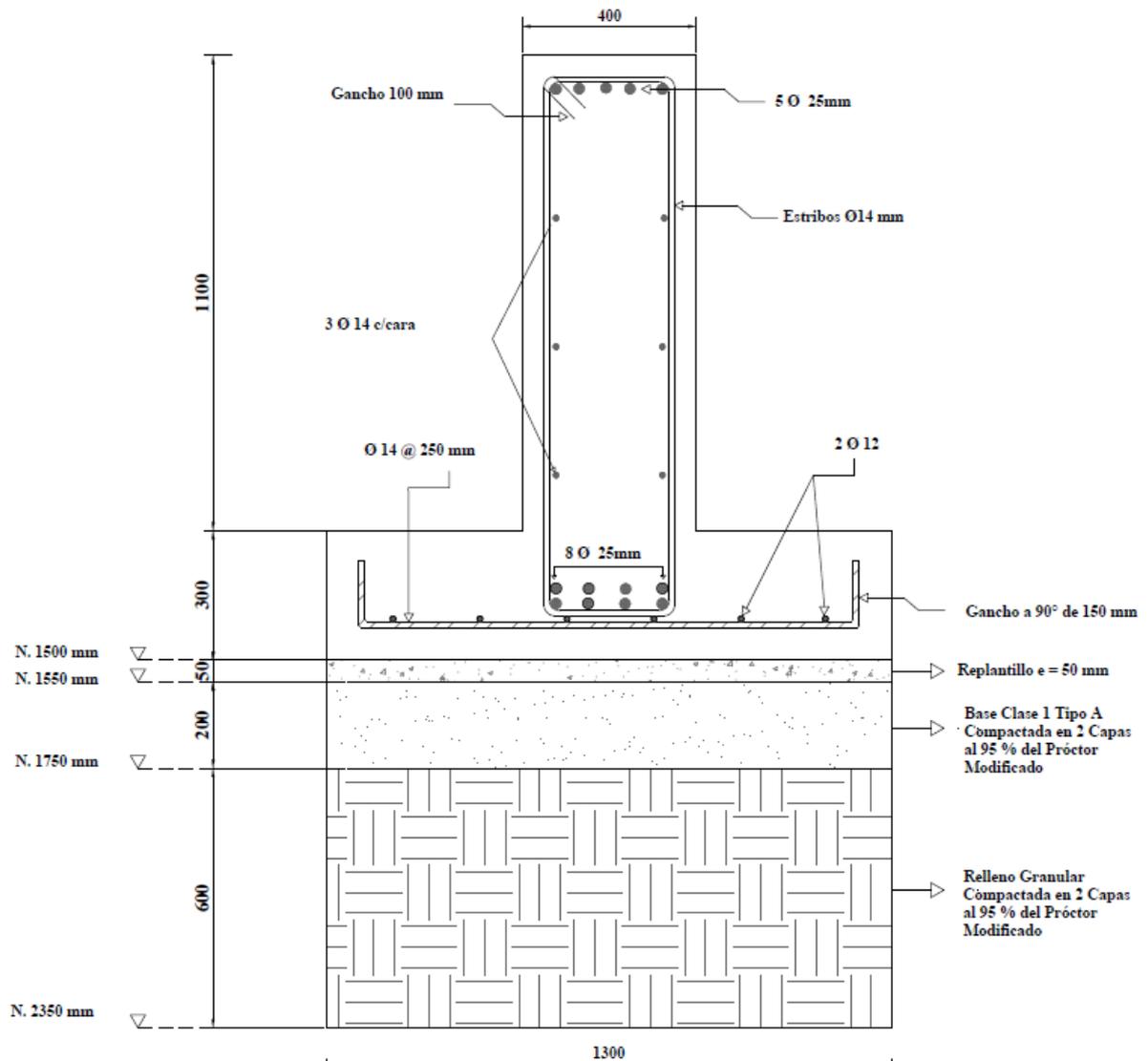
3.1.4.4. Detalle de Acero Cimentación

En la Figura 3.25 se muestra la disposición del acero de refuerzo en la cimentación, que incluye tanto la zapata como la viga de enlace. En la zapata, se aprecia la colocación de las barras principales y secundarias en forma de parrilla, diseñadas para resistir los esfuerzos generados por las cargas transmitidas desde la columna.

Por su parte, en la viga de enlace, se observa el acero longitudinal dispuesto para resistir los momentos flectores, particularmente en la zona de momento negativo, así como los estribos encargados de trabajar a cortante. Esta configuración garantiza la transferencia eficiente de cargas entre la zapata y la superestructura, cumpliendo con las especificaciones de diseño estructural y normativa vigente.

Figura 3.25

Detalle Acero Zapata Zona de Momento Negativo



En la Tabla 3.19, se presenta el detalle de las dimensiones de las zapatas y vigas por ejes.

Tabla 3.18
Dimensiones Cimentación

Dimensiones Zapatas y Vigas						
Ejes	Base Zapata B (mm)	Largo Zapata L (mm)	Espesor t (mm)	Base Viga bw (mm)	Altura Viga H(mm)	Largo Viga L (mm)
A	800	17000	300	300	1200	16000
B	1300	17000	300	400	1400	16000
C	800	17000	300	300	1200	16000
1	800	24500	300	300	1200	23780
2	1000	24500	300	400	1400	23780
3	800	24500	300	300	1200	23780

3.2 Especificaciones Técnicas

Cuando se contrata y ejecuta un proyecto es necesario establecer un conjunto de condiciones, directrices y requisitos, que se conocen como especificaciones técnicas, estas desempeñan un papel fundamental en los proyectos y obras civiles, ya que proporcionan al constructor información clave sobre las características, condiciones, restricciones y métodos necesarios para llevar a cabo una obra específica. (Chicaiza Chamorro, 2009)

En estas se describen detalladamente las actividades de los diferentes rubros de trabajo que deben ejecutarse a lo largo de la construcción del proyecto, además de los estándares que garanticen la ejecución de un proyecto de calidad.

El desarrollo de los trabajos se basará en los planos, así como en las especificaciones generales y especiales del proyecto, que se encuentran controladas por una entidad de fiscalización que verificará y evaluará los materiales para aceptarlos o rechazarlos, se debe garantizar la calidad además de cumplir con las normas técnicas INEN.

Para la elaboración de las especificaciones técnicas de este proyecto, se tomó como referencia la información disponible en el portal de Obras Públicas del Ecuador, la tesis titulada Especificaciones técnicas y anexos de leyes aplicadas a las obras civiles de (Chicaiza Chamorro, 2009) y la Guía para la redacción de especificaciones técnicas particulares para obras civiles de (Rodas Marín, 2013). Estas fuentes proporcionaron un marco normativo y metodológico sólido y práctico que asegura el cumplimiento de los estándares aplicables en el país.

Las especificaciones técnicas completas de los materiales y procesos utilizados en el proyecto están disponibles en el Anexo B.

Capítulo 4

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Descripción del proyecto

El Estudio de Impacto Ambiental para el Diseño Sismo-Resistente de un Edificio Metálico de Cuatro Pisos, destinado a uso mixto de oficinas y residencias en la ciudad de Manta, tiene como principal objetivo evaluar y mitigar los efectos ambientales potenciales del proyecto. Este análisis abarca tanto la zona inmediata de construcción como el área de influencia en el ecosistema urbano.

El proyecto se alinea con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 9: "Industria, Innovación e Infraestructura". De esta manera, busca fomentar infraestructuras sostenibles y eficientes que minimicen los impactos negativos en el entorno. Este enfoque promueve la innovación y el desarrollo equilibrado en áreas urbanas.

Se prioriza la implementación de medidas que reduzcan riesgos ambientales y aseguren el cumplimiento de normativas vigentes. Esto incluye estrategias para optimizar recursos, mitigar emisiones y proteger la biodiversidad local.

El análisis del ciclo de vida (ACV), se cuantificarán los efectos producidos sobre el aire, suelo y agua, lo que permitirá identificar las etapas más contaminantes durante la ejecución del proyecto.

En cuanto al desarrollo del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) a través de este se busca garantizar que el proyecto cumpla con la normativa ambiental vigente y contribuya a un desarrollo sostenible. Además, de minimizar los efectos negativos sobre el entorno natural y urbano, asegurando que las actividades de construcción y operación del edificio metálico de cuatro pisos se realicen de manera responsable y eficiente.

4.2 Línea base ambiental

La alternativa de diseño elegida “Pórticos Resistentes a Momento en Acero Estructural Compuestos para Grandes Luces”, para el diseño sismo – resistente de un edificio de 4 pisos de uso de oficinas-residencial se desarrollará en un terreno localizado en una de las zonas más altas de Manta, Calle Publica entre Av.2 y Av3 diagonal al banco del Pacífico del cantón (ver Figura 2.6). Su ubicación ofrece condiciones ideales para la estructura, sin restricciones ambientales ni intersecciones con áreas protegidas, formando parte del casco urbano y turístico de la ciudad.

A continuación, se presentan los elementos que se evaluarán en los componentes ambientales, biológicos y sociales.

1.2.1. Aspecto Ambiental

1.2.1.1. Clima

Manta cantón de la provincia de Manabí disfruta de dos estaciones bien definidas a lo largo del año. Una seca que va de junio a diciembre donde se experimentan corrientes de aire es parcialmente nublada y muy caliente por otro lado está la época lluviosa de enero a mayo, se caracteriza por los cielos nublados de la ciudad. Durante el año las temperaturas en Manta oscilan entre los 21 °C a 28 °C, con variaciones de entre 1 a 2 °C., (*El Clima En Manta, El Tiempo Por Mes, Temperatura Promedio (Ecuador) - Weather Spark, 2024*).

1.2.1.2. Temperatura

Durante los meses de enero a mayo se experimenta la temporada templada con temperaturas promedio de 28 °C y una mínima de 24 °C, durante la temporada fresca en los meses de julio a noviembre las temperaturas diarias son menores a 27 °C. El

mes de agosto es considerado el más frío del año con temperaturas entre los 21 °C y 26 °C. (*El Clima En Manta, El Tiempo Por Mes, Temperatura Promedio (Ecuador) - Weather Spark, 2024*).

1.2.1.3. Precipitación

Un día mojado es aquel en donde cae al menos 1 milímetro de precipitación en la ciudad de Manta. La probabilidad de ocurrencia varia a lo largo del año, durante la temporada de lluvias esta probabilidad es superior al 28 %, sin embargo, esta probabilidad cae. Agosto destaca como el mes más seco con un promedio de 0,5 días en los que al menos se registra 1 milímetro de precipitación. (*El Clima En Manta, El Tiempo Por Mes, Temperatura Promedio (Ecuador) - Weather Spark, 2024*).

1.2.1.4. Lluvia

En Manta, la temporada de lluvias dura aproximadamente 7 meses, en los cuales la precipitación diaria promedio alcanza los 13 milímetros. Febrero se presenta como el mes con mayor cantidad de lluvias, acumulando 142 milímetros, mientras que agosto es el mes más seco con apenas 2 milímetros de lluvia.

1.2.1.5. Humedad

En Manta, la humedad percibida varía a lo largo del año. El período más húmedo se extiende por 10 meses, desde finales de septiembre hasta finales de julio, la sensación de incomodidad por humedad elevada prevalece al menos el 84 % del tiempo; marzo es el mes con mayor sensación de calor húmedo, con un promedio de 31 días; mientras que septiembre es el mes con menor cantidad de días similares, con aproximadamente 24. (*El Clima En Manta, El Tiempo Por Mes, Temperatura Promedio (Ecuador) - Weather Spark, 2024*).

1.2.1.6. Viento

La velocidad del viento en Manta presenta variaciones considerables. Durante los meses de mayo a enero las velocidades promedio están por los 14.5 kilómetros por hora, octubre se considera el mes con mayores velocidades del viento con 18,5 kilómetros por hora y durante los meses denominados calmados el valor promedio de velocidad cae a 10 kilómetros por hora. (*El Clima En Manta, El Tiempo Por Mes, Temperatura Promedio (Ecuador) - Weather Spark, 2024*).

1.2.1.7. Energía Solar

Entre los meses de agosto y octubre, la energía solar por metro cuadrado en Manta alcanza un promedio de 6,5 kWh. En septiembre, siendo el mes más soleado, este valor se incrementa en 0,1 kWh y durante el periodo nublado de diciembre a junio el promedio diario es de 5.8 kWh. (*El Clima En Manta, El Tiempo Por Mes, Temperatura Promedio (Ecuador) - Weather Spark, 2024*).

1.2.1.8. Topografía

La topografía del cantón y la ciudad es muy variada y montañosa, con una altitud promedio que oscila entre los 6 y los 400 metros sobre el nivel del mar. La zona más baja corresponde a la costa, mientras que la más alta se encuentra en el centro del cantón, específicamente en el Bosque Húmedo de Pacoche, a 400 metros de altitud. (*Manta – Primer Puerto Pesquero Del Ecuador – Manta.Gob.Ec, 2024*)

1.2.2. Aspecto Biológico

1.2.2.1. Flora

El área destinada para la ejecución del proyecto se caracteriza por una vegetación escasa. Sin embargo, en las zonas cercanas se pueden observar algunas

especies arbóreas representativas, como tabebuia amarilla y rosada, parkimsonia aculeata, palma de las rocas, palma botella, kigelia africana, guachapelí, olivo, acacia. (*El Paseo Turístico de Manta Impregnado de Naturaleza – REVISTA DE MANABÍ*, 2022)

1.2.2.2. Fauna

Al tratarse de un área urbanizada, la fauna local incluye principalmente animales domésticos y algunas especies de aves como palomas, pájaros garrapateros, chauí y colibríes. En las zonas costeras cercanas al proyecto es común observar una gran cantidad de aves marinas entre las que destacan pelícanos, fragatas y piqueros de patas azules. Además, en el entorno también se encuentran reptiles y anfibios, como las iguanas, ranas, lagartijas, que contribuyen a la biodiversidad de la región.

1.2.3. Aspecto Social

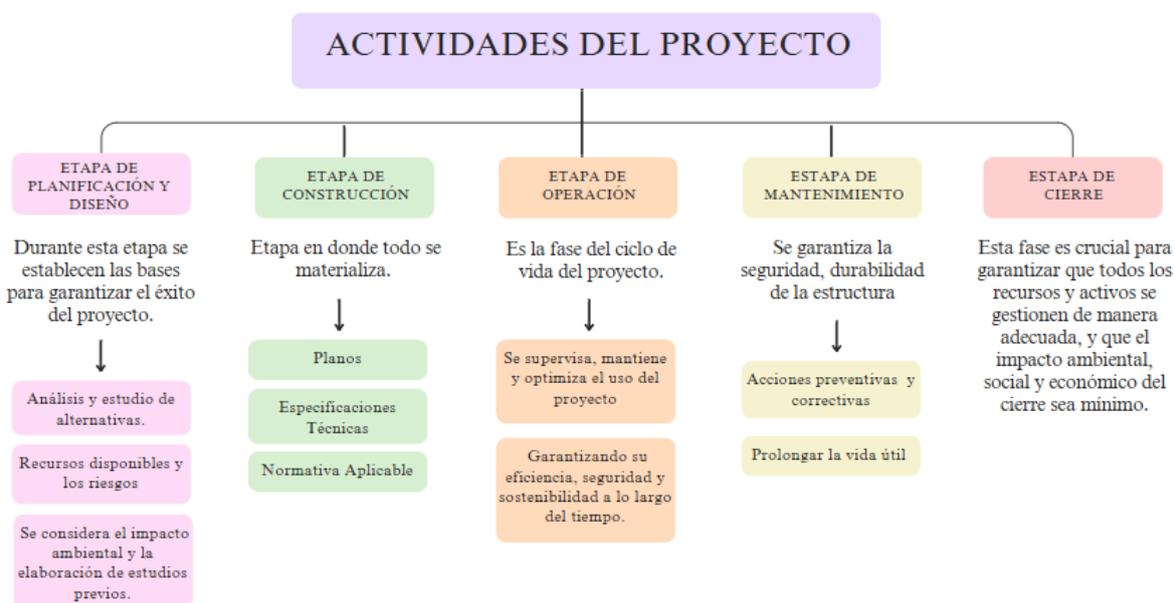
Durante la construcción y operación del edificio, se crearán empleos directos (trabajadores de la construcción, administración, mantenimiento) e indirectos (proveedores de materiales, servicios de limpieza, seguridad), lo que fomentará el desarrollo de la economía local.

4.3 Actividades del proyecto

En el diseño sismo resistente de un edificio de cuatro pisos en acero estructural, son varias las etapas que deben ser evaluadas para identificar las acciones que pueden generar impactos ambientales significativos. En la Figura 4.1, se describen las acciones que pueden generar efectos en el entorno:

Figura 4.1

Actividades del Proyecto



Las etapas de construcción, operación y abandono serán las evaluadas dado que son las fases más críticas que involucra la ejecución del proyecto.

Como acciones de potencial impacto ambiental se destaca la extracción y producción del material metálico, el proceso de fabricación de las piezas metálicas que incluyen corte y soldadura, así como el mantenimiento de la estructura, donde se consideran las emisiones generadas, la generación de residuos y el consumo de agua y energía

En la Tabla 4.1 se presentan las actividades contempladas en la fase de construcción del proyecto.

Tabla 4.1

Procesos y Actividades del Proyecto Fase de Construcción

PROCESO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
CONSTRUCCIÓN		
PREPARACIÓN DEL TERRENO	Limpieza y nivelación del terreno	<ul style="list-style-type: none"> • La remoción de plantas y árboles elimina la protección natural del suelo. • Biodiversidad local se ve afectada por la pérdida de hábitats para la fauna y flora. • Aumento de la escorrentía superficial.
	Excavación y desalojo	<ul style="list-style-type: none"> • Implica la remoción de capas del suelo afectando su estructura natural. • Se producen grandes cantidades de material sobrante. • Genera problemas en su disposición final.
	Relleno y compactación del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • El relleno cambia la topografía del terreno, al compactar se reducen las propiedades del mismo • La extracción del material causa erosión y degradación de los sitios de explotación • El uso de maquinaria pesada produce ruidos y vibraciones en el entorno.
	Transporte y uso de maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de polvo. • Emisión de gases como el dióxido de carbono CO₂.
OBTENCIÓN DE MATERIA PRIMA	Extracción de agregados	<ul style="list-style-type: none"> • Extracción a cielo abierto de grandes cantidades de material altera el paisaje natural • Degradación de la vegetación y alteraciones en el suelo, se genera ruido y polvo pues se usan explosivos para la extracción.
	Producción de cemento	<ul style="list-style-type: none"> • La producción de cemento es un proceso altamente intensivo en energía • Se emiten grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂), lo que contribuye al cambio climático.

	Fabricación de planchas acero estructural	<ul style="list-style-type: none"> • Se producen alteraciones en el ecosistema debido a la extracción de minerales para obtener hierro y coque. • Se producen gases como el dióxido de carbono, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno.
	Fabricación acero de refuerzo	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación del aire y del agua. • Consumo de energía y la generación de residuos sólidos, entre otros.
	Fabricación steel deck	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere de grandes cantidades de energía de fuentes no renovables, produce dióxido de carbono. • Se generan sólidos y escoria que pueden contaminar el suelo y el agua.
	Trasporte de materia prima	<ul style="list-style-type: none"> • Genera emisiones de gases contaminantes como dióxido de carbono (CO₂). • Óxidos de nitrógeno y partículas finas. • Contribuye al cambio climático y a la contaminación del aire.
EJECUCIÓN DE OBRA	Encofrado en cimentación	<ul style="list-style-type: none"> • Si los encofrados son de madera, se contribuye a la deforestación • Después de su uso se producen residuos, en el caso de ser metálicos su fabricación genera CO₂ • Consume grandes cantidades de energía.
	Elaboración de hormigón	<ul style="list-style-type: none"> • La fabricación de cemento es un proceso altamente intensivo en energía y genera una gran cantidad de emisiones de dióxido de carbono (CO₂).
	Fabricación de piezas estructura metálica	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de energía en grandes cantidades • Se generan emisiones de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y partículas que afectan la calidad del aire.
	Soldadura de elementos estructurales	<ul style="list-style-type: none"> • La soldadura genera gases contaminantes como ozono, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono (CO). • Se consume gran cantidad de energía.

		<ul style="list-style-type: none"> • Generación de desperdicios como la escoria y trozos de metal.
	Transporte personal	<ul style="list-style-type: none"> • Genera emisiones de gases contaminantes como dióxido de carbono (CO2) • óxidos de nitrógeno y partículas finas • contribuye al cambio climático y a la contaminación del aire.

En la Tabla 4.2 se describen las actividades incluidas en la fase de operación del proyecto.

Tabla 4.2
Procesos y Actividades del Proyecto Fase de Operación

OPERACIÓN		
LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO	Mantenimiento de la edificación	<ul style="list-style-type: none"> • Es esencial para prolongar la vida útil de una estructura y garantizar su funcionalidad • Se pueden generar residuos que deberán ser gestionados.
	Limpieza de áreas comunes	<ul style="list-style-type: none"> • Es una actividad regular que mantiene los espacios compartidos de una edificación, en condiciones higiénicas.
GENERACIÓN DE RESIDUOS	Manejo de desechos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> • Implica la recolección, clasificación, reciclaje y disposición adecuada de los residuos generados por la edificación, una gestión inadecuada de los desechos sólidos puede causar contaminación del suelo, aire y agua
	Manejo del agua residual	<ul style="list-style-type: none"> • Es crucial para evitar la contaminación de fuentes de agua y la propagación de enfermedades.

Por último, en la Tabla 4.3 se presentan las actividades correspondientes a la fase de cierre y abandono del proyecto.

Tabla 4.3

Procesos y Actividades del Proyecto Fase de Cierre y Abandono

CIERRE Y ABANDONO		
DESMANTELAMIENTO	Demolición de la estructura provisional	<ul style="list-style-type: none"> • Es una parte del proceso de construcción que puede generar escombros y materiales reciclables.
	Desalojo de escombros	<ul style="list-style-type: none"> • El manejo adecuado de estos escombros es fundamental para evitar la acumulación de residuos en el entorno y la contaminación del suelo y agua.
	Retirada de maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> • Se refiere a la eliminación de los equipos utilizados durante la construcción o demolición. • Es importante que la maquinaria sea retirada de manera segura y eficiente para evitar la contaminación del suelo por combustibles, aceites u otros productos químicos.

4.4 Identificación de impactos ambientales

En esta sección, se describirá el procedimiento aplicado para identificar los impactos ambientales potenciales del proyecto, lo que nos permitirá determinar las posibles alteraciones que la ejecución del proyecto podría generar en el entorno natural y social.

En este caso el método seleccionado es la Matriz de Leopold una herramienta estructurada que facilita el análisis de la relación entre las acciones que se ejecutarán a lo largo del proyecto y los componentes ambientales que se verán afectados, a través de un enfoque cualitativo y semi-cuantitativo que organiza el análisis en una matriz bidimensional. Esta matriz se compone de filas que representan las actividades específicas del proyecto, y columnas que corresponden a los factores ambientales susceptibles al impactado. (*Matriz de Leopold: Evaluación de Impacto Ambiental, 2024*)

Los impactos ambientales de cada actividad del proyecto se evalúan a través de una matriz, en la que se identifican con una línea diagonal aquellos impactos significativos. Cada casilla recibe una puntuación entre 1 y 10 para representar la magnitud del efecto sobre aspectos ambientales específicos, las cuales pueden ser positivas o negativas y se colocan en la esquina superior izquierda, en la esquina inferior derecha se realiza una valoración para indicar la importancia del impacto para el proyecto, utilizando el mismo sistema de puntuación.(Leopold et al., 1971).

Utilizar este método no solo proporciona un diagnóstico detallado, sino que también contribuye a la formulación de estrategias los cuales servirán como base para proponer medidas de mitigación y gestión ambiental, factores claves para una planificación ambiental sostenible.

Para determinar la importancia y la magnitud de los impactos en el proyecto, se emplearon los criterios de evaluación establecidos en las Tablas 4.4 y 4.5.

Tabla 4.4

Valores sugeridos de la Matriz de Leopold -Magnitud

<i>Intensidad</i>	<i>Efecto</i>	<i>Calificación</i>
<i>Bajo</i>	<i>Bajo</i>	(+/-)1
<i>Bajo</i>	<i>Medio</i>	(+/-)2
<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	(+/-)3
<i>Medio</i>	<i>Bajo</i>	(+/-)4
<i>Medio</i>	<i>Medio</i>	(+/-)5
<i>Medio</i>	<i>Alto</i>	(+/-)6
<i>Alto</i>	<i>Bajo</i>	(+/-)7

<i>Alto</i>	<i>Medio</i>	(+/-)8
<i>Alto</i>	<i>Alto</i>	(+/-)9
<i>Muy Alto</i>	<i>Alto</i>	(+/-)10

Nota: Fuente Herrera Campuzano & Pacheco Bustos, 2024

Tabla 4.5
Valores sugeridos de la Matriz de Leopold -Importancia

<i>Duración</i>	<i>Influencia</i>	<i>Calificación</i>
<i>Temporal</i>	<i>Puntual</i>	<i>1</i>
<i>Medio</i>	<i>Puntual</i>	<i>2</i>
<i>Permanente</i>	<i>Puntual</i>	<i>3</i>
<i>Temporal</i>	<i>Local</i>	<i>4</i>
<i>Medio</i>	<i>Local</i>	<i>5</i>
<i>Permanente</i>	<i>Local</i>	<i>6</i>
<i>Temporal</i>	<i>Regional</i>	<i>7</i>
<i>Medio</i>	<i>Regional</i>	<i>8</i>
<i>Permanente</i>	<i>Regional</i>	<i>9</i>
<i>Permanente</i>	<i>Nacional</i>	<i>10</i>

Nota: Fuente Herrera Campuzano & Pacheco Bustos, 2024

4.5 Valoración de impactos ambientales

A través de la aplicación de la matriz de Leopold tal como se observa en la Figura 4.2, se evaluaron los impactos ambientales que la ejecución del proyecto generará durante las fases de construcción, operación y abandono.

A través de la matriz se lograron identificar 151 afectaciones entre positivas y negativas.

- 88 negativas (58.3%)
- 63 positivas (41.7%)

Esto muestra que los impactos negativos superan a los positivos, lo que sugiere la necesidad de estrategias de prevención y mitigación.

Una vez asignados los valores en de magnitud e importancia por cada actividad es pertinente realizar la valoración del impacto ambiental para lo que se emplea la ecuación 4.1, según (Tito, 2020)

$$IA = \sqrt{Importancia * |Magnitud|} \quad (4.1)$$

Con base en la Tabla 4.6, que detalla la escala de valoración utilizada, se clasificará el grado de impacto ambiental asociado a cada una de las acciones del proceso constructivo.

Tabla 4.6
Escala de valoración de impacto ambiental

Clasificación De Impacto Ambiental	Índice De Impacto Ambiental (IA)
Altamente significativo	$ IA \geq 6,50$
Significativo	$6,50 > IA \geq 4,50$
Despreciable	$ IA < 4,50$
Benéfico	$IA > 0$

En la Figura 4.3 se presenta la clasificación general del impacto que se generara durante la ejecución del proyecto.

Figura 4.3

Valoración Del Impacto Ambiental Del Proyecto

Diseño Sismo-Resistente de un Edificio Metálico de Cuatro Pisos De Uso Oficinas-Residencial en la Ciudad de Manta			CONSTRUCCIÓN												OPERACIÓN				ABANDONO			AFECTACIÓN NEGATIVA	AFECTACIÓN POSITIVA	TOTAL AFECTACIONES					
			PREPARACIÓN DEL TERRENO				OBTENCIÓN DE MATERIA PRIMA				EJECUCIÓN DE OBRA				LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO		GENERACIÓN DE RESIDUOS		DESMANTELAMIENTO										
			Limpeza y nivelación del terreno	Excavación y desalojo	Relleno y compactación del suelo	Transporte y uso de maquinaria	Extracción de agregados	Producción de cemento	Fabricación de planchas acero estructural	Fabricación acero de refuerzo	Fabricación steel deck	Transporte de materia prima	Escofrado en cimentación	Elaboración de hormigón	Fabricación de piezas estructura metálica	Soldadura de elementos estructurales	Transporte personal	Mantenimiento de la edificación	Limpeza de áreas comunes	Manejo de desechos sólidos	Manejo del agua residual				Demolición de la estructura provisional	Desalojo de escombros	Retirada de maquinaria		
Factores Ambientales																													
MEDIO FÍSICO - ABÍOTICO	Agua	Calidad del Agua Superficial	-1,41	-1,41	-1,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-2,83	3,87	-7,07	3,87	10,94			
		Calidad del Agua Subterránea	-1,41	-1,41	-1,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,73	3,87	-5,97	3,87	9,85		
	Atmósfera	Calidad del Aire	-1,41	-1,41	-1,41	-2,00	-2,45	-2,45	-2,45	-2,45	-2,00	0,00	-2,45	0,00	-2,45	-2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-6,32	-6,32	3,87	-40,04	3,87	43,91		
		Calidad del Relieve	-1,41	1,41	1,41	0,00	-2,45	-2,45	-2,45	-2,45	-2,00	0,00	-2,45	0,00	-2,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-6,32	-6,32	3,87	-30,38	3,87	34,25		
	Suelo y Sub suelo	Contaminación por Residuos	-1,41	-2,00	-2,00	-1,41	-3,16	-2,45	-3,16	0,00	0,00	-2,00	-10,00	-2,83	-2,83	-2,83	-2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-6,32	-6,32	3,87	-50,74	3,87	54,61		
		Pérdidas Propiedades del Suelo	-1,41	-1,41	0,00	-1,41	-1,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-2,83	-2,83	3,87	-12,73	3,87	16,60		
MEDIO FÍSICO - BIÓTICO	Flora	Habitas	-2,00	-2,00	-2,00	0,00	0,00	-4,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-2,83	-2,83	3,87	-16,56	3,87	20,43			
	Fauna	Desplazamiento	-1,41	-1,41	-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-2,83	-2,83	3,87	-9,49	3,87	13,36			
	Paisaje	Calidad Del Paisaje	-1,41	-1,41	-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	3,46	3,46	-3,83	10,93	14,76			
SOCIO - ECONÓMICO	Económico	Empleo	2,45	3,00	2,24	3,00	5,92	7,07	5,92	5,92	5,92	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,00	2,00	-2,45	-2,45	-2,83	-2,83	3,87	-10,56	63,99	74,55			
		Vivienda	5,48	3,46	5,66	4,90	5,48	4,90	3,16	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	6,32	5,66	2,65	4,24	3,74	3,74	0	72,12	72,12			
	Social	Salud	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,00	-2,83	-2,45	-2,83	-2,83	-3,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-2,00	-2,00	-3,16	-2,83	-1,41	-29,50	0	29,50		
		Densidad Poblacional	3,46	3,16	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,32	5,66	2,65	4,24	3,74	3,74	0	36,98	36,98			
AFECTACIÓN NEGATIVA			-14,31	-13,49	-11,24	-5,83	-9,48	-15,08	-10,51	-7,73	-7,73	-9,16	-10,00	-9,14	-2,83	-7,73	-4,00	0,00	0,00	-2,00	-4,45	-33,45	-37,68	-1,41	217	217	215	433	
AFECTACIÓN POSITIVA			11,39	11,04	11,31	9,90	11,39	11,97	9,08	7,33	7,33	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,41	14,65	8,86	5,29	12,49	10,95	45,80	215				
TOTAL AFECTACIONES			25,70	24,53	22,55	15,73	20,87	27,05	19,59	15,06	15,06	13,03	13,86	13,01	6,69	11,59	7,86	3,41	14,65	10,86	9,74	45,93	48,62	47,22	433				

Durante la valoración de impacto ambiental se obtuvo un valor total del proceso constructivo de 423. Para clasificar este resultado según los criterios establecidos en la Tabla 4.6, se relaciona el valor total del impacto ambiental con la cantidad total de impactos considerados según la ecuación 4.2, permitiendo así determinar su categoría dentro de la escala de valoración.

$$IA_{cons} = \frac{\textit{Total Impacto Ambiental}}{\textit{Total Impactos}} \quad (4.2)$$

$$IA_{cons} = \frac{423}{151} = 2,80$$

$$IA_{cons} = 2,80$$

El Índice de Impacto Ambiental (IA) obtenido para el proceso constructivo es de 2.80, lo que, según la escala de valoración de impacto ambiental que se establece en la Tabla 4.4, lo clasifica como despreciable, lo que indica que el impacto generado no representa una afectación significativa al entorno y puede ser manejable dentro de los parámetros establecidos. Sin embargo, se recomienda implementar medidas de control preventivas y correctivas para garantizar que este impacto se mantenga dentro de los límites aceptables.

4.6 Medidas de prevención/mitigación

En el diseño sismo resistente de un edificio de cuatro pisos en estructura metálica, la implementación de medidas de prevención y mitigación es crucial para garantizar la seguridad estructural y minimizar los impactos negativos en el entorno durante su vida útil, a continuación, se presentan las estrategias para prevenir daños significativos en el medio ambiente.

1.6.1. Medidas de Prevención

Impactos

- Destrucción de la vegetación y hábitats naturales
- Emisión de gases contaminantes
- Generación de polvo y partículas
- Generación de ruido
- Generación de residuos
- Generación de desechos y escombros

Medidas de Prevención

1. Campañas de sensibilización para trabajadores y comunidades locales.
2. Programas de formación sobre prácticas sostenibles.
3. Capacitación al personal sobre el manejo adecuado de derrames de sustancias químicas.
4. Mantenimiento preventivo regular de maquinaria para minimizar emisiones.
5. Implementación de medidas como la hidratación periódica del suelo para minimizar la generación y dispersión de partículas
6. Supervisión continua del almacenamiento de materiales para identificar fugas tempranas.
7. Instalación de silenciadores en maquinaria ruidosa.

1.6.2. Medidas de Mitigación

Impactos

- Destrucción de la vegetación y hábitats naturales
- Emisión de gases contaminantes
- Generación de polvo y partículas
- Generación de ruido
- Generación de residuos
- Generación de desechos y escombros

Medidas de Mitigación

1. Limitar los horarios de operación de la maquinaria ruidosa.
2. Usar combustibles más limpios y menos contaminantes.
3. Reutilizar la madera del encofrado, en otras actividades durante el proceso constructivo, para reducir la producción de los residuos.
4. Llevar a cabo desalojos de manera periódica para minimizar la acumulación de escombros y residuos de construcción.
5. Clasificación de los residuos generados, separándolos de acuerdo con su tipo.
6. Diseño e implementación de protocolos para la atención inmediata de derrames o accidentes ambientales.
7. Almacenamiento adecuado de sustancias peligrosas.

El diseño del proceso de evaluación ambiental propuesto para la ejecución del proyecto se estructurará en los siguientes componentes:

- Diagnóstico Ambiental Inicial, donde se evaluarán las condiciones del entorno antes del desarrollo del proyecto.
- Monitoreo Ambiental durante esta etapa se realizará el seguimiento de indicadores claves, mediante la evaluación y control de la calidad del aire y del agua, así como los niveles de ruido.
- Gestión Integral de Residuo mediante la separación, almacenamiento y disposición final adecuada de los desechos que se complementará con simulaciones energéticas y estrategias de reciclaje para manejar los residuos generados durante la fabricación de piezas metálicas.
- Capacitación y Sensibilización, formación continua de todos los involucrados.
- Revisión y Actualización con el objetivo de identificar oportunidades de mejora y asegurar la eficacia continua.

Con estas medidas, se busca garantizar la sostenibilidad ambiental del proyecto y su integración con los lineamientos legales y normativos aplicables.

Capítulo 5

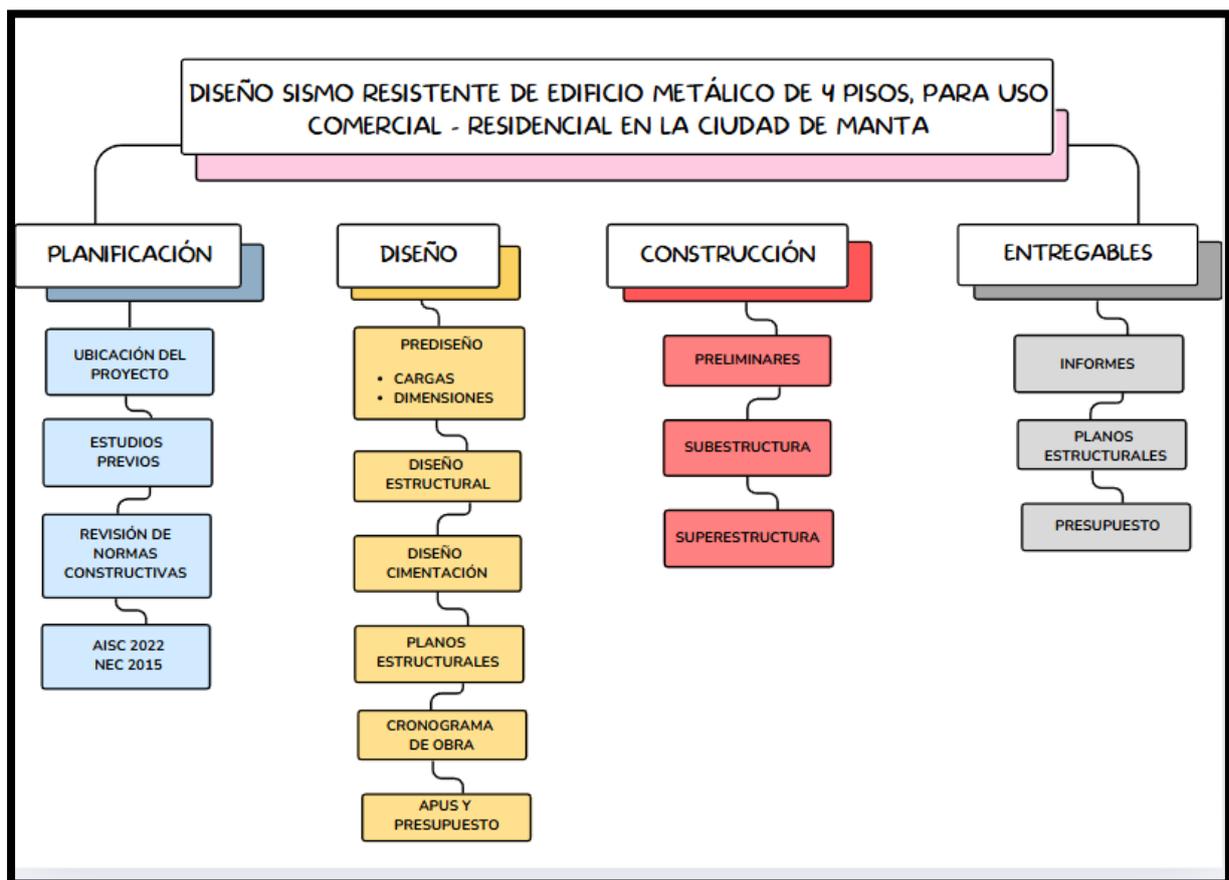
5. PRESUPUESTO

5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

En esta sección, se presenta la EDT desarrollada para el proyecto, desglosando los elementos clave en niveles que reflejan las relaciones entre tareas, dependencias y sub-dependencias como se muestra en la Figura 5.1. Este enfoque facilita la planificación, distribución de recursos y el control del avance, asegurando que todos los componentes sean considerados y ejecutados de manera eficiente.

Figura 5.1

Estructura de Desglose de Trabajo

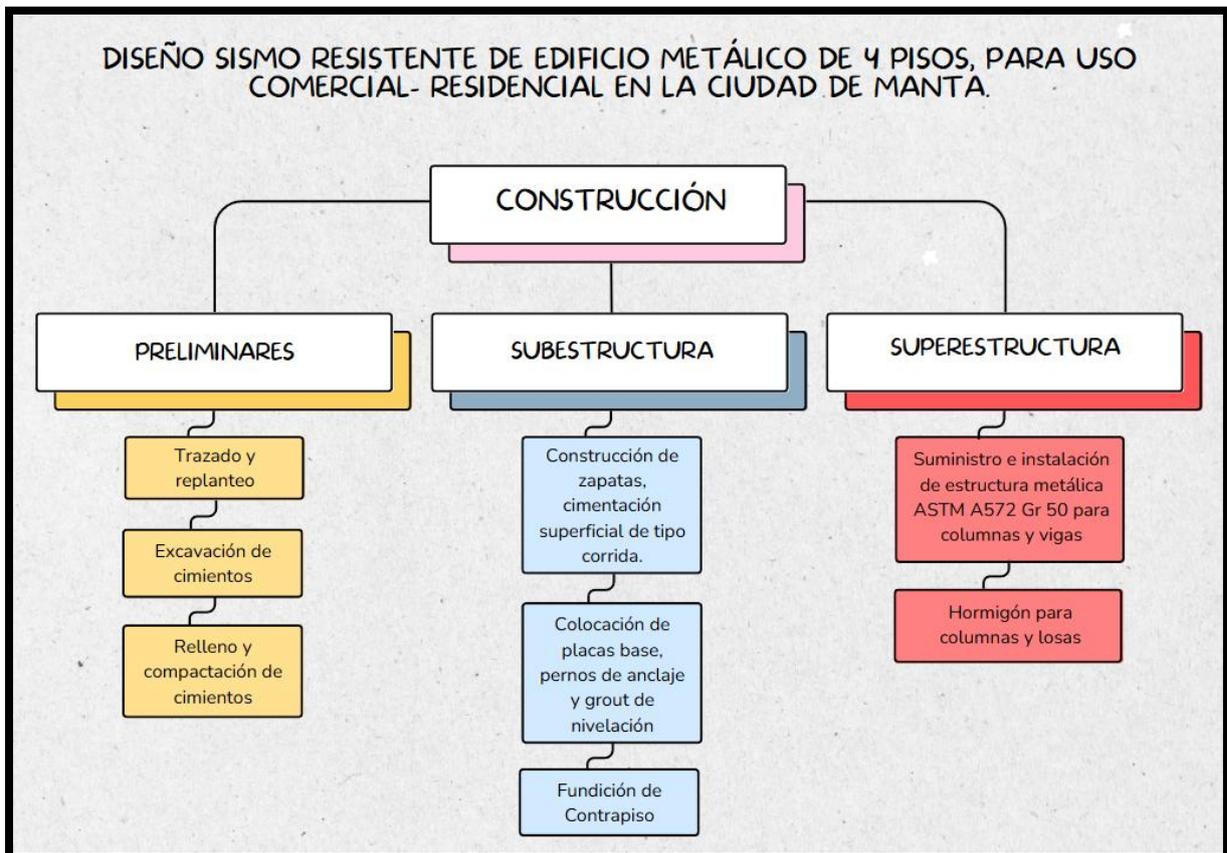


La Figura 5.2 ilustra de manera detallada el desglose de la etapa constructiva del proyecto, cubriendo cada fase de la obra. Este esquema abarca desde las actividades

preliminares hasta los acabados finales de la estructura principal, proporcionando una visión integral del proceso constructivo.

Figura 5.2

Estructura de Desglose de Trabajo de la etapa de Construcción



5.2 Rubros y análisis de precios unitarios

Los rubros y el análisis de precios unitarios incluyen una evaluación detallada de los costos actualizados para equipos, mano de obra, materiales y transporte, todos provenientes de las localidades más cercanas al sitio de la obra. Los valores utilizados se obtuvieron mediante cotizaciones directas a proveedores locales, así como a partir de las referencias oficiales de la Cámara de Construcción de Guayaquil y el portal de compras públicas del gobierno.

Este enfoque asegura una estimación precisa y contextualizada a las condiciones locales, alineada con los requerimientos específicos del proyecto. Adicionalmente, se ha considerado una compensación del 20% sobre los montos a pagar para cubrir los gastos indirectos asociados al proyecto, en la Figura 5.3 se presentan los rubros correspondientes a la ejecución del proyecto.

Figura 5.3
Rubros Del Proyecto

EDIFICIO METÁLICO DE USO COMERCIAL - RESIDENCIAL EN MANTA		
ITEM	RUBRO	UNIDAD
1.1	PRELIMINARES	
1.1.1	TRAZADO Y REPLANTEO	m2
1.1.2	EXCAVACIÓN DE CIMIENTOS	m3
1.1.3	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE CIMIENTOS	m3
1.2	SUBESTRUCTURA	
1.2.1	HORMIGÓN SIMPLE EN REPLANTILLO f'c=180kg/cm2	m3
1.2.2	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS fy=4200 kg/cm2	kg
1.2.3	HORMIGÓN PREMEZCLADO f'c=280kg/cm2. INCLUYE ENCOFRADO Y CURADO (ZAPATAS)	m3
1.2.4	PLACA BASE 600X600X20 mm ASTM A 572 Gr 50	u
1.2.5	CONJUNTO DE ANCLAJES PRE - INSTALADOS 20 mm perno F1554 Gr 105	u
1.2.6	GROUT DE NIVELACIÓN f'c=400 kg/cm2	m3
1.2.7	HORMIGÓN SIMPLE EN CONTRAPISO f'c=180 kg/cm2 e=5cm	m2
1.3	ESTRUCTURA METÁLICA	
1.3.1	SUMINISTRO Y FABRICACIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA ASTM A572 Gr 50 COLUMNAS	kg
1.3.2	HORMIGÓN PREMEZCLADO f'c=280kg/cm2. (COLUMNAS)	m3
1.3.3	SUMINISTRO Y FABRICACIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA ASTM A572 Gr 50 VIGAS	kg
1.3.4	HORMIGÓN SIMPLE EN LOSA f'c=280kg/cm2	m2
1.3.5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PLANCHA STEEL DECK e=0.76mm	m2
1.3.6	MALLA ELECTROSOLDADAD=8mm 150x150 mm fy = 5000 kg/cm2	m2

El desglose de costos y análisis de precios unitarios se encuentra en el Anexo C.

5.3 Descripción de cantidades de obra

La cuantificación de los diferentes rubros del proyecto se realizó siguiendo un proceso sistemático, apoyado en cálculos estructurales y especificaciones técnicas, en la Figura 5.4 Se puede observar las cantidades de obra.

Figura 5.4
Cantidades de Obra

CANTIDADES DE OBRA				
ITEM	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO
1.0	OBRAS CIVILES			
1.1	PRELIMINARES			
1.1.1	TRAZADO Y REPLANTEO	m2	380,16	\$3,30
1.1.2	EXCAVACIÓN DE CIMIENTOS	m3	166,95	\$9,10
1.1.3	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE CIMIENTOS	m3	53,58	\$6,86
1.2	SUBESTRUCTURA			
1.2.1	HORMIGÓN SIMPLE EN REPLANTILLO $f'c=180\text{kg/cm}^2$	m3	6,34	\$190,47
1.2.2	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS $f_y=4200\text{ kg/cm}^2$	kg	7018,78	\$2,40
1.2.3	HORMIGÓN PREMEZCLADO $f'c=280\text{kg/cm}^2$. INCLUYE ENCOFRADO Y CURADO (ZAPATAS)	m3	70,7	\$276,68
1.2.4	PLACA BASE 600X600X20 mm ASTM A 572 Gr 50	u	9,0	\$2.165,74
1.2.5	CONJUNTO DE ANCLAJES PRE - INSTALADOS 20 mm perno F1554 Gr 105	u	108,0	\$138,68
1.2.6	GROUT DE NIVELACIÓN $f'c=400\text{ kg/cm}^2$	m3	0,3	\$2.310,81
1.2.7	HORMIGÓN SIMPLE EN CONTRAPISO $f'c=180\text{ kg/cm}^2$ $e=5\text{cm}$	m2	380,16	\$19,46
1.3	SUPERESTRUCTURA			
1.3.1	SUMINISTRO Y FABRICACIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA ASTM A572 Gr 50 COLUMNAS	kg	21724	\$3,15
1.3.2	HORMIGÓN PREMEZCLADO $f'c=280\text{kg/cm}^2$. (COLUMNAS)	m3	15,64	\$254,00
1.3.3	SUMINISTRO Y FABRICACIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA ASTM A572 Gr 50 VIGAS	kg	57615	\$3,15
1.3.4	HORMIGÓN SIMPLE EN LOSA $f'c=280\text{kg/cm}^2$	m3	112,95	\$274,45
1.3.5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PLANCHA STEEL DECK $e=0.76\text{mm}$	m2	1510	\$13,21
1.3.6	MALLA ELECTROSOLDADAD=8mm 150x150 mm $f_y = 5000\text{ kg/cm}^2$	m2	1510	\$9,21

A continuación, se describe el procedimiento utilizado para el cálculo de las cantidades de acero de refuerzo, el volumen de los elementos estructurales, el volumen de excavación y relleno de los cimientos, así como las cantidades del acero estructural y el volumen de hormigón de relleno en las columnas.

Cálculo del acero de refuerzo

- Determinación de la longitud efectiva

Se calculó la longitud efectiva de cada barra de acero requerida en función del diseño estructural, se consideró la geometría de los elementos, incluyendo anclajes y traslapes según las especificaciones del diseño.

- Multiplicación por la cantidad de barras

Una vez obtenida la longitud efectiva, esta se multiplicó por el número de barras necesarias para cada cimentación, de acuerdo con los planos y el diseño estructural.

➤ Cálculo del peso de acero

Se utilizó el peso unitario del acero, proporcionado en las especificaciones técnicas del material (en kg/m), para convertir la longitud total de las barras en peso. Esto permitió determinar la cantidad total de acero requerido por cada elemento estructural.

Cálculo del volumen de los elementos estructurales

➤ Determinación de dimensiones

Las dimensiones de los elementos estructurales, como cimientos, columnas y losas, se tomaron de los planos constructivos y del diseño estructural.

➤ Cálculo del volumen

El volumen de cada elemento se obtuvo multiplicando sus dimensiones: ancho, alto y largo. Este cálculo se realizó para cada tipo de elemento de manera independiente, asegurando que se consideraran los espesores y configuraciones específicas de diseño.

➤ Agrupación por rubros

Los volúmenes calculados se agruparon por rubros específicos, como cimentaciones, columnas, y losas, para facilitar la cuantificación global y la generación de presupuestos.

Cálculo del volumen de excavación y relleno de los cimientos

➤ Volumen de excavación

Se determinó el volumen de excavación multiplicando las dimensiones de las áreas de cimentación: largo, ancho y profundidad, además, se consideraron las dimensiones totales de las excavaciones, incluyendo el espacio adicional necesario para la colocación del concreto y las actividades de obra.

➤ Volumen de relleno

El volumen de relleno se calculó restando el volumen del concreto de cimentación (determinando previamente) al volumen de excavación. Este cálculo considera el material de relleno compactado necesario para nivelar o cubrir las cimentaciones.

➤ Ajustes por esponjamiento y compactación

Para mayor precisión, se aplicaron factores de esponjamiento y compactación al volumen de excavación y relleno en este caso se consideró un factor de 1.2.

Las secciones transversales se modelaron en AutoCAD, mientras que los cálculos finales se sistematizaron en hojas de cálculo de Excel.

Cálculo del volumen del grout placas de anclaje

Para calcular el volumen del grout en las placas de anclaje, se determinó el área de la base de la placa y la altura del grout a colocar.

Cálculo de la cantidad de pernos de anclaje

Se determinó la instalación de 12 pernos de 20 mm de diámetro por cada placa de anclaje, considerando que estas se colocan en la base de las columnas sobre la cimentación. Dado que el proyecto incluye un total de 9 columnas, se calcularon 108 pernos de anclaje en total.

Cálculo del acero estructural

➤ Determinación del peso de vigas

Para el cálculo del peso se obtuvo el volumen de cada sección de viga y se lo multiplicó por la densidad del acero 7850 kg/m^3 , obteniendo un total de 57615 kg de acero en vigas de la edificación. Al valor del peso total de vigas se le aumentó un 5% correspondiente a los rigidizadores que requieren los elementos.

➤ Determinación del peso de columnas

Para el cálculo del volumen de cada sección de columna se restó el área que ocupa el relleno de hormigón del área total de la sección, obteniendo el área de la placa de acero y se multiplicó por la longitud de la sección. Una vez calculado el volumen se lo multiplicó por la densidad del acero, obteniendo un total de 21724 kg de acero en columnas de la edificación. Al valor del peso total de columnas se le aumento un 15% correspondiente a secciones dentro de la columna que permiten que el acero y el relleno de hormigón trabajen como una sola sección.

Cálculo del volumen de hormigón en columnas

➤ Volumen de relleno de columnas

El área de hormigón calculado previamente en la sección anterior se multiplicó por la longitud de la columna, obteniendo un total de 15.64 m³ de relleno en las columnas.

5.4 Valoración integral del costo del proyecto

En la Figura 5.5 se presenta el presupuesto referencial del proyecto, el análisis incluye la determinación de costo total. Este presupuesto abarca materiales, mano de obra, transporte, equipos y costos indirectos.

Figura 5.5

Presupuesto Referencial de Obra

EDIFICIO METÁLICO DE USO COMERCIAL - RESIDENCIAL EN MANTA						
PRESUPUESTO REFERENCIAL DE OBRA						
ITEM	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
1.0	OBRAS CIVILES					
1.1	PRELIMINARES					\$ 3.140,03
1.1.1	TRAZADO Y REPLANTEO	m2	380,16	\$3,30	\$ 1.253,62	
1.1.2	EXCAVACIÓN DE CIMIENTOS	m3	166,95	\$9,10	\$ 1.519,07	
1.1.3	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE CIMIENTOS	m3	53,58	\$6,86	\$ 367,34	
1.2	SUBESTRUCTURA					\$ 80.160,56
1.2.1	HORMIGÓN SIMPLE EN REPLANTILLO f'c=180kg/cm2	m3	6,34	\$190,47	\$ 1.207,57	
1.2.2	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS fy=4200 kg/cm2	kg	7018,8	\$2,40	\$ 16.845,07	
1.2.3	HORMIGÓN PREMEZCLADO f'c=280kg/cm2. INCLUYE ENCOFRADO Y CURADO (ZAPATAS)	m3	70,72	\$276,68	\$ 19.565,85	
1.2.4	PLACA BASE 600X600X20 mm ASTM A 572 Gr 50	u	9,0	\$2.165,74	\$ 19.491,66	
1.2.5	CONJUNTO DE ANCLAJES PRE - INSTALADOS 20 mm perno F1554 Gr 105	u	108,0	\$138,68	\$ 14.977,44	
1.2.6	GROUT DE NIVELACIÓN f'c=400 kg/cm2	m3	0,2925	\$2.310,81	\$ 675,91	
1.2.7	HORMIGÓN SIMPLE EN CONTRAPISO f'c=180 kg/cm2 e=5cm	m2	380,16	\$19,46	\$ 7.397,06	
1.3	SUPERESTRUCTURA					\$ 318.385,89
1.3.1	SUMINISTRO Y FABRICACIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA ASTM A572 Gr 50 COLUMNAS	kg	21724	\$3,15	\$ 68.330,73	
1.3.2	HORMIGÓN PREMEZCLADO f'c=280kg/cm2. (COLUMNAS)	m3	15,64	\$254,00	\$ 3.971,50	
1.3.3	SUMINISTRO Y FABRICACIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA ASTM A572 Gr 50 VIGAS	kg	57615	\$3,15	\$ 181.224,53	
1.3.4	HORMIGÓN SIMPLE EN LOSA f'c=280kg/cm2	m3	112,95	\$274,45	\$ 30.999,59	
1.3.5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PLANCHA STEEL DECK e=0,76mm	m2	1510	\$13,21	\$ 19.947,75	
1.3.6	MALLA ELECTROSOLDADAD=8mm 150x150 mm fy = 5000 kg/cm2	m2	1510	\$9,21	\$ 13.911,78	
COSTO TOTAL DEL PROYECTO						\$ 401.686,48

El costo total estimado del proyecto asciende a \$401.686.48 valor obtenido en base al análisis detallado de las cantidades de obra, así como de los precios unitarios correspondientes.

En cuanto a la evaluación económica se calcularon los siguientes costos. El primero corresponde al costo de la superestructura por m² de construcción. Para este cálculo se consideró un área de cada piso de 380.5 m² y 4 pisos. Este costo resultó en US\$ 209/m². El segundo corresponde al costo total de la estructura por m² total de construcción. Para este cálculo se consideró un área de cada piso de 380.5 m² y 4 pisos.

Este costo resultó en US\$ 264/m².

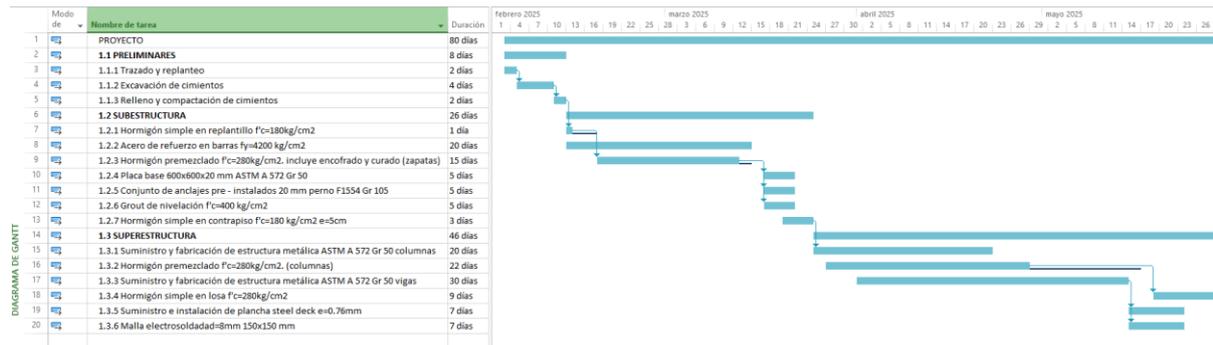
5.5 Cronograma de obra

En esta sección se presenta el cronograma detallado del proyecto como se aprecia en la Figura 5.6, integrando todas las etapas y actividades necesarias para su ejecución. Se han identificado tanto las tareas individuales como aquellas que pueden desarrollarse de forma simultánea, con el objetivo de

optimizar los tiempos y recursos. Este análisis proporciona una visión clara, estructurada y realista del tiempo requerido para completar el proyecto, sirviendo como una herramienta clave para garantizar su implementación exitosa.

Figura 5.6

Cronograma de Obra



Tal como se observa en el cronograma, se cuantificó una duración total de 80 días (10 semanas) para el proyecto. Este tiempo fue calculado considerando un horario de trabajo de 8 horas diarias, de lunes a viernes, de 8:00 a 17:00 horas. En total, el proyecto contará con 40 horas efectivas de trabajo por semana (8 horas/día × 5 días/semana).

Adicionalmente, se ha considerado la inclusión de los feriados nacionales, lo que podría influir en la cantidad de días laborables disponibles. Estos días no laborables han sido debidamente ajustados dentro del cronograma para asegurar que el proyecto se cumpla dentro del plazo establecido, sin comprometer la calidad ni la eficiencia en la ejecución de las actividades.

Este análisis proporciona una visión clara y precisa de la planificación temporal, permitiendo una gestión efectiva del tiempo y los recursos para alcanzar los objetivos del proyecto en el plazo previsto.

En la Figura 5.7 se muestran las rutas críticas del proyecto, las cuales indican que cualquier retraso en una de estas actividades provocará un impacto directo en la fecha de finalización del proyecto. Las actividades destacadas en rojo son especialmente críticas y deben ser gestionadas con sumo cuidado para evitar retrasos que afecten el cumplimiento del plazo establecido.

Figura 5.7

Rutas Críticas del Proyecto



Evaluación Final de Alternativas

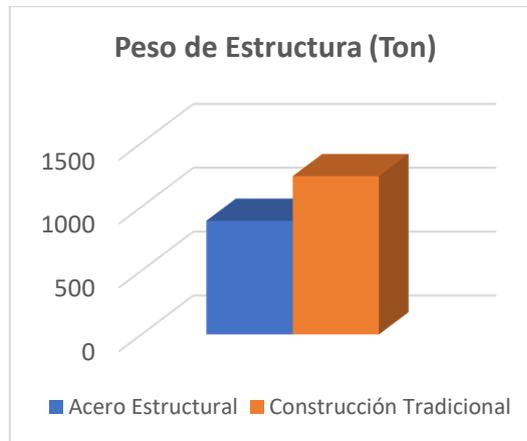
Para una correcta evaluación de eficiencia de la alternativa en acero estructural, se comparó los resultados obtenidos con el diseño en sistema tradicional realizado por (De La Puerta & Merchán, 2024) con un área y pilarización igual al detallado en la alternativa 1 del capítulo 2 de este proyecto (véase la Figura 2.9).

➤ *Peso de la estructura*

El sistema de acero estructural tiene un peso total de 890 Ton, respecto al sistema tradicional donde la estructural pesa un total de 1239 Ton. Esto representa una reducción del 28% en el peso de la estructura como se aprecia en la Figura 5.8.

Figura 5.8

Evaluación integral del peso de la estructura entre el acero estructural y la construcción tradicional

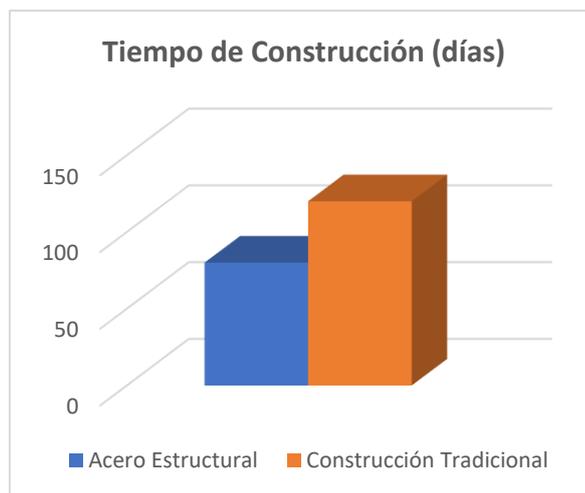


➤ *Tiempo de construcción*

Por otra parte, el tiempo de construcción de obra gris se redujo un 33% al pasar de 120 a 80 días como se observa en la Figura 5.9.

Figura 5.9

Evaluación integral de tiempo de construcción entre el acero estructural y la construcción tradicional



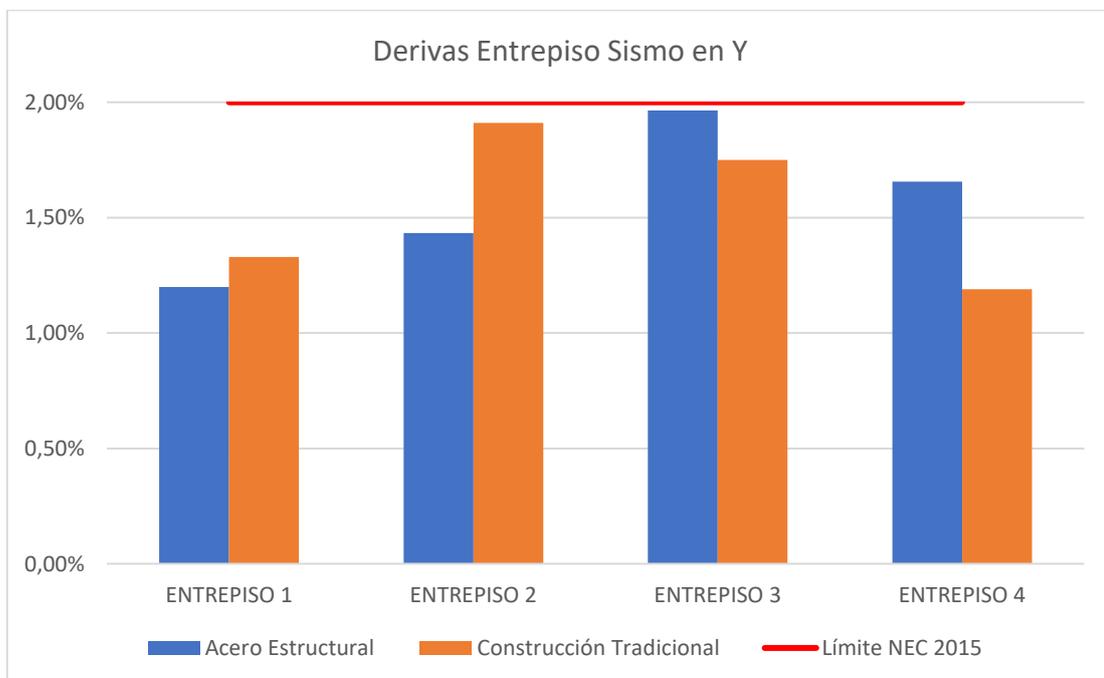
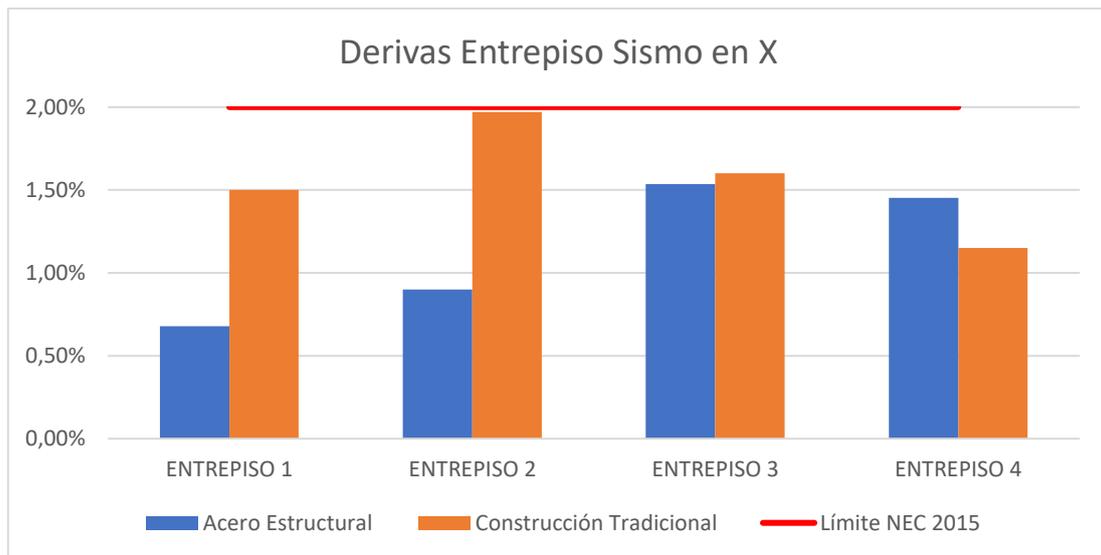
➤ *Desempeño sísmico*

Las derivas permitieron evaluar el desempeño sísmico de los sistemas estructurales. En la Figura 5.10 se puede observar que la alternativa del edificio en acero estructural, a pesar de tener

menos del 50% de columnas en comparación con el sistema tradicional, en general tiene menores derivas y consecuentemente un mejor desempeño sismorresistente.

Figura 5.10

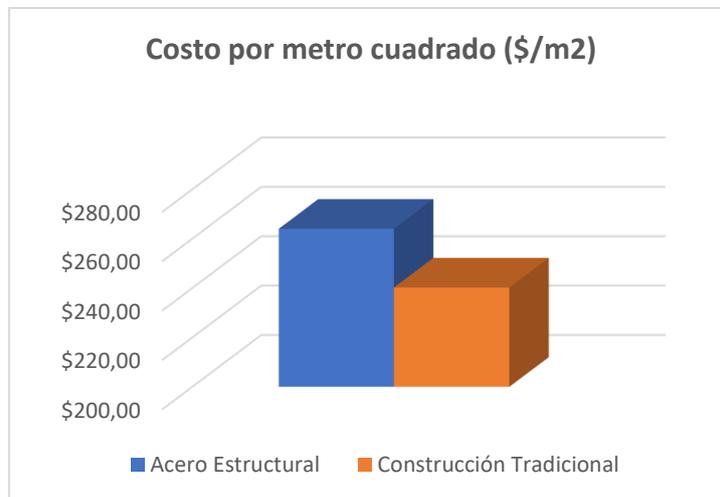
Evaluación integral del desempeño sísmico de construcción entre el acero estructural y la construcción tradicional



➤ Costo de obra gris

En el sistema tradicional el costo del proyecto es de \$365.311,01 (240 \$/m²); el sistema en acero estructural tiene un incremento de valor del 9.7 % La Figura 5.11 presenta la evaluación integral de costo de construcción por metro cuadrado de los sistemas propuestos.

Figura 5.11
Evaluación integral de costo de construcción entre el acero estructural y la construcción tradicional



Capítulo 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La comparación entre los sistemas estructurales de pórticos resistentes a momentos de acero estructural para grandes luces y el sistema tradicional de hormigón armado ha permitido realizar un análisis enfocado en la eficiencia de aspectos técnicos, económicos y ambientales, con base en las características específicas de cada sistema. Del análisis se obtuvo:

- La implementación de acero estructural permitió optimizar la pilarización en más del 50%, reduciendo la cantidad de materiales y tiempo de ensamblaje de elementos estructurales requerido. A su vez, una pilarización con menor número de columnas significa un mayor aprovechamiento de espacios por parte del cliente, que en edificios de carácter comercial es una ventaja competitiva.
- La elección de secciones de acero rellenas de hormigón permitió el uso de columnas relativamente pequeñas con respecto proyectos donde no se aplica este criterio.
- La modelación en el software de análisis estructural indica que la reducción del número de columnas no comprometió los límites de serviciabilidad y capacidad acorde a la especificación AISC 2022 y NEC 2015. En consecuencia, la estructura diseñada resultó en una edificación más ligera que la edificación con construcción tradicional.
- La fabricación en taller y velocidad de ensamblaje de elementos estructurales redujo en un 33% el tiempo de construcción. Esto beneficia al contratista para poder entregar estructuras eficientes de forma más rápida, y a su vez beneficia al cliente que puede recuperar en un tiempo menor su inversión.

- Por su gran resistencia, con un correcto mantenimiento, las estructuras de acero pueden tener una vida útil mucho mayor que las tradicionales. En caso de la necesidad de expansión o modificaciones, el acero estructural permite el ensamblaje rápido de elementos. Por el contrario, de ser necesaria la remoción de secciones, el acero es reutilizable, a diferencia del hormigón donde se requiere demoler y los escombros no se pueden reutilizar. Estos beneficios favorecen la inversión del cliente a largo plazo.
- Pese a la reducción de columnas y tiempo de construcción, el sistema de acero estructural conlleva un presupuesto mayor con un costo total de \$264 por metro cuadrado de construcción. En comparación con el sistema tradicional, el precio aumentó en un 9.7 %. Adicionalmente, en comparación con proyectos recientes en el mercado ecuatoriano donde los valores se encuentran entre los \$230 a \$300 por metro cuadrado, la alternativa de un edificio metálico es una alternativa competente.

Respecto al impacto ambiental del sistema de acero estructural se concluye lo siguiente:

- El proyecto presenta un impacto neto positivo debido a los beneficios socioeconómicos derivados de la generación de empleo directo e indirecto en la ciudad de Manta, contribuyendo significativamente al desarrollo socioeconómico de la región, al fomentar la creación de oportunidades laborales y espacios residenciales que mejoran la calidad de vida de la población local.
- La ejecución del proyecto, siempre que se cumpla con las medidas de mitigación y prevención, aporta significativamente al desarrollo sostenible de la región.
- La elección de acero permite el reciclaje del esqueleto estructural de la obra al finalizar su vida útil a diferencia de una estructura tradicional.

- La generación de ruido durante la fase de construcción, que afecta tanto a la población cercana como a los ecosistemas locales resalta la necesidad de medidas de control acústico.

Aunque inicialmente la metodología de edificios metálicos de grandes luces presenta un costo algo mayor que el sistema tradicional en hormigón armado, sus beneficios son más y mayores a corto y largo plazo. Se comprueba que el diseño en acero estructural para un edificio de 4 pisos es un opción competitiva y eficiente que favorece a todas las partes involucradas.

6.2 Recomendaciones

El presente proyecto ha permitido analizar las ventajas y desafíos del uso del acero estructural en comparación con el sistema tradicional de hormigón armado. Los resultados obtenidos destacan la superioridad del acero en términos de reducción de peso, flexibilidad, capacidad de disipación de energía sísmica y disminución de tiempos de construcción. Sin embargo, también se evidenció un incremento en los costos de la obra gris, que requiere ser considerado dentro de los análisis de viabilidad económica.

En este contexto, las recomendaciones que se presentan a continuación están orientadas a maximizar los beneficios del acero estructural, promover su implementación en proyectos futuros y abordar las oportunidades de mejora identificadas durante el desarrollo de este estudio. Estas propuestas buscan contribuir al avance del sector de la construcción, alineándose con criterios de sostenibilidad, eficiencia y desempeño estructural.

- Con base en los resultados obtenidos, se recomienda fomentar el uso del acero estructural en proyectos de construcción de grandes luces, especialmente en zonas con alta actividad sísmica.

- Es necesario elaborar y actualizar normativas nacionales que contemplen de manera más específica el diseño, construcción y mantenimiento de estructuras de acero. Esto permitirá estandarizar su uso y garantizar la calidad y seguridad de las edificaciones.
- Aunque el acero estructural incrementa los costos de la obra gris en un 29.7 % en este proyecto, es importante realizar estudios adicionales para evaluar su impacto en diferentes tipos de proyectos (viviendas, edificios comerciales, puentes, entre otros) y demostrar su viabilidad económica considerando los ahorros en tiempo de construcción y materiales. Este análisis debe considerar los costos de mantenimiento de estructuras metálicas.
- Se recomienda profundizar en investigaciones que busquen optimizar el diseño de las estructuras de acero, reduciendo aún más la cantidad de material utilizado sin comprometer la seguridad y el desempeño estructural. Como ejemplo, se puede investigar los procesos constructivos en acero estructural de países desarrollados donde la automatización de los procesos reduce significativamente los tiempos de construcción.
- El análisis ambiental muestra un impacto positivo del acero estructural según la matriz de Leopold. Es necesario realizar estudios de ciclo de vida completos que incluyan aspectos como reciclabilidad, emisiones de carbono durante la fabricación y transporte, y el impacto ambiental en comparación con otros materiales de construcción.
- Para optimizar aún más los tiempos de construcción, se recomienda invertir en el desarrollo de tecnologías avanzadas para conexiones y ensamblajes de estructuras de acero. Esto incluye el uso de métodos prefabricados y sistemas modulares.
- Aunque los resultados muestran un desempeño sísmico competitivo del acero estructural, se sugiere realizar análisis adicionales que evalúen su comportamiento en

diferentes tipos de suelo, alturas de edificación y condiciones de carga. Esto permitirá validar su aplicabilidad en diversos escenarios.

7. REFERENCIAS

- ACI Committee 318. (2019). ACI CODE-318-19(22): Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary (Reapproved 2022). In American Concrete Institute.
- Aguiar, R., Aguiar, R., Andrango, K., Araujo, A., Aroca, J., Arostegui, M., Burbano, A., Bustamante, L., Calderón, D., Cando, D., Cevallos, A., Chamorro, M., Chipantiza, K., Criollo, D., Erazo, J., Estacio, S., Gaibor, K., Guacho, J., Hidalgo, J., ... Calderon, H. (2018). COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIOS AFECTADOS POR EL TERREMOTO DE 2016 EN MANTA. PRIMERA PARTE. *Ciencia*, 19(3), 363–387. <https://doi.org/10.24133/ciencia.v19i3.541>
- AISC. (2010). Specification for Structural Steel Buildings, ANSI / AISC 360-16. American Institute of Steel Construction.
- AISC. (2022). Seismic Provisions for Structural Steel Buildings. American Institute of Steel Construction.
- American Institute of Steel Construction. (2010). Specification for Structural Steel Buildings ANSI/AISC 360-10. American Institute of Steel Construction.
- American Society of Civil Engineers ANSI/ASCE. (1992). Standard for the structural design of composite slabs. In ANSI/ASCE Standards, Engineering Practices.
- ASCE. (2022). Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures (ASCE/SEI 7-22). In ASCE.
- Cevallos-Velásquez, O. A., Guerra-Valladares, M. D., Marcillo-Zapata, C. A., & Quinatoa-Martínez, J. G. (2024). Evolución histórica de las normativas de diseño sismo resistente en América Latina. Casos de estudio: Colombia, Ecuador, Perú, Chile. *Revista*

Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación. ISSN: 2737-6249., 7(13 Ed. esp.), 2–25. <https://doi.org/10.46296/IG.V7I13EDESCPJUN.0195>

Chicaiza Chamorro, E. V. (2009). Especificaciones técnicas y anexos de leyes aplicadas a las obras civiles. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1173>

De La Puerta Quiroz, J. L., & Merchán Moncayo, E. V., & Rojas Cruz, P. D. (2024). Diseño de losas postensadas y del proceso constructivo para un edificio comercial-residencial de cuatro pisos en la ciudad de Guayaquil-Ecuador.

Domínguez Gutiérrez, J., & López Ramírez, X. (2021). EVALUACIÓN POS SISMO DE LAS EDIFICACIONES DE LA CIUDAD DE MANTA LUEGO DEL TERREMOTO DEL 16A. *Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras*, 26(4), 667–711. <https://doi.org/10.24133/RIIE.V26I4.2636>

El clima en Manta, el tiempo por mes, temperatura promedio (Ecuador) - Weather Spark. (2024). <https://es.weatherspark.com/y/18307/Clima-promedio-en-Manta-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>

El paseo turístico de Manta impregnado de naturaleza – REVISTA DE MANABÍ. (2022). <https://revistademanabi.com/2022/12/08/el-paseo-turistico-de-manta-impregnado-de-naturaleza/>

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE MANTA. (n.d.).

Herrera Campuzano, Y. P., & Pacheco Bustos, C. A. (2024). Estudio de impactos ambientales sobre alternativas de sistemas de saneamiento para la solución de vertimientos en la zona costera del distrito de Riohacha, en La Guajira, Colombia. *Revista Ingenio*, ISSN-e 2389-864X, ISSN 2011-642X, Vol. 21, N° 1, 2024 (Ejemplar Dedicado a: Enero - Diciembre), Págs. 21-28, 21(1), 21–28.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9600705&info=resumen&idioma=EN>

G

Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hanshaw, B. B., & Balsley, J. R. (1971). A procedure for evaluating environmental impact. Circular. <https://doi.org/10.3133/CIR645>

Manta – primer puerto pesquero del Ecuador – manta.gob.ec. (2024).

<https://manta.gob.ec/manta-primer-puerto-pesquero-del-ecuador/>

Matriz de Leopold: Evaluación de Impacto Ambiental. (2024).

<https://evaluaciondeimpactoambiental.com/matriz-de-leopold-evaluando-los-impactos-ambientales/>

MIDUVI, M. de D. U. y V., & SGR, S. de G. de R. (2015). 5 Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015. Norma Ecuatoriana de La Construcción, 5, 1–185.

<https://n9.cl/403t6>

NEC-SE-DS. (2015). NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN - NEC NEC-SE-DS CARGAS SÍSMICAS DISEÑO SISMO RESISTENTE. In Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

Ormaza Giler, J. X., Tinoco Ruilova, Y. A., & Rojas Cruz, P. D. (2021). Diseño estructural de una edificación de 4 pisos ubicado en manta, implementando la metodología bim.

<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/52209>

Quinde Martínez, P., & Reinoso Angulo, E. (2016). Estudio de peligro sísmico de Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la Ciudad de Cuenca. Ingeniería Sísmica, 94, 1–26. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-092X2016000100001&lng=pt&nrm=iso&tlng=es)

[092X2016000100001&lng=pt&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-092X2016000100001&lng=pt&nrm=iso&tlng=es)

Viera Arroba, L. P., Quizanga Martínez, D. M., & Andino Carranco, J. L. (2020). Análisis estático no lineal de edificios aporticados de hormigón armado aplicando normativa ecuatoriana, colombiana y peruana. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 1(1). <https://doi.org/10.29166/revfig.v1i1.2186>

Zarate, A., Andrade, A., Jaramillo, K., Mendoza, K., & Toapanta, L. (2023). Evaluación del riesgo sísmico en Ecuador mediante el uso del software R-Crisis. *Green World Journal*, 6(3), 093–093. <https://doi.org/10.53313/gwj62093>

Anexo A

Estudio de Suelo



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS

1. ANTECEDENTES.

El Arquitecto que tiene a su cargo la ejecución de los estudios de Ingeniería previos a la respectiva construcción, de un EDIFICIO PROPIEDAD DE LA COMPAÑÍA TXOPITUMA ECUADOR CIA. LTDA. R.U.C. 1391768567001 ubicada en la Calle Publica entre Av. Dos y Av. Tres del Cantón Manta, Provincia de Manabí, ha contratado con la empresa LUPCONSTRUC S.A. la realización de los estudios de mecánica de suelo en los lugares donde se tiene previsto la construcción.

Una vez realizado los trabajos de campo y de laboratorio hemos obtenido los siguientes resultados que mostramos a continuación.

2. OBJETIVO.

El alcance del presente estudio tiene como objetivos específicos lo siguiente:

- Determinar el perfil estratigráfico del sub-suelo del proyecto, por medio de la calificación de los materiales encontrados y recuperados durante las investigaciones geotécnicas.
- Conocer las características del sub-suelo de fundación, por medio de tomas de muestras y ensayos de laboratorio.
- Determinar la capacidad de carga admisible del sub-suelo de acuerdo a las obras proyectadas.

3. ESTRUCTURAS PROYECTADAS

Se proyecta construir un Edificio para oficinas y varios con estructura de hormigón armado, cuya altura es de 5 pisos y su longitud es variable.

4. TRABAJOS DE RECONOCIMIENTOS

Con el fin de conocer las características del sub-suelo del terreno, se realizó cuatro perforaciones a rotación-percusión hasta los 15.00 metros de profundidad, medidas a partir del perfil actual del terreno.

La profundidad de perforación se indica en la siguiente tabla

Sondeo	Ubicación Coordenadas	Abscisa(metro)	Cota(msnm)	Profundidad (metro)
P-1	9895484 0530701			15.00
P-2	9895492 0530711			15.00
P-3	9895498 0530706			15.00
P-4	9895500 0530702			15.00

La perforación se llevó a cabo utilizando máquina y el equipo de perforación S.P.T tal como se observan en las fotografías adjuntas de los anexos 1.

Adicionalmente para la investigación se utilizó un equipo de tubería de perforación y revestimiento, muestreadores tipo cuchara partida y herramientas menores.

Durante el avance de las perforaciones se realizaron pruebas de penetración estándar SPT, con recuperación de muestras, registrando los valores de "N" para los últimos 30 cm. de penetración de un muestreador del tipo cuchara partida y herramienta menor, de acuerdo con la norma ASTM D-1586. Estos valores, así como las características de los suelos encontrados se indican en el registro de perforación, adjunto anexo No. 2

Las muestras recuperadas durante el ensayo S.P.T fueron identificadas y clasificadas en sitio por el ingeniero jefe de campo, mediante el método de clasificación manual visual propuesto por el S.U.C.S.

5. TRABAJOS DE LABORATORIO

Para complementar la información obtenida en campo, se realizaron ensayos de laboratorio con muestras inalteradas representativas de cada sondeo.

Los ensayos realizados son:

- Contenido de humedad ASTM D-2216
- Granulometría ASTM D-422
- Límites de Atterberg ASTM D-4318

Los resultados obtenidos en estos ensayos se utilizaron para realizar la clasificación de los suelos de acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelo (SUSC), según las normas ASTM D-2487. En los anexos se presentan los reportes de los ensayos de laboratorio.

6. PERFILES Y CARACTERÍSTICAS GEOTECNICAS

De acuerdo a los materiales encontrados durante la investigación en campo y los resultados de las pruebas en el laboratorio, permiten definir el perfil estratigráfico del sub-suelo y sus respectivas características.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15), considerando el potencial sísmico y el evento con probabilidad de excedencia del 10% en 50 años (periodo de retorno de 475 años) presenta un mapa de iso-aceleraciones para determinar un valor “Z” de cada zona sísmica (área entre isolíneas) que representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresado como fracción de la aceleración de la gravedad.

En el mapa de zonificación sísmica se considera una saturación de 0.5g de los valores de aceleración sísmica en roca en la zona costera, básicamente por la proximidad a la fuente sismo-tectónica, la fosa del cinturón circunpacifico.

Considerando la ubicación geográfica del proyecto y con referencia al mapa de Zonificación Sísmica para Diseño (NEC-2015), el sitio de estudio se encuentra en la Zona Sísmica VI, lo cual representa un factor Z de 0.50 g de aceleración máxima esperada en roca.

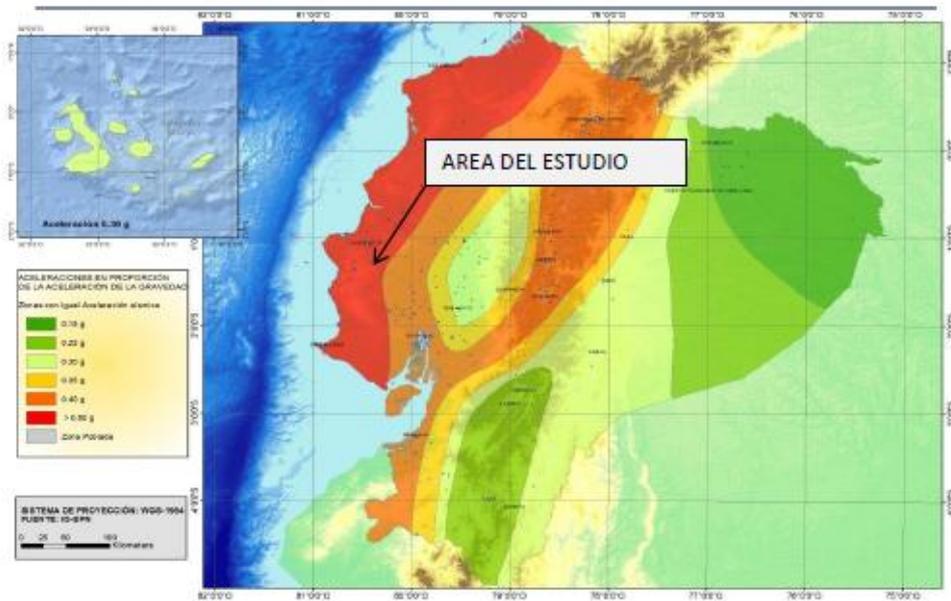


Fig. 16: Ubicación del área del estudio en el mapa de Zonificación Sísmica en el Ecuador

CUADRO No. 3: FACTORES Z PARA ZONAS DEL MAPA DE ZONIFICACIÓN SISMICA DEL ECUADOR						
Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Todo el territorio ecuatoriano está catalogado como amenaza sísmica alta, con excepción del Nororiente ecuatoriano que presenta una amenaza sísmica intermedia y el litoral que presenta una amenaza sísmica muy alta.

6.1 ZONIFICACION SISMICA LOCAL

Para la evaluación de los efectos locales de la respuesta sísmica, la NEC-SE-DS define seis tipos de perfil de suelo. Los efectos locales de la respuesta sísmica de la edificación deben evaluarse en base a los perfiles de suelo, independientemente del tipo de cimentación. Los parámetros utilizados son los correspondientes a los 30 metros superiores del perfil litológico. En la tabla siguiente se indican los criterios de clasificación de los tipos de perfiles de suelo para el diseño sísmico.

CUADRO No. 4: CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO SEGÚN NEC-15		
Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s $> V_s \geq 780$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	780 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 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 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
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:	
	F1—Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	F2—Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	
	F3—Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con índice de Plasticidad IP > 75)	
	F4—Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 30m)	
	F5—Suelos con contrastes de impedancia o ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.	
F6—Rellenos colocados sin control ingenieril.		

De 4 perforación se obtuvo un valor de N60 promedio de 26.3 golpes.

En base a los parámetros obtenidos, de acuerdo a la Tabla 2 de la NEC-2015 se clasifica el suelo, sin los valores de Vs se encuentran en el límite entre los tipos D y E, la evaluación de resistencia al corte promedio determinan la clasificación como Tipo D.

6.2 Descripción del Subsuelo

En general el sub-suelo del sitio donde se realizaron los sondeos, esta caracterizado por los siguientes estratos:

Perforación 1

PROFUNDIDAD (metros)		DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION SUCS
DESDE	HASTA		
0.00	7.00	Arena limosa mezcla de arena y limo muy consistente.	SM
7.00	15.00	Grava mal graduada mezcla de grava arena y limos con poco o nada de finos muy consistente.	GP/GM

Perforación 2

PROFUNDIDAD (metros)		DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION SUCS
DESDE	HASTA		
0.00	2.00	Arcillas inorgánicas de baja plasticidad consistente y muy consistente.	CL
2.00	6.00	Arena limosa mezcla de arena y limo consistente y muy consistente.	SM
6.00	15.00	Grava mal graduada mezcla de grava arena y limos con poco o nada de finos muy consistente.	GP/GM

Perforación 3

PROFUNDIDAD (metros)		DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION SUCS
DESDE	HASTA		
0.00	6.00	Arena limosa mezcla de arena y limo consistente y muy consistente.	SM
6.00	15.00	Grava mal graduada mezcla de grava arena y limos con poco o nada de finos muy consistente.	GP/GM

Perforación 4

PROFUNDIDAD (metros)		DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION SUCS
DESDE	HASTA		
0.00 3.00	1.00 6.00	Arena limosa mezcla de arena y limo consistente y muy consistente.	SM
1.00	3.00	Arena arcillosa mezcla de arena y arcilla consistente.	SC
6.00	15.00	Grava mal graduada mezcla de grava arena y limos con poco o nada de finos muy consistente.	GP/GM

6.3 Propiedades índice

Los porcentajes de humedad natural, valores de límites líquido, límite plástico e índice de plasticidad, así como los porcentajes de arena y finos de los suelos investigados se presentan en los registros de perforación adjuntos en el anexo 2.

En los registros de perforación del anexo se presentan los valores de ensayo de SPT en base de los valores registrados mediante la investigación de campo, las propiedades e índice de los suelos investigados obtenidos de los ensayos de laboratorio.

7. Capacidad de carga

En base a los valores "N" obtenidos en los ensayos SPT tenemos que los Valores Promedios de capacidad admisible de la perforación del suelo número uno es = 3.71 Kg./cm².

En base a los valores "N" obtenidos en los ensayos SPT tenemos que los Valores Promedios de capacidad admisible de la perforación del suelo número dos es = 2.36 Kg./cm².

En base a los valores "N" obtenidos en los ensayos SPT tenemos que los Valores Promedios de capacidad admisible de la perforación del suelo número tres es = 2.34 Kg./cm².

En base a los valores "N" obtenidos en los ensayos SPT tenemos que los Valores Promedios de capacidad admisible de la perforación del suelo número cuatro es = 2.11 Kg./cm².

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se realizó cuatro perforaciones de 15.00 metros de profundidad de acuerdo con la siguiente tabla:

Sondeo	Ubicación Coordenadas	Cota msnm	Profundidad
P-1	9895484 0530701		15.00
P-2	9895492 0530711		15.00
P-3	9895498 0530706		15.00
P-4	9895500 0530702		15.00

Por las características del material encontrado solo se realizó el ensayo de penetración estándar SPT en los estratos compuestos por suelo de tipo arenas, limos, arcillas y rocas consistente y muy consistente.

Conforme incrementa la profundidad de investigación se pudo detectar que los diámetros del material aumentan.

No se detectó la presencia de nivel freático durante la investigación realizada en el sondeo como indica la siguiente tabla:

PERFORACION	N.F.(M)
P - 1	NO
P - 2	NO
P - 3	NO
P - 4	NO

RECOMENDACIONES.

Realizar una excavación en toda el área de cimentación de acuerdo a la cota implantación del proyecto compactar la sub rasante al 95% de su densidad seca máxima, luego rellenar con material granular en capas de 0.60 metros compactando en dos capas, confinando la última capa, después colocar base clase 1 tipo A compactada en capas de 0.20 metros al 100% de su densidad seca máxima, cada capa hasta llegar a nivel de replantillo para la cimentación.

El relleno restante se lo realizara con material de mejoramiento compactado capas de 0.20 metros al 95% de su densidad seca máxima cada capa hasta llegar a nivel de contrapiso.

Los materiales deben cumplir con las normas del MTOP para la construcción.

Se recomienda:

Para los replantillos hormigones mayor de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Para la cimentación, y construcción hormigón mayor de $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$.

En función de los resultados obtenidos del presente estudio, y del proyecto estructural, se recomienda cimentar la estructura tomando en cuenta los siguientes parámetros:

Al frente lado izquierdo: (Perforación 1)

Tipo de Cimentación: / Cimentación superficial

Forma de cimentación: Zapatas aisladas o corridas según calculo estructural.

Capacidad de carga Admisible: q_{adm} . (Promedio) = 37.1 TN/m^2

Cota de Cimentación: del nivel de relleno msnm

Sobre ancho de excavación: 0.20 metros o mayor

Al frente lado derecho: (Perforación 2)

Tipo de Cimentación: / Cimentación superficial

Forma de cimentación: Zapatas aisladas o corrida según calculo estructural.

Capacidad de carga Admisible: q_{adm} . (Promedio) = 23.6 TN/m²

Cota de Cimentación: del nivel de relleno msnm

Sobre ancho de excavación: 0.20 metros o mayor

Centro: (Perforación 3)

Tipo de Cimentación: / Cimentación superficial

Forma de cimentación: Zapatas aisladas o corrida según calculo estructural.

Capacidad de carga Admisible: q_{adm} . (Promedio) = 23.4 TN/m²

Cota de Cimentación: del nivel de relleno msnm

Sobre ancho de excavación: 0.20 metros o mayor

Atrás: (Perforación 4)

Tipo de Cimentación: / Cimentación superficial

Forma de cimentación: Zapatas aisladas o corrida según calculo estructural.

Capacidad de carga Admisible: q_{adm} . (Promedio) = 21.1 TN/m²

Cota de Cimentación: del nivel de relleno msnm

Sobre ancho de excavación: 0.20 metros o mayor

OBSERVACIONES

El presente informe técnico, ha sido elaborado en base al estudio de campo, los ensayos de laboratorio y trabajo de oficina. Los resultados expuestos anteriormente son los necesarios para que el ingeniero estructural continúe con el diseño.

En caso de tener alguna inquietud respecto al presente informe, no dude en contactarnos que estaremos gustosos en atenderle.

Portoviejo, 24 de mayo del 2017

Atentamente,

Ing. Jared López Loor

Representante LUPCONSTRUC S.A.

Laboratorio de Mecánica de suelos hormigones y asfaltos.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS EDIFICIO COMPAÑÍA TXOPITUNA ECUADOR CIA. LTDA.

UBICACIÓN: CALLE PUBLICA ENTRE AV. DOS, AV. TRES DEL CAN MUESTRA: 1
FECHA: 03/05/17 **OPERADOR** LUP **PROFUND.:** 0,55 - 1,00 m
SONDEO: P-3

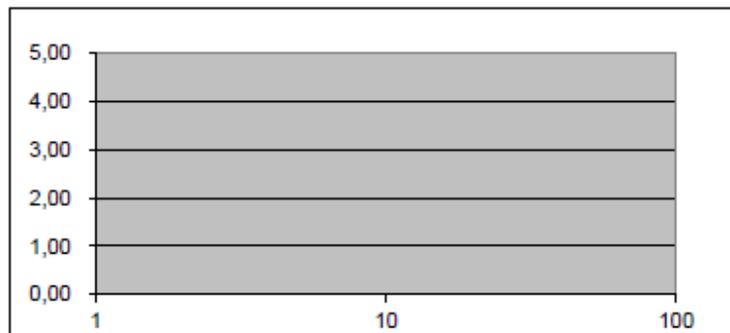
	GOLPES	SUEL. HUM.	SUEL. SECO	CAPSULA	W%	RESULTADOS
1.- CONTENIDO DE AGUA		21,48	20,61	5,17	5,63	
		21,40	20,61	6,29	5,52	5,58

2.- LIMITE LIQUIDO	GOLPES	SUEL. HUM.	SUEL. SECO	CAPSULA	W%	RESULTADOS

3.- LIMITE PLASTICO	GOLPES	SUEL. HUM.	SUEL. SECO	CAPSULA	W%	RESULTADOS

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PES. INICIAL	50,00	(H/D)	D	GRAVA	0
PESO INICIAL PARA CÁLCULOS =			47,36	ARENA	53
				FINOS	47
TAMIZ	PES. RET.	% RETEN.	% PASA	W_L =	0
	ACUMULADO			W_p =	0
1"	0,00	0	100	l_p =	0
3/4"	0,00	0	100	RESUMEN	
1/2"	0,00	0	100	SUCS :	SM
3/8"	0,00	0	100	AASHTO:	A-4
No. 4	0,00	0	100	IG(86):	2
No. 10	0,13	0	100	IG(45):	2
No. 40	1,73	4	96		
No. 200	25,30	53	47		

OBSERVACIONES: NINGUNA



ING. JARED LOPEZ LOOR
RESPONSABLE TECNICO

TEC. DANIEL URDANIGO
RESPONSABLE LABORATORIO



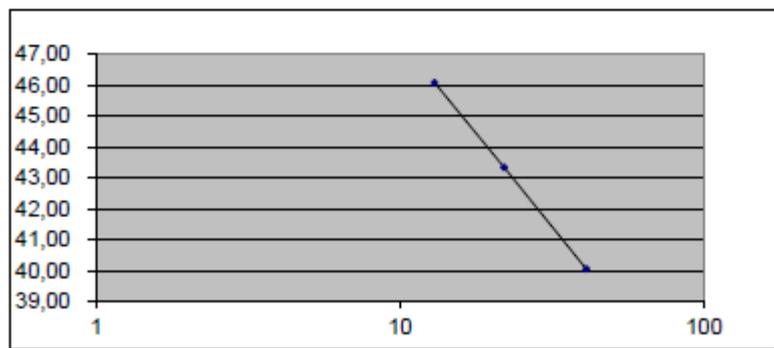
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS EDIFICIO COMPAÑÍA TXOPITUNA ECUADOR CIA. LTDA.
UBICACIÓN: CALLE PUBLICA ENTRE AV. DOS, AV. TRES DEL CAN MUESTRA: 1
FECHA: 03/05/17 **OPERADOR:** LUP **PROFUND.:** 1,55 - 2,00 m
SONDEO: P-4

	GOLPES	SUEL. HUM.	SUEL. SECO	CAPSULA	W%	RESULTADOS
1.- CONTENIDO DE AGUA	24,87	21,80	5,17	19,90		
	22,92	20,40	6,32	17,90		18,90
2.- LIMITE LIQUIDO	13	13,01	10,89	6,29	46,09	
	22	13,46	11,70	7,64	43,35	
	41	11,33	9,86	6,19	40,05	42,66
3.- LIMITE PLASTICO	9,97	9,64	8,19	22,76		
	9,66	9,39	8,20	22,69		
	7,86	7,55	6,19	22,79		22,75

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PES. INICIAL	50,00	(H/D)	D	GRAVA	0
PESO INICIAL PARA CALCULOS =			42,05	ARENA	67
				FINOS	33
TAMIZ	PES. RET.	% RETEN.	% PASA	W _l =	43
	ACUMULADO			W _p =	23
1"	0,00	0	100	l _p =	20
3/4"	0,00	0	100		
1/2"	0,00	0	100		
3/8"	0,00	0	100		
No. 4	0,00	0	100	RESUMEN	
No. 10	0,32	1	99	SUCS :	SC
No. 40	3,38	8	92	AASHTO:	A-2-7
No. 200	28,17	67	33	IG(86):	2
				IG(45):	2

OBSERVACIONES: NINGUNA



ING. JARED LOPEZ LOOR
RESPONSABLE TECNICO

TEC. DANIEL URDANIGO
RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo B

Especificaciones Técnicas

Fiscalización y supervisión de la obra

Un equipo técnico calificado deberá ejercer la fiscalización de cada trabajo ejecutado en obra en cada una de las etapas de inicio a fin, pues de esto depende aceptar o rechazar un avance en la ejecución del proyecto.

Obligaciones del contratista

Durante el tiempo que dure la obra, es necesario la presencia de un residente que el contratista mantendrá en obra, quien será el responsable de hacer seguimiento de las actividades y verificar que se cumplan las directrices establecidas ya sea en las especificaciones técnicas, planos u ordenes de fiscalización, además deberá llevar anotaciones en el Libro de Obra, como respaldo de las actividades diarias realizadas.

Interpretación de planos, especificaciones técnicas y generales

Involucra conocer, comprender y aplicar de forma eficiente y correcta la información que se detalla en los documentos, asegurando que lo ejecutado en obra sea lo detallado en los documentos, evitando errores y garantizando la calidad del proyecto.

Ensayos

Los costos de los ensayos son cubiertos por el contratista, para la verificación de la resistencia del hormigón a los 28 días se deberán realizar pruebas diarias por cada tipo de hormigón que se vaya a emplear en la ejecución de alguno de los rubros.

Limpieza en obra

El área de trabajo deberá mantenerse totalmente limpia esto bajo control del contratista, no deberá existir algún tipo de desperdicio y en caso de desalojo este asume los costos.

Información técnica previa

Es indispensable disponer de la documentación técnica completa, los técnicos deberán tener conocimiento de esta información. (Planos, memorias, presupuesto, especificaciones técnicas, detalles constructivos y demás documentación técnica y formal.)

Personal técnico

El Contratista deberá contar con un equipo de profesionales de apoyo técnico, incluyendo un superintendente, un residente de obra, especialistas en distintas ramas de la ingeniería, subcontratistas y maestros de obra certificados por el SECAP.

Especificaciones Técnicas de los Rubros

1.1. PRELIMINARES

TRAZADO Y REPLANTEO

Ítem: 1.1.1

Descripción

El trazado y replanteo consisten en la delimitación y marcación en el terreno de las líneas, niveles y ejes principales de la obra, conforme a los planos y especificaciones técnicas del proyecto. Este proceso garantiza que las estructuras se construyan en las ubicaciones, dimensiones y cotas establecidas.

Unidad

La unidad de medida de este rubro es el metro cuadrado (m²).

Materiales

Para llevar a cabo este rubro, se requiere una variedad de materiales esenciales que faciliten la marcación y señalización del terreno. Entre estos materiales se incluyen estacas de madera o metálicas, indispensables para establecer los puntos de referencia en el área de trabajo. Además, se emplea cuerda o hilo de nylon, utilizados como guías para asegurar la precisión en las alineaciones y niveles. Para una señalización efectiva en el terreno, se utiliza cal o pintura, permitiendo una visualización clara de las marcas realizadas. También se consideran clavos para fijaciones específicas, así como cuartones y tiras que refuercen y complementen las estructuras temporales necesarias durante el proceso de ejecución.

Requerimiento previo

Verificar la existencia de planos aprobados y especificaciones técnicas actualizadas del proyecto, se deberá inspeccionar el área para identificar puntos de referencia existentes, obstáculos y condiciones generales del terreno.

Ejecución

Con el uso de instrumentos topográficos, se localizan los ejes principales del proyecto, lo que garantiza exactitud en el trazado. Luego, se procede a marcar líneas, cotas y puntos de referencia utilizando estacas, cuerdas y pintura, facilitando una guía clara para el posicionamiento de las estructuras.

Para el replanteo se definen las ubicaciones exactas de las estructuras, respetando los niveles, dimensiones y alineamientos especificados en los planos del proyecto. Para garantizar la precisión del replanteo, se realizan mediciones topográficas detalladas que corroboren los resultados.

Finalmente, se llevan a cabo inspecciones conjuntas con el supervisor técnico, donde se valida que tanto el trazado como el replanteo cumplan con las especificaciones del proyecto. En caso de detectarse desviaciones, estas son corregidas antes de avanzar con la ejecución de las obras.

Mano de obra

Para cumplir con este rubro se requiere del topógrafo quien será el responsable del trazado y replanteo con instrumentos, además de un ayudante de topografía que brindará apoyo en la instalación y medición.

Equipos

Para garantizar la correcta ejecución de los trabajos, es fundamental contar con instrumentos topográficos como estación total, nivel óptico o teodolito, los cuales permiten realizar mediciones precisas y controlar la nivelación y alineación del terreno. Asimismo, se requieren herramientas manuales como martillos, picos y palas, indispensables para labores de excavación, ajuste y preparación del área de trabajo. Además, la seguridad del personal es prioritaria, por lo que es obligatorio el uso de equipos de protección personal (EPP), tales como cascos, chalecos reflectivos, guantes y botas de seguridad, que minimizan riesgos y protegen a los trabajadores en el desarrollo de las actividades.

Medición y pago

La medición será en metros cuadrados de superficie trazada y replanteada, el pago se realizará de acuerdo con el área trazada y validada por el supervisor técnico. El precio unitario incluye mano de obra, equipos, herramientas y materiales de señalización

EXCAVACIÓN DE CIMIENTOS

Ítem: 1.1.2

Descripción

Proceso de excavación del terreno para la construcción de las bases o cimentaciones de una estructura. Este proceso incluye la remoción de tierra, rocas, escombros y cualquier otro material que pueda interferir en el adecuado desarrollo de la cimentación, asegurando que la base esté libre de impurezas y bien nivelada según las especificaciones del proyecto.

Unidad

Metro cúbico (m³) de tierra excavada.

Requerimiento previo

Verificar las dimensiones de la excavación, las profundidades y los tipos de cimientos que se van a construir según los planos estructurales, realizar estudios geotécnicos previos para identificar la composición del terreno y cualquier dificultad potencial para la excavación (como capas rocosas o agua subterránea).

Ejecución

La excavación debe ser marcada según los planos del proyecto, estableciendo una zona de seguridad. El material excavado se retirará y se dispondrá de forma adecuada. Se debe verificar el control de nivel usando equipos precisos, y en caso de ser necesario, apuntalar las paredes para evitar derrumbes. Si la excavación es prolongada, se deberá proteger con cercas y señales, y en terrenos con agua, usar bombas de drenaje.

Finalmente, se inspeccionará la excavación para asegurar que esté nivelada y sin materiales inapropiados.

Mano de obra

Trabajadores Manuales (Peones), personal encargado de labores manuales como la limpieza, nivelación del fondo de la excavación y el manejo de herramientas de precisión. Asimismo, es fundamental contar con la participación de un topógrafo, quien será responsable de verificar que se respeten los niveles establecidos durante el proceso de replanteo.

Equipos

Para la excavación de cimientos se incluyen herramientas manuales como palas, picos y barras metálicas, indispensables para la remoción de tierra y la conformación precisa de las zanjas. Además, es necesario contar con estacas de madera o metálicas y cuerda o hilo de nylon para la marcación de los límites del área a excavar. También se utiliza cal o pintura para señalización en el terreno, lo que permite delimitar las áreas de trabajo con claridad. Por último, se debe garantizar que el personal cuente con equipos de protección personal (EPP) como cascos, guantes, chalecos reflectivos y botas de seguridad, asegurando así su integridad durante el desarrollo de las actividades.

Medición y pago

El pago se realizará por metro cúbico (m³) de tierra excavada, el cálculo se hará sobre las dimensiones de la excavación según los planos (longitud, ancho y profundidad) al momento de la ejecución, también se incluirá el uso de maquinaria y equipos de drenaje, si es necesario, así como la mano de obra implicada.

Las excavaciones de cimientos deberán ser verificadas mediante inspección y medición para garantizar que se ha alcanzado la profundidad y las dimensiones correctas.

RELLENO Y COMPACTACIÓN DE CIMIENTOS

Ítem: 1.1.3

Descripción

Proceso de llenar las excavaciones de cimientos con material adecuado, seguido de su compactación para asegurar la estabilidad y resistencia del cimiento. El relleno se

realiza después de que la excavación se haya completado y se haya verificado que las dimensiones y profundidades cumplen con los requisitos del proyecto. La compactación es necesaria para evitar asentamientos y garantizar la solidez de la base que soportará la estructura.

Unidad

Metro cúbico (m³) de material relleno y compactado.

Materiales

Se utilizará material de tierra de buena calidad, libre de material orgánico, arcilloso o contaminado, que no cause asentamientos. El material de relleno debe cumplir con los requisitos de granulometría, compactación y características específicas de resistencia según las normativas del proyecto. Para facilitar la compactación y el asentamiento del material, puede ser necesario humedecer el relleno con agua, especialmente en suelos secos.

Requerimiento previo

Verificar las dimensiones del cimientado y las especificaciones del material de relleno de acuerdo con los planos estructurales, verificar que el material excavado se haya retirado completamente antes de iniciar el relleno, especialmente si hay materiales no adecuados o contaminantes. Asegurar que el terreno de cimentación esté preparado correctamente según los informes geotécnicos, ya que el tipo de material de relleno depende de la estabilidad del terreno, en terrenos secos, se debe humedecer el material de relleno para asegurar una buena compactación.

Ejecución

El relleno se coloca en capas horizontales de 20 a 30 cm de espesor, comenzando desde el fondo de la excavación, asegurando una distribución uniforme para evitar capas inestables. Después de colocar cada capa, se debe compactar con maquinaria adecuada, alcanzando una densidad del 95% al 98% de la densidad máxima especificada. La compactación debe hacerse en sentido transversal para evitar la segregación del material.

El material debe ser compactado a la humedad óptima, y en terrenos secos, se puede regar para lograrla. Durante el proceso, se realiza un control de calidad con pruebas de densidad, como la prueba con cono de arena. Al finalizar, se debe verificar que el relleno haya alcanzado la altura y los niveles especificados en los planos.

Mano de obra

El equipo de trabajo para esta actividad incluye operadores de maquinaria, quienes son responsables de manejar equipos de compactación como rodillos y compactadoras de placa, asegurando una compactación uniforme y eficiente del terreno. Además, se cuenta con trabajadores manuales o peones, encargados de realizar la colocación manual del material de relleno en aquellas zonas de difícil acceso para la maquinaria, garantizando así que todas las áreas sean adecuadamente tratadas conforme a las especificaciones del proyecto.

Equipos

Para llevar a cabo los trabajos de compactación, se requiere el uso de maquinaria especializada como rodillos vibratorios y compactadoras de placa, diseñadas para garantizar una compactación uniforme y adecuada del material según las especificaciones técnicas. Además, es esencial contar con herramientas de medición,

tales como niveles y cintas métricas, que permitan verificar con precisión el nivel y la altura del relleno, asegurando el cumplimiento de los parámetros establecidos en el proyecto.

Medición y pago

El pago se realizará por metro cúbico (m³) de material relleno y compactado, se medirá el volumen de material colocado y compactado, teniendo en cuenta las dimensiones de la excavación y la altura final alcanzada después de la compactación.

El pago se efectuará una vez que el trabajo de relleno y compactación haya sido completado y verificado mediante inspecciones, pruebas de densidad y medición de la altura y dimensiones del relleno.

El volumen de material que no cumpla con los requisitos de compactación o calidad no será considerado para el pago.

1.2. SUBESTRUCTURA

HORMIGÓN SIMPLE EN REPLANTILLO $f'_c = 180 \text{ KG/CM}^2$

Ítem: 1.2.1

Descripción

El Hormigón Simple en Replentillos se refiere a la mezcla de cemento, agua y agregados (grava, arena) utilizada para formar una base sólida en la fundación o soporte de una estructura. El diseño del hormigón es para alcanzar una resistencia característica de 210 kg/cm². Este tipo de hormigón se utilizará en las fundaciones o replentillos de cimientos según las especificaciones del proyecto.

Unidad

Metro cúbico (m³) de hormigón colocado y terminado.

Materiales

El cemento utilizado debe ser de tipo GU (uso general) o el recomendado por la normativa ecuatoriana, con una resistencia mínima de 180 kg/cm², y debe cumplir con los requisitos de calidad establecidos por la normativa nacional. En cuanto a los agregados, la grava debe tener una granulometría uniforme, estar libre de impurezas, materiales orgánicos y materiales arcillosos, con un tamaño máximo de 25 mm. La arena debe ser limpia, libre de materiales orgánicos o contaminantes, y tener una granulometría adecuada, con un tamaño de grano conforme a las especificaciones técnicas. El agua utilizada debe ser potable y libre de impurezas que puedan afectar la calidad del hormigón.

Si es necesario, se podrán usar aditivos como plastificantes o retardantes, siempre que se ajusten a las especificaciones del proyecto y cumplan con las normativas locales.

Requerimiento previo

Verificar las dimensiones y ubicación de los replantillos, así como la resistencia del hormigón requerida de acuerdo con las especificaciones del proyecto, asegurarse de que el terreno esté limpio, libre de escombros, y que el área esté preparada para recibir el hormigón. Las superficies deben ser niveladas y sin irregularidades que puedan afectar la adherencia del hormigón.

El encofrado debe estar instalado de acuerdo con las dimensiones especificadas en los planos, asegurando que esté firme y que no haya filtraciones.

Ejecución

La mezcla de hormigón debe seguir las proporciones del diseño para alcanzar una resistencia de $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$, controlando rigurosamente los materiales y el agua para evitar una mezcla excesivamente fluida que reduzca la resistencia.

Durante la colocación, el hormigón debe verterse de manera continua, evitando la segregación y el fraguado prematuro, y asegurando que no se vierta desde alturas excesivas.

Finalmente, se debe permitir que el terreno repose el tiempo necesario antes de proceder con las siguientes etapas de la obra, manteniendo el área libre de daños o alteraciones hasta completar la construcción de la estructura superior.

Mano de obra

Los operadores de maquinaria son responsables de manejar la mezcladora de hormigón o el equipo de transporte del material, asegurando que el material se prepare y transporte de manera eficiente y en las condiciones adecuadas. Los trabajadores manuales tienen la tarea de colocar y compactar el hormigón en áreas donde la maquinaria no pueda acceder, utilizando herramientas manuales para garantizar una correcta distribución y adherencia del material.

Por último, los operadores de vibradores se encargan de realizar la compactación del hormigón mediante el uso de vibradores adecuados, con el fin de eliminar burbujas de aire y asegurar una mayor densidad y resistencia del material, contribuyendo así a la calidad de la estructura final.

Equipos

Para la ejecución del rubro la mezcladora de hormigón es esencial para mezclar los materiales en las proporciones correctas y garantizar una mezcla homogénea, lo que asegura la calidad y consistencia del hormigón. En casos donde sea necesario, las bombas de hormigón se utilizan para trasladar el material a áreas de difícil acceso, permitiendo que el hormigón llegue de manera eficiente a lugares elevados o con limitaciones de espacio. Por último, los vibradores de inmersión se emplean para compactar el hormigón, eliminando las burbujas de aire y mejorando la densidad y la resistencia del material, lo que contribuye a la durabilidad y estabilidad de la estructura final.

Medición y pago

El pago se realizará por metro cúbico (m³) de hormigón colocado y terminado en los replantillos. se efectuará una vez que el hormigón haya sido colocado, compactado y curado de acuerdo con las especificaciones del proyecto. Las mediciones se realizarán in situ, basándose en los planos y en las inspecciones de calidad del trabajo realizado.

El volumen de hormigón que no cumpla con las especificaciones de calidad, dimensiones o resistencia no será considerado para el pago.

ACERO DE REFUERZO EN BARRAS $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Ítem: 1.2.2

Descripción

El Acero de Refuerzo en Barras se utilizará en la fabricación de elementos de hormigón armado, como zapatas, columnas, vigas, riostras, entre otros, con una resistencia mínima característica de 4200 kg/cm^2 . Este acero debe cumplir con las normativas ecuatorianas y garantizar la durabilidad y capacidad de carga de las estructuras. El acero de refuerzo se usará para resistir esfuerzos de tracción y flexión en las diferentes partes de la obra.

Unidad

Kilogramo (Kg) de acero de refuerzo entregado en obra.

Materiales

Barras de acero con resistencia mínima característica de 4200 kg/cm^2 , de acuerdo con la normativa ecuatoriana NEC, debe ser de calidad comprobada y proveniente de productores certificados, cumpliendo con los requisitos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) y otras normativas aplicables.

Requerimiento previo

Verificar los planos estructurales para conocer las especificaciones detalladas del acero de refuerzo requerido, incluyendo diámetros, longitudes y cantidades.

El acero debe ser inspeccionado al momento de la entrega en obra, comprobando que cumpla con las especificaciones de resistencia, diámetro y longitud indicados en los planos y en las normativas ecuatorianas, además, deberá ser almacenado en condiciones

adecuadas, protegidos de la humedad, corrosión y otros factores que puedan afectar sus propiedades.

Ejecución

El corte y doblado del acero debe realizarse según las longitudes y formas especificadas en los planos, siguiendo las normas del Código de Normas Técnicas Ecuatorianas (NEC), utilizando herramientas adecuadas que no dañen el material.

El refuerzo debe colocarse en la posición correcta según los planos, asegurando las distancias indicadas entre las barras, empleando separadores para evitar el contacto directo con el encofrado. Las barras de acero deben ser fijadas con alambre de amarre para asegurar que permanezcan en su lugar durante el vaciado del hormigón, garantizando nudos firmes que impidan el movimiento.

Antes del vaciado, se debe realizar una inspección visual para verificar la correcta colocación y alineación del refuerzo con los planos.

Mano de obra

Operadores de corte y doblado encargados de realizar el corte y el doblado de las barras de acero conforme a las especificaciones técnicas del proyecto, asegurando precisión y cumplimiento con los planos estructurales. Por otro lado, los trabajadores responsables de la colocación del acero de refuerzo tienen la tarea de posicionar y fijar adecuadamente las barras en el sitio de la obra, garantizando que se cumplan las normas de calidad y los requisitos establecidos en el diseño estructural.

Equipos

Las máquinas de corte y doblado de acero son herramientas especializadas utilizadas para cortar y doblar las barras de acero, adaptándolas a las dimensiones y

formas requeridas según los planos del proyecto. Estas máquinas aseguran precisión y eficiencia en el proceso. Además, se utilizan herramientas manuales como alambre de amarre, alicates, martillos y otros utensilios esenciales para la correcta instalación del acero de refuerzo, garantizando que el material se coloque adecuadamente y se cumplan los estándares de calidad requeridos.

Por último, se debe garantizar que el personal cuente con equipos de protección personal (EPP) como cascos, guantes, chalecos reflectivos y botas de seguridad, asegurando así su integridad durante el desarrollo de las actividades.

Medición y pago

El pago se efectuará de acuerdo con la cantidad de acero realmente instalado en la obra, conforme a las mediciones realizadas y la verificación del cumplimiento de las especificaciones. El pago solo se realizará una vez que el acero haya sido colocado correctamente y verificado por los supervisores y el personal encargado de calidad.

HORMIGÓN PREMEZCLADO $f'c=280\text{kg/cm}^2$, INCLUYE ENCOFRADO Y CURADO (ZAPATAS)

Ítem: 1.2.3

Descripción

El Hormigón Premezclado $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ se refiere a la mezcla de cemento, agua y agregados (grava, arena) producida en una planta de hormigón certificada para garantizar la calidad del material. Este tipo de hormigón se utilizará en la ejecución de zapatas, con una resistencia mínima de 280 kg/cm^2 . El proceso incluye el encofrado, la

colocación del hormigón y el curado posterior de las zapatas de acuerdo con las especificaciones del proyecto.

Unidad

Metro cúbico (m³) de hormigón colocado, encofrado y curado en zapatas.

Materiales

El cemento utilizado en la mezcla debe ser de tipo GU (uso general) y cumplir con las especificaciones establecidas por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). En cuanto a los agregados, la grava debe contar con una granulometría adecuada y estar libre de impurezas que puedan afectar la calidad del hormigón. La arena, por su parte, debe tener una granulometría adecuada y también estar libre de materiales orgánicos o contaminantes, asegurando así que el material no comprometa las propiedades del hormigón.

El agua utilizada en la mezcla debe ser potable y libre de impurezas, es fundamental que el agua no contenga sustancias que alteren el proceso de fraguado o la resistencia final del material.

En algunos casos, según lo indique el proyecto, se podrán emplear aditivos como plastificantes o retardantes de fraguado. Estos aditivos ayudan a mejorar la trabajabilidad del hormigón o a controlar el tiempo de fraguado, asegurando que las condiciones de trabajo sean óptimas y se cumplan los plazos establecidos.

El encofrado de metal con las dimensiones y formas especificadas en los planos de ejecución. Es importante que el encofrado esté libre de impurezas y que se garantice su estabilidad durante el proceso de vertido del hormigón para evitar deformaciones que puedan afectar la calidad de la estructura.

Finalmente, el curado del hormigón es esencial para asegurar su correcta hidratación y resistencia. Este proceso se realizará mediante la aplicación de agua, manteniendo la humedad del hormigón durante un periodo mínimo de 7 días. Se podrán emplear métodos como la utilización de lienzos húmedos, plásticos o líquidos de curado para asegurar que el hormigón no pierda humedad de forma prematura, garantizando su durabilidad y resistencia.

Requerimiento previo

Verificar las dimensiones y ubicación de las zapatas de acuerdo con los planos estructurales y las especificaciones del proyecto, las excavaciones para las zapatas deben estar limpias, libres de escombros, con los niveles adecuados y sin presencia de agua o material que pueda afectar la colocación del hormigón.

El encofrado debe ser revisado y ajustado para garantizar que mantenga su forma durante el proceso de colado. Este debe ser de materiales resistentes y debe estar debidamente instalado, asegurando que no haya filtraciones.

Verificar la correcta colocación del acero de refuerzo, con las separaciones y anclajes necesarios para garantizar la resistencia del conjunto.

Se debe evitar que el terreno sobre el que se coloca el hormigón esté saturado de agua. Si se encuentra en malas condiciones, se deben tomar medidas para corregirlo antes de proceder.

Ejecución

El hormigón premezclado, con una resistencia de 280 kg/cm² a los 28 días, debe ser suministrado por una planta certificada y cumplir con las especificaciones de la NEC, el hormigón debe ser vertido en las zapatas de manera continua, evitando la segregación.

El transporte debe ser eficiente, utilizando camiones mezcladores, y el vertido debe evitar caídas excesivas.

Se deben usar vibradores de alta frecuencia para garantizar la compactación efectiva, eliminando burbujas de aire y distribuyendo el material homogéneamente.

El curado debe iniciar inmediatamente después de la colocación, con métodos como agua o lienzos húmedos, durante 7 días. En condiciones extremas, se deben aplicar métodos especiales como membranas plásticas o curadores químicos.

Mano de obra

El equipo de trabajo para la ejecución de las zapatas estará compuesto por los obreros, quienes se encargarán de la colocación, compactación y nivelación del hormigón, asegurando que se cumplan las especificaciones del proyecto en cuanto a las dimensiones y calidad del material. Además, los operadores de vibradores serán responsables de garantizar una correcta compactación del hormigón mediante el uso de vibradores de inmersión, lo que permite eliminar posibles burbujas de aire y asegurar la homogeneidad del material. Es fundamental que todo el personal esté equipado con los debidos equipos de protección personal (EPP), como cascos, guantes, chalecos reflectivos y botas de seguridad, para proteger su integridad durante el proceso de trabajo y minimizar los riesgos asociados a la manipulación de materiales pesados y equipos mecánicos.

Equipos

Para la producción y transporte del hormigón, se requerirá el uso de camiones hormigonera, los cuales son fundamentales para garantizar que el material llegue a la obra en las condiciones adecuadas para su aplicación. Para la correcta compactación del

hormigón en las zapatas y garantizar su homogeneidad, se emplearán vibradores de inmersión, los cuales son esenciales para eliminar burbujas de aire y asegurar la consistencia del material. Las herramientas manuales, como palas, paletas, rastrillos y niveles, serán utilizadas para la colocación y nivelación del hormigón, permitiendo un acabado preciso en la estructura. Finalmente, el proceso de curado se llevará a cabo con equipos adecuados, tales como mangueras de agua, lienzos húmedos, plásticos o productos químicos de curado, que asegurarán la retención de humedad necesaria para que el hormigón alcance su resistencia óptima.

Medición y pago

El pago se realizará por metro cúbico (m³) de hormigón colocado, encofrado y curado en las zapatas, el volumen de hormigón debe medirse de acuerdo con las dimensiones de las zapatas, verificando que se cumplan las especificaciones de espesor y geometría establecidas en los planos.

El pago se efectuará después de que el hormigón haya sido colocado, compactado y curado según las especificaciones del proyecto. La medición del volumen será realizada in situ, basándose en los planos de ejecución y la inspección de calidad del trabajo realizado.

El volumen de hormigón que no cumpla con las especificaciones de resistencia, calidad, dimensiones o curado no será considerado para el pago.

PLACA BASE 600x600x20 mm ASTM A 572 Gr 50

Ítem: 1.2.4

Descripción

Suministro y colocación de placas base de acero estructural de dimensiones 600x600x20 mm, fabricadas bajo norma ASTM A572 Grado 50, utilizadas para la transferencia de cargas de la columna a la cimentación.

Unidad

Unidad (u).

Materiales

- Acero estructural ASTM A572 Gr 50.
- Anticorrosivo base epóxica (según especificación de proyecto).

Requerimiento previo

Antes de proceder con la instalación, es fundamental realizar una verificación exhaustiva de los planos estructurales para asegurar que se cumplan todas las especificaciones y requisitos del proyecto. Además, se debe comprobar minuciosamente las dimensiones y la correcta ubicación del anclaje, garantizando que estos elementos se ajusten a lo previsto en los planos.

Finalmente, es esencial llevar a cabo una limpieza adecuada de la superficie donde se instalará la placa base, eliminando cualquier impureza o material que pueda interferir con la adherencia y estabilidad de la instalación, asegurando así una base sólida y segura para el montaje.

Ejecución

El proceso de instalación comienza con el corte y perforación de la placa según las dimensiones y detalles especificados en los planos, garantizando que se ajuste correctamente al diseño estructural, se limpian los bordes de la placa y se aplica una capa de pintura anticorrosiva para proteger el material contra la oxidación y asegurar su durabilidad. Una vez preparada, se posiciona la placa en el lugar indicado, asegurándose de verificar su alineación y nivelación para cumplir con los requisitos de precisión.

Mano de obra

Para la ejecución de este rubro, se requiere la presencia de un soldador certificado, quien será responsable de realizar las uniones y trabajos de soldadura con la calidad y seguridad adecuadas. Además, se contará con un ayudante especializado, encargado de asistir al soldador en las tareas necesarias y garantizar el flujo adecuado del trabajo. En cuanto a los equipos, se utilizará una máquina de soldar eléctrica, que permitirá realizar las uniones de manera eficiente y segura. Finalmente, se utilizarán herramientas de medición, como nivel, plomada y cinta métrica, para verificar la correcta alineación, nivelación y dimensiones de las piezas, asegurando que se cumplan las especificaciones del proyecto.

Medición y pago

El pago se realizará por unidad instalada conforme a las especificaciones técnicas y verificaciones en obra.

CONJUNTO DE ANCLAJES PRE - INSTALADOS 20 mm perno F1554 Gr 105

Ítem: 1.2.5

Descripción

Suministro e instalación de pernos de anclaje preinstalados de 20 mm de diámetro, fabricados bajo norma ASTM F1554 Grado 105, utilizados para fijar elementos estructurales a la cimentación.

Unidad

Unidad (u)

Materiales

- Pernos de anclaje ASTM F1554 Gr 105.
- Tuercas y arandelas de acero galvanizado.

Requerimiento previo

El proceso de instalación comienza con una revisión detallada de los planos y las especificaciones, especialmente en lo que respecta a la ubicación y profundidad de los anclajes, para asegurar que se ajusten a los requisitos estructurales del proyecto. Además, es crucial realizar una verificación de la resistencia del concreto de la cimentación, garantizando que este cumpla con los estándares necesarios para soportar las cargas y asegurar la estabilidad de la estructura.

Ejecución

El proceso de instalación continúa con el trazado y perforación de los puntos de anclaje en la cimentación, siguiendo las especificaciones de los planos para asegurar una ubicación precisa. A continuación, se procede a la instalación de los pernos, utilizando el

sistema de nivelación requerido para garantizar que se encuentren correctamente posicionados. Una vez colocados los pernos, se asegura su fijación mediante tuercas y arandelas, lo que garantiza su estabilidad

Mano de obra

Para la ejecución de este proceso, se requiere la presencia de un técnico en instalaciones estructurales, asegurando que se cumplan todas las especificaciones técnicas y los estándares de calidad. Además, se contará con un ayudante de obra, encargado de asistir al técnico y al equipo en las tareas diarias, garantizando que los materiales y herramientas estén disponibles y facilitando el flujo del trabajo en el sitio de construcción.

Equipos

Para llevar a cabo la instalación, se utilizarán herramientas esenciales como el taladro de impacto, que permitirá perforar de manera eficiente los puntos de anclaje en la cimentación. También se emplearán llaves ajustables, que son necesarias para el ajuste y fijación de los pernos. Además, se utilizarán un nivel y una plomada para verificar la alineación y nivelación de los elementos.

Medición y pago

El pago se realizará por conjunto instalado y aprobado según planos y especificaciones.

GROUT DE NIVELACIÓN $f'c=400$ kg/cm²

Ítem: 1.2.6

Descripción

Colocación de grout de nivelación con resistencia mínima a compresión de 400 kg/cm², utilizado para garantizar la transferencia uniforme de cargas entre la placa base y la cimentación.

Unidad

Metro cúbico (m³).

Materiales

Para la ejecución de la instalación, se utilizará grout premezclado de alta resistencia, que es esencial para garantizar una adecuada adherencia y estabilidad de los elementos estructurales, especialmente en las bases y anclajes. Este material debe ser preparado según las especificaciones del fabricante para asegurar su rendimiento óptimo.

Requerimiento previo

Antes de proceder con la instalación, es crucial realizar una limpieza exhaustiva de la superficie de contacto, eliminando cualquier polvo, grasa o partículas sueltas que puedan interferir con la adherencia del material. Esto asegura que la base esté completamente limpia y preparada para recibir los elementos estructurales. Además, se debe llevar a cabo una comprobación detallada de la nivelación de la cimentación

Ejecución

El proceso de instalación continúa con la preparación del grout, siguiendo cuidadosamente las especificaciones del fabricante para asegurar que se logre la mezcla

adecuada en términos de consistencia y resistencia. Una vez preparado, se procede al vertido o inyección del grout en el espacio entre la placa base y la cimentación, asegurando que el material llene completamente el área y se adhiera correctamente. Para evitar la formación de vacíos, se realiza un vibrado y nivelación del grout, garantizando su distribución uniforme.

Finalmente, se lleva a cabo el curado del material durante el tiempo especificado, lo que es crucial para que el grout alcance su resistencia máxima y proporcione la estabilidad necesaria para la instalación.

Mano de obra

Para la ejecución de este proceso, se requiere un operario especializado en mezclas, quien será responsable de preparar el grout de acuerdo con las especificaciones del fabricante, asegurando que la mezcla sea homogénea y cumpla con los estándares de calidad requeridos. Además, se contará con un ayudante de obra, quien asistirá al operario en las tareas de manejo de materiales, transporte y vertido del grout, facilitando el flujo del trabajo y asegurando que todas las actividades se realicen de manera eficiente y segura en el sitio de construcción.

Equipos

Para la correcta ejecución del proceso, se utilizará una mezcladora eléctrica, que facilitará la preparación del grout de manera eficiente, asegurando una mezcla homogénea y consistente. Además, se emplearán herramientas de aplicación como palustre y jeringa para grout, que permitirán verter y distribuir el material de manera precisa en los espacios entre la placa base y la cimentación. Para el curado del grout, se utilizará equipo adecuado, como plásticos o aspersores, que garantizarán que el material

se mantenga húmedo durante el tiempo necesario para su curado, permitiendo que alcance la resistencia y durabilidad requeridas.

Medición y pago

El pago se realizará por metro cúbico de grout colocado y aprobado en obra.

HORMIGÓN SIMPLE EN CONTRAPISO $f'c=180\text{kg/cm}^2$ $e=5\text{cm}$

Ítem: 1.2.7

Descripción

El hormigón simple en contrapiso se utiliza como base estructural en pisos y otras superficies, proporcionando una capa uniforme, nivelada y resistente para soportar cargas. Se emplea en la preparación de superficies donde se aplicará un acabado de piso o donde se necesite una base sólida para la distribución de cargas. Este hormigón tiene una resistencia característica de 180 kg/cm^2 ($f'c$), adecuada para elementos no estructurales que requieren una resistencia moderada.

Unidad

Metros cúbicos (m^3) de contrapiso ejecutado en obra.

Materiales

Se empleará cemento utilizado debe ser de tipo GU (uso general) o el más adecuado según las especificaciones locales para garantizar la calidad del material. El agregado fino consistirá en arena limpia, libre de impurezas, con un módulo de finura adecuado para el tipo de mezcla a utilizar. Por su parte, el agregado grueso estará compuesto por grava con diámetros entre $3/8''$ y $1''$ (8 mm a 25 mm), también limpia y

libre de impurezas que puedan comprometer la resistencia del hormigón. Se usará agua potable, libre de contaminantes o sustancias que afecten el proceso de fraguado. De manera opcional, y si las condiciones climáticas o las necesidades del proyecto lo requieren, podrán añadirse aditivos que mejoren las propiedades del hormigón, tales como retardantes o acelerantes de fraguado.

Requerimiento previo

Antes de realizar el contrapiso, el terreno debe ser inspeccionado y preparado adecuadamente. Debe eliminarse cualquier material orgánico, restos de construcción, o elementos que puedan comprometer la adherencia del hormigón, se debe realizar una correcta nivelación y compactación del terreno para evitar el asentamiento del hormigón y garantizar una base firme.

Asegurarse de que la superficie sobre la que se va a aplicar el contrapiso esté libre de polvo, agua, aceites u otros contaminantes que puedan afectar la adherencia del hormigón.

Ejecución

El hormigón debe prepararse siguiendo una relación de mezcla de 1:3:3 (cemento: arena: grava) para alcanzar una resistencia de 180 kg/cm², utilizando la cantidad adecuada de agua para garantizar una mezcla homogénea sin causar segregación. Durante el vaciado, el hormigón debe ser extendido de manera uniforme sobre la superficie preparada, utilizando herramientas como palas, rastrillos o niveladores, y luego debe alisarse y nivelarse hasta obtener una superficie plana, usando reglas de nivelación o máquinas alisadoras si es necesario.

Una vez vaciado, es crucial proceder con el curado adecuado para evitar el agrietamiento y asegurar el desarrollo de la resistencia, mediante la aplicación constante de agua o el uso de membranas de curado, según las condiciones ambientales. Además, el hormigón debe dejarse fraguar durante el tiempo recomendado, generalmente entre 7 y 14 días, dependiendo de las condiciones climáticas, antes de colocar cargas o realizar otros trabajos sobre él.

Mano de obra

El personal encargado de la mezcla será responsable de preparar el concreto siguiendo estrictamente la dosificación indicada, asegurando la homogeneidad y calidad de la mezcla. Por otro lado, el equipo responsable de la colocación se encargará de vaciar, extender, nivelar y alisar el hormigón en la superficie, garantizando un acabado adecuado y cumpliendo con las especificaciones técnicas del proyecto.

Equipos

El proceso de ejecución del rubro se realiza utilizando equipos básicos y esenciales para garantizar la correcta preparación y colocación del hormigón. En primer lugar, se utiliza una mezcladora de hormigón para preparar la mezcla de manera uniforme, siguiendo las dosificaciones especificadas para asegurar la calidad y homogeneidad del material.

Una vez preparada la mezcla, se lleva a cabo el vaciado del hormigón en el área designada. Para el acabado y nivelación, se emplean reglas metálicas y niveladores, que permiten alisar y nivelar el hormigón en el contrapiso, asegurando que la superficie cumpla con las especificaciones técnicas requeridas. Estos equipos son fundamentales para obtener un acabado uniforme y preciso en el elemento construido.

Medición y pago

El pago se efectuará según la cantidad de metros cuadrados de contrapiso, de acuerdo con las mediciones realizadas en obra. El pago solo se efectuará después de que el trabajo haya sido revisado y aprobado por el supervisor de obra.

1.3. SUPERESTRUCTURA

SUMINISTRO Y FABRICACIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA ASTM A572

Gr 50 COLUMNAS

Ítem: 1.3.1

Descripción

El ítem comprende el suministro, corte, ensamblaje, soldadura y fabricación de columnas estructurales de acero ASTM A572 Grado 50. Estas columnas son parte de la estructura portante y deben cumplir con los requerimientos de diseño. El trabajo incluye el suministro del acero, los elementos de unión, y los acabados de protección anticorrosiva requeridos.

Unidad

Kilogramos de estructura metálica fabricada.

Materiales

El proceso de ejecución del rubro requiere materiales y suministros específicos que aseguren la calidad y durabilidad de la estructura. Entre los principales materiales se encuentra el acero ASTM A572 Gr 50, seleccionado por su alta resistencia y propiedades mecánicas adecuadas para el proyecto.

Para la unión de las piezas, se utilizarán electrodos y consumibles de soldadura, los cuales deben cumplir con las normativas técnicas y ser compatibles con el tipo de acero empleado. Además, para proteger las superficies metálicas contra la corrosión, se aplicará una pintura anticorrosiva, que garantizará la durabilidad del material frente a condiciones ambientales adversas.

Otros insumos esenciales incluyen gases de soldadura, necesarios para los procesos de soldadura y abrasivos que se utilizarán en el corte, desbaste y preparación de las piezas, asegurando acabados precisos y óptimos para la ejecución del proyecto.

Requerimiento previo

Los planos de fabricación y montaje deben estar aprobados por el supervisor de obra, todo el acero debe ser inspeccionado, certificado y entregado en el taller de fabricación. El personal encargado de la soldadura y fabricación debe estar certificado según normas AWS o equivalentes.

Ejecución

El material será recibido y almacenado bajo condiciones adecuadas para evitar daños o corrosión, los perfiles serán cortados conforme a los planos de taller, las partes serán ensambladas y soldadas según las especificaciones de diseño y los procedimientos calificados. Las soldaduras serán inspeccionadas mediante ensayos no destructivos (NDT) cuando se requiera.

Mano de obra

- Soldadores Calificados certificados según AWS o normativas equivalentes para acero estructural.

- Operarios de Maquinaria será los encargados del corte, perforación y ensamblaje de las piezas.
- Técnicos de Inspección verifican la calidad de las soldaduras, el cumplimiento dimensional y los acabados.
- Personal de Pintura aplican la capa anticorrosiva y verifican la uniformidad de la aplicación.

Equipos

- Máquinas de Corte
- Equipo de Soldadura
- Equipo de Limpieza
- Sistema de Pintura
- Instrumentos de Medición

Medición y pago

El pago se realizará por kilogramo (kg) de estructura metálica fabricada, aprobada e instalada según las especificaciones del proyecto, el valor será cancelado conforme al peso neto de la estructura metálica fabricada, calculado en base a los planos y certificados de pesaje, previa verificación por parte del supervisor de obra.

HORMIGÓN PREMEZCLADO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ (COLUMNAS)

Ítem: 1.3.2

Descripción

El Hormigón Premezclado $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ se utilizará en la ejecución de columnas de hormigón armado con una resistencia mínima de 280 kg/cm^2 , en cumplimiento con las especificaciones estructurales. El proceso incluye el suministro del hormigón premezclado, encofrado adecuado, vertido, vibrado para garantizar la compactación, y curado posterior de acuerdo con los requisitos del proyecto.

Unidad

Metro cúbico (m^3) de hormigón colocado en columnas

Materiales

La dosificación debe ser diseñada específicamente para garantizar que el hormigón alcance la resistencia requerida de 280 kg/cm^2 , teniendo en cuenta la fluidez necesaria para rellenar adecuadamente el interior de las columnas de acero y evitar vacíos o segregación y cumplir con las especificaciones establecidas por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC).

En cuanto a los agregados, la grava debe contar con una granulometría adecuada y estar libre de impurezas que puedan afectar la calidad del hormigón. La arena, por su parte, debe tener una granulometría adecuada y también estar libre de materiales orgánicos o contaminantes, asegurando así que el material no comprometa las propiedades del hormigón.

El agua utilizada en la mezcla debe ser potable y libre de impurezas, es fundamental que el agua no contenga sustancias que alteren el proceso de fraguado o la resistencia final del material.

En algunos casos, según lo indique el proyecto, se podrán emplear aditivos como plastificantes o retardantes de fraguado. Estos aditivos ayudan a mejorar la trabajabilidad del hormigón o a controlar el tiempo de fraguado, asegurando que las condiciones de trabajo sean óptimas y se cumplan los plazos establecidos.

Requerimiento previo

Verificar las dimensiones, ubicación y diseño de las columnas de acuerdo con los planos estructurales y las especificaciones del proyecto. El encofrado debe ser colocado correctamente, verificando que esté alineado y soportado para evitar deformaciones durante el vertido.

Comprobar la correcta disposición y anclaje de las varillas de acero en la columna, asegurando que cumpla con las especificaciones de los planos estructurales.

Ejecución

El hormigón premezclado debe ser suministrado por una planta certificada, con una resistencia mínima de 280 kg/cm² a los 28 días, y con la proporción adecuada de cemento, agregados y agua. Durante la colocación, el hormigón debe verterse de forma continua en las columnas, siguiendo las dimensiones y posiciones especificadas en los planos, y sin interrupciones para evitar segregación.

Se utilizarán vibradores de inmersión para garantizar una correcta compactación y eliminar las burbujas de aire, sin exceder la compactación para evitar segregación. Es

crucial verificar el nivel y la alineación de las columnas durante el vertido para asegurar el cumplimiento de las especificaciones.

Mano de obra

El proceso de ejecución del rubro involucra varios equipos especializados, cada uno con responsabilidades clave para garantizar la calidad del trabajo. Los operadores de camiones mezcladores son los encargados de transportar y verter el hormigón desde la planta de producción hasta el sitio de la obra, asegurando que el material llegue en las condiciones adecuadas para su colocación.

Una vez en el lugar, el personal de colocación se encarga de distribuir el hormigón en las columnas, realizando las tareas de compactación y nivelación para asegurar que el hormigón se distribuya correctamente y cumpla con las especificaciones de la obra.

Para asegurar la calidad del proceso, el equipo de compactación es responsable de la correcta compactación del hormigón utilizando vibradores de inmersión, eliminando posibles burbujas de aire y asegurando que el material se compacte adecuadamente, evitando vacíos que puedan afectar la resistencia del concreto.

Equipos

El proceso de ejecución del rubro requiere el uso de equipos especializados para garantizar la correcta preparación y colocación del hormigón. Camiones mezcladores serán utilizados para transportar el hormigón premezclado desde la planta hasta el sitio de obra, asegurando que el material llegue en condiciones óptimas para su colocación.

Una vez en el lugar, se utilizarán vibradores de inmersión para asegurar la correcta compactación del hormigón en las zapatas, eliminando burbujas de aire y

garantizando la homogeneidad del material, lo que contribuye a la resistencia final del concreto. Además, se emplearán herramientas manuales, como palas, paletas, rastrillos y niveles, para realizar la colocación, extendido y nivelación del hormigón, logrando una superficie adecuada y uniforme.

Finalmente, para el curado del hormigón, se utilizará un equipo de curado, que puede incluir mangueras de agua, lienzos húmedos, plásticos o productos para curado químico, con el fin de mantener la humedad necesaria en el hormigón durante su proceso de fraguado y evitar fisuras por desecación.

Medición y pago

El pago se realizará por metro cúbico (m³) de hormigón colocado, encofrado y curado en las columnas, el volumen de hormigón debe medirse de acuerdo con las dimensiones de las columnas, verificando que se cumplan las especificaciones de espesor y geometría establecidas en los planos.

El pago se efectuará después de que el hormigón haya sido colocado, compactado y curado según las especificaciones del proyecto. La medición del volumen será realizada in situ, basándose en los planos de ejecución y la inspección de calidad del trabajo realizado. El volumen de hormigón que no cumpla con las especificaciones de resistencia, calidad, dimensiones o curado no será considerado para el pago.

SUMINISTRO Y FABRICACIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA ASTM A572

Gr 50 VIGAS

Ítem: 1.3.3

Descripción

Este rubro incluye el suministro, fabricación y acabado de vigas metálicas en acero ASTM A572 Grado 50, conforme a las especificaciones de diseño estructural. Comprende el corte, soldadura, perforación, ensamblaje y aplicación de recubrimientos protectores (si aplica), asegurando el cumplimiento de los planos estructurales y las normativas vigentes.

Unidad

Kilogramo (kg) de acero estructural fabricado.

Materiales

Se utilizará acero ASTM A572 Gr 50, reconocido por su alta resistencia y capacidad para soportar esfuerzos de tracción, lo que lo convierte en un material ideal para estructuras de acero. Para la unión de las piezas de acero, se emplearán electrodos y consumibles de soldadura, seleccionados en función del tipo de acero y las condiciones de trabajo, asegurando uniones fuertes y duraderas. Además, se aplicará pintura anticorrosiva para proteger las superficies metálicas de la oxidación y el deterioro debido a la exposición a condiciones ambientales adversas, prolongando la vida útil de las estructuras.

Finalmente, se utilizarán otros insumos, como gases de soldadura (por ejemplo, argón o CO₂), para los procesos de soldadura y abrasivos para el corte y preparación de

las piezas, asegurando que las superficies de contacto estén adecuadamente preparadas para las uniones y que el trabajo se realice de manera eficiente y con la calidad esperada.

Requerimiento previo

Los planos de fabricación y montaje deben estar aprobados por el supervisor de obra, todo el acero debe ser inspeccionado, certificado y entregado en el taller de fabricación. El personal encargado de la soldadura y fabricación debe estar certificado según normas AWS o equivalentes.

Ejecución

El material será recibido y almacenado bajo condiciones adecuadas para evitar daños o corrosión, los perfiles serán cortados conforme a los planos de taller, las partes serán ensambladas y soldadas según las especificaciones de diseño y los procedimientos calificados. Las soldaduras serán inspeccionadas mediante ensayos no destructivos (NDT) cuando se requiera.

Mano de obra

- Soldadores Calificados certificados según AWS o normativas equivalentes para acero estructural.
- Operarios de Maquinaria será los encargados del corte, perforación y ensamblaje de las piezas.
- Técnicos de Inspección verifican la calidad de las soldaduras, el cumplimiento dimensional y los acabados.
- Personal de Pintura aplican la capa anticorrosiva y verifican la uniformidad de la aplicación.

Equipos

- Máquinas de Corte
- Equipo de Soldadura
- Equipo de Limpieza
- Sistema de Pintura
- Instrumentos de Medición

Medición y pago

El pago se realizará por kilogramo (kg) de estructura metálica fabricada, aprobada e instalada según las especificaciones del proyecto, el valor será cancelado conforme al peso neto de la estructura metálica fabricada, calculado en base a los planos y certificados de pesaje, previa verificación por parte del supervisor de obra.

HORMIGÓN SIMPLE EN LOSA $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Ítem: 1.3.4

Descripción

Este rubro comprende el suministro, colocación y acabado de hormigón simple con una resistencia característica a compresión $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ en losas, de acuerdo con los planos estructurales y las especificaciones técnicas. Incluye la preparación del área, vertido, vibrado y curado del hormigón.

Unidad

Metro cúbico (m^3) de hormigón colocado.

Materiales

El cemento utilizado debe ser de tipo GU (uso general) y cumplir con las especificaciones establecidas por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). En cuanto a los agregados, la grava debe contar con una granulometría adecuada y estar libre de impurezas que puedan afectar la calidad del hormigón. La arena, por su parte, debe tener una granulometría adecuada y también estar libre de materiales orgánicos o contaminantes, asegurando así que el material no comprometa las propiedades del hormigón.

El agua utilizada en la mezcla debe ser potable y libre de impurezas, es fundamental que el agua no contenga sustancias que alteren el proceso de fraguado o la resistencia final del material.

En algunos casos, según lo indique el proyecto, se podrán emplear aditivos como plastificantes o retardantes de fraguado. Estos aditivos ayudan a mejorar la trabajabilidad del hormigón o a controlar el tiempo de fraguado, asegurando que las condiciones de trabajo sean óptimas y se cumplan los plazos establecidos.

El encofrado de metal con las dimensiones y formas especificadas en los planos de ejecución. Es importante que el encofrado esté libre de impurezas y que se garantice su estabilidad durante el proceso de vertido del hormigón para evitar deformaciones que puedan afectar la calidad de la estructura.

Finalmente, el curado del hormigón es esencial para asegurar su correcta hidratación y resistencia. Este proceso se realizará mediante la aplicación de agua, manteniendo la humedad del hormigón durante un periodo mínimo de 7 días. Se podrán emplear métodos como la utilización de lienzos húmedos, plásticos o líquidos de curado

para asegurar que el hormigón no pierda humedad de forma prematura, garantizando su durabilidad y resistencia.

Requerimiento previo

Verificar las dimensiones y ubicación de las losas, así como la resistencia del hormigón requerida de acuerdo con las especificaciones del proyecto, asegurarse de que el lugar esté limpio, libre de escombros, y que el área esté preparada para recibir el hormigón. Las superficies deben ser niveladas y sin irregularidades que puedan afectar la adherencia del hormigón.

El encofrado debe estar instalado de acuerdo con las dimensiones especificadas en los planos, asegurando que esté firme y que no haya filtraciones.

Ejecución

La mezcla de hormigón debe seguir las proporciones del diseño para alcanzar una resistencia de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, controlando rigurosamente los materiales y el agua para evitar una mezcla excesivamente fluida que reduzca la resistencia. Se prepara en una planta certificada o en obra con una mezcladora adecuada.

Durante la colocación, el hormigón debe verterse de manera continua dentro del encofrado, evitando la segregación y el fraguado prematuro, y asegurando que no se vierta desde alturas excesivas.

La compactación se realiza con vibradores de alta frecuencia, inmediatamente después de la colocación, para asegurar una distribución uniforme y eliminar burbujas de aire.

El curado debe mantener el hormigón húmedo durante aproximadamente 7 días para evitar el agrietamiento por desecación, utilizando métodos como el rociado de agua o lienzos húmedos.

Mano de obra

El proceso de ejecución requiere un equipo especializado para garantizar la calidad y eficiencia en la colocación del hormigón. El personal de maquinaria se encarga de operar la mezcladora de hormigón o los equipos de transporte, asegurando un manejo adecuado y seguro del material hasta el sitio de la obra. Una vez en el lugar, el equipo de colocación realiza la distribución y compactación manual del hormigón en áreas donde la maquinaria no puede acceder, garantizando una colocación uniforme y acorde con las especificaciones del proyecto. Finalmente, los especialistas en compactación emplean vibradores de inmersión para asegurar una correcta compactación del hormigón, eliminando burbujas de aire y logrando una mezcla homogénea que garantice la resistencia y durabilidad de la estructura.

Equipos

El equipo utilizado en el proceso de ejecución está diseñado para garantizar la calidad y uniformidad del hormigón en cada etapa. La mezcladora de hormigón se emplea para combinar los ingredientes en proporciones exactas, asegurando una mezcla homogénea y de la calidad requerida. En caso de ser necesario, se utilizan bombas de hormigón para trasladar el material a áreas de difícil acceso, facilitando su colocación en puntos críticos del proyecto.

Además, los vibradores de inmersión desempeñan un papel crucial en la compactación del hormigón, eliminando burbujas de aire y mejorando la densidad del material, lo que garantiza su resistencia y durabilidad en la estructura final.

Medición y pago

El pago se realizará por metro cúbico (m³) de hormigón colocado y terminado en losa, se efectuará una vez que el hormigón haya sido colocado, compactado y curado de acuerdo con las especificaciones del proyecto. Las mediciones se realizarán in situ, basándose en los planos y en las inspecciones de calidad del trabajo realizado.

El volumen de hormigón que no cumpla con las especificaciones de calidad, dimensiones o resistencia no será considerado para el pago.

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PLANCHAS STEEL DECK e=0,76 mm

Ítem: 1.3.5

Descripción

Este rubro comprende el suministro, transporte, y colocación de planchas Steel Deck de 0.76 mm de espesor para su uso como encofrado colaborante en losas de hormigón o sistemas de soporte estructural.

Unidad

Metro cuadrado (m²) instalado.

Materiales

Planchas Steel Deck de acero galvanizado conforme a ASTM A653, calibre 22 (0.76 mm de espesor) con longitudes y configuraciones conforme a planos de diseño.

Requerimiento previo

Revisión de la estructura metálica o soportes en los cuales se colocará el Steel Deck, verificar los detalles estructurales y configuraciones de instalación.

Ejecución

Traslado de las planchas al área de trabajo de forma cuidadosa para evitar deformaciones, instalar las planchas Steel Deck según el alineamiento y solapes especificados en los planos, asegurar con tornillos autoperforantes en cada nervadura, garantizando anclaje a la estructura metálica, por último, verificar que las planchas estén niveladas y correctamente fijadas y en caso de ser necesario realizar ajustes antes de verter el hormigón.

Mano de obra

Para la instalación de las planchas Steel Deck, se contará con técnicos especializados, quienes serán responsables de llevar a cabo la fijación y colocación precisa de las planchas, asegurando que se cumplan todas las especificaciones técnicas y los estándares de calidad. Además, se dispondrá de ayudantes para asistir en la colocación y manipulación del material, facilitando el proceso de transporte, ajuste y alineación de las planchas Steel Deck en el lugar de trabajo, garantizando una ejecución eficiente y segura de la instalación.

Equipos

Para la instalación de las planchas Steel Deck, se utilizarán llaves, martillos de goma y niveladores, que son esenciales para ajustar y fijar las planchas de manera precisa. Además, se emplearán taladros eléctricos con capacidad para instalar tornillos autoperforantes, lo que permitirá una fijación rápida y segura de las planchas al soporte

estructural, para el traslado de materiales a niveles superiores, se utilizarán sistemas de elevación como grúas, poleas o montacargas, que facilitarán el manejo de las planchas Steel Deck y asegurarán su colocación eficiente y segura en el lugar de trabajo.

Medición y pago

Metro cuadrado (m^2) de Steel Deck correctamente instalado. El pago se realizará considerando la superficie instalada y aprobada por el supervisor de obra. Incluirá el suministro de materiales, transporte, mano de obra, equipos y accesorios necesarios para la correcta instalación.

MALLA ELECTROSOLDADA 8mm 150 x 150 mm $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$

Ítem: 1.3.6

Descripción

La Malla Electrosoldada se utiliza como refuerzo en elementos de hormigón armado, proporcionando una distribución uniforme de las cargas y aumentando la resistencia a la tracción y flexión. La malla es de acero de alta resistencia, con un diámetro de barra de 8 mm y un espaciamiento de malla de 150x150 mm y $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$, es ideal para ser utilizado en losas que requieren una resistencia adicional distribuida uniformemente.

Unidad

La unidad de medida es los metros cuadrados (m^2) de malla colocada en obra.

Materiales

- Barras de acero de 8 mm de diámetro, la malla debe estar fabricada mediante el proceso de soldadura por puntos, asegurando que cada punto de unión esté correctamente formado y que la malla mantenga su resistencia a lo largo de toda su estructura.
- El espaciamiento de la malla será de 150 mm x 150 mm, lo que garantiza una distribución homogénea de la carga.

Ejecución

La instalación de la malla electrosoldada debe realizarse según las especificaciones de los planos, cubriendo completamente la superficie o área de refuerzo requerida. La malla debe cortarse a las dimensiones adecuadas para ajustarse al área de trabajo, y las uniones entre mallas deben hacerse con alambre de amarre para garantizar estabilidad y seguridad.

Durante la colocación sobre losa o elemento de hormigón, la malla debe situarse sobre separadores para evitar el contacto con el encofrado, asegurando que esté en la posición correcta dentro del espesor del elemento. Es fundamental verificar que la malla esté alineada y nivelada antes del vaciado del hormigón. Además, se debe asegurar la malla con alambre de amarre o abrazaderas para evitar su desplazamiento durante el vaciado.

Finalmente, se debe realizar una inspección antes del vaciado para confirmar que la malla esté correctamente instalada y fijada.

Mano de obra

El proceso de instalación de la malla estructural requiere un equipo capacitado para garantizar su correcta preparación y colocación. Los operadores de corte y doblado son responsables de ajustar la malla a las dimensiones especificadas, utilizando herramientas y equipos adecuados para garantizar precisión en los cortes y dobleces necesarios. Por su parte, el personal encargado de la colocación se ocupa de posicionar la malla en el lugar indicado y realizar el amarre correspondiente, asegurando que se cumplan las especificaciones técnicas y que la malla quede debidamente asegurada para resistir las cargas previstas en la estructura.

Equipos

El proceso de instalación de la malla electrosoldada requiere herramientas específicas para asegurar una ejecución precisa y eficiente. Se emplean herramientas manuales, como cortadoras y alicates, para realizar los ajustes necesarios en la malla. Además, el alambre de amarre se utiliza para fijar la malla de manera segura, garantizando su estabilidad y correcta disposición en la estructura, cumpliendo con las especificaciones técnicas y normativas del proyecto.

Medición y pago

El pago se realizará por m² de malla colocada en la obra, de acuerdo con las cantidades determinadas en los planos y especificaciones, de acuerdo con las mediciones realizadas en obra y verificadas por el supervisor de calidad, tras la instalación y colocación adecuada de la malla. El pago solo se realizará una vez que se haya confirmado que la malla se encuentra correctamente instalada y amarrada.

Anexo C

Análisis de Precios Unitarios APUs

PROYECTO	EDIFICIO METÁLICO DE 4 PISOS PARA USO COMERCIAL - RESIDENCIAL EN MANTA				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ITEM	RUBRO			UNIDAD	PRECIO
1.1.2	EXCAVACIÓN DE CIMENTOS			m3	\$9,10
DETALLE					
Equipos					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales (5% M.O)					\$0,36
Subtotal (M)					\$0,36
Mano de Obra					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento [h/U]	Costo
Peón	2	\$4,06	\$8,12	0,8	\$6,49
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,2	\$4,55	\$0,91	0,8	\$0,73
					\$-
					\$-
					\$-
Subtotal					\$7,22
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	Costo	
					\$-
					\$-
					\$-
					\$-
					\$-
					\$-
					\$-
					\$-
Subtotal					\$0,00
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Subtotal					\$-
Guayaquil, Diciembre	TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$7,58
	INDIRECTOS Y UTILIDADES				15%
					\$1,14
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	OTROS INDIRECTOS				5%
					\$0,38
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$9,10
Oferente	VALOR OFERTADO				\$9,10

PROYECTO	EDIFICIO METÁLICO DE 4 PISOS PARA USO COMERCIAL - RESIDENCIAL EN MANTA				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ITEM	RUBRO			UNIDAD	PRECIO
1.1.3	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE CIMIENTOS			m3	\$6,86
DETALLE					
Equipos					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales (5% M.O)	0,05	\$4,87			\$0,24
Compactador manual	1	\$3,00	\$3,00	0,2	\$0,60
Subtotal (M)					\$0,84
Mano de Obra					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento [h/U]	Costo
Peón	4	\$4,06	\$16,23	0,3	\$4,87
					\$-
					\$-
					\$-
					\$-
					\$-
Subtotal					\$4,87
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	Costo	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
Subtotal				\$0,00	
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Subtotal				\$-	
Guayaquil, Diciembre	TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$5,71
	INDIRECTOS Y UTILIDADES				15%
					\$0,86
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	OTROS INDIRECTOS				5%
					\$0,29
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$6,86
Oferte	VALOR OFERTADO				\$6,86

PROYECTO	EDIFICIO METÁLICO DE 4 PISOS PARA USO COMERCIAL - RESIDENCIAL EN MANTA				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ITEM	RUBRO			UNIDAD	PRECIO
1.2.1	HORMIGÓN SIMPLE EN REPLANTILLO Fc=180kg/cm2			m3	\$190,47
DETALLE					
Equipos					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales (5% M.O)	0,05	\$52,89			\$2,64
Concreteira	1	\$4,50	\$4,50	1,6	\$7,20
Vibrador de manguera	1	\$5,40	\$5,40	1,6	\$8,64
Subtotal (M)					\$18,48
Mano de Obra					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento [h/U]	Costo
Peón	5	\$4,06	\$20,29	1,6	\$32,47
Albañil	1	\$4,11	\$4,11	1,6	\$6,57
Operador de equipo liviano	1	\$4,11	\$4,11	1,6	\$6,57
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	\$4,55	\$4,55	1,6	\$7,28
					\$-
					\$-
Subtotal					\$52,89
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	Costo	
Agua	m3	0,24	\$0,85	\$0,20	
Cemento	saco	7,21	\$7,70	\$55,52	
Arena gruesa	m3	0,65	\$13,50	\$8,78	
Piedra 3/4	m3	0,95	\$18,00	\$17,10	
Tabla dura de encofrado de 0.20 m.	u	2	\$2,80	\$5,60	
Clavos 2" a 3"	kg	0,06	\$2,50	\$0,15	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
Subtotal				\$87,35	
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Subtotal				\$-	
Guayaquil, Diciembre	TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$158,72
	INDIRECTOS Y UTILIDADES				15%
					\$23,81
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	OTROS INDIRECTOS				5%
					\$7,94
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$190,47
Oferente	VALOR OFERTADO				\$190,47

PROYECTO	EDIFICIO METÁLICO DE 4 PISOS PARA USO COMERCIAL - RESIDENCIAL EN MANTA				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ITEM	RUBRO			UNIDAD	PRECIO
1.2.2	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS fy=4200 kg/cm2			kg	\$2,40
DETALLE					
Equipos					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales (5% M.O)	0,05	\$0,30			\$0,02
Cortadora - Dobladora	1	2	2	0,0238	\$0,05
					\$-
					\$-
					\$-
Subtotal (M)					\$0,06
Mano de Obra					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento [h/U]	Costo
Ferrero	1	\$4,11	\$4,11	0,0238	\$0,10
Ayudante de Ferrero	2	\$4,06	\$8,12	0,0238	\$0,19
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	\$4,55	\$0,46	0,0238	\$0,01
					\$-
					\$-
Subtotal					\$0,30
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	Costo	
Acero de refuerzo en barras fy = 420 Mpa	kg	1,05	\$1,22	\$1,28	
Alambre recocido N° 18 <Rollo 20 kg>	kg	0,13	\$2,55	\$0,33	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
Subtotal				\$1,61	
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Transporte de materiales (5% M.T)	(5% M.T)	0,05	\$1,61	\$ 0,08	
Subtotal				\$ 0,08	
Guayaquil, Diciembre	TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$2,06
	INDIRECTOS Y UTILIDADES				15%
					\$0,31
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	OTROS INDIRECTOS				5%
					\$0,10
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$2,40
Oferente	VALOR OFERTADO				\$2,40

PROYECTO	EDIFICIO METÁLICO DE 4 PISOS PARA USO COMERCIAL - RESIDENCIAL EN MANTA				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ITEM	RUBRO			UNIDAD	PRECIO
1.2.3	HORMIGÓN PREMEZCLADO f _c =280kg/cm ² . INCLUYE ENCOFRADO Y CURADO (ZAPATAS)			m ³	\$276,68
DETALLE					
Equipos					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales (5% M.O)	0,05	\$41,69			\$2,08
Vibrador de manguera	0,25	\$5,40	\$1,35	2	\$2,70
Bomba estacionaria	0,25	\$15,50	\$3,88	2	\$7,75
Subtotal (M)					\$12,53
Mano de Obra					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento [h/U]	Costo
Peón	3	\$4,06	\$12,17	2	\$24,35
Albañil	1	\$4,11	\$4,11	2	\$8,22
Carpintero	1	\$4,11	\$4,11	2	\$8,22
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	\$4,55	\$0,46	2	\$0,91
Subtotal					\$41,69
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	Costo	
Hormigón premezclado f _c =280 kg/cm ²	m ³	1,02	\$152,30	\$155,35	
Encofrado	m ³	1	\$10,00	\$10,00	
Curador	kg	1	\$2,10	\$2,10	
Clavos 2" a 3"	kg	0,2	\$2,50	\$0,50	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
Subtotal				\$167,95	
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Transporte de materiales (5% M.T)	(5% M.T)	0,05	\$167,95	\$ 8,40	
Subtotal				\$ 8,40	
Guayaquil, Diciembre	TOTAL COSTOS DIRECTOS			\$230,57	
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%			\$34,59	
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	OTROS INDIRECTOS 5%			\$11,53	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$276,68	
Oferente	VALOR OFERTADO			\$276,68	

PROYECTO	EDIFICIO METÁLICO DE 4 PISOS PARA USO COMERCIAL - RESIDENCIAL EN MANTA				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ITEM	RUBRO			UNIDAD	PRECIO
1.2.4	PLACA BASE 600X600X20 mm ASTM A 572 Gr 50			u	\$2.164,37
DETALLE					
Equipos					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales (5% M.O)	0,05	\$1,29	\$0,06		\$0,06
Amoladora	0,25	\$3,13	\$0,78		\$0,78
Subtotal (M)					\$0,85
Mano de Obra					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento [h/U]	Costo
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	\$4,55	\$0,46	0,15	\$0,07
Peón	1	\$4,06	\$4,06	0,15	\$0,61
Soldador	1	\$4,11	\$4,11	0,15	\$0,62
					\$-
					\$-
Subtotal					\$1,29
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	Costo	
Placa de 600x600x20 mm	u	0,36	\$5.000,00	\$1.800,00	
Electrodo E7018	u	0,2	\$2,50	\$0,50	
Pintura anticorrosiva	u	0,05	\$20,00	\$1,00	
Subtotal				\$1.801,50	
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Subtotal				\$-	
Guayaquil, Diciembre	TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$1.803,64
	INDIRECTOS Y UTILIDADES				15%
					\$270,55
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	OTROS INDIRECTOS				5%
					\$90,18
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$2.164,37
Oferente	VALOR OFERTADO				\$2.164,37

PROYECTO	EDIFICIO METÁLICO DE 4 PISOS PARA USO COMERCIAL - RESIDENCIAL EN MANTA				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ITEM	RUBRO			UNIDAD	PRECIO
1.2.5	CONJUNTO DE ANCLAJES PRE - INSTALADOS 20 mm perno F1554 Gr 105			u	\$138,62
DETALLE					
Equipos					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales (5% M.O)	0,05	\$1,63	\$0,08		\$0,08
Taladro industrial	0,1	\$15,00	\$1,50	0,2	\$0,30
Subtotal (M)					\$0,38
Mano de Obra					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento [h/U]	Costo
Peón	1	\$4,06	\$4,06	0,2	\$0,81
Ferrero	1	\$4,11	\$4,11	0,2	\$0,82
					\$-
Subtotal					\$1,63
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	Costo	
Pernos F 1554 Gr 105 (20 mm)	u	1	\$110,00	\$110,00	
Arandelas y tuercas	u	1	\$3,50	\$3,50	
Subtotal					\$113,50
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Subtotal					\$-
Guayaquil, Diciembre	TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$115,51
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%				\$17,33
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	OTROS INDIRECTOS 5%				\$5,78
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$138,62
Oferte	VALOR OFERTADO				\$138,62

PROYECTO	EDIFICIO METÁLICO DE 4 PISOS PARA USO COMERCIAL - RESIDENCIAL EN MANTA				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ITEM	RUBRO			UNIDAD	PRECIO
1.2.7	HORMIGÓN SIMPLE EN CONTRAPISO $f_c=180 \text{ kg/cm}^2$ $e=5\text{cm}$			m2	\$19,46
DETALLE					
Equipos					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales (5% M.O)	0,05	\$7,97			\$0,40
Concreteira	1	\$4,50	\$4,50	0,32	\$1,44
Compactador manual	1	\$3,00	\$3,00	0,32	\$0,96
Subtotal (M)					\$1,84
Mano de Obra					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento [h/U]	Costo
Peón	4	\$4,06	\$16,23	0,32	\$5,19
Carpintero	1	\$4,11	\$4,11	0,32	\$1,31
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	\$4,55	\$4,55	0,32	\$1,46
					\$-
					\$-
Subtotal					\$7,97
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	Costo	
Agua	m3	0,02	\$0,85	\$0,02	
Cemento	saco	0,62	\$7,70	\$4,77	
Arena gruesa	m3	0,04	\$13,50	\$0,54	
Piedra 3/4	m3	0,06	\$18,00	\$1,08	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
Subtotal				\$6,41	
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Subtotal				\$-	
Guayaquil, Diciembre	TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$16,21
	INDIRECTOS Y UTILIDADES				15%
					\$2,43
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	OTROS INDIRECTOS				5%
					\$0,81
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$19,46
Oferte	VALOR OFERTADO				\$19,46

PROYECTO	EDIFICIO METÁLICO DE 4 PISOS PARA USO COMERCIAL - RESIDENCIAL EN MANTA				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ITEM	RUBRO			UNIDAD	PRECIO
1.3.1	SUMINISTRO Y FABRICACIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA ASTM A572 Gr 50 COLUMNAS			kg	\$3,15
DETALLE					
Equipos					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales (5% M.O)	0,05	\$0,11	\$0,01		\$0,01
Grua cap.20 Ton	1	\$30,00	\$30,00	0,002	\$0,06
Soldadora 300 Amp	1	\$3,60	\$3,60	0,002	\$0,01
Camión plataforma	1	\$25,00	\$25,00	0,002	\$0,05
Equipo de oxicorte	2	\$3,00	\$6,00	0,002	\$0,01
Compresor 600 cfm	1	\$18,50	\$18,50	0,002	\$0,04
Tolva de arena	1	\$2,30	\$2,30	0,002	\$0,00
Equipo airless	1	\$7,50	\$7,50	0,002	\$0,02
Subtotal (M)					\$0,19
Mano de Obra					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento [h/U]	Costo
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	\$4,55	\$4,55	0,002	\$0,01
Maestro soldador especializado (En Construcción)	3	\$4,55	\$13,65	0,002	\$0,03
CHOFER: Plataformas <Estr. Oc. C1>	1	\$5,32	\$5,32	0,002	\$0,01
Op. Grua	1	\$4,55	\$4,55	0,002	\$0,01
Pintor	1	\$4,11	\$4,11	0,002	\$0,01
Peón	3	\$4,06	\$12,17	0,002	\$0,02
Operador de equipo liviano	3	\$4,11	\$12,32	0,002	\$0,02
Soldador					\$-
					\$-
Subtotal					\$0,11
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	Costo	
Acero estructural ASTM A572 Gr 50	kg	1,05	\$1,55	\$1,63	
Disco de corte	u	0,02	\$2,75	\$0,06	
Soldadura 70 ksi	kg	0,01	\$2,70	\$0,03	
Oxigeno recarga	m3	0,01	\$2,55	\$0,03	
Mezcla Argón CO2	m3	0,01	\$3,80	\$0,04	
Pintura epóxica 80% V. sold	lt	0,01	\$13,20	\$0,13	
Pintura poliuretano 65% V. sold	lt	0,01	\$23,10	\$0,23	
Disco de desbete	u	0,02	\$4,70	\$0,09	
Arena fina de río	m3	0,01	\$9,60	\$0,10	
				\$-	
Subtotal					\$2,33
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Subtotal					\$-
Guayaquil, Diciembre	TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$2,63
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%				\$0,39
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	OTROS INDIRECTOS 5%				\$0,12
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$3,15
Oferente	VALOR OFERTADO				\$3,15

PROYECTO	EDIFICIO METÁLICO DE 4 PISOS PARA USO COMERCIAL - RESIDENCIAL EN MANTA				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ITEM	RUBRO			UNIDAD	PRECIO
1.3.2	HORMIGÓN PREMEZCLADO $f_c=280\text{kg/cm}^2$. (COLUMNAS)			m3	\$254,00
DETALLE					
Equipos					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales (5% M.O)	0,05	\$33,48			\$1,67
Vibrador de manguera	0,25	\$5,40	\$1,35	2	\$2,70
Bomba estacionaria	0,25	\$15,50	\$3,88	2	\$7,75
Andamios metalicos	0,25	\$1,50	\$0,38	2	\$0,75
Subtotal (M)					\$12,87
Mano de Obra					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento [h/U]	Costo
Peón	3	\$4,06	\$12,17	2	\$24,35
Albañil	1	\$4,11	\$4,11	2	\$8,22
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	\$4,55	\$0,46	2	\$0,91
Subtotal					\$33,48
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	Costo	
Hormigón premezclado $f_c=280\text{ kg/cm}^2$	m3	1,02	\$152,30	\$155,35	
Curador	kg	1	\$2,10	\$2,10	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
Subtotal				\$157,45	
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Transporte de materiales (5% M.T)	(5% M.T)	0,05	\$157,45	\$ 7,87	
Subtotal				\$ 7,87	
Guayaquil, Diciembre	TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$211,67
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%				\$31,75
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	OTROS INDIRECTOS 5%				\$10,58
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$254,00
Oferente	VALOR OFERTADO				\$254,00

PROYECTO	EDIFICIO METÁLICO DE 4 PISOS PARA USO COMERCIAL - RESIDENCIAL EN MANTA				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ITEM	RUBRO			UNIDAD	PRECIO
1.3.3	SUMINISTRO Y FABRICACIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA ASTM A572 Gr 50 VIGAS			kg	\$3,15
DETALLE					
Equipos					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales (5% M.O)	0,05	\$0,11	\$0,01		\$0,01
Grua cap.20 Ton	1	\$30,00	\$30,00	0,002	\$0,06
Soldadora 300 Amp	1	\$3,60	\$3,60	0,002	\$0,01
Camión plataforma	1	\$25,00	\$25,00	0,002	\$0,05
Equipo de oxicorte	2	\$3,00	\$6,00	0,002	\$0,01
Compresor 600 cfm	1	\$18,50	\$18,50	0,002	\$0,04
Tolva de arena	1	\$2,30	\$2,30	0,002	\$0,00
Equipo airless	1	\$7,50	\$7,50	0,002	\$0,02
Subtotal (M)					\$0,19
Mano de Obra					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento [h/U]	Costo
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	\$4,55	\$4,55	0,002	\$0,01
Maestro soldador especializado (En Construcción)	3	\$4,55	\$13,65	0,002	\$0,03
CHOFER: Plataformas <Estr. Oc. C1>	1	\$5,32	\$5,32	0,002	\$0,01
Op. Grua	1	\$4,55	\$4,55	0,002	\$0,01
Pintor	1	\$4,11	\$4,11	0,002	\$0,01
Peón	3	\$4,06	\$12,17	0,002	\$0,02
Operador de equipo liviano	3	\$4,11	\$12,32	0,002	\$0,02
Soldador					\$-
					\$-
Subtotal					\$0,11
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	Costo	
Acero estructural ASTM A572 Gr 50	kg	1,05	\$1,55	\$1,63	
Disco de corte	u	0,02	\$2,75	\$0,06	
Soldadura 70 ksi	kg	0,01	\$2,70	\$0,03	
Oxigeno recarga	m3	0,01	\$2,55	\$0,03	
Mezcla Argón CO2	m3	0,01	\$3,80	\$0,04	
Pintura epóxica 80% V. sold	lt	0,01	\$13,20	\$0,13	
Pintura poliuretano 65% V. sold	lt	0,01	\$23,10	\$0,23	
Disco de desbaste	u	0,02	\$4,70	\$0,09	
Arena fina de río	m3	0,01	\$9,60	\$0,10	
				\$-	
Subtotal				\$2,33	
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Subtotal				\$-	
Guayaquil, Diciembre	TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$2,63
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%				\$0,39
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	OTROS INDIRECTOS 5%				\$0,12
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$3,15
Ofrente	VALOR OFERTADO				\$3,15

PROYECTO	EDIFICIO METÁLICO DE 4 PISOS PARA USO COMERCIAL - RESIDENCIAL EN MANTA				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ITEM	RUBRO			UNIDAD	PRECIO
1.3.4	HORMIGÓN SIMPLE EN LOSA f'c=280kg/cm2			m2	\$274,45
DETALLE					
Equipos					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales (5% M.O)	0,05	\$49,71			\$2,49
Vibrador de manguera	0,25	\$5,40	\$1,35	2	\$2,70
Bomba estacionaria	0,25	\$15,50	\$3,88	2	\$7,75
Andamios metalicos	0,25	\$1,50	\$0,38	2	\$0,75
Subtotal (M)					\$13,69
Mano de Obra					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento [h/U]	Costo
Peón	5	\$4,06	\$20,29	2	\$40,58
Albañil	1	\$4,11	\$4,11	2	\$8,22
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	\$4,55	\$0,46	2	\$0,91
Subtotal					\$49,71
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	Costo	
Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2	m3	1,02	\$152,30	\$155,35	
Curador	kg	1	\$2,10	\$2,10	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
Subtotal				\$157,45	
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Transporte de materiales (5% M.T)	(5% M.T)	0,05	\$157,45	\$ 7,87	
Subtotal				\$ 7,87	
Guayaquil, Diciembre	TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$228,71
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%				\$34,31
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	OTROS INDIRECTOS 5%				\$11,44
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$274,45
Oferente	VALOR OFERTADO				\$274,45

PROYECTO	EDIFICIO METÁLICO DE 4 PISOS PARA USO COMERCIAL - RESIDENCIAL EN MANTA				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ITEM	RUBRO			UNIDAD	PRECIO
1.3.5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PLANCHA STEEL DECK e=0.76mm			m2	\$13,21
DETALLE					
Equipos					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales (5% M.O)	0,05	\$0,63			\$0,03
Soldadora Inverter TIG	0,25	\$6,50	\$1,63	0,05	\$0,08
Amoladora	0,25	\$3,13	\$0,78	0,05	\$0,04
Set de herramientas de montaje	0,25	\$6,90	\$1,73	0,05	\$0,09
Grúa hidráulica de 70 Ton	0,25	\$73,35	\$18,34	0,05	\$0,92
Subtotal (M)					\$1,16
Mano de Obra					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento [h/U]	Costo
Peón	2	\$4,06	\$8,12	0,05	\$0,41
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	\$4,55	\$0,46	0,05	\$0,02
Soldador	1	\$4,11	\$4,11	0,05	\$0,21
Subtotal					\$0,63
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	Costo	
Plancha stell deck e=0,76 mm	u	0,17	\$51,65	\$8,78	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
Subtotal				\$8,78	
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Transporte de materiales (5% M.T)	(5% M.T)	0,05	\$8,78	\$	0,44
Subtotal				\$	0,44
Guayaquil, Diciembre	TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$11,01
	INDIRECTOS Y UTILIDADES				15%
					\$1,65
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	OTROS INDIRECTOS				5%
					\$0,55
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$13,21
Oferente	VALOR OFERTADO				\$13,21

PROYECTO	EDIFICIO METÁLICO DE 4 PISOS PARA USO COMERCIAL - RESIDENCIAL EN MANTA				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ITEM	RUBRO			UNIDAD	PRECIO
1.3.6	MALLA ELECTROSOLDADA=8mm 150x150 mm fy = 5000 kg/cm2			m2	\$9,21
DETALLE					
Equipos					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales (5% M.O)	0,05	\$0,38			\$0,02
					\$-
					\$-
					\$-
					\$-
					\$-
Subtotal (M)					\$0,02
Mano de Obra					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo-Hora	Rendimiento [h/U]	Costo
Ferrero	1	\$4,11	\$4,11	0,03	\$0,12
Peón	2	\$4,06	\$8,12	0,03	\$0,24
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	\$4,55	\$0,46	0,03	\$0,01
					\$-
					\$-
Subtotal					\$0,38
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	Costo	
Malla Electrosoldada 8 mm. 150x150 mm	u	0,07	\$95,38	\$6,68	
Alambre recocido N°18 <Rollo 20 kg>	kg	0,1	\$2,55	\$0,26	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
				\$-	
Subtotal				\$6,93	
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Transporte de materiales (5% M.T)	(5% M.T)	0,05	\$6,93	\$ 0,35	
Subtotal				\$ 0,35	
Guayaquil, Diciembre					
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$7,68
	INDIRECTOS Y UTILIDADES				15%
					\$1,15
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	OTROS INDIRECTOS				5%
					\$0,38
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$9,21
Oferente	VALOR OFERTADO				\$9,21

Anexo D

Cálculos

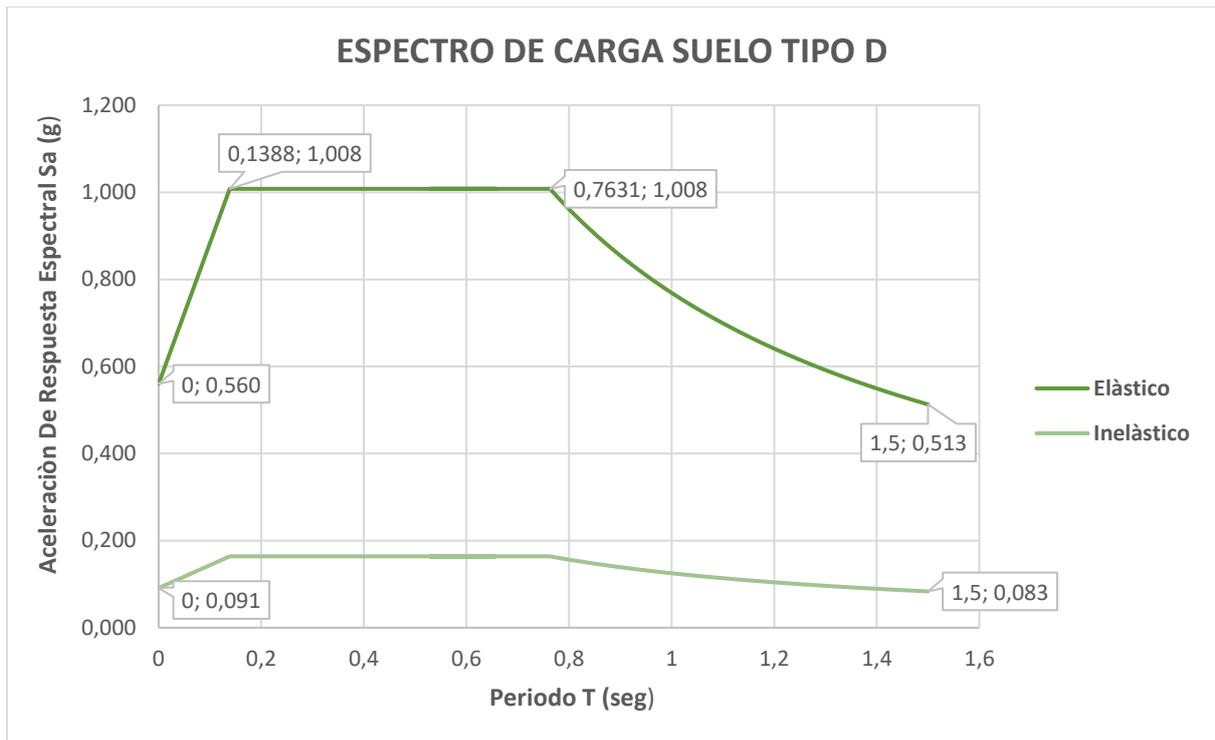
Espectro De Carga Suelo TIPO D - NEC 2015

Zona Sísmica	FACTOR Z	TIPO DE PERFIL	Fa	Fd	Fs	η	ct	hm	α
VI	0,5	D	1,12	1,11	1,4	1,8	0,072	15,84	0,8

CÀLCULOS			
To	Tc	Ta	Sa
0,1388	0,7631	0,6564	1,0080

R	I	Φ_p	Φ_e
6,15	1	1	1

T (seg)	Sa (g)	Cs (g)
0	0,560	0,091
0,01	0,592	0,096
0,05	0,721	0,117
0,1	0,883	0,143
0,15	1,008	0,164
0,2	1,008	0,164
0,25	1,008	0,164
0,3	1,008	0,164
0,35	1,008	0,164
0,4	1,008	0,164
0,45	1,008	0,164
0,5	1,008	0,164
0,55	1,008	0,164
0,6	1,008	0,164
0,65	1,008	0,164
0,7	1,008	0,164
0,75	1,008	0,164
0,8	0,962	0,156
0,81	0,950	0,154
0,85	0,905	0,147
0,9	0,855	0,139
0,91	0,845	0,137
0,92	0,836	0,136
0,93	0,827	0,134
0,94	0,818	0,133
0,95	0,810	0,132
0,97	0,793	0,129
1	0,769	0,125



Período Fundamental obtenido en software		
Tx	0,810	s
Ty	0,975	s
Coeficiente de Respuesta Sísmica		
Csx	0,154	g
Csy	0,1280	g

Corrección Del Cortante Basal

Valores obtenidos de software						
Piso	Altura 0.05 [m]	Peso sísmico [Tn]	Vbasal X [Tn]	Periodo X [s]	Vbasal Y [Tn]	Periodo Y [s]
PB	0,05	888,09	116,1995	0,809653	79,46	0,975
CORRECCIÓN DE CORTANTE						
Periodo X [s]	Cs X	Vestático X [Ton]	0.8 * Vestático X [Ton]	Vbasal X > 0.8 Vest X		
0,809653	0,154	136,77	109,41	cumple		
Periodo Y [s]	Cs Y	Vestático Y [Ton]	0.8 * Vestático Y [Ton]	Vbasal Y > 0.8 Vest Y	VbasalY/VestY	9.81*VbasalY/VestY
0,809653	0,128	113,68	90,94	corregir	1,144	11,23

TORSIÓN IRREGULAR

SISMO EN X				
Piso	δ_{max} [mm]	δ_{media} [mm]	$\delta_{max}/\delta_{media}$	$\delta_{max}/\delta_{media} < 1.2$
Piso 4	29.7	29.05	1.02	cumple
Piso 3	26.232	25.61	1.02	cumple
Piso 2	21.305	20.75	1.03	cumple
Piso 1	12.148	12.15	1.00	cumple

SISMO EN Y				
Piso	δ_{max} [mm]	δ_{media} [mm]	$\delta_{max}/\delta_{media}$	$\delta_{max}/\delta_{media} < 1.2$
Piso 4	47.812	47.81	1.00	cumple
Piso 3	41.757	41.76	1.00	cumple
Piso 2	32.986	32.99	1.00	cumple
Piso 1	17.544	17.54	1.00	cumple

EFECTO P- Δ

Sismo en X							
Nivel	Wsísmico [Ton]	Vi X [Ton]	H [m]	$\Delta_{elástico}$ [m]	$\delta_{elástico}$ [m]	θ	Condición
4	3,02	0,472	3,78	0,02799	0,003315	0,0056	No considerar efectos P- Δ
3	196,71	34,248	3,78	0,024675	0,004663	0,0071	No considerar efectos P- Δ
2	424,72	70,16	3,78	0,020012	0,008606	0,0138	No considerar efectos P- Δ
1	654,87	99,245	4,5	0,011406	0,011406	0,0167	No considerar efectos P- Δ
Sismo en Y							
Nivel	Wsísmico [Ton]	Vi Y [Ton]	H [m]	$\Delta_{elástico}$ [m]	$\delta_{elástico}$ [m]	θ	Condición
4	3,02	0,39	3,78	0,032499	0,004377	0,0090	No considerar efectos P- Δ
3	196,71	29,225	3,78	0,028122	0,006114	0,0109	No considerar efectos P- Δ
2	424,72	56,839	3,78	0,022008	0,010454	0,0207	No considerar efectos P- Δ
1	654,87	78,378	4,5	0,011554	0,011554	0,0215	No considerar efectos P- Δ

DISEÑO DE VIGA SECUNDARIA

dimensiones comerciales

$$bf := 10 \text{ cm} \quad tf := 1 \text{ cm} \quad T := 40 \text{ cm} \quad tw := 0.5 \text{ cm}$$

cálculo de área, A

$$A1 := tf \cdot bf = 10 \text{ cm}^2 \quad A2 := T \cdot tw = 20 \text{ cm}^2 \quad A3 := A1$$

$$A := 2 \cdot A1 + A2 = 4000 \text{ mm}^2$$

cálculo de eje neutro elástico eje y, Y1

$$y1 := \frac{tf}{2} = 0.5 \text{ cm} \quad y2 := tf + \frac{T}{2} = 21 \text{ cm} \quad y3 := tf + T + \frac{tf}{2} = 41.5 \text{ cm}$$

$$\Sigma A \cdot Y := (A1 \cdot y1) + (A2 \cdot y2) + (A3 \cdot y3) = 840 \text{ cm}^3$$

$$Y1 := \frac{\Sigma A \cdot Y}{A} = 21 \text{ cm}$$

cálculo de inercia respecto al eje x, Ix

$$d1 := Y1 - y1 = 20.5 \text{ cm} \quad d2 := Y1 - y2 = 0 \text{ cm} \quad d3 := y3 - Y1 = 20.5 \text{ cm}$$

$$Ix := \left(2 \cdot \frac{1}{12} \cdot bf \cdot tf^3 \right) + \left(\frac{1}{12} \cdot tw \cdot T^3 \right) + (A1 \cdot d1^2) + (A2 \cdot d2^2) + (A3 \cdot d3^2)$$

$$Ix = (1.107 \cdot 10^4) \text{ cm}^4$$

cálculo de inercia respecto al eje y, Iy

$$I_y := \left(2 \cdot \frac{1}{12} \cdot t_f \cdot b_f^3 \right) + \left(\frac{1}{12} \cdot T \cdot t_w^3 \right) = 167.083 \text{ cm}^4$$

cálculo de radio de giro, rx & ry

$$r_x := \sqrt{\frac{I_x}{A}} = 16.638 \text{ cm} \quad r_y := \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 2.044 \text{ cm}$$

cálculo de módulo elástico, Sx

$$S_x := \frac{I_x}{Y_1} = 527.302 \text{ cm}^3 \quad S_y := \frac{I_y}{0.5 \cdot b_f} = 33.417 \text{ cm}^3$$

cálculo de eje neutro plástico con respecto al eje y, yp1

$yp1 = Y_1 = 21 \text{ cm}$ Al ser una figura simétrica, en el centro divide al perfil en 2 áreas iguales

Cálculo del módulo plástico con respecto al eje x, Zx

Dividimos el perfil I en 4 rectángulos a partir del eje neutro plástico

$$A_1 = 10 \text{ cm}^2 \quad A_{2.1} := \frac{A_2}{2} = 10 \text{ cm}^2 \quad A_{2.2} := A_{2.1} \quad A_3 = 10 \text{ cm}^2$$

$$dp1 := yp1 - \frac{t_f}{2} = 20.5 \text{ cm} \quad dp3 := \frac{T}{2} + \frac{t_f}{2} = 20.5 \text{ cm}$$

$$dp2.1 := \frac{T}{4} = 10 \text{ cm} \quad dp2.2 := dp2.1$$

$$a_1 := \frac{(A_{2.1} \cdot dp2.1) + (A_1 \cdot dp1)}{\frac{A}{2}} = 15.25 \text{ cm} \quad a_2 := a_1 = 15.25 \text{ cm}$$

$$Z_x := \frac{A}{2} (a_1 + a_2) = 610 \text{ cm}^3$$

Cálculo de la constante torsional, J

$$d := 2 \cdot t_f + T = 42 \text{ cm} \quad h_o := d - \left(\frac{t_f + t_f}{2} \right) = 0.41 \text{ m}$$

$$J := \frac{1}{3} \left((h_o \cdot t_w^3) + (2 \cdot b_f \cdot t_f^3) \right) = 8.375 \text{ cm}^4$$

cálculo de constante de alabeo, Cw

$$\alpha := 0.5 \quad \text{Viga de simetría doble} \quad C_w := \frac{h_o^2 \cdot b_f^3 \cdot t_f \cdot \alpha}{12} = (7.004 \cdot 10^4) \text{ cm}^6$$

Resumen de propiedades

$$d = 420 \text{ mm} \quad bf = 10 \text{ cm} \quad tf = 1 \text{ cm} \quad T = 40 \text{ cm} \quad tw = 0.5 \text{ cm}$$

$$A = (4 \cdot 10^3) \text{ mm}^2 \quad rx = 166.38 \text{ mm} \quad ry = 20.44 \text{ mm}$$

$$Ix = (1.11 \cdot 10^8) \text{ mm}^4 \quad Iy = (1.67 \cdot 10^6) \text{ mm}^4 \quad Zx = (6.1 \cdot 10^5) \text{ mm}^3$$

$$J = (8.38 \cdot 10^4) \text{ mm}^4 \quad Sx = (5.27 \cdot 10^5) \text{ mm}^3 \quad Cw = (7 \cdot 10^{10}) \text{ mm}^6$$

Al ser vigas secundarias, no deben ser sísmicamente compactas, por lo cual se verifica con los siguientes límites:

Verificación Sección Compacta

Patín

$$\lambda_f = \frac{bf}{2 \cdot tf} = 5$$

$$\lambda_{p1} = 1.15 \cdot 0.38 \cdot \sqrt{\frac{Es}{Ry \cdot Fy}} = 10.03$$

$$\lambda_f < \lambda_{p1}$$

Alma

$$\lambda_w = \frac{(d - 2 \cdot tf)}{tw} = 80$$

$$\lambda_{p2} = 1.15 \cdot 3.76 \cdot \sqrt{\frac{Es}{Ry \cdot Fy}} = 99.29$$

$$\lambda_w < \lambda_{p2}$$

El alma y las alas son compactas.

Resistencia De La Viga

$$Lb := 1200 \text{ mm}$$

$$Lp := 1.76 ry \sqrt{\frac{Es}{Fy}} = 866.29 \text{ mm} \quad ; \quad Lp = 2.84 \text{ ft}$$

$$r_{ts} := \sqrt{\frac{\sqrt{Iy \cdot Cw}}{Sx}} = 25.47 \text{ mm}$$

$$Lr := 1.95 r_{ts} \cdot \frac{Es}{0.7 Fy} \cdot \sqrt{\frac{J}{Sx \cdot ho} + \sqrt{\left(\frac{J}{Sx \cdot ho}\right)^2 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.7 Fy}{Es}\right)^2}} = 2451.708 \text{ mm}$$

$$F_{cr} := \frac{(2.38 \cdot \pi^2 \cdot Es)}{\left(\frac{Lb}{r_{ts}}\right)^2} \cdot \sqrt{1 + 0.078 \cdot \frac{J}{Sx \cdot ho} \cdot \left(\frac{Lb}{r_{ts}}\right)^2} = 317.025 \text{ ksi}$$

Momento Plástico y Momento Nominal

$$M_p := F_y \cdot Z_x = 23.64 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

Caso 1) $L_b < L_p$

$$M_{n1} := F_y \cdot Z_x = 23.64 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

Caso 2) $L_p < L_b < L_r$

$$M_a := 1 \quad M_b := 1 \quad M_c := 1 \quad M_{max} := 1$$

$$C_b := \frac{(1.25 \cdot M_{max}) \cdot 10}{2.5 \cdot M_{max} + 3 M_a + 4 M_b + 3 M_c} = 1$$

$$M_{n2} := C_b \left(M_p - (M_p - 0.7 \cdot F_y \cdot S_x) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right) = 21.673 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

Caso 3) $L_b \geq L_r$

$$M_{n3} := F_{cr} \cdot S_x = 117.53 \text{ tonnef} \cdot \text{m} \quad M_u = 15.322 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

$$\theta := 0.9$$

$$\theta M_n := \theta \cdot \text{if}(L_b < L_p, M_{n1}, (\text{if}(L_p \leq L_b < L_r, M_{n2}, M_{n3}))) = 19.505 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

$$\text{Condición1} := \text{if}(\theta M_n \geq M_u, \text{"Cumple"}, \text{"No cumple"}) = \text{"Cumple"}$$

Resistencia Nominal Al Cortante

$$cd := \frac{T}{tw} = 80 \quad \text{cd es la condición a evaluar}$$

$kv := 5$; dado que T/tw es menor a 260 y es un elemento no rigidizado

$$1.10 \cdot \sqrt{\frac{kv \cdot E_s}{F_y}} = 59.237$$

$$2.24 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 53.946$$

$$\phi_v := 0.9$$

$$\phi_{v1} := \text{if}\left(cd \leq 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}}, 1, 0.9\right) = 0.9$$

$$C_v := \text{if}\left(cd \leq 1.10 \cdot \sqrt{\frac{kv \cdot E_s}{F_y}}, 1, \text{if}\left(cd \leq 1.37 \cdot \sqrt{\frac{kv \cdot E_s}{F_y}}, \frac{1.10 \cdot \sqrt{\frac{kv \cdot E_s}{F_y}}}{cd}, \frac{1.51 \cdot E_s \cdot kv}{cd^2 \cdot F_y}\right)\right)$$

$$C_v = 0.684$$

$$A_w := d \cdot tw = 21 \text{ cm}^2$$

$$V_n := \phi_v \cdot 0.6 \cdot F_y \cdot A_w \cdot C_v = 30.066 \text{ tonf}$$

DISEÑO DE VIGA PRINCIPAL

Resumen de propiedades

$$\begin{aligned}
 d &= 62.4 \text{ cm} & bf &= 15 \text{ cm} & tf &= 1.2 \text{ cm} & T &= 60 \text{ cm} & tw &= 1.2 \text{ cm} \\
 A &= (1.08 \cdot 10^4) \text{ mm}^2 & rx &= 226.31 \text{ mm} & ry &= 25.16 \text{ mm} \\
 Ix &= (5.53 \cdot 10^8) \text{ mm}^4 & Iy &= (6.84 \cdot 10^6) \text{ mm}^4 & Zx &= (2.18 \cdot 10^6) \text{ mm}^3 \\
 J &= (5.25 \cdot 10^5) \text{ mm}^4 & Sx &= (1.77 \cdot 10^6) \text{ mm}^3 & Cw &= (6.32 \cdot 10^{11}) \text{ mm}^6
 \end{aligned}$$

Al ser vigas secundarias, no deben ser sísmicamente compactas, por lo cual se verifica con los siguientes límites:

Verificación Sección Sísmicamente Compacta

Patín

$$\lambda_f := \frac{bf}{2 \cdot tf} = 6.25$$

$$\lambda_{p1} := 0.30 \cdot \sqrt{\frac{Es}{Ry \cdot Fy}} = 6.89$$

$$\lambda_f < \lambda_{p1}$$

Alma

$$\lambda_w := \frac{(d - 2 \cdot tf)}{tw} = 50$$

$$\lambda_{p2} := 2.45 \cdot \sqrt{\frac{Es}{Ry \cdot Fy}} = 56.26$$

$$\lambda_w < \lambda_{p2}$$

El alma y las alas son sísmicamente compactas.

Resistencia De La Viga

$$L_b := 1.98 \text{ m}$$

$$L_p := 1.76 \text{ ry} \sqrt{\frac{Es}{Fy}} = 1.07 \text{ m} \quad ; \quad L_p = 3.5 \text{ ft}$$

$$r_w := \sqrt[2]{\frac{\sqrt{Iy \cdot Cw}}{Sx}} = 0.03 \text{ m}$$

$$L_r := 1.95 \text{ r}_w \cdot \frac{Es}{0.7 Fy} \cdot \sqrt{\frac{J}{Sx \cdot h_o} + \sqrt{\left(\frac{J}{Sx \cdot h_o}\right)^2 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.7 Fy}{Es}\right)^2}} = 3.474 \text{ m}$$

$$F_{cr} := \frac{(2.38 \cdot \pi^2 \cdot Es)}{1 + 0.078 \cdot \frac{J}{Sx \cdot h_o}} \cdot \left(\frac{L_b}{r_w}\right)^2 = 222.102 \text{ ksi}$$

$$\sqrt{\left(\frac{Lb}{r_{ts}}\right)^2} \cdot Sx \cdot ho \cdot (r_{ts})$$

Momento Plástico y Momento Nominal

$$Mp := Fy \cdot Zx = 84.54 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

Caso 1) $Lb < Lp$

$$Mn1 := Fy \cdot Zx = 84.54 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

Caso 2) $Lp < Lb < Lr$

$$Ma := 1 \quad Mb := 1 \quad Mc := 1 \quad Mmax := 1$$

$$Cb := \frac{(1.25 \cdot Mmax) \cdot 10}{2.5 \cdot Mmax + 3 \cdot Ma + 4 \cdot Mb + 3 \cdot Mc} = 1$$

$$Mn2 := Cb \left(Mp - (Mp - 0.7 \cdot Fy \cdot Sx) \cdot \left(\frac{Lb - Lp}{Lr - Lp} \right) \right) = 70.706 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

Caso 3) $Lb > Lr$

$$Mn3 := Fcr \cdot Sx = 276.84 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\theta := 0.9$$

$$\overline{Mn} := \theta \cdot \text{if}(Lb < Lp, Mn1, (\text{if}(Lp \leq Lb < Lr, Mn2, Mn3))) = 63.636 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

Resistencia Nominal Al Cortante

$$cd := \frac{T}{tw} = 50 \quad \text{cd es la condición a evaluar}$$

$$kv := 5 \quad ; \text{ dado que } T/tw \text{ es menor a } 260 \text{ y es un elemento no rigidizado}$$

$$\phi v := 0.9 \quad \phi v1 := \text{if}\left(cd \leq 2.24 \cdot \sqrt{\frac{Es}{Fy}}, 1, 0.9\right) = 1$$

$$Cv := \text{if}\left(cd \leq 1.10 \cdot \sqrt{\frac{kv \cdot Es}{Fy}}, 1, \text{if}\left(cd \leq 1.37 \cdot \sqrt{\frac{kv \cdot Es}{Fy}}, \frac{1.10 \cdot \sqrt{\frac{kv \cdot Es}{Fy}}}{cd}, \frac{1.51 \cdot Es \cdot kv}{cd^2 \cdot Fy}\right)\right)$$

$$Cv = 1$$

$$Aw := d \cdot tw = 0.007 \text{ m}^2$$

$$\overline{Vn} := \phi v \cdot 0.6 \cdot Fu \cdot Aw \cdot Cv = 156.687 \text{ tonf}$$

Resumen de propiedades

$$\begin{aligned}d &= 52.4 \text{ cm} & bf &= 15 \text{ cm} & tf &= 1.2 \text{ cm} & T &= 50 \text{ cm} & tw &= 1 \text{ cm} \\A &= 86 \text{ cm}^2 & rx &= 19.89 \text{ cm} & ry &= 2.81 \text{ cm} \\Ix &= (3.4 \cdot 10^4) \text{ cm}^4 & Iy &= 679.17 \text{ cm}^4 & Zx &= (1.55 \cdot 10^3) \text{ cm}^3 \\J &= 34.35 \text{ cm}^4 & Sx &= (1.3 \cdot 10^3) \text{ cm}^3 & Cw &= (4.42 \cdot 10^5) \text{ cm}^6\end{aligned}$$

Al ser vigas secundarias, no deben ser sísmicamente compactas, por lo cual se verifica con los siguientes límites:

Verificación Sección Sísmicamente Compacta

Patín

$$\lambda_f := \frac{bf}{2 \cdot tf} = 6.25$$

$$\lambda_{p1} := 0.30 \cdot \sqrt{\frac{Es}{Ry \cdot Fy}} = 6.89$$

$$\lambda_f < \lambda_{p1}$$

Alma

$$\lambda_w := \frac{(d - 2 \cdot tf)}{tw} = 50$$

$$\lambda_{p2} := 2.45 \cdot \sqrt{\frac{Es}{Ry \cdot Fy}} = 56.26$$

$$\lambda_w < \lambda_{p2}$$

El alma y las alas son sísmicamente compactas.

Resistencia De La Viga

$$Lb := 1.2 \text{ m}$$

$$Lp := 1.76 \text{ ry} \sqrt{\frac{Es}{Fy}} = 1.19 \text{ m} \quad ; \quad Lp = 3.91 \text{ ft}$$

$$r_{ts} := \sqrt[2]{\frac{\sqrt{Iy \cdot Cw}}{Sx}} = 0.04 \text{ m}$$

$$Lr := 1.95 \text{ r}_{ts} \cdot \frac{Es}{0.7 Fy} \cdot \sqrt{\frac{J}{Sx \cdot ho} + \sqrt{\left(\frac{J}{Sx \cdot ho}\right)^2 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.7 Fy}{Es}\right)^2}} = 3.663 \text{ m}$$

$$Fcr := \frac{(2.38 \cdot \pi^2 \cdot Es)}{\left(\frac{Lb}{r_{ts}}\right)^2} \cdot \sqrt{1 + 0.078 \cdot \frac{J}{Sx \cdot ho} \cdot \left(\frac{Lb}{r_{ts}}\right)^2} = 648.508 \text{ ksi}$$

Momento Plástico y Momento Nominal

$$Mp := Fy \cdot Zx = 59.93 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

Caso 1) $Lb < Lp$

$$Mn1 := Fy \cdot Zx = 59.93 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

Caso 2) $Lp < Lb < Lr$

$$Ma := 1 \quad Mb := 1 \quad Mc := 1 \quad Mmax := 1$$

$$Cb := \frac{(1.25 \cdot Mmax) \cdot 10}{2.5 \cdot Mmax + 3 \cdot Ma + 4 \cdot Mb + 3 \cdot Mc} = 1$$

$$Mn2 := Cb \left(Mp - (Mp - 0.7 \cdot Fy \cdot Sx) \cdot \left(\frac{Lb - Lp}{Lr - Lp} \right) \right) = 59.842 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

Caso 3) $Lb > Lr$

$$Mn3 := Fcr \cdot Sx = 652.49 \text{ tonf} \cdot \text{m} \quad Mu := 15.7 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

$$\theta := 0.9$$

$$\theta Mn := \theta \cdot \text{if}(Lb < Lp, Mn1, (\text{if}(Lp \leq Lb < Lr, Mn2, Mn3))) = 53.858 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

$$\text{Condición} := \text{if}(\theta Mn \geq Mu, \text{"Cumple"}, \text{"No cumple"}) = \text{"Cumple"}$$

Resistencia Nominal Al Cortante

$$cd := \frac{T}{tw} = 50 \quad \text{cd es la condición a evaluar}$$

$$kv := 5 \quad ; \text{ dado que } T/tw \text{ es menor a } 260 \text{ y es un elemento no rigidizado}$$

$$\phi v := 0.9 \quad \phi v1 := \text{if} \left(cd \leq 2.24 \cdot \sqrt{\frac{Es}{Fy}}, 1, 0.9 \right) = 1$$

$$Cv := \text{if} \left(cd \leq 1.10 \cdot \sqrt{\frac{kv \cdot Es}{Fy}}, 1, \text{if} \left(cd \leq 1.37 \cdot \sqrt{\frac{kv \cdot Es}{Fy}}, \frac{1.10 \cdot \sqrt{\frac{kv \cdot Es}{Fy}}}{cd}, \frac{1.51 \cdot Es \cdot kv}{cd^2 \cdot Fy} \right) \right)$$

$$Cv = 1$$

$$Aw := d \cdot tw = 0.005 \text{ m}^2$$

$$Vn := \phi v \cdot 0.6 \cdot Fy \cdot Aw \cdot Cv = 109.647 \text{ tonf}$$

Deflexión permitida

$$\Delta aviva := \frac{L}{360} = 22.222 \text{ mm}$$

$$\Delta aviva_muerta := \frac{L}{240} = 33.333 \text{ mm}$$

$$\Delta max := \frac{5 \cdot (CM + CV1) \cdot s \cdot L^4}{384 \cdot Es \cdot Ix} = 10.814 \text{ mm}$$

$$\text{Condición2} := \text{if} (\Delta aviva_muerta \geq \Delta max, \text{"Cumple"}, \text{"No cumple"}) = \text{"Cumple"}$$

Cargas Que Actúan Sobre la Subestructura – Cimentación

Cargas Eje A					
Columna	Carga Muerta (ton)	Carga Viva (ton)	D+L	1,2D+1,6L	Distribución de Cargas Mayoradas
C1A	58,22	25,03	83,25	109,91	54,95
C2A	116,10	57,89	173,98	231,94	77,31
C3A	56,63	23,07	79,69	104,86	52,43
Sumatoria	230,94	105,98			184,70
Cargas Eje B					
Columna	Carga Muerta (ton)	Carga Viva (ton)	D+L	Carga Mayorada 1,2D+1,6L	Distribución de Cargas Mayoradas
C1B	111,33	63,44	174,76	235,09	78,36
C2B	220,41	126,52	346,93	466,92	233,46
C3B	129,29	58,65	187,94	248,99	83,00
Sumatoria	461,03	248,61	709,63	951,00	394,82
CARGAS EJE C					
Columna	Carga Muerta (ton)	Carga Viva (ton)	D+L	Carga Mayorada 1,2D+1,6L	Distribución de Cargas Mayoradas
C1C	44,03	33,57	77,60	106,54	35,51
C2C	72,22	49,63	121,86	166,08	55,36
C3C	58,48	24,80	83,28	109,85	54,93
Sumatoria	174,73	108,00	282,73	382,48	145,80
Cargas Eje 1					
Columna	Carga Muerta (ton)	Carga Viva (ton)	D+L	1,2D+1,6L	Distribución de Cargas Mayoradas
C1A	58,22	25,03	83,25	109,91	54,95
C1B	111,33	63,44	174,76	235,09	156,73
C1C	44,03	33,57	77,60	106,54	53,27
Sumatoria	213,58	122,03	335,61	451,54	264,95
Cargas Eje 2					
Columna	Carga Muerta (ton)	Carga Viva (ton)	D+L	1,2D+1,6L	Distribución de Cargas Mayoradas
C2A	116,10	57,89	173,98	231,94	77,31
C2B	220,41	126,52	346,93	466,92	233,46
C2C	72,22	49,63	121,86	166,08	55,36
Sumatoria	408,73	234,04	642,77	864,93	366,13

DATOS INICIALES			
ZAPATA CORRIDA EJE B DIRRECCIÓN Y			
Resistencia Hormigón	f'c	280	kg/cm2
Peso Específico del Hormigón	γ_{HA}	23,6	kN/m3
Peso Específico del Agua	γ_{Agua}	10	kN/m3
Nivel Freático	N_f	0	m
Desplante	D_f	1,5	m
Capacidad Portante Suelo	q_{adm}	20	ton/m2
Cargas De Servicio	P1	175	ton
	P2	347	ton
	P3	188	ton
Cargas Axiales	P1	58	ton
	P2	173	ton
	P3	63	ton
Carga Mayorada Crítica	P_u	395	ton
Fuerza Axial Total	P	294,36	ton
Peso Propio Cimentación	W_f	44,15	ton
Área de Contacto	A	16,93	m2
Ancho Edificio	A_n	23,78	m
Largo Edificio	L	17,0	m
Ancho Requerido de Zapata	B	1,00	m
Ancho Seleccionado	B	1,30	m
Se asume un ancho de zapara de 1,30 metros			
Se asume un ancho de viga 0,40 m			
Ancho de Viga	b_w	0,4	m
Volado	l'	0,45	m
Espesor Zapata Calculado en Base a la Sección Crítica			
Fluencia Acero	f_y	4200	kg/cm2
Esfuerzo Acero	f_s	2100	kg/cm2
Esfuerzo Compresión Hormigón	f_c	126	kg/cm2
Área de Contacto Nueva	A_n	22,1	m2
Reacción del Suelo	σ_u	17,87	ton/m2
Momento Sección Crítica	M_u	1,81	ton*m
Cortante Sección Crítica	V_u	8,04	ton
Recubrimiento	rec	7,5	cm
Peralte Mínimo	d	15	cm
Ø Longitudinal	Ø	1,4	cm
	t	25	cm
Cortante	V_u	71	Kn
	d_l	106	mm

	d2	106	mm
Se ensaya un espesor de 300 mm			
Diseño a Flexión Viga Cimentación			
	q_viga	23,22	ton/m
	L	8,50	m
Momento Máximo Negativo	Mn	186	ton*m
Momento Máximo Positivo	Mp	120	ton*m
Peralte Efectivo	d	107	cm
Recubrimiento	rec	5	cm
Ø Longitudinal	Ø	2,5	cm
Ø estribo	Øe	1,2	cm
Altura	h	115	cm
	H	140	cm
Peralte Altura Nueva	dz	133	cm
Diseño Por Cortante			
Cortante	Vu	114	ton
Cortante Concreto	Vc	47	ton
Cortante Resistente	Vs	104	ton
Acero de Refuerzo Por Flexión Transversal			
Ø Longitudinal	Ø	1,4	cm
Espesor Zapata	t	30	cm
Recubrimiento Zapata	rec	7,5	cm
	dz	22	cm
Acero Por Metro Lineal Flexión	As	2,44	cm2/m
Acero Por Temperatura	As_min	7,19	cm2/m
Acero Escogido	As_esc	7,19	cm2/m
Área Varilla	A_var	1,54	cm2
Número de Varillas	varillas	4,67	varillas/m
	#var	5,00	varillas/m
Separación Acero	s	0,21	
	s_escogida	0,2	cm
Acero de Refuerzo longitudinal			
Acero Longitudinal	Ad	5,4	cm2/m
Número de Varillas	varillas	3,51	varillas
	#var	4,00	varillas
Separación Acero	s	0,29	cm
	s_escogida	0,25	cm
Longitud de Desarrollo			
$L_{db} = \frac{a_s f_y}{3(c + K_{tr} \lambda) \sqrt{f'_c}} \geq \frac{0.11 d_b f_y}{\sqrt{f'_c}}$			

	Ldb1	43	cm
	Ldb2	39	cm
Factor de Reducción en Tensión	f	0,8	
	Ld	34	cm

DISEÑO DE VIGA CIMENTACIÓN			
DATOS VIGA EJE B 400X1400 mm			
Base Viga	bw	40	cm
Altura Viga	H	140	cm
Resistencia Hormigón	f'c	280	kg/cm2
Fluencia del Acero	fy	4200	kg/cm2
Recubrimiento	rec	5	cm
Diámetro Varilla Longitudinal	Ø1	2,5	cm
Diámetro Estribo	Øe	1,2	cm
Peralte Efectivo	d	133	cm
k		300,44666 7	cm2
Luz	l	8,50	m
B1		0,85	
Ø		0,9	
Módulo de Young del Acero	Es	2010000	kg/cm2
Deformación U Acero Fluencia	εy	0,002089552	
Deformación Máxima del Hormigón Comprimido	εu	0,003	

Cuantía de Balance Acero		
c	78,13	cm
Asb	150,53	cm2
pb	0,0283915	

Acero Máximo		
pmáx	0,01420	
As máx	112,90	cm2

Acero Mínimo		
As min 1	17,67	cm2
As min 2	16,90	cm2
As min	17,67	cm2

	MOMENTOS ACTUANTES					
	Momento Negativo Apoyo Exterior	Momento Positivo	Momento Negativo Apoyo Interior	Momento Negativo Apoyo Exterior	Momento Positivo	Momento Negativo Apoyo Interior
Momento Top (Ton.m)	0	106,17	0	0	106,17	0
Momento Bottom (Ton.m)	92,90	0	165,15	92,90	0	165,15

As Top (cm2) Requerido	0,00	24,53	0,00	0,00	24,53	0,00
As Bottom (cm2) Requerido	21,46	0,00	38,16	21,46	0,00	38,16

As Top (cm2) Requerido	17,31	24,53	17,31	17,31	24,53	17,31
As Bottom (cm2) Requerido	21,46	17,31	38,16	21,46	17,31	38,16

Varillas Top Colocadas	5D25	6D25	5D25	5D25	6D25	5D25
Varillas Bottom Colocadas	5D25	5D25	8D25	5D25	5D25	8D25

As Colocado Top (cm2)	24,55	29,46	24,55	24,55	29,46	24,55
------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

As Colocado Bottom (cm2)	24,55	24,55	39,28	24,55	24,55	39,28
---------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

% As colocado/requerido (Top)	141,8	120,1	141,8	141,8	120,1	141,8
--------------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

% As colocado/requerido (Bottom)	114,4	141,8	102,9	114,4	141,8	102,9
---	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Cuantía p	0,005	0,006	0,005	0,005	0,006	0,005
	0,005	0,005	0,008	0,005	0,005	0,008

Comprobación Cuantia Colocada	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	OK	OK	OK	OK	OK	OK

DETERMINAR REFUERZO CORTANTE

	MOMENTOS PROBABLES					
	Inicio Extremo Izquierdo	Centro	Fin Extremo Derecho	Inicio Extremo Izquierdo	Centro	Fin Extremo Derecho
Momento Top (Ton.m)	0	106,17	0	0	106,17	0
Momento Bottom (Ton.m)	92,90	0	165,15	92,90	0	165,15

Varillas Top Colocadas	5D25	6D25	5D25	5D25	6D25	5D25
Varillas Bottom Colocadas	5D25	5D25	8D25	5D25	5D25	8D25

As Colocado Top (cm2)	24,55	29,46	24,55	24,55	29,46	24,55
As Colocado Bottom (cm2)	24,55	24,55	39,28	24,55	24,55	39,28

a (cm) Top	13,54		13,54	13,54		13,54
a (cm) Bottom	13,54		21,66	13,54		21,66

Mpr (ton*m) Top	158,64		158,64	158,64		158,64
Mpr (ton*m) Bottom	158,64		245,44	158,64		245,44

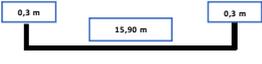
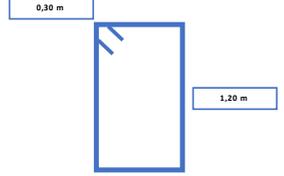
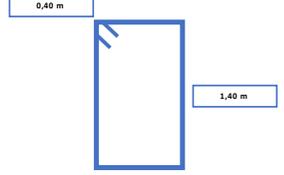
	CORTANTE MÁXIMO PROBABLE			
	Vpr 1 (ton)	50,51		50,51
Vpr 2 (ton)	39,66		39,66	
	CORTANTE MÁXIMO PROBABLE		CORTANTE MÁXIMO PROBABLE	
	50,51	ton	50,51	ton
	CORTANTE GRAVITATORIO		CORTANTE GRAVITATORIO	
	106,83	ton	106,83	ton

CORTANTE DISEÑO			CORTANTE DISEÑO		
	157,34	ton		157,34	ton
	FALSO			FALSO	
Vc	46,06	ton	Vc	46,06	ton
Vs	96,38	ton	Vs	96,38	ton
estribo cerrado 14 mm					
Separación Estribos Demanda		s	10		cm
Vs			96,38		ton
Av			1,84		cm2

Estribo cerrado Ø 14 mm c/100

DATOS INICIALES CÁLCULO PEDESTAL			
Dimensión L	L	700	mm
Dimensión W	W	700	mm
Altura H	H	900	mm
Área Pedestal		490000	mm2
Carga Axial Última	Pu	466,92	ton
Resistencia Hormigón	f'c	280	Kg/cm2
Fluencia del Acero	fy	4200	Kg/cm2
Cuantía de Balance			
Se asume una cuantía del 1% al igual que para columnas			
	p	0,01	
Acero	As	49,00	cm2
Recubrimiento	rec	5	cm
Ø Longitudinal	Ø	2,5	cm
Área Varilla Longitudinal	A_var	4,91	cm2
Número de Varillas	varillas	9,98	varillas
	#var	10,00	varillas
Área Nueva Acero	Ast	49,09	cm2
Cumple			
Dimensión N Placa Base	N	600	mm
Dimensión B Placa Base	B	600	mm
Número de Pernos	#_p	12,00	
Diámetro Perno	Øp	20	mm
Área Perno Anclaje	Ap	37,70	cm2
Se Acepta			
Resistencia a la Compresión			
	Φ	0,7	

	ΦP_n	761983	kg
		762	ton
$\Phi P_n > P_u$	Cumple		
Diseño Estribos			
\emptyset estribo	$\emptyset e$	10	mm
Separación Estribos Zona Crítica			
So	a	20	cm
	b	35	cm
	c	10	cm
	Escogida	10	cm
Lo			
Lo	a	15	cm
	b	70	cm
	c	50	cm
	No Menor A	70	cm
Entonces la zona crítica del pedestal se Lo = 70 cm y un espaciamiento de 10 cm			
Separación Estribos Fuera Zona Crítica			
S1	a	30	cm
	b	70	cm
	c	30	cm
	Escogida	30	cm

Despiece de Acero Vigas 1200x300 mm												
Díametro Varillas (mm)	Ejes	Longitud	Recubrimiento (m)	Longitud Ganchos (m)	Separación (m)	Figura	Longitud Unitaria (m)	Cantidad	Longitud Total (m)	Masa Unitaria Kg/m	Masa Total (Kg)	
25	A,C	16	0,05	0,5	-		16,9	8	135,2	3,853	521	
22	1,3	23,78	0,05	0,5	-		24,68	17	419,56	2,984	1252	
Despiece de Acero Vigas 1400x400 mm												
25	B	16	0,05	0,5	-		16,9	15	253,5	3,853	977	
22	2	23,78	0,05	0,5	-		24,68	19	468,92	2,984	1399	
					zona 2h	fuera de 2h						
12	estribos Ejes A,C	16	0,05	0,1	0,15	0,45		4,20	78	329	0,888	292
14	estribos Eje B	16	0,05	0,1	0,1	0,45		4,20	123	515	1,208	622

12	estribos Ejes 1,3	16	0,05	0,08	0,1	0,45		4,16	110	459	0,888	407
14	estribos Eje 2	23,78	0,05	0,1	0,1	0,45		4,20	140	588	1,208	710
										Acero en Vigas	kg	6180

Despiece de Acero Zapata A-C -- 800x17000 mm --												
Diametro Varillas (mm)	Ejes	Longitud	Recubrimiento (m)	Longitud Ganchos (m)		Separación (m)	Figura	Longitud Unitaria (m)	Cantidad	Longitud Total (m)	Masa Unitaria Kg/m	Masa Total (Kg)
14	A,C Longitudinal	17	0,075	0,15		0,25		17,15	4	69	1,208	83
14	A,C Transversal	0,8	0,075	0,15		0,2		0,95	84	80	1,208	97

Despiece de Acero Zapata B -- 1300x17000 mm --												
Diametro Varillas (mm)	Ejes	Longitud	Recubrimiento (m)	Longitud Ganchos (m)		Separación (m)	Figura	Longitud Unitaria (m)	Cantidad	Longitud Total (m)	Masa Unitaria Kg/m	Masa Total (Kg)
14	B Longitudinal	17	0,075	0,15		0,25		17,15	6	103	1,208	124
14	B Transversal	1,2	0,075	0,15		0,2		1,35	84	114	1,208	137

Volumen Cimentación Ejes A-C										
Zapata Corrida			Viga De Cimentación			Volumen Zapata	Volumen Viga	Cantidad	Volumen Total	
Lango (m)	Ancho (m)	Espesor (m)	Lango (m)	Ancho (m)	Altura (m)	m3	m3	2	m3	
17	0,8	0,3	16	0,3	0,9	4,08	4,32		16,8	
Volumen Cimentación Eje B										
Zapata Corrida			Viga De Cimentación			Volumen Zapata	Volumen Viga	Cantidad	Volumen Total	
Lango (m)	Ancho (m)	Espesor (m)	Lango (m)	Ancho (m)	Altura (m)	m3	m3	1	m3	
17	1,3	0,3	16	0,4	1,1	6,63	7,04		13,67	
Volumen Cimentación Ejes 1-3										
Zapata Corrida			Viga De Cimentación			Volumen Zapata	Volumen Viga	Cantidad	Volumen Total	
Lango (m)	Ancho (m)	Espesor (m)	Lango (m)	Ancho (m)	Altura (m)	m3	m3	2	m3	
24,5	0,8	0,3	24,5	0,3	0,9	5,88	6,62		24,99	
Volumen Cimentación Eje 2										
Zapata Corrida			Viga De Cimentación			Volumen Zapata	Volumen Viga	Cantidad	Volumen Total	
Lango (m)	Ancho (m)	Espesor (m)	Lango (m)	Ancho (m)	Altura (m)	m3	m3	1	m3	
24,5	1	0,3	24,5	0,4	1,1	7,35	10,78		18,13	
								Volumen Total	73	m3

Volumen Excavación Ejes A-C				
Zapata Corrida			Cantidad	Volumen Zapata
Lango (m)	Ancho (m)	Df (m)	2	m3
17	0,8	1,5		40,8
Volumen Excavación Ejes B				
Zapata Corrida			Cantidad	Volumen Zapata
Lango (m)	Ancho (m)	Df (m)	1	m3
17	1,2	1,5		30,6
Volumen Excavación Ejes 1-3				
Zapata Corrida			Cantidad	Volumen Zapata
Lango (m)	Ancho (m)	Df (m)	2	m3
24,5	0,8	1,5		59
Volumen Excavación Eje 2				
Zapata Corrida			Cantidad	Volumen Zapata
Lango (m)	Ancho (m)	Df (m)	1	m3
24,5	1	1,5		37
Volumen Total			167	m3

Volumen Relleno Ejes A-B-C		
Volumen Total A-C	Volumen Total B	Volumen Relleno
m3	m3	m3
16,8	13,67	10,33
Factor de Compactación		1,2
		Volumen Relleno Ajustado
		m3
		12
Volumen Relleno Ejes 1-2-3		
Volumen Total 1-3	Volumen Total 2	Volumen Relleno
m3		m3
24,99	18,13	33,81
Factor de Compactación		1,2
		Volumen Relleno Ajustado
		m3
		41
Volumen Total		53
		m3

VIGAS														
PISO 1 Y2														
					VIGA SECUNDARIA VS1									
A (m2)	V (m3)	W (kg)	W total (kg)	w (kg/m2)	bf (mm)	T (mm)	tf (mm)	tw (mm)	Depth (mm)	dmin (mm)	Mu (ton*m)	ØMn (ton*m)		
0,0040	0,03	249,60	4992,00	13,13	100	400	10	5	420	398,8	cumple	14	19	cumple
					VIGA PRINCIPAL PERPENDICULAR VP1 (INTERIOR)									
A (m2)	V (m3)	W (kg)	W total (kg)	w (kg/m2)	bf (mm)	T (mm)	tf (mm)	tw (mm)	Depth (mm)	dmin (mm)	Mu (ton*m)	ØMn (ton*m)		
0,0144	0,05	393,68	787,36	2,07	200	600	18	12	636	617,5	cumple	106	112	cumple
0,0108	0,09	673,92	1347,84	3,55	a=8m	600	12	10	624	Sección Reducida				
					VIGA PRINCIPAL PERPENDICULAR VP2 (PERIMETRAL)									
A (m2)	V (m3)	W (kg)	W total (kg)	w (kg/m2)	bf (mm)	T (mm)	tf (mm)	tw (mm)	Depth (mm)	dmin (mm)	Mu (ton*m)	ØMn (ton*m)		
0,0103	0,04	282,14	1128,55	2,97	180	600	12	10	624	617,5	cumple	40	71	cumple
0,0084	0,07	524,16	2096,64	5,52	a=8m	600	10	8	620	Sección Reducida				
					VIGA PRINCIPAL PARALELA VP3 (PISO 2 Y 3)									
A (m2)	V (m3)	W (kg)	W total (kg)	w (kg/m2)	bf (mm)	T (mm)	tf (mm)	tw (mm)	Depth (mm)	dmin (mm)	Mu (ton*m)	ØMn (ton*m)		
0,0108	0,08	644,44	3866,62	10,17	200	500	12	12	524	398,8	cumple	25	60	cumple
PISO 3 Y4														
					VIGA PRINCIPAL PARALELA VP4 (PISO 3 Y 4)									
A (m2)	V (m3)	W (kg)	(kg/m2)	w (kg/m2)	bf (mm)	T (mm)	tf (mm)	tw (mm)	Depth (mm)	dmin (mm)	Mu (ton*m)	ØMn (ton*m)		
0,0080	0,06	477,36	2864,16	7,53	150	500	10	10	520	398,8	cumple	20	50	cumple

COLUMNAS

PISO 1 y 2

					Columnas Exteriores C1					
As (m2)	V 1 (m3)	Piso 1 (kg)	Ac (m2)	V 1 (m3)	b (mm)	h (mm)	e (mm)	ØMn (ton*m)	Col Fuerte- Vg Débil x	Col Fuerte- Vg Débil y
0,016	0,07	4555,7	0,106	3,8	350	350	12	74	1,04	cumple
	V 2 (m3)	Piso 2 (kg)		V 2 (m3)						
	0,06	3826,8		3,2						

					Columnas Central C2					
As (m2)	V 1 (m3)	Piso 1 (kg)	Ac (m2)	V 1 (m3)	b (mm)	h (mm)	e (mm)	ØMn (ton*m)	Col Fuerte- Vg Débil x	Col Fuerte- Vg Débil y
0,023	0,10	810,8	0,1369	0,6	400	400	15	118	1,05	cumple
	V 2 (m3)	Piso 2 (kg)		V 2 (m3)						
	0,09	681,1		0,5						

PISO 3 y 4

					Columnas Exteriores C3					
As (m2)	V 3 y 4	Piso 3 y 4 (kg)	Ac (m2)	V 3 y 4 (m3)	b (mm)	h (mm)	e (mm)	ØMn (ton*m)	Col Fuerte- Vg Débil x	Col Fuerte- Vg Débil y
0,016	0,06	3826,79	0,106	3,21	350	350	12	74	1,04	cumple

LOSA

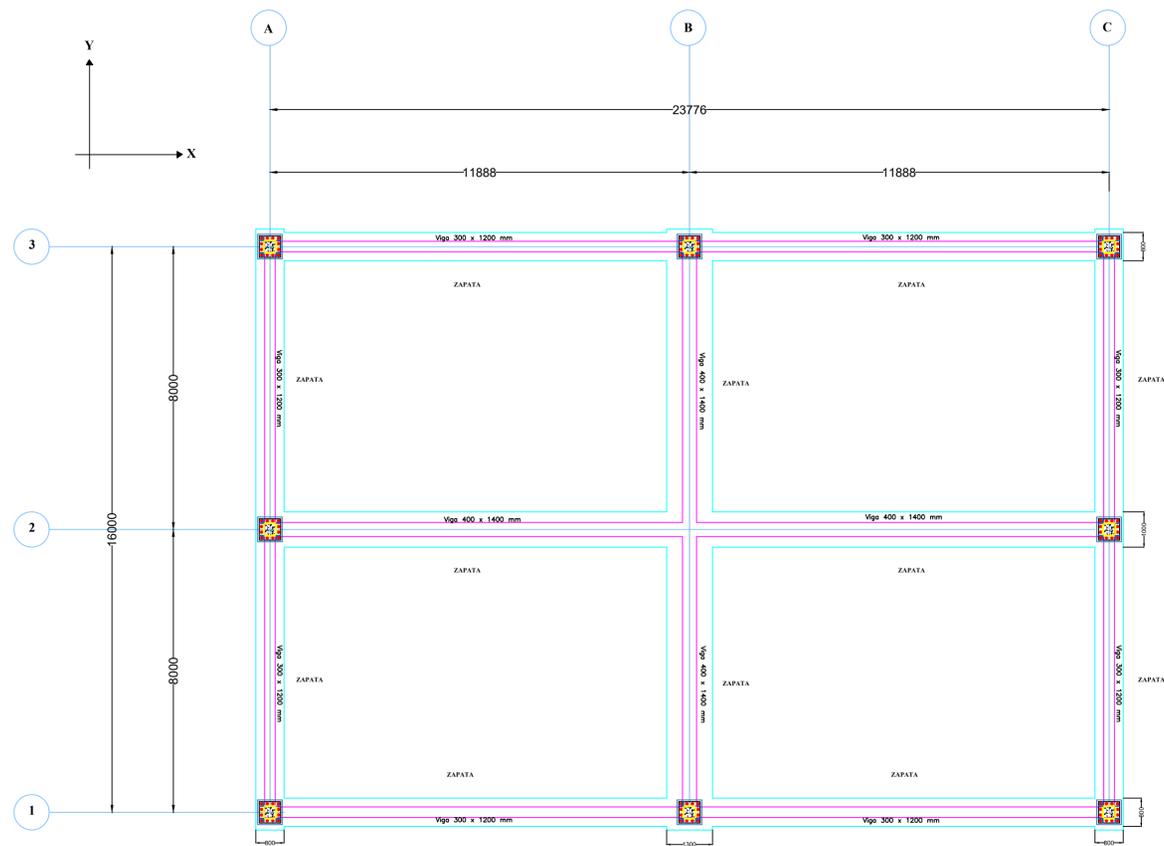
Espeor Novalosa (mm)	Espeor de Losa sobre la cresta (cm)	Volumen de Hormigón (m3/m2)
0,76	5	0,0749

Vigas			
Peso por Piso	(kg/m²)	kg	
Piso 4	34,77	13216,56	
Piso 3	34,77	13216,56	
Piso 2	37,40	14219,01	
Piso 1	37,40	14219,01	
Acero (kg)		54871,14	
Peso Promedio de vigas		36,08	
Peso Rigidizadores		2743,56	37,89
TOTAL		57614,70	

Columnas			
Peso por Piso	(kg/m²)	kg	
Piso 4	11,86	4507,87	
Piso 3	11,86	4507,87	
Piso 2	11,86	4507,87	
Piso 1	14,12	5366,51	
Acero (kg)		18890,11	
Peso Promedio de Columnas		12,42	
Peso Placas de Continuidad		2833,52	14,29
TOTAL		21723,63	

Anexo E

Planos

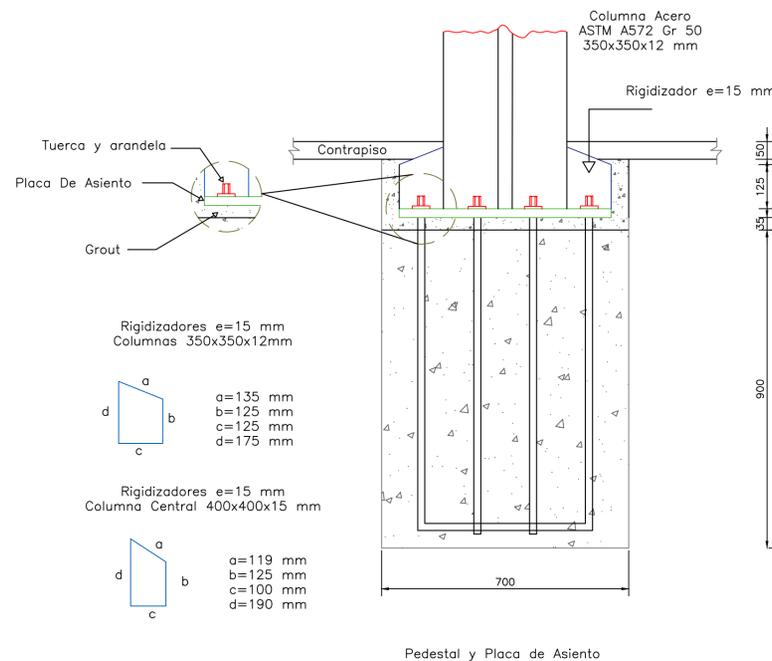
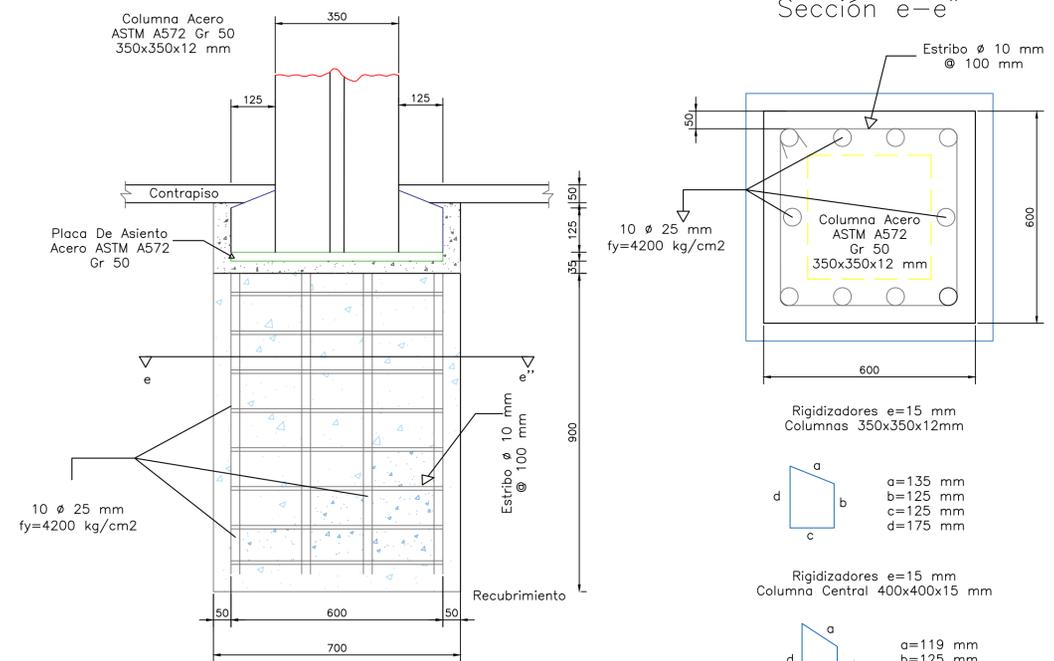


Vista En Planta Cimentación

ESC: 1:100

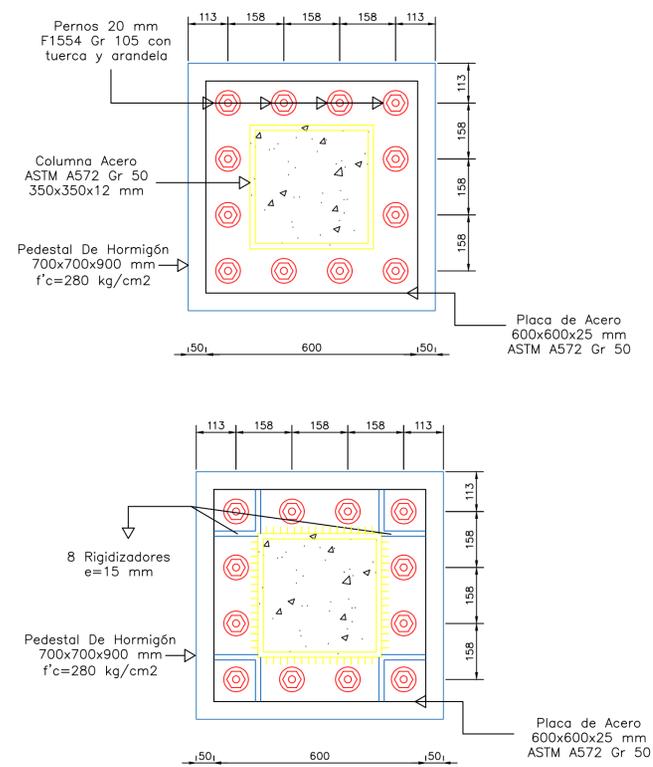
Armado De Pedestal En Columnas

ESC: 1:10



Detalle De Placa Base En Columnas 350x350x12mm

ESC: 1:10



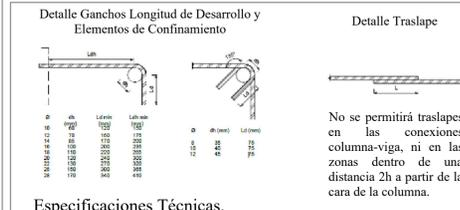
Detalle De Placa Base En Columnas 400x400x15mm

ESC: 1:10



Ubicación.
Cantón Manta Provincia de Manabí
Calle Pública, entre la Av. 2 y la Av. 3,
diagonal al Banco del Pacífico, en el cantón Manta.

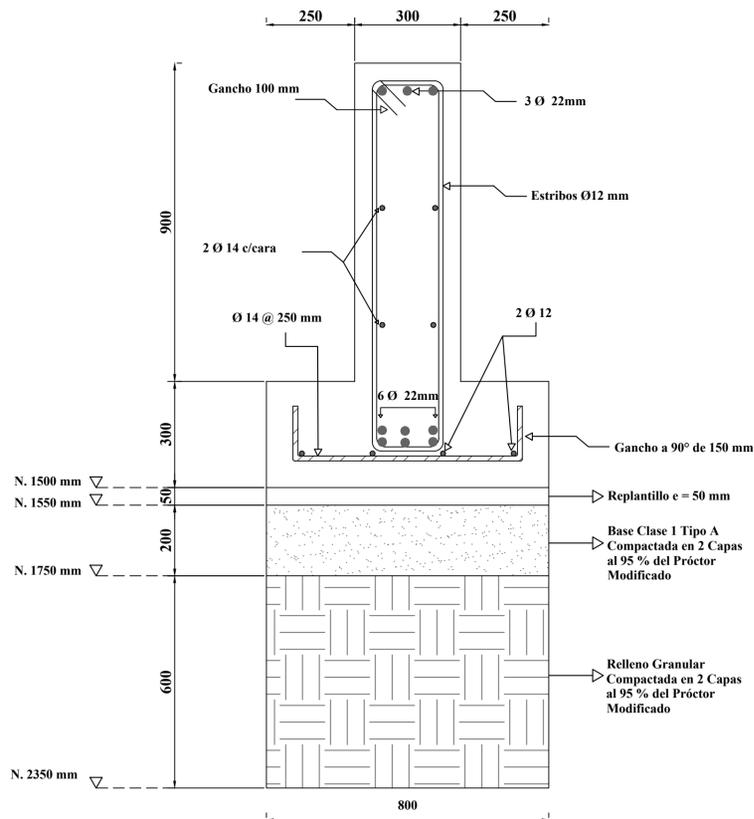
Propietario.
José Barros



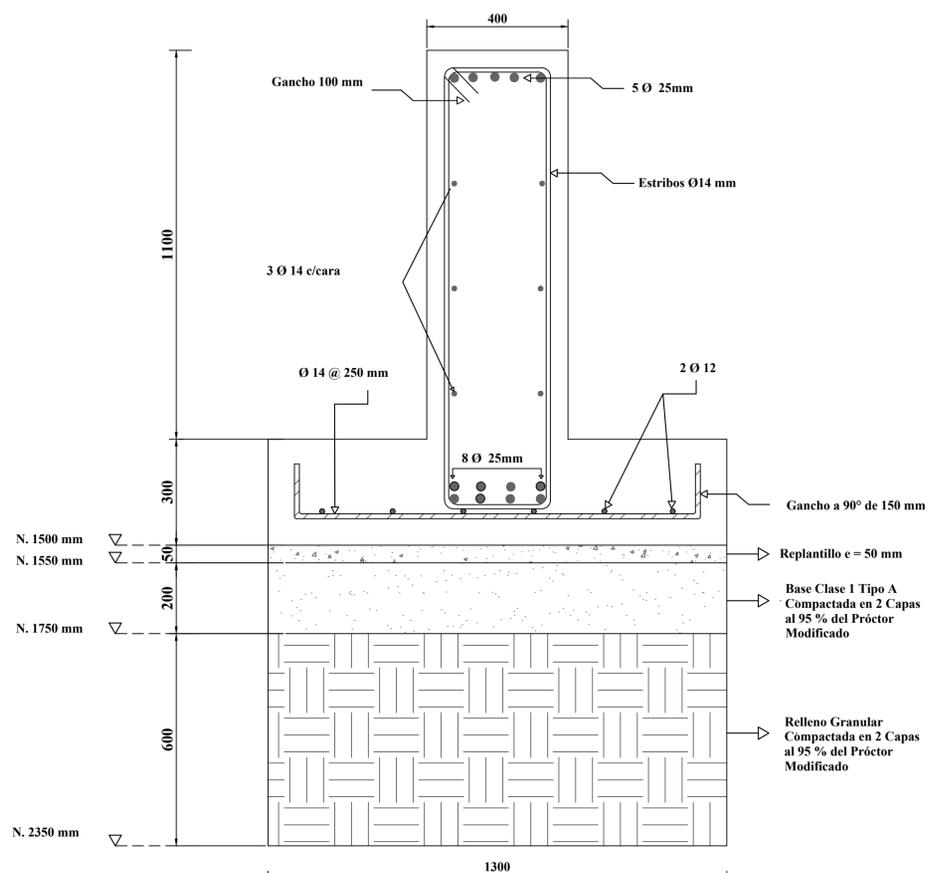
- Especificaciones Técnicas.**
- Terreno
 - Capacidad portante del suelo: $q_a = 20 \text{ T/m}^2$
 - Clasificación del perfil del suelo: Tipo= D
 - Resistencia del Concreto
 - Replanteo y Contrapiso: $f'_c = 180 \text{ kg/cm}^2$
 - Cimentación: $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
 - Relleno Columnas Metálicas: $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
 - Acero de refuerzo
 - Esfuerzo de fluencia: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 - Recubrimiento libre al estribo
 - Cimentación Zapata: 75 mm
 - Viga 50 mm

- Notas Generales.**
- Las patas de los estribos irán dobladas en la forma indicada y no a escuadra.
 - Las patas de los estribos se colocarán en las esquinas de forma alternada.
 - Se tomarán cilindros en obra para controlar la calidad del hormigón.
 - Todas las medidas están en milímetros (mm).
 - Las medidas indicadas en los planos prevalecen sobre la escala de dibujo.
 - Las longitudes, medidas y cotas deberán ser verificadas por el constructor.
 - Bajo ningún concepto los elementos estructurales tales como vigas y columnas serán atrevasados por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalaciones.
 - Antes de proceder con la construcción se deberá correlacionar los planos estructurales con los arquitectónicos.

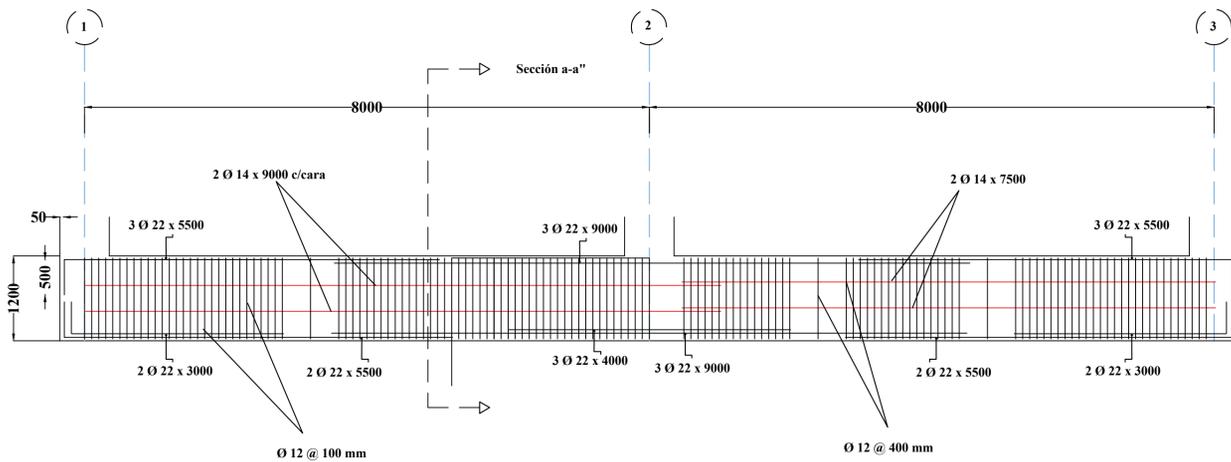
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: DISEÑO SISMO RESISTENTE DE UN EDIFICIO METÁLICO DE 4 PISOS DE USO OFICINAS- RESIDENCIAL EN LA CIUDAD DE MANTA.		
CONTENIDO: DETALLE CIMENTACIÓN		
Coordinador de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Hurtares	Elaborado Por: Cedeño Defaz Britney Silvana Coello Arias Daniel Josafat	Fecha de entrega: 18 de diciembre, 2024
Tutor Materia Integradora: PhD. Pedro Rojas		Láminas: 1 / 8
		Escalas: Indicadas



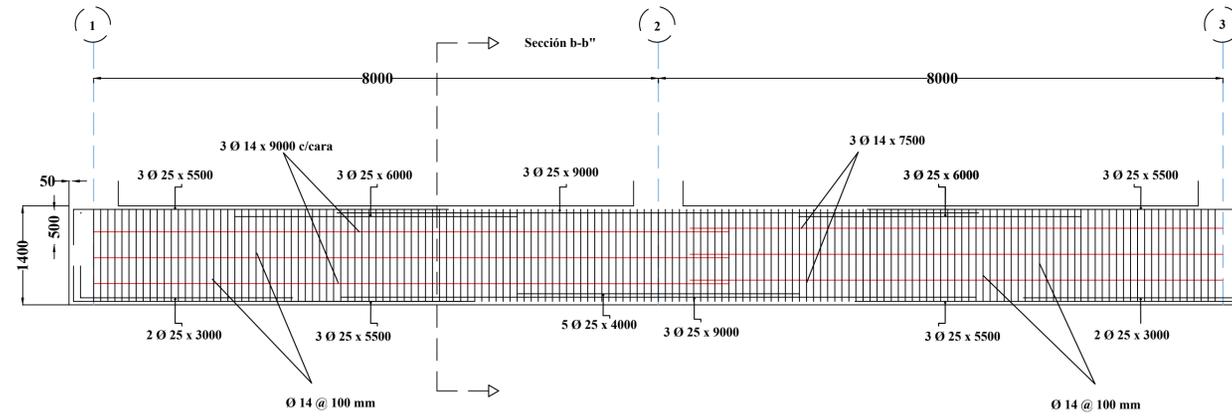
Detalle de Acero Zapata 800 x 17000 mm y Viga 300 x 1200 mm Sección a-a"
ESC: 1:10



Detalle de Acero Zapata 1300 x 17000 mm y Viga 400 x 1400 mm Sección b-b"
ESC: 1:10



Vista Longitudinal Viga De Cimentación Dirección Y Ejes A-C
ESC: 1:50

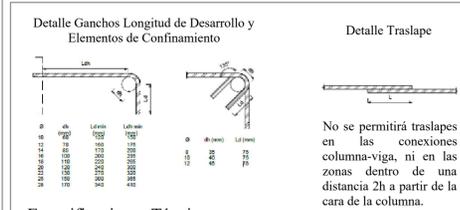


Vista Longitudinal Viga De Cimentación Dirección Y Eje B
ESC: 1:50



Ubicación.
Cantón Manta Provincia de Manabí
Calle Pública, entre la Av. 2 y la Av. 3,
diagonal al Banco del Pacífico, en el cantón Manta.

Propietario. José Barros



- Especificaciones Técnicas.**
- Terreno
 - Capacidad portante del suelo: $q_a = 20 \text{ T/m}^2$
 - Clasificación del perfil del suelo: Tipo= D
 - Resistencia del Concreto
 - Replanteo y Contapiso: $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$
 - Cimentación: $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
 - Relleno Columnas Metálicas: $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
 - Acero de refuerzo
 - Esfuerzo de fluencia: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 - Recubrimiento libre al estribo
 - Cimentación Zapata: 75 mm
 - Viga 50 mm

- Notas Generales.**
- Las patas de los estribos irán dobladas en la forma indicada y no a escuadra.
 - Las patas de los estribos se colocarán en las esquinas de forma alternada.
 - Se tomarán cilindros en obra para controlar la calidad del hormigón.
 - Todas las medidas están en milímetros (mm).
 - Las medidas indicadas en los planos prevalecen sobre la escala de dibujo.
 - Las longitudes, medidas y cotas deberán ser verificadas por el constructor.
 - Bajo ningún concepto los elementos estructurales tales como vigas y columnas serán atravesados por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalaciones.
 - Antes de proceder con la construcción se deberá correlacionar los planos estructurales con los arquitectónicos.

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

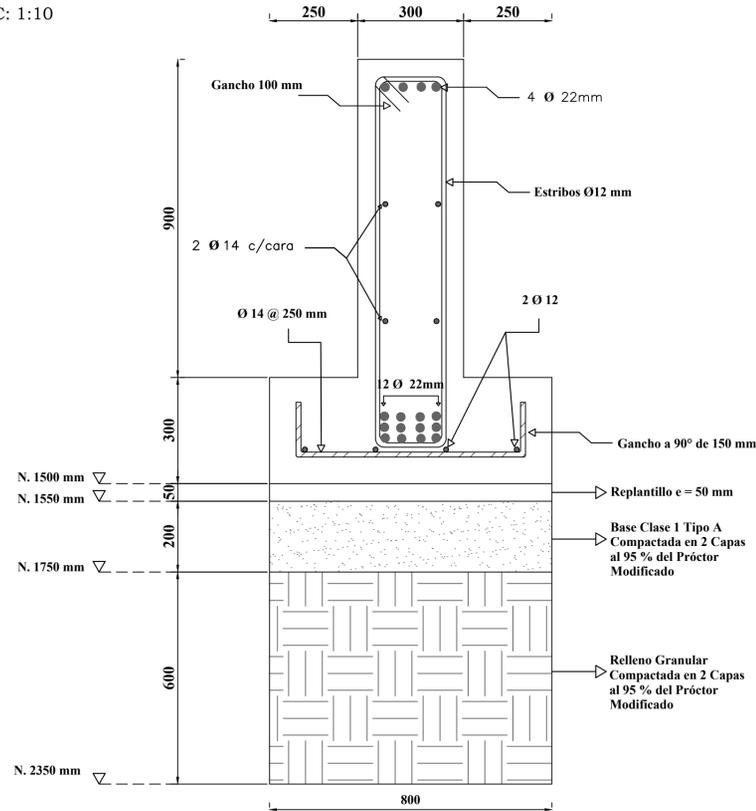
PROYECTO:
DISEÑO SISMO RESISTENTE DE UN EDIFICIO METÁLICO DE 4 PISOS DE USO OFICINAS -RESIDENCIAL EN LA CIUDAD DE MANTA.

CONTENIDO:
DETALLE CIMENTACIÓN

Coordinador de Ingeniería Civil M.Sc. Walter Hurtares	Elaborado Por: Cedeño Defaz Britney Silvana Coello Arias Daniel Josafat	Fecha de entrega: 18 de diciembre, 2024
Tutor Materia Integradora: PhD. Pedro Rojas	Láminas: 2 / 8	Escala: Indicadas

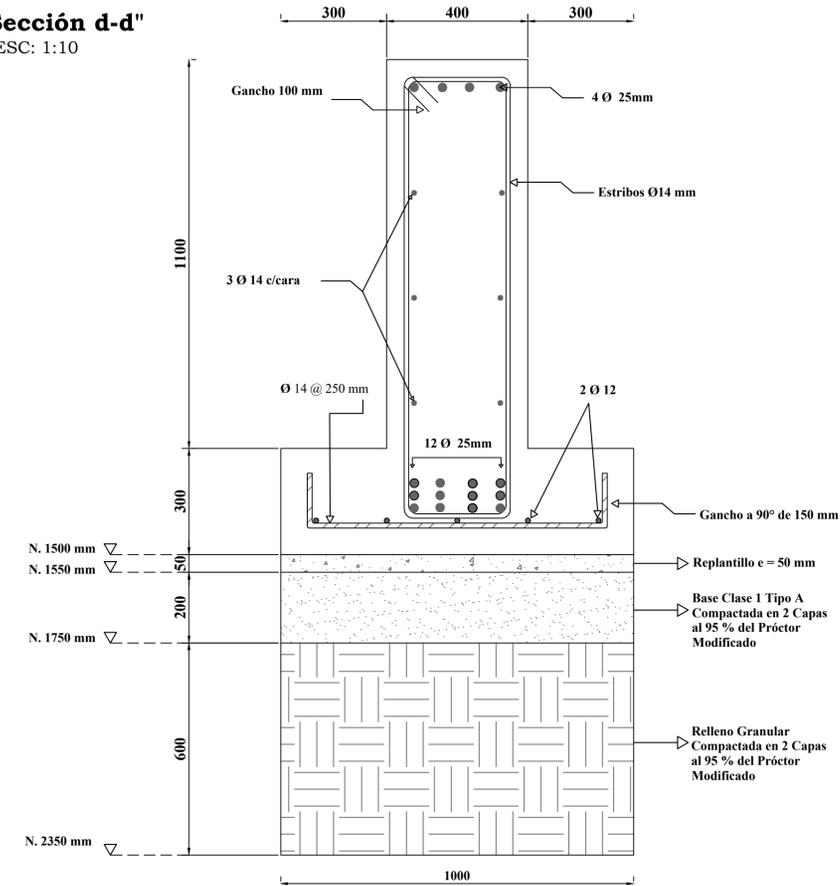
Sección c-c''

ESC: 1:10



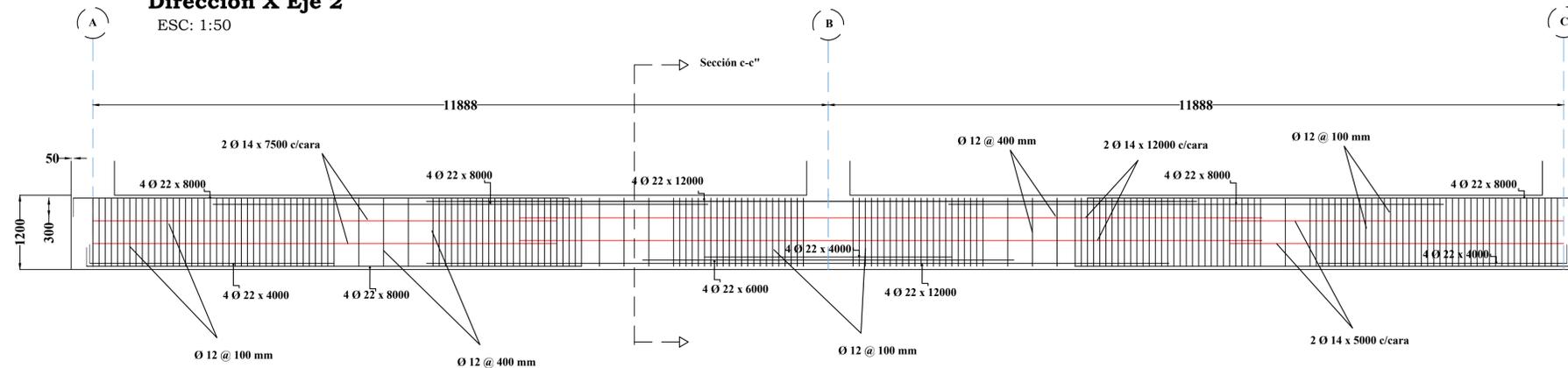
Sección d-d''

ESC: 1:10



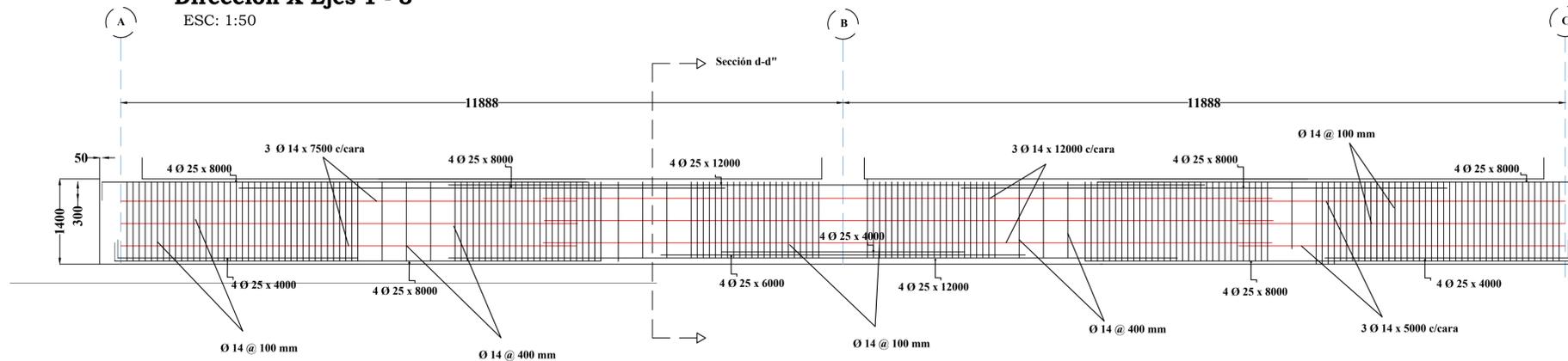
**Vista Longitudinal Viga de Cimentación
Dirección X Eje 2**

ESC: 1:50



**Vista Longitudinal Viga de Cimentación
Dirección X Ejes 1 - 3**

ESC: 1:50



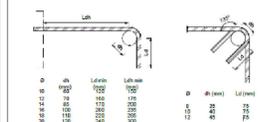
Ubicación.

Cantón Manta Provincia de Manabí
Calle Pública, entre la Av. 2 y la Av. 3,
diagonal al Banco del Pacífico, en el cantón Manta.

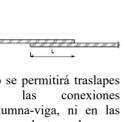
Propietario.

José Barros

Detalle Ganchos Longitud de Desarrollo y Elementos de Confinamiento



Detalle Traslape



No se permitirá traslapes en las conexiones columna-viga, ni en las zonas dentro de una distancia 2h a partir de la cara de la columna.

Especificaciones Técnicas.

- Terreno
 - Capacidad portante del suelo: $q_a = 20 \text{ T/m}^2$
 - Clasificación del perfil del suelo: Tipo= D
- Resistencia del Concreto
 - Replanteo y Contapiso: $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$
 - Cimentación: $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
 - Relleno Columnas Metálicas: $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de refuerzo
 - Esfuerzo de fluencia: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Recubrimiento libre al estribo
 - Cimentación Zapata: 75 mm
 - Viga 50 mm

Notas Generales.

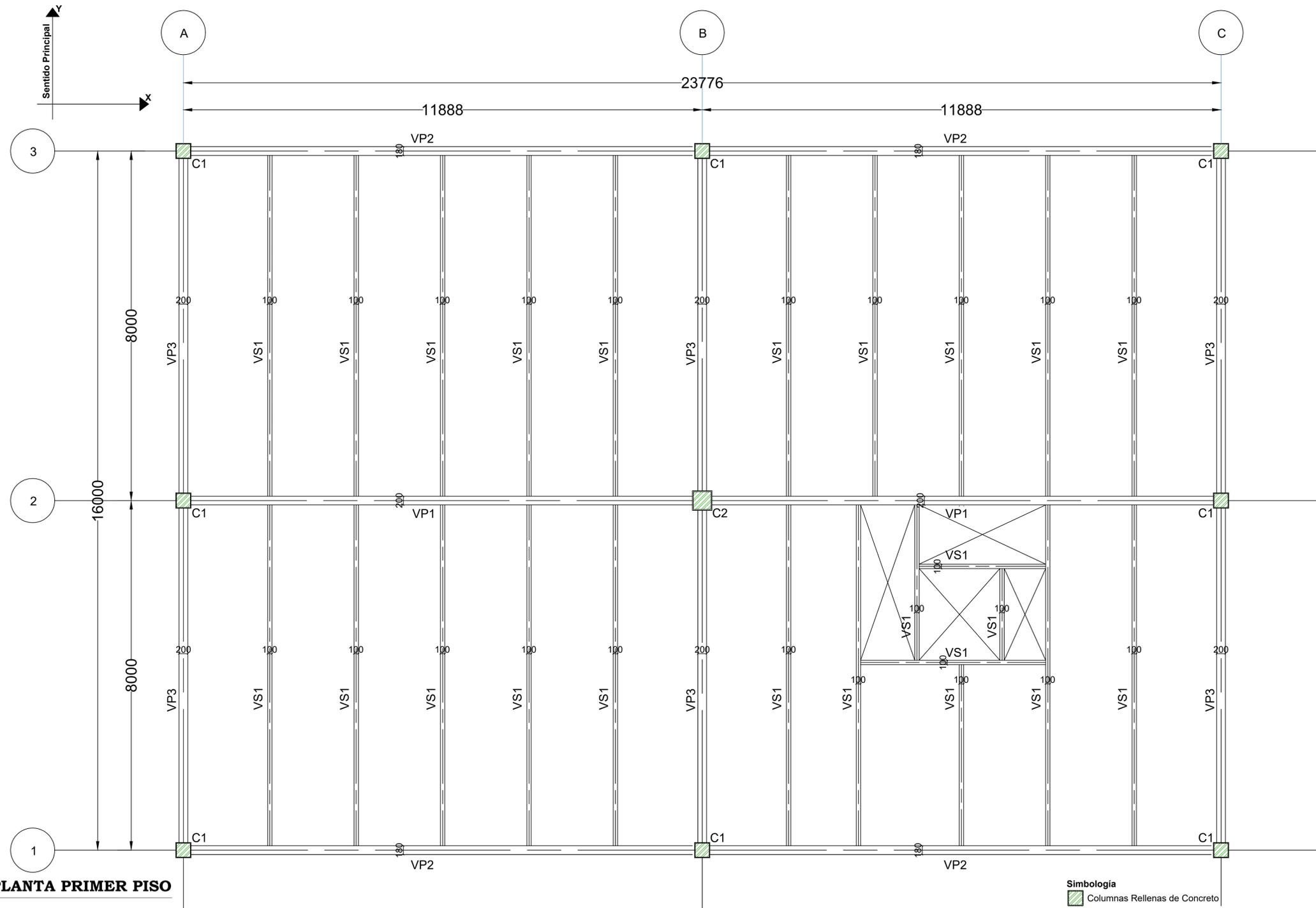
- Las patas de los estribos irán dobladas en la forma indicada y no a escuadra.
- Las patas de los estribos se colocarán en las esquinas de forma alternada.
- Se tomarán cilindros en obra para controlar la calidad del hormigón.
- Todas las medidas están en milímetros (mm).
- Las medidas indicadas en los planos prevalecen sobre la escala de dibujo.
- Las longitudes, medidas y cotas deberán ser verificadas por el constructor.
- Bajo ningún concepto los elementos estructurales tales como vigas y columnas serán atravesados por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalaciones.
- Antes de proceder con la construcción se deberá correlacionar los planos estructurales con los arquitectónicos.

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

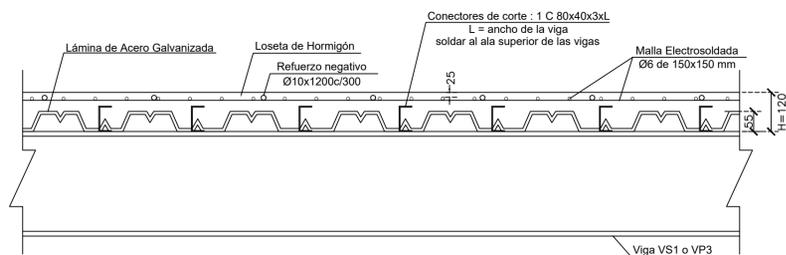
PROYECTO:
DISEÑO SISMO RESISTENTE DE UN EDIFICIO METÁLICO DE 4 PISOS DE USO OFICINAS - RESIDENCIAL EN LA CIUDAD DE MANTA.

CONTENIDO:
DETALLE CIMENTACIÓN

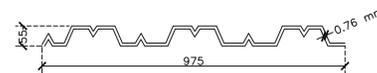
Coordinador de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Hurtares	Elaborado Por: Cedeño Defaz Britney Silvana Coello Arias Daniel Josafat	Fecha de entrega: 18 de diciembre, 2024
Tutor Materia Integradora: PhD. Pedro Rojas	Láminas: 3/8	Escala: Indicadas



VISTA EN PLANTA PRIMER PISO
ESC: 1:50



DETALLE TIPICO DE LOSA
ESCALA: 1:10



LAMINA DE ACERO GALVANIZADA COLABORANTE
ESCALA: 1:10



Ubicación.
Cantón Manta Provincia de Manabí
Calle Pública, entre la Av. 2 y la Av. 3,
diagonal al Banco del Pacífico, en el cantón Manta.

Propietario.
José Barros

- Especificaciones Técnicas**
- Resistencia del Concreto
- Relleno Columnas Metálicas: $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- Malla Electrosoldada
- Esfuerzo de fluencia $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$
- Acero Estructural ASTM A572 GR- 50
- Esfuerzo de fluencia: $f_y = 3515 \text{ kg/cm}^2$
 - Esfuerzo de tracción: $f_u = 4570 \text{ kg/cm}^2$
- Proceso Constructivo Sugerido**
1. Fabricación de columnas y Vigas metálicas en taller.
 2. Montar las columnas metálicas.
 3. Vaciar hormigón hasta el nivel de empalme en columnas metálicas.
 4. Conectar vigas de primer piso a columnas.
 5. Colocar el Steel Panel y Malla Electrosoldada.
 6. Fundir Losa.
 7. Repetir pasos 2 a 5 para los siguientes pisos.

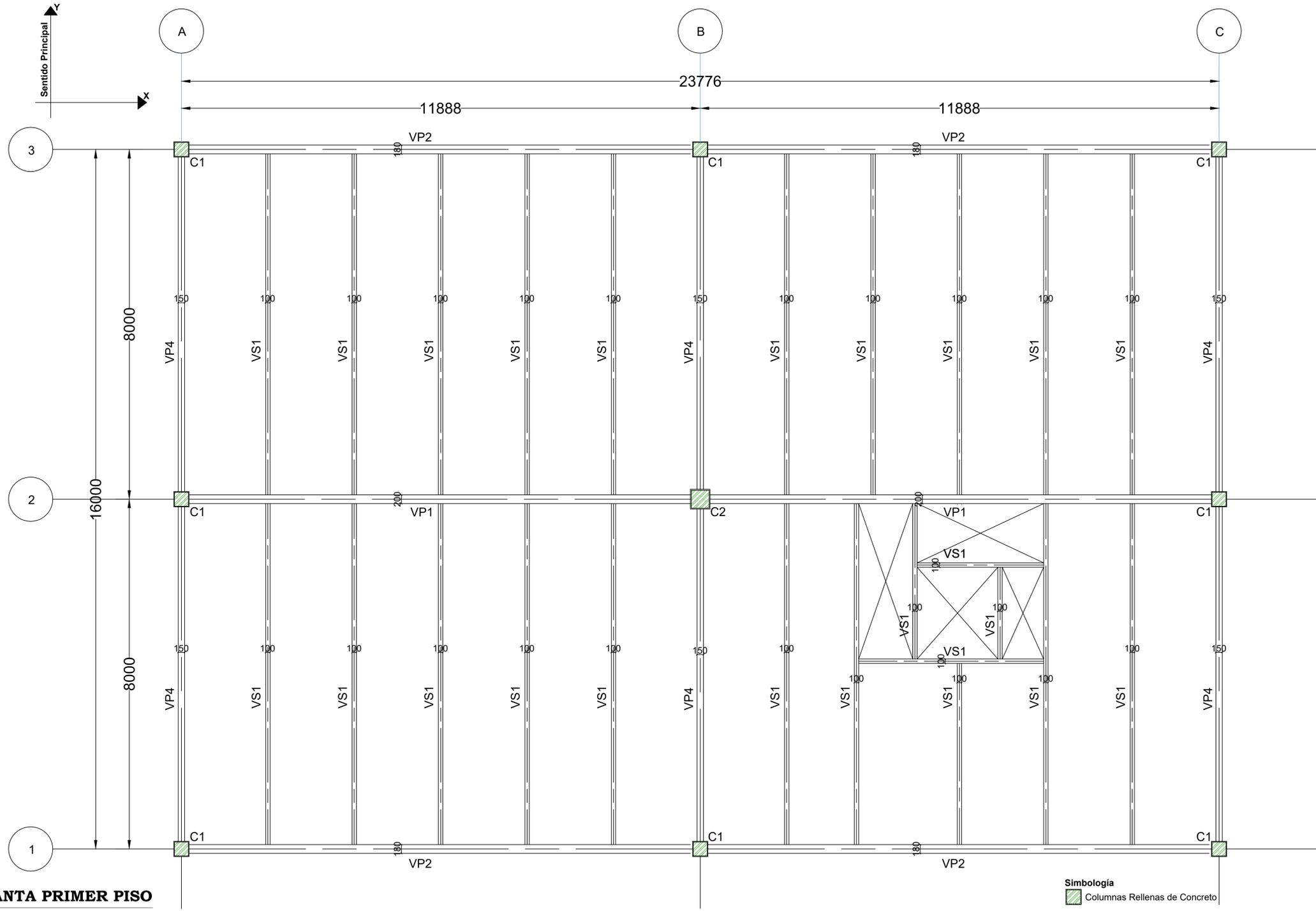
- Notas Generales**
1. Se tomarán cilindros en obra para controlar la calidad del hormigón.
 2. Todas las medidas están en milímetros (mm).
 3. Las medidas indicadas en los planos prevalecen sobre la escala de dibujo.
 4. Las longitudes, medidas y cotas deberán ser verificadas por el constructor.
 5. Sobre las vigas VP1, no se colocará la lámina de Acero galvanizado colaborante. Sobre ella se colocará la losa de compresión con sus respectivos conectores de corte.
 6. Los Planos Estructurales deberán ser necesariamente relacionados con los Planos Arquitectónicos.
 7. Bajo ningún concepto los elementos estructurales tales como vigas y columnas serán atrevasados por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalaciones.
 8. El contratista confeccionará y suministrará planos de fabricación y montaje de todas las estructuras de acero de acuerdo a lo estipulado en las especificaciones técnicas, los mismos que deberán contar con la aprobación de la fiscalización.

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

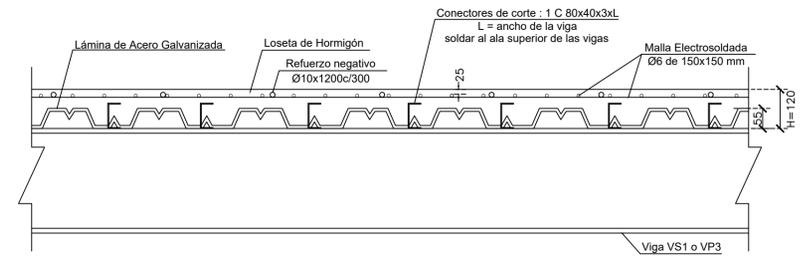
PROYECTO:
DISEÑO SISMO RESISTENTE DE UN EDIFICIO METÁLICO DE 4 PISOS DE USO OFICINAS- RESIDENCIAL EN LA CIUDAD DE MANTA.

CONTENIDO:
**PLANTA PISO 1 Y 2
NIVEL +4.50**

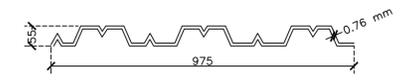
Coordinador de Ingeniería Civil M.Sc. Walter Hurtares	Elaborado Por: Cedeño Defaz Britney Silvana Coello Arias Daniel Josafat	Fecha de entrega: 18 de diciembre, 2024
Tutor Materia Integradora: PhD. Pedro Rojas	Láminas: 4 / 8	Escala: Indicadas



VISTA EN PLANTA PRIMER PISO
ESC: 1:50



DETALLE TIPICO DE LOSA
ESCALA: 1:10



LAMINA DE ACERO GALVANIZADA COLABORANTE
ESCALA: 1:10



Ubicación.
Cantón Manta Provincia de Manabí
Calle Pública, entre la Av. 2 y la Av. 3,
diagonal al Banco del Pacífico, en el cantón Manta.

Propietario.
José Barros

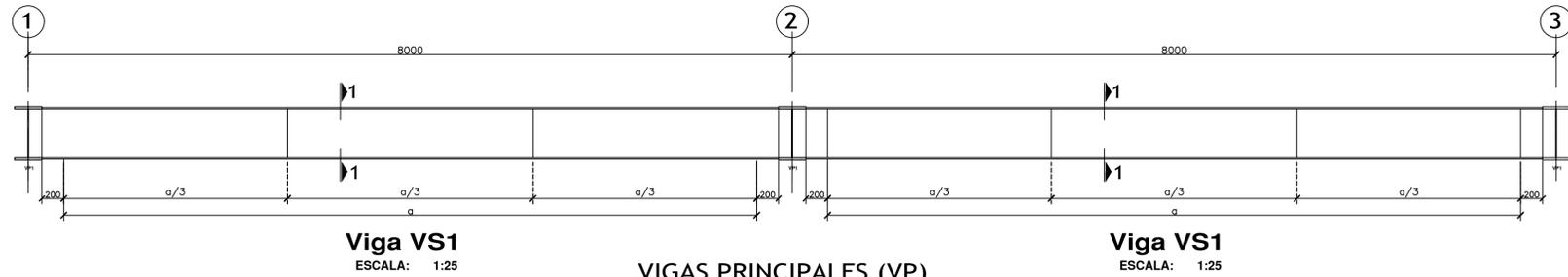
- Especificaciones Técnicas**
- Resistencia del Concreto
- Relleno Columnas Metálicas: $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- Malla Electrosoldada
- Esfuerzo de fluencia $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$
- Acero Estructural ASTM A572 GR- 50
- Esfuerzo de fluencia: $f_y = 3515 \text{ kg/cm}^2$
 - Esfuerzo de tracción: $f_u = 4570 \text{ kg/cm}^2$
- Proceso Constructivo Sugerido**
1. Fabricación de columnas y Vigas metálicas en taller.
 2. Montar las columnas metálicas.
 3. Vaciar hormigón hasta el nivel de empalme en columnas metálicas.
 4. Conectar vigas de primer piso a columnas.
 5. Colocar el Steel Panel y Malla Electrosoldada.
 6. Fundir Losa.
 7. Repetir pasos 2 a 5 para los siguientes pisos.

- Notas Generales**
1. Se tomarán cilindros en obra para controlar la calidad del hormigón.
 2. Todas las medidas están en milímetros (mm).
 3. Las medidas indicadas en los planos prevalecen sobre la escala de dibujo.
 4. Las longitudes, medidas y cotas deberán ser verificadas por el constructor.
 5. Sobre las vigas VP1, no se colocará la lámina de Acero galvanizado colaborante. Sobre ella se colocará la losa de compresión con sus respectivos conectores de corte.
 6. Los Planos Estructurales deberán ser necesariamente relacionados con los Planos Arquitectónicos.
 7. Bajo ningún concepto los elementos estructurales tales como vigas y columnas serán atravesados por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalaciones.
 8. El contratista confeccionará y suministrará planos de fabricación y montaje de todas las estructuras de acero de acuerdo a lo estipulado en las especificaciones técnicas, los mismos que deberán contar con la aprobación de la fiscalización.

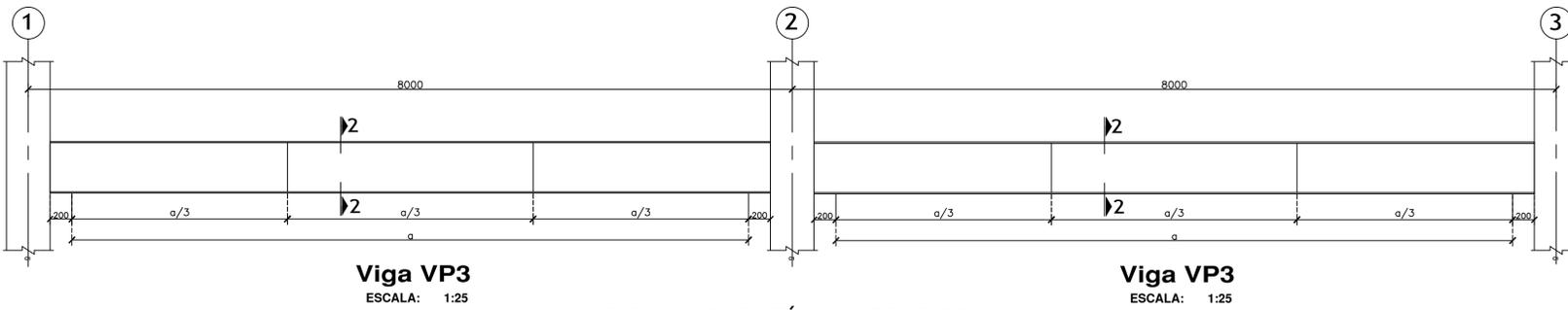
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: DISEÑO SISMO RESISTENTE DE UN EDIFICIO METÁLICO DE 4 PISOS DE USO OFICINAS - RESIDENCIAL EN LA CIUDAD DE MANTA.		
CONTENIDO: PLANTA PISO 3 Y 4 NIVEL +4.50		
Coordinador de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Hurtares	Elaborado Por: Cedeño Defaz Britney Silvana Coello Arias Daniel Josafat	Fecha de entrega: 18 de diciembre, 2024
Tutor Materia Integradora: PhD. Pedro Rojas	Láminas: 5 / 8	Escala: Indicadas

ELEVACIONES TÍPICAS SENTIDO Y

VIGAS SECUNDARIAS (VS)

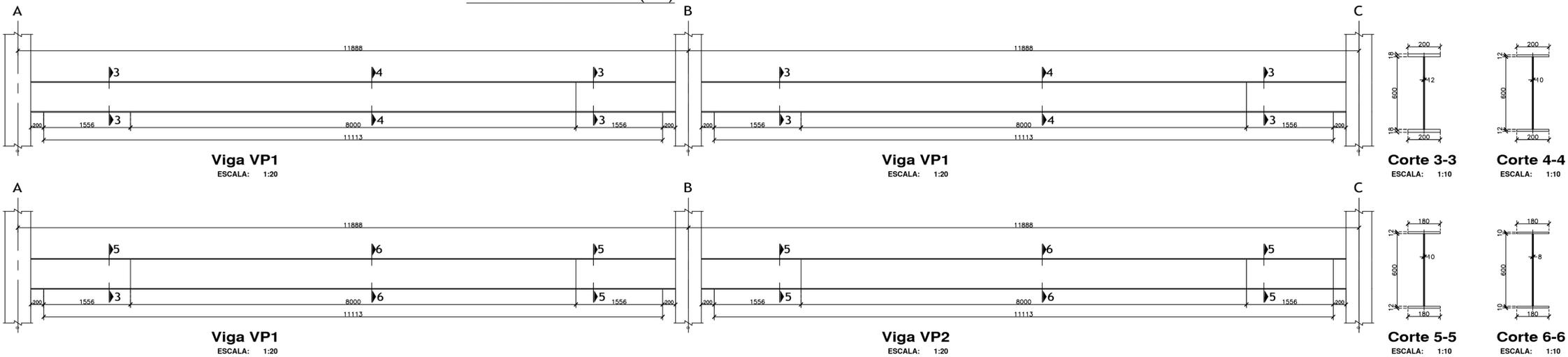


VIGAS PRINCIPALES (VP)

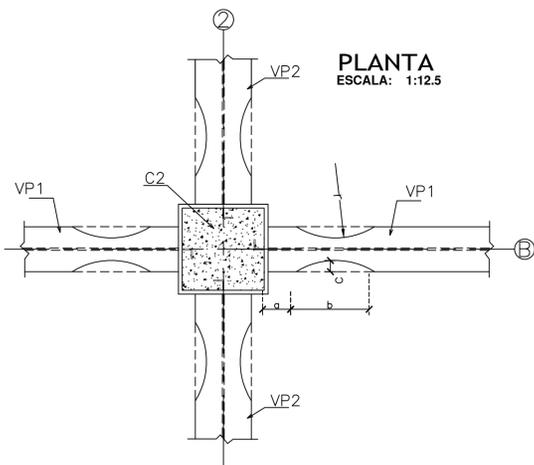


ELEVACIONES TÍPICAS SENTIDO X

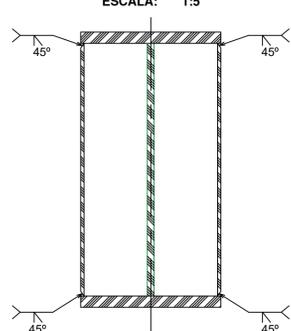
VIGAS PRINCIPALES (VP)



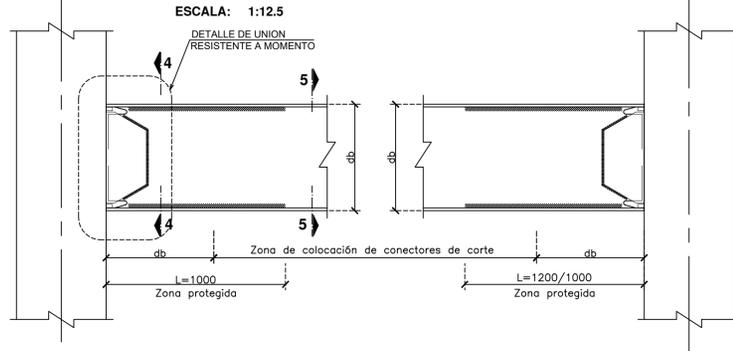
DETALLE A UNION VIGA COLUMNA



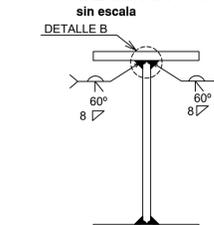
DETALLE DE SOLDADURA EN VIGA VP1



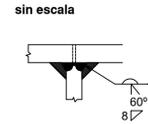
ELEVACION



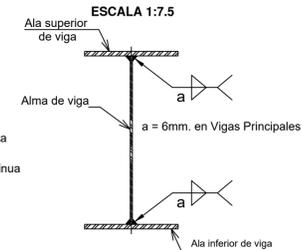
SECCION 4-4



DETALLE B



SECCION 5-5



Ubicación.
Cantón Manta Provincia de Manabí
Calle Pública, entre la Av. 2 y la Av. 3,
diagonal al Banco del Pacífico, en el cantón Manta.

Propietario.
José Barros

- Especificaciones Técnicas
- Resistencia del Concreto
- Relleno Columnas Metálicas: $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- Acero Estructural ASTM A 572 GR-50
- Esfuerzo de fluencia: $f_y = 3515 \text{ kg/cm}^2$
 - Esfuerzo de tracción: $f_u = 4570 \text{ kg/cm}^2$

- Soldadura
1. Proceso SMAW
E6011 (Hasta espesores de 3mm)
E7018 (Para espesores de 3mm)
E7018 A1 (Para construcción Sismo-Resistente)
 2. Proceso SAW
F7A6-EM12K
 3. Proceso GMAW (MIG)
ER70S-6
 4. Proceso FCAW
E70T-1

- Notas Generales
1. Se tomarán cilindros en obra para controlar la calidad del hormigón.
 2. Todas las medidas están en milímetros (mm).
 3. Las medidas indicadas en los planos prevalecen sobre la escala de dibujo.
 4. Las longitudes, medidas y cotas deberán ser verificadas por el constructor.
 5. Sobre las vigas VP1, no se colocará la lámina de Acero galvanizado colaborante. Sobre ella se colocará la losa de compresión con sus respectivos conectores de corte.
 6. Los Planos Estructurales deberán ser necesariamente relacionados con los Planos Arquitectónicos.
 7. Bajo ningún concepto los elementos estructurales tales como vigas y columnas serán atreavesados por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalaciones.
 8. El contratista confeccionará y suministrará planos de fabricación y montaje de todas las estructuras de acero de acuerdo a lo estipulado en las especificaciones técnicas, los mismos que deberán contar con la aprobación de la fiscalización.

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

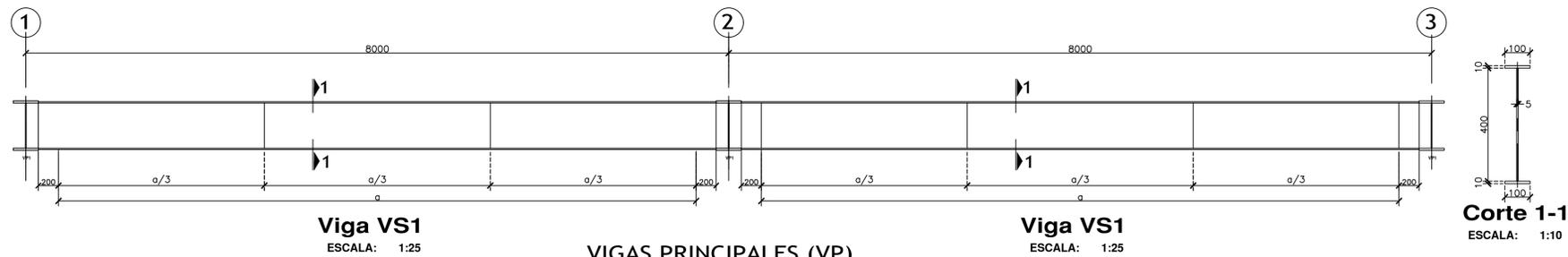
PROYECTO:
DISEÑO SISMO RESISTENTE DE UN EDIFICIO METÁLICO DE 4 PISOS DE USO OFICINAS - RESIDENCIAL EN LA CIUDAD DE MANTA.

CONTENIDO:
ELEVACIONES TÍPICAS Y SECCIONES DE VIGAS PISO 1 Y 2 NIVEL +4.50

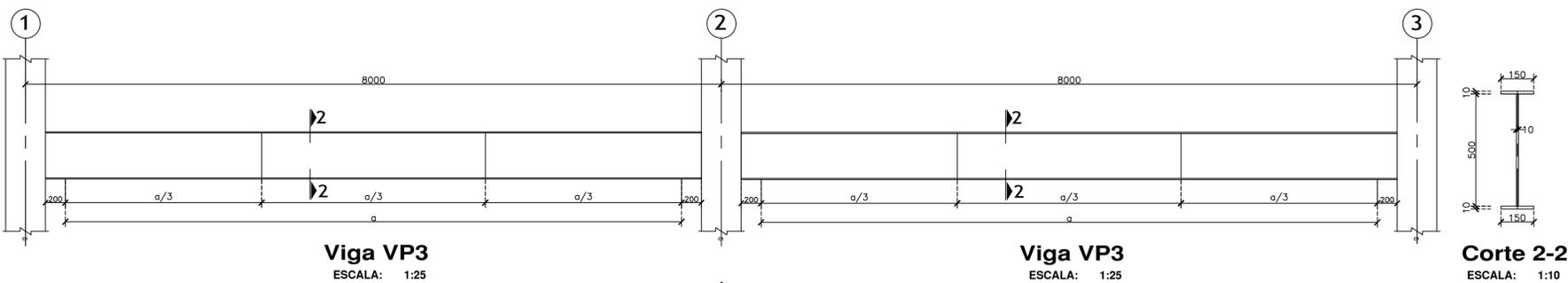
Coordinador de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Hurtares	Elaborado Por: Cedeño Defaz Britney Silvana Coello Arias Daniel Josafat	Fecha de entrega: 18 de diciembre, 2024
Tutor Materia Integradora: PhD. Pedro Rojas		Láminas: 6 / 8
		Escala: Indicadas

ELEVACIONES TÍPICAS SENTIDO Y

VIGAS SECUNDARIAS (VS)

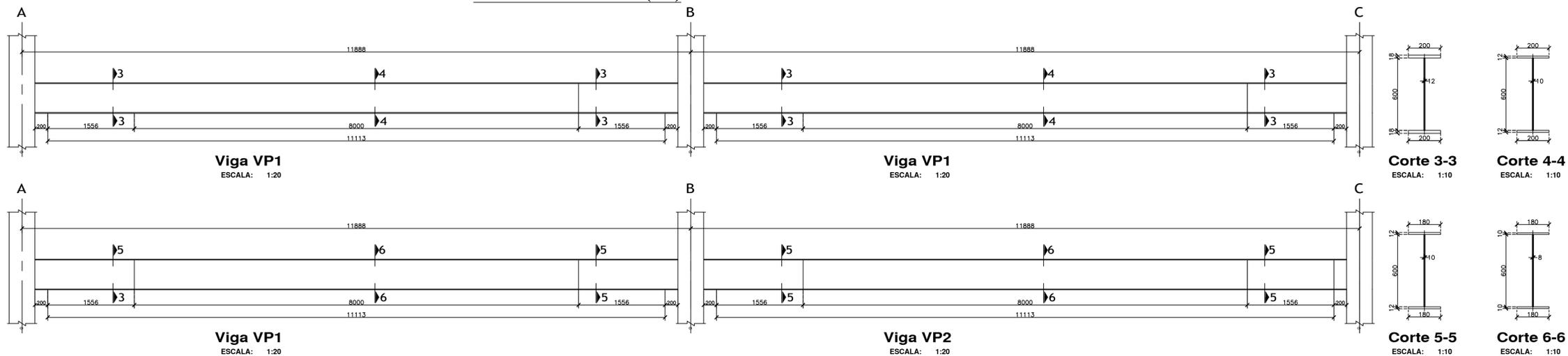


VIGAS PRINCIPALES (VP)

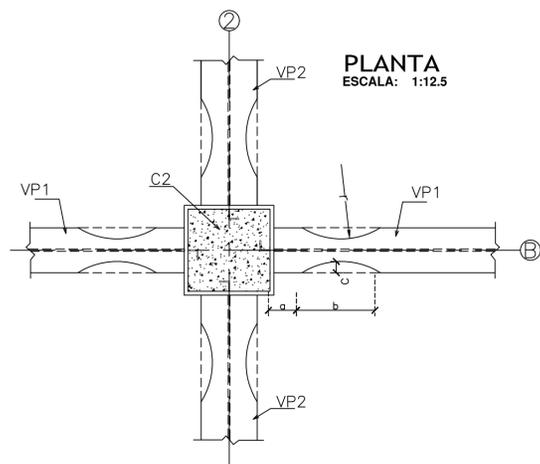


ELEVACIONES TÍPICAS SENTIDO X

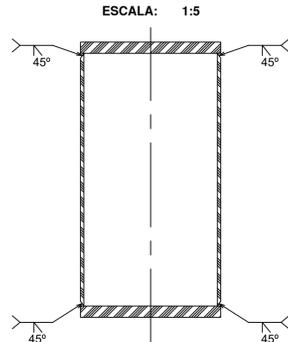
VIGAS PRINCIPALES (VP)



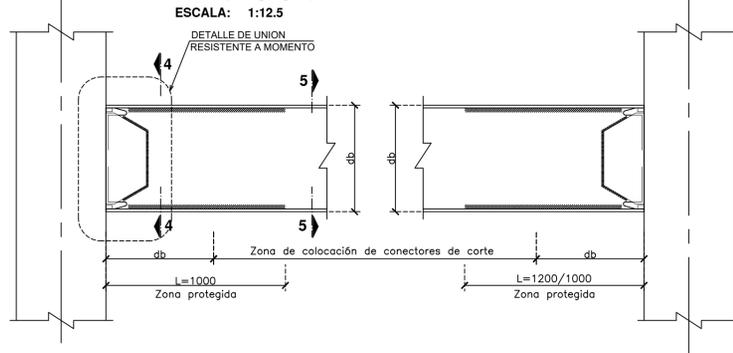
DETALLE A UNION VIGA COLUMNA



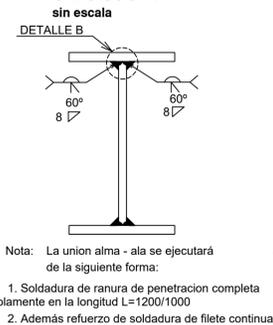
DETALLE DE SOLDADURA EN VIGA VP1



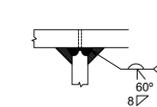
ELEVACION



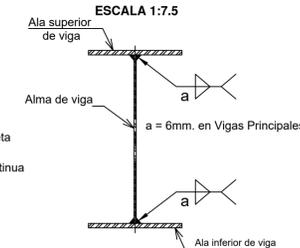
SECCION 4-4



DETALLE B



SECCION 5-5



Ubicación.
Cantón Manta Provincia de Manabí
Calle Pública, entre la Av. 2 y la Av. 3,
diagonal al Banco del Pacífico, en el cantón Manta.

Propietario.
José Barros

Especificaciones Técnicas

Resistencia del Concreto

- Relleno Columnas Metálicas: $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Acero Estructural ASTM A 572 GR-50

- Esfuerzo de fluencia: $f_y = 3515 \text{ kg/cm}^2$
- Esfuerzo de tracción: $f_u = 4570 \text{ kg/cm}^2$

Soldadura

- Proceso SMAW
E6011 (Hasta espesores de 3mm)
E7018 (Para espesores de 3mm)
E7018 A1 (Para construcción Sismo-Resistente)
- Proceso SAW
F7A6-EM12K
- Proceso GMAW (MIG)
ER70S-6
- Proceso FCAW
E70T-1

Notas Generales

- Se tomarán cilindros en obra para controlar la calidad del hormigón.
- Todas las medidas están en milímetros (mm).
- Las medidas indicadas en los planos prevalecen sobre la escala de dibujo.
- Las longitudes, medidas y cotas deberán ser verificadas por el constructor.
- Sobre las vigas VP1, no se colocará la lámina de Acero galvanizado colaborante. Sobre ella se colocará la losa de compresión con sus respectivos conectores de corte.
- Los Planos Estructurales deberán ser necesariamente relacionados con los Planos Arquitectónicos.
- Bajo ningún concepto los elementos estructurales tales como vigas y columnas serán atravesados por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalaciones.
- El contratista confeccionará y suministrará planos de fabricación y montaje de todas las estructuras de acero de acuerdo a lo estipulado en las especificaciones técnicas, los mismos que deberán contar con la aprobación de la fiscalización.

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

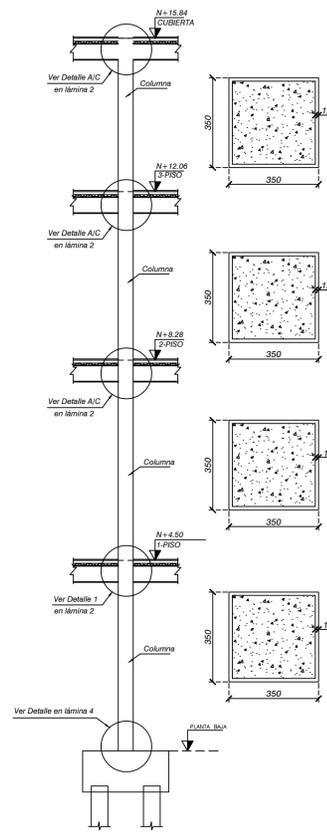
PROYECTO:
DISEÑO SISMO RESISTENTE DE UN EDIFICIO METÁLICO DE 4 PISOS DE USO OFICINAS - RESIDENCIAL EN LA CIUDAD DE MANTA.

CONTENIDO:
ELEVACIONES TÍPICAS Y SECCIONES DE VIGAS PISO 3 Y 4 NIVEL +4.50

Coordinador de Ingeniería Civil	Elaborado Por:	Fecha de entrega:
M.Sc. Walter Hurtares	Cedeño Defaz Britney Silvana	18 de diciembre, 2024
Tutor Materia Integradora:	Coello Arias Daniel Josafat	Líneas:
PhD. Pedro Rojas		7 / 8
		Escala:
		Indicadas

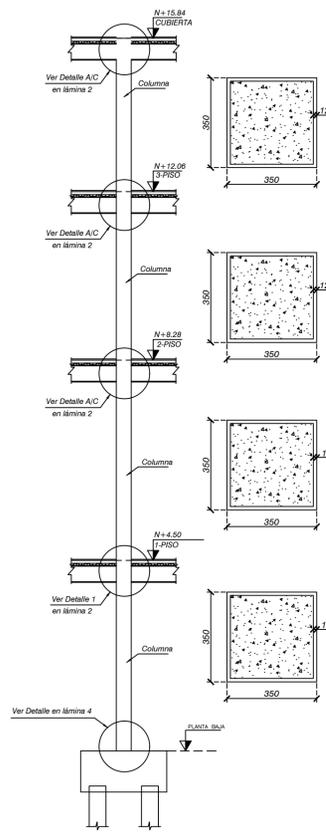
COLS. TIPO C1
EJES A1, A2 Y A3

ESCALAS: 1/75
CORTES ESCALA 1:12.5



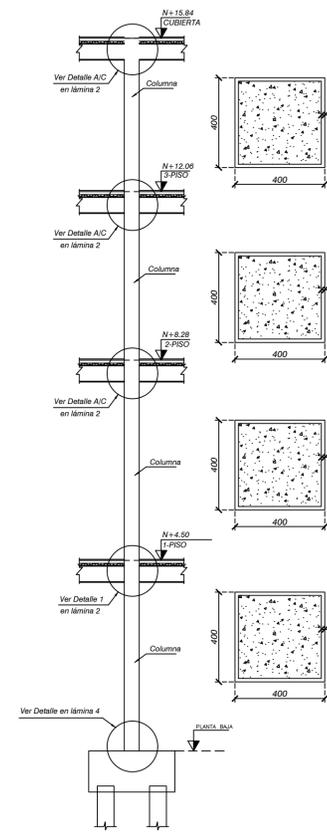
COLS. TIPO C1
EJES B1 Y B2

ESCALAS: 1/75
CORTES ESCALA 1:12.5



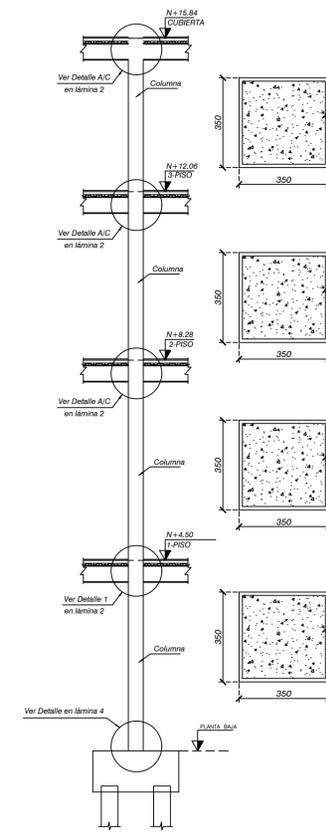
COLS. TIPO C2
EJE B2

ESCALAS: 1/75
CORTES ESCALA 1:12.5



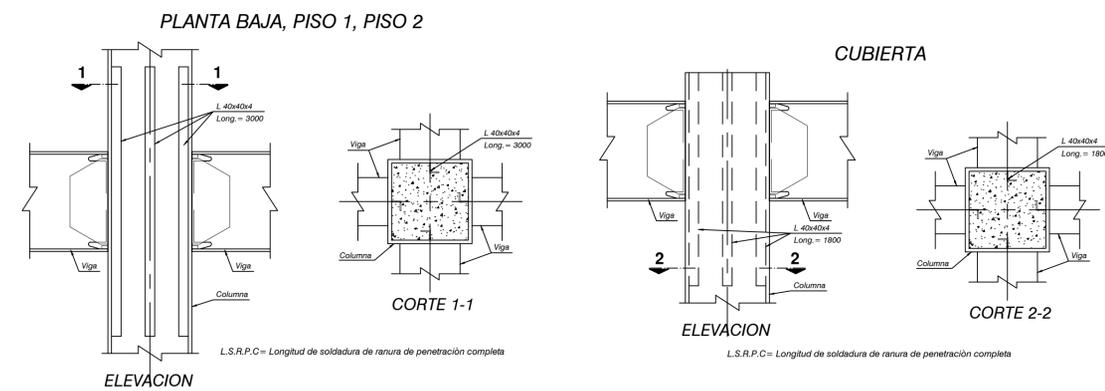
COLS. TIPO C1
EJES C1, C2 Y C3

ESCALAS: 1/75
CORTES ESCALA 1:12.5

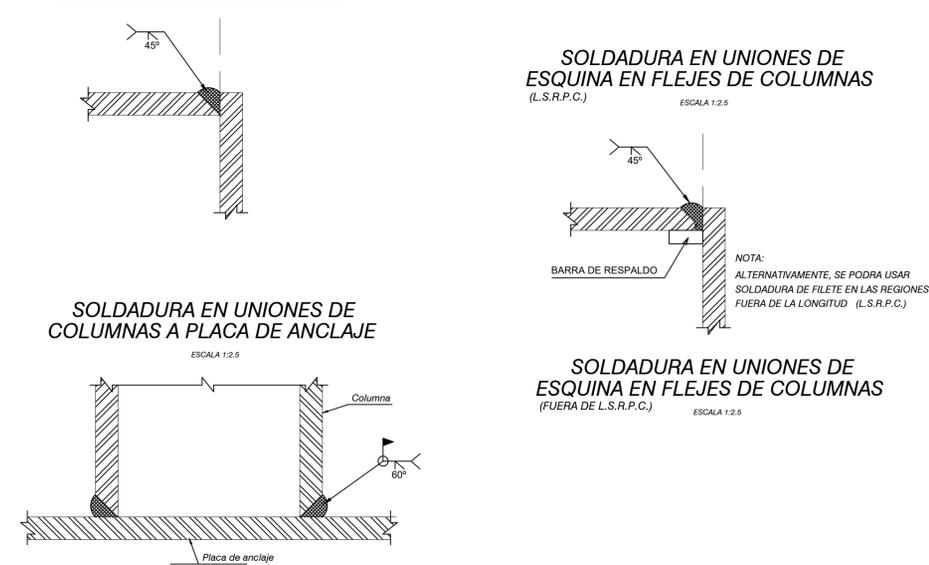


DETALLE TIPICO DE UBICACION DE CONECTORES DE CORTE EN COLUMNAS

ESCALAS: 1:10



DETALLE DE SOLDADURAS



Ubicación.
Cantón Manta Provincia de Manabí
Calle Pública, entre la Av. 2 y la Av. 3,
diagonal al Banco del Pacífico, en el cantón Manta.

Propietario.
José Barros

Especificaciones Técnicas
Resistencia del Concreto
• Relleno Columnas Metálicas: $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
Acero Estructural ASTM A 572 GR-50
• Esfuerzo de fluencia: $f_y = 3515 \text{ kg/cm}^2$
• Esfuerzo de tracción: $f_u = 4570 \text{ kg/cm}^2$

Soldadura
1. Proceso SMAW (Obra)
E6011 (Hasta espesores de 3mm)
E7018 (Para espesores de 3mm)
E7018 A1 (Para construcción Sismo-Resistente)
2. Proceso SAW (Taller)
F7A6-EM12K

- Notas Generales**
- Se tomarán cilindros en obra para controlar la calidad del hormigón.
 - Todas las medidas están en milímetros (mm).
 - Las medidas indicadas en los planos prevalecen sobre la escala de dibujo.
 - Las longitudes, medidas y cotas deberán ser verificadas por el constructor.
 - Sobre las vigas VPI, no se colocará la lámina de Acero galvanizado colaborante. Sobre ella se colocará la losa de compresión con sus respectivos conectores de corte.
 - Los Planos Estructurales deberán ser necesariamente relacionados con los Planos Arquitectónicos.
 - Bajo ningún concepto los elementos estructurales tales como vigas y columnas serán atrevesados por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalaciones.
 - El contratista confeccionará y suministrará planos de fabricación y montaje de todas las estructuras de acero de acuerdo a lo estipulado en las especificaciones técnicas, los mismos que deberán contar con la aprobación de la fiscalización.

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

PROYECTO:
DISEÑO SISMO RESISTENTE DE UN EDIFICIO METÁLICO DE 4 PISOS DE USO OFICINAS- RESIDENCIAL EN LA CIUDAD DE MANTA.

CONTENIDO:
ELEVACIONES TÍPICAS Y SECCIONES COLUMNAS

Coordinador de Ingeniería Civil M.Sc. Walter Hurtares	Elaborado Por: Cedeño Defaz Britney Silvana Coello Arias Daniel Josafat	Fecha de entrega: 18 de diciembre, 2024
Tutor Materia Integradora: PhD. Pedro Rojas	Líneas: 8 / 8	Escala: Indicadas