

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Análisis Comparativo de Sistemas Estructurales en el Diseño de un Edificio de Recepción para Finca Turística: Evaluación De Estructuras Mixtas, Hormigón Armado y Acero estructural para Grandes Luces.

PROYECTO DE GRADUACIÓN

Previo la obtención del Título de:

Magister en Ingeniería Civil Sismorresistente

Presentado por:
Erika Alexandra Criollo Toapanta

GUAYAQUIL - ECUADOR
Año: 2024

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mis padres Carmen y Miguel por su apoyo incondicional. A mi hermano Christian por ser motivación y causa de alegrías diarias.

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a mis compañeros por hacer los días más llevaderos durante todo el año del estudio. A mi tutor por su constante apoyo e interés en el desarrollo de este proyecto y a mi familia por su amor y fuerza.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Erika Alexandra Criollo Toapanta y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Ing. Erika Alexandra Criollo Toapanta

EVALUADORES

M.Sc Nadia Quijano Arteaga
PROFESOR DE LA MATERIA

M.Sc Samantha Hidalgo Astudillo
PROFESOR DE LA MATERIA

M.Sc. Carlos Quishpe Otacoma
PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El presente proyecto contempla la evaluación comparativa de tres tipos de sistemas estructurales, pórticos de acero, muros de hormigón armado y mixto para una edificación de finca turística de 2 pisos ubicada en el cantón Salitre con grandes luces, con el fin de determinar la estructura óptima. Esta edificación tiene un suelo con baja capacidad portante. Asimismo, presenta retos para cubrir grandes luces como son altos costos, escasa información, complejidad en el diseño y falta de estudios comparativos en zonas sísmicas. Para el desarrollo de este proyecto se implementó la metodología tipo cascada, porque se identificó, códigos y normas aplicables, se determinó cargas de diseño, se realizó el diseño de elementos estructurales, se verificó los resultados y se efectuó la evaluación comparativa. Como resultados, se obtuvo una flexibilidad alta para el sistema de pórticos de acero, un costo de 186 \$/m², un peso de 50.31 kg/m² y tiempos de construcción cortos. Para el sistema de muros de hormigón de una rigidez alta con un peso de 321.5 kg/m², un costo de 202 \$/m² y tiempos de construcción largos. Y siendo el más ligero el mixto, el más económico y con tiempos de construcción intermedios. Finalmente, se determina que el sistema estructural más beneficioso es el mixto, porque aprovecha la rigidez del hormigón y la ductilidad del acero, es ligero con un peso de 37.07 kg/m², es económicamente viable ya que tiene un precio de 149 \$/m², posee buena disipación de energía y tiempos de construcción adecuados.

Palabras Clave: ductilidad, rigidez, óptimo, viable

ABSTRACT

The present project involves a comparative evaluation of three types of structural systems: steel frames, reinforced concrete walls, and mixed systems for a two-story tourism estate building located in the Salitre, featuring large spans, with the aim of determining the optimal structure. This building is situated on soil with low bearing capacity. Additionally, it faces challenges in covering large spans, such as high costs, limited information, complexity, and a lack of comparative studies in seismic zones.

For the development of this project, the waterfall methodology was implemented. Applicable codes and standards were identified, design loads were determined, structural elements were designed, results were verified, and a comparative evaluation was carried out.

The results showed a high flexibility for the steel frame system, a cost of \$186/m², a weight of 50.31 kg/m², and short construction times. The reinforced concrete wall system exhibited high stiffness with a weight of 321.5 kg/m², a cost of \$202/m², and long construction times. The mixed system, being the lightest, most economical, and featuring intermediate construction times, was the most advantageous.

Finally, it was determined that the most beneficial structural system is the mixed system, as it leverages the stiffness of concrete and the ductility of steel. It is lightweight with a weight of 37.07 kg/m², economically viable at a price of \$149/m², offers good energy dissipation, and has suitable construction times.

Keywords: ductility, stiffness, optimal, viable

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
ÍNDICE DE PLANOS	XIV
CAPÍTULO 1	15
1. Introducción	15
1.1 Antecedentes	16
1.2 Localización	17
1.3 Estudios previos	18
1.4 Problemática a resolver	19
1.5 Justificación	20
1.6 Objetivos	20
1.6.1 Objetivo General	20
1.6.2 Objetivos Específicos	21
CAPÍTULO 2	22
2. Desarrollo del proyecto	22
2.1 Marco conceptual	22
2.1.1 Sistema Estructural	22
2.1.2 Sistema estructural Mixto	22
2.1.3 Muros estructurales de hormigón armado	24

2.1.4	Pórticos de acero	25
2.1.4.1	Secciones Compactas.....	26
2.1.4.2	Secciones No compactas	27
2.1.4.3	Secciones Esbeltas	27
2.1.4.4	Control de pandeo local en vigas y columnas	27
2.1.4.5	Control de pandeo lateral torsional.....	28
2.2	Marco metodológico	29
2.2.1	Trabajo de laboratorio o gabinete.....	31
2.2.2	Solución a diseñar.....	32
2.2.2.1	Determinar las cargas de diseño	32
2.2.2.2	Diseño de elementos estructurales	39
CAPÍTULO 3.....		82
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		82
3.1	Resultados.....	82
3.1.1	Verificación de resultados	82
3.1.1.1	Verificación de resultados para pórticos de acero.....	82
3.1.1.2	Verificación de resultados para muros de hormigón armado	90
3.1.1.3	Verificación de resultados para sistema estructural mixto.....	97
3.1.2	Fuerzas de elementos críticos	106
3.1.3	Peso por metro cuadrado de cada sistema estructural	111
3.1.4	Presupuesto Referencial	112
3.2	Análisis de resultados	113
CAPÍTULO 6.....		124
Conclusiones Y Recomendaciones		124
Conclusiones		124
Recomendaciones		127

BIBLIOGRAFÍA	128
PLANOS Y ANEXO	130

ABREVIATURAS

NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015
ACI	American Concrete Institute
AISC	American Institute of Steel Construction
SMF	Pórticos especiales a momento
IMF	Pórticos Intermedios a momento
OMF	Pórticos de momentos ordinario
CAMICON	Cámara de comercio de la construcción

SIMBOLOGÍA

kg	kilogramo
mm	milímetro
cm	centímetro
m	metro
tonf	tonelada fuerza
\$	dólar
m ²	metro cuadrado
tonf.m	tonelada por metro

INDICE DE FIGURAS

Ilustración 1.1 Cantón Salitre en el mapa de Ecuador	17
Ilustración 1.2 Delimitación del terreno (Mora & Cordova, 2024).....	18
Ilustración 1.3 Modelo 3D de la edificación (Mora & Cordova, 2024)	18
Ilustración 2.1 Conexión viga-columna (Tapia,2020)	23
Ilustración 2.2 Tipos de perfiles en acero	26
Ilustración 2.4 Perfil estratigráfico del suelo para 3 calicatas (Mora & Cordova, 2024)	31
Ilustración 2.5. Cargas vivas de NEC-2015 por ocupación.....	33
Ilustración 2.6. Tipos de suelo (NEC,2015)	34
Ilustración 2.7. Zonas de Riesgo Sísmico para propósitos de diseño (NEC,2015)	35
Ilustración 2.8. Factor Z según zona sísmica (NEC,2015).....	35
Ilustración 2.9. Coeficiente de amplificación Espectral.	36
Ilustración 2.10. Espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones (NEC-SE-DS, 2015).....	37
Ilustración 2.11. Espectro elástico de diseño en aceleraciones (Criollo,2024)	38
Ilustración 2.12. Coeficientes para calcular el período aproximado de la estructura.(NEC-SE-DS, 2015)	39
Ilustración 2.13. Componentes de losa colaborante (KUBIEC, 2024).....	40
Ilustración 2.14. Separación entre apoyos de losa colaborante (KUBIEC, 2024).	40
Ilustración 2.15. Dimensiones placa colaborante (KUBIEC, 2024).	41
Ilustración 2.16. Estructuración de los elementos de la edificación.	42
Ilustración 2.17. Disposición de viguetas en planta AB -43	42

Ilustración 2.18 Carga distribuida en viga simplemente apoyada .(NEC-SE-DS, 2015)	43
Ilustración 2.19. Disposición de viga principal.....	46
Ilustración 2.20. Esquema de áreas colaborante de columnas-	49
Ilustración 2.21. Materiales de la edificación.	53
Ilustración 2.22. Dimensiones viga secundaria	54
Ilustración 2.23. Dimensiones vigas	55
Ilustración 2.24. Dimensiones de la columna	56
Ilustración 2.25. Dimensiones de la losa deck	56
Ilustración 2.26. Definición de cargas para la estructura	57
Ilustración 2.27. Peso sísmico de la estructura	57
Ilustración 2.28. Combinaciones de carga	58
Ilustración 2.29. Carga sísmica estática en dirección X	58
Ilustración 2.30. Carga sísmica estática en dirección Y	59
Ilustración 2.31. Carga viva y muerta en balcón	59
Ilustración 2.32. Carga viva y muerta en habitaciones	60
Ilustración 2.33. Carga viva y muerta en cubierta	60
Ilustración 2.34. Vista en 3D del sistema estructural pórticos de acero	61
Ilustración 2.35. Vista en planta primer piso de la edificación.....	61
Ilustración 2.36. Vista en planta del piso alto de la edificación.	62
Ilustración 2.38 Distribución en planta de la edificación.....	63
Ilustración 2.39. Panel de análisis.....	63
Ilustración 2.40. Sección de losa alivianada	64
Ilustración 2.41. Altura mínima de vigas no preesforzadas (ACI 318, 2019)	65
Ilustración 2.42. Área tributaria de la columna crítica.	66

Ilustración 2.43. Espesor mínimo del muro.....	67
Ilustración 2.44. Materiales de la edificación	69
Ilustración 2.45. Dimensiones vigas	70
Ilustración 2.46. Dimensiones de la columna	71
Ilustración 2.47. Agrietamiento de columnas	71
Ilustración 2.48. Agrietamiento de vigas	71
Ilustración 2.49. Dimensiones de la losa nervada	72
Ilustración 2.50. Dimensiones del muro	72
Ilustración 2.51. Agrietamiento del muro.....	73
Ilustración 2.52. Definición de cargas para la estructura	73
Ilustración 2.53. Peso sísmico de la estructura.....	74
Ilustración 2.54. Combinaciones de carga	74
Ilustración 2.55. Carga sísmica estática en dirección X.....	75
Ilustración 2.56. Carga sísmica estática en dirección Y	75
Ilustración 2.57. Carga viva y muerta en balcón	75
Ilustración 2.58. Carga viva y muerta en habitaciones	76
Ilustración 2.59. Vista en 3D del sistema estructural de hormigón armado	76
Ilustración 2.60. Vista en planta primer piso de la edificación.....	77
Ilustración 2.61. Vista en planta del piso alto de la edificación.	77
Ilustración 2.62. Dimensiones viga secundaria.....	78
Ilustración 2.63. Dimensiones vigas	79
Ilustración 2.64. Dimensiones de la columna.....	80
Ilustración 2.65. Dimensiones de la losa deck	81
Ilustración 2.66. Dimensiones del muro	81
Ilustración 3.1 Preferencia de diseño de vigas y columnas principales	82

Ilustración 3.2. Preferencia de diseño de vigas secundarias y cubierta	83
Ilustración 3.2. Diseño de vigas principales	83
Ilustración 3.3 Relación de capacidad de vigas principales	84
Ilustración 3.4 Relación de capacidad de columnas principales	84
Ilustración 3.5. Relación de capacidad de vigas secundarias	85
Ilustración 3.6. Relación de capacidad de cubierta.....	85
Ilustración 3.7. Relación de capacidad de cubierta.....	86
Ilustración 3.8 Deriva máxima en Y	88
Ilustración 3.9. Deriva máxima en X	88
Ilustración 3.10. Desplazamiento máximo en X	89
Ilustración 3.11. Desplazamiento máximo en Y	89
Ilustración 3.12 Preferencia de diseño de vigas y columnas principales	90
Ilustración 3.14. Diseño de vigas principales	91
Ilustración 3.15 Relación de capacidad de columnas principales	92
Ilustración 3.16. Diseño del muro.....	93
Ilustración 3.17 Deriva máxima en Y	95
Ilustración 3.18. Deriva máxima en X	95
Ilustración 3.19. Desplazamiento máximo en X	96
Ilustración 3.20. Desplazamiento máximo en Y	97
Ilustración 3.21 Preferencia de diseño de vigas y columnas principales	98
Ilustración 3.22. Preferencia de diseño de vigas secundarias y cubierta.....	98
Ilustración 3.23. Preferencia de diseño muro.....	99
Ilustración 3.24. Diseño de vigas principales	99
Ilustración 3.25 Relación de capacidad de vigas principales	100
Ilustración 3.26 Relación de capacidad de columnas principales	100

Ilustración 3.27. Relación de capacidad de vigas secundarias	101
Ilustración 3.28. Relación de capacidad de cubierta	101
Ilustración 3.29. Relación de capacidad de cubierta	102
Ilustración 3.30. Relación de capacidad muro	102
Ilustración 3.31 Deriva máxima en Y	104
Ilustración 3.32. Deriva máxima en X	104
Ilustración 3.33. Desplazamiento máximo en X	105
Ilustración 3.34. Desplazamiento máximo en Y	105
Ilustración 3.35. Fuerza axial columna crítica de pórticos de acero	106
Ilustración 3.36. Cortante y momento de la columna crítica de pórticos de acero ...	107
Ilustración 3.38. Fuerza axial de la columna crítica de hormigón armado	108
Ilustración 3.39. Cortante y momento de la columna crítica de hormigón armado...	108
Ilustración 3.41. Fuerza axial de la columna crítica del sistema mixto	109
Ilustración 3.42. cortante y momento de la columna crítica del sistema mixto	110
Ilustración 3.42. cortante y momento de la viga crítica del sistema mixto	111
Gráfico 3.1. Desplazamientos máximos	115
Gráfico 3.2. Derivas máximas	116
Gráfico 3.3. Periodos de vibración modo 1	116
Gráfico 3.4. Cortante basal	117
Gráfico 3.5. Fuerza axial de columna crítica	118
Gráfico 3.6. Fuerza cortante en viga y columna crítica	119
Gráfico 3.7. Momentos en viga y columna crítica	120
Gráfico 3.8. Deflexión en vigas	120
Gráfico 3.9. Peso por m ² de cada estructura	121
Gráfico 3.10. Costo por m ² de cada estructura	122

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Relación ancho/espesor (AISC 341, 2016)	28
Tabla 2.1. Coeficiente de suelo (NEC,2015).....	36
Tabla 2.2. Cálculo del coeficiente sísmico	37
Tabla 2.3. Propiedades geométricas vigueta.....	44
Tabla 2.4. Propiedades geométricas vigueta.....	47
Tabla 2.5. Tensión crítica para los miembros de compresión	50
Tabla 2.6. Propiedades geométricas de la columna	51
Tabla 2.7. Pre-dimensionamiento de losa nervada en 2 direcciones.....	64
Tabla 2.8 Estimación de carga muerta y viva (Criollo, 2024)	65
Tabla 3.1. Análisis modal de la estructura	86
Tabla 3.2. Masa Participativa.....	87
Tabla 3.3 .Análisis modal de la estructura	94
Tabla 3.4. Masa Participativa.....	94
Tabla 3.5. Análisis modal de la estructura	103
Tabla 3.6. Masa Participativa.....	103
Tabla 3.7. Peso por metro cuadrado de pórticos de acero	111
Tabla 3.8. Peso por metro cuadrado de hormigón armado.....	111
Tabla 3.9. Peso por metro cuadrado del sistema estructural mixto	112
Tabla 3.10. Presupuesto referencial de pórticos de acero.....	112
Tabla 3.11. Presupuesto referencial del sistema estructural de hormigón armado..	113
Tabla 3.12. Presupuesto referencial del sistema estructural mixto	113
Tabla 3.13. Resumen de resultados de cada sistema estructural.....	114
Tabla 3.14. Resumen de resultados de cada sistema estructural.....	114

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1 PLANTA BAJA ARQUITECTÓNICO

PLANO 2 PLANTA ALTA ARQUITECTÓNICO

PLANO 3 DETALLE DE ACERO DE REFUERZO

PLANO 4 ACERO DE REFUERZO VIGAS, COLUMNAS Y MURO

PLANO 5 ACERO DE REFUERZO DE LOSA

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Para el diseño estructural de edificios con ocupaciones determinadas y luces grandes se va a analizar diferentes tipos de sistemas estructurales para determinar el sistema con el mejor desempeño estructural y viabilidad económica. Estas edificaciones deben cumplir con criterios de eficiencia, seguridad y resistencia frente a fuerzas laterales y verticales, como los terremotos y las cargas gravitacionales (Bernabeu, 2007). Por lo cual, es importante realizar un análisis sísmico en el cantón Salitre, provincia del Guayas, porque es una zona con alta actividad sísmica.

La elección de los sistemas estructurales para edificaciones que poseen luces grandes es importante para determinar un buen comportamiento del edificio y tener ambientes amplios, sin interrupción de columnas intermedias que dificulten la funcionalidad del diseño arquitectónico (Bernabeu, 2007). Por esta razón, los sistemas estructurales mixtos, muros de hormigón armado y estructuras de acero son tipos de sistemas estructurales que van a ser elegidos para que a la edificación con grandes luces sea eficiente y óptima. Teniendo presente las ventajas y desventajas en términos de costo, resistencia, durabilidad, respuesta a cargas sísmicas de cada sistema estructural y tiempos de construcción.

El objetivo de este proyecto de titulación es realizar un análisis comparativo de tres sistemas estructurales, considerando factores clave como el comportamiento sísmico, la eficiencia estructural y la viabilidad económica, con el fin de determinar cuál es el más adecuado para una edificación de recepción en una finca turística que necesita grandes luces. Este análisis es primordial no solo para optimizar el diseño estructural, sino también para asegurar que el edificio cumpla con la normativas pertinentes como la ecuatoriana (NEC, 2015) y demás, garantizando la seguridad, funcionalidad y confort de los usuarios finales, es decir a los residentes de la edificación.

1.1 Antecedentes

En el diseño de estructuras civiles, la selección del sistema estructural adecuado es primordial para garantizar la funcionalidad, seguridad y sostenibilidad de las edificaciones (Bernabeu, 2007), especialmente en contextos turísticos donde se necesitan grandes luces con el fin, de que la edificación posea espacios amplios, como salas de eventos y recepciones. Por esta razón, evaluar y determinar qué tipo de sistema estructural es el más adecuado para un edificio de recepción de una finca turística es necesario, ya que se puede identificar qué sistema tiene mejor adaptación a las condiciones locales. Además, es importante que al momento de la elección se analice cargas sísmicas porque el cantón Salitre está ubicado en una zona con actividad sísmica alta.

En la actualidad existen varios sistemas estructurales como los mixtos, de hormigón armado y pórticos de acero estructural. Este tipo de sistemas son los más comunes en el mercado ecuatoriano. Por lo cual, una ventaja de los sistemas mixtos son la combinación de elementos de acero y hormigón, porque han sido analizados y utilizados durante años debido a su rigidez, ductilidad y resistencia a cargas sísmicas (Nardin & Debs, 2009). De Nardin y Debs en el 2009 concluyeron que las estructuras mixtas ofrecen un mejor desempeño frente a cargas dinámicas especialmente en edificios con grandes luces donde es crucial contar con mayor flexibilidad y capacidad de deformación sin comprometer la estabilidad de la estructura (Nardin & Debs, 2009).

Los sistemas de hormigón armado por su alta resistencia a la compresión, durabilidad y flexibilidad se utilizan comúnmente en el diseño estructural puesto que este material es una opción económica y estructuralmente robusta para edificaciones pequeñas. Sin embargo, en el diseño de edificaciones con grandes luces, existen limitaciones relacionadas con la carga que soportan los elementos estructurales y la deflexión, por lo cual, se requiere de un análisis para garantizar la estabilidad y el confort estructural (Palacios, 2017). Memegotto en 1973 menciona que el hormigón armado tiene un excelente comportamiento frente a cargas estáticas, pero tiene problemas frente a cargas sísmicas. Además, para edificios con grandes luces, este sistema estructural está expuesto a deflexiones excesivas (Palacios, 2017).

Finalmente, el acero estructural es muy eficiente en edificaciones con grandes luces, ya que ofrece una alta resistencia a la tracción y permite construir estructuras más ligeras en tiempo cortos. Por lo tanto, este material es ideal para proyectos que requieren una construcción rápida con ambientes amplios (McCormac & Csernak, 2018).

En Ecuador, La región costera es muy vulnerable a sismos, por lo que es necesario diseñar de manera minuciosa la resistencia sísmica. Este proyecto se encuentra ubicado en el cantón Salitre, parte de la región costera del país, por esta razón, el diseño estructural debe realizarse de acuerdo con la normativa ecuatoriana de construcción sismo-resistente (NEC, 2015), que establece los estándares de diseño para estructuras ubicadas en zonas altamente sísmicas. Es por ello que es importante generar información para el diseño de edificaciones con grandes luces en zonas con actividad sísmicas y así poder determinar el tipo de estructura adecuada.

1.2 Localización

El proyecto para desarrollar se encuentra ubicado en el cantón Salitre, en la provincia del Guayas. Cerca del Río Vines y la calle Salitré

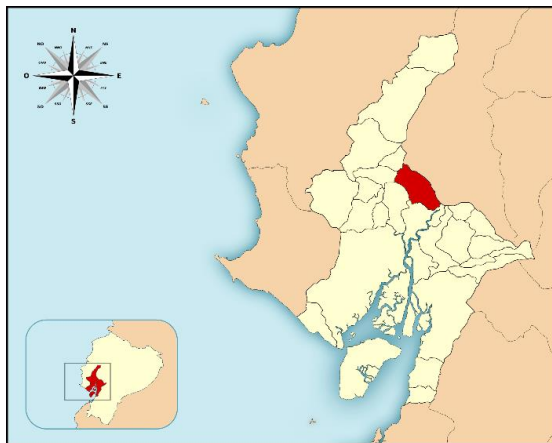


Ilustración 1.1 Cantón Salitre en el mapa de Ecuador

A continuación, se presenta las coordenadas de ubicación exacta de del proyecto - 1.862645, -79.790667



Ilustración 1.2 Delimitación del terreno (Mora & Cordova, 2024)

1.3 Estudios previos

En este proyecto de titulación se va a evaluar 3 tipos de sistemas estructurales mixtos, muros de hormigón armado y pórticos de acero. Por otro lado, como estudios previos para esta evaluación se tiene que el cliente va a construir un edificio de finca turística de 2 pisos, en el cual la planta baja va a ser la recepción y la planta alta de habitaciones para huéspedes. La recepción debe ser lo más espaciosa posible, sin columnas intermedias, por lo cual se va a implementar grandes luces. Además, se dispone de planos arquitectónicos, render en 3D y el estudio de suelos.



Ilustración 1.3 Modelo 3D de la edificación (Mora & Cordova, 2024)

1.4 Problemática a resolver

El diseño estructural para edificios de recepción en fincas turísticas implica retos importantes por la necesidad de cubrir ambientes amplios que poseen luces grandes sin recurrir a soportes intermedios que afecten la funcionalidad y estética del lugar. Asimismo, en regiones con alta actividad sísmica como Salitre, es necesario que las edificaciones cumplan con la normativa nacional para asegurar su estabilidad y buen comportamiento frente a cargas sísmicas (Chopra, 2017). Por esta razón, surge la incógnita sobre cuál es el sistema estructural más apropiado para estas situaciones

En épocas pasadas, el hormigón armado ha sido el material más utilizado en las construcciones debido a su rigidez y capacidad para absorber cargas (Park & Paulay, 1975). Sin embargo, las estructuras de acero y los sistemas mixtos han adquirido importancia por su rapidez de construcción, mayor capacidad de resistencia a cargas sísmicas y viabilidad económica (Salvadori & Heller, 2002). Aunque estas ventajas existen, nace la problemática sobre cuál de estos sistemas ofrece un mejor desempeño en estructuras con amplias luces, en particular en zonas propensas a terremotos.

Las principales causas del problema identificado son la variabilidad en la calidad de los materiales, la falta de estudios comparativos específicos en zonas altamente sísmicas, y la escasa información sobre la combinación de funcionalidad y estética en estructuras con luces largas (Jones & Lee, 2020). Al mismo tiempo, es importante considerar que el usuario necesita soluciones que satisfagan un buen comportamiento de la edificación frente a grandes luces y condiciones del suelo, porque existen suelos con baja capacidad portante.

Debido a esto, la problemática destaca porque se va a mejorar practicas constructivas, se va a obtener información para que el usuario pueda determinar de manera adecuada el tipo de estructura que se necesita para edificaciones con grandes luces y se va poder garantizar funcionalidad y seguridad en las estructuras.

Por tal razón, el enfoque de este proyecto de titulación se basa en realizar un análisis comparativo de los sistemas estructurales mixtos, muros de hormigón armado y pórticos

acero estructural, abordando la incógnita: ¿Cuál de estos sistemas estructurales es el más adecuado según la eficiencia estructural, resistencia sísmica, costos generales y tiempos de construcción para una edificación de recepción de finca turística ubicada en el cantón de Salitre con grandes luces?

1.5 Justificación

El cantón Salitre, se encuentra ubicado en la provincia del Guayas, región costera. Esta zona es altamente sísmica, por esta razón, las edificaciones que se van a construir necesitan soluciones estructurales que garanticen la seguridad del usuario y durabilidad de las edificaciones ante cargas sísmicas. Por lo tanto, diseñar un edificio de recepción para una finca turística con grandes luces plantea un desafío técnico, ya que la estructura debe proporcionar tanto la funcionalidad y la estética demandada por el usuario, como la resistencia necesaria para soportar cargas sísmicas y gravitacionales.

Esta evaluación comparativa es importante para seleccionar el sistema estructural que maximice la resistencia sísmica y optimice los recursos constructivos. Y así, obtener información fiable del diseño de estructuras con grandes luces, la cual será de gran aporte para los usuarios que vayan a construir edificaciones similares en la zona. Asimismo, este proyecto promueve los objetivos de desarrollo sostenible 9 industria, innovación e infraestructura y el 11 ciudades y comunidades sostenibles porque al desarrollar una infraestructura turística en zonas rurales, se promueve el desarrollo local, contribuyendo a la sostenibilidad de la comunidad y fortaleciendo la economía local para así, proporcionar lugares seguros para turistas y residentes.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Evaluar el comportamiento de tres sistemas estructurales: Sistemas Mixtos, Muros de Hormigón Armado y Pórticos en Acero Estructural, mediante un estudio especializado con un software de análisis estructural, con el fin de seleccionar el sistema estructural adecuado para un edificio de recepción de grandes luces de finca turística ubicado en el cantón Salitre.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar modelos estructurales para cada uno de los sistemas propuestos utilizando un software de diseño estructural.
- Evaluar su comportamiento en términos de resistencia sísmica y capacidad para cubrir grandes luces por cada sistema estructural.
- Realizar un análisis comparativo del desempeño entre los 3 tipos de estructuras en función de la resistencia sísmica, capacidad y costos generales, con el fin de recomendar el sistema más adecuado para el diseño del edificio propuesto.
- Recomendar buenas prácticas de diseño para proyectos similares que posean grandes luces

CAPÍTULO 2

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 Marco conceptual

La elección de un sistema estructural para la edificación propuesta es un aspecto crítico que abarca la funcionalidad, costo y sostenibilidad de las estructuras.

2.1.1 Sistema Estructural

Un sistema estructural es un conjunto de varios elementos que se unen para constituir un cuerpo único, el cual debe resistir su propio peso y cargas de uso con el fin de encontrar una solución a un problema del área de ingeniería civil específico. En cualquier tipo de edificación, la configuración estructural es crucial porque tener ideas claras desde el inicio del proyecto, ayuda a crear edificaciones con un buen comportamiento de manera general (Iecorbusierianos, 2002). Por lo cual, determinar el sistema estructural adecuado en un proyecto es fundamental ya que de esto depende el comportamiento del edificio, por tal razón, es importante como se va a ensamblar, distribuir y ubicar los elementos como las columnas, vigas, muros portantes, losas, etc.

Igualmente, es esencial, la disposición de los elementos no estructurales como: la mampostería, acabados, cargas actuantes, y demás. Tanto los sistemas estructurales como los no estructurales son primordiales al momento de enfrentar situaciones adversas como los desastres naturales. Además, de la configuración estructural que necesita cada proyecto, es importante considerar las características del suelo y el material a utilizarse (Vera et al., 2015).

2.1.2 Sistema estructural Mixto

Los sistemas estructurales mixtos generalmente combinan elementos de concreto y acero, esto permite aprovechar las ventajas de ambos materiales logrando optimizar el uso de materiales, reduciendo costos en la construcción y el peso de la estructura. Este tipo de sistema tiene un buen desempeño porque son eficientes en rigidez y resistencia,

lo cual permite el diseño de estructuras con espacios amplios y abiertos sin la necesidad de columnas intermedias. Una desventaja de este tipo de sistema es el costo inicial elevado y el mantenimiento pues la combinación de acero y concreto necesita un mantenimiento cuidadoso para evitar problemas de corrosión y agrietamiento (Rosales Collas, 2023).

Al combinar el acero y hormigón armado es importante asegurar el trabajo monolítico de la estructura, este sistema misto opera en flexión, a causa del esfuerzo de corte que se forma en el elemento y la acción de cargas, también genera un corte paralelo a esta zona, intentando deslizar los materiales uno con relación a otro. Por lo cual, para tener un comportamiento monolítico se debe impedir el deslizamiento horizontal y eso se logra implementando dispositivos de conexión para resistir la fuerza cortante. Solo de esta manera se consigue que la sección trabaje en conjunto porque existe transferencias de esfuerzos entre el hormigón y el acero. Por esta razón, la conexión mecánica que puede ser con pernos conectores y el vínculo por fricción que es la unión de la superficie acero con la de hormigón (Crisafulli, 2018).

En la actualidad, existen varios tipos de conexiones las cuales son: la soldadura, pernos de alta resistencia, pernos sin tornear y remaches. Para determinar la conexión más adecuada para la estructura se debe considerar que las conexiones soldadas ahorran un porcentaje de acero, los pernos necesitan de placas de sujeción y que los pernos reforzados y la soldadura tiene un buen comportamiento ante cargas de fatiga (Martínez, 2017) .

A continuación, se muestra una conexión típica de viga tipo I con columna tipo cajón.

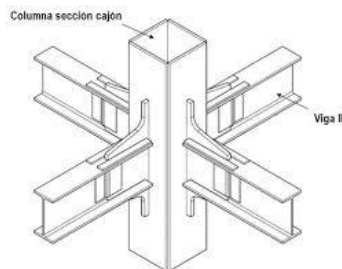


Ilustración 2.1 Conexión viga-columna (Tapia,2020)

2.1.3 Muros estructurales de hormigón armado

Los muros estructurales son elementos verticales pertenecientes a una edificación, transmiten cargas verticales, soportan diafragmas horizontales y transmiten a los niveles inferiores las cargas horizontales que actúan en un mismo plano, estas generalmente son cargas de viento o sísmicas. Los muros son elementos rígidos y están constituidos de una mezcla de concreto reforzado y barras de acero, donde el hormigón otorga resistencia a la compresión mientras las barras de acero permiten al muro soportar esfuerzos de tracción. Según la ACI 318-19, el refuerzo de barras de acero debe distribuirse de manera adecuada en el muro para garantizar un comportamiento estructural eficiente.

Los muros estructurales de hormigón armado están conformados de manera vertical y continua. Y tienen como función principal soportar cargas verticales como muertas y vivas y cargas horizontales como sísmicas y de viento. Es importante mencionar que este tipo de sistema es resistente a compresión, posee buena durabilidad y capacidad de soportar condiciones climáticas adversas (ACI , 2019).

Además, en este sistema a mayor número de pisos, mayor será el espesor del muro. Estos sistemas estructurales están conformados por muros, vigas, columnas y losas de concreto armado donde losas deben poseer un comportamiento de diafragma rígido. Asimismo, estos sistemas requieren un planteamiento cuidadoso para evitar torsiones en planta porque los muros inducen gran rigidez en planta, generando una alta excentricidad entre el centro de rigidez y el centro de cortante. Por tal razón, la ubicación de los muros estructurales debe ser simétrica para evitar el desbalance del centro de rigidez con el centro de corte de cada entrepiso (Arteaga & Malavé, 2006).

A nivel constructivo es una opción competitiva por su rigidez y porque permite una construcción rápida y sencilla por lo cual se puede reducir costos de mano de obra. En la construcción se utiliza cuatro elementos principales los cuales son: el concreto hidráulico, con el cual se funde los muros y las placas; el acero reforzado; el encofrado y la mano de obra. Generalmente los muros portantes sostienen la estructura y se

caracterizan porque se colocan de manera consecutiva hasta conformar el edificio, aquí se rellena de concreto hidráulico y se compacta con equipos especializados (JDM, 2023).

Las desventajas principales de estos sistemas es su peso considerable ya que afecta al costo del proyecto, su limitación de diseño en cuando a luces grandes y el tiempo de construcción el cual es lento por el proceso de curado del concreto (JDM, 2023).

2.1.4 Pórticos de acero

El acero estructural es un material que resalta por su alta resistencia y ductilidad, pues es la combinación de carbono y hierro. Por un lado, su uso es habitual en edificaciones sismo resistentes debido a sus características anteriormente mencionadas, por otro lado, este material puede ser susceptible por la presencia de elementos no metálicos durante el proceso de laminación, a fallos de fatiga, pandeo y corrosión (Martínez, 2017).

Los sistemas estructurales de pórticos de acero están ensamblados por vigas y columnas conectadas mediante pernos, soldadura o ambos, estos poseen una alta capacidad de disipación de energía y ductilidad. Por lo cual las deformaciones inelásticas se van a desarrollar principalmente en las vigas, mientras que las columnas van a permanecer en el rango elástico con el fin evitar el colapso de la edificación (Cagua et al., 2021). Además, son sistemas conocidos por su ligereza y flexibilidad de diseño porque ligeros comparados con los muros de hormigón (Cagua et al., 2021).

Para la conformación de los pórticos tanto de columnas y vigas se utilizan perfiles de acero, el cual se puede laminar en varias formas y tamaños conservando sus propiedades físicas. Los elementos estructurales que se utilizan comúnmente son los que poseen grandes momentos de inercia en relación con sus áreas. En general los perfiles se determinan por la forma de sus secciones transversales (McCormac & Csernak, 2018).

A continuación, En la ilustración 2.2 se observa las diferentes formas de los perfiles de acero.

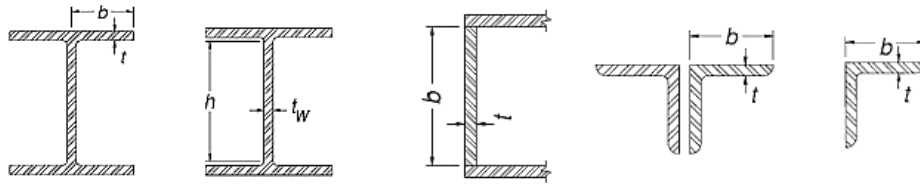


Ilustración 2.2 Tipos de perfiles en acero

Las secciones en acero se pueden clasificar según el pandeo local, el cual es una característica propia de las estructuras de acero. Las secciones se pueden clasificar en esbeltas o no esbeltas cuando están sometidas a compresión y compactas, no compactas y esbeltas cuando se trata de flexión. Esta evaluación y control de pandeo local se la realiza a partir de la relación ancho-espesor. Donde λ es igual a la división del ancho sobre el espesor de la sección (AISC 360, 2016).

Según el AISC360-16, las secciones de acero se clasifican de la siguiente manera:

Primeramente, se considera la relación ancho espesor λ de las secciones.

Donde b es el ancho del patín y t el espesor del patín.

h es altura o ancho del alma y t_w espesor del alma.

$$\lambda = \frac{b}{t}$$

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

Considerar lo siguiente para la clasificación de secciones:

λ relación ancho- espesor

λ_p límite superior para secciones compactas

λ_r límite superior para secciones no compactas o esbeltas

2.1.4.1 Secciones Compactas

Para este tipo de secciones la relación ancho-espesor debe cumplir lo siguiente:

$$\lambda \leq \lambda_p$$

2.1.4.2 Secciones No compactas

Para este tipo de secciones la relación ancho-espesor debe cumplir lo siguiente:

$$\lambda_p < \lambda \leq \lambda_r$$

2.1.4.3 Secciones Esbeltas

Para este tipo de secciones la relación ancho-espesor debe cumplir lo siguiente:

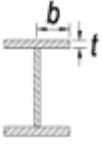
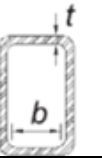
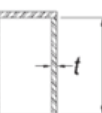
$$\lambda > \lambda_p$$

2.1.4.4 Control de pandeo local en vigas y columnas

Además, tanto vigas y columnas debe cumplir la relación ancho espesor para que se consideren como elementos con alta ductilidad. Asimismo, la relación ancho-espesor determina que el pandeo local no quebrante la ductilidad para que se mantenga en el rango elástico (AISC 360, 2016).

A continuación, en la Tabla se muestra la relación ancho-espesor para elementos sísmicamente compactos o altamente dúctiles.

Tabla 1.1 Relación ancho/espesor (AISC 341, 2016)

Altamente dúctil o compacto			Figura
Viga	Patín	$\frac{bf}{2 t_f} \leq 0.30 \sqrt{\frac{E_s}{F_y}}$	
	Alma	$\frac{h}{t_w} \leq 2.45 \sqrt{\frac{E_s}{F_y}}$	
Columna	Patín	$\frac{bf}{t_f} \leq 0.60 \sqrt{\frac{E_s}{F_y}}$	
	Alma	$\frac{P_u}{\phi P_y} \leq 0.125$ $\frac{h}{t_w} \leq 2.45 \sqrt{\frac{E_s}{F_y} \left[1 - 0.93 \frac{P_u}{\phi P_y} \right]}$ $\frac{P_u}{\phi P_y} > 0.125$ $\frac{h}{t_w} \leq 0.77 \sqrt{\frac{E_s}{F_y} \left[2.23 - \frac{P_u}{\phi P_y} \right]} \geq 1.49 \sqrt{\frac{E_s}{F_y}}$	

2.1.4.5 Control de pandeo lateral torsional

La máxima longitud que se permite para controlar el pandeo lateral torsional en vigas para elementos sísmicamente compactos es la siguiente:

$$L_b \leq 0.086 * r_y * \frac{E_s}{F_y}$$

Donde:

L_b es la distancia entre arriostramientos laterales

F_y esfuerzo de fluencia del acero

E_s módulo de elasticidad del acero

r_y radio de giro menor del perfil seleccionado

2.2 Marco metodológico

Para el desarrollo de este proyecto se ha seleccionado la Metodología tipo cascada o aplicada. Esta metodología desarrolla proyectos de manera secuencial, es decir cada paso se complementa con el siguiente, por lo cual esta metodología es común en proyectos de ingeniería por su solución sistemática. (Hadida & Triolo, 2020). Por tal razón, para el desarrollo de este proyecto se debe cumplir los siguientes pasos:

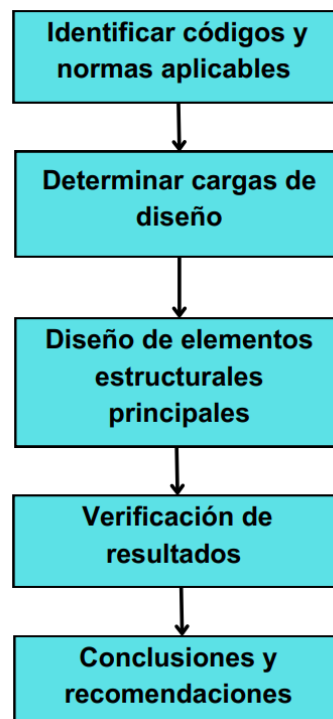


Ilustración 1.3 Esquema de Metodología Aplicada (Criollo,2024)

1. Identificar los códigos y normativas aplicables

Para el desarrollo de este proyecto se seleccionan las siguientes normas de acuerdo con los tres tipos de estructura:

- Como norma local general la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 (NEC15)
- Como normativas internacionales: AISC 360 y AISC 341 para el diseño de estructuras metálicas y ACI 318 para el diseño de estructuras de concreto.

2. Determinar las cargas de diseño

Para determinar las cargas tanto verticales como horizontales se utilizará la NEC 15. En la cual, se determina lo siguiente:

- Cargas muertas, es el peso permanente total de la edificación esto incluye el peso propio de la estructura, los materiales de construcción, instalaciones y acabados.
- Cargas vivas, son aquellas cargas variables según la ocupación de la edificación. En la NEC 15 se especifica valores mínimos para las diferentes ocupaciones de cada edificación, es decir, varía de acuerdo con el peso de ocupantes muebles y otros elementos temporales.
- Carga sísmica: esta variable es importante porque el Ecuador es una zona altamente sísmica. La normativa, divide al país en zonas sísmicas y proporciona un espectro de respuesta de diseño sísmico, el cual, depende de la región y tipo de suelo de la edificación a diseñar.

3. Diseño de los elementos estructurales principales

Los principios para el diseño de estos elementos son las normativas mencionadas inicialmente. Se realizará el diseño de los elementos más críticos de vigas, viguetas columnas, muros y losas con normativas. Por tal razón, el predimensionamiento de vigas deberá resistir flexión y corte, para que resistan las cargas máximas previstas de la edificación. Las columnas se diseñarán para que resistan momentos flectores y cargas axiales. Finalmente, las losas se diseñarán para que soporten cargas muertas y vivas. En este proyecto se utilizará una losa tipo deck para los sistemas de pórticos de acero y sistemas mixtos y losa alivianada en dos direcciones para el sistema estructural con muros de hormigón armado. Además, el diseño integral de la edificación se desarrollará con un software de diseño estructural.

4. Verificación de los resultados

En este proyecto para verificar los resultados se utilizará el análisis por resistencia y análisis estático mediante el software de diseño estructural.

Por un lado, el análisis por resistencia se realizará para verificar que la edificación soporte las fuerzas aplicadas sin exceder su capacidad, para lo cual, se hará el análisis de los elementos estructurales bajo combinaciones de cargas desfavorables. Mismas que se encuentran estipuladas en la NEC 15 y para un mejor desarrollo se utilizará un software de diseño estructural, en el cual se verifica momentos, fuerzas

internas de cada elemento estructural y desplazamientos máximos permitidos según la NEC15.

Por otro lado, en el análisis estático, se revisará desplazamientos laterales máximos permitidos en la normativa, es decir se verificará las derivas máximas, el cortante basal, la distribución en cada piso, la masa modal participativa, el periodo de vibración del modo 1. En el software de diseño primero se verificará, los tres primeros modos de vibración y que desplazamientos laterales que no excedan el 2% según la normativa, el cortante basal y la capacidad de los elementos.

5. Conclusiones y recomendaciones

Este apartado se realizará según el análisis de evaluación comparativa de los 3 sistemas estructurales, para determinar el sistema más adecuado según periodos, cortante basal, derivas máximas, desplazamientos máximos, peso, costo y fuerzas de elementos críticos. Además, se da recomendaciones del tipo de sistema estructural óptimo para grandes luces y sobre la optimización de los mismos.

2.2.1 Trabajo de laboratorio o gabinete

Estudio de suelo: para este proyecto nos facilitan los resultados del suelo analizado, teniendo en cuenta que se analizan 3 muestras de suelo porque se extrajeron 3 calicatas con diferentes estratos. Cada calicata de 1,5 m de profundidad. A continuación, en la Ilustración 2.3 se muestra el perfil estratigráfico del suelo por calicatas, donde es C es calicata y M el número de estrato.

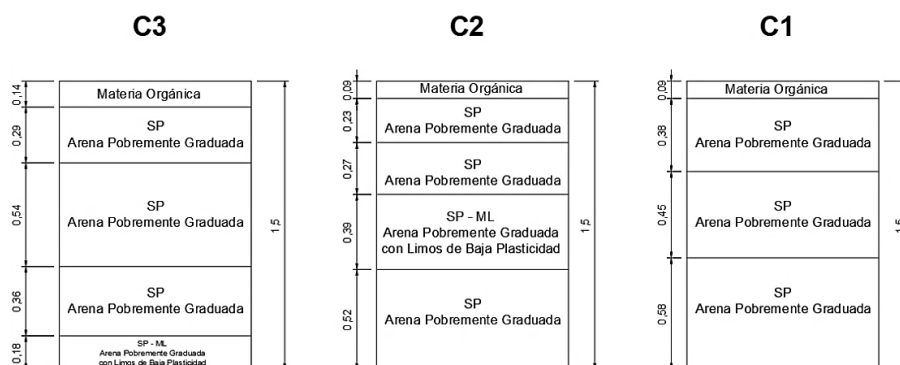


Ilustración 2.4 Perfil estratigráfico del suelo para 3 calicatas (Mora & Cordova, 2024)

A continuación, se presenta resultados obtenidos del estudio de suelos:

- Arena pobremente graduada según SUCS
- Porcentaje de humedad %W entre 10.58% y 57.86%.
- Número de golpes entre N 15 y 40
- Tipo de suelo D

El estudio de suelos completo a detalle se encuentra en el ANEXO A.

2.2.2 Solución a diseñar

Para llegar al objetivo general que es determinar que tipo de estructura es la más optima, se debe desarrollar lo siguiente:

2.2.2.1 Determinar las cargas de diseño

Las cargas de diseño que se determinarán en este proyecto serán las mismas para cada tipo de sistema estructural.

- **Cargas Muertas**

Las cargas muertas se determinan de la siguiente manera:

- Carga de Pared

$$WD_{pared} = \frac{\#bloques * \text{Peso bloque}}{m^2} = \frac{12.5 \text{ bloques} * 1.8 * 5kg}{m^2} = 112.5 \frac{kg}{m^2}$$

- Carga Enlucido

$$WD_{enlucido} = 2 * \text{Espesor enlucido} * \gamma_e = 2 * 2cm * 2100 \frac{kg}{m^2} = 84 \frac{kg}{m^2}$$

- Carga Piso

$$WD_{piso} = W_{pocelanato} + W_{pega} = 20 + 10 = 30 \frac{kg}{m^2}$$

- Carga Muerta Total

$$WD_{total} = WD_{pared} + WD_{enlucido} + W_{piso}$$

$$WD_{total} = 112.5 + 84 + 30 = 227 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

- **Cargas Vivas**

Las cargas vivas se determinan según la NEC 15

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
Cubiertas		
Cubiertas planas, inclinadas y curvas	0.70	
Cubiertas destinadas para áreas de paseo	3.00	
Cubiertas destinadas en jardinería o patios de reunión.	4.80	
Cubiertas destinadas para propósitos especiales		
Toldos y carpas	i	i
Construcción en lona apoyada sobre una estructura ligera	0.24 (no reduc.)	
Todas las demás	1.00	
Elementos principales expuestos a áreas de trabajo		8.90
Carga puntual en los nudos inferiores de la celosía de cubierta, miembros estructurales que soportan cubiertas sobre fábricas, bodegas y talleres de reparación vehicular		1.40
Todos los otros usos		1.40
Todas las superficies de cubiertas sujetas a mantenimiento de trabajadores		
Residencias		
Viviendas (unifamiliares y bifamiliares)	2.00	
Hoteles y residencias multifamiliares		
Habitaciones	2.00	
Salones de uso público y sus corredores	4.80	

Ilustración 2.5. Cargas vivas de NEC-2015 por ocupación.(NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN, 2015)

Como se puede observar en la Ilustración 2.9 la carga viva que se va a utilizar para la cubierta es de 70 kg/m² porque la cubierta es inaccesible, una carga de 200 kg/m² para el entrepiso porque ser una recepción con habitaciones en el segundo piso.

- **Cargas Sísmicas**

En la determinación de las cargas sísmicas, es esencial realizar un estudio de suelo para que el diseño sea adapte a las condiciones reales del terreno. Por lo cual, según el estudio de suelo se determina que el porcentaje de humedad esta entre el 10.58% y 57.86%, el numero de golpes entre 15 y 40 y es una arena pobremente graduada.

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

Ilustración 2.6. Tipos de suelo (NEC,2015)

En la ilustración 2.6 se observa que la selección del tipo de suelo es **D** porque es una arena pobremente graduada, se encuentra en el rango de número de golpes obtenido en el estudio de suelo.

Al conocer tipo de suelo se puede determinar el coeficiente sísmico S_a , el cual se necesita para definir la carga sísmica en el software de diseño estructural.

Se determina la zona sísmica y el factor Z con la ubicación del sitio de construcción, el cual es Salitre, provincia del Guayas.

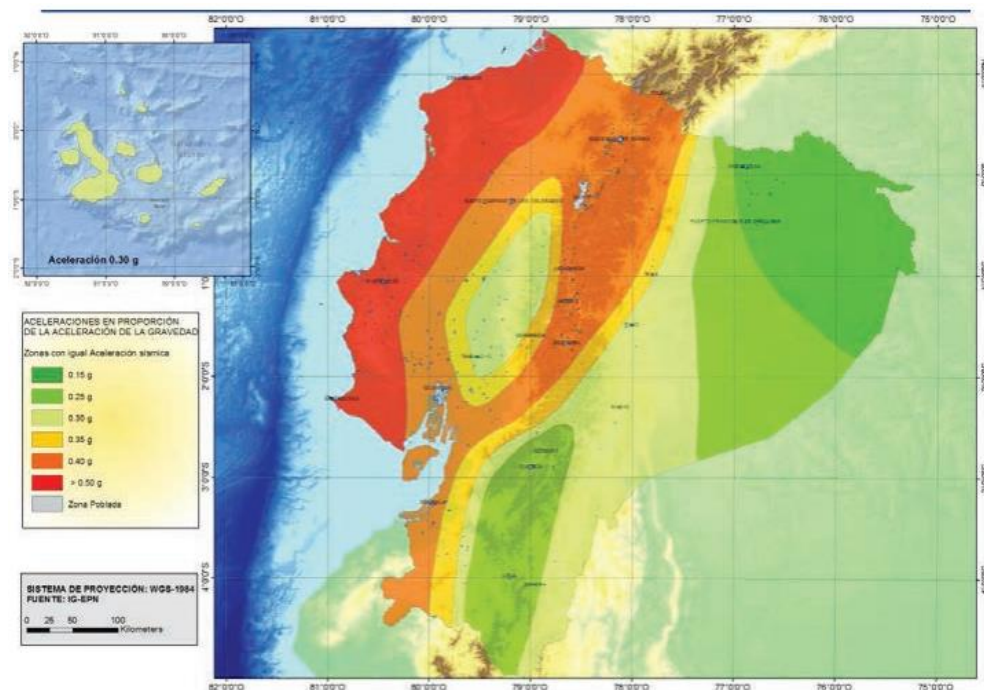


Ilustración 2.7. Zonas de Riesgo Sísmico para propósitos de diseño (NEC,2015)

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

Ilustración 2.8. Factor Z según zona sísmica (NEC,2015)

En la Ilustración 2.11 y 2.12 se determina un factor Z de 0,4 g correspondiente a una zona de alta sismicidad. Con Z de 0,4 y el Tipo de suelo D se establece los coeficientes de suelo Fa, Fd y Fs donde Fa es el coeficiente de amplificación de suelo, Fd Coeficiente de amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de deslizamientos para diseño en roca y Fs coeficiente de comportamiento no lineal del suelo. Esos factores se los encuentre en las tablas de la NEC 15 y se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 2.1. Coeficiente de suelo (NEC,2015)

Z	0.4
Tipo de suelo	D
Fa	1.2
Fd	1.19
Fs	1.28

Además, se determina la relación de amplificación espectral propuesto en la NEC 15, el cual es de 1.8 por estar en la región Costa

- $\eta = 1.80$: Provincias de la Costa (excepto Esmeraldas),
- $\eta = 2.48$: Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos
- $\eta = 2.60$: Provincias del Oriente

Ilustración 2.9. Coeficiente de amplificación Espectral. (NEC-SE-DS, 2015)

Con el fin de determinar el espectro de diseño, se calculan los periodos de vibración límites, coeficiente sísmico según las ecuaciones que se estipulan en la NEC15.

$$T_o = 0.10 * F_s * \frac{F_d}{F_a}$$

$$T_c = 0.55 * F_s * \frac{F_d}{F_a}$$

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

Donde T_o y T_c es el periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones en el sismo de diseño y C_s coeficiente sísmico.

Aplicando las ecuaciones anteriores se obtiene los siguientes resultados, es importante aclarar que para la configuración en planta y elevación se utiliza 1 porque la edificación es regular en ambos sentidos.

Tabla 2.2. Cálculo del coeficiente sísmico

COEFICIENTE SÍSMICO	
Z	0.4
Tipo de suelo	D
Fa	1.2
Fd	1.19
Fs	1.28
Tc (seg)	0.69813
To (seg)	0.12693
Región	Costa
n	1.8
Sa (g)	0.864

Además, se determina el coeficiente de Importancia I, el cual para este proyecto se determina que está en la categoría Otras Estructuras $I=1$ y el factor r dependiendo del tipo de suelo, para suelo tipo D , el factor $r = 1$.

Finalmente, para calcular el espectro de respuesta se necesita obtener las aceleraciones espectrales, cuales se van a calcular con las ecuaciones estipuladas en la NEC15

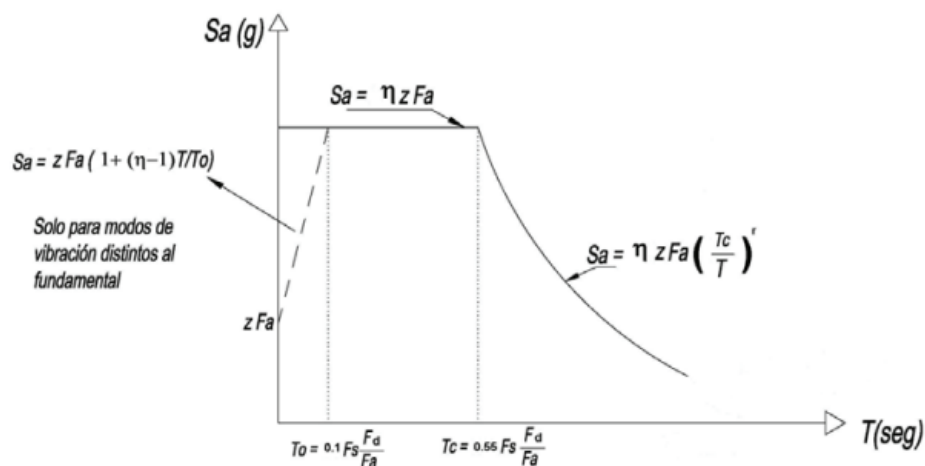


Ilustración 2.10. Espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones (NEC-SE-DS, 2015)

Luego de los cálculos de factores necesarios se obtiene el espectro elástico de diseño en aceleraciones:

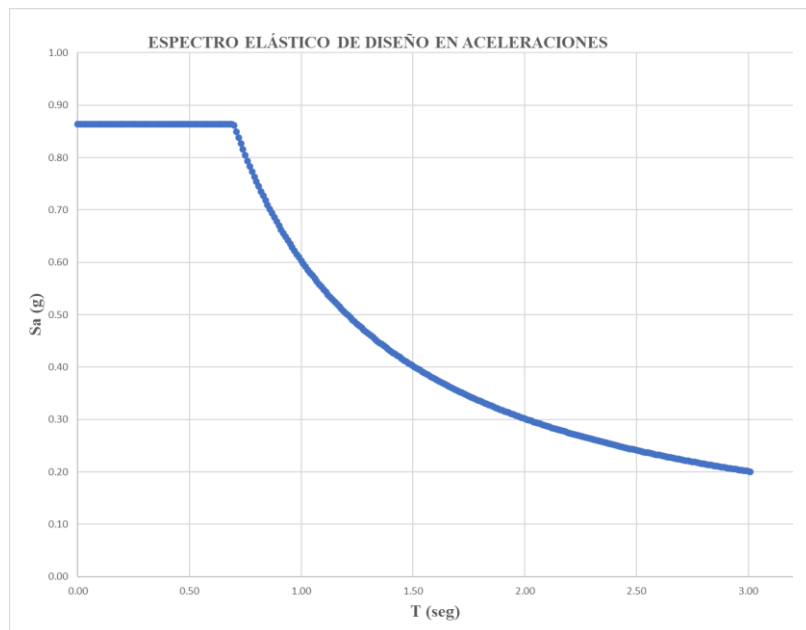


Ilustración 2.11. Espectro elástico de diseño en aceleraciones (Criollo,2024)

Luego de obtener el espectro de diseño se obtiene el periodo fundamental de la estructura, el cortante basal y la distribución vertical de fuerza sísmica. Para esto, se utilizan las ecuaciones de la NEC 15.

Periodo fundamental de la estructura

Para Pórticos de acero

$$T = Ct * hn^{\alpha}$$

$$T = 0.072 * 8^{(0.8)} = 0.38 \text{ seg}$$

Para Muros de hormigón

$$T = Ct * hn^{\alpha}$$

$$T = 0.055 * 8^{(0.75)} = 0.26 \text{ seg}$$

Para Sistema estructural mixto

$$T = Ct * hn^{\alpha}$$

$$T = 0.073 * 8^{(0.75)} = 0.35 \text{ seg}$$

Tipo de estructura	C _t	α
Estructuras de acero		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
Pórticos especiales de hormigón armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

Ilustración 2.12. Coeficientes para calcular el período aproximado de la estructura.(NEC-SE-DS, 2015)

Cortante basal

$$V = \frac{I * S_a}{R * \phi_p * \phi_e} * W$$

Fuerza sísmica lateral por piso

$$F_x = \frac{W_x * h_x^K}{\sum_{i=1}^n W_i * h_i^K} * V$$

2.2.2.2 Diseño de elementos estructurales

2.2.2.2.1 Pórticos de acero

- **Predimensionamiento losa**

Para el sistema estructural de pórticos de acero se utiliza losa de placa colaborante con el fin de distribuir las cargas hacia los elementos estructurales. A continuación, se muestra una ilustración de la losa colaborante y sus componentes:

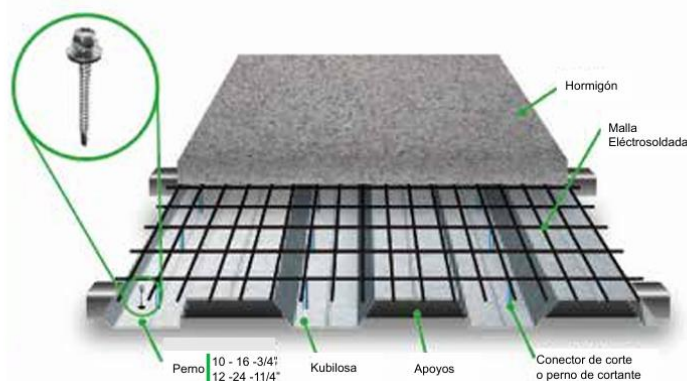


Ilustración 2.13. Componentes de losa colaborante (KUBIEC, 2024).

Carga sobreimpuesta:

$$\text{Carga Sobreimpuesta} = (W_{D\text{total}} + W_{\text{hormigón dec}}) + W_{\text{viva}}$$

$$\text{Carga Sobreimpuesta} = \left(227 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 167 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 5 \right) + \left(200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) = 600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

El pre-dimensionamiento de este tipo de losa se basa en la separación de los elementos, en los cuales se va a apoyar el panel. Para este proyecto se selecciona una losa colaborante según el catálogo del proveedor. A continuación de muestras las características de la losa colaborante:

CARGA SOBREIMPUESTA (KG/M²)												MÁXIMA LUZ SIN APUNTALAR SEGÚN CONDICIONES DE APOYO					
ESPEJOR KUBILOSA	ESPEJOR LOSA	SEPARACIÓN ENTRE APOYOS (m)										ESPEJOR KUBILOSA	CONDICIÓN DE APOYO	ESPEJOR DE LA LOSA (cm)			
(mm)	(cm)	1,60	1,80	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	(mm)		5	6	7	8
0,65	5	2.200	1.727	1.365	1.098	894	736	610	509	426	357	0,65	una luz	1,59	1,52	1,47	1,42
	6	2.200	1.979	1.565	1.258	1.025	844	700	584	489	410		dos luces	2,06	1,98	1,90	1,84
	7	2.200	2.229	1.763	1.418	1.156	951	789	659	552	463		tres luces	1,91	1,83	1,76	1,70
	8	2.200	2.478	1.960	1.557	1.285	1.058	878	733	614	516						
0,76	5	2.200	2.046	1.624	1.311	1.074	889	742	624	527	446	0,76	una luz	1,67	1,60	1,54	1,49
	6	2.200	2.345	1.861	1.503	1.231	1.019	851	716	605	513		dos luces	2,17	2,08	2,01	1,94
	7	2.200	2.641	2.097	1.694	1.388	1.149	960	807	682	579		tres luces	2,01	1,92	1,85	1,79
	8	2.200	2.936	2.331	1.884	1.543	1.278	1.068	898	759	644						
0,90	5	2.200	2.450	1.951	1.582	1.301	1.082	909	744	582	456	0,90	una luz	1,77	1,70	1,63	1,58
	6	2.200	2.808	2.236	1.813	1.492	1.241	1.043	883	751	643		dos luces	2,30	2,20	2,12	2,05
	7	2.200	2.200	2.519	2.043	1.681	1.399	1.175	995	847	725		tres luces	2,12	2,03	1,96	1,89
	8	2.200	2.200	2.801	2.272	1.869	1.556	1.307	1.107	943	807						

Ilustración 2.14. Separación entre apoyos de losa colaborante (KUBIEC, 2024).

Se tiene una carga sobreimpuesta de 600 kg/m², por lo cual se elige un espesor de losa de 6 cm con un espesor del deck de 0,65 mm. Además, la separación entre apoyos será

de 1.83 m como máximo. También, se elige una separación entre apoyos que soporta 1025 kg/m² y nosotros necesitamos que soporte 600 kg/m² , por lo cual la placa colaborante selecciona cumple con los requisitos de carga de la edificación.

Para una mejor compresión se muestra las dimensiones de la placa colaborante:

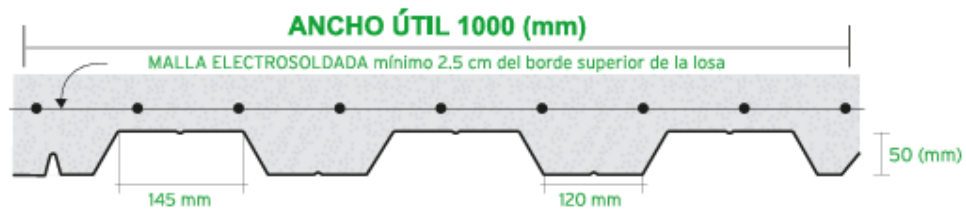


Ilustración 2.15. Dimensiones placa colaborante (KUBIEC, 2024).

Con la selección de la losa colaborante se calcula la carga muerta

$$\text{Peso hormigón} = 0.06950 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} * 24 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 1.91 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 166,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Peso placa colaborante (e = 0.65 mm)} = 0.00065 \text{m} * 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Peso placa colaborante (e = 0.65 mm)} = 5,10 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Separación entre apoyo máx} = 1.83 \text{ m}$$

Peso total de la losa colaborante: **171,9 kg/m²**

Carga muerta total: **400 kg/m²**

Carga viva total: **200 kg/m²**

A continuación, se muestra la estructuración que se va a realizar para los elementos estructurales.

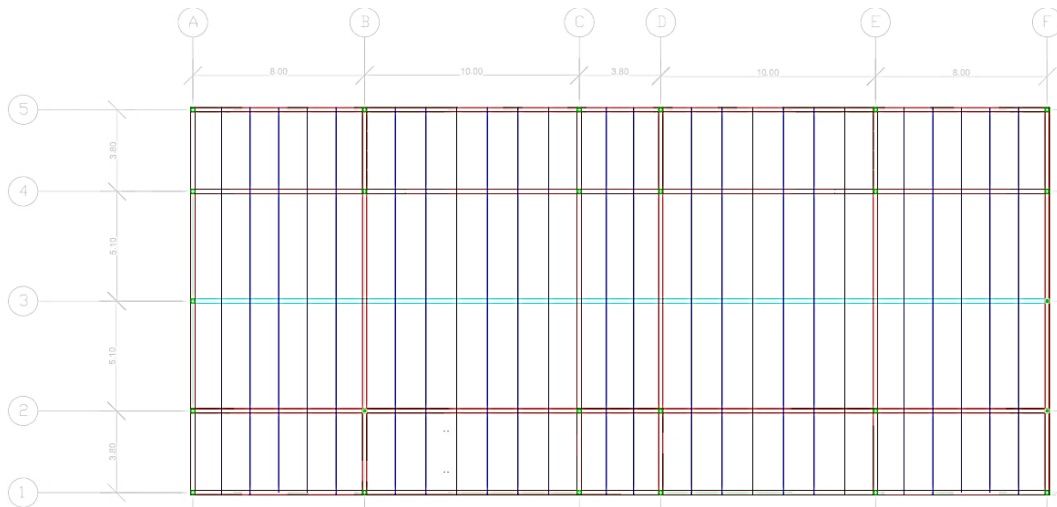


Ilustración 2.16. Estructuración de los elementos de la edificación.

- **Predimensionamiento viguetas**

Para el pre-dimensionamiento de viguetas se ha tomado la luz más crítica la cual se observa en la siguiente imagen:

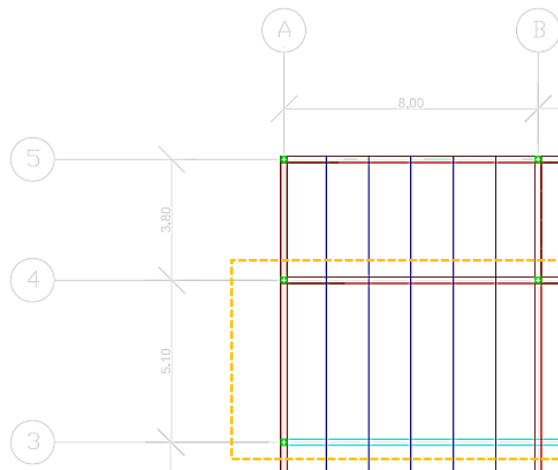


Ilustración 2.17. Disposición de viguetas en planta AB -43 .

$$q = 1.2 * CM + 1.6 CV = 1.2 * 400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 1.6 * 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Para obtener la carga uniforme distribuida en la longitud de 5.10 m de la se multiplica por el ancho colaborante, el cual es 1.3333 m

$$q_u = 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 1.3333 \text{ m} = 1066.64 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Con el valor de q_u se determina el momento positivo y sus reacciones, para este análisis se considera la viga con una viga simplemente apoyada:

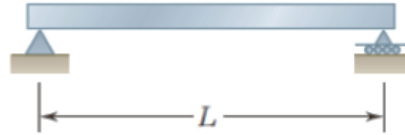


Ilustración 2.18 Carga distribuida en viga simplemente apoyada .(NEC-SE-DS, 2015)

Cálculo de reacciones:

$$R_a = R_b = \frac{q_u * L}{2} = \frac{1066.64 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 5.10\text{m}}{2} = 2719.9 \text{ kg}$$

Cálculo de Momentos:

$$M_u = \frac{q_u * L^2}{8} = \frac{1066.64 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * (5.10\text{m})^2}{8} = 3467.91 \text{ kg} * \text{m}$$

$$Z_{x\text{req}} = \frac{M_u}{\phi * f_y} = 152.31 \text{ cm}^3$$

Una vez obtenido el módulo plástico $Z_{x\text{req}}$, por medio de tablas del proveedor local se selecciona el siguiente perfil tipo I.

Pre-dimensionamiento empírico del peralte de la viga:

$$h > \frac{L}{20}$$

$$h > \frac{5.10}{20} = 0.255 \text{ m}$$

$$h = 25 \text{ mm}$$

Pre- dimensionamiento empírico del ancho de la viga:

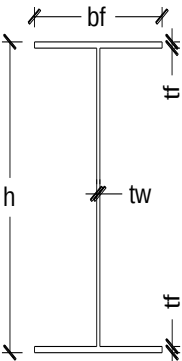
$$b = 0.4 * h = 0.4 * 30 = 12 \text{ cm}$$

Se escoge la sección mayor entre el valor obtenido del módulo plástico y el pre-dimensionamiento empírico.

Según el catálogo de proveedor local se selecciona la siguiente sección:

Con las siguientes propiedades geométricas:

Tabla 2.3. Propiedades geométricas vigueta

Dimensiones Vigueta			Sección I
bf	10	cm	
tf	0.6	cm	
h	20	cm	
tw	0.8	cm	
Propiedades Geométricas			
Peso	21.2264	kg/m	
A	27.04	cm^2	
Ix	1572.4	cm^4	
Iy	100.8	cm^4	
Sx	157.2	cm^3	
Sy	20.2	cm^3	
Zx	187.1	cm ^3	
Zy	33.0	cm^3	
rx	7.6	cm	
ry	1.9	cm	

Según el AISC 360-22 , para utilizar la formula del cálculo del momento a capacidad ,el ala y alma del perfil I deben ser compactos, por lo cual para verificar esto se utiliza las siguientes fórmulas que se encuentran en la AISC 360-22.

Cálculo del Momento a capacidad:

$$M_p = Z_x * \phi * f_y = 187.1 \text{ cm}^3 * 0.9 * \frac{3515,15 \text{ kg}}{100 \text{ cm}^2} = 5919.12 \text{ kg} * \text{m}$$

Control de la deflexión

$$\Delta < \Delta_{max}$$

$$\Delta = \frac{5 * W * L^4}{384E * I_x} < \Delta_{max} = \frac{L}{360}$$

$$\frac{5 * \frac{1066.64}{100} \text{ kg} * \text{cm} * 510^4}{384 * 2.1 \times 10^6 * 7999} < \frac{510}{360}$$

$$0.55 \text{ cm} < 1.42 \text{ cm} \quad \mathbf{ok}$$

Control de compacidad:

Ala

$$\frac{b_f}{t_f} < 0.38 * \sqrt[2]{\frac{E}{F_y}}$$

$$\frac{10/2 \text{ cm}}{0.6 \text{ cm}} < 0.38 * \sqrt[2]{\frac{2038901.9 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{3515.35 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}}$$

$$8.33 < 9.15 \quad \mathbf{ok}$$

Alma

$$\frac{h_w}{t_w} < 3.76 * \sqrt[2]{\frac{E}{F_y}}$$

$$\frac{20 - 0.6 * 2}{0.8} < 3.76 * \sqrt[2]{\frac{2038901.9 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{3515.35 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}}$$

$$23.5 < 90.55 \quad \mathbf{ok}$$

Cálculo de la longitud de arriostramiento

$$L_p = 1.76 * r_y * \sqrt[2]{\frac{E}{F_y}}$$

$$L_p = 1.76 * 1.9 * \sqrt[2]{\frac{2038901.9 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{3515.35 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}}$$

$$L_p = 80.53 \text{ cm}$$

- **Predimensionamiento vigas**

Para el predimensionamiento de vigas principales se ha tomado la luz más crítica la cual se observa en la siguiente imagen:

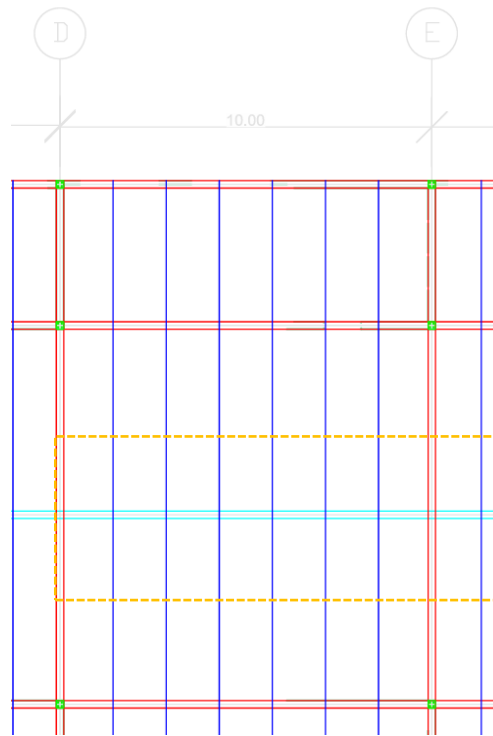


Ilustración 2.19. Disposición de viga principal.

Las vigas principales soportan las cargas puntuales que se transmiten de las viguetas, en este caso el valor de la carga puntual es de 2719.9 kg, la cual se calculó anteriormente. Para el pre-dimensionamiento se supone una viga simplemente apoyada

$$R_a = 2719.9 \text{ kg}$$

$$R_a = \frac{n - 1}{2} * P$$

Donde L longitud la viga de estudio, a separación de viguetas y P es valor de la carga puntual

$$P = R_a * \frac{2}{n - 1}$$

$$P = 2719.9 \text{ kg} * \frac{2}{6 - 1} = 1087.96 \text{ kg}$$

Cálculo del Momento Mu

$$M_u = \frac{P * L * (n^2 - 1)}{8 * n}$$

$$M_u = \frac{1087.96 \text{ kg} * 10\text{m} * (6^2 - 1)}{8 * 6} = 7933,042 \text{ kg} * \text{m}$$

Pre- dimensionamiento empírico del peralte de la viga:

$$h > \frac{L}{20}$$

$$h > \frac{10}{20} = 0.5 \text{ m}$$

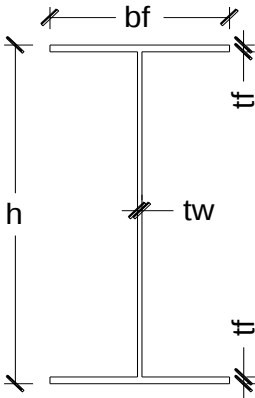
$$h = 500 \text{ mm}$$

Pre- dimensionamiento empírico del ancho de la viga:

$$b = 0.4 * h = 0.4 * 50 = 20 \text{ cm}$$

Según el catálogo del proveedor local se tiene las siguientes dimensiones:

Tabla 2.4. Propiedades geométricas vigueta

Dimensiones Viga			Perfil I
bf	20	cm	
tf	1.6	cm	
h	50	cm	
tw	1.2	cm	
Propiedades Geométricas			
A	120.16	cm^2	
Ix	47744.9	cm^4	
Iy	2140.1	cm^4	
Sx	1909.8	cm^4	
Sy	214.0	cm^3	
Zx	2205.9	cm^3	
Zy	336.8	cm ^3	
rx	19.9	cm^3	
ry	4.2	cm	

Es importante mencionar que para que la viga sea sísmicamente compacta debe cumplir el control de compacidad según el AISC341-16 de la Tabla D1.1. Además, R_y es un factor adimensional que depende del material, en este caso de acero A572Gr50 En la Tabla A3.1 se encuentra que $R_y=1.1$

Ala

$$\frac{b_f}{t_f} < 0.32 * \sqrt{\frac{E}{R_y * F_y}}$$

$$\frac{20/2 \text{ cm}}{1.6 \text{ cm}} < 0.32 * \sqrt{\frac{2038901.92}{1.1 * 3515.35 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}}$$

$$6.25 < 7.35 \text{ ok}$$

Alma

$$C_a = \frac{P_u}{0.9 * R_y * F_y * A_g}$$

$$C_a = \frac{1087.96}{0.9 * 1.1 * 3515.35 * 120.16} = 2.60 \times 10^{-3}$$

$$C_a \leq 0.114$$

$$\frac{h_w}{t_w} < 2.57 * \sqrt{\frac{E}{R_y * F_y}} * (1 - 1.04 * C_a)$$

$$\frac{50 - 1.6 * 2}{1.2} < 2.57 * \sqrt{\frac{2038901.92}{1.1 * 3515.35}} * (1 - 1.04 * 2.6 \times 10^{-3})$$

$$39 < 58.85 \text{ ok}$$

Cálculo de la longitud de arriostramiento

$$L_b/r_y \geq 0.095 * \frac{E}{R_y * F_y}$$

$$238,095 \geq 0.095 * \frac{2038901.92}{1.1 * 3515.35 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$238,095 \geq 50.09 \text{ ok}$$

Cálculo del momento a capacidad:

$$M_p = Z_x * \phi * f_y = 2205.9 \text{ cm}^3 * 0.9 * \frac{3515.35 \text{ kg}}{100 \text{ cm}^2} = 69790.59 \text{ kg} * \text{m}$$

Control de la deflexión

$$\Delta < \Delta_{\max}$$

$$\Delta = \frac{5 * W * L^4}{384 E * I_x} < \Delta_{\max} = \frac{L}{360}$$

$$\frac{5 * \frac{1087.96}{100} \text{ kg} * \text{cm} * 1000^4}{384 * 2.1 \times 10^6 * 47744.9} < \frac{1000}{360}$$

$$1.41 \text{ cm} < 2.778 \text{ cm ok}$$

- **Pre-dimensionamiento columnas**

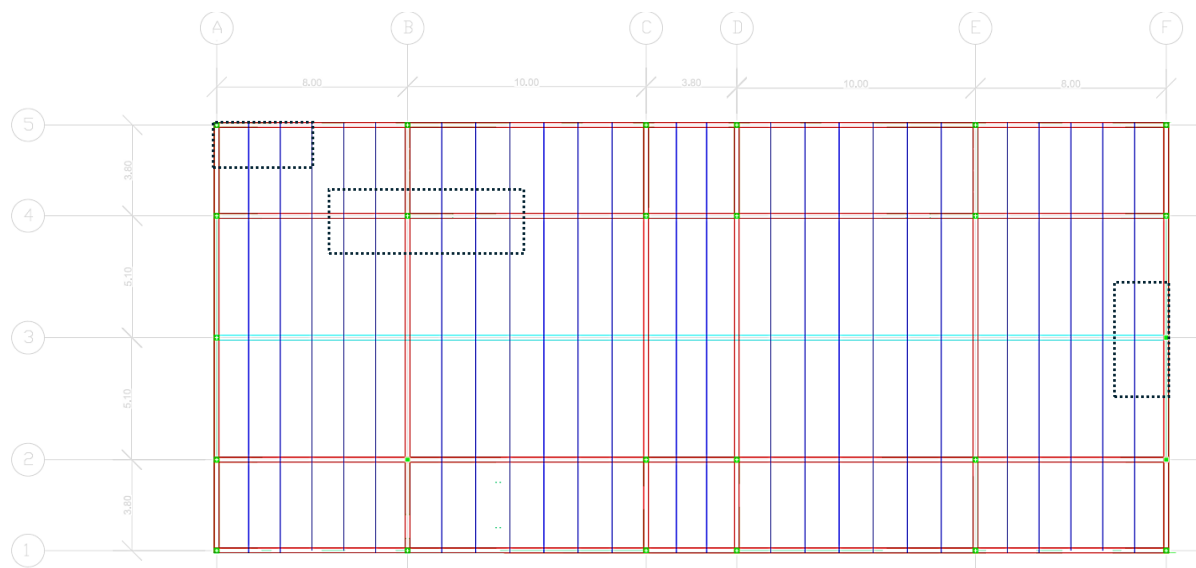


Ilustración 2.20. Esquema de áreas colaborante de columnas- .

Para el cálculo de las dimensiones de las columnas se asume un peso de 35 Kg/m². (Guerra, 2010). Además, se menciona que para este proyecto se utiliza la combinación de cargas LRFD por lo cual no se utiliza el peso de las viguetas. Ya que al utilizar la combinación de cargas mencionada se es conservador.

Columna principal

Cálculo de carga:

$$q = 1.2 * CM + 1.6 * CV = 1.2 * \left(600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 35 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right) + 1.6 * 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 1082 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Cálculo de carga axial:

$$P_u = 1082 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 63 \text{ m}^2 * 2\text{pisos} = 136332 \text{ kg}$$

Según Guerra en el 2010 la relación de esbeltez de una columna de 3.00 m a 4.57 m está entre 40 y 60. Por tal razón, se elige un valor intermedio de 50 para el pre-dimensionamiento,

$$\frac{KL}{r} = 50$$

Tabla 2.5. Tensión crítica para los miembros de compresión

$F_y = 35 \text{ ksi}$			$F_y = 36 \text{ ksi}$			$F_y = 42 \text{ ksi}$			$F_y = 46 \text{ ksi}$			$F_y = 50 \text{ ksi}$		
$\frac{KL}{r}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$	$\frac{KL}{r}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$	$\frac{KL}{r}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$	$\frac{KL}{r}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$	$\frac{KL}{r}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$
	ksi	ksi		ksi	ksi		ksi	ksi		ksi	ksi		ksi	ksi
	ASD	LRFD		ASD	LRFD		ASD	LRFD		ASD	LRFD		ASD	LRFD
41	19.2	28.9	41	19.7	29.7	41	22.7	34.1	41	24.6	37.0	41	26.5	39.8
42	19.2	28.8	42	19.6	29.5	42	22.6	33.9	42	24.5	36.8	42	26.3	39.5
43	19.1	28.7	43	19.6	29.4	43	22.5	33.7	43	24.3	36.6	43	26.2	39.3
44	19.0	28.5	44	19.5	29.3	44	22.3	33.6	44	24.2	36.3	44	26.0	39.1
45	18.9	28.4	45	19.4	29.1	45	22.2	33.4	45	24.0	36.1	45	25.8	38.8
46	18.8	28.3	46	19.3	29.0	46	22.1	33.2	46	23.9	35.9	46	25.6	38.5
47	18.7	28.1	47	19.2	28.9	47	22.0	33.0	47	23.8	35.7	47	25.5	38.3
48	18.6	28.0	48	19.1	28.7	48	21.8	32.8	48	23.6	35.4	48	25.3	38.0
49	18.5	27.9	49	19.0	28.5	49	21.7	32.6	49	23.4	35.2	49	25.1	37.7
50	18.4	27.7	50	18.9	28.4	50	21.6	32.4	50	23.3	35.0	50	24.9	37.5
51	18.3	27.6	51	18.8	28.3	51	21.4	32.2	51	23.1	34.8	51	24.8	37.2
52	18.3	27.4	52	18.7	28.1	52	21.3	32.0	52	23.0	34.5	52	24.6	36.9

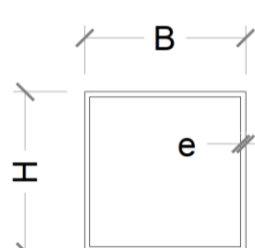
Según la tabla mostrada anteriormente se determina que para el acero A572Gr50 el esfuerzo critico es de 37.5 ksi , este valor es 2636.511 kg/cm²

$$A_{req} = \frac{P_u}{\sigma}$$

$$A_{req} = \frac{136332 \text{ kg}}{2636.511 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 52 \text{ cm}^2$$

Considerando que es un prediseño, según el área que se requiere y las secciones de proveedor local se selecciona el siguiente perfil, teniendo presente que esta estructura también va a soportar carga sísmica y considerando que debe cumplir que la sección es sísmicamente compacta según el AISC 341-16

Tabla 2.6. Propiedades geométricas de la columna

Dimensiones columna			Perfil
b	30	cm	
h	30	cm	
e	2.50	cm	
K	1		
Propiedades geométricas			
A	275	cm2	
I _x	34947.9	cm4	
I _y	34947.9	cm4	
S _x	2329.9	cm3	
S _y	2329.9	cm3	
Z _x	2843.8	cm4	
Z _y	2843.8	cm4	
r _x	11.3	cm	
r _y	11.3	cm	

Control de compacidad AISC341-16 de la Tabla D1.1

Ala y Alma

$$\frac{b_f}{t_f} < 0.65 * \sqrt{\frac{E}{R_y * F_y}}$$

$$\frac{30\text{cm}}{2.5\text{cm}} < 0.65 * \sqrt{\frac{2.1 \times 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{1.5 * 2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}}$$

$$12 < 15.29 \text{ ok}$$

Control de la deflexión

$$\Delta < \Delta_{\max}$$

$$\Delta = \frac{5 * W * L^4}{384E * I_x} < \Delta_{\max} = \frac{L}{360}$$

$$\frac{5 * \frac{1087.96}{100} \text{ kg} * \text{cm} * 1000^4}{384 * 2.1 \times 10^6 * 46207.4} < \frac{100}{360}$$

$$1.45 \text{ cm} < 2.778 \text{ cm} \quad \mathbf{ok}$$

En el pre-dimensionamiento de viguetas, vigas y columnas de la edificación se analiza zonas críticas. Por lo cual para optimizar el diseño se utilizan columna y vigas con menor área para las zonas perimetrales y esquineras. Cada elemento principal como viga y columna se verifica que sean sísmicamente compactas como se lo realizó anteriormente. Además, el software de diseño realiza estas verificaciones internamente. Sin embargo, es importante mencionar que el chequeo del diseño para vigas y columnas se lo realiza por IMF, es decir son elementos especiales a momento y los elemento de la cubierta y viguetas por MOF (elementos de momento ordinario).

A continuación, se presenta el diseño de la edificación en pórticos de acero con el software de diseño.

Modelamiento usando el software de diseño estructural

Con las dimensiones del prediseño de losa deck, viguetas, vigas y columnas se realiza el modelo en el software de diseño. Para lo cual, se define lo siguiente:

- Definición de Materiales

The image displays three screenshots of a software interface for defining material properties, likely for structural analysis software.

Material 1: Acero A36

- General Data:**
 - Material Name: Acero A36
 - Material Type: Steel
 - Directional Symmetry Type: Isotropic
 - Material Display Color: Green
 - Material Notes: Modify/Show Notes...
- Material Weight and Mass:**
 - Specify Weight Density (selected) / Specify Mass Density
 - Weight per Unit Volume: 0.000008 kgf/mm³
 - Mass per Unit Volume: 0 kgf-s²/mm⁴
- Mechanical Property Data:**
 - Modulus of Elasticity, E: 20389.02 kgf/mm²
 - Poisson's Ratio, U: 0.3
 - Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C
 - Shear Modulus, G: 7841.93 kgf/mm²
- Design Property Data:** Modify/Show Material Property Design Data...
- Advanced Material Property Data:** Nonlinear Material Data..., Material Damping Properties..., Time Dependent Properties...

Material 2: F'c 21Mpa

- General Data:**
 - Material Name: F'c 21Mpa
 - Material Type: Concrete
 - Directional Symmetry Type: Isotropic
 - Material Display Color: Red
 - Material Notes: Modify/Show Notes...
- Material Weight and Mass:**
 - Specify Weight Density / Specify Mass Density (selected)
 - Weight per Unit Volume: 0.000002 kgf/mm³
 - Mass per Unit Volume: 0 kgf-s²/mm⁴
- Mechanical Property Data:**
 - Modulus of Elasticity, E: 2195 kgf/mm²
 - Poisson's Ratio, U: 0.2
 - Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C
 - Shear Modulus, G: 914.58 kgf/mm²
- Design Property Data:** Modify/Show Material Property Design Data...
- Advanced Material Property Data:** Nonlinear Material Data..., Material Damping Properties..., Time Dependent Properties...
- Modulus of Rupture for Cracked Deflections:**
 - Program Default (Based on Concrete Slab Design Code) (selected)
 - User Specified

Material 3: A572Gr50

- General Data:**
 - Material Name: A572Gr50
 - Material Type: Steel
 - Directional Symmetry Type: Isotropic
 - Material Display Color: Green
 - Material Notes: Modify/Show Notes...
- Material Weight and Mass:**
 - Specify Weight Density (selected) / Specify Mass Density
 - Weight per Unit Volume: 0.00785 kgf/cm³
 - Mass per Unit Volume: 0.000008 kgf-s²/cm⁴
- Mechanical Property Data:**
 - Modulus of Elasticity, E: 2038901.92 kgf/cm²
 - Poisson's Ratio, U: 0.3
 - Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C
 - Shear Modulus, G: 784193.04 kgf/cm²
- Design Property Data:** Modify/Show Material Property Design Data...
- Advanced Material Property Data:** Nonlinear Material Data..., Material Damping Properties..., Time Dependent Properties...

Ilustración 2.21. Materiales de la edificación.

- Definición de Secciones

Vigas secundarias

General Data

Property Name: W 200x100x6x8

Material: A572Gr50

Display Color:

Notes:

Shape

Section Shape: Steel IWide Flange

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Total Depth	200	mm
Top Flange Width	100	mm
Top Flange Thickness	8.2	mm
Web Thickness	6.2	mm
Bottom Flange Width	100	mm
Bottom Flange Thickness	8.2	mm
Fillet Radius	0	mm

Property Modifiers

Currently Default

General Data

Property Name: W 300x150x7x12

Material: A572Gr50

Display Color:

Notes:

Shape

Section Shape: Steel IWide Flange

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Total Depth	30	cm
Top Flange Width	15	cm
Top Flange Thickness	1.25	cm
Web Thickness	0.71	cm
Bottom Flange Width	15	cm
Bottom Flange Thickness	1.25	cm
Fillet Radius	0.7	cm

Property Modifiers

Currently Default

General Data

Property Name: W 300x150x7x12

Material: A572Gr50

Display Color:

Notes:

Shape

Section Shape: Steel IWide Flange

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Total Depth	300	mm
Top Flange Width	150	mm
Top Flange Thickness	12.5	mm
Web Thickness	7.1	mm
Bottom Flange Width	150	mm
Bottom Flange Thickness	12.5	mm
Fillet Radius	0	mm

Property Modifiers

Currently Default

Ilustración 2.22. Dimensiones viga secundaria .

Vigas

General Data

Property Name: W 500X160X16X10.2

Material: A572Gr50

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Steel I/Wide Flange

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Total Depth	500	mm
Top Flange Width	200	mm
Top Flange Thickness	16	mm
Web Thickness	10.2	mm
Bottom Flange Width	200	mm
Bottom Flange Thickness	16	mm
Fillet Radius	0	mm

Property Modifiers: Modify/Show Modifiers... Currently Default

OK Cancel

Show Section Properties...

General Data

Property Name: W 400X150X12x9

Material: A572Gr50

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Steel I/Wide Flange

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Total Depth	400	mm
Top Flange Width	150	mm
Top Flange Thickness	12	mm
Web Thickness	8.6	mm
Bottom Flange Width	150	mm
Bottom Flange Thickness	12	mm
Fillet Radius	0	mm

Property Modifiers: Modify/Show Modifiers... Currently Default

OK Cancel

Show Section Properties...

General Data

Property Name: W450x190x10x15

Material: A572Gr50

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Steel I/Wide Flange

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Total Depth	450	mm
Top Flange Width	190	mm
Top Flange Thickness	14.6	mm
Web Thickness	9.4	mm
Bottom Flange Width	190	mm
Bottom Flange Thickness	14.6	mm
Fillet Radius	0	mm

Property Modifiers: Modify/Show Modifiers... Currently Default

OK Cancel

Show Section Properties...

General Data

Property Name: W350x160x9x13

Material: A572Gr50

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Steel I/Wide Flange

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Total Depth	330	mm
Top Flange Width	160	mm
Top Flange Thickness	11.5	mm
Web Thickness	7.5	mm
Bottom Flange Width	160	mm
Bottom Flange Thickness	11.5	mm
Fillet Radius	0	mm

Property Modifiers: Modify/Show Modifiers... Currently Default

OK Cancel

Show Section Properties...

Ilustración 2.23. Dimensiones vigas .

Columna

General Data

Property Name: C30x30

Material: Acero A36

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Steel Tube

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Total Depth	300	mm
Total Width	300	mm
Flange Thickness	25	mm
Web Thickness	25	mm
Corner Radius	0	mm

Show Section Properties...

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

OK Cancel

Ilustración 2.24. Dimensiones de la columna .

Losa Deck

Deck Property Data

General Data

Property Name: LOSA DECK

Type: Filled

Slab Material: F'c 21Mpa

Deck Material: A992Fy50

Modeling Type: Membrane

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

Property Data

Slab Depth, tc	60	mm
Rib Depth, hr	50	mm
Rib Width Top, wrt	145	mm
Rib Width Bottom, wrb	120	mm
Rib Spacing, sr	265	mm
Deck Shear Thickness	0.7	mm
Deck Unit Weight	5.1E-06	kgf/mm ²
Shear Stud Diameter	16	mm
Shear Stud Height, hs	150	mm
Shear Stud Tensile Strength, Fu	40.79	kgf/mm ²

Ilustración 2.25. Dimensiones de la losa deck .

- Definición de cargas

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
Dead	Dead	1	
Dead	Dead	1	
Live	Live	0	
Sx	Seismic	0	User Coefficient
Lr	Roof Live	0	
Sy	Seismic	0	User Coefficient

Ilustración 2.26. Definición de cargas para la estructura.

- Definición del Peso sísmico

Según la NEC 15 el peso sísmico para un caso general se aplica solo a la carga muerta

Mass Source Name: MsSrc1

Mass Source:

- ☐ Element Self Mass
- ☐ Additional Mass
- ☒ Specified Load Patterns
- ☐ Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:
 - This Ratio of Diaphragm Width in X Direction:
 - This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction:

Mass Multipliers for Load Patterns:

Load Pattern	Multiplier
Dead	1
Dead	1

Mass Options:

- ☒ Include Lateral Mass
- ☐ Include Vertical Mass
- ☒ Lump Lateral Mass at Story Levels

Ilustración 2.27. Peso sísmico de la estructura.

- Definición de combinaciones de carga

Se utiliza las combinaciones de cargas estipulas en la NEC-SE-15

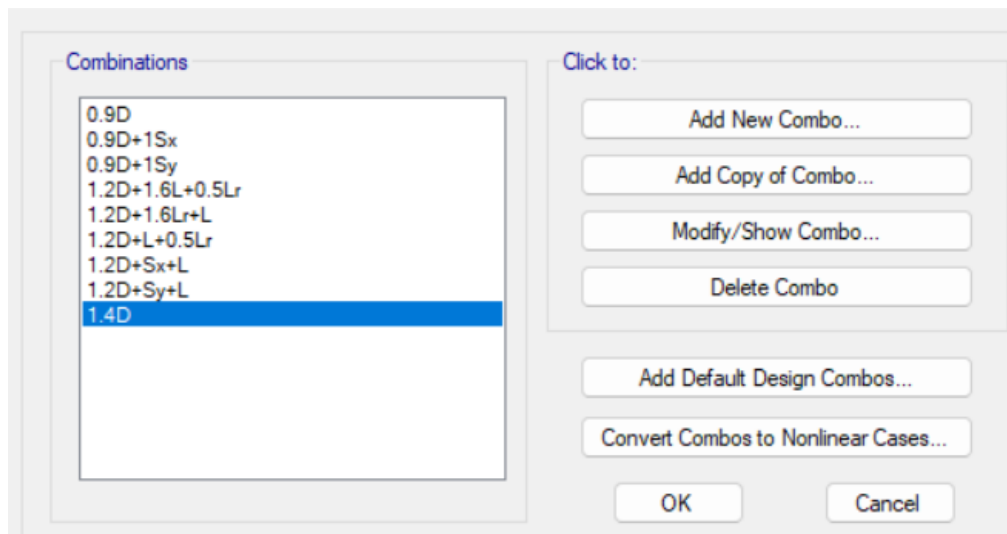


Ilustración 2.28. Combinaciones de carga .

Se coloca la carga sísmica según los coeficientes de la Tabla 2.3. con S_a de 0.108 considerando un R de 5 para pórticos intermedios a momento para el análisis IMF vigas y columnas principales. Además, para el análisis de la cubierta y vigas secundarias se realiza un análisis OMF y el ASCE 7-16 para este tipo de análisis se puede utilizar un R de 3.

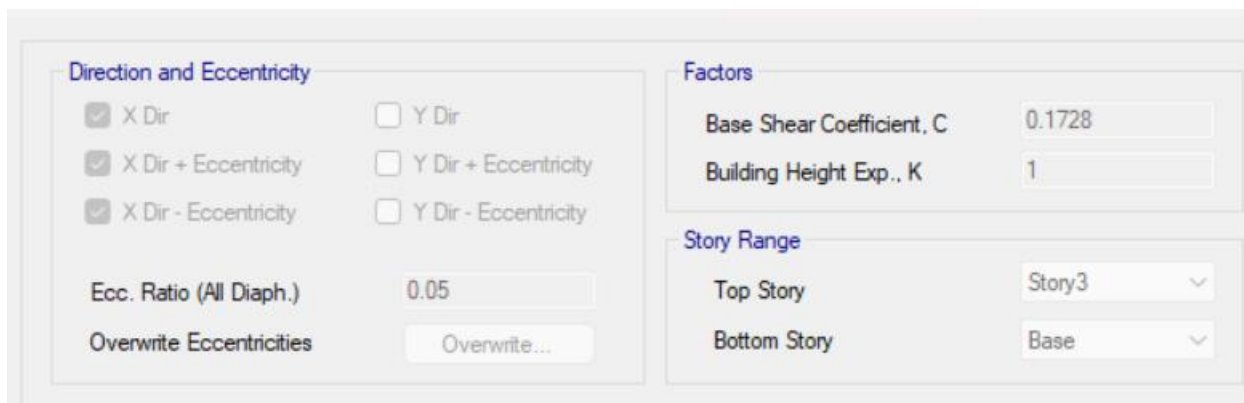


Ilustración 2.29. Carga sísmica estática en dirección X .

Direction and Eccentricity

☐ X Dir
☒ Y Dir

☐ X Dir + Eccentricity
☒ Y Dir + Eccentricity

☐ X Dir - Eccentricity
☒ Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Overwrite Eccentricities

Factors

Base Shear Coefficient, C

Building Height Exp., K

Story Range

Top Story

Bottom Story

Ilustración 2.30. Carga sísmica estática en dirección Y .

- Asignación de cargas

Se asigna cargas del balcón calculadas anteriormente:

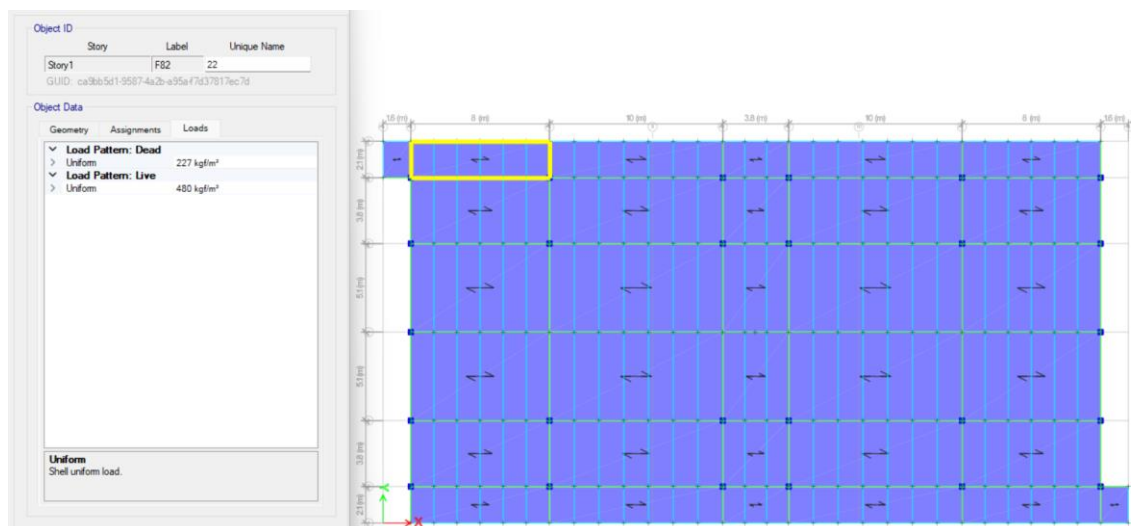


Ilustración 2.31. Carga viva y muerta en balcón .

Se asigna cargas a los paneles de habitaciones calculadas anteriormente:

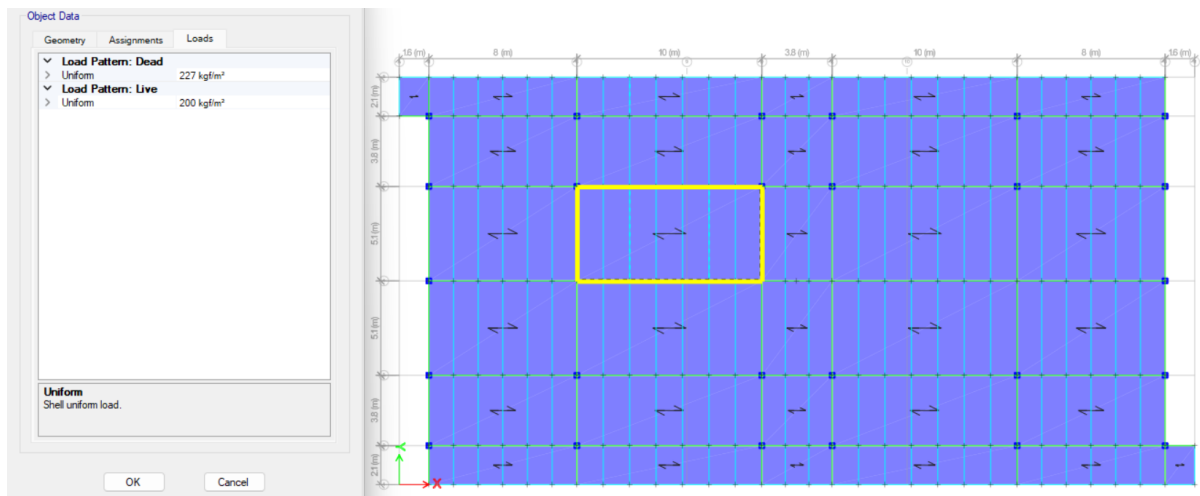


Ilustración 2.32. Carga viva y muerta en habitaciones .

Se asigna carga a la cubierta

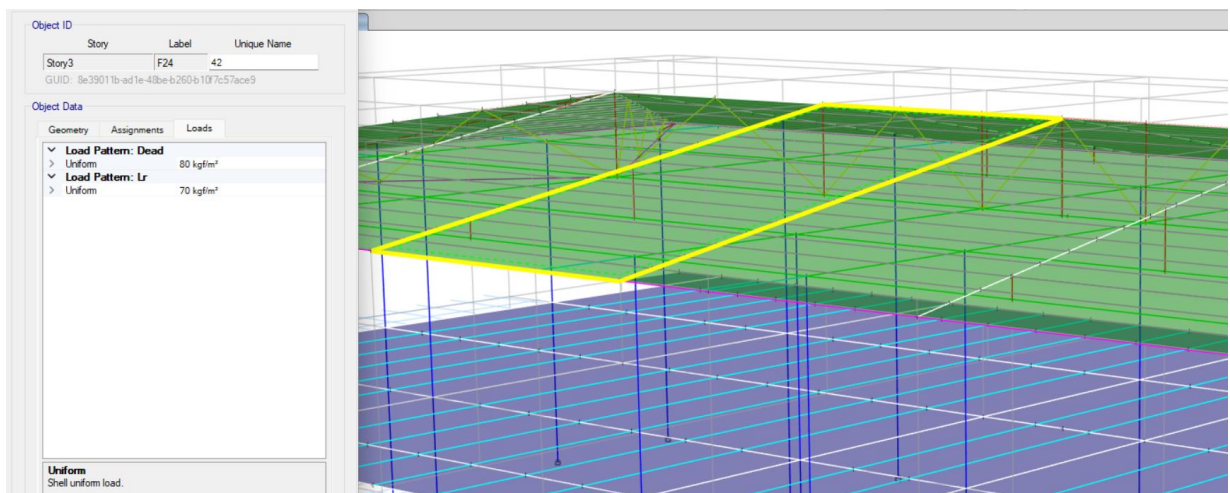


Ilustración 2.33. Carga viva y muerta en cubierta.

A continuación, se presenta una vista 3D del modelo de Pórticos en Acero y sus vistas en planta.

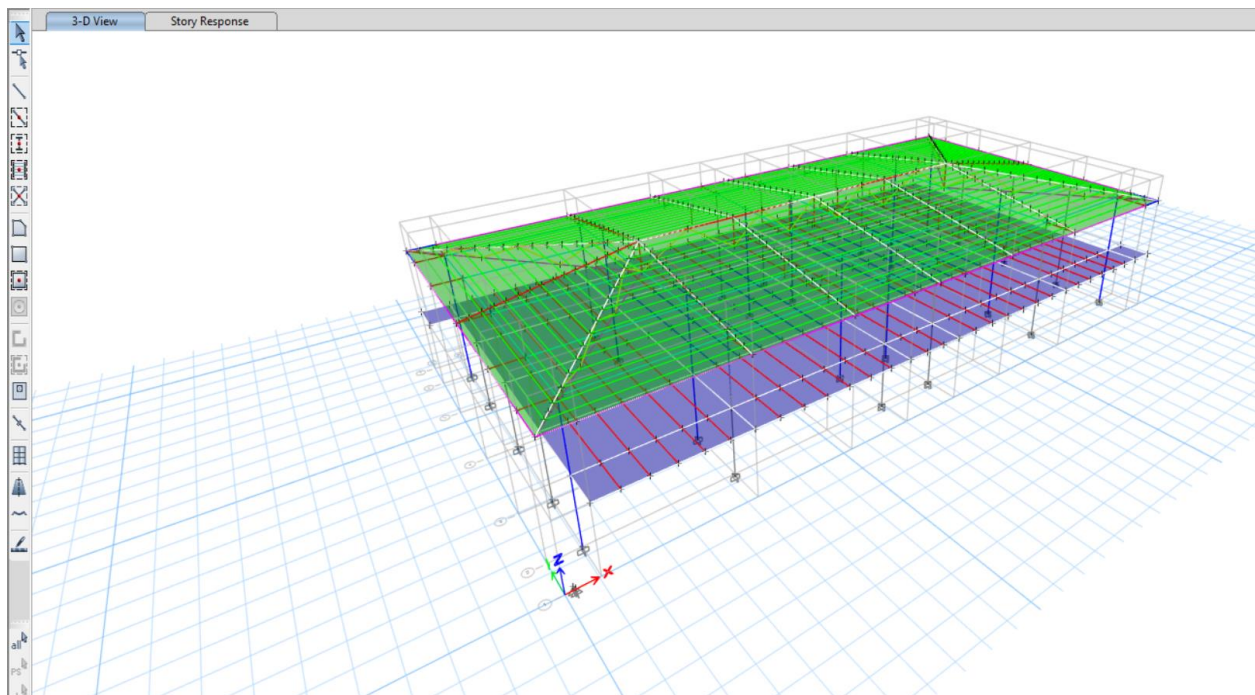


Ilustración 2.34. Vista en 3D del sistema estructural pórticos de acero .

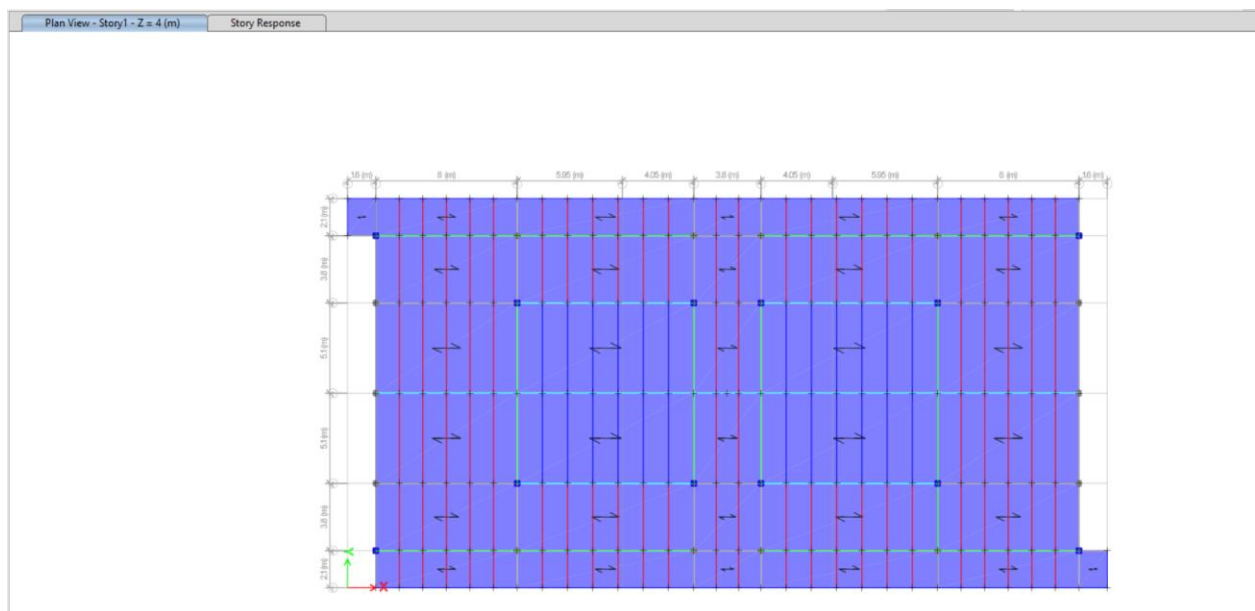


Ilustración 2.35. Vista en planta primer piso de la edificación.

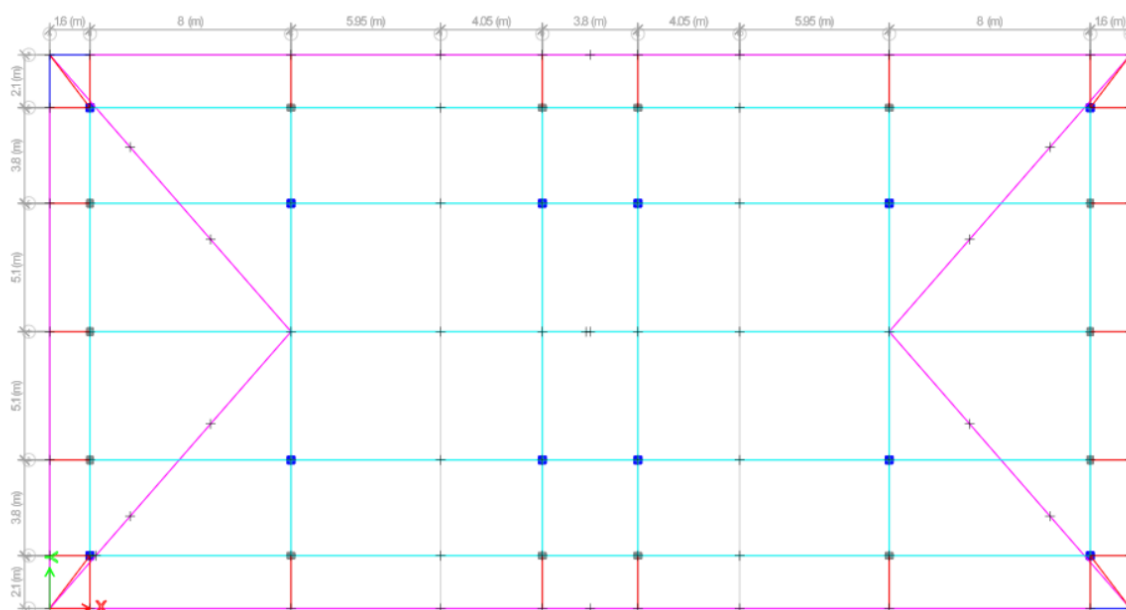


Ilustración 2.36. Vista en planta del piso alto de la edificación.

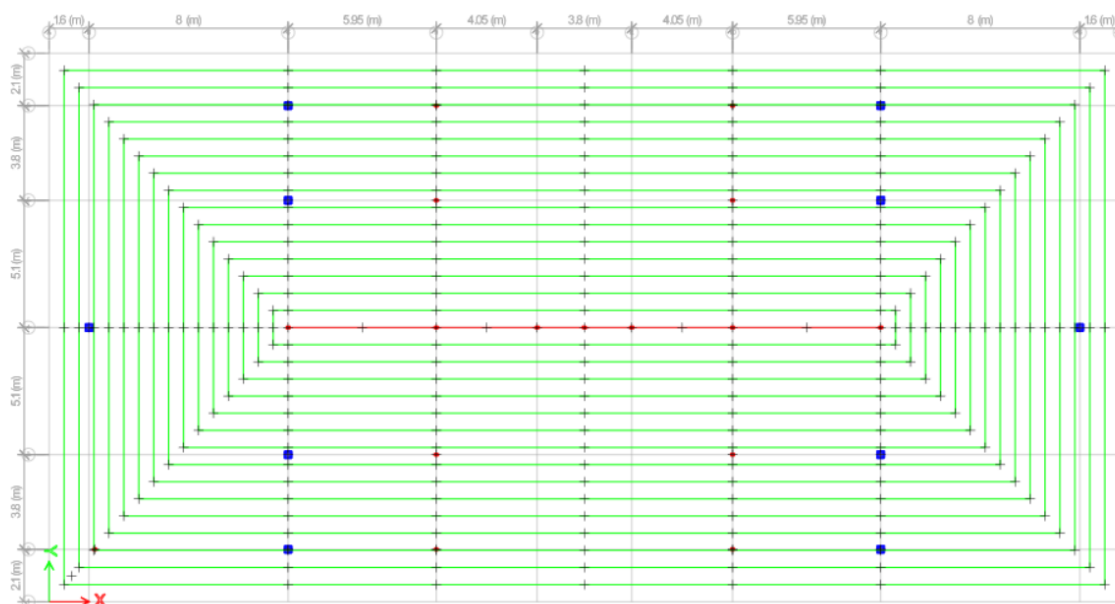


Ilustración 2.37. Vista en planta cubierta a 4 aguas de la edificación.

2.2.2.2.2 Muros de Hormigón Armado

A continuación, se muestra la distribución en planta de la edificación

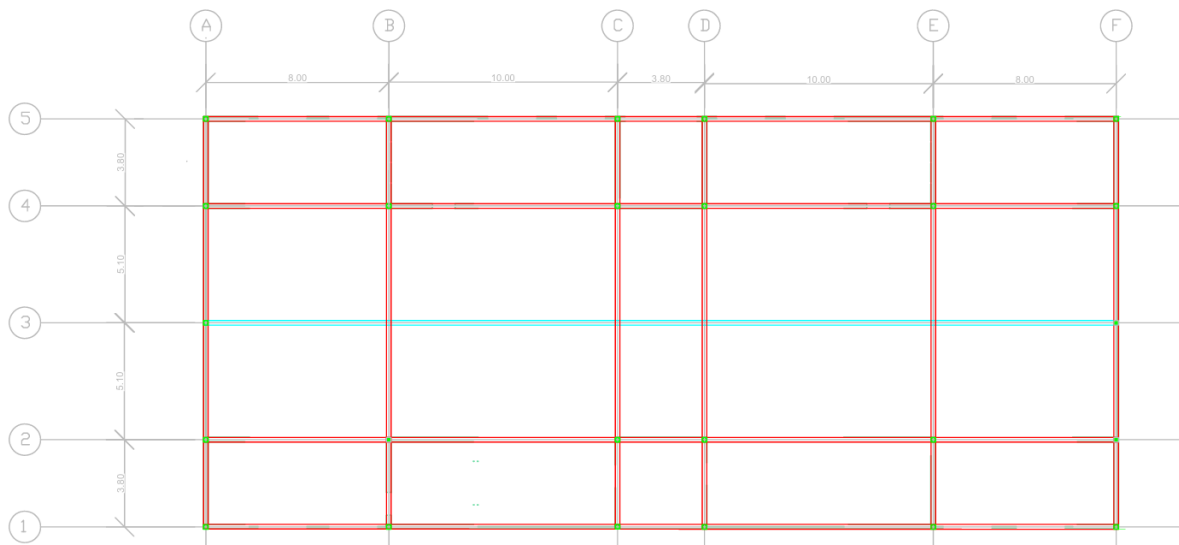


Ilustración 2.38 Distribución en planta de la edificación

- **Pre-dimensionamiento de losa**

Para realizar el pre-dimensionamiento de la losa nervada en 2 direcciones, se analiza el panel con la luz más grande de la edificación, para este caso es de 10 m. Para el pre-dimensionamiento se utiliza la Tabla 8.3.1.2 de la norma ACI 318-19. A continuación, se muestra el panel de análisis.

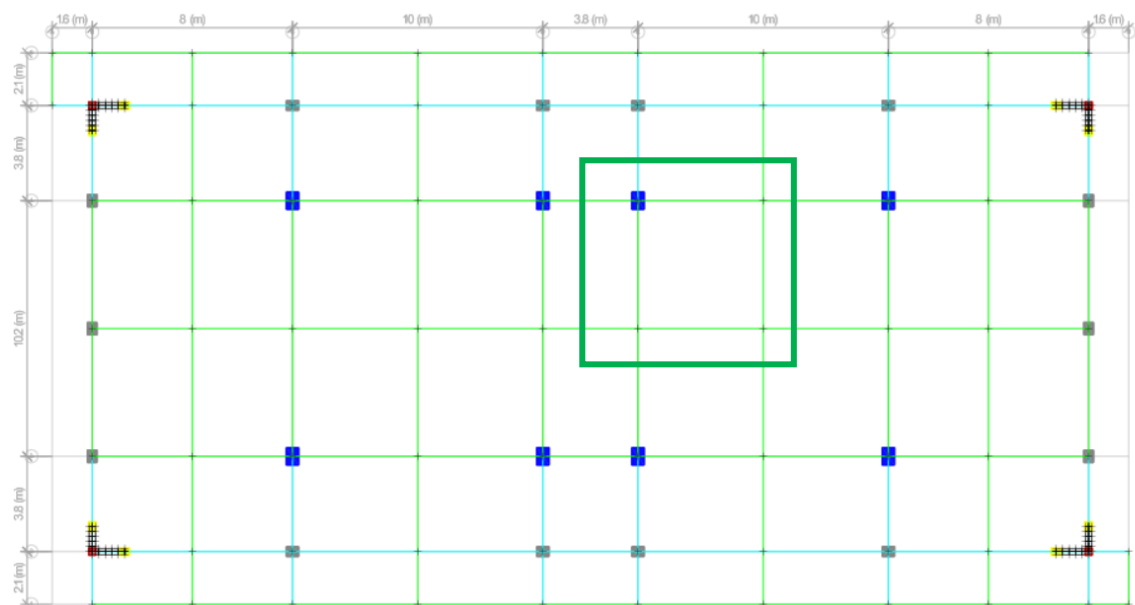


Ilustración 2.39. Panel de análisis.

Se muestra el pre-dimensionamiento que se obtuvo con la ayuda de una hoja electrónica.

Tabla 2.7. Pre-dimensionamiento de losa nervada en 2 direcciones

DATOS DE LOSA		Table 8.3.1.2—Minimum thickness of nonprestressed two-way slabs with beams spanning between supports on all sides		
S=	50	$\alpha_{fm}^{[1]}$	Minimum h , mm	
h=	25	$\alpha_{fm} \leq 0.2$	8.3.1.1 applies	(a)
h'=	5	$0.2 < \alpha_{fm} \leq 2.0$	Greater of: $\frac{\ell_n \left(0.8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5\beta(\alpha_{fm} - 0.2)}$	(b) ^{[1],[2]}
b=	10			(c)
Yc=	16.94	$\alpha_{fm} > 2.0$	Greater of: $\frac{\ell_n \left(0.8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta}$	(d)
Is=	49097.22			(e)
h.equiv=	18.1			
fy=	420			
L=	5.2			
B=	5.1			
β =	1.01960784			

^[1] α_{fm} is the average value of α_f for all beams on edges of a panel.
^[2] ℓ_n is the clear span in the long direction, measured face-to-face of beams (mm).
^[3] β is the ratio of clear spans in long to short directions of slab.

VIGA	B[cm]	H[cm]	I[cm4]	Ls1[m]	Alphaf
1	40	60	720000.0	4.5	3.26
2	40	60	720000.0	4.5	3.26
3	25	35	89322.9	4.4	0.41
4	25	35	89322.9	5	0.36
				Alphafm=	1.82

a)	No aplica			
b)	APLICA	0.025	Ln/ 40.3	12.9
c)	APLICA			12,5
d)	No aplica			
e)	No aplica			

En la Ilustración 2.39 se observa la losa de 25 cm de altura, con espesor de carpeta 5 cm y nervios de 10 cm.

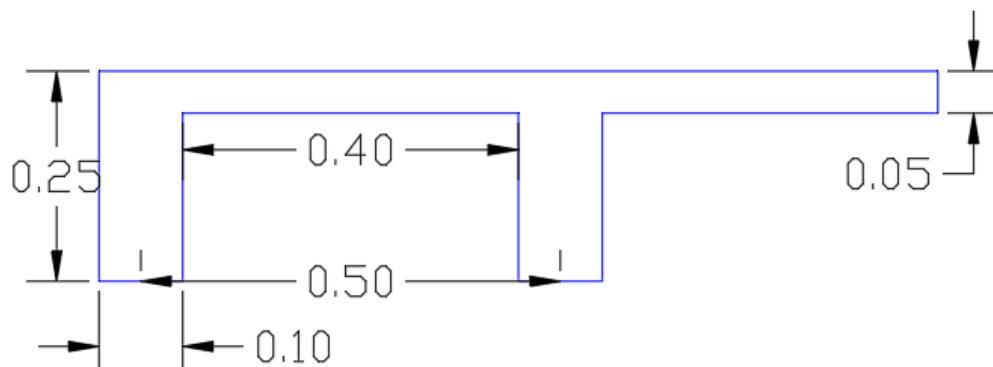


Ilustración 2.40. Sección de losa alivianada

A continuación, en la Tabla 2.3 se muestra la carga muerta y viva para la edificación.

Tabla 2.8 Estimación de carga muerta y viva (Criollo, 2024)

Carga Muerta		
Carga muerta sobreimpuesta	227	Kg/m ²
Carga Muerta de losa nervada 2D e= 25 cm	350	Kg/m ²
Total	577	Kg/m²
Carga Viva		
Carga viva	480	Kg/m ²

Se considera la carga viva de 480 kg/m² de los accesos a las habitaciones, pues en la NEC 15 esta carga es para pasillos y carga de 200 kg/cm² para las habitaciones-

- **Pre- dimensionamiento de vigas**

El elemento estructural que se pre-dimensiona es la viga , para lo cual, se utiliza la Tabla 9.31.1. de la ACI 318-19, en donde se especifica alturas mínimas para vigas no preesforzadas.

Tabla 9.3.1.1 — Altura mínima de vigas no preesforzadas

Condición de apoyo	Altura mínima, h ^[1]
Simplemente apoyada	$\ell/16$
Con un extremo continuo	$\ell/18.5$
Ambos extremos continuos	$\ell/21$
En voladizo	$\ell/8$

Ilustración 3.41. Altura mínima de vigas no preesforzadas (ACI 318, 2019)

Según el panel de análisis de la Ilustración 2.38, para el pre-dimensionamiento inicial de la viga se toma la luz de 10 m.

$$h_{min} = \frac{L}{21} = \frac{10 \text{ m}}{21} = 0.47 \text{ m} \approx 50 \text{ cm}$$

Para este proyecto la norma ACI 318-19 recomienda una altura mínima de 50 cm y un ancho de 40 cm.

- **Pre- dimensionamiento de columnas**

Para el pre- dimensionamiento de las columnas se calcula la carga y se escoge la columna más crítica la cual se puede observar en la ilustración 2.42.

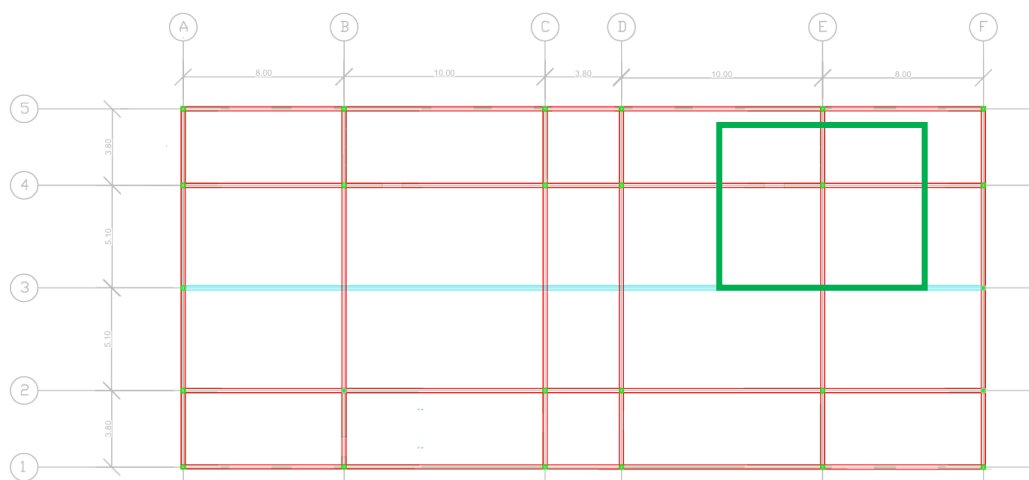


Ilustración 2.42. Área tributaria de la columna crítica.

Cálculo de carga:

$$q = 1.2 * CM + 1.6 * CV = 1.2 * \left(600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right) + 1.6 * 480 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 1486.8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$q \approx 1490 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

La carga actuante en la columna es la siguiente:

$$P_u = \text{Área} * \frac{\text{Carga}}{\text{m}^2} * \# \text{ de Pisos}$$

$$P_u = 7\text{m} * 9\text{m} * 1490 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 2 = \mathbf{187740\text{kg}}$$

Con la ecuación de esfuerzo se obtiene:

$$f'_c = \frac{P_u}{\eta * \text{Área}}$$

Donde:

Pu: Carga actuante de de columna de análisis

f'c: Resistencia del hormigón a la compresión ($210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ vigas y $240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ para columnas)

η: Factor de ubicación de columna en planta.

η lateral: 0.4

η esquinera: 0.35

η central: 0.5

$$\text{Área} = \frac{P_u}{\eta * f'_c} = \frac{187740 \text{ kg}}{0.5 * 210} = 1788 \text{ cm}^2$$

Para una columna cuadrada:

$$L = \sqrt{\text{área}} = \sqrt{1780} = 42,3 \text{ cm} \approx 50 \text{ cm}$$

Para ser conservadores se utiliza columnas cuadradas de 50 cm x 50 cm

- **Pre- dimensionamiento de muro**

Para el cálculo del pre- dimensionamiento del muro de utiliza la tabla 11.3.1.1 de la normativa ACI318-19.

Tabla 11.3.1.1 — Espesor mínimo del muro, *h*

Tipo de muro	Espesor mínimo del muro, <i>h</i>		
De carga ⁽¹⁾	El mayor de:	100 mm	(a)
		1/25 de la menor entre la longitud y la altura no soportadas	(b)
No portante	El mayor de:	100 mm	(c)
		1/30 de la menor entre la longitud y la altura no soportadas	(d)
Exteriores de sótanos y cimentaciones ⁽¹⁾	190 mm		(e)

Ilustración 2.43. Espesor mínimo del muro.

Como el muro del proyecto va a ser portante, es decir es un muro de carga de utiliza la siguiente ecuación:

$$h_{\text{min Muro}} = \frac{4m}{25} = 0.16 \text{ cm} \approx 20 \text{ cm}$$

Al ser conservadores de utiliza un muro con espesor de 20 cm

- **Cálculo de la resistencia a compresión axial nominal P_n y resistencia de diseño ϕP_n**

$$P_n = 0.85 * f'_c * A_g$$

Donde f'_c es la resistencia del hormigón 210 kg/cm², A_g área bruta del muro.

$$P_n = 0.85 * 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 20 \text{ cm} * 1020 \text{ cm} = 3641,4 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\phi P_n = 0.65 * 3641,4 \times 10^3 \text{ kg} = 2366,920 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\phi P_n \geq P_u$$

$$2366,920 \times 10^3 \text{ kg} \geq 187740 \text{ kg} \text{ OK}$$

- **Verificación de pandeo y estabilidad lateral**

Según el ACI 318-19, el índice de esbeltez para un muro de carga no exceder ciertos límites, para este caso va ser un muro empotrado en ambos extremos, por lo cual es límite es de:

$$\frac{h}{t} \leq 25$$

Donde h es la altura de entrepiso y t el espesor del muro

$$\frac{4\text{m}}{0.2 \text{ m}} \leq 25$$

$$20 \leq 25 \text{ OK}$$

El muro de carga cumple con las condiciones de esbeltez de la normativa por lo cual, no debería presentar problemas de pandeo.

A continuación, se presenta el diseño de la edificación de hormigón armado con el software de diseño.

- **Cuantía para columnas**

En el ACI 318-19, se estipula que la cuantía mínima de columnas debe ser el 1%. Por cual con esta filosofía de diseño se calcula el acero de refuerzo de columnas.

Modelamiento usando el software de diseño estructural

Con las dimensiones del prediseño de losa deck, viguetas, vigas y columnas se realiza el modelo en el software de diseño. Para lo cual, se define lo siguiente:

- Definición de Materiales

The image shows two side-by-side screenshots of the 'General Data' dialog box for material definition. The left dialog is for '21MPa' concrete, and the right is for '24MPa' concrete. Both show fields for Material Name, Type, Symmetry, Color, and Notes. Below are sections for 'Material Weight and Mass' (Weight per Unit Volume, Mass per Unit Volume), 'Mechanical Property Data' (Modulus of Elasticity, Poisson's Ratio, Coefficient of Thermal Expansion, Shear Modulus), 'Design Property Data', 'Advanced Material Property Data', and 'Modulus of Rupture for Cracked Deflections'.

Ilustración 2.44. Materiales de la edificación

- Definición de Secciones

Vigas

The image shows two side-by-side screenshots of the 'General Data' dialog box for section definition. The left dialog is for 'V.15x25' beam, and the right is for 'V.25x30' beam. Both show fields for Property Name, Material, Notional Size Data, Display Color, and Notes. Below are sections for 'Shape' (Section Shape), 'Section Property Source', 'Section Dimensions' (Depth, Width), 'Property Modifiers', and 'Reinforcement'.

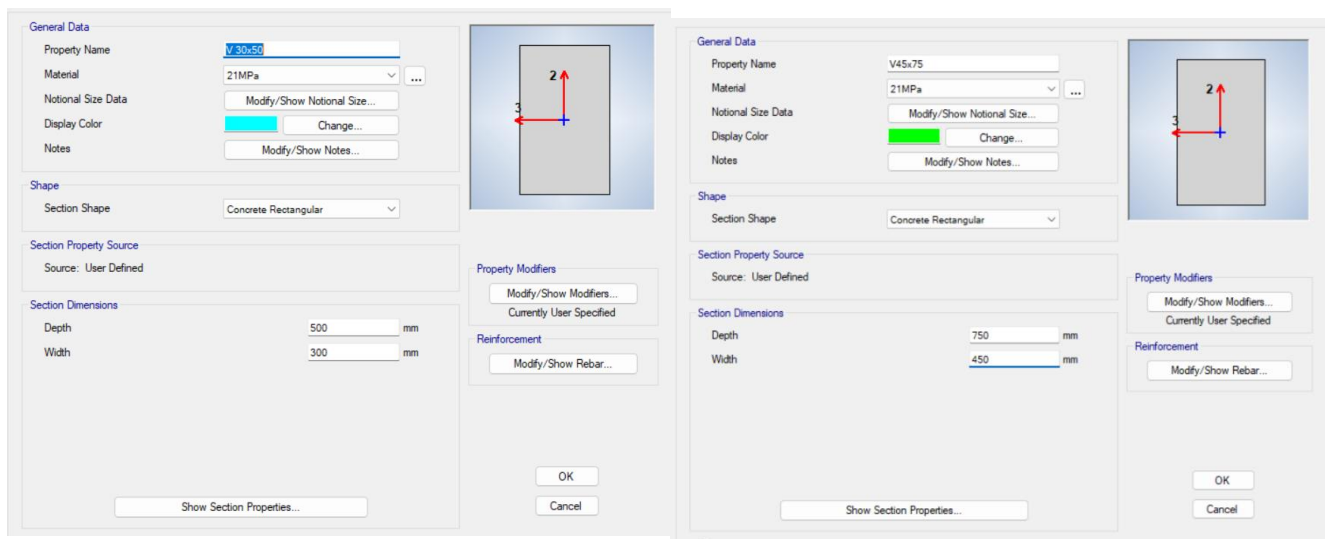


Ilustración 2.45. Dimensiones vigas .

Columna



Ilustración 2.46. Dimensiones de la columna .

Agrietamiento de vigas y columnas según NEC 15

Columna:

Property/Stiffness Modifiers for Analysis	
Cross-section (axial) Area	h
Shear Area in 2 direction	1
Shear Area in 3 direction	1
Torsional Constant	1
Moment of Inertia about 2 axis	0.8
Moment of Inertia about 3 axis	0.8
Mass	1
Weight	1

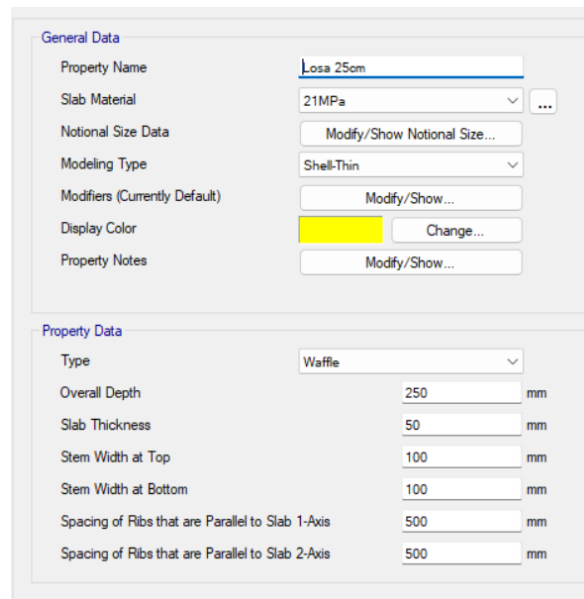
Ilustración 2.47. Agrietamiento de columnas

Viga:

Property/Stiffness Modifiers for Analysis	
Cross-section (axial) Area	1
Shear Area in 2 direction	1
Shear Area in 3 direction	1
Torsional Constant	0
Moment of Inertia about 2 axis	0.5
Moment of Inertia about 3 axis	0.5
Mass	1
Weight	1

Ilustración 2.48. Agrietamiento de vigas

Losa Nervada

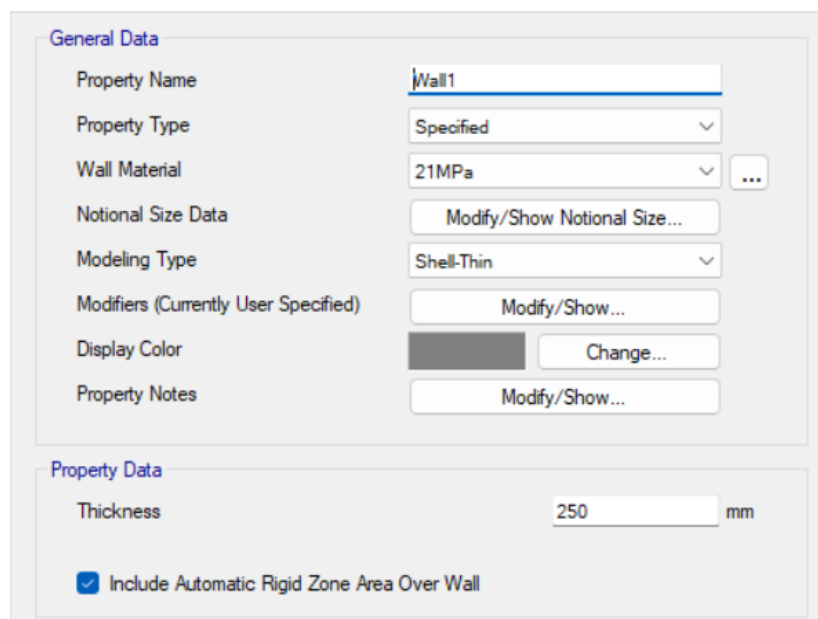


General Data	
Property Name	Losa 25cm
Slab Material	21MPa
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Modeling Type	Shell-Thin
Modifiers (Currently Default)	Modify/Show...
Display Color	Yellow
Property Notes	Modify/Show...

Property Data	
Type	Waffle
Overall Depth	250 mm
Slab Thickness	50 mm
Stem Width at Top	100 mm
Stem Width at Bottom	100 mm
Spacing of Ribs that are Parallel to Slab 1-Axis	500 mm
Spacing of Ribs that are Parallel to Slab 2-Axis	500 mm

Ilustración 2.49. Dimensiones de la losa nervada .

Muro

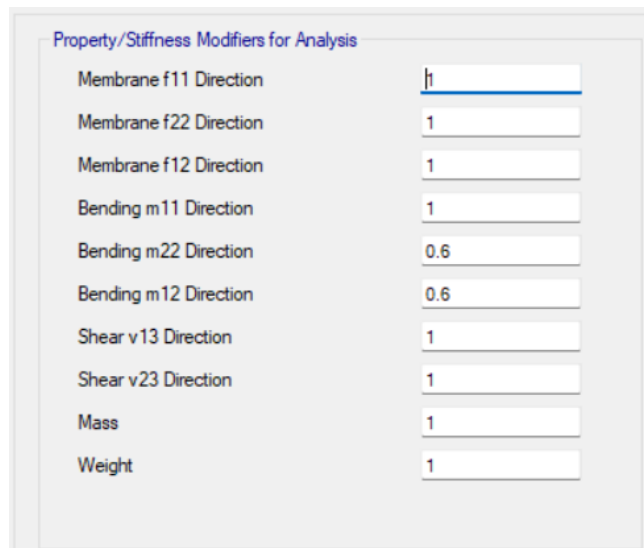


General Data	
Property Name	Wall1
Property Type	Specified
Wall Material	21MPa
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Modeling Type	Shell-Thin
Modifiers (Currently User Specified)	Modify/Show...
Display Color	Grey
Property Notes	Modify/Show...

Property Data	
Thickness	250 mm
☒ Include Automatic Rigid Zone Area Over Wall	

Ilustración 2.50. Dimensiones del muro .

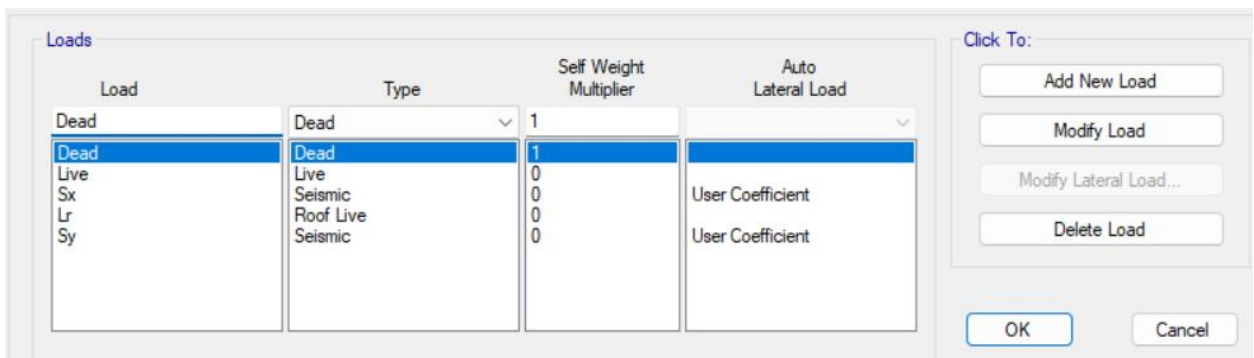
Agrietamiento muro



Property/Stiffness Modifiers for Analysis	
Membrane f11 Direction	1
Membrane f22 Direction	1
Membrane f12 Direction	1
Bending m11 Direction	1
Bending m22 Direction	0.6
Bending m12 Direction	0.6
Shear v13 Direction	1
Shear v23 Direction	1
Mass	1
Weight	1

Ilustración 2.51. Agrietamiento del muro

- Definición de cargas



Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
Dead	Dead	1	
Dead	Dead	1	
Live	Live	0	
Sx	Seismic	0	User Coefficient
Sy	Seismic	0	User Coefficient

Ilustración 2.52. Definición de cargas para la estructura .

- Definición del Peso sísmico

Según la NEC 15 el peso sísmico para un caso general se aplica solo a la carga muerta

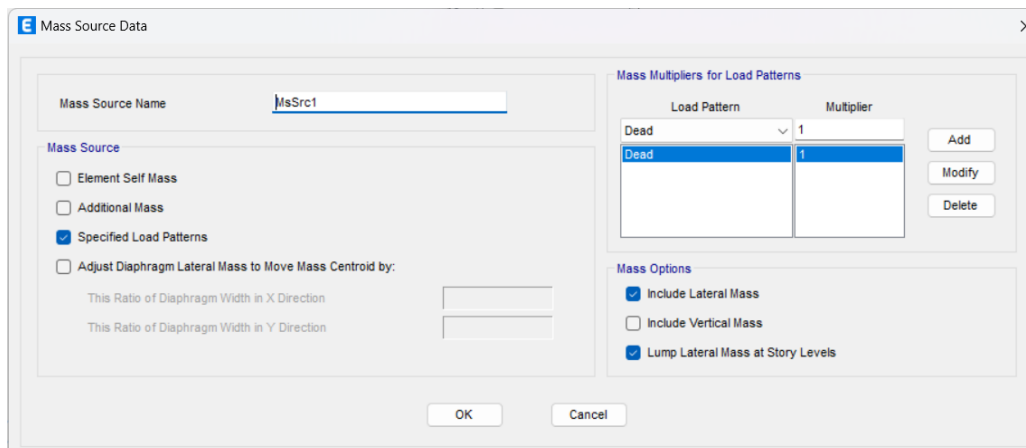


Ilustración 2.53. Peso sísmico de la estructura

- Definición de combinaciones de carga

Se utiliza las combinaciones de cargas estipulas en la NEC-SE-15

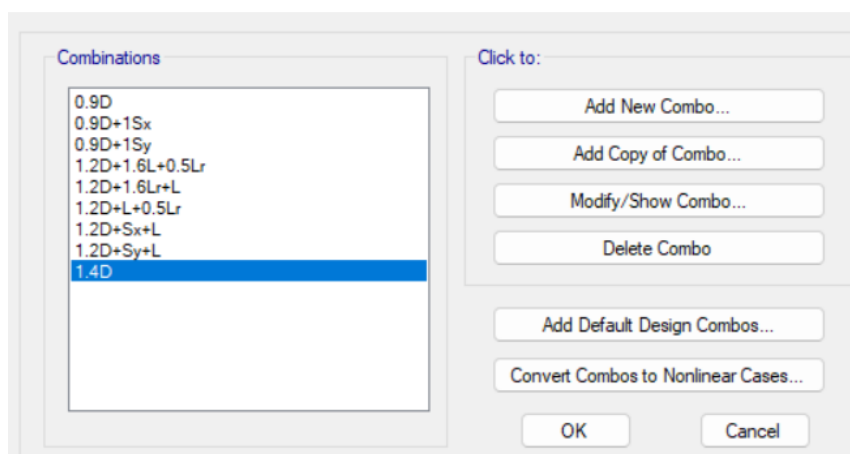


Ilustración 2.54. Combinaciones de carga .

Se coloca la carga sísmica según los coeficientes de la Tabla 2.3. con S_a de 0.108 considerando un R de 8

Direction and Eccentricity

☒ X Dir ☐ Y Dir

☒ X Dir + Eccentricity ☐ Y Dir + Eccentricity

☒ X Dir - Eccentricity ☐ Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Overwrite Eccentricities

Factors

Base Shear Coefficient, C

Building Height Exp., K

Story Range

Top Story

Bottom Story

Ilustración 2.55. Carga sísmica estática en dirección X.

Direction and Eccentricity

☐ X Dir ☒ Y Dir

☐ X Dir + Eccentricity ☒ Y Dir + Eccentricity

☐ X Dir - Eccentricity ☒ Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Overwrite Eccentricities

Factors

Base Shear Coefficient, C

Building Height Exp., K

Story Range

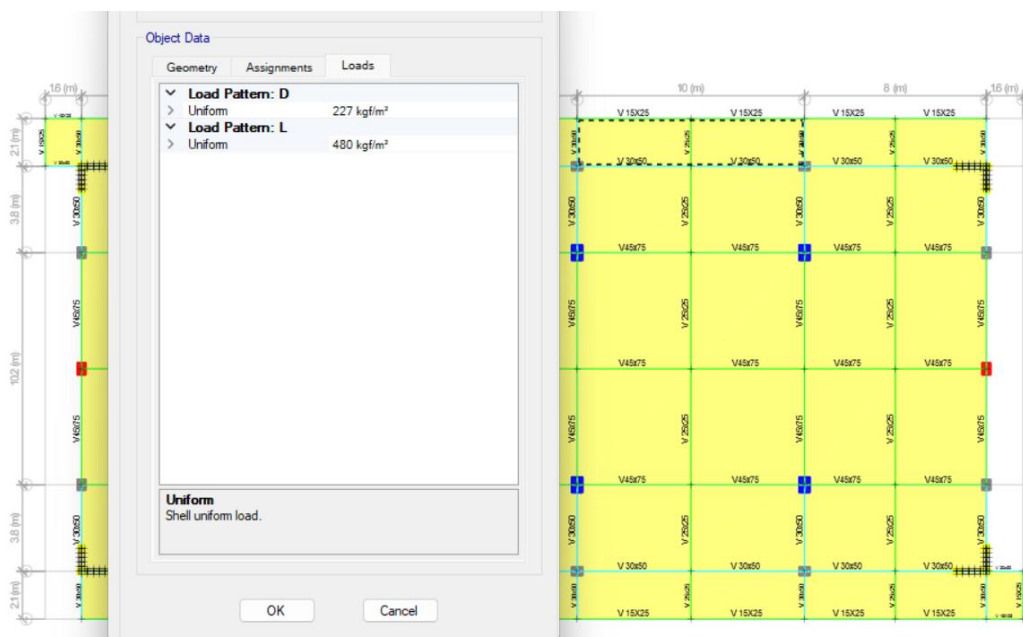
Top Story

Bottom Story

Ilustración 2.56. Carga sísmica estática en dirección Y

- Asignación de cargas

Se asigna cargas del balcón calculadas anteriormente:



Se asigna cargas a los paneles de habitaciones calculadas anteriormente:

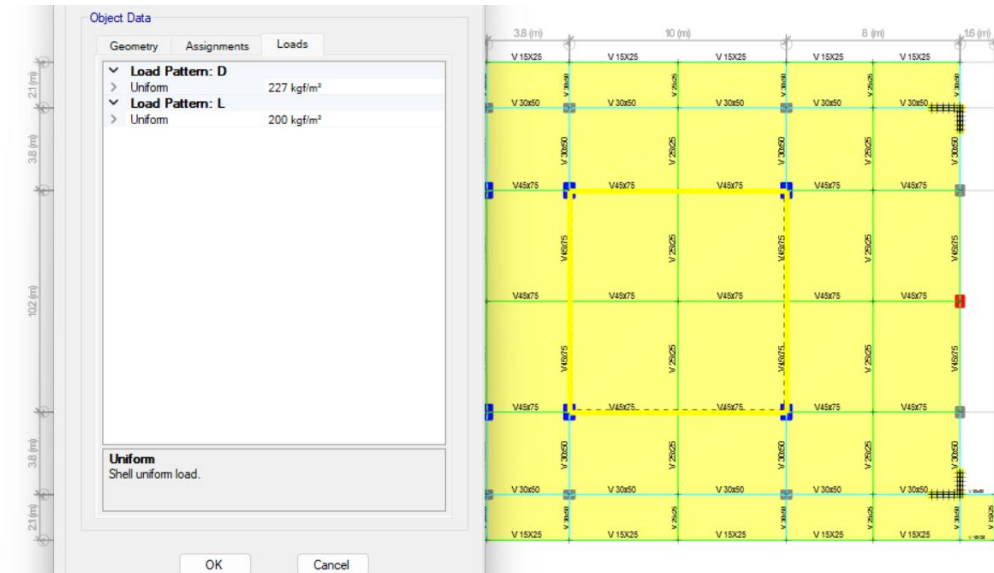


Ilustración 2.58. Carga viva y muerta en habitaciones .

A continuación, se presenta una vista 3D del modelo de hormigón armado con muro y sus vistas en planta. La cubierta de esta edificación se la realiza plana porque la cubierta es solo un diseño arquitectónico.

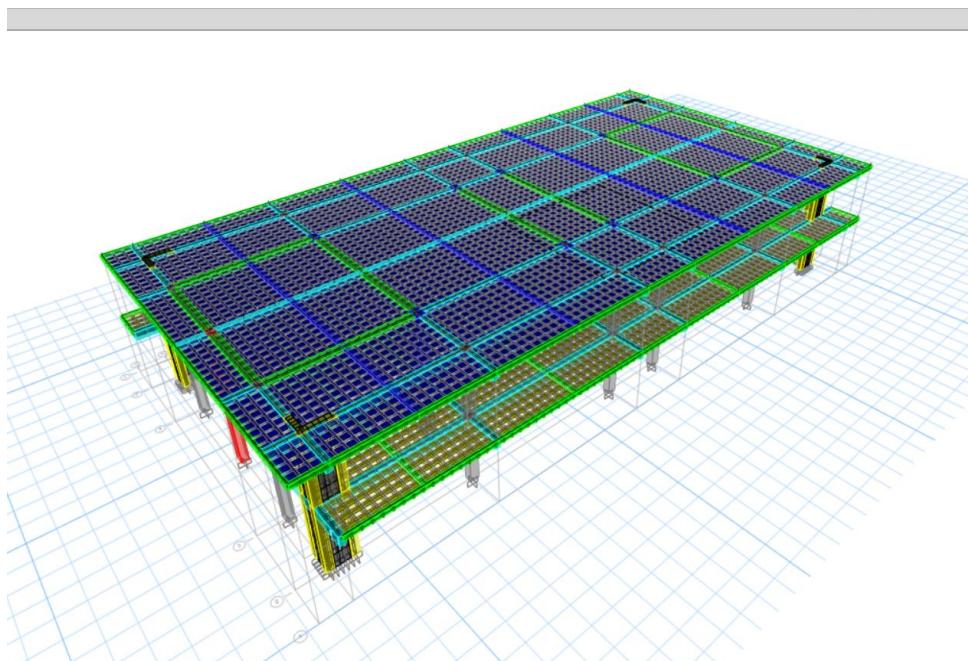


Ilustración 2.59. Vista en 3D del sistema estructural de hormigón armado

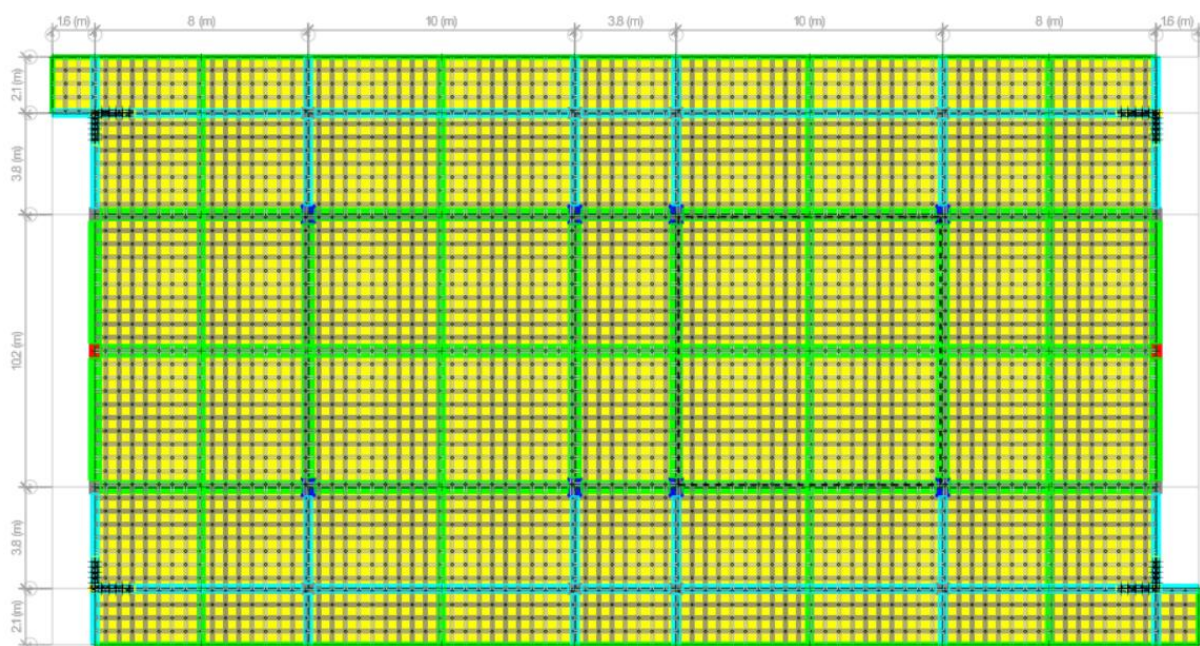


Ilustración 2.60. Vista en planta primer piso de la edificación Haga clic o pulse aquí para escribir texto..

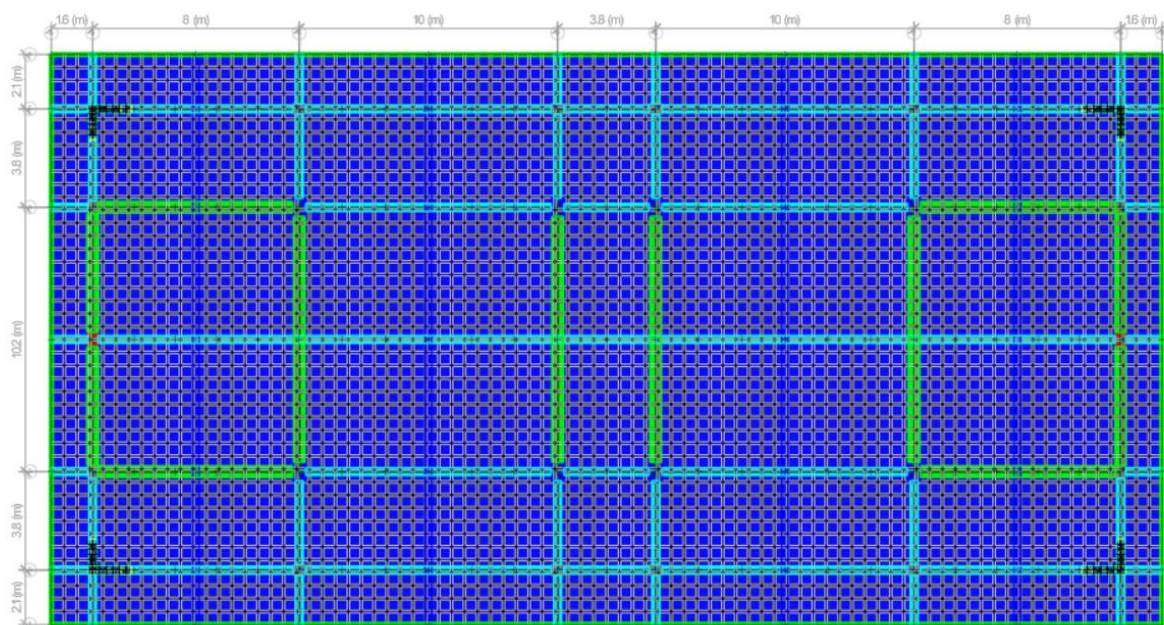


Ilustración 2.61. Vista en planta del piso alto de la edificación.

2.2.2.2.3 Sistema Estructural Mixto

Para el pre-dimensionamiento de columnas, viguetas y vigas principales se realiza el mismo proceso que para el sistema estructural pórticos de acero, el cual se evidencia en el apartado 2.2.2.2.1. y para el pre-dimensionamiento del muro se utiliza el muro pre-dimensionado en el sistema estructural de muros de hormigón armado, el cual se encuentra en el apartado 2.2.2.2.2. El predimensionamiento se utiliza para el diseño inicial, el cual se ha ido modificando con el fin de optimizar el diseño y que cumplan los requisitos de la normativa ACI 318-19 y NEC 15. Por tal razón, el diseño se lo realiza con la ayuda de un software de diseño. El proceso de modelamiento de este software de mostro en los apartados mencionados anteriormente. A continuación, se presenta las dimensiones de vigas, columnas, losa deck y muro:

Vigas secundarias

The image displays three screenshots of a software interface for defining the properties of secondary beams. Each screenshot shows a 'Property Modifiers' dialog box with the following sections:

- General Data:** Property Name, Material (A572Gr50), Display Color, and Notes.
- Shape:** Section Shape (Steel I/Wide Flange).
- Section Property Source:** Source: User Defined.
- Section Dimensions:** A table of dimensions.
- Property Modifiers:** Modify/Show Modifiers... and Currently Default buttons.

The dimensions for the three beams are as follows:

Property	Beam 1 (W 200x100x6x8)	Beam 2 (W 300x150x7x12)	Beam 3 (W 300x150x7x12)
Total Depth	200 mm	30 cm	300 mm
Top Flange Width	100 mm	15 cm	150 mm
Top Flange Thickness	8.2 mm	1.25 cm	12.5 mm
Web Thickness	6.2 mm	0.71 cm	7.1 mm
Bottom Flange Width	100 mm	15 cm	150 mm
Bottom Flange Thickness	8.2 mm	1.25 cm	12.5 mm
Fillet Radius	0 mm	0.7 cm	0 mm

Ilustración 2.62. Dimensiones viga secundaria

Vigas

The image displays four screenshots of the 'Vigas' (Beams) dialog box, showing different beam profiles and their dimensions. Each screenshot includes a 'General Data' section, a 'Shape' section, a 'Section Property Source' section, a 'Section Dimensions' table, and a 'Property Modifiers' section.

Top Left Screenshot:

- General Data:** Property Name: W 500X160X16X10.2, Material: A572G50, Display Color: Green, Notes: Modify/Show Notes...
- Shape:** Section Shape: Steel I/Wide Flange
- Section Property Source:** Source: User Defined
- Section Dimensions:**

Property	Value	Unit
Total Depth	500	mm
Top Flange Width	200	mm
Top Flange Thickness	16	mm
Web Thickness	10.2	mm
Bottom Flange Width	200	mm
Bottom Flange Thickness	16	mm
Fillet Radius	0	mm
- Property Modifiers:** Modify/Show Modifiers... Currently Default

Top Right Screenshot:

- General Data:** Property Name: W 400X150X12x9, Material: A572G50, Display Color: Cyan, Notes: Modify/Show Notes...
- Shape:** Section Shape: Steel I/Wide Flange
- Section Property Source:** Source: User Defined
- Section Dimensions:**

Property	Value	Unit
Total Depth	400	mm
Top Flange Width	150	mm
Top Flange Thickness	12	mm
Web Thickness	8.6	mm
Bottom Flange Width	150	mm
Bottom Flange Thickness	12	mm
Fillet Radius	0	mm
- Property Modifiers:** Modify/Show Modifiers... Currently Default

Bottom Left Screenshot:

- General Data:** Property Name: W450x190x10x15, Material: A572G50, Display Color: Green, Notes: Modify/Show Notes...
- Shape:** Section Shape: Steel I/Wide Flange
- Section Property Source:** Source: User Defined
- Section Dimensions:**

Property	Value	Unit
Total Depth	450	mm
Top Flange Width	190	mm
Top Flange Thickness	14.6	mm
Web Thickness	9.4	mm
Bottom Flange Width	190	mm
Bottom Flange Thickness	14.6	mm
Fillet Radius	0	mm
- Property Modifiers:** Modify/Show Modifiers... Currently Default

Bottom Right Screenshot:

- General Data:** Property Name: W350x160x9x15, Material: A572G50, Display Color: Green, Notes: Modify/Show Notes...
- Shape:** Section Shape: Steel I/Wide Flange
- Section Property Source:** Source: User Defined
- Section Dimensions:**

Property	Value	Unit
Total Depth	330	mm
Top Flange Width	160	mm
Top Flange Thickness	11.5	mm
Web Thickness	7.5	mm
Bottom Flange Width	160	mm
Bottom Flange Thickness	11.5	mm
Fillet Radius	0	mm
- Property Modifiers:** Modify/Show Modifiers... Currently Default

Ilustración 2.63. Dimensiones vigas .

Columna

General Data

Property Name

C 20x20

Material

A572Gr50

...

Display Color

Change...

Notes

Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape

Steel Tube

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Total Depth

200

mm

Total Width

200

mm

Flange Thickness

12

mm

Web Thickness

12

mm

Corner Radius

3

mm

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...

Currently Default

OK

General Data

Property Name

c25x25 e1.5

Material

A572Gr50

...

Display Color

Change...

Notes

Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape

Steel Tube

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Total Depth

250

mm

Total Width

250

mm

Flange Thickness

15

mm

Web Thickness

15

mm

Corner Radius

3

mm

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...

Currently Default

Ilustración 2.64. Dimensiones de la columna

Losa Deck

Property Name	LOSA DECK	
Type	Filled	
Slab Material	F'c 21Mpa	...
Deck Material	A992Fy50	...
Modeling Type	Membrane	
Modifiers (Currently Default)	Modify/Show...	
Display Color		Change...
Property Notes	Modify/Show...	

Property Data		
Slab Depth, tc	60	mm
Rib Depth, hr	50	mm
Rib Width Top, wrt	145	mm
Rib Width Bottom, wrb	120	mm
Rib Spacing, sr	265	mm
Deck Shear Thickness	0.7	mm
Deck Unit Weight	5.1E-06	kgf/mm ²
Shear Stud Diameter	16	mm
Shear Stud Height, hs	150	mm
Shear Stud Tensile Strength, Fu	40.79	kgf/mm ²

Ilustración 2.65. Dimensiones de la losa deck .

Muro

General Data	
Property Name	Wall1
Property Type	Specified
Wall Material	Concrete
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Modeling Type	Shell-Thin
Modifiers (Currently User Specified)	Modify/Show...
Display Color	Change...
Property Notes	Modify/Show...

Property Data	
Thickness	200 mm
☐ Include Automatic Rigid Zone Area Over Wall	

Ilustración 2.66. Dimensiones del muro .

CAPÍTULO 3

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados

A continuación, se presenta los resultados obtenidos para los 3 tipos de sistemas estructurales, pórticos de acero, muro de hormigón armado y mixto. Los resultados que se presentan son periodos del modo 1 de vibración, desplazamientos máximos, derivas, cortante por piso, fuerzas del elemento más crítico, presupuesto referencial de los elementos estructurales y peso por metro cuadrado. Además, se realiza las verificaciones según la normativa para cada sistema estructural.

3.1.1 Verificación de resultados

3.1.1.1 Verificación de resultados para pórticos de acero

- **Preferencias de Diseño**

Para el análisis de vigas y columnas se diseña por IMF pórticos intermedios a momento

Item	Value
01 Design Code	AISC 360-16
02 Multi-Response Case Design	Step-by-Step - All
03 Framing Type	IMF
04 Seismic Design Category	D
05 Importance Factor	1
06 Design System Rho	1
07 Design System Sds	0.5
08 Design System R	5
09 Design System Omega0	3
10 Design System Cd	5.5
11 Design Provision	LRFD
12 Analysis Method	Direct Analysis
13 Second Order Method	General 2nd Order
14 Stiffness Reduction Method	Tau-b Fixed
15 Add Notional load cases into seismic combos?	No
16 Beta Factor	1.3
17 BetaOmega Factor	1.6
18 Phi(Bending)	0.9

Item Description
The selected design code. Subsequent design is based on this selected code.

Explanation of Color Coding for Values
Blue: Default Value
Black: Not a Default Value
Red: Value that has changed during the current session

Set To Default Values
All Items Selected Items

Reset To Previous Values
All Items Selected Items

Ilustración 3.1 Preferencia de diseño de vigas y columnas principales

Para el análisis de vigas secundarios y cubierta se diseña por OMF pórticos de momento ordinario.

Item	Value
01 Design Code	AISC 360-16
02 Multi-Response Case Design	Step-by-Step - All
03 Framing Type	OMF
04 Seismic Design Category	D
05 Importance Factor	1
06 Design System Rho	1
07 Design System Sds	0.5
08 Design System R	8
09 Design System Omega0	3
10 Design System Cd	5.5
11 Design Provision	LRFD
12 Analysis Method	Direct Analysis
13 Second Order Method	General 2nd Order
14 Stiffness Reduction Method	Tau-b Fixed
15 Add Notional load cases into seismic combos?	No
16 Beta Factor	1.3
17 BetaOmega Factor	1.6
18 Phi(Bending)	0.9

Item Description
This is either "SMF", "IMF", "OMF", "SCBF", "OCBF", "OCBFT", "EBF", or "BRBF". This item is used for ductility considerations in the design.

Explanation of Color Coding for Values
Blue: Default Value
Black: Not a Default Value
Red: Value that has changed during the current session

Set To Default Values
All Items Selected Items

Reset To Previous Values
All Items Selected Items

Ilustración 3.2. Preferencia de diseño de vigas secundarias y cubierta

Diseño de Elementos estructurales principales



Ilustración 3.2. Diseño de vigas principales

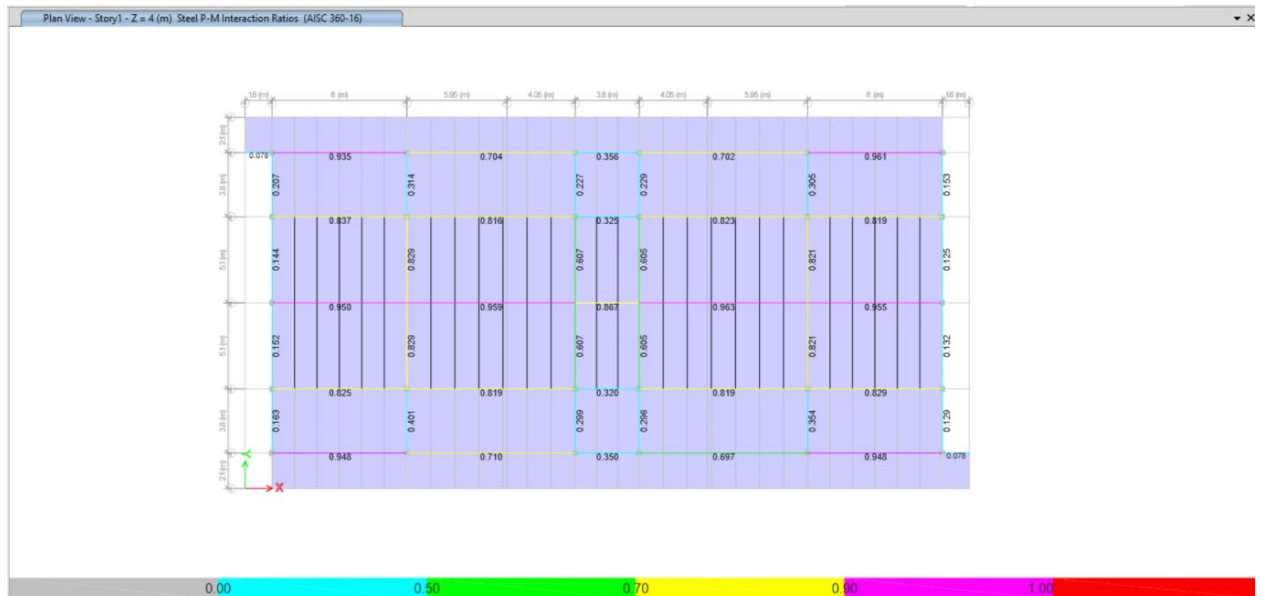


Ilustración 3.3 Relación de capacidad de vigas principales

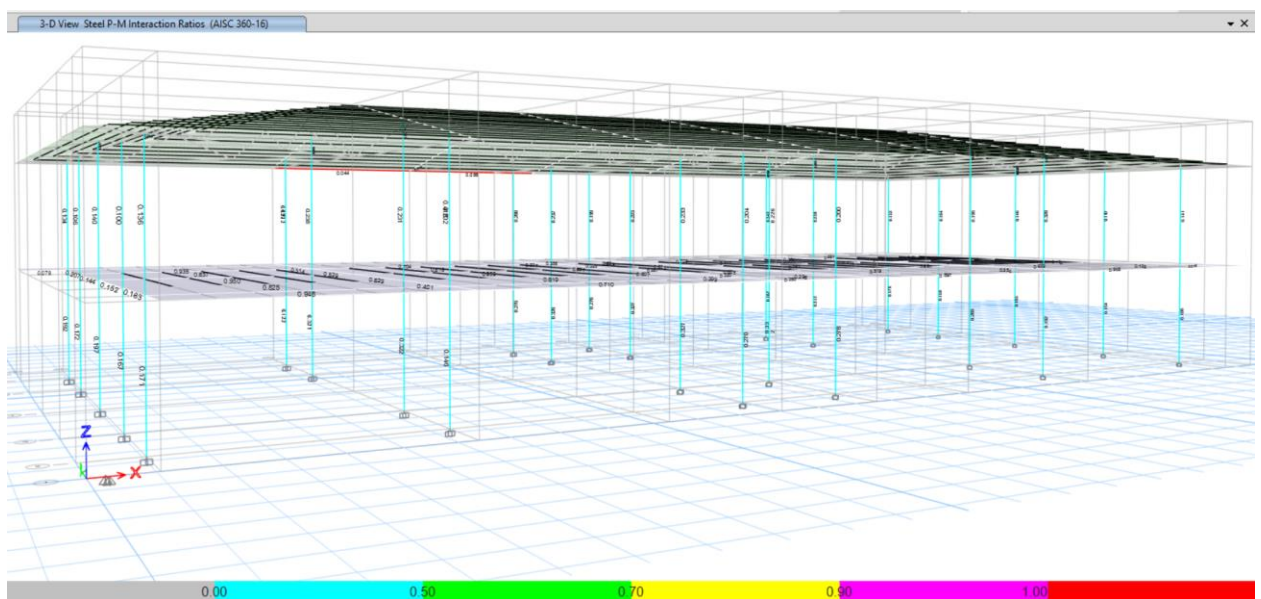


Ilustración 3.4 Relación de capacidad de columnas principales

Diseño de vigas secundarias y cubierta



Ilustración 3.5. Relación de capacidad de vigas secundarias

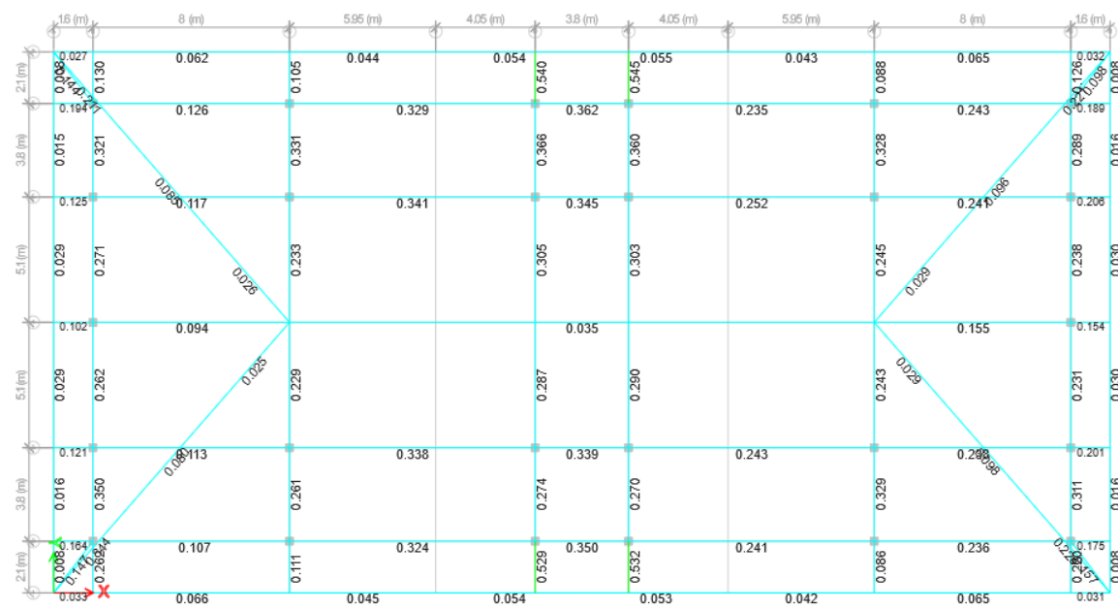


Ilustración 3.6. Relación de capacidad de cubierta

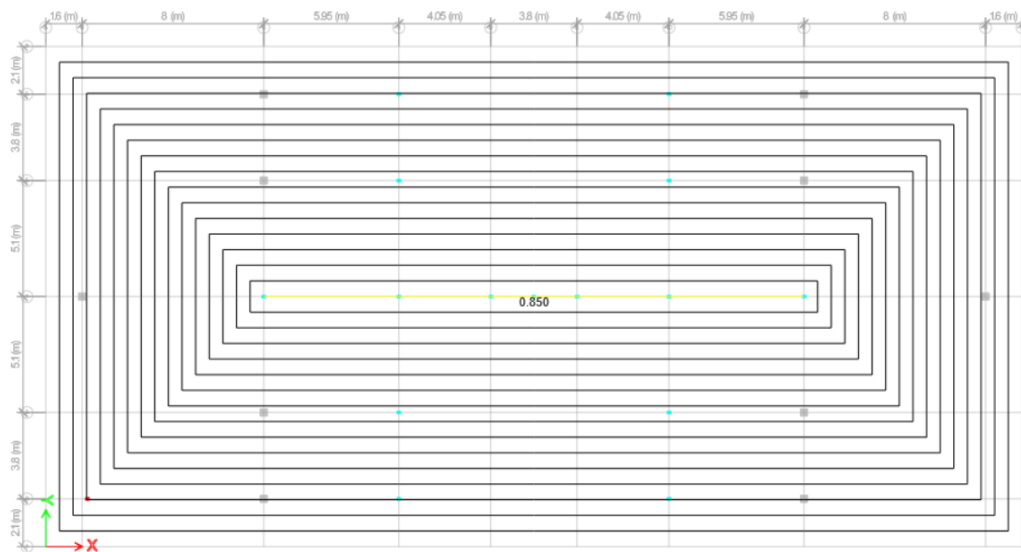


Ilustración 3.7. Relación de capacidad de cubierta

- **Periodos**

Según la NEC-15 el periodo calculado por el software de diseño no debe ser mayor al 30% del periodo cálculo por el método 1, el cual es $T_1 = 0.38$ seg y $T_2 = 0.47$ seg (software de diseño)

Mode Shape (Modal) - Mode 1 - Period 0.47498765970638

$$T_2 < 1.3 * T_1$$

$$0.475 \text{ seg} < 1.3 * 0.38 \text{ seg}$$

$$0.475 \text{ seg} < 0.494 \text{ seg} \text{ ok}$$

- **Análisis modal**

Se realizó un análisis modal de la estructura donde se obtuvo un comportamiento traslacional en los 2 primeros modos de vibración con una componente rotacional máxima del 10%.

Tabla 3.1. Análisis modal de la estructura

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	RZ
Modal	1	0.475	1	0	0	0
Modal	2	0.453	0	0.971	0	0.029
Modal	3	0.422	0	0.03	0	0.97

En la Tabla 3.1 se muestra que los 2 primeros modos de vibración son traslacionales y el tercero rotacional.

- **Masa Participativa**

Según la NEC-15, la masa participativa acumulada debe ser más del 90%, considerando todos los modos de análisis.

Tabla 3.2. Masa Participativa

File Edit **Format-Filter-Sort** Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None

Modal Participating Mass Ratios

	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
►	Modal	1	0.473	0.8977	1.743E-05	0	0.8977	1.743E-05
	Modal	2	0.45	1.222E-05	0.8626	0	0.8977	0.8626
	Modal	3	0.419	4.307E-05	0.0251	0	0.8977	0.8877
	Modal	4	0.172	0.0001	0.1114	0	0.8978	0.9991
	Modal	5	0.163	0.1022	0.0001	0	0.9999	0.9992
	Modal	6	0.152	0.0001	0.0008	0	1	1
	Modal	7	0.052	0	0	0	1	1
	Modal	8	0.052	0	5.37E-07	0	1	1
	Modal	9	0.052	0	0	0	1	1
	Modal	10	0.043	0	0	0	1	1
	Modal	11	0.014	0	5.363E-06	0	1	1
	Modal	12	0.012	0	0	0	1	1

- **Deriva de piso**

La deriva de inelástica de piso debe cumplir con la siguiente expresión:

$$\Delta = 0.75 * R * Deriva\ máx < 0.02$$

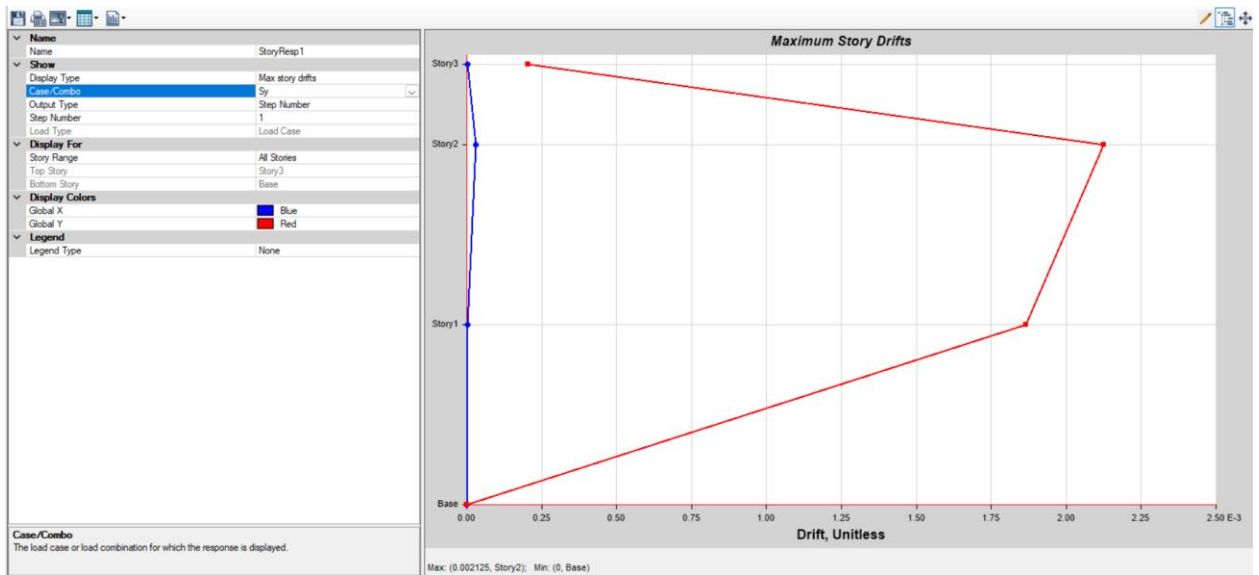


Ilustración 3.8 Deriva máxima en Y

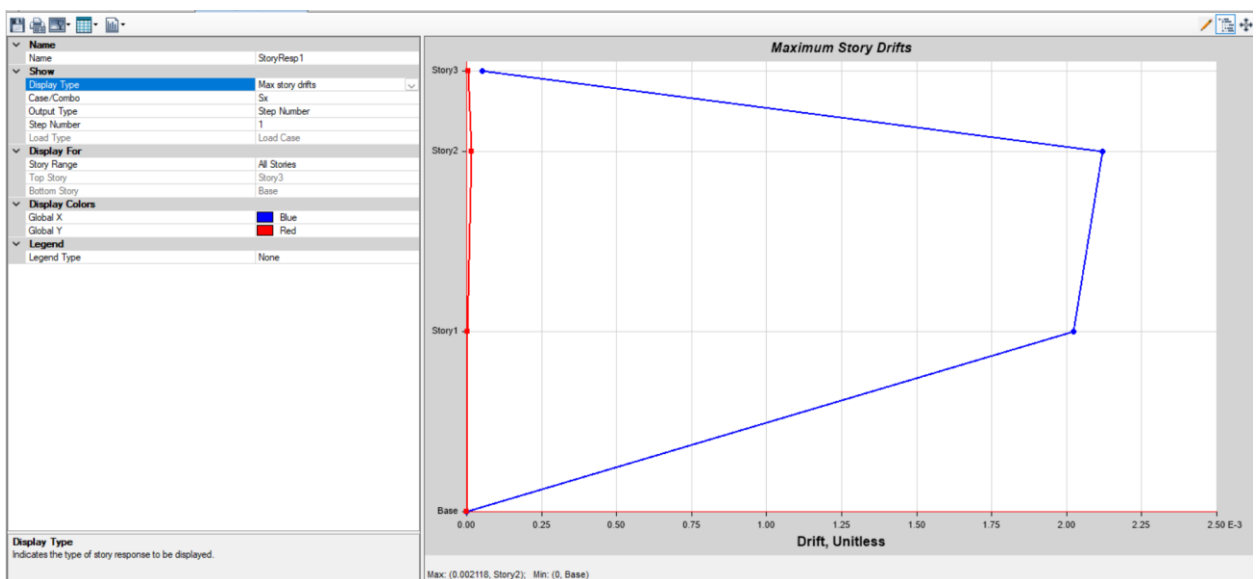


Ilustración 3.9. Deriva máxima en X

En las ilustraciones 3.8 y 3.9 se puede observar las derivas máximas de la edificación en el eje x y eje y.

Deriva inelástica en Y

$$0.75 * R * \text{Deriva máx} < 0.02$$

$$0.75 * 5 * 0.002125 < 2\%$$

$$0.797 \% < 2\% \text{ ok}$$

Deriva inelástica en X

$$0.75 * 5 * 0.002118 < 0.02$$

$$0.794 \% < 2\% \text{ ok}$$

- Desplazamientos máximos de la estructura

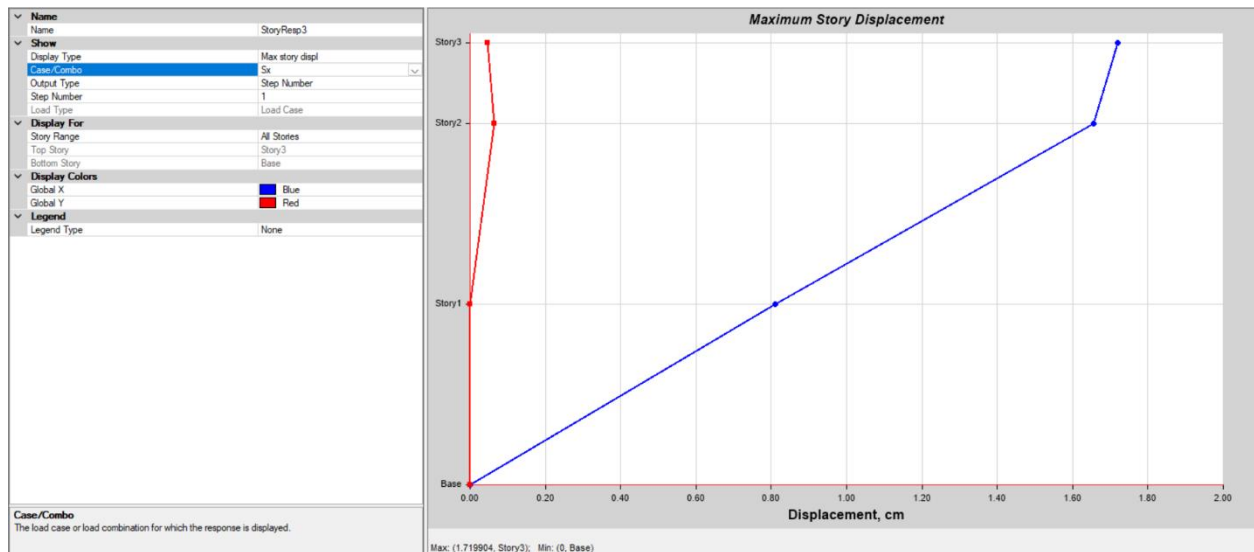


Ilustración 3.10. Desplazamiento máximo en X

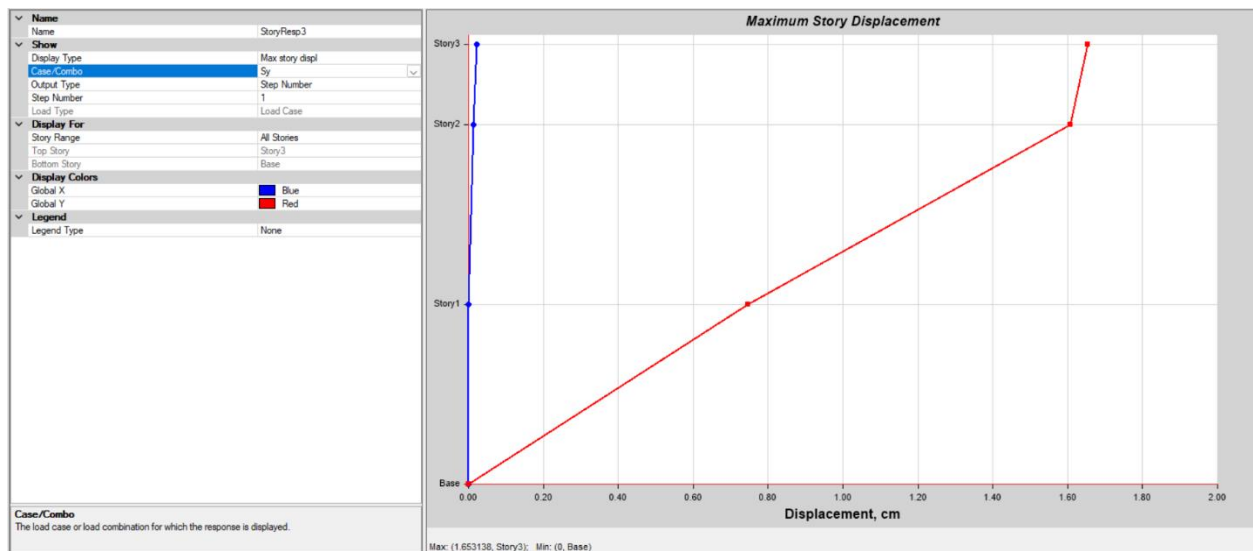


Ilustración 3.11. Desplazamiento máximo en Y

En la ilustración 3.10 y 3.11 se observa los desplazamientos máximos de la edificación. En el eje x de 1.72 cm mm y en el eje y de 1.65 cm

3.1.1.2 Verificación de resultados para muros de hormigón armado

- **Preferencias de Diseño**

Para el análisis de modelo de hormigón armado se considera la siguiente preferencia de diseño:

Concrete Frame Design Preferences for ACI 318-14

Item	Value
01 Design Code	ACI 318-14
02 Multi-Response Case Design	Step-by-Step - All
03 Number of Interaction Curves	24
04 Number of Interaction Points	11
05 Consider Minimum Eccentricity?	Yes
06 Design for B/C Capacity Ratio?	Yes
07 Ignore Beneficial Pu for Beam Design?	No
08 Seismic Design Category	D
09 Design System Omega0	2
10 Design System Rho	1
11 Design System Sds	0.5
12 Consider ICC-ES ESR-2107	No
13 Phi (Tension Controlled)	0.9
14 Phi (Compression Controlled Tied)	0.65
15 Phi (Compression Controlled Spiral)	0.75
16 Phi (Shear and/or Torsion)	0.75
17 Phi (Shear Seismic)	0.6
18 Phi (Joint Shear)	0.85

Item Description
The selected design code. Subsequent design is based on this selected code.

Explanation of Color Coding for Values
Blue: Default Value
Black: Not a Default Value
Red: Value that has changed during the current session

Set To Default Values: All Items, Selected Items
Reset To Previous Values: All Items, Selected Items

Ilustración 3.12 Preferencia de diseño de vigas y columnas principales

Para el análisis del muro:

Shear Wall Design Preferences for ACI 318-14

Item	Value
01 Design Code	ACI 318-14
02 Multi-Response Case Design	Step-by-Step - All
03 Rebar Material	A615Gr60
04 Rebar Shear Material	A615Gr60
05 Design System Rho	1
06 Design System Sds	0.5
07 Importance Factor	1
08 System Cd	5.5
09 Phi (Tension Controlled)	0.9
10 Phi (Compression Controlled)	0.65
11 Phi (Shear and/or Torsion)	0.75
12 Phi (Shear Seismic)	0.6
13 Pmax Factor	0.8
14 Number of Curves	24
15 Number of Points	11
16 Edge Design PT-Max	0.06
17 Edge Design PC-Max	0.04
18 Section Design IP-Max	0.04

Item Description
The selected design code. Subsequent design is based on this selected code.

Explanation of Color Coding for Values
Blue: Default Value
Black: Not a Default Value
Red: Value that has changed during the current session

Set To Default Values: All Items, Selected Items
Reset To Previous Values: All Items, Selected Items

Ilustración 3.13 Preferencia de diseño del muro

Plan View - Story1 - Z = 4 (m) Longitudinal Reinforcing (ACI 318-14)



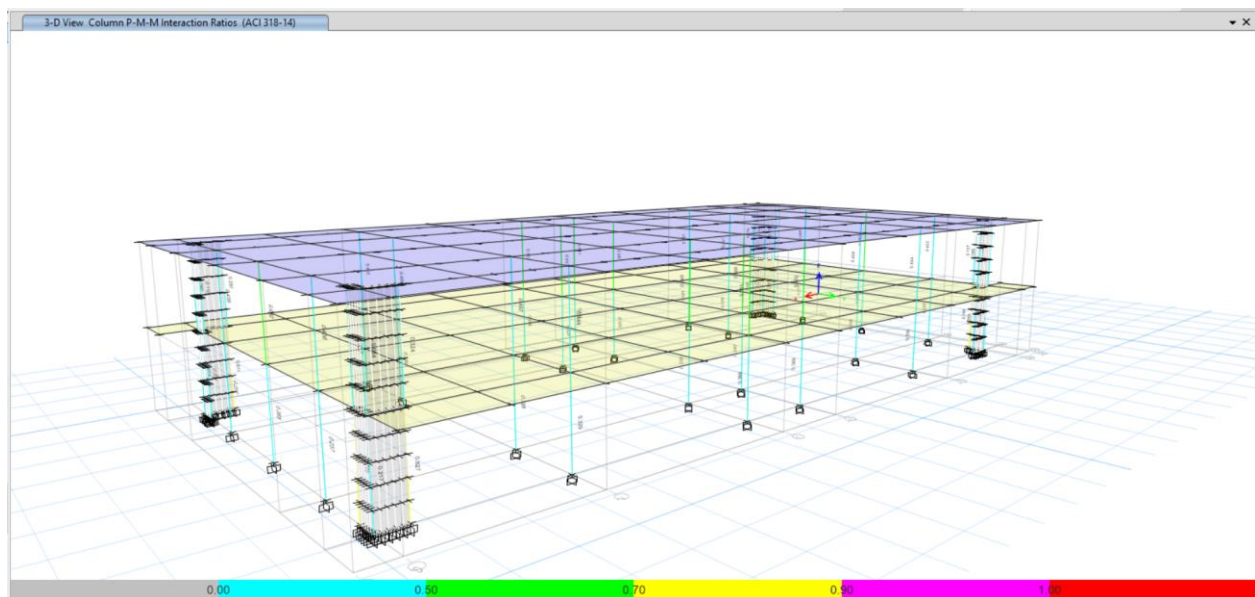
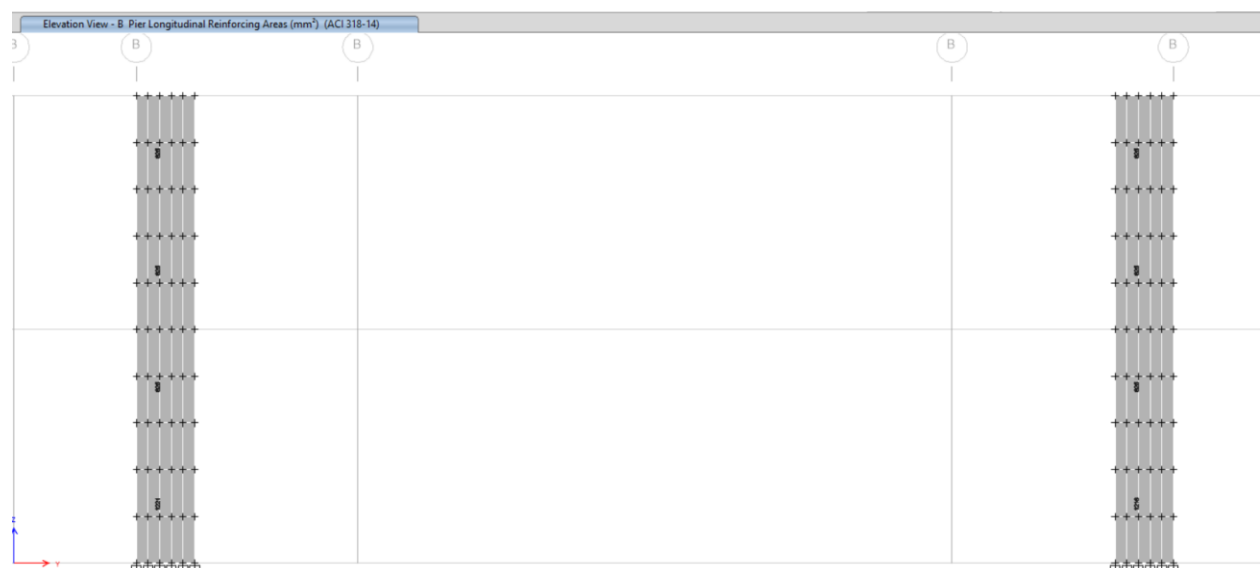


Ilustración 3.15 Relación de capacidad de columnas principales

Diseño del muro

A continuación, se presenta el diseño de muros, el detalle de cada uno se encuentra en el Anexo B.



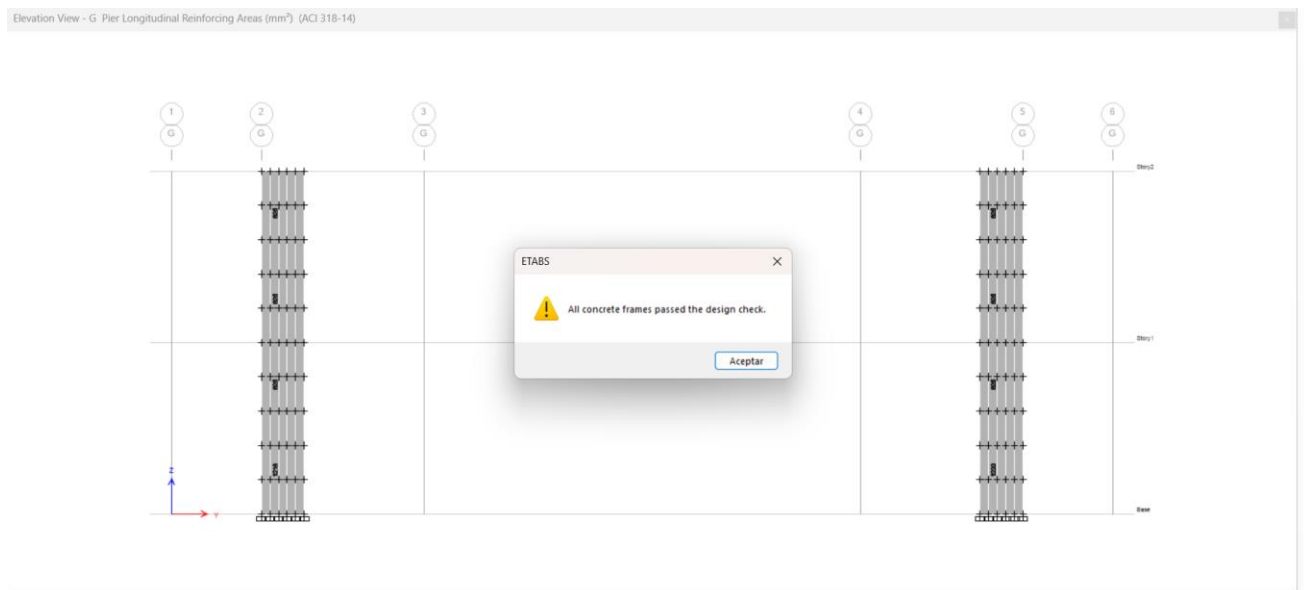


Ilustración 3.16. Diseño del muro

- **Periodos**

Según la NEC-15 el periodo calculado por el software de diseño no debe ser mayor al 30% del periodo cálculo por el método 1, el cual es $T_1 = 0.26$ seg y $T_2 = 0.32$ seg (software de diseño)

3-D View Mode Shape (Modal) - Mode 1 - Period 0.321635207010264

$$T_2 < 1.3 * T_1$$

$$0.32 \text{ seg} < 1.3 * 0.26 \text{ seg}$$

$$0.32 \text{ seg} < 0.338 \text{ seg} \text{ ok}$$

- **Análisis modal**

Se realizó un análisis modal de la estructura donde se obtuvo un comportamiento traslacional en los 2 primeros modos de vibración con una componente rotacional máxima del 10%.

Tabla 3.3 .Análisis modal de la estructura

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	RZ
Modal	1	0.322	0	1	0	0
Modal	2	0.307	1	0	0	0
Modal	3	0.227	0	0	0	1

En la Tabla 3.1 se muestra que los 2 primeros modos de vibración son traslacionales y el tercero rotacional.

- **Masa Participativa**

Según la NEC-15 , al masa participativa acumulada debe ser más del 90%, considerando todos los modos de análisis.

Tabla 3.4. Masa Participativa

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
Modal	1	0.322	0	0.848	0	0	0.848
Modal	2	0.307	0.8249	0	0	0.8249	0.848
Modal	3	0.227	0	0	0	0.8249	0.848
Modal	4	0.105	3.281E-06	0.1381	0	0.8249	0.9861
Modal	5	0.091	0.1717	2.293E-06	0	0.9966	0.9861
Modal	6	0.068	0	0	0	0.9966	0.9861
Modal	7	0.062	0	0.0015	0	0.9966	0.9876
Modal	8	0.048	0	0	0	0.9966	0.9876
Modal	9	0.045	9.98E-07	0.0103	0	0.9966	0.9979
Modal	10	0.041	0	0	0	0.9966	0.9979
Modal	11	0.035	0	0	0	0.9966	0.9979
Modal	12	0.033	0	0	0	0.9966	0.9979

- **Deriva de piso**

La deriva de inelástica de piso debe cumplir con la siguiente expresión:

$$\Delta = 0.75 * R * Deriva \text{ máx} < 0.02$$

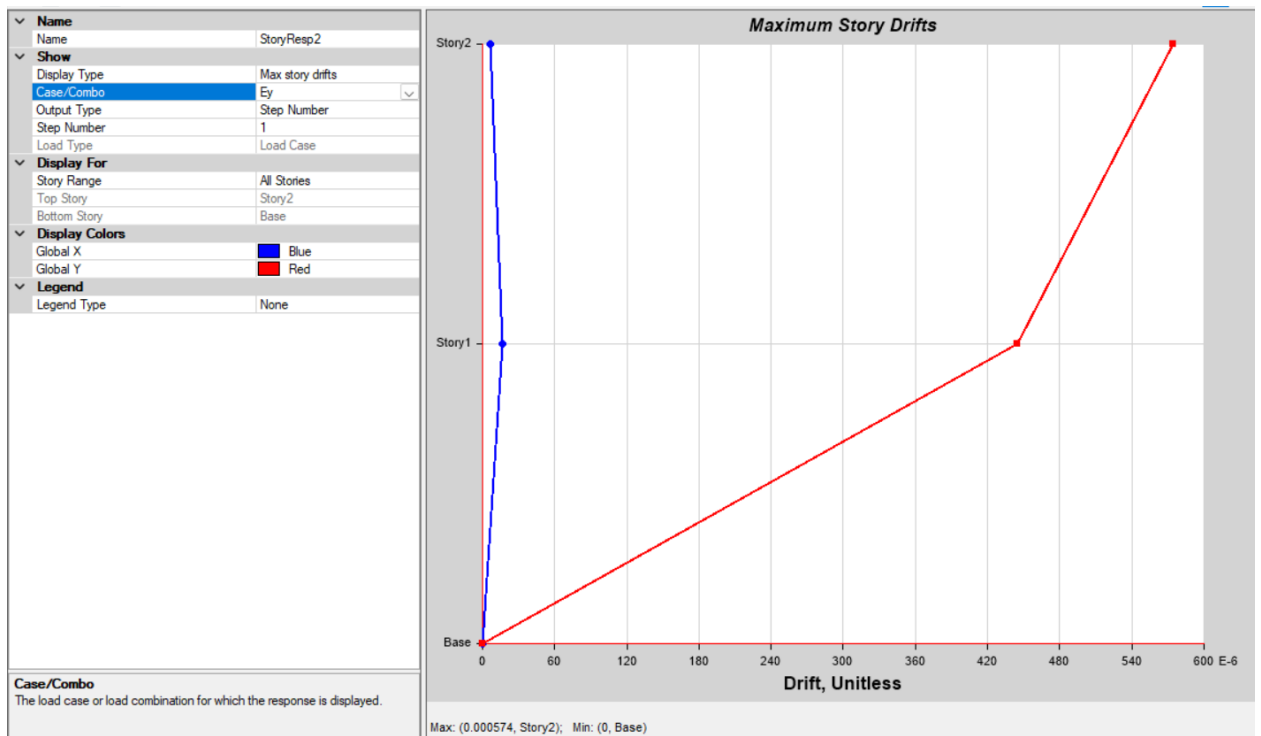


Ilustración 3.17 Deriva máxima en Y

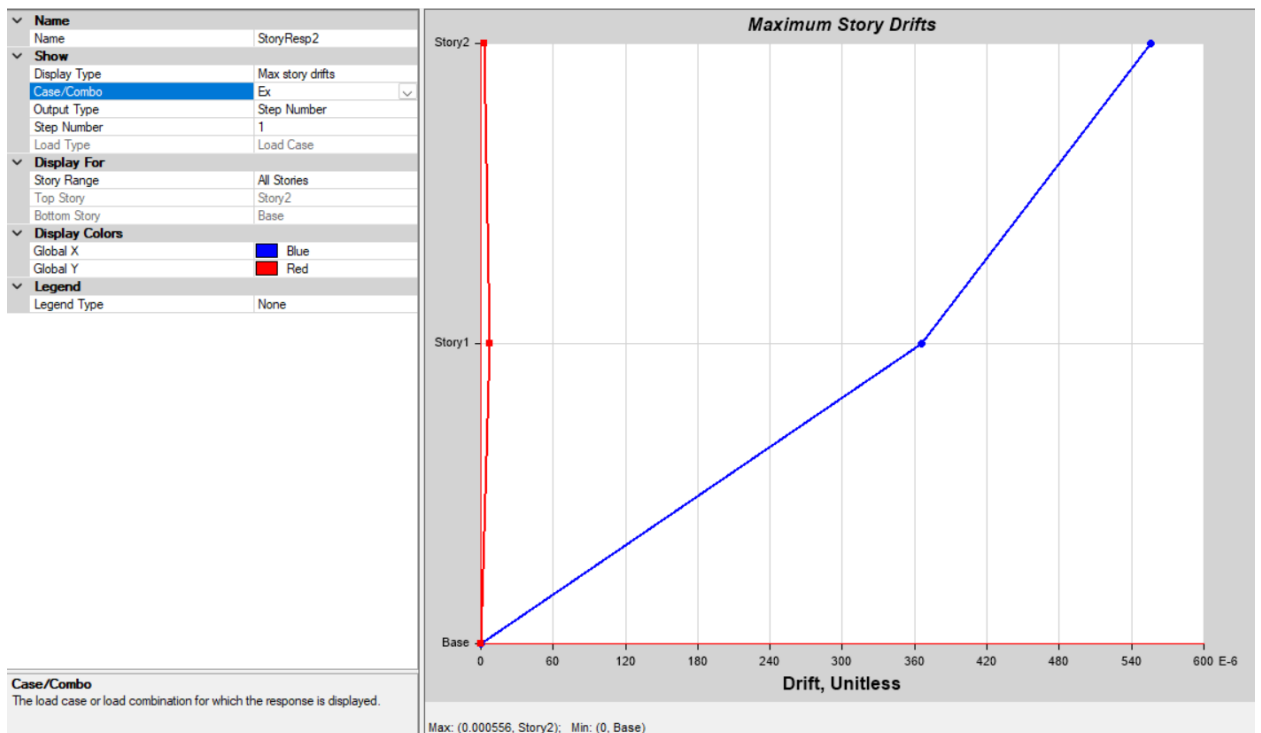


Ilustración 3.18. Deriva máxima en X

En las ilustraciones 3.16 y 3.17 se puede observar las derivas máximas de la edificación en el eje x y eje y.

Deriva inelástica en Y

$$0.75 * R * \text{Deriva máx} < 0.02$$

$$0.75 * 8 * 0.000574 < 2\%$$

$$0.35 \% < 2\% \text{ ok}$$

Deriva inelástica en X

$$0.75 * 8 * 0.000556 < 0.02$$

$$0.33 \% < 2\% \text{ ok}$$

- Desplazamientos máximos de la estructura

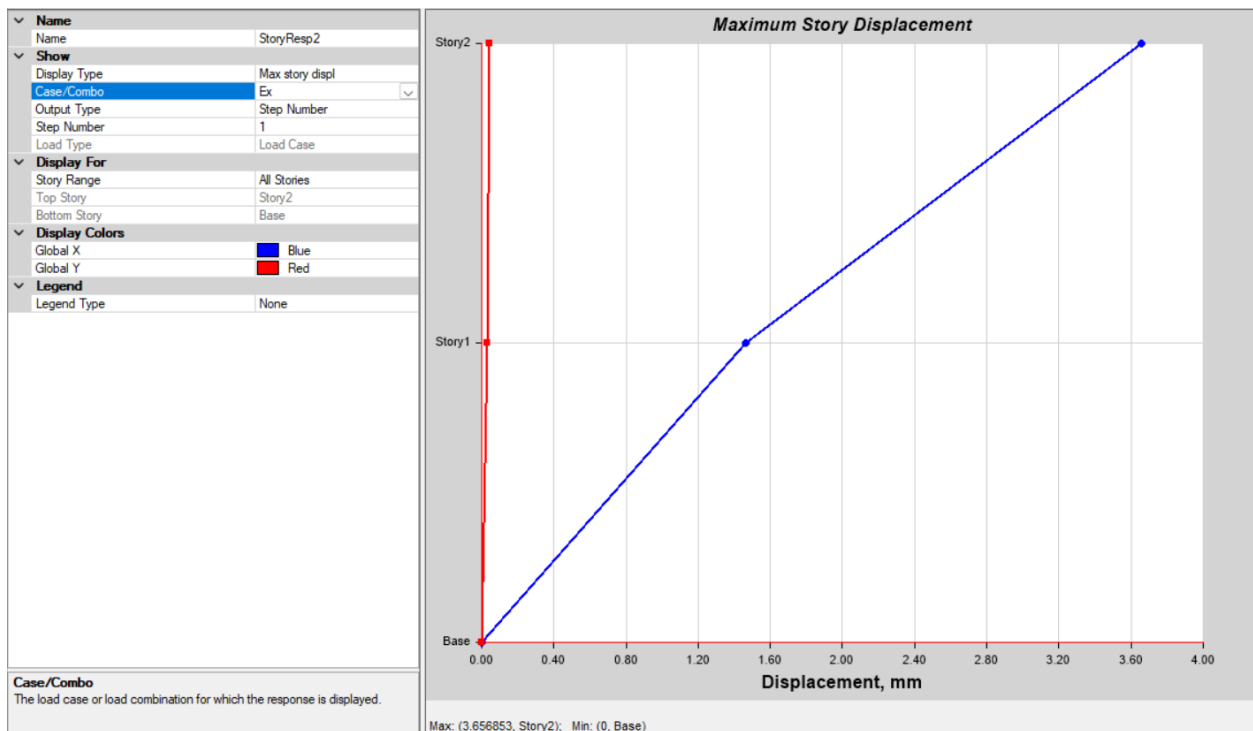


Ilustración 3.19. Desplazamiento máximo en X

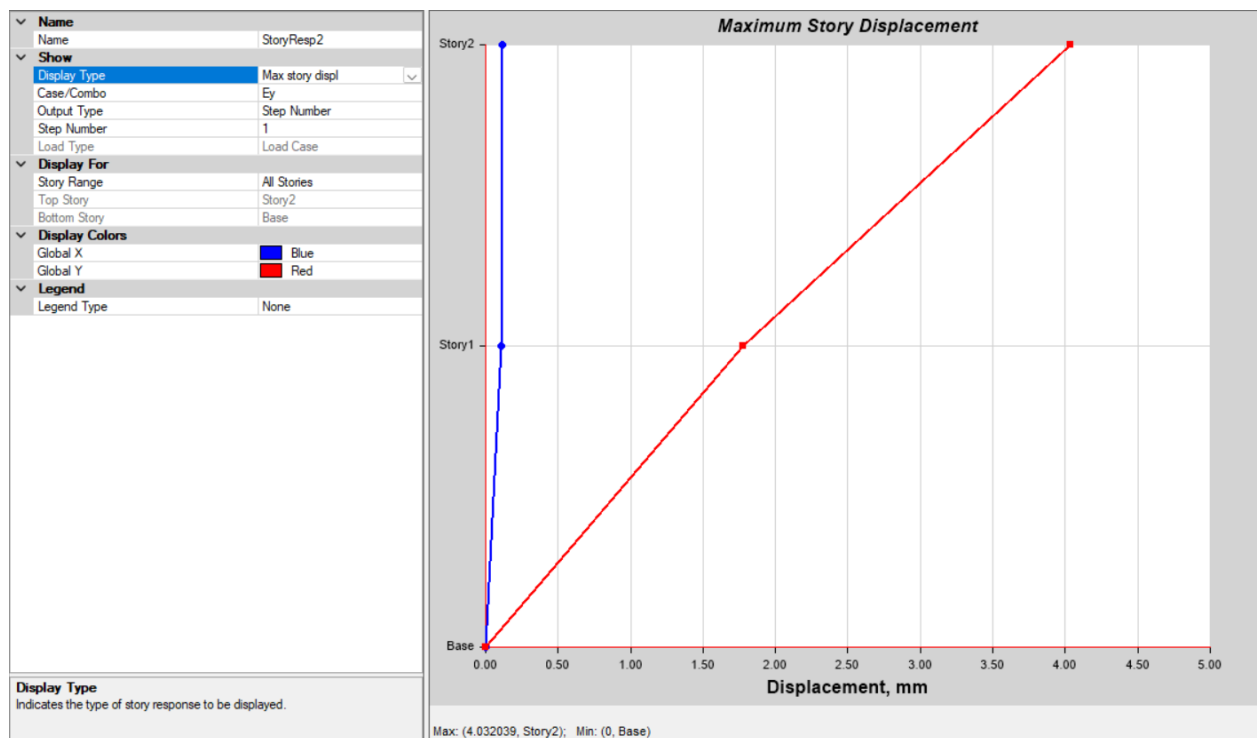


Ilustración 3.20. Desplazamiento máximo en Y

En la ilustración 3.18 y 3.19 se observa los desplazamientos máximos de la edificación. En el eje x de 3.7 mm y en el eje y de 4.03 mm

3.1.1.3 Verificación de resultados para sistema estructural mixto

- **Preferencias de Diseño**

Para el análisis de vigas y columnas se diseña por IMF pórticos intermedios a momento

	Item	Value
01	Design Code	AISC 360-16
02	Multi-Response Case Design	Step-by-Step - All
03	Framing Type	IMF
04	Seismic Design Category	D
05	Importance Factor	1
06	Design System Rho	1
07	Design System Sds	0.5
08	Design System R	5
09	Design System Omega0	3
10	Design System Cd	5.5
11	Design Provision	LRFD
12	Analysis Method	Direct Analysis
13	Second Order Method	General 2nd Order
14	Stiffness Reduction Method	Tau-b Fixed
15	Add Notional load cases into seismic combos?	No
16	Beta Factor	1.3
17	BetaOmega Factor	1.6
18	Phi(Bending)	0.9

Item Description
The selected design code. Subsequent design is based on this selected code.

Explanation of Color Coding for Values
Blue: Default Value
Black: Not a Default Value
Red: Value that has changed during the current session

Set To Default Values: All Items, Selected Items
Reset To Previous Values: All Items, Selected Items

Ilustración 3.21 Preferencia de diseño de vigas y columnas principales

Para el análisis de vigas secundarios y cubierta se diseña por OMF pórticos de momento ordinario.

	Item	Value
01	Design Code	AISC 360-16
02	Multi-Response Case Design	Step-by-Step - All
03	Framing Type	OMF
04	Seismic Design Category	D
05	Importance Factor	1
06	Design System Rho	1
07	Design System Sds	0.5
08	Design System R	8
09	Design System Omega0	3
10	Design System Cd	5.5
11	Design Provision	LRFD
12	Analysis Method	Direct Analysis
13	Second Order Method	General 2nd Order
14	Stiffness Reduction Method	Tau-b Fixed
15	Add Notional load cases into seismic combos?	No
16	Beta Factor	1.3
17	BetaOmega Factor	1.6
18	Phi(Bending)	0.9

Item Description
This is either "SMF", "IMF", "OMF", "SCBF", "OCBF", "OCBFF", "EBF", or "BRBF". This item is used for ductility considerations in the design.

Explanation of Color Coding for Values
Blue: Default Value
Black: Not a Default Value
Red: Value that has changed during the current session

Set To Default Values: All Items, Selected Items
Reset To Previous Values: All Items, Selected Items

Ilustración 3.22. Preferencia de diseño de vigas secundarias y cubierta

Shear Wall Design Preferences for ACI 318-19

Item	Value
01 Design Code	ACI 318-19
02 Multi-Response Case Design	Step-by-Step - All
03 Rebar Material	Rebar
04 Rebar Shear Material	Rebar
05 Design System Rho	1
06 Design System Sds	0.5
07 Importance Factor	1
08 System Cd	5.5
09 Wall Ductility Type	Special Structural Wall
10 Phi (Tension Controlled)	0.9
11 Phi (Compression Controlled)	0.65
12 Phi (Shear and/or Torsion)	0.75
13 Phi (Shear Seismic)	0.6
14 Pmax Factor	0.8
15 Number of Curves	24
16 Number of Points	11
17 Edge Design PT-Max	0.06
18 Edge Design PC-Max	0.04

Item Description
The selected design code. Subsequent design is based on this selected code.

Explanation of Color Coding for Values
Blue: Default Value
Black: Not a Default Value
Red: Value that has changed during the current session

Set To Default Values: All Items, Selected Items
 Reset To Previous Values: All Items, Selected Items

OK Cancel

Ilustración 3.23. Preferencia de diseño muro

Diseño de Elementos estructurales principales

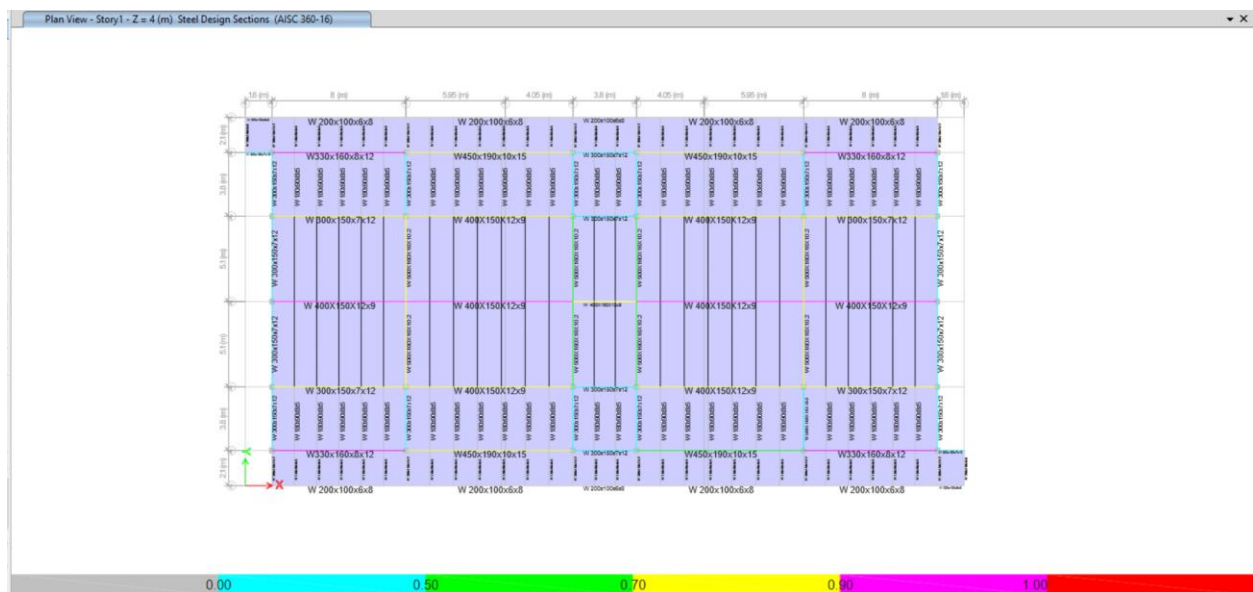


Ilustración 3.24. Diseño de vigas principales

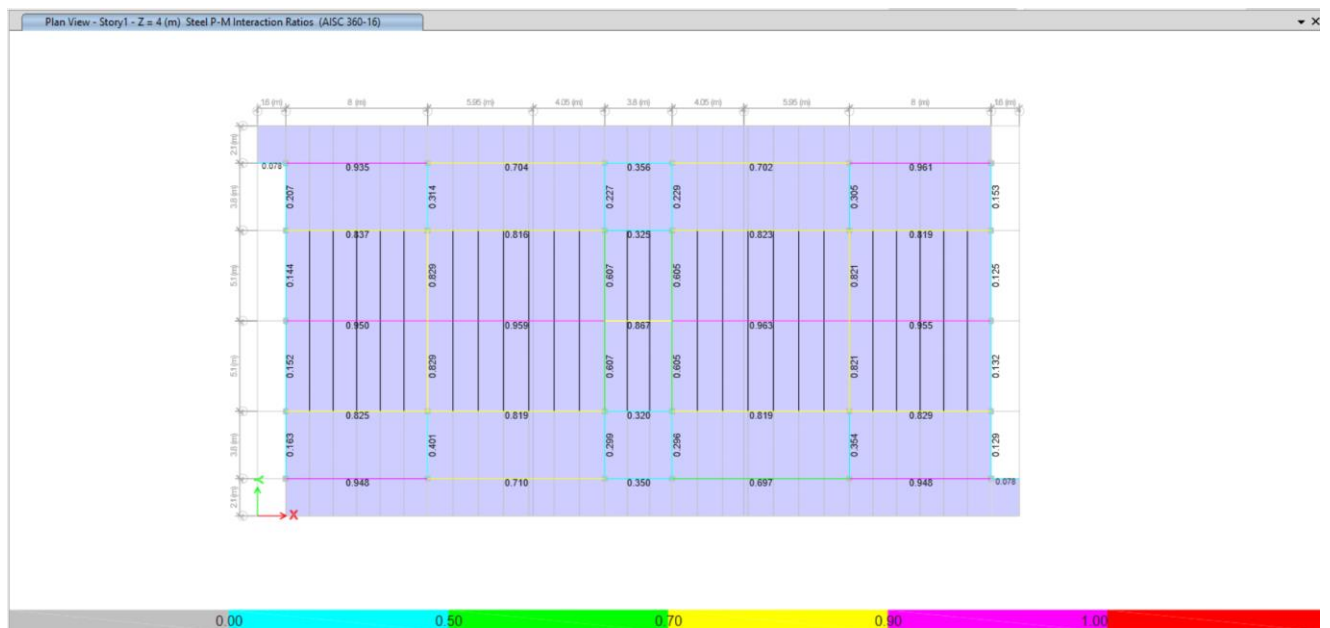


Ilustración 3.25 Relación de capacidad de vigas principales

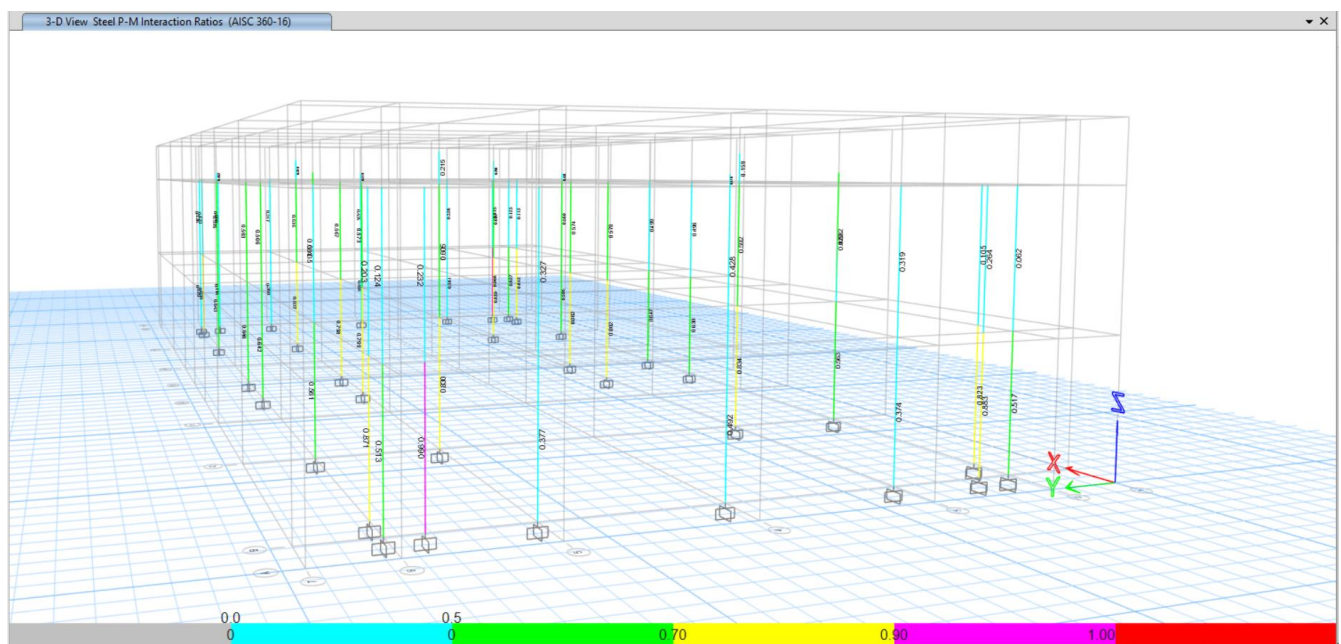


Ilustración 3.26 Relación de capacidad de columnas principales

Diseño de vigas secundarias y cubierta



Ilustración 3.27. Relación de capacidad de vigas secundarias

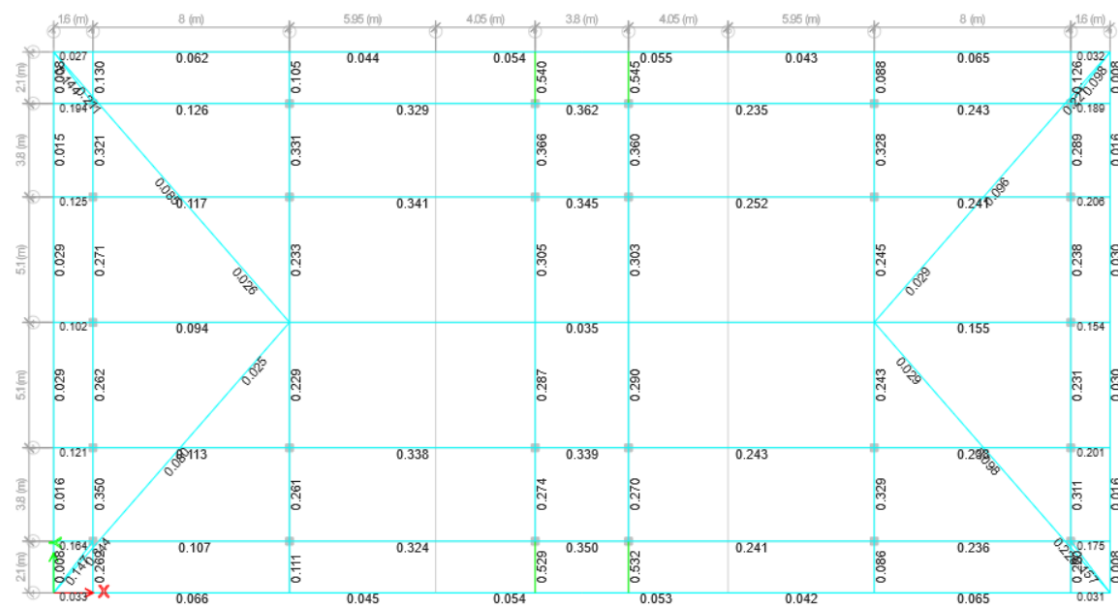


Ilustración 3.28. Relación de capacidad de cubierta

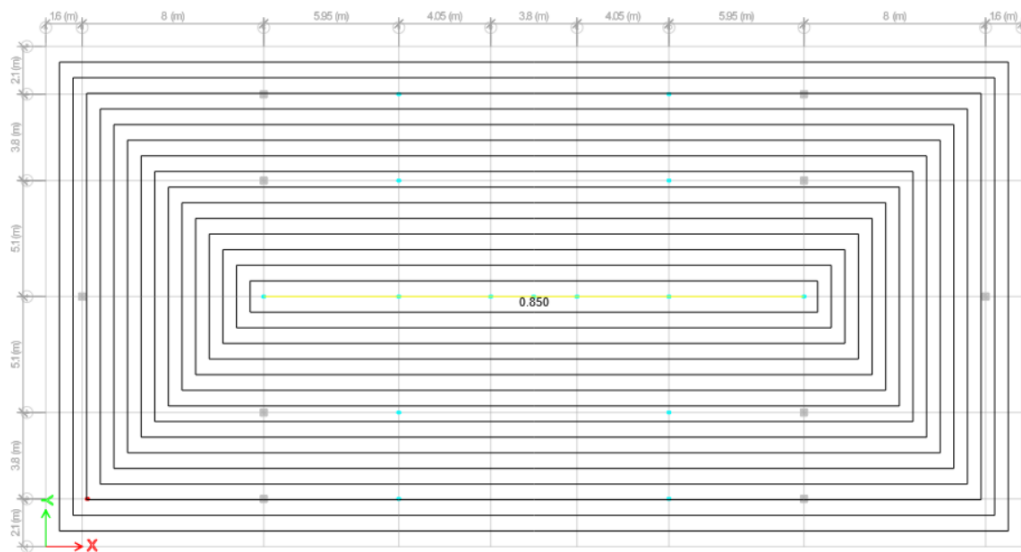


Ilustración 3.29. Relación de capacidad de cubierta

3-D View Pier D/C Ratios (ACI 318-19)

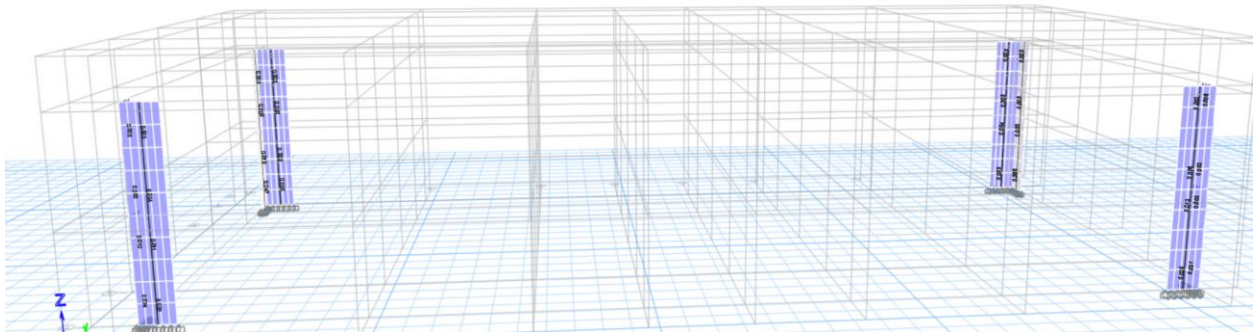


Ilustración 3.30. Relación de capacidad muro

- **Periodos**

Según la NEC-15 el periodo calculado por el software de diseño no debe ser mayor al 30% del periodo cálculo por el método 1, el cual es $T_1 = 0.38$ seg y $T_2 = 0.42$ seg (software de diseño)

3-D View Mode Shape (Modal) - Mode 1 - Period 0.423725756806399

$$T_2 < 1.3 * T_1$$

$$0.42 \text{ seg} < 1.3 * 0.35 \text{ seg}$$

$$0.42 \text{ seg} < 0.45 \text{ seg} \text{ ok}$$

- **Análisis modal**

Se realizó un análisis modal de la estructura donde se obtuvo un comportamiento traslacional en los 2 primeros modos de vibración con una componente rotacional máxima del 10%.

Tabla 3.5. Análisis modal de la estructura

	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	RZ
▶	Modal	1	0.424	0.012	0.983	0	0.005
	Modal	2	0.343	0.978	0.014	0	0.007
	Modal	3	0.276	0.033	0.012	0	0.956

En la Tabla 3.3 se muestra que los 2 primeros modos de vibración son traslacionales y el tercero rotacional.

- **Masa Participativa**

Según la NEC-15, la masa participativa acumulada debe ser más del 90%, considerando todos los modos de análisis.

Tabla 3.6. Masa Participativa

	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
▶	Modal	1	0.424	0.0095	0.7942	0	0.0095	0.7942
	Modal	2	0.343	0.7908	0.0119	0	0.8003	0.8061
	Modal	3	0.276	0.0136	0.0049	0	0.8139	0.8109
	Modal	4	0.142	0.0009	0.1864	0	0.8148	0.9974
	Modal	5	0.11	0.1843	0.0008	0	0.9991	0.9982
	Modal	6	0.088	0.0008	0.0015	0	0.9998	0.9997
	Modal	7	0.077	9.371E-06	0	0	0.9998	0.9997
	Modal	8	0.074	5.732E-07	0.0002	0	0.9998	0.9999
	Modal	9	0.071	1.106E-05	0	0	0.9998	0.9999
	Modal	10	0.06	5.481E-06	4.743E-05	0	0.9999	1
	Modal	11	0.057	0	0	0	0.9999	1
	Modal	12	0.057	0	7.71E-06	0	0.9999	1

- **Deriva de piso**

La deriva de inelástica de piso debe cumplir con la siguiente expresión:

$$\Delta = 0.75 * R * \text{Deriva máx} < 0.02$$

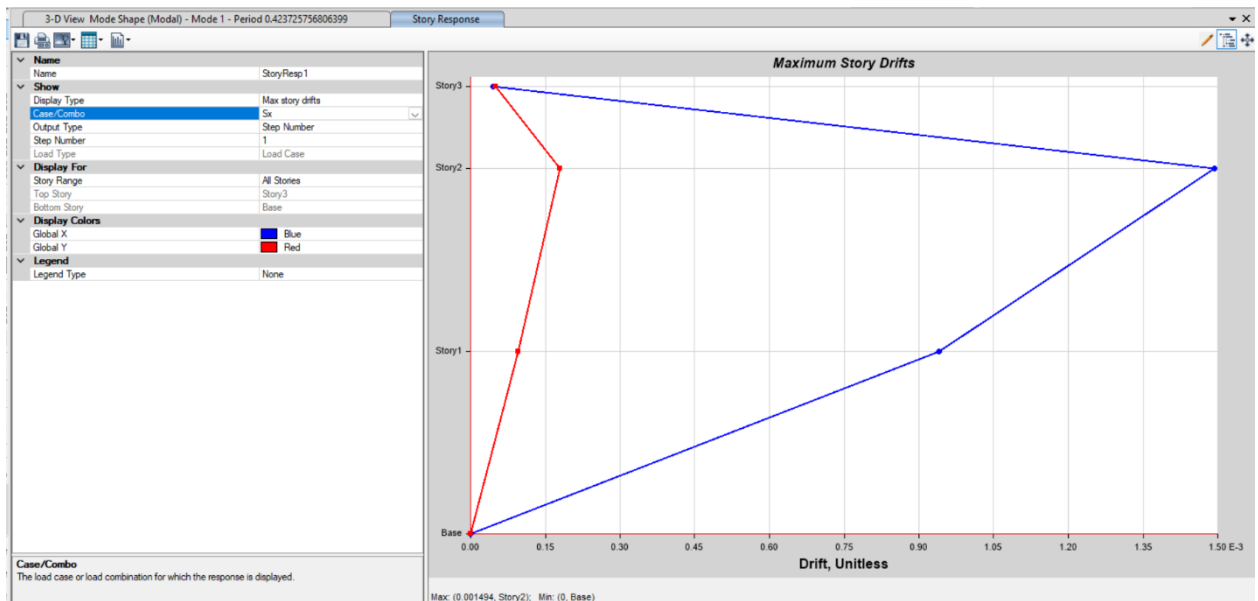


Ilustración 3.31 Deriva máxima en Y

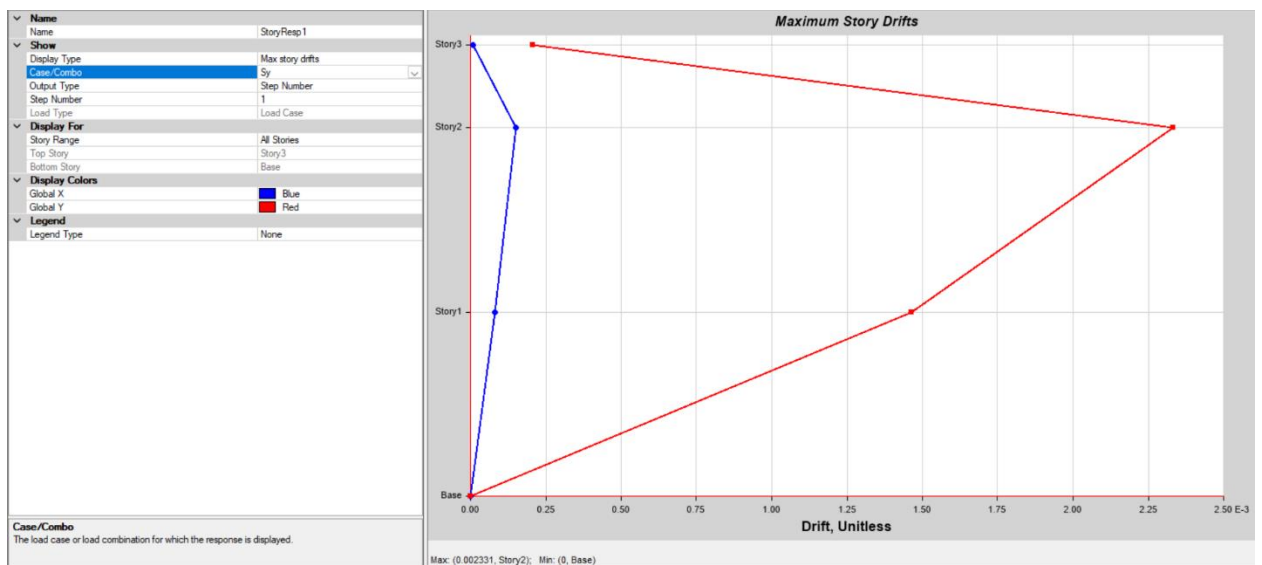


Ilustración 3.32. Deriva máxima en X

En las ilustraciones 3.30 y 3.31 se puede observar las derivas máximas de la edificación en el eje x y eje y.

Deriva inelástica en Y

$$0.75 * R * \text{Deriva máx} < 0.02$$

$$0.75 * 5 * 0.0023 < 2\%$$

$$0.86\% < 2\% \text{ ok}$$

Deriva inelástica en X

$$0.75 * 5 * 0.001494 < 0.02$$

$$0.56\% < 2\% \text{ ok}$$

• Desplazamientos máximos de la estructura

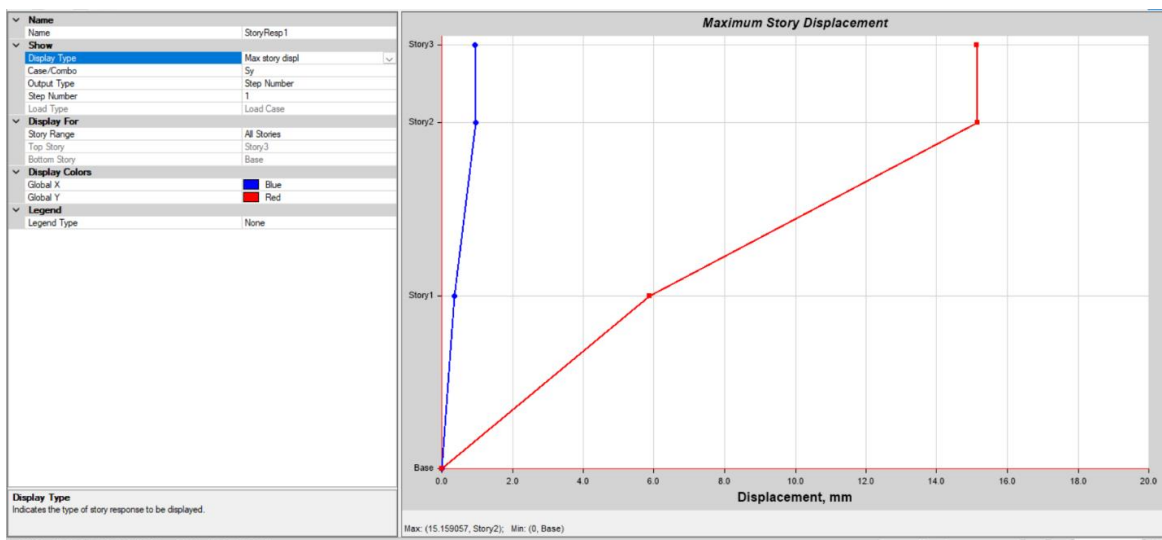


Ilustración 3.33. Desplazamiento máximo en X

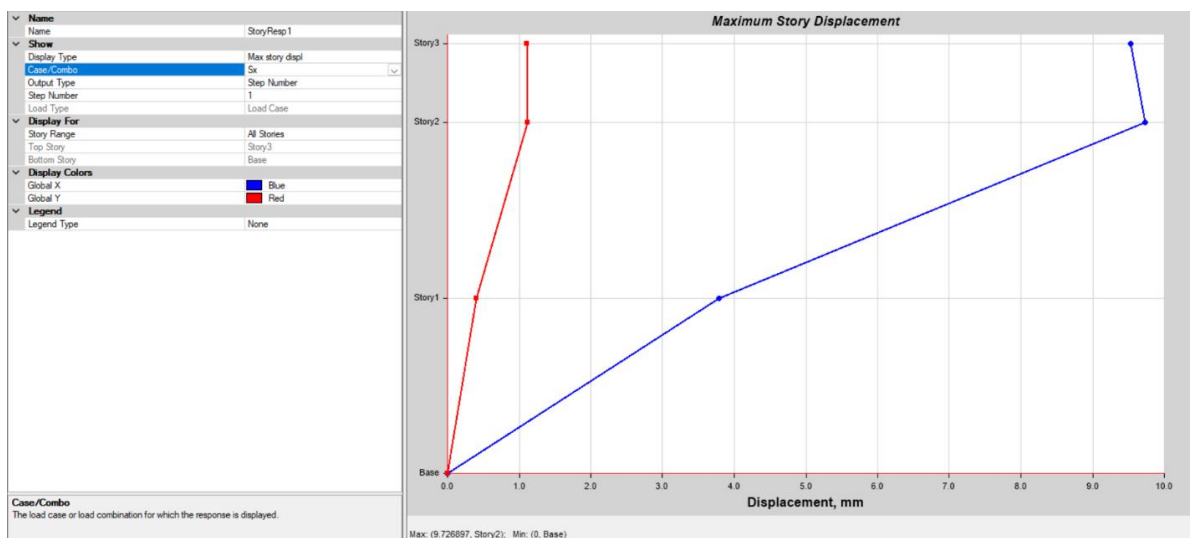


Ilustración 3.34. Desplazamiento máximo en Y

En la ilustración 3.32 y 3.33 se observa los desplazamientos máximos de la edificación. En el eje x de 9.73 mm y en el eje y de 15.16 mm

3.1.2 Fuerzas de elementos críticos

Se analiza las fuerzas de elementos críticos en la zona donde está la luz de 10 m, por lo cual en este apartado se muestra las fuerzas axiales y momentos de elementos críticos. Las fuerzas de todos los elementos se pueden observar en el ANEXO D.

- **Sistema Estructural Pórticos de Acero**

Columna 30x30 mm

Fuerza Axial de la columna crítica 57.17 tonf

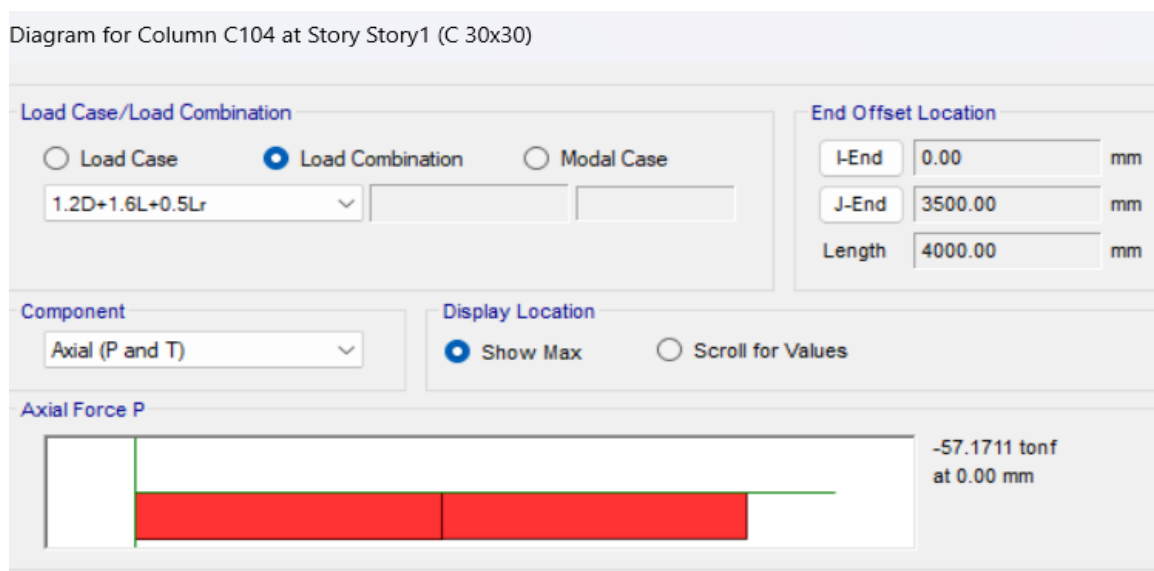


Ilustración 3.35. Fuerza axial columna crítica de pórticos de acero

Cortante y Momento para la columna crítica

Se tiene un cortante de 7.5 tonf y un momento de 16.61 tonf-m

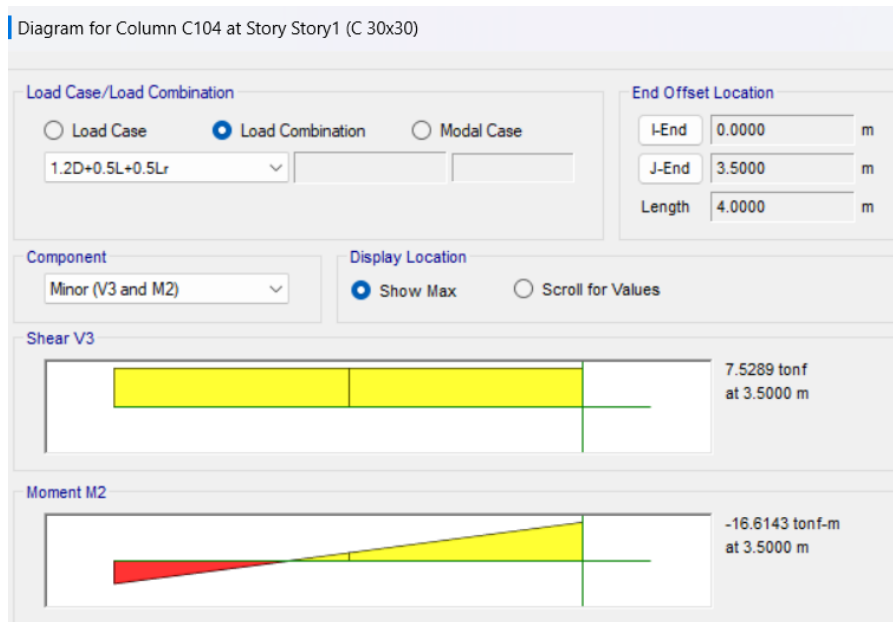


Ilustración 3.36. Cortante y momento de la columna crítica de pórticos de acero

Viga W400X150X12X9 mm

Se tiene un cortante de 4.52 tonf , un momento para la viga crítica de 10.18 tonf.m y una deflexión de 2.7 cm

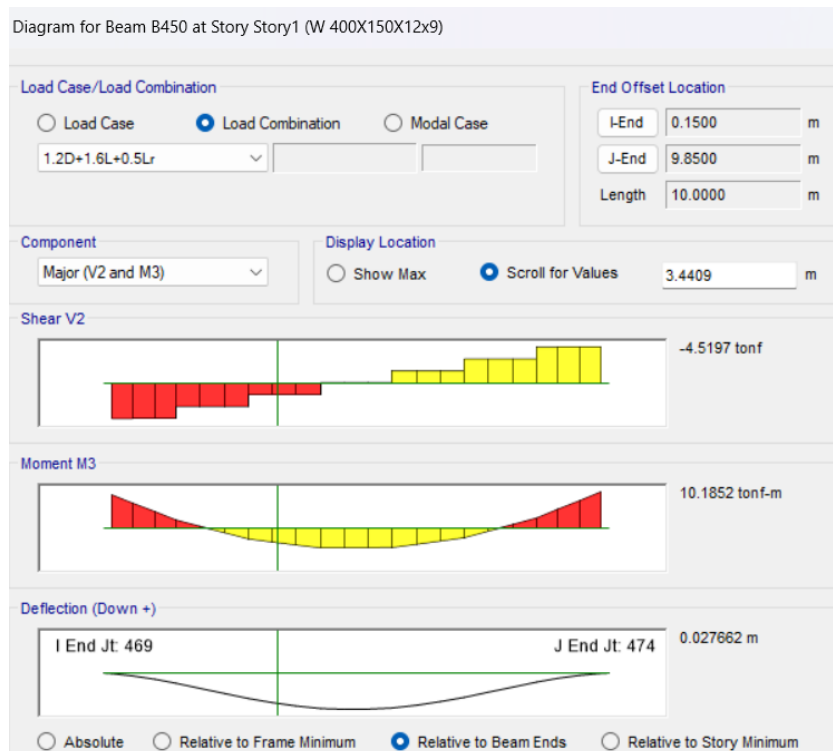


Ilustración 3.37. Cortante y momento de la viga crítica de pórticos de acero

- **Sistema Estructural de Muros de Hormigón Armado**

Columna 70x50 mm

Fuerza Axial de la columna crítica de 117,67 tonf

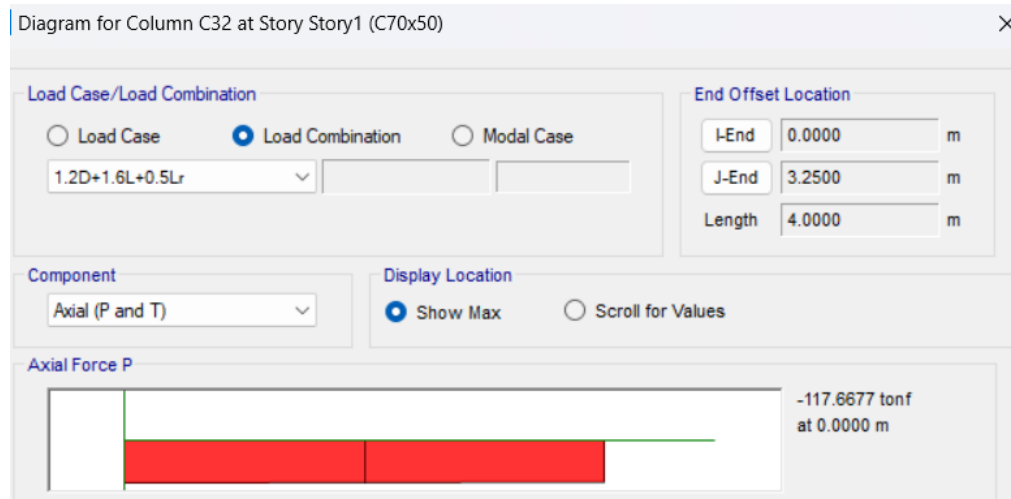


Ilustración 3.38. Fuerza axial de la columna crítica de hormigón armado

Se tiene un cortante de 8.05 tonf, un momento para la columna crítica de 15.8 tonf.m .

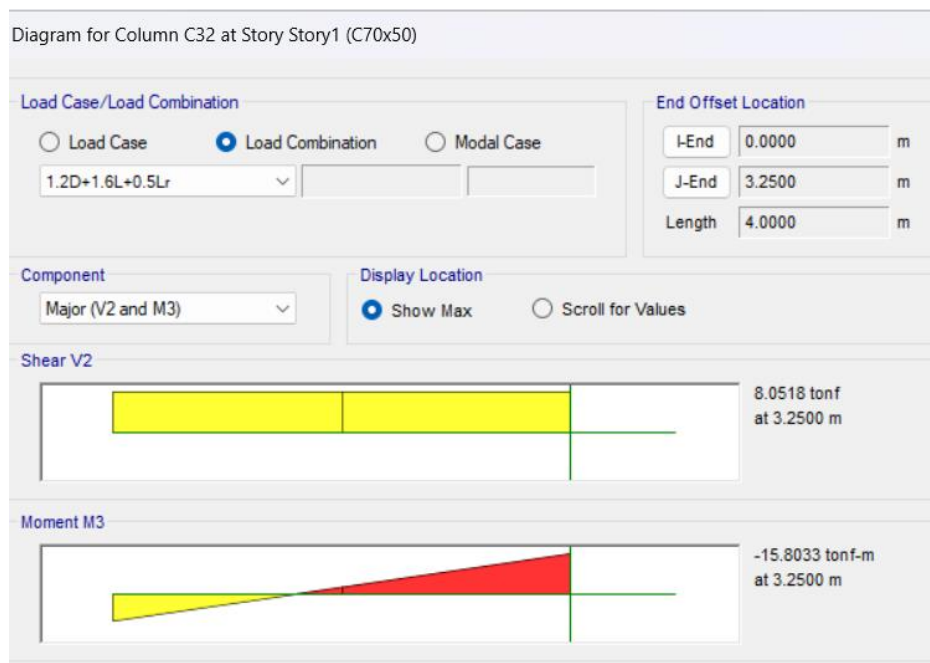


Ilustración 3.39. Cortante y momento de la columna crítica de hormigón armado

Viga 45X75 mm

Se tiene un cortante de 20.78 tonf , un momento para la viga crítica de 32.94 tonf.m y una deflexión de 0.89 cm

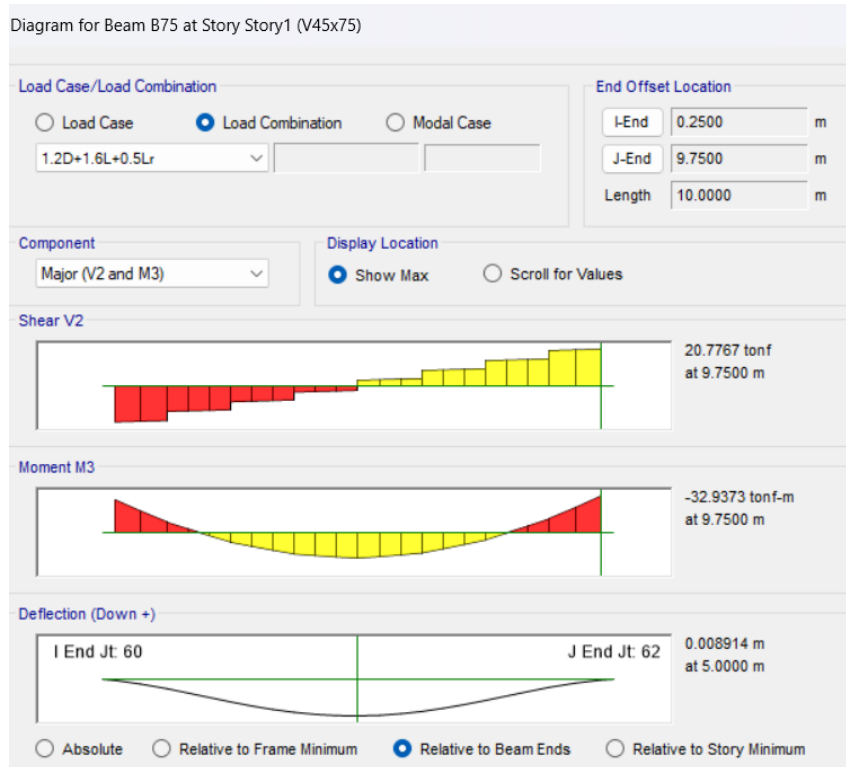


Ilustración 3.40. Cortante y momento de la viga crítica de hormigón armado

- Sistema Estructural Mixto

Columna 20 x 20 mm

Se tiene una fuerza Axial de la columna crítica de 58.85 tonf

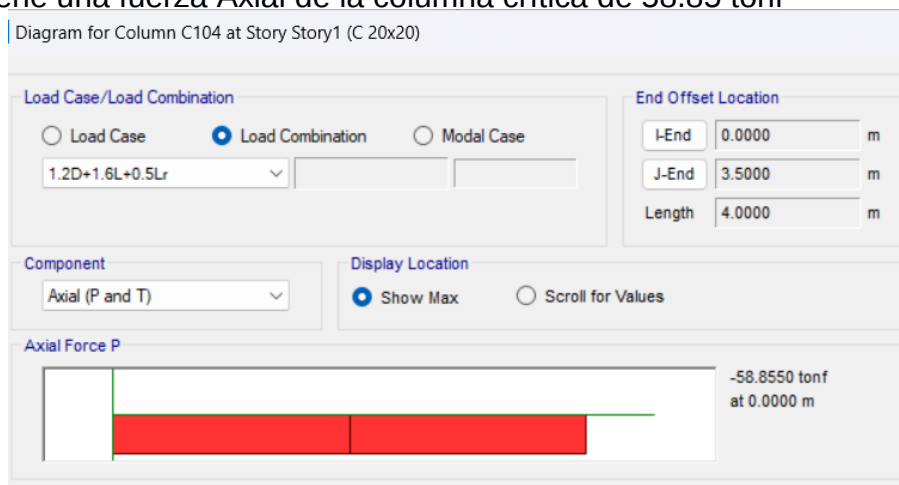


Ilustración 3.41. Fuerza axial de la columna crítica del sistema mixto

Se tiene un cortante de 4.97 tonf y un momento para la columna crítica de 10.91 tonf.m

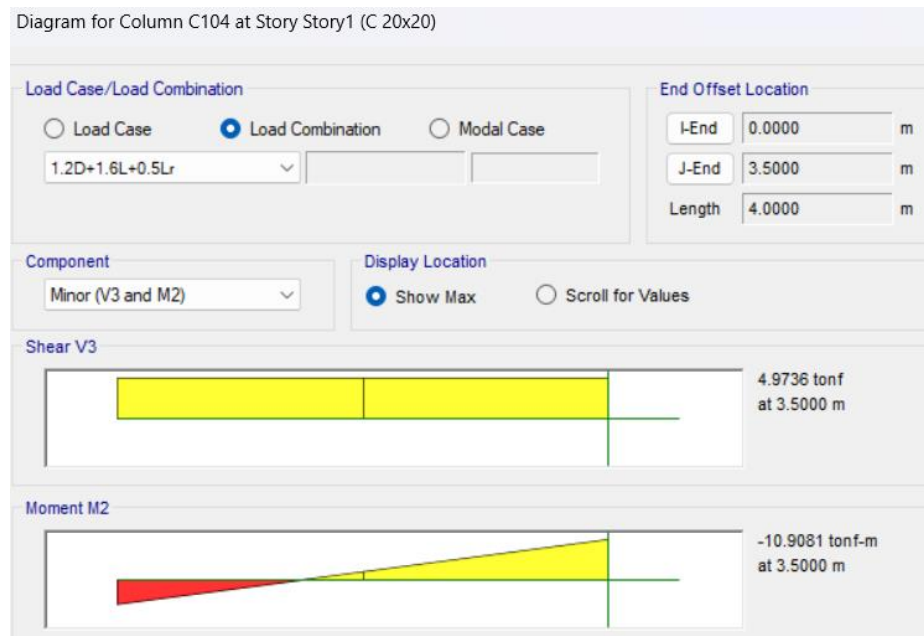


Ilustración 3.42. cortante y momento de la columna crítica del sistema mixto

Viga W400X150X12X9 mm

Se tiene un cortante de 14.99 tonf , un momento para la viga crítica de 26.5 tonf.m y una deflexión de 4 cm

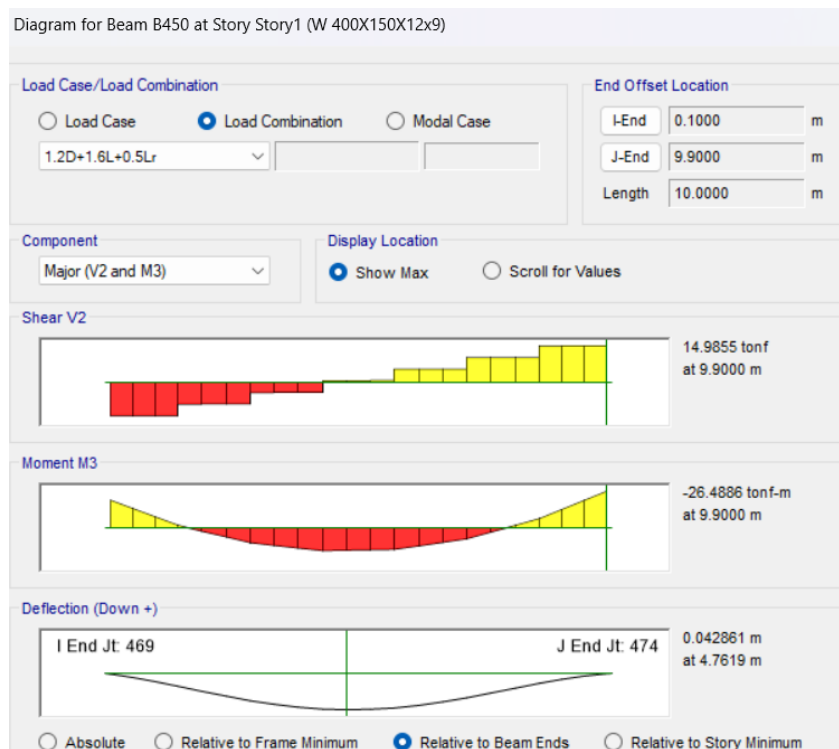


Ilustración 3.42. cortante y momento de la viga crítica del sistema mixto

3.1.3 Peso por metro cuadrado de cada sistema estructural

A continuación, se muestra el peso por metro cuadrado de cada sistema estructural, es importante mencionar que el área de construcción es de 1173.26 m². Además, para la comparación de los 3 tipos de sistemas es importante mencionar que se toma en cuenta solo la superestructura.

Tabla 3.7. Peso por metro cuadrado de pórticos de acero

PÓRTICOS DE ACERO		
PESO TOTAL	89216.46	kg
PESO X M2	50.31	kg/m ²

El peso de la tabla 3.8 considera el peso de todos los elementos estructurales

Tabla 3.8. Peso por metro cuadrado de hormigón armado

HORMIGÓN ARMADO		
PESO TOTAL	570189.26	kg
PESO X M2	321.55	kg/m ²

El peso por metro cuadrado del sistema mixto de la Tabla 3.9. considera solo perfiles de acero.

Tabla 3.9. Peso por metro cuadrado del sistema estructural mixto

MIXTO		
PESO TOTAL	65727	kg
PESO X M2	37.07	kg/m ²

3.1.4 Presupuesto Referencial

En este apartado se presenta el resultado del análisis de precios unitarios de cada sistema estructural, solo de elementos estructurales principales, es decir, de vigas, columnas, losas, y muros.

Asimismo, se menciona que para el desarrollo del APUS (análisis de precios unitarios) de cada rubro se utilizó el jornal diario de trabajadores según los salarios mínimos por ley de la CAMICON 2024 y la tarifa para maquinaria y equipos de la revista de la CAMICON 2022. A continuación, en la Tabla 3.10, Tabla 3.11 y Tabla 3.12 se presenta el APUS general de cada sistema estructural, el detalle de cada rubro se encuentra en el ANEXO C.

Tabla 3.10. Presupuesto referencial de pórticos de acero

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL \$
ACTIVIDADES PRELIMINARES				
LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	913.23	2.06	\$1,882.49
REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO	m2	913.23	1.93	\$1,763.44
ESTRUCTURA PRINCIPAL				
COLUMNA PERFIL TUBULAR ACERO 572GR50	kg	43913.18	3.11	\$136,567.53
VIGAS PERFIL I ACERO 572GR50	kg	17967.26	3.11	\$55,877.17
VIGUETAS PERFIL I ACERO 572GR50	kg	12828.32	3.11	\$39,895.36
LOSA DECK INCLUYE HORMIGÓN F'C 210 KG/CM2	m2	886.63	38.10	\$33,779.44
CUBIERTA				
PERFIL TUBULAR RECTANGULAR ACERO A36	kg	10391.6	4.18	\$43,442.15
PERFIL TIPO G ACERO A36	kg	4116.1	4.18	\$17,207.38
TOTAL				\$330,414.96
PRECIO POR \$/ m2				186

Tabla 3.11. Presupuesto referencial del sistema estructural de hormigón armado

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ACTIVIDADES PRELIMINARES				
LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	m2	913.23	2.06	\$1,882.49
REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO	m2	913.23	1.93	\$1,763.44
ELEMENTOS ESTRUCTURALES				
HORMIGÓN EN VIGAS F' C 210 KG/CM2	m3	174.2675	136.95	\$23,866.47
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VIGAS	m2	507.3	18.50	\$9,384.74
ACERO DE REFUERZO PARA VIGAS FY GRADO 60	kg	18773.2	2.01	\$37,706.79
HORMIGÓN EN COLUMNAS F' C 240 KG/CM2	m3	56.64	139.73	\$7,914.12
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA COLUMNAS	unidad	68	38.89	\$2,644.57
ACERO DE REFUERZO PARA COLUMNAS FY GRADO 60	kg	11646.52	2.01	\$23,392.55
HORMIGÓN PARA LOSA F' C 210 KG/CM2	m3	532.2	147.91	\$78,715.67
ACERO DE REFUERZO GRADO FY 60 LOSA	kg	35418.33	2.01	\$71,139.27
ENCONFRADO Y DESENCOFRADO LOSA	m2	1774	44.37	\$78,705.01
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA MURO ESTRUCTURAL	m2	32	7.99	\$255.73
HORMIGÓN F' C 210 KG/CM2 PARA MURO ESTRUCTURAL	m3	8	178.52	\$1,428.17
ACERO DE REFUERZO GRADO 60 MURO	kg	2287.52	2.25	\$5,140.69
TOTAL				\$343,939.72
PRECIO POR \$/ m2				202

Tabla 3.12. Presupuesto referencial del sistema estructural mixto

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ACTIVIDADES PRELIMINARES				
LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	m2	913.23	2.06	\$1,882.49
REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO	m2	913.23	1.93	\$1,763.44
ELEMENTOS ESTRUCTURALES				
COLUMNA PERFIL TUBULAR ACERO 572GR50	kg	20115.78	3.11	\$62,558.95
VIGAS PERFIL I ACERO 572GR50	kg	18205.90	3.11	\$56,619.33
VIGUETAS PERFIL I ACERO 572GR50	kg	12829.96	3.11	\$39,900.46
LOSA DECK INCLUYE HORMIGÓN F' C 210 KG/CM2	m2	886.63	38.10	\$33,779.44
HORMIGÓN F' C 210 KG/CM2 PARA MURO ESTRUCTURAL	m3	6.4	178.52	\$1,142.54
ACERO DE REFUERZO GRADO 60 PARA MURO ESTRUCTURAL	kg	2287.52	2.25	\$5,140.69
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA MURO ESTRUCTURAL	m2	32	7.99	\$255.73
CUBIERTA				
PERFIL TUBULAR RECTANGULAR ACERO A36	kg	10454.77	4.18	\$43,706.23
PERFIL TIPO G ACERO A36	kg	4120.59	4.18	\$17,226.15
TOTAL				\$263,975.45
PRECIO POR \$/ m2				149

3.2 Análisis de resultados

En este proyecto se ha analizado el comportamiento del sistema estructural pórticos de acero, muro de hormigón armado y mixto (muros de hormigón armado y pórticos de acero). Para apreciar de mejor manera estos resultados se presentan en la Tabla 3.13 y Tabla 3.14.

Tabla 3.13. Resumen de resultados de cada sistema estructural

Sistema Estructural	Desplazamientos máximos (mm)		Derivas máximas (%)		Periodo (seg) Modo 1	Cortante Basal (kg)	Peso por m2 (kg/m2)	Costo por m2 (\$/m2)
	X	Y	X	Y				
Pórticos de acero	17.2	16.5	0.79	0.8	0.47	94117.61	50.31	186
Muros de Hormigón Armado	3.7	4.03	0.33	0.35	0.32	109774.80	321.55	202
Mixto	9.73	15.16	0.56	0.86	0.42	108175.31	37.07	149

Tabla 3.14. Resumen de resultados de cada sistema estructural

Sistema Estructural	Fuerzas del elemento crítico					
	Columnas			Vigas		
	Fuerza axial (tonf)	Cortante (tonf)	Momentos (tonf*m)	Cortante (tonf)	Momentos (tonf*m)	Deflexión (cm)
Pórticos de acero	57.17	7.53	16.61	4.52	10.19	2.8
Muros de Hormigón Armado	117.67	8.05	15.8	20.8	32.9	0.89
Mixto	58.86	4.97	10.91	14.99	26.49	4.29

De la Tabla 3.13 y 3.14 se analizan los desplazamientos máximos, derivas máximas, periodos, cortante basal, peso por m², costos por metro cuadrado, fuerzas del elemento crítico (fuerza axial, cortante y momentos) de vigas y columnas en gráficos para poder observar de manera adecuada el comportamiento de cada sistema estructural. Por tal razón, a continuación, se presentan los siguientes gráficos de barras.

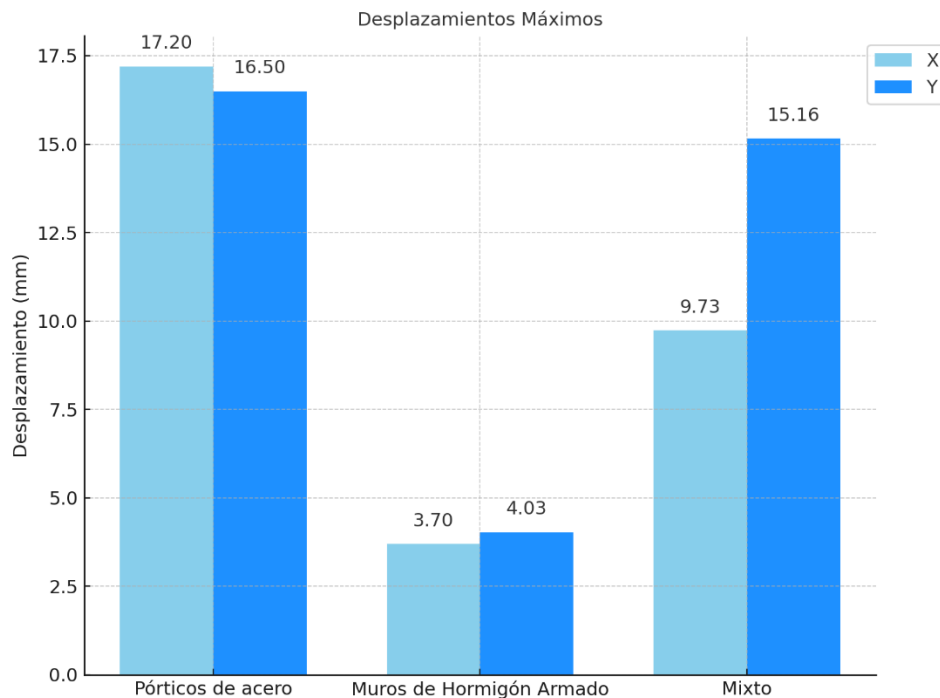


Gráfico 3.1. Desplazamientos máximos

En el Gráfico 3.1, se observa que el sistema estructural de muros de hormigón armado presenta desplazamientos menores de 3.7 mm en X y 4.03 mm, es decir este sistema estructural posee una alta rigidez debido a su alta masa. También se evidencia que el sistema de pórticos de acero posee desplazamientos mayores de 17.20 mm en X y 16.50 mm Y comparando con los otros dos sistemas estructurales, esto evidencia que posee mayor flexibilidad por ser elementos más ligeros, mientras que el sistema mixto posee desplazamientos intermedios de 9.73 mm en X y 15.16 mm en Y, esto significa que la edificación es más flexible que la de hormigón armado, pero tiene menos flexibilidad que la de pórticos de acero. Además, es importante mencionar que para este proyecto una estructura flexible es una buena opción porque el suelo es de baja capacidad portante.

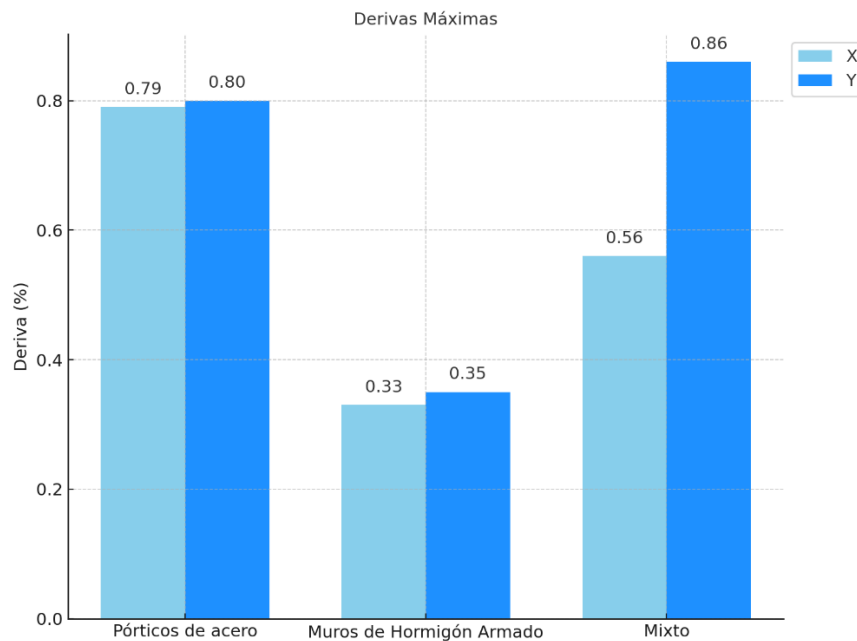


Gráfico 3.2. Derivas máximas

En el gráfico 3.2 se evidencia que el sistema estructural de hormigón armado posee derivas menores de 0.33% en X y 0.35% en Y, el sistema mixto presenta derivas intermedias de 0.56% en X y 0.86% en Y, finalmente el sistema de pórticos de acero evidencia derivas altas de 0.79% en X y 0.8 % en Y. Esto significa que a mayores derivas la edificación es más flexibilidad y a derivas menores, menos flexibilidad o más rigidez.

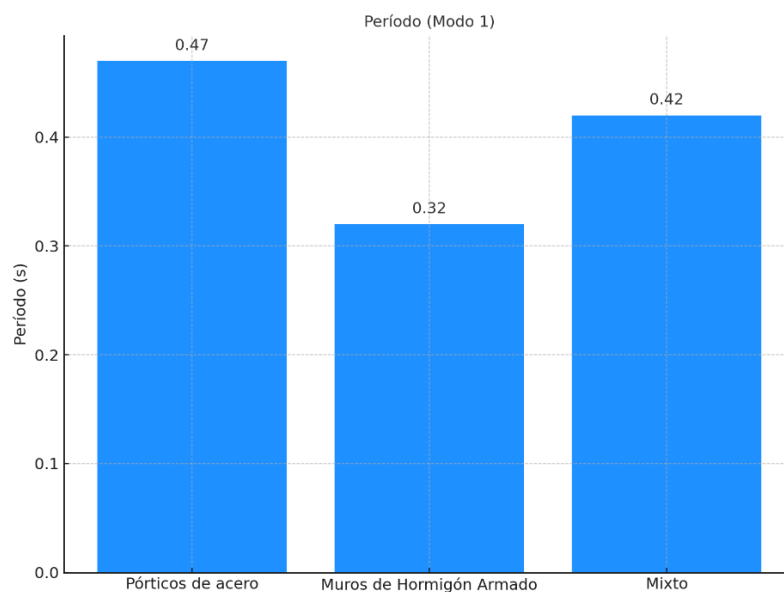


Gráfico 3.3. Periodos de vibración modo 1

En el gráfico 3.3 se muestra que el sistema estructural de pórticos de acero tiene un mayor periodo de 0.47 s, el sistema mixto un periodo de 0.42 s, esto refleja que estos dos sistemas estructurales poseen más flexibilidad que el sistemas de muros de hormigón, el cual posee un periodo de 0.32 s. Esto significa que, a mayor periodo, mayor flexibilidad y a menor periodo más rigidez. Finalmente, las estructuras de hormigón armado al poseer periodos cortos incrementan la atracción de fuerzas sísmicas y las estructuras de acero al poseer periodos largos tienen más capacidad de disipar energía.

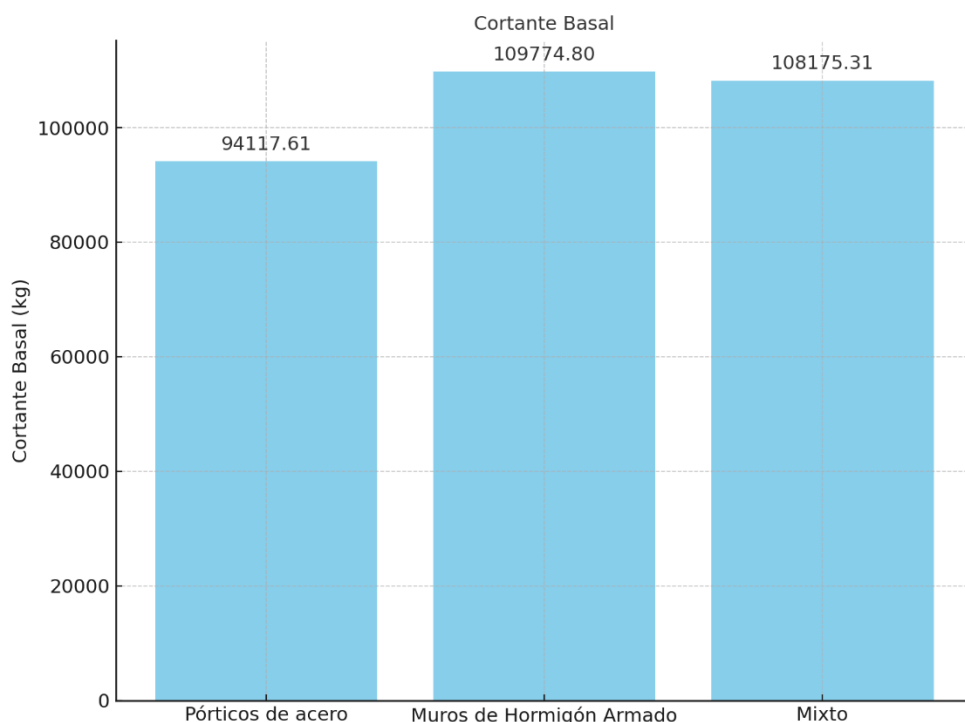


Gráfico 3.4. Cortante basal

En el gráfico 3.4 se observa el sistema de hormigón armado posee un mayor cortante basal de 109,774.8 kg, un cortante basal intermedio de 108,175.1 kg para el sistema mixto y finalmente 94,117.61 kg para pórticos de acero. El cortante basal es directamente proporcional al peso de la estructura, es decir, el sistema de muros de hormigón armado es el más peso y el ligero el de pórticos de acero. Además, los pórticos de acero tienen mejor desempeño en zonas altamente sísmicas, ya que disipan energía sísmica y esto se debe a su cortante basal menor.

Elementos críticos de los sistemas estructurales

Los elementos críticos que se analizan son la viga y columna que soportan la luz grande de 10 m de la edificación. Por lo cual, este análisis se centra en las fuerzas de los elementos críticos con grandes luces.

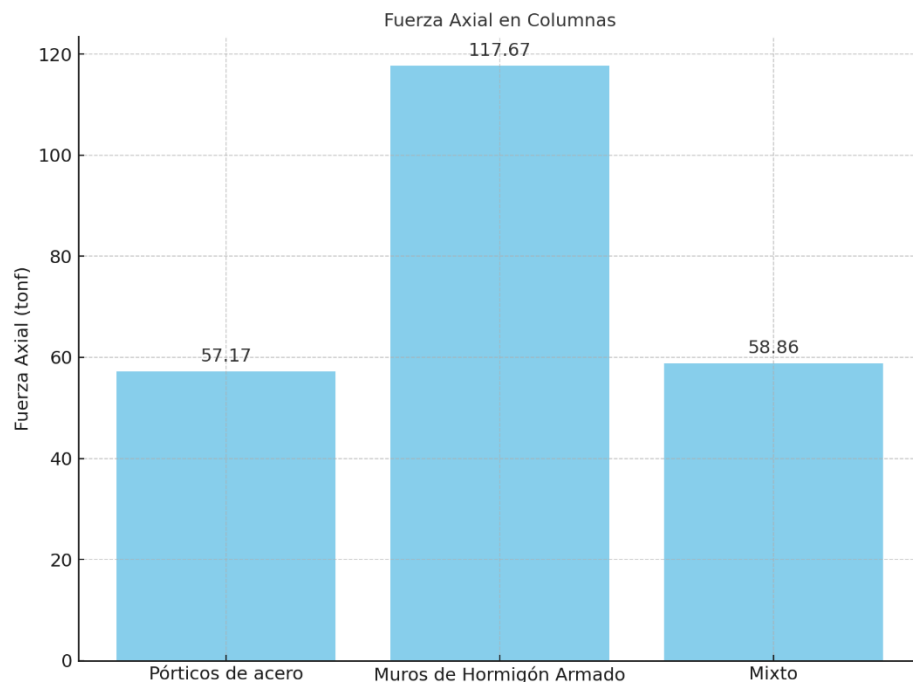


Gráfico 3.5. Fuerza axial de columna crítica

En el gráfico 3.5 se analiza la columna del eje H6 , es la más crítica porque soporta la viga con luz de 10m , se observa que el sistema estructural de hormigón armado posee una alta fuerza axial de 117.67 tonf, esto es verdadero porque es el sistema más pesado y porque indica una alta demanda de compresión, el sistema mixto tiene una fuerza axial intermedia de 58.89 tonf, y una fuerza axial menor de 57.17 tonf para los pórticos de acero, porque al reducir el peso de la edificación, se reduce la transmisión de fuerzas verticales a las columnas. Finalmente, los muros de hormigón armado resisten fuerzas axiales por su alta capacidad de compresión, los pórticos de acero al ser ligeros disipan más energía y el sistema mixto es una solución óptima y neutral porque combina la rigidez del hormigón armado con la ductilidad del acero, esto mejora la capacidad de las columnas para resistir cargas axiales y momentos flectores reduciendo una falla precoz.

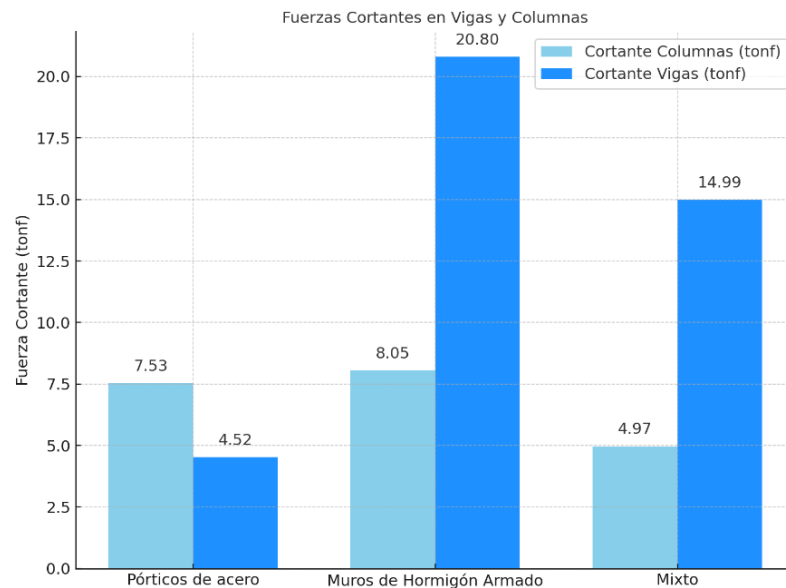


Gráfico 3.6. Fuerza cortante en viga y columna crítica

En el gráfico 3.6 se observa la fuerza cortante de las vigas y columnas críticas. Los pórticos de aceros tienen un cortante en columnas y vigas menor de 7.53 tonf y 4.52 tonf respectivamente, cortantes intermedios para el sistema mixto de 4.97 tonf y 14.99 tonf en columnas y vigas y finalmente cortantes mayores para el sistema de hormigón armado de 8.05 tonf y 20.8 tonf en columnas y vigas. En general las columnas tienen cortantes menores que las vigas porque estas están diseñadas principalmente para soportar cargas axiales pero debido a cargas sísmicas soportan cargas axiales, mientras que las vigas poseen un mayor cortante porque disipan energía durante un terremoto.

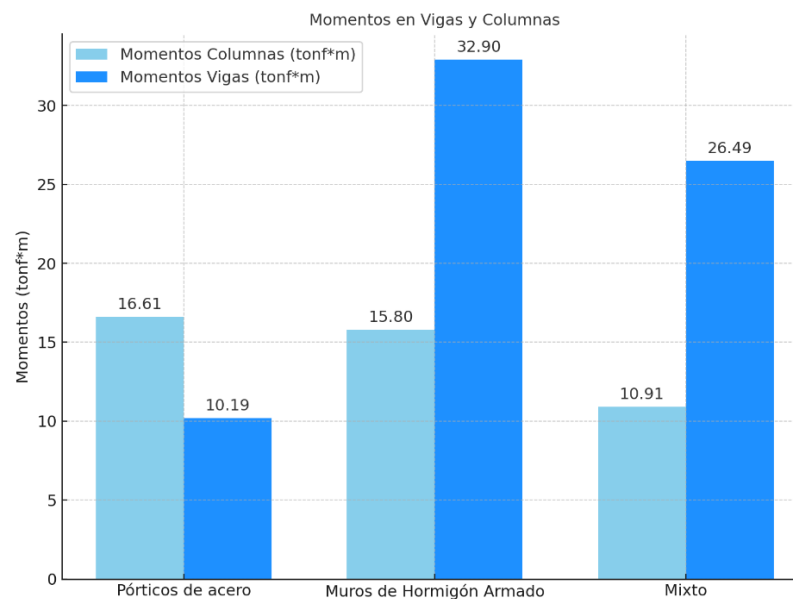


Gráfico 3.7. Momentos en viga y columna crítica

En el gráfico 3.7 se muestra los momentos de vigas y columnas críticas para los tres tipos de sistemas estructurales. En general para las vigas los muros de hormigón armado con un momento de 32.9 tonf.m y el sistema mixto con 26.49 tonf.m superan de manera significativa al de pórticos de acero con 10.19 tonf.m. Mientras que en columnas los pórticos de acero poseen mayor momento de 16.61 tonf.m, seguido por el muro de hormigón armado con 15.8 tonf.m y el sistema mixto con un momento de 10.91 tonf.m.

En general, en las columnas el sistema de pórticos posee mayor momento, esto se debe a la flexibilidad porque las columnas absorben una parte de fuerzas laterales. Los muros de hormigón armado tienen un momento ligeramente menor al de pórtico de acero en columnas, lo que evidencia que la distribución de fuerzas es mejor y finalmente el sistema mixto posee el momento más bajo en columnas, es decir que las cargas laterales se distribuyen de manera más eficiente entre los elementos de hormigón y acero.

En las vigas se observa que el sistema de muros de hormigón armado posee el mayor momento, esto se debe a la rigidez alta debido a la transferencia directa de fuerzas laterales y verticales a las vigas. En los pórticos de acero la viga crítica posee el momento bajo y en el sistema mixto un momento intermedio, es decir las fuerzas se distribuyen de manera equilibrada en la rigidez del hormigón y la flexibilidad del acero.

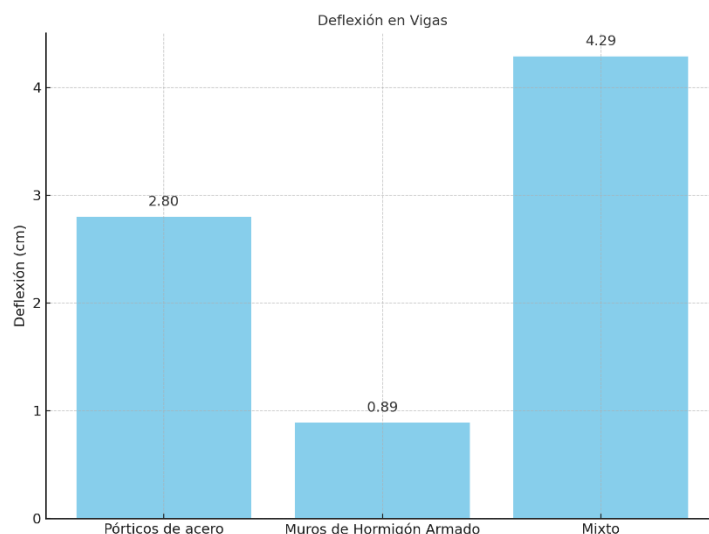


Gráfico 3.8. Deflexión en vigas

En el gráfico 3.8 se muestra que el sistema de muro de hormigón armado posee la menor deflexión en la viga crítica de 0.89 cm, una deflexión intermedia de 2.8 cm en el sistema de pórtico de acero y una deflexión mayor, de 4 cm en el sistema mixto. Las deflexiones menores como en el muro de hormigón armado evitan daños en elementos no estructurales y las deflexiones mayores como en el sistema mixto permiten mayores deformaciones en la edificación antes de llegar al fallo, pero en situaciones críticas pueden afectar a elementos no estructurales.

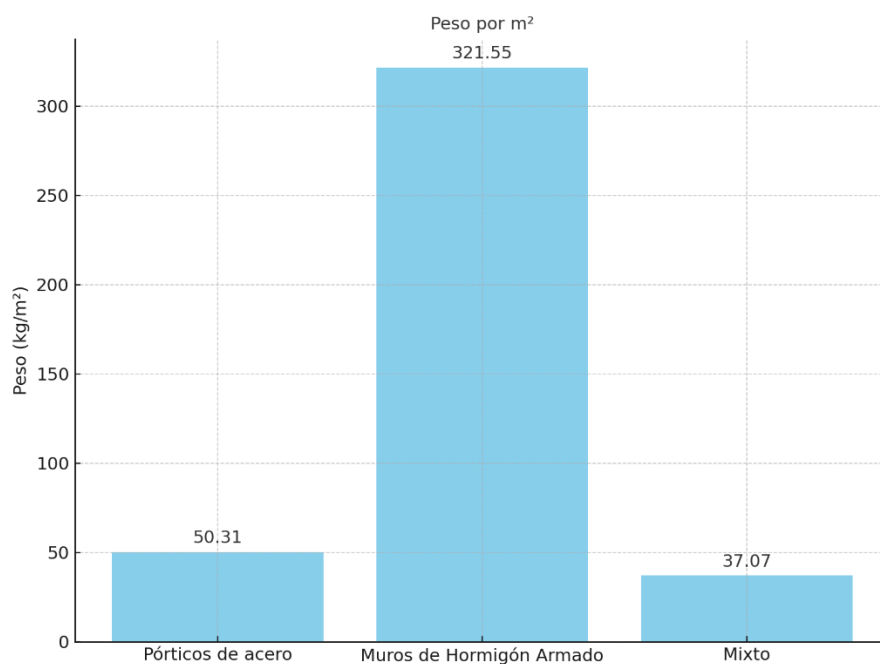


Gráfico 3.9. Peso por m² de cada estructura

En el gráfico 3.9 se evidencia que el sistema mixto posee el menor peso por m² de 37.07 kg/m², el de pórticos de acero un peso intermedio de 50.31 kg/m² y siendo el más pesado el sistema de muro de hormigón armado con un peso de 321.5 kg/m². Es crucial mencionar que el sistema de hormigón armado es el más pesado debido a su rigidez y los más ligeros los sistemas con acero. Además, el sistema mixto y de pórticos de acero están en el rango competitivo del mercado ecuatoriano de 35 kg/m²-50 kg/m² (Generador de precios ecuatoriano, 2024).

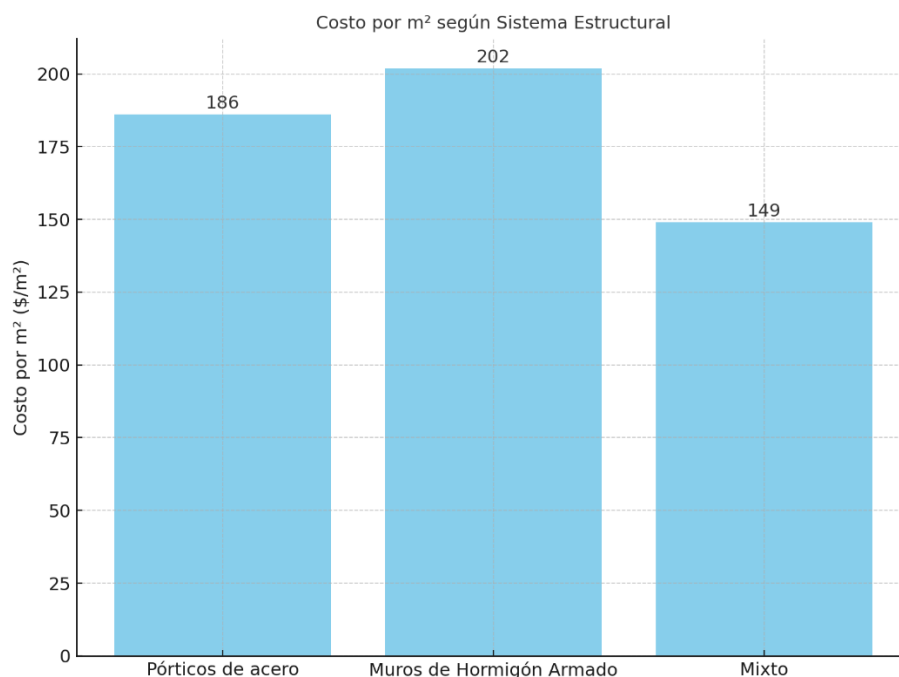


Gráfico 3.10. Costo por m² de cada estructura

En el Gráfico 3.10 se evidencia que el sistema de hormigón armado es el más costoso con 202 \$/m², seguido por sistema de pórticos de acero con 189 \$/m² y siendo es más económico el mixto con 149 \$/m².

Tiempo de construcción

Finalmente, se analiza el tiempo de construcción de los sistemas de los sistemas estructurales. El sistema estructural de hormigón armado necesita más tiempo al momento de construir porque el curado de hormigón alcanza su resistencia máxima a los 28 días, además su construcción es secuencial, es decir cada piso debe alcanzar la resistencia requerida antes de continuar con el siguiente piso (ACI308-01, 2008). Las edificaciones de hormigón armado se demoran en construir de 6-12 meses estructuras pequeñas y más de 12 meses estructuras grandes (Chen & Liu, 2005).

El tiempo de construcción para los sistemas estructurales de pórticos de acero es más corto que los de hormigón armado, por la prefabricación de elementos estructurales ya que llegan a obra a ensamblarse mediante grúas y conexiones soldadas, no requiere tiempo de curado, esto reduce el tiempo de construcción de

manera significativa (Mazzolani, 2018). Por lo cual, se estima que la construcción es de 3-6 meses para edificaciones pequeñas y de 6-12 meses para edificaciones grandes (Mazzolani, 2018).

Para sistemas mixtos el tiempo de construcción es intermedio comparando con los sistemas de hormigón armado y los pórticos de acero, pues el muro estructural de hormigón necesita su tiempo de 28 días de curado (ACI308-01, 2008). Mientras que los elementos de acero como vigas y columnas son más rápidos de ensamblar ya que llegan están elementos a obra prefabricados y por esta razón se acelera la primera etapa de la construcción (Mazzolani, 2018). Se estima un tiempo de construcción de 6-9 meses para edificaciones pequeñas y de 9-15 meses para edificaciones grandes (Chung, 2010).

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Según el análisis de resultados del gráfico 3.1 se puede concluir que a menores desplazamientos hay mayor rigidez, a mayor desplazamientos menor rigidez. Es decir, a mayores desplazamientos la estructura es más flexible en este caso el sistema más flexible es el de pórticos de acero, mientras que los sistemas mixtos poseen una buena flexibilidad comparado con el sistema de hormigón armado.
- El cortante basal está relacionado con el periodo natural de la estructura porque a periodos cortos, mayor cortante basal, es decir más peso por ende más rigidez y a periodos largos, menor rigidez, menor peso de la estructura. Por lo cual, el sistema con un periodo corto de 0.32 s es el de muros de hormigón armado y con periodos intermedios el mixto y con periodo largo el de pórticos de acero, evidenciando flexibilidad en el sistema mixto y en el de pórticos de acero al poseer periodos relativamente parecidos de 0.42 s y 0.47 s respectivamente.
- Las fuerzas axiales en columnas están relacionadas directamente con el peso y rigidez de la estructura por lo cual, al tener mayor carga axial la estructura es más pesada y al poseer una menor carga axial la estructura es más ligera. Esto quiere decir que, a menor carga axial, se reduce la transmisión de fuerzas verticales a las columnas. En este caso para tener un equilibrio el sistema estructural óptimo es el mixto porque combina la rigidez del hormigón y la ductilidad del acero, pues esto mejora la capacidad de las columnas para resistir cargas axiales reduciendo el riesgo de una falla prematura.
- Los sistemas de muro hormigón armado soportan altas fuerzas sísmicas, pero concentran tanto en vigas y columnas altas fuerzas cortantes. Los pórticos de acero debido a su flexibilidad reducen la fuerza cortante en vigas y columnas. y los sistemas mixtos al ser la combinación de acero y hormigón distribuyen las

fuerzas cortantes de manera uniforme en vigas y columnas. Además, es importante mencionar la estructura mixta al poseer el menor peso por metro cuadrado, es la mejor opción porque el suelo del proyecto es de baja capacidad portante.

- Analizando los momentos en vigas y columnas en sistemas rígidos como en los muros de hormigón armado, las vigas tienen mayores momentos, mientras que las columnas poseen momentos moderados por la rigidez de la edificación, mientras el sistema de pórticos de acero o flexible concentra más momento en la columna porque la viga tiene la capacidad de redistribuir cargas. Sin embargo, en el sistema mixto, los momentos de vigas y columnas están más moderados y balanceados, esto indica eficiencia en la edificación.
- Las deflexiones menores como en el muro de hormigón armado evitan daños en elementos no estructurales y las deflexiones mayores como en el sistema mixto permiten mayores deformaciones en la edificación antes de llegar al fallo, pero en situaciones críticas pueden afectar a elementos no estructurales.
- El sistema estructural más pesado es el de muro de hormigón armado con 321kg/m^2 , el más ligero es el sistema mixto con 37.07 kg/m^2 y el de pórticos de acero con un peso intermedio de 50.31 kg/m^2 . Con estos datos se concluye que el sistema más eficiente según el peso es el mixto por tener el menor peso por m^2 , es decir es más flexible y con buena capacidad de disipar energía. Es importante aclarar que los pesos por m^2 en este proyecto son solo de elementos estructurales como vigas, columnas, nervios, losas y muros.
- Además, el sistema estructural más económico es el mixto con $149\text{ \$/m}^2$, el más caro el de muros de hormigón armado con un costo de $202\text{ \$/m}^2$ y con un costo intermedio de $186\text{ \$/m}^2$ el sistema de pórticos de acero.
- Según el tiempo de construcción el sistema óptimo es el de pórticos de acero porque se construyen más rápido ya que utilizan elementos de acero

prefabricados que se ensamblan en obra, el sistema con tiempo de construcción media es el mixto y el más demorado el de muros de hormigón armado por su tiempo de curado y su construcción consecutiva.

- Finalmente, según las conclusiones que se obtuvieron del análisis de resultados, se determina que el sistema estructural óptimo para este caso de estudio es el mixto porque posee, un precio por metro competitivo de 149 \$/m², un peso por metro cuadrado menor de 37,07 kg/m², esto es importante porque el suelo de la edificación posee baja capacidad portante, por lo cual se necesita una estructura ligera. Asimismo, el sistema mixto posee una buena flexibilidad, esto se evidencia en las derivas y desplazamientos máximos ya que estos valores son cercanos a los de pórticos de acero. Por un lado, el periodo fundamental de la estructura también fue determinante para la elección ya que la estructura mixta al poseer un periodo largo de 0.42 s, tiene una alta capacidad de disipar energía. Por otro lado, el sistema mixto al combinar la rigidez del hormigón con la ductilidad del acero mejora la capacidad de las columnas para resistir cargas axiales reduciendo el riesgo de una falla prematura pues debido a esta combinación de materiales este tipo de sistema distribuye las fuerzas cortantes de manera uniforme en vigas y columnas.
- Por otro lado, el sistema mixto al poseer vigas y columnas de acero es beneficioso para la luz grande de 10 m que tiene la edificación porque este material tiene una alta resistencia a tracción y a flexión, y esto es importante puesto que una luz grande, posee vigas con longitudes largas que deben soportar momentos flectores altos y el acero es eficiente por su alta capacidad de deformación y ductilidad sin llegar a la fractura. Además, el sistema mixto al ser el más ligero, disminuye las cargas verticales que deben soportan vigas y columnas, lo cual, es útil para las luces grandes. Asimismo, el acero al ser ventajoso para la construcción de luces grandes ayuda a optimizar los ambientes de la arquitectura, proporcionando ambientes amplios y recreacionales como es una sala de eventos.

Recomendaciones

- En general, se recomienda que para edificaciones con grandes luces se opte por el sistema estructural mixto (vigas y columnas de acero con muros de hormigón armado) porque este sistema estructural posee un precio competitivo, es el más ligero y combina la flexibilidad, rigidez y capacidad de disipación de energía. Asimismo, tiene un desempeño seguro y eficiente frente a cargas sísmicas y verticales porque distribuye de manera uniforme las fuerzas y momentos que actúan en la edificación.
- Para optimizar el modelo con la ayuda del software de diseño, se recomienda utilizar varios juegos de vigas y columnas, pero colocarlas de manera simétrica para facilitar la construcción. Pues para este caso de estudio con luces grandes, se utiliza cuatro tipos de vigas y 2 tipos de columnas, las cuales están distribuidas simétricamente, es decir si en el eje B se colocan vigas de un tipo, en su eje espejo el eje H se debe colocar el mismo tipo de vigas. Asimismo, para una mejor optimización, se debe diseñar los nervios y cubierta como pórticos de momento ordinario porque los nervios solo transmiten carga a los elementos estructurales principales y la cubierta no es parte del sistema estructural principal. También considerando que esta edificación es de 2 pisos y está en una zona sísmica se recomienda diseñar el sistema estructural principal como IMF pórticos intermedios a momento, esto además de ayudar a la optimización de los elementos es beneficioso al momento de la construcción de la estructura porque la fiscalización no es tan exigente como con una edificación diseñada a SMF pórticos especiales a momento.

...

BIBLIOGRAFÍA

- American Concrete Institute. (2019). *Building code requirements for structural concrete (ACI 318-19) and commentary*. American Concrete Institute.
- American Institute of Steel Construction. (2016). *Specification for structural steel buildings (ANSI/AISC 360-16)*. American Institute of Steel Construction.
- American Institute of Steel Construction. (2016). *Seismic provisions for structural steel buildings (ANSI/AISC 341-16)*. American Institute of Steel Construction
- Arteaga, S., & Malavé, J. (2006). Comparación del diseño de muros estructurales de concreto armado según FONDONORMA 1753: 2006 y ACI 318–14. *redalyc.org*, 24(1), 125–137. <https://www.redalyc.org/pdf/707/70750544013.pdf>
- Bernabeu, A. (2007). *Estrategias de diseño estructural en la arquitectura contemporánea*
- Cagua, B., Aguiar, R., & Pilatasig, J. (2021). Nuevas funciones de CEINCI-LAB para el análisis y diseño de pórticos de acero con arriostramientos concéntricos. *Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras*, 26(2), 199–284. <https://doi.org/10.24133/riie.v26i2.2044>
- Chung, K. F. (2010). *Steel and Composite Structures: Behaviour and Design for Fire Safety*. CRC Press.
- Crisafulli, J. (2018). *Diseño sismorresistente de construcciones de acero* (5ª ed.).
- Guerra, M., & Chacón, D. (2010). *Manual para el diseño sismorresistente de edificios utilizando el programa ETABS* (1ra ed.). Quito, Ecuador.
- JDM. (2023, enero 30). *Sistemas estructurales de muro cortante* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=ngTgP28--VE>
- Lecorbusierianos, E. C.-M. (2002). *El sistema estructural*. *Anuario de Estudios*. [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/2602/M2002%20\(Cap%C3%ADtol%201\).pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/2602/M2002%20(Cap%C3%ADtol%201).pdf)
- Martínez, A. (2017). *Análisis estructural y económico comparativo entre sistemas constructivos de hormigón armado, acero y mixto (hormigón armado y acero) para edificaciones de 3 y 5 pisos con luces de 4 y 6 metros*.
- Mazzolani, F. M. (2018). *Structural steel design*. CRC Press.
- McCormac, J., & Csernak, S. (2018). *Diseño de Estructuras de Acero*, 143–158.
- Nardin, & Debs. (2009). Influence of concrete strength and length/diameter on the axial capacity of CFT columns. *Journal of Constructional Steel Research*, 65(12), 2103–2110. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2009.07.004>

Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2015). *Capítulos de la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción)* – MIDUVI. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>

Palacios, X. (2017). *Cuadrangulares de hormigón armado debido a su comportamiento biaxial usando el diagrama momento-curvatura*

Rosales Collas, C. L. (2023). *Modelamiento estructural de un edificio de 10 pisos usando el método pushover en un sistema mixto, Urbanización Santa Beatriz, Huaraz – Ancash*. Repositorio Institucional - UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/110495>

Vera, M., Plazarte, P., Ricardo, I. J., & Jaramillo, V. (2015). Análisis comparativo económico-estructural entre un sistema aporticado, un sistema aporticado con muros estructurales y un sistema de paredes portantes en un edificio de pisos.

PLANOS Y ANEXO

ANEXO A. ESTUDIO DE SUELOS

Etiqueta del estrato	ID del recipiente	Peso del recipiente	Peso de la muestra + recipiente	Peso seco + recipiente	masa de agua (g)	masa seca (g)	W% natural
C1M1	17	98.94	495.56	457.7	37.86	358.76	10.553
C1M2	9	99.43	546.21	526.95	19.26	427.52	4.505
C1M3	7	92.79	453.95	363.95	90	271.16	33.191
C1M4	11	98.65	425.46	305.04	120.42	206.39	58.346
C2M1	P11F	88.22	391.91	339.56	52.35	251.34	20.828
C2M2	P7F	95.07	446.68	413.33	33.35	318.26	10.479
C2M3	30	97.41	500.36	470.68	29.68	373.27	7.951
C2M4	33-P5S2	91	284.11	229.47	54.64	138.47	39.460
C2M5	16	96.99	377.14	274.89	102.25	177.9	57.476
C3M1	P12F	95.38	445.55	391.23	54.32	295.85	18.361
C3M2	1	105	450.37	424.7	25.67	319.7	8.029
C3M3	22-P7F1	91.4	392.62	305.94	86.68	214.54	40.403
C3M4	21	98.83	428.1	315.55	112.55	216.72	51.933
C3M5	8	96.49	350.35	257.4	92.95	160.91	57.765

Porcentaje de Humedad del suelo por calicatas (Mora & Cordova, 2024)

A continuación, se muestra el tipo de suelo de cada calicata por estrato:

C1M2					
Tamiz	Abertura	Masa ret	%Ret	%ret acum	%Pasa Acum
4	4.75	0	0.00	0.00	100.00
10	2	0.08	0.02	0.02	99.98
16	1.18	0.09	0.02	0.04	99.96
40	0.425	2.5	0.59	0.63	99.37
50	0.3	23.11	5.42	6.05	93.95
100	0.15	331.51	77.74	83.79	16.21
200	0.075	67.58	15.85	99.63	0.37
Fondo		1.56	0.37	100.00	0.00
Total		428.43	100.00		
Total + F		457.53			

Masa Final	457.53
Masa Inicial	457.03
%Error	0.109402009

D60	D30	D10
0.2344852	0.1766006	
		0.1205937
0.23	0.18	0.12
Cc	1.1029196	
Cu	1.9444229	

% Pasa Tamiz 200	Grueso	
% Pasa Tamiz 4	Arena	
Finos>12%	5%<Finos<15%	Finos<5%
Sucio	Intermedio	Limpio
No	No	Si
Clasificación SUCS		
SP		
Poorly graded sand		
Arena Pobremente Graduada		

C1M3					
Tamiz	Abertura	Masa ret	%Ret	%ret acum	%Pasa Acum
4	4.75	0	0.00	0.00	100.00
10	2	2.5	6.09	6.09	93.91
16	1.18	3.14	7.64	13.73	86.27
40	0.425	4.26	10.37	24.10	75.90
50	0.3	2.86	6.96	31.06	68.94
100	0.15	9.88	24.05	55.11	44.89
200	0.075	17.18	41.82	96.93	3.07
Fondo		1.26	3.07	100.00	0.00
Total		41.08	100.00		
Total + F		329.05			

Masa Final	329.05
Masa Inicial	329.14
%Error	0.027343987

D60	D30	D10
0.244251		
	0.1233003	0.0874331
0.24	0.12	0.09
Cc	0.711896	
Cu	2.7935773	

% Pasa Tamiz 200	Grueso	
% Pasa Tamiz 4	Arena	
Finos>12%	5%<Finos<15%	Finos<5%
Sucio	Intermedio	Limpio
No	No	Si
Clasificación SUCS		
SP		
Poorly graded sand		
Arena Pobremente Graduada		

C1M4					
Tamiz	Abertura	Masa ret	%Ret	%ret acum	%Pasa Acum
4	4.75	0.47	0.780	0.780	99.220
10	2	11.36	18.858	19.638	80.362
16	1.18	11.6	19.256	38.894	61.106
40	0.425	19.87	32.985	71.879	28.121
50	0.3	5.75	9.545	81.424	18.576
100	0.15	7.56	12.550	93.974	6.026
200	0.075	3.42	5.677	99.651	0.349
Fondo		0.21	0.349	100.000	0.000
Total		60.24	100.000		
Total + F		419.37			

Masa Final	419.37
Masa Inicial	419.69
%Error	0.076246754

D60	D30	D10
1.154694	0.4680126	
		0.1975
1.15	0.47	0.20
Cc	0.9604639	
Cu	5.846552	

% Pasa Tamiz 200	Grueso	
% Pasa Tamiz 4	Arena	
Finos>12%	5%<Finos<12%	Finos<5%
Sucio	Intermedio	Limpio
No	No	Si
Clasificación SUCS		
SP		
Poorly graded sand		
Arena Pobremente Graduada		

Tipo de suelo SUCS de calicata 1 por estratos (Mora & Cordova, 2024)

C2M2					
Tamiz	Abertura (mm)	Masa ret	%Ret	%ret acum	%Pasa Acum
4	4.75	0.18	0.19	0.19	99.81
10	2	1.33	1.43	1.62	98.38
16	1.18	1.23	1.32	2.94	97.06
40	0.425	3.86	4.14	7.07	92.93
50	0.3	6.25	6.70	13.77	86.23
100	0.15	38.99	41.78	55.54	44.46
200	0.075	39.03	41.82	97.36	2.64
Fondo		2.46	2.64	100.00	0.00
Total		93.33			
Total + F		220.43			

Masa Final	220.43
Masa Inicial	219.6
%Error	0.377959927

C2M3					
Tamiz	Abertura (mm)	Masa ret	%Ret	%ret acum	%Pasa Acum
4	4.75	0	0.00	0.00	100.00
10	2	0	0.00	0.00	100.00
16	1.18	0.08	0.05	0.05	99.95
40	0.425	1.05	0.70	0.75	99.25
50	0.3	11.5	7.65	8.40	91.60
100	0.15	94	62.53	70.93	29.07
200	0.075	42.61	28.34	99.27	0.73
Fondo		1.09	0.73	100.00	0.00
Total		150.33			
Total + F		173.14			

Masa Final	173.14
Masa Inicial	172
%Error	0.662790698

C2M4					
Tamiz	Abertura	Masa ret	%Ret	%ret acum	%Pasa Acum
4	4.75	0	0.00	0.00	100.00
10	2	1.4	1.32	1.32	98.68
16	1.18	1.9	1.80	3.12	96.88
40	0.425	4.8	4.54	7.66	92.34
50	0.3	3.9	3.69	11.35	88.65
100	0.15	21	19.87	31.22	68.78
200	0.075	67.2	63.58	94.80	5.20
Fondo		5.5	5.20	100.00	0.00
Total		105.7			
Total + F		148.9			

Masa Final	148.9
Masa Inicial	147.25
%Error	1.120543294

C2M5					
Tamiz	Abertura	Masa ret	%Ret	%ret acum	%Pasa Acum
4	4.75	0.26	1.04	1.04	98.96
10	2	3.03	12.10	13.14	86.86
16	1.18	3.34	13.34	26.48	73.52
40	0.425	8.5	33.95	60.42	39.58
50	0.3	2.88	11.50	71.92	28.08
100	0.15	4.31	17.21	89.14	10.86
200	0.075	2.45	9.78	98.92	1.08
Fondo		0.27	1.08	100.00	0.00
Total		25.04			
Total + F		300.95			

Masa Final	300.95
Masa Inicial	300.3
%Error	0.216450216

D60	D30	D10
0.20581431		
	0.12407571	0.08820715
0.21	0.12	0.09

Cc	0.84799676
Cu	2.33330649

D60	D30	D10
0.22419894	0.15223245	
		0.09954177
0.22	0.15	0.10

Cc	1.03842595
Cu	2.25231003

D60	D30	D10
0.13964286	0.10425223	0.08065848
0.14	0.10	0.08

Cc	0.96494365
Cu	1.73128546

D60	D30	D10
0.87924353		
	0.32092014	
		0.14338776
0.88	0.32	0.14

Cc	0.81690715
Cu	6.13192897

% Pasa Tamiz 200	Grueso
% Pasa Tamiz 4	Arena

Finos>12%	5%<Finos<12%	Finos<5%
Sucio	Intermedio	Limpio
No	No	Si

Clasificación SUCS
SP
Poorly graded sand
Arena Pobremente Graduada

% Pasa Tamiz 200	Grueso
% Pasa Tamiz 4	Arena

Finos>12%	5%<Finos<12%	Finos<5%
Sucio	Intermedio	Limpio
No	No	Si

Clasificación SUCS
SP
Poorly graded sand
Arena Pobremente Graduada

% Pasa Tamiz 200	Grueso
% Pasa Tamiz 4	Arena

Finos>12%	5%<Finos<12%	Finos<5%
Sucio	Intermedio	Limpio
No	Si	No

Clasificación SUCS
SP-ML
Poorly graded sand with Silt
Arena Pobremente Graduada con Limos de Baja Plasticidad

% Pasa Tamiz 200	Grueso
% Pasa Tamiz 4	Arena

Finos>12%	5%<Finos<12%	Finos<5%
Sucio	Intermedio	Limpio
No	No	Si

Clasificación SUCS
SP
Poorly graded sand
Arena Pobremente Graduada

Tipo de suelo SUCS de calicata 2 por estratos (Mora & Cordova, 2024)

C3M2					
Tamiz	Abertura	Masa ret	%Ret	%ret acum	%Pasa Acum
4	4.75	0	0.00	0.00	100.00
10	2	0	0.00	0.00	100.00
16	1.18	0.07	0.03	0.03	99.97
40	0.425	3.27	1.43	1.46	98.54
50	0.3	0.16	0.07	1.53	98.47
100	0.15	97.07	42.50	44.03	55.97
200	0.075	125.33	54.88	98.91	1.09
Fondo		2.49	1.09	100.00	0.00
Total		228.39	100.00		
Total + F		290.42			

Masa Final	290.42
Masa Inicial	290.31
%Error	0.037890531

C3M3					
Tamiz	Abertura	Masa ret	%Ret	%ret acum	%Pasa Acum
4	4.75	0.06	0.28	0.28	99.72
10	2	0.25	1.18	1.47	98.53
16	1.18	1.03	4.88	6.34	93.66
40	0.425	4.54	21.50	27.84	72.16
50	0.3	0.01	0.05	27.89	72.11
100	0.15	3.78	17.90	45.79	54.21
200	0.075	10.86	51.42	97.21	2.79
Fondo		0.59	2.79	100.00	0.00
Total		21.12	100.00		
Total + F		295.84			

Masa Final	295.84
Masa Inicial	294.95
%Error	0.301746059

C3M4					
Tamiz	Abertura	Masa ret	%Ret	%ret acum	%Pasa Acum
4	4.75	0.02	0.12	0.12	99.88
10	2	1.02	5.87	5.98	94.02
16	1.18	2.6	14.96	20.94	79.06
40	0.425	8.16	46.95	67.89	32.11
50	0.3	0.04	0.23	68.12	31.88
100	0.15	3.08	17.72	85.85	14.15
200	0.075	2.27	13.06	98.91	1.09
Fondo		0.19	1.09	100.00	0.00
Total		17.38	100.00		
Total + F		313			

Masa Final	313
Masa Inicial	312.28
%Error	0.230562316

C3M5					
Tamiz	Abertura	Masa ret	%Ret	%ret acum	%Pasa Acum
4	4.75	0.01	0.04	0.04	99.96
10	2	0.45	1.88	1.92	98.08
16	1.18	0.85	3.55	5.48	94.52
40	0.425	3.18	13.29	18.77	81.23
50	0.3	0	0.00	18.77	81.23
100	0.15	2.81	11.75	30.52	69.48
200	0.075	14.61	61.08	91.60	8.40
Fondo		2.01	8.40	100.00	0.00
Total		23.92	100.00		
Total + F		285.11			

Masa Final	285.11
Masa Inicial	284.62
%Error	0.17215937

D60	D30	D10
0.16423818		
	0.11451189	0.08717725
0.16	0.11	0.09

Cc	0.91584897
Cu	1.88395682

% Pasa Tamiz 200	Grueso
% Pasa Tamiz 4	Arena

Finos>12%	5%<Finos<12%	Finos<5%
Sucio	Intermedio	Limpio
No	No	Si

Clasificación SUCS
SP
Poorly graded sand
Arena Pobremente Graduada

D60	D30	D10
0.19849206		
	0.11468232	0.08551105
0.20	0.11	0.09

Cc	0.7748677
Cu	2.32124461

% Pasa Tamiz 200	Grueso
% Pasa Tamiz 4	Arena

Finos>12%	5%<Finos<12%	Finos<5%
Sucio	Intermedio	Limpio
No	No	Si

Clasificación SUCS
SP
Poorly graded sand
Arena Pobremente Graduada

D60	D30	D10
0.87355882		
	0.28412338	
		0.12614537
0.87	0.28	0.13

Cc	0.73257223
Cu	6.92501669

% Pasa Tamiz 200	Grueso
% Pasa Tamiz 4	Arena

Finos>12%	5%<Finos<12%	Finos<5%
Sucio	Intermedio	Limpio
No	No	Si

Clasificación SUCS
SP
Poorly graded sand
Arena Pobremente Graduada

D60	D30	D10
0.13835729	0.10151951	0.07696099
0.14	0.10	0.08

Cc	0.96789074
Cu	1.7977588

% Pasa Tamiz 200	Grueso
% Pasa Tamiz 4	Arena

Finos>12%	5%<Finos<12%	Finos<5%
Sucio	Intermedio	Limpio
No	Si	No

Clasificación SUCS
SP-ML
Poorly graded sand with Silt
Arena Pobremente Graduada con Limos de Baja Plasticidad

Tipo de suelo SUCS de calicata 3 por estratos (Mora & Cordova, 2024)

Según el estudio de suelo el número de golpes está entre N 15 y 40

C1M3							
ID Recipiente	A	Numero de Golpes	B	C	D	E	G
27	6.02	13	17.23	13.56	3.67	7.54	48.67
20	6.29	23	19.16	15.12	4.04	8.83	45.75
63	5.98	35	16.67	13.39	3.28	7.41	44.26
103	6.33	18	17.16	13.85	3.31	7.52	44.02
Ecuación							
y=-0.1979x+50.914							
LL						45.9665	

C1M4							
ID Recipiente	A	Numero de Golpes	B	C	D	E	G
12	6.18	40	16.26	12.37	3.89	6.19	62.84
23	5.9	32	13.84	10.75	3.09	4.85	63.71
24	6.1	28	16.11	12.06	4.05	5.96	67.95
69	6.31	23	13.13	10.3	2.83	3.99	70.93
80	6.06	16	15.81	11.64	4.17	5.58	74.73
Ecuación							
y=-0.4946x+82.345							
LL						69.98	

C1M3							
ID Muestra	ID Recipiente	A	B	C	D	E	G
C1M3	7	6.02	16	13.71	2.29	7.69	29.78
C1M3	50	5.79	13.07	11.41	1.66	5.62	29.54
LP					29.66		
IP					16.31		

C1M3	
LL	45.9665
LP	29.66
IP	16.31

C1M4							
ID Muestra	ID Recipiente	A	B	C	D	E	G
C1M4	119	6.13	11.26	9.78	1.48	3.65	40.55
C1M4	13	6.47	13.37	11.3	2.07	4.83	42.86
LP					41.70		
IP					28.28		

C1M4	
LL	69.98
LP	41.70
IP	28.28

Número de golpes de calicata 1 por estratos (Mora & Cordova, 2024)

C2M2							
ID Recipiente	A	Numero de Golpes	B	C	D	E	G
93	6.15	26	19.57	13.33	6.24	7.18	86.91
27	6.02	39	16.24	14.01	2.23	7.99	27.91
59	6.45	34	17.25	14.87	2.38	8.42	28.27
124	5.99	16	21.12	17.72	3.4	11.73	28.99
Ecuación							
y=-0.045x+29.721							
LL						28.596	

C2M2							
ID Muestra	ID Recipiente	A	B	C	D	E	G
C2M2	69	6.15	13	11.64	1.36	5.49	24.77
C2M2	18	6.02	15.49	13.73	1.76	7.71	22.83
LP					23.80		
IP					4.80		

C2M2	
LL	28.596
LP	23.80
IP	4.80

C2M4							
ID Recipiente	A	Numero de Golpes	B	C	D	E	G
50	5.79	22	15.1	12.53	2.57	6.74	38.13
70	6.26	16	12.61	10.79	1.82	4.53	40.18
12	6.17	25	14.74	12.32	2.42	6.15	39.35
83	6	38	12.2	10.48	1.72	4.48	38.39
Ecuación							
y=-0.0805x+41.427							
LL						39.4145	

C2M4							
ID Muestra	ID Recipiente	A	B	C	D	E	G
C2M4	7	6.02	14.91	12.78	2.13	6.76	31.51
C2M4	85	6.02	14.65	12.61	2.04	6.59	30.96
LP						31.23	
IP						8.18	

C2M4	
LL	39.4145
LP	31.23
IP	8.18

C2M5							
ID Recipiente	A	Numero de Golpes	B	C	D	E	G
21	6.3	15	12.68	9.78	2.9	3.48	83.33
122	5.94	27	12.7	9.75	2.95	3.81	77.43
103	6.33	37	13.8	10.61	3.19	4.28	74.53
71	5.98	34	13	10.04	2.96	4.06	72.91
Ecuación							
y=-0.4031x+89.045							
LL						78.9675	

C2M5							
ID Muestra	ID Recipiente	A	B	C	D	E	G
C2M5	65	6.19	10.03	9.28	0.75	3.09	24.27
C2M5	57	6	15.97	12.74	3.23	6.74	47.92
LP						36.10	
IP						42.87	

C2M5	
LL	78.9675
LP	36.10
IP	42.87

Número de golpes de calicata 2 por estratos (Mora & Cordova, 2024)

C3M3							
ID Recipiente	A	Numero de Golpes	B	C	D	E	G
65	6.19	34	15.58	12.62	2.96	6.43	46.03
71	5.98	40	12.26	10.3	1.96	4.32	45.37
69	6.29	28	14.62	11.94	2.68	5.65	47.43
18	6.38	16	15.35	12.35	3	5.97	50.25
Ecuación							
y=-0.2034x+53.379							
LL			48.294				

C3M4							
ID Recipiente	A	Numero de Golpes	B	C	D	E	G
59	6.45	39	14.99	11.33	3.66	4.88	75.00
70	6.26	28	15.05	11.18	3.87	4.92	78.66
85	6.02	24	12.55	9.59	2.96	3.57	82.91
50	5.79	18	13.33	9.81	3.52	4.02	87.56
Ecuación							
y=-0.5929x+97.189							
LL			82.3665				

C3M5							
ID Recipiente	A	Numero de Golpes	B	C	D	E	G
122	5.94	15	14.33	11.58	2.75	5.64	48.76
124	5.99	21	15.33	12.33	3	6.34	47.32
93	6.15	40	13.5	11.25	2.25	5.1	44.12
103	6.33	25	16.55	13.31	3.24	6.98	46.42
Ecuación							
y=-0.1812x+51.229							
LL			46.699				

C3M3							
ID Muestra	ID Recipiente	A	B	C	D	E	G
C3M3	63	5.98	16.32	13.68	2.64	7.7	34.29
C3M3	20	6.29	16.14	13.68	2.46	7.39	33.29
LP					33.79		
IP					14.51		

C3M4							
ID Muestra	ID Recipiente	A	B	C	D	E	G
C3M4	7	6.02	18.44	15.29	3.15	9.27	33.98
C3M4	27	6.02	13.25	11.45	1.8	5.43	33.15
LP					33.56		
IP					48.80		

C3M5							
ID Muestra	ID Recipiente	A	B	C	D	E	G
C3M5	83	6	8.8	8.14	0.66	2.14	30.84
C3M5	21	6.3	16.75	14.03	2.72	7.73	35.19
LP					33.01		
IP					13.68		

C3M3	
LL	48.294
LP	33.79
IP	14.51

C3M4	
LL	82.3665
LP	33.56
IP	48.80

C3M5	
LL	46.699
LP	33.01
IP	13.68

Número de golpes de calicata 3 por estratos (Mora & Cordova, 2024)

ANEXO B DISEÑO DEL MURO

ETABS Shear Wall Design

ACI 318-19 Pier Design

Pier Details

Story ID	Pier ID	Centroid X (mm)	Centroid Y (mm)	Length (mm)	Thickness (mm)	LLRF
Story2	P1x	2266.7	2100	1333.3	200	0.649

Material Properties

E_c (kgf/mm ²)	f'_c (kgf/mm ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (kgf/mm ²)	f_{ys} (kgf/mm ²)
965.26	2.81	1	6.12	6.12

Design Code Parameters

ϕ_T	ϕ_C	ϕ_v	ϕ_v (Seismic)	IP_{MAX}	IP_{MIN}	P_{MAX}
0.9	0.65	0.75	0.6	0.04	0.0025	0.8

Pier Leg Location, Length and Thickness

Station Location	ID	Left X ₁ mm	Left Y ₁ mm	Right X ₂ mm	Right Y ₂ mm	Length mm	Thickness mm
Top	Leg 1	1600	2100	2933.3	2100	1333.3	200
Bottom	Leg 1	1600	2100	2933.3	2100	1333.3	200

Flexural Design for P_u , M_{u2} and M_{u3}

Station Location	Required Rebar Area (mm ²)	Required Reinf Ratio	Current Reinf Ratio	Flexural Combo	P_u kgf	M_{u2} kgf-mm	M_{u3} kgf-mm	Pier A_g mm ²
Top	667	0.0025	0.0023	0.9D	6768.96	-60016.61	-2365699.24	266667
Bottom	1139	0.0043	0.0023	0.9D+1Sy	-3.8	-8954.09	-3023716.43	266667

Shear Design

Station Location	ID	Rebar mm ² /mm	Shear Combo	P_u kgf	M_u kgf-mm	V_u kgf	ϕV_c kgf	ϕV_n kgf
Top	Leg 1	0.5	0.9D+1Sx	5315.43	-4063363.91	6500.15	14229.13	16676.44
Bottom	Leg 1	0.5	1.2D+Sx+L	24372.76	6526729.12	8479.61	14229.13	16676.44

Boundary Element Check (ACI 18.10.6.3, 18.10.6.4)

Station Location	ID	Edge Length (mm)	Governing Combo	P_u kgf	M_u kgf-mm	Stress Comp kgf/mm ²	Stress Limit kgf/mm ²	C Depth mm	C Limit mm
Top-Left	Leg 1	Not Required	1.2D+Sx+L	7318.75	-4605203.92	0.11	0.56		
Top-Right	Leg 1	Not Required	1.2D+Sx+L	7318.75	-4605203.92	-0.05	0.56		
Bottom-Left	Leg 1	Not Required	1.2D+Sx+L	24372.76	6526729.12	-0.02	0.56		
Bottom-Right	Leg 1	Not Required	1.2D+Sx+L	24372.76	6526729.12	0.2	0.56		

ETABS Shear Wall Design

ACI 318-19 Pier Design

Pier Details

Story ID	Pier ID	Centroid X (mm)	Centroid Y (mm)	Length (mm)	Thickness (mm)	LLRF
Story1	P1y	1600	2600	1000	200	0.735

Material Properties

E_c (kgf/mm ²)	f'_c (kgf/mm ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (kgf/mm ²)	f_{ys} (kgf/mm ²)
965.26	2.81	1	6.12	6.12

Design Code Parameters

ϕ_T	ϕ_c	ϕ_v	ϕ_v (Seismic)	IP_{MAX}	IP_{MIN}	P_{MAX}
0.9	0.65	0.75	0.6	0.04	0.0025	0.8

Pier Leg Location, Length and Thickness

Station Location	ID	Left X ₁ mm	Left Y ₁ mm	Right X ₂ mm	Right Y ₂ mm	Length mm	Thickness mm
Top	Leg 1	1600	2100	1600	3100	1000	200
Bottom	Leg 1	1600	2100	1600	3100	1000	200

Flexural Design for P_u , M_{u2} and M_{u3}

Station Location	Required Rebar Area (mm ²)	Required Reinf Ratio	Current Reinf Ratio	Flexural Combo	P_u kgf	M_{u2} kgf-mm	M_{u3} kgf-mm	Pier A_g mm ²
Top	2004	0.01	0.0025	0.9D+1Sx	-5222.46	43545.8	2147797.48	200000
Bottom	4862	0.0243	0.0025	0.9D+1Sx	-20167.49	-398087.18	-1723636.06	200000

Shear Design

Station Location	ID	Rebar mm ² /mm	Shear Combo	P_u kgf	M_u kgf-mm	V_u kgf	ϕV_c kgf	ϕV_n kgf
Top	Leg 1	2.6	1.2D+Sy+L	19340.79	-4724535.96	20234.3	10671.85	20234.3
Bottom	Leg 1	2.82	1.2D+Sy+L	38129.32	19398296.76	21009.25	10671.85	21009.25

Boundary Element Check (ACI 18.10.6.3, 18.10.6.4)

Station Location	ID	Edge Length (mm)	Governing Combo	P_u kgf	M_u kgf-mm	Stress Comp kgf/mm ²	Stress Limit kgf/mm ²	C Depth mm	C Limit mm
Top-Left	Leg 1	Not Required	1.2D+Sy+L	19340.79	-4724535.96	0.24	0.56		
Top-Right	Leg 1	Not Required	1.2D+Sy+L	19340.79	-4724535.96	-0.05	0.56		
Bottom-Left	Leg 1	Not Required	1.2D+Sy+L	38129.32	19398296.76	-0.39	0.56		
Bottom-Right	Leg 1	55.1	1.2D+Sy+L	38129.32	19398296.76	0.77	0.56	110.3	154.6

ETABS Shear Wall Design

ACI 318-19 Pier Design

Pier Details

Story ID	Pier ID	Centroid X (mm)	Centroid Y (mm)	Length (mm)	Thickness (mm)	LLRF
Story2	P2y	1600	19400	1000	200	0.734

Material Properties

E_c (kgf/mm ²)	f'_c (kgf/mm ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (kgf/mm ²)	f_{yk} (kgf/mm ²)
965.26	2.81	1	6.12	6.12

Design Code Parameters

ϕ_T	ϕ_C	ϕ_v	ϕ_v (Seismic)	IP_{MAX}	IP_{MIN}	P_{MAX}
0.9	0.65	0.75	0.6	0.04	0.0025	0.8

Pier Leg Location, Length and Thickness

Station Location	ID	Left X ₁ mm	Left Y ₁ mm	Right X ₂ mm	Right Y ₂ mm	Length mm	Thickness mm
Top	Leg 1	1600	18900	1600	19900	1000	200
Bottom	Leg 1	1600	18900	1600	19900	1000	200

Flexural Design for P_u , M_{u2} and M_{u3}

Station Location	Required Rebar Area (mm ²)	Required Reinf Ratio	Current Reinf Ratio	Flexural Combo	P_u kgf	M_{u2} kgf-mm	M_{u3} kgf-mm	Pier A_g mm ²
Top	500	0.0025	0.0025	0.9D	3643.13	27880.53	1637736.85	200000
Bottom	500	0.0025	0.0025	0.9D	8760.11	-21714.7	-801044.98	200000

Shear Design

Station Location	ID	Rebar mm ² /mm	Shear Combo	P_u kgf	M_u kgf-mm	V_u kgf	ϕV_c kgf	ϕV_n kgf
Top	Leg 1	0.5	1.2D+1.6Lr+L	9944.09	4222278.44	3951.24	13339.81	15634.17
Bottom	Leg 1	0.5	1.2D+1.6Lr+L	17864.57	-1906471.23	3749.88	13339.81	15634.17

Boundary Element Check (ACI 18.10.6.3, 18.10.6.4)

Station Location	ID	Edge Length (mm)	Governing Combo	P_u kgf	M_u kgf-mm	Stress Comp kgf/mm ²	Stress Limit kgf/mm ²	C Depth mm	C Limit mm
Top-Left	Leg 1	Not Required	1.2D+Sy+L	4703.27	1086064.59	-0.01	0.56		
Top-Right	Leg 1	Not Required	1.2D+Sy+L	4703.27	1086064.59	0.06	0.56		
Bottom-Left	Leg 1	Not Required	1.2D+Sy+L	10237.88	2270962.4	-0.02	0.56		
Bottom-Right	Leg 1	Not Required	1.2D+Sy+L	10237.88	2270962.4	0.12	0.56		

ETABS Shear Wall Design

ACI 318-19 Pier Design

Pier Details

Story ID	Pier ID	Centroid X (mm)	Centroid Y (mm)	Length (mm)	Thickness (mm)	LLRF
Story2	P2x	2266.7	19900	1333.3	200	0.659

Material Properties

E_c (kgf/mm ²)	f'_c (kgf/mm ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (kgf/mm ²)	f_{ys} (kgf/mm ²)
965.26	2.81	1	6.12	6.12

Design Code Parameters

ϕ_T	ϕ_C	ϕ_v	ϕ_v (Seismic)	IP _{MAX}	IP _{MIN}	P _{MAX}
0.9	0.65	0.75	0.6	0.04	0.0025	0.8

Pier Leg Location, Length and Thickness

Station Location	ID	Left X ₁ mm	Left Y ₁ mm	Right X ₂ mm	Right Y ₂ mm	Length mm	Thickness mm
Top	Leg 1	1600	19900	2933.3	19900	1333.3	200
Bottom	Leg 1	1600	19900	2933.3	19900	1333.3	200

Flexural Design for P_u, M_{u2} and M_{u3}

Station Location	Required Rebar Area (mm ²)	Required Reinf Ratio	Current Reinf Ratio	Flexural Combo	P _u kgf	M _{u2} kgf-mm	M _{u3} kgf-mm	Pier A _g mm ²
Top	667	0.0025	0.0023	0.9D	3728.91	9790.4	-2179782.88	266667
Bottom	667	0.0025	0.0023	0.9D	12084.23	-23056.5	1129995.73	266667

Shear Design

Station Location	ID	Rebar mm ² /mm	Shear Combo	P _u kgf	M _u kgf-mm	V _u kgf	ϕV_c kgf	ϕV_n kgf
Top	Leg 1	0.5	0.9D+1Sx	4598.05	-4309895.1	7610.68	14229.13	16676.44
Bottom	Leg 1	0.5	1.2D+Sx+L	24613.79	8110340.99	9756.67	14229.13	16676.44

Boundary Element Check (ACI 18.10.6.3, 18.10.6.4)

Station Location	ID	Edge Length (mm)	Governing Combo	P _u kgf	M _u kgf-mm	Stress Comp kgf/mm ²	Stress Limit kgf/mm ²	C Depth mm	C Limit mm
Top-Left	Leg 1	Not Required	1.2D+Sy+L	6809.21	-4355445.94	0.1	0.56		
Top-Right	Leg 1	Not Required	1.2D+Sy+L	6809.21	-4355445.94	-0.05	0.56		
Bottom-Left	Leg 1	Not Required	1.2D+Sy+L	27913.74	3953730.71	0.04	0.56		
Bottom-Right	Leg 1	Not Required	1.2D+Sy+L	27913.74	3953730.71	0.17	0.56		

ETABS Shear Wall Design

ACI 318-19 Pier Design

Pier Details

Story ID	Pier ID	Centroid X (mm)	Centroid Y (mm)	Length (mm)	Thickness (mm)	LLRF
Story2	P3x	40733.3	19900	1333.3	200	0.65

Material Properties

E_c (kgf/mm ²)	f'_c (kgf/mm ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (kgf/mm ²)	f_{ys} (kgf/mm ²)
965.26	2.81	1	6.12	6.12

Design Code Parameters

ϕ_T	ϕ_C	ϕ_v	ϕ_v (Seismic)	IP_{MAX}	IP_{MIN}	P_{MAX}
0.9	0.65	0.75	0.6	0.04	0.0025	0.8

Pier Leg Location, Length and Thickness

Station Location	ID	Left X ₁ mm	Left Y ₁ mm	Right X ₂ mm	Right Y ₂ mm	Length mm	Thickness mm
Top	Leg 1	40066.7	19900	41400	19900	1333.3	200
Bottom	Leg 1	40066.7	19900	41400	19900	1333.3	200

Flexural Design for P_u , M_{u2} and M_{u3}

Station Location	Required Rebar Area (mm ²)	Required Reinf Ratio	Current Reinf Ratio	Flexural Combo	P_u kgf	M_{u2} kgf-mm	M_{u3} kgf-mm	Pier A_g mm ²
Top	667	0.0025	0.0023	0.9D	4081.94	15812.85	2107434.45	266666
Bottom	902	0.0034	0.0023	0.9D+1Sx	6579.49	-34901.79	6183443.75	266666

Shear Design

Station Location	ID	Rebar mm ² /mm	Shear Combo	P_u kgf	M_u kgf-mm	V_u kgf	ϕV_c kgf	ϕV_n kgf
Top	Leg 1	0.5	1.2D+Sx+L	4656.34	588386.13	6594.43	14229.09	16676.41
Bottom	Leg 1	0.5	1.2D+Sx+L	11992.01	6667060.04	5464.72	14229.09	16676.41

Boundary Element Check (ACI 18.10.6.3, 18.10.6.4)

Station Location	ID	Edge Length (mm)	Governing Combo	P_u kgf	M_u kgf-mm	Stress Comp kgf/mm ²	Stress Limit kgf/mm ²	C Depth mm	C Limit mm
Top-Left	Leg 1	Not Required	1.2D+Sy+L	6620.93	3890862.25	-0.04	0.56		
Top-Right	Leg 1	Not Required	1.2D+Sy+L	6620.93	3890862.25	0.09	0.56		
Bottom-Left	Leg 1	Not Required	1.2D+Sy+L	26015.7	-2259559.12	0.14	0.56		
Bottom-Right	Leg 1	Not Required	1.2D+Sy+L	26015.7	-2259559.12	0.06	0.56		

ETABS Shear Wall Design

ACI 318-19 Pier Design

Pier Details

Story ID	Pier ID	Centroid X (mm)	Centroid Y (mm)	Length (mm)	Thickness (mm)	LLRF
Story2	P3y	41393.3	19384.4	1031.3	200	0.609

Material Properties

E_c (kgf/mm ²)	f'_c (kgf/mm ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (kgf/mm ²)	f_{ys} (kgf/mm ²)
965.26	2.81	1	6.12	6.12

Design Code Parameters

ϕ_T	ϕ_C	ϕ_v	ϕ_v (Seismic)	IP_{MAX}	IP_{MIN}	P_{MAX}
0.9	0.65	0.75	0.6	0.04	0.0025	0.8

Pier Leg Location, Length and Thickness

Station Location	ID	Left X ₁ mm	Left Y ₁ mm	Right X ₂ mm	Right Y ₂ mm	Length mm	Thickness mm
Top	Leg 1	41386.6	18868.8	41400	19900	1031.3	200
Bottom	Leg 1	41386.6	18868.8	41400	19900	1031.3	200

Flexural Design for P_u , M_{u2} and M_{u3}

Station Location	Required Rebar Area (mm ²)	Required Reinf Ratio	Current Reinf Ratio	Flexural Combo	P_u kgf	M_{u2} kgf-mm	M_{u3} kgf-mm	Pier A_g mm ²
Top	578	0.0028	0.0024	1.2D+Sx+L	3174.36	7800.82	2663135.92	206264
Bottom	671	0.0033	0.0024	0.9D+1Sy	492.05	49901.49	1654698.66	206264

Shear Design

Station Location	ID	Rebar mm ² /mm	Shear Combo	P_u kgf	M_u kgf-mm	V_u kgf	ϕV_c kgf	ϕV_n kgf
Top	Leg 1	0.5	1.2D+Sx+L	3174.36	2663135.92	3246.18	11006.09	12899.07
Bottom	Leg 1	0.5	1.2D+Sx+L	33630.39	-2553872.79	3575.25	11006.09	12899.07

Boundary Element Check (ACI 18.10.6.3, 18.10.6.4)

Station Location	ID	Edge Length (mm)	Governing Combo	P_u kgf	M_u kgf-mm	Stress Comp kgf/mm ²	Stress Limit kgf/mm ²	C Depth mm	C Limit mm
Top-Left	Leg 1	Not Required	1.2D+Sy+L	7156.76	1903303.83	-0.02	0.56		
Top-Right	Leg 1	Not Required	1.2D+Sy+L	7156.76	1903303.83	0.09	0.56		
Bottom-Left	Leg 1	Not Required	1.2D+Sx+L	33630.39	-2553872.79	0.24	0.56		
Bottom-Right	Leg 1	Not Required	1.2D+Sx+L	33630.39	-2553872.79	0.09	0.56		

ETABS Shear Wall Design

ACI 318-19 Pier Design

Pier Details

Story ID	Pier ID	Centroid X (mm)	Centroid Y (mm)	Length (mm)	Thickness (mm)	LLRF
Story2	P4x	40733.3	2100	1333.3	200	0.661

Material Properties

E_c (kgf/mm ²)	f'_c (kgf/mm ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (kgf/mm ²)	f_{ys} (kgf/mm ²)
965.26	2.81	1	6.12	6.12

Design Code Parameters

ϕ_T	ϕ_C	ϕ_v	ϕ_v (Seismic)	IP_{MAX}	IP_{MIN}	P_{MAX}
0.9	0.65	0.75	0.6	0.04	0.0025	0.8

Pier Leg Location, Length and Thickness

Station Location	ID	Left X ₁ mm	Left Y ₁ mm	Right X ₂ mm	Right Y ₂ mm	Length mm	Thickness mm
Top	Leg 1	40066.7	2100	41400	2100	1333.3	200
Bottom	Leg 1	40066.7	2100	41400	2100	1333.3	200

Flexural Design for P_u , M_{u2} and M_{u3}

Station Location	Required Rebar Area (mm ²)	Required Reinf Ratio	Current Reinf Ratio	Flexural Combo	P_u kgf	M_{u2} kgf-mm	M_{u3} kgf-mm	Pier A_g mm ²
Top	667	0.0025	0.0023	0.9D	3781.69	1861.02	2037717.33	266666
Bottom	1696	0.0064	0.0023	0.9D+1Sy	-2595.6	-4890.19	3279671.51	266666

Shear Design

Station Location	ID	Rebar mm ² /mm	Shear Combo	P_u kgf	M_u kgf-mm	V_u kgf	ϕV_c kgf	ϕV_n kgf
Top	Leg 1	0.5	1.2D+Sy+L	2055.91	65432.92	5992.09	14229.09	16676.41
Bottom	Leg 1	0.5	0.9D+1Sy	-2595.6	3279671.51	4990.13	17293.89	20353.03

Boundary Element Check (ACI 18.10.6.3, 18.10.6.4)

Station Location	ID	Edge Length (mm)	Governing Combo	P_u kgf	M_u kgf-mm	Stress Comp kgf/mm ²	Stress Limit kgf/mm ²	C Depth mm	C Limit mm
Top-Left	Leg 1	Not Required	1.2D+Sx+L	4283.95	713330.87	4.027E-03	0.56		
Top-Right	Leg 1	Not Required	1.2D+Sx+L	4283.95	713330.87	0.03	0.56		
Bottom-Left	Leg 1	Not Required	1.2D+Sx+L	12177.17	5166239.81	-0.04	0.56		
Bottom-Right	Leg 1	Not Required	1.2D+Sx+L	12177.17	5166239.81	0.13	0.56		

ANEXO C ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS POR RUBROS

	<u>ELEMENTOS ESTRUCTURALES</u>							
	Código: AC3							
	RUBRO: ACERO ESTRUCTURAL INCLUYE MONTAJE PARA VIGAS PARA ELMENTOS ESTRUCTURALES							
	DETALLE							
	UNIDAD : kg							
	EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo	
			A	B	AxB	R	D=C*R	
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)						0.0356	
	AMOLADORA ELÉCTRICA	HORA	2.00	0.75	1.50	0.02	0.0300	
	SOLDADORA ELÉCTRICA	HORA	4.00	1.25	5.00	0.02	0.1000	
	GRUA MÓVIL	HORA	0.10	31.25	3.13	0.02	0.0625	
	SUBTOTAL M					SUBTOTAL M		0.228
	MANO DE OBRA							
	Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
			(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
	PEÓN	HORA	2.00	4.14	8.28	0.020	0.17	
	ARMADOR	HORA	2.00	4.42	8.84	0.020	0.18	
	MAESTRO DE OBRA	HORA	0.10	5.00	0.50	0.020	0.01	
	SOLDADOR CERTIFICADO	HORA	2.00	9.00	18.00	0.020	0.36	
	SUBTOTAL M							0.71
	MATERIALES							
	Descripcion			Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
					(A)	(B)	C=A*B	
	ACERO DE PERFIL			kg	1.050	1.18	1.24	
	ANTICORROSIVO			4000 cc	0.010	15.560	0.16	
	THINNER COMERCIAL			4000 cc	0.010	13.950	0.14	
	DISCO DE CORTE			kg	0.050	2.34	0.12	
	ELECTRODO							
						SUBTOTAL P		1.65
						TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)		2.59
						INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%		0.52
						OTROS ESPECIFICOS		0.00
						COSTO TOTAL DEL RUBRO		3.11
						VALOR PROPUESTO		3.11

	ELEMENTOS ESTRUCTURALES						
	Código: AC4	LOSA DECK e=0.65 m					
	RUBRO:						
	DETALLE						UNIDAD : m2
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)						0.08
SUBTOTAL M		SUBTOTAL M					0.08
MANO DE OBRA							
	Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
			(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R
	PEÓN	HORA	1.00	4.14	4.14	0.1000	0.41
	MAESTRO DE OBRA	HORA	0.10	4.42	0.44	0.1000	0.04
	ALBAÑIL	HORA	2.00	4.19	8.38	0.1000	0.84
	SOLDADOR CERTIFICADO	HORA	1.00	4.00	4.00	0.1000	0.40
SUBTOTAL M							1.70
MATERIALES							
	Descripcion		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
				(A)	(B)	C=A*B	
	DECK GALVANIZADO E 0.65 CM		M2	1.050	12.11	12.72	
	HORMIGÓN PREMEZCALDO 210 KG/CM2		M3	0.070	119.520	8.37	
	SEPARADOR TIPO TORRE 25 MM		Unidad	4.000	0.150	0.60	
	MALLA ELECTROSOLDADA		Unidad	0.083	42.00	3.49	
	CONECTORES DE CORTE		Unidad	4.000	1.200	4.80	
		SUBTOTAL P					29.97
		TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					31.75
		INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%					6.35
		OTROS ESPECIFICOS					0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO					38.10
		VALOR PROPUESTO					38.10

	CUBIERTA						
	Código: AC5	PERFIL ESTRUCTURAL A36 INCLUYE MONTAJE (CUBIERTA)					
	RUBRO: DETALLE	UNIDAD : kg					
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)						0.06
	AMOLADORA ELÉCTRICA	HORA	1.00	2.00	2.00	0.0500	0.10
	SOLDADORA ELÉCTRICA	HORA	1.00	4.00	4.00	0.0500	0.20
	GRUA MÓVIL	HORA	0.09	35.00	3.15	0.0500	0.16
	COMPRESOR	HORA	1.00	0.63	0.63	0.0500	0.03
SUBTOTAL M		SUBTOTAL M					0.55
MANO DE OBRA							
	Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
			(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R
	PEÓN	HORA	1.00	4.14	4.14	0.0500	0.21
	MAESTRO DE OBRA	HORA	0.10	4.42	0.44	0.0500	0.02
	ARMADOR	HORA	2.00	4.42	8.84	0.0500	0.44
	SOLDADOR CALIFICADO	HORA	1.00	9.00	9.00	0.0500	0.45
SUBTOTAL M							1.12
MATERIALES							
	Descripcion			Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
					(A)	(B)	C=A*B
	ACERO DE PERFIL			kg	1.050	1.40	1.47
	ANTICORROSIVO			gal	0.010	20.000	0.20
	THINNER COMERCIAL			gal	0.010	9.910	0.10
	DISCO DE CORTE			Unidad	0.010	1.60	0.02
	SOLDADURA			kg	0.010	3.250	0.03
				SUBTOTAL P			1.82
				TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)			3.48
				INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%			0.70
				OTROS ESPECIFICOS			0.00
				COSTO TOTAL DEL RUBRO			4.18
				VALOR PROPUESTO			4.18

	ELEMENTOS ESTRUCTURALES						
	Código: AC11						
	RUBRO: ACERO DE REFUERZO GRADO 60 FIGURADO Y COLOCADO MURO						
	DETALLE						
	EQUIPOS						
CÓDIGO	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)						0.04
	SUBTOTAL M						0.04
	MANO DE OBRA						
	Descripción	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
			(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R
	FIERRERO	HORA	1.00	4.19	4.19	0.0400	0.17
	PEÓN	HORA	2.00	4.14	8.28	0.0400	0.33
	MAESTRO DE OBRA	HORA	0.10	4.65	0.47	0.0400	0.02
	ALBAÑIL	HORA	2.00	4.19	8.38	0.0400	0.34
	SUBTOTAL M						0.85
	MATERIALES						
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo		
			(A)	(B)	C=A*B		
	ALAMBRE GALVANIZADO	kg	0.050	2.54	0.13		
	ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG/CM2	kg	1.050	0.810	0.85		
	SUBTOTAL P						0.98
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)						1.87
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%						0.37
	OTROS ESPECIFICOS						0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO						2.25
	VALOR PROPUESTO						2.25

	Código: AC10						
	RUBRO: HORMIGÓN ARMADO PARA MURO						
	DETALLE						
	EQUIPOS						
CÓDIGO	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)						2.08
	SUBTOTAL M						2.08
	MANO DE OBRA						
	Descripción	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
			(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R
	PEÓN	HORA	10.00	4.14	41.40	0.8000	33.12
	MAESTRO DE OBRA	HORA	0.50	4.65	2.33	0.8000	1.86
	ALBAÑIL	HORA	2.00	4.19	8.38	0.8000	6.70
	SUBTOTAL M						41.68
	MATERIALES						
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo		
			(A)	(B)	C=A*B		
	HORMIGÓN PREMEZCLADO CON BOMBA	M3	1.000	105.00	105.00		
	SUBTOTAL P						105.00
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)						148.77
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%						29.75
	OTROS ESPECIFICOS						0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO						178.52
	VALOR PROPUESTO						178.52

	ELEMENTOS ESTRUCTURALES						
	Código: AC11						
	RUBRO: COLUMNA DE HORMIGÓN ARMADO PREMEZCLADO F' C 240 KG/CM2						
	DETALLE						
	EQUIPOS						
CÓDIGO	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)						0.43
	VIBRADOR DE MANGUERA	HORA	1.00	3.75	3.75	0.6600	2.48
	SUBTOTAL M						2.90
	MANO DE OBRA						
	Descripción	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
			(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R
	PEÓN	HORA	2.00	4.14	8.28	0.6600	5.46
	MAESTRO DE OBRA	HORA	0.10	4.65	0.47	0.6600	0.31
	ALBAÑIL	HORA	1.00	4.19	4.19	0.6600	2.77
	SUBTOTAL M						8.54
	MATERIALES						
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo		
			(A)	(B)	C=A*B		
	HORMIGÓN PREMEZCLADO			M3	1.000	105.00	105.00
	SUBTOTAL P						105.00
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)						116.44
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%						23.29
	OTROS ESPECIFICOS						0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO						139.73
	VALOR PROPUESTO						139.73

	ELEMENTOS ESTRUCTURALES						
	Código: AC11						
	RUBRO: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS						
	DETALLE						
	EQUIPOS						
CÓDIGO	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)						0.18
	SUBTOTAL M						0.18
	MANO DE OBRA						
	Descripción	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
			(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R
	PEÓN	HORA	1.00	4.14	4.14	0.4000	1.66
	MAESTRO DE OBRA	HORA	0.10	4.65	0.47	0.4000	0.19
	ALBAÑIL	HORA	1.00	4.19	4.19	0.4000	1.68
	SUBTOTAL M						3.52
	MATERIALES						
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo		
			(A)	(B)	C=A*B		
	ENCOFRADO METÁLICO	Unidad		6.000	3.00	18.00	
	TIRAS	Unidad		4.000	1.450	5.80	
	CLAVOS	kg		0.500	1.030	0.52	
	PINGOS	m		4.000	1.10	4.40	
	SUBTOTAL P						28.72
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)						32.41
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%						6.48
	OTROS ESPECIFICOS						0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO						38.89
	VALOR PROPUESTO						38.89

	ELEMENTOS ESTRUCTURALES						
	Código: AC12						
	RUBRO: HORMIGÓN ARMADO PARA VIGA PREMEZCLADO F´C 210 KG/CM2						
	DETALLE						
	UNIDAD : M3						
	EQUIPOS						
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)						0.38
	VIBRADOR DE MANGUERA	HORA	1.00	3.75	3.75	0.3000	1.13
	SUBTOTAL M			SUBTOTAL M			1.51
	MANO DE OBRA						
	Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
			(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R
	PEÓN	HORA	4.00	4.14	16.56	0.3000	4.97
	MAESTRO DE OBRA	HORA	0.10	4.65	0.47	0.3000	0.14
	ALBAÑIL	HORA	2.00	4.19	8.38	0.3000	2.51
	SUBTOTAL M						7.62
	MATERIALES						
	Descripcion			Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
					(A)	(B)	C=A*B
	HORMIGÓN PREMEZCLADO			M3	1.000	105.00	105.00
				SUBTOTAL P			105.00
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)						114.13
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%						22.83
	OTROS ESPECIFICOS						0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO						136.95
	VALOR PROPUESTO						136.95

	Código: AC11 RUBRO: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS DETALLE UNIDAD : M2						
CÓDIGO	EQUIPOS						
	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)						0.33
SUBTOTAL M		SUBTOTAL M					0.33
MANO DE OBRA							
	Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
			(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R
	PEÓN	HORA	4.00	4.14	16.56	0.2600	4.31
	MAESTRO DE OBRA	HORA	0.10	4.65	0.47	0.2600	0.12
	ALBAÑIL	HORA	2.00	4.19	8.38	0.2600	2.18
SUBTOTAL M							6.61
MATERIALES							
	Descripcion			Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
					(A)	(B)	C=A*B
	TABLA DURA DE ENCOFRADO			Unidad	1.000	5.50	5.50
	ALAMBRE GALVANIZADO			kg	0.210	2.540	0.53
	CLAVOS			kg	0.240	1.030	0.25
	CUARTONES			unidad	2.000	1.100	2.20
				SUBTOTAL P			8.48
		TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					15.42
		INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%					3.08
		OTROS ESPECIFICOS					0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO					18.50
		VALOR PROPUESTO					18.50

	ELEMENTOS ESTRUCTURALES							
	Código: AC13							
	RUBRO: HORMIGÓN PREMEZCLADO LOSA F' C 210 KG/CM2							
	DETALLE UNIDAD : M3							
	EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo	
			A	B	AxB	R	D=C*R	
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	HORA	1.00	3.75	3.75	0.6000	0.76	
	VIBRADOR DE MANGUERA						2.25	
	SUBTOTAL M					SUBTOTAL M		3.01
	MANO DE OBRA							
	Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
			(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
	PEÓN	HORA	4.00	4.14	16.56	0.6000	9.94	
	MAESTRO DE OBRA	HORA	0.10	4.65	0.47	0.6000	0.28	
	ALBAÑIL	HORA	2.00	4.19	8.38	0.6000	5.03	
	SUBTOTAL M							15.24
	MATERIALES							
	Descripcion			Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
					(A)	(B)	C=A*B	
	HORMIGÓN PREMEZCLADO			M3	1.000	105.00	105.00	
					SUBTOTAL P		105.00	
				TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)			123.26	
				INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%			24.65	
				OTROS ESPECIFICOS			0.00	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO			147.91	
				VALOR PROPUESTO			147.91	

ELEMENTOS ESTRUCTURALES							
Código: AC11							
RUBRO: ACERO DE REFUERZO GRADO 60 FIGURADO Y COLOCADO LOSA, VIGAS Y COLUMNAS							
DETALLE							
UNIDAD : KG							
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)						0.03
SUBTOTAL M		SUBTOTAL M					0.03
MANO DE OBRA							
	Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
			(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R
	FIERRERO	HORA	2.00	4.19	8.38	0.0260	0.22
	PEÓN	HORA	2.00	4.14	8.28	0.0260	0.22
	MAESTRO DE OBRA	HORA	0.10	4.65	0.47	0.0260	0.01
	ALBAÑIL	HORA	2.00	4.19	8.38	0.0260	0.22
SUBTOTAL M							0.66
MATERIALES							
	Descripcion			Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
					(A)	(B)	C=A*B
	ALAMBRE GALVANIZADO			kg	0.050	2.54	0.13
	ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG/CM2			kg	1.050	0.810	0.85
				SUBTOTAL P			0.98
		TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					1.67
		INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%					0.33
		OTROS ESPECIFICOS					0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.01
		VALOR PROPUESTO					2.01

	ELEMENTOS ESTRUCTURALES							
	Código: AC11							
	RUBRO: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METÁLICO DE LOSA							
	DETALLE							
	UNIDAD : M2							
	EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo	
			A	B	AxB	R	D=C*R	
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)						0.39	
	SUBTOTAL M					SUBTOTAL M		0.39
	MANO DE OBRA							
	Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
			(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
	PEÓN	HORA	0.44	4.14	1.82	0.1500	0.27	
	MAESTRO DE OBRA	HORA	0.10	4.65	0.47	0.1500	0.07	
	CARPINTERO	HORA	12.00	4.19	50.28	0.1500	7.54	
	SUBTOTAL M							7.88
	MATERIALES							
	Descripcion			Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
					(A)	(B)	C=A*B	
	TABLA DURA ENCOFRADO			UNIDAD	5.150	5.50	28.33	
	ALAMBRE GALVANIZADO			KG	0.100	2.540	0.25	
	CLAVOS			KG	0.110	1.030	0.11	
				SUBTOTAL P			28.69	
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)						36.97	
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%						7.39	
	OTROS ESPECIFICOS						0.00	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO						44.37	
	VALOR PROPUESTO						44.37	

ANEXO D PLANILLA DE ACERO PARA MURO DE HORMIGÓN ARMADO Y MIXTO

Tipo	Diámetro de barra	Longitud de barra	Longitud total de barra	Número de armadura	Cantidad	Espaciado	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	G	H	H	H1	H2	Volumen de refuerzo	Peso Kg
COLUMNA 50X70																							
Estribo	10 mm	2320 mm	25520 mm	154	11	100 mm	90 mm		450 mm		650 mm		450 mm		650 mm		90 mm	60 mm				0.002004 m³	15.74
Longitudinal	22 mm	8780 mm	17560 mm	159	2		8220 mm		0 mm		0 mm		0 mm		0 mm			0 mm		320 mm	320 mm	0.006675 m³	52.41
Longitudinal	22 mm	8790 mm	17580 mm	155	2		8230 mm		0 mm		0 mm		0 mm		0 mm			0 mm		320 mm	320 mm	0.006683 m³	52.47
Longitudinal	20 mm	8770 mm	17540 mm	165	2		8220 mm		0 mm		0 mm		0 mm		0 mm			0 mm		330 mm	330 mm	0.005510 m³	43.26
Longitudinal	20 mm	8790 mm	17580 mm	162	2		8240 mm		0 mm		0 mm		0 mm		0 mm			0 mm		330 mm	330 mm	0.005523 m³	43.36
Longitudinal	20 mm	8790 mm	17580 mm	162	2		8240 mm		0 mm		0 mm		0 mm		0 mm			0 mm		330 mm	330 mm	0.005523 m³	43.36
Longitudinal	20 mm	8760 mm	17520 mm	164	2		8210 mm		0 mm		0 mm		0 mm		0 mm			0 mm		330 mm	330 mm	0.005504 m³	43.21
Longitudinal	20 mm	8770 mm	17540 mm	165	2		8220 mm		0 mm		0 mm		0 mm		0 mm			0 mm		330 mm	330 mm	0.005510 m³	43.26
Estribo	10 mm	1810 mm	19910 mm	157	11	100 mm	90 mm		650 mm		200 mm		650 mm		200 mm		90 mm	60 mm				0.001564 m³	12.28
Estribo	10 mm	1570 mm	17270 mm	158	11	100 mm	90 mm		280 mm		450 mm		270 mm		450 mm		90 mm	60 mm				0.001356 m³	10.65
Estribo	10 mm	2320 mm	25520 mm	154	11	100 mm	90 mm		450 mm		650 mm		450 mm		650 mm		90 mm	60 mm				0.002004 m³	15.74
Estribo	10 mm	1810 mm	19910 mm	157	11	100 mm	90 mm		650 mm		200 mm		650 mm		200 mm		90 mm	60 mm				0.001564 m³	12.28
Estribo	10 mm	1570 mm	17270 mm	158	11	100 mm	90 mm		280 mm		450 mm		270 mm		450 mm		90 mm	60 mm				0.001356 m³	10.65
Estribo	10 mm	2320 mm	25520 mm	154	11	150 mm	90 mm		450 mm		650 mm		450 mm		650 mm		90 mm	60 mm				0.002004 m³	15.74
Estribo	10 mm	1810 mm	19910 mm	157	11	150 mm	90 mm		650 mm		200 mm		650 mm		200 mm		90 mm	60 mm				0.001564 m³	12.28
Estribo	10 mm	1570 mm	17270 mm	158	11	150 mm	90 mm		280 mm		450 mm		270 mm		450 mm		90 mm	60 mm				0.001356 m³	10.65
Estribo	10 mm	2320 mm	25520 mm	154	11	100 mm	90 mm		450 mm		650 mm		450 mm		650 mm		90 mm	60 mm				0.002004 m³	15.74
Estribo	10 mm	1810 mm	19910 mm	157	11	100 mm	90 mm		650 mm		200 mm		650 mm		200 mm		90 mm	60 mm				0.001564 m³	12.28
Estribo	10 mm	1570 mm	17270 mm	158	11	100 mm	90 mm		280 mm		450 mm		270 mm		450 mm		90 mm	60 mm				0.001356 m³	10.65
Estribo	10 mm	2320 mm	25520 mm	154	11	150 mm	90 mm		450 mm		650 mm		450 mm		650 mm		90 mm	60 mm				0.002004 m³	15.74
Estribo	10 mm	1810 mm	19910 mm	157	11	150 mm	90 mm		650 mm		200 mm		650 mm		200 mm		90 mm	60 mm				0.001564 m³	12.28
Estribo	10 mm	1570 mm	17270 mm	158	11	150 mm	90 mm		280 mm		450 mm		270 mm		450 mm		90 mm	60 mm				0.001356 m³	10.65
																					TOTAL		553.35
																					No. Colmnas 50x70		8
																					TOTAL GENERAL		4426.8

Marca	Diámetro de barra	Longitud de barra	Longitud total de barra	Número de armadura	Cantidad	Espaciado	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	G	H	H	H1	H2	Volumen de refuerzo	Peso Kg
COLUMNA 40X55																							
Estribo	10 mm	1790 mm	14320 mm	147	8	100 mm	80 mm		500 mm		350 mm		500 mm		350 mm		80 mm	60 mm				0.001125 m³	8.83
Longitudinal	18 mm	8780 mm	35120 mm	148	4		8240 mm		0 mm		0 mm		0 mm		0 mm				0 mm	350 mm	270 mm	0.008937 m³	70.16
Longitudinal	18 mm	8800 mm	35200 mm	149	4		8250 mm		0 mm		0 mm		0 mm		0 mm				0 mm	350 mm	270 mm	0.008957 m³	70.32
Longitudinal	18 mm	8690 mm	17380 mm	150	2		8220 mm		0 mm		0 mm		0 mm		0 mm				0 mm	270 mm	270 mm	0.004423 m³	34.72
Longitudinal	18 mm	8680 mm	17360 mm	151	2		8220 mm		0 mm		0 mm		0 mm		0 mm				0 mm	270 mm	270 mm	0.004418 m³	34.68
Estribo	10 mm	1380 mm	11040 mm	152	8	100 mm	80 mm		500 mm		140 mm		500 mm		140 mm		80 mm	60 mm				0.000867 m³	6.81
Estribo	10 mm	1360 mm	10880 mm	153	8	100 mm	80 mm		500 mm		290 mm		350 mm		290 mm		80 mm	60 mm				0.000855 m³	6.71
Estribo	10 mm	1790 mm	12530 mm	147	7	100 mm	80 mm		500 mm		350 mm		500 mm		350 mm		80 mm	60 mm				0.000984 m³	7.73
Estribo	10 mm	1380 mm	9660 mm	152	7	100 mm	80 mm		500 mm		140 mm		500 mm		140 mm		80 mm	60 mm				0.000759 m³	5.96
Estribo	10 mm	1360 mm	9520 mm	153	7	100 mm	80 mm		350 mm		290 mm		350 mm		290 mm		80 mm	60 mm				0.000748 m³	5.87
Estribo	10 mm	1790 mm	19690 mm	147	11	150 mm	80 mm		500 mm		350 mm		500 mm		350 mm		80 mm	60 mm				0.001546 m³	12.14
Estribo	10 mm	1380 mm	15180 mm	152	11	150 mm	80 mm		500 mm		140 mm		500 mm		140 mm		80 mm	60 mm				0.001192 m³	9.36
Estribo	10 mm	1360 mm	14960 mm	153	11	150 mm	80 mm		350 mm		290 mm		350 mm		290 mm		80 mm	60 mm				0.001175 m³	9.22
Estribo	10 mm	1790 mm	14320 mm	147	8	100 mm	80 mm		500 mm		350 mm		500 mm		350 mm		80 mm	60 mm				0.001125 m³	8.83
Estribo	10 mm	1380 mm	11040 mm	152	8	100 mm	80 mm		500 mm		140 mm		500 mm		140 mm		80 mm	60 mm				0.000867 m³	6.81
Estribo	10 mm	1360 mm	10880 mm	153	8	100 mm	80 mm		350 mm		290 mm		350 mm		290 mm		80 mm	60 mm				0.000855 m³	6.71
Estribo	10 mm	1790 mm	14320 mm	147	8	100 mm	80 mm		500 mm		350 mm		500 mm		350 mm		80 mm	60 mm				0.001125 m³	8.83
Estribo	10 mm	1380 mm	11040 mm	152	8	100 mm	80 mm		500 mm		140 mm		500 mm		140 mm		80 mm	60 mm				0.000867 m³	6.81
Estribo	10 mm	1360 mm	10880 mm	153	8	100 mm	80 mm		350 mm		290 mm		350 mm		290 mm		80 mm	60 mm				0.000855 m³	6.71
Estribo	10 mm	1790 mm	14320 mm	147	8	100 mm	80 mm		500 mm		350 mm		500 mm		350 mm		80 mm	60 mm				0.001125 m³	8.83
Estribo	10 mm	1380 mm	11040 mm	152	8	100 mm	80 mm		500 mm		140 mm		500 mm		140 mm		80 mm	60 mm				0.000867 m³	6.81
Estribo	10 mm	1360 mm	10880 mm	153	8	100 mm	80 mm		350 mm		290 mm		350 mm		290 mm		80 mm	60 mm				0.000855 m³	6.71
Estribo	10 mm	1790 mm	26850 mm	147	15	150 mm	80 mm		500 mm		350 mm		500 mm		350 mm		80 mm	60 mm				0.002109 m³	16.56
Estribo	10 mm	1380 mm	20700 mm	152	15	150 mm	80 mm		500 mm		140 mm		500 mm		140 mm		80 mm	60 mm				0.001626 m³	12.76
Estribo	10 mm	1360 mm	20400 mm	153	15	150 mm	80 mm		350 mm		290 mm		350 mm		290 mm		80 mm	60 mm				0.001602 m³	12.58
Total general: 2																				TOTAL			391.46
																				No. Colmnas 40x55			2
																				TOTAL GENERAL			782.92

Marca	Diámetro de barra	Longitud de barra	Longitud total de barra	Número de armadura	Cantidad	Espaciado	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	G	H	H	H1	H2	Volumen de refuerzo	Peso Kg
COLUMNA DE MURO																							
Estribo	10 mm	1320 mm	14520 mm	166	11	100 mm	90 mm		250 mm		350 mm		250 mm		350 mm		90 mm	60 mm				0.001140 m³	8.95
	14 mm	8610 mm	17220 mm	178	2			8260 mm		0 mm		0 mm		0 mm		0 mm			0 mm	250 mm	150 mm	0.002651 m³	20.81
	14 mm	8610 mm	17220 mm	178	2			8260 mm		0 mm		0 mm		0 mm		0 mm			0 mm	250 mm	150 mm	0.002651 m³	20.81
	12 mm	8630 mm	17260 mm	174	2			8280 mm		0 mm		0 mm		0 mm		0 mm			0 mm	250 mm	150 mm	0.001952 m³	15.33
	12 mm	8610 mm	17220 mm	171	2			8260 mm		0 mm		0 mm		0 mm		0 mm			0 mm	250 mm	150 mm	0.001948 m³	15.29
	12 mm	8620 mm	17240 mm	177	2			8270 mm		0 mm		0 mm		0 mm		0 mm			0 mm	250 mm	150 mm	0.001950 m³	15.31
	12 mm	8620 mm	17240 mm	177	2			8270 mm		0 mm		0 mm		0 mm		0 mm			0 mm	250 mm	150 mm	0.001950 m³	15.31
Estribo	10 mm	1320 mm	10560 mm	166	8	150 mm	90 mm		250 mm		350 mm		250 mm		350 mm		90 mm	60 mm				0.000829 m³	6.51
Estribo	10 mm	1320 mm	14520 mm	166	11	100 mm	90 mm		250 mm		350 mm		250 mm		350 mm		90 mm	60 mm				0.001140 m³	8.95
Estribo	10 mm	1320 mm	14520 mm	166	11	100 mm	90 mm		250 mm		350 mm		250 mm		350 mm		90 mm	60 mm				0.001140 m³	8.95
Estribo	10 mm	1320 mm	10560 mm	166	8	150 mm	90 mm		250 mm		350 mm		250 mm		350 mm		90 mm	60 mm				0.000829 m³	6.51
Estribo	10 mm	1320 mm	14520 mm	166	11	100 mm	90 mm		250 mm		350 mm		250 mm		350 mm		90 mm	60 mm				0.001140 m³	8.95
Estribo	10 mm	1320 mm	5280 mm	166	4	100 mm	90 mm		250 mm		350 mm		250 mm		350 mm		90 mm	60 mm				0.000415 m³	3.26
																				TOTAL			154.94
																				No. Colmnas de muro			12
																				TOTAL GENERAL			1859.28

Marca	Diámetro de ba	Longitud de b	Longitud total de	Número de arma	Cantidad	Espaciado	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	G	H	H	H1	H2	Volumen de refu	Peso Kg
COLUMNA 40X50																							
Estribo	10 mm	1690 mm	13520 mm	139	8	100 mm	80 mm		450 mm		350 mm		450 mm		350 mm		80 mm	60 mm				0.001062 m³	8.34
Estribo	10 mm	1280 mm	10240 mm	141	8	100 mm	80 mm		450 mm		140 mm		450 mm		140 mm		80 mm	60 mm				0.000804 m³	6.31
Estribo	10 mm	1260 mm	10080 mm	142	8	100 mm	80 mm		350 mm		240 mm		350 mm		240 mm		80 mm	60 mm				0.000792 m³	6.22
Estribo	10 mm	1690 mm	13520 mm	139	8	100 mm	80 mm		450 mm		350 mm		450 mm		350 mm		80 mm	60 mm				0.001062 m³	8.34
Estribo	10 mm	1280 mm	10240 mm	141	8	100 mm	80 mm		450 mm		140 mm		450 mm		140 mm		80 mm	60 mm				0.000804 m³	6.31
Estribo	10 mm	1260 mm	10080 mm	142	8	100 mm	80 mm		350 mm		240 mm		350 mm		240 mm		80 mm	60 mm				0.000792 m³	6.22
Estribo	10 mm	1690 mm	25350 mm	139	15	150 mm	80 mm		450 mm		350 mm		450 mm		350 mm		80 mm	60 mm				0.001991 m³	15.63
Estribo	10 mm	1280 mm	19200 mm	141	15	150 mm	80 mm		450 mm		140 mm		450 mm		140 mm		80 mm	60 mm				0.001508 m³	11.84
Estribo	10 mm	1260 mm	18900 mm	142	15	150 mm	80 mm		350 mm		240 mm		350 mm		240 mm		80 mm	60 mm				0.001484 m³	11.65
Estribo	10 mm	1690 mm	13520 mm	139	8	100 mm	80 mm		450 mm		350 mm		450 mm		350 mm		80 mm	60 mm				0.001062 m³	8.34
Longitudinal	18 mm	8760 mm	35040 mm	144	4		8220 mm		0 mm		0 mm		0 mm		0 mm			0 mm		350 mm	270 mm	0.008917 m³	70
Longitudinal	18 mm	8770 mm	35080 mm	145	4		8230 mm		0 mm		0 mm		0 mm		0 mm			0 mm		350 mm	270 mm	0.008927 m³	70.08
Longitudinal	18 mm	8660 mm	17320 mm	143	2		8200 mm		0 mm		0 mm		0 mm		0 mm			0 mm		270 mm	270 mm	0.004407 m³	34.6
Longitudinal	18 mm	8670 mm	17340 mm	146	2		8200 mm		0 mm		0 mm		0 mm		0 mm			0 mm		270 mm	270 mm	0.004412 m³	34.64
Estribo	10 mm	1280 mm	10240 mm	141	8	100 mm	80 mm		450 mm		140 mm		450 mm		140 mm		80 mm	60 mm				0.000804 m³	6.31
Estribo	10 mm	1260 mm	10080 mm	142	8	100 mm	80 mm		350 mm		240 mm		350 mm		240 mm		80 mm	60 mm				0.000792 m³	6.22
Estribo	10 mm	1690 mm	11830 mm	139	7	100 mm	80 mm		450 mm		350 mm		450 mm		350 mm		80 mm	60 mm				0.000929 m³	7.29
Estribo	10 mm	1280 mm	8960 mm	141	7	100 mm	80 mm		450 mm		140 mm		450 mm		140 mm		80 mm	60 mm				0.000704 m³	5.52
Estribo	10 mm	1260 mm	8820 mm	142	7	100 mm	80 mm		350 mm		240 mm		350 mm		240 mm		80 mm	60 mm				0.000693 m³	5.44
Estribo	10 mm	1690 mm	20280 mm	139	12	150 mm	80 mm		450 mm		350 mm		450 mm		350 mm		80 mm	60 mm				0.001593 m³	12.5
Estribo	10 mm	1280 mm	15360 mm	141	12	150 mm	80 mm		450 mm		140 mm		450 mm		140 mm		80 mm	60 mm				0.001206 m³	9.47
Estribo	10 mm	1260 mm	15120 mm	142	12	150 mm	80 mm		350 mm		240 mm		350 mm		240 mm		80 mm	60 mm				0.001188 m³	9.32
Estribo	10 mm	1690 mm	13520 mm	139	8	100 mm	80 mm		450 mm		350 mm		450 mm		350 mm		80 mm	60 mm				0.001062 m³	8.34
Estribo	10 mm	1280 mm	10240 mm	141	8	100 mm	80 mm		450 mm		140 mm		450 mm		140 mm		80 mm	60 mm				0.000804 m³	6.31
Estribo	10 mm	1260 mm	10080 mm	142	8	100 mm	80 mm		350 mm		240 mm		350 mm		240 mm		80 mm	60 mm				0.000792 m³	6.22
																				TOTAL			381.46
																				No. Colmnas 40x50			12
																				TOTAL GENERAL			4577.52

Marca	Diámetro de barra	Longitud de barra	Longitud total de barra	Número de armadura	Cantidad	Espaciado	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	G	H	H	H1	H2	Volumen de refuerzo	Peso Kg
MUROS																							
	16 mm	8650 mm	43250 mm	182	5	150 mm		8260 mm		0 mm		0 mm		0 mm		0 mm			0 mm	300 mm	150 mm	0.008696 m³	68.27
	16 mm	8650 mm	43250 mm	182	5	150 mm		8260 mm		0 mm		0 mm		0 mm		0 mm			0 mm	300 mm	150 mm	0.008696 m³	68.27
	16 mm	8650 mm	51900 mm	182	6	150 mm		8260 mm		0 mm		0 mm		0 mm		0 mm			0 mm	300 mm	150 mm	0.010435 m³	81.93
	16 mm	8650 mm	51900 mm	182	6	150 mm		8260 mm		0 mm		0 mm		0 mm		0 mm			0 mm	300 mm	150 mm	0.010435 m³	81.93
	12 mm	3070 mm	70610 mm	183	23	150 mm	150 mm	1280 mm		1610 mm		160 mm		0 mm								0.007986 m³	62.7
	12 mm	3070 mm	82890 mm	183	27	150 mm	150 mm	1280 mm		1610 mm		160 mm		0 mm								0.009375 m³	73.6
	12 mm	1500 mm	34500 mm	184	23	150 mm		150 mm		1250 mm		150 mm		0 mm		0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.003902 m³	30.63
	12 mm	1810 mm	41630 mm	185	23	150 mm		150 mm		1550 mm		150 mm		0 mm		0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.004708 m³	36.96
	12 mm	1810 mm	41630 mm	185	23	150 mm		150 mm		1550 mm		150 mm		0 mm		0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.004708 m³	36.96
	12 mm	1500 mm	34500 mm	184	23	150 mm		150 mm		1250 mm		150 mm		0 mm		0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.003902 m³	30.63
																				TOTAL		571.88	
																				No muros		4	
																				TOTAL GENERAL		2287.52	

	Diámetro de barra	Longitud de barra	Longitud total de barra	Cantidad	Espaciado	A	B	C	D	E	G	H	H	H1	H2	Volumen de refuerzo	UBICACIÓN	Peso Kg
VIGA EJE 1 N1 15x25																		
	10 mm	7500 mm	15000 mm	2		750 mm	40 mm	6720 mm	30 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001178 m³	VIGA EJE 1 N1	9.25
	12 mm	3960 mm	7920 mm	2		3880 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	100 mm	0.000896 m³	VIGA EJE 1 N1	7.03
	12 mm	2750 mm	5500 mm	2		2670 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	100 mm	0.000622 m³	VIGA EJE 1 N1	4.88
	12 mm	7520 mm	15040 mm	2		6730 mm	40 mm	750 mm	30 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001701 m³	VIGA EJE 1 N1	13.35
	10 mm	680 mm	4080 mm	6	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000320 m³	VIGA EJE 1 N1	2.52
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 1 N1	2.94
	12 mm	4790 mm	9580 mm	2		750 mm	50 mm	4000 mm	20 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001083 m³	VIGA EJE 1 N1	8.51
	12 mm	8020 mm	16040 mm	2		7230 mm	40 mm	750 mm	20 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001814 m³	VIGA EJE 1 N1	14.24
	10 mm	680 mm	4080 mm	6	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000320 m³	VIGA EJE 1 N1	2.52
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 1 N1	2.94
	12 mm	9980 mm	19960 mm	2		740 mm	40 mm	9200 mm	20 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.002257 m³	VIGA EJE 1 N1	17.72
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 1 N1	2.94
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 1 N1	2.94
	12 mm	7630 mm	15260 mm	2		750 mm	40 mm	6850 mm	30 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001726 m³	VIGA EJE 1 N1	13.55
	12 mm	5470 mm	10940 mm	2		4680 mm	40 mm	750 mm	20 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001237 m³	VIGA EJE 1 N1	9.71
	10 mm	680 mm	4080 mm	6	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000320 m³	VIGA EJE 1 N1	2.52
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 1 N1	2.94
	10 mm	680 mm	4080 mm	6	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000320 m³	VIGA EJE 1 N1	2.52
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 1 N1	2.94
	12 mm	5540 mm	11080 mm	2		750 mm	40 mm	4680 mm	20 mm	30 mm			0 mm	100 mm	0 mm	0.001253 m³	VIGA EJE 1 N1	9.84
	12 mm	4090 mm	8180 mm	2		3230 mm	40 mm	750 mm	30 mm	30 mm			0 mm	0 mm	100 mm	0.000925 m³	VIGA EJE 1 N1	7.26
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 1 N1	2.94
	10 mm	680 mm	5440 mm	8	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000427 m³	VIGA EJE 1 N1	3.35
	10 mm	680 mm	28560 mm	42	150 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.002243 m³	VIGA EJE 1 N1	17.61
	12 mm	7500 mm	15000 mm	2		750 mm	40 mm	6710 mm	30 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001696 m³	VIGA EJE 1 N1	13.32
	10 mm	680 mm	38080 mm	56	150 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.002991 m³	VIGA EJE 1 N1	23.48
	10 mm	680 mm	9520 mm	14	150 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000748 m³	VIGA EJE 1 N1	5.87
	10 mm	680 mm	38080 mm	56	150 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.002991 m³	VIGA EJE 1 N1	23.48
	10 mm	680 mm	28560 mm	42	150 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.002243 m³	VIGA EJE 1 N1	17.61
	12 mm	5460 mm	10920 mm	2		4680 mm	40 mm	750 mm	20 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001235 m³	VIGA EJE 1 N1	9.7
	12 mm	9070 mm	18140 mm	2		8290 mm	40 mm	750 mm	20 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.002052 m³	VIGA EJE 1 N1	16.11
	12 mm	6790 mm	13580 mm	2		750 mm	40 mm	6010 mm	20 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001536 m³	VIGA EJE 1 N1	12.06

VIGA EJE 1 N2 15x25																		
	10 mm	5520 mm	11040 mm	2		5440 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	100 mm	0.000867 m³	VIGA EJE 1 N2	6.81
	10 mm	4280 mm	8560 mm	2		4200 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	100 mm	0.000672 m³	VIGA EJE 1 N2	5.28
	10 mm	680 mm	4080 mm	6	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000320 m³	VIGA EJE 1 N2	2.52
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 1 N2	2.94
	10 mm	7520 mm	15040 mm	2		6740 mm	40 mm	750 mm	20 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001181 m³	VIGA EJE 1 N2	9.27
	10 mm	680 mm	4080 mm	6	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000320 m³	VIGA EJE 1 N2	2.52
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 1 N2	2.94
	10 mm	4790 mm	9580 mm	2		750 mm	40 mm	4000 mm	20 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000752 m³	VIGA EJE 1 N2	5.91
	10 mm	8020 mm	16040 mm	2		7240 mm	30 mm	750 mm	20 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001260 m³	VIGA EJE 1 N2	9.89
	10 mm	680 mm	4080 mm	6	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000320 m³	VIGA EJE 1 N2	2.52
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 1 N2	2.94
	10 mm	9980 mm	19960 mm	2		750 mm	20 mm	9210 mm	20 mm	20 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001568 m³	VIGA EJE 1 N2	12.31
	10 mm	4580 mm	9160 mm	2		3780 mm	60 mm	750 mm	20 mm	50 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000719 m³	VIGA EJE 1 N2	5.65
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 1 N2	2.94
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 1 N2	2.94
	10 mm	7630 mm	15260 mm	2		750 mm	40 mm	6850 mm	30 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001199 m³	VIGA EJE 1 N2	9.41
	10 mm	5470 mm	10940 mm	2		4680 mm	40 mm	760 mm	20 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000859 m³	VIGA EJE 1 N2	6.75
	10 mm	680 mm	4080 mm	6	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000320 m³	VIGA EJE 1 N2	2.52
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 1 N2	2.94
	10 mm	680 mm	4080 mm	6	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000320 m³	VIGA EJE 1 N2	2.52
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 1 N2	2.94
	10 mm	5540 mm	11080 mm	2		750 mm	40 mm	4680 mm	20 mm	30 mm			0 mm	100 mm	0 mm	0.000870 m³	VIGA EJE 1 N2	6.83
	10 mm	4090 mm	8180 mm	2		3230 mm	40 mm	750 mm	30 mm	30 mm			0 mm	0 mm	100 mm	0.000642 m³	VIGA EJE 1 N2	5.04
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 1 N2	2.94
	10 mm	680 mm	5440 mm	8	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000427 m³	VIGA EJE 1 N2	3.35
	10 mm	680 mm	28560 mm	42	150 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.002243 m³	VIGA EJE 1 N2	17.61
	10 mm	7500 mm	15000 mm	2		750 mm	40 mm	6720 mm	30 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001178 m³	VIGA EJE 1 N2	9.25
	10 mm	680 mm	38080 mm	56	150 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.002991 m³	VIGA EJE 1 N2	23.48
	10 mm	680 mm	9520 mm	14	150 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000748 m³	VIGA EJE 1 N2	5.87
	10 mm	680 mm	38080 mm	56	150 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.002991 m³	VIGA EJE 1 N2	23.48
	10 mm	680 mm	28560 mm	42	150 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.002243 m³	VIGA EJE 1 N2	17.61
	10 mm	5460 mm	10920 mm	2		4680 mm	40 mm	750 mm	20 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000858 m³	VIGA EJE 1 N2	6.73
	10 mm	9070 mm	18140 mm	2		8290 mm	40 mm	750 mm	20 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001425 m³	VIGA EJE 1 N2	11.19
	10 mm	6790 mm	13580 mm	2		750 mm	40 mm	6010 mm	20 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001067 m³	VIGA EJE 1 N2	8.37

VIGA EJE 2 N1 30x50																		
	16 mm	2000 mm	2000 mm	1		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000402 m³	VIGA EJE 2 N1	3.16
	16 mm	4790 mm	14370 mm	3		4620 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	210 mm	0.002889 m³	VIGA EJE 2 N1	22.68
	14 mm	2850 mm	11400 mm	4		2670 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	210 mm	0.001755 m³	VIGA EJE 2 N1	13.78
	14 mm	9770 mm	39080 mm	4		8960 mm	70 mm	750 mm	30 mm	60 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.006016 m³	VIGA EJE 2 N1	47.23
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 2 N1	10.04
	10 mm	1480 mm	11840 mm	8	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.000930 m³	VIGA EJE 2 N1	7.3
	10 mm	1480 mm	39960 mm	27	150 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.003138 m³	VIGA EJE 2 N1	24.64
	16 mm	9790 mm	29370 mm	3		750 mm	50 mm	9000 mm	40 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.005905 m³	VIGA EJE 2 N1	46.36
	16 mm	6790 mm	20370 mm	3		750 mm	50 mm	6000 mm	30 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.004096 m³	VIGA EJE 2 N1	32.15
	14 mm	9980 mm	39920 mm	4		9190 mm	60 mm	750 mm	30 mm	50 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.006145 m³	VIGA EJE 2 N1	48.25
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 2 N1	10.04
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 2 N1	10.04
	10 mm	1480 mm	71040 mm	48	150 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.005579 m³	VIGA EJE 2 N1	43.8
	16 mm	6870 mm	20610 mm	3		750 mm	50 mm	6070 mm	30 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.004144 m³	VIGA EJE 2 N1	32.53
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 2 N1	10.04
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 2 N1	10.04
	14 mm	8930 mm	35720 mm	4		8140 mm	50 mm	750 mm	30 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.005499 m³	VIGA EJE 2 N1	43.17
	10 mm	1480 mm	10360 mm	7	150 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.000814 m³	VIGA EJE 2 N1	6.39
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 2 N1	10.04
	16 mm	2000 mm	6000 mm	3		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001206 m³	VIGA EJE 2 N1	9.47
	14 mm	2000 mm	2000 mm	1		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000308 m³	VIGA EJE 2 N1	2.42
	16 mm	2000 mm	6000 mm	3		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001206 m³	VIGA EJE 2 N1	9.47
	16 mm	2000 mm	6000 mm	3		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001206 m³	VIGA EJE 2 N1	9.47
	16 mm	2000 mm	6000 mm	3		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001206 m³	VIGA EJE 2 N1	9.47
	16 mm	2000 mm	2000 mm	1		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000402 m³	VIGA EJE 2 N1	3.16
	14 mm	2000 mm	2000 mm	1		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000308 m³	VIGA EJE 2 N1	2.42
	16 mm	9300 mm	27900 mm	3		750 mm	50 mm	8500 mm	30 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.005610 m³	VIGA EJE 2 N1	44.04
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 2 N1	10.04
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 2 N1	10.04
	10 mm	1480 mm	71040 mm	48	150 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.005579 m³	VIGA EJE 2 N1	43.8
	14 mm	8070 mm	32280 mm	4		7290 mm	50 mm	750 mm	30 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.004969 m³	VIGA EJE 2 N1	39.01
	16 mm	8110 mm	24330 mm	3		750 mm	50 mm	7120 mm	40 mm	30 mm			0 mm	240 mm	0 mm	0.004892 m³	VIGA EJE 2 N1	38.41
	14 mm	6020 mm	24080 mm	4		5050 mm	50 mm	750 mm	40 mm	40 mm			0 mm	0 mm	210 mm	0.003707 m³	VIGA EJE 2 N1	29.1
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 2 N1	10.04
	10 mm	1480 mm	38480 mm	26	150 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.003022 m³	VIGA EJE 2 N1	23.73
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 2 N1	10.04
	10 mm	1480 mm	13320 mm	9	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001046 m³	VIGA EJE 2 N1	8.21
	10 mm	1480 mm	20720 mm	14	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001627 m³	VIGA EJE 2 N1	12.78

VIGA EJE 2 N2 30x50																		
	14 mm	6190 mm	18570 mm	3		6010 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	210 mm	0.002859 m³	VIGA EJE 2 N2	22.44
	14 mm	7460 mm	29840 mm	4		7280 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	210 mm	0.004594 m³	VIGA EJE 2 N2	36.06
	10 mm	1480 mm	8880 mm	6	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.000697 m³	VIGA EJE 2 N2	5.48
	10 mm	1480 mm	11840 mm	8	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.000930 m³	VIGA EJE 2 N2	7.3
	14 mm	7070 mm	28280 mm	4		6280 mm	50 mm	740 mm	30 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.004353 m³	VIGA EJE 2 N2	34.18
	10 mm	1480 mm	8880 mm	6	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.000697 m³	VIGA EJE 2 N2	5.48
	10 mm	1480 mm	11840 mm	8	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.000930 m³	VIGA EJE 2 N2	7.3
	10 mm	1480 mm	44400 mm	30	150 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.003487 m³	VIGA EJE 2 N2	27.38
	14 mm	9290 mm	27870 mm	3		750 mm	50 mm	8500 mm	30 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.004290 m³	VIGA EJE 2 N2	33.68
	14 mm	8290 mm	33160 mm	4		7500 mm	50 mm	750 mm	30 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.005105 m³	VIGA EJE 2 N2	40.08
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 2 N2	10.04
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 2 N2	10.04
	10 mm	1480 mm	71040 mm	48	150 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.005579 m³	VIGA EJE 2 N2	43.8
	14 mm	9030 mm	27090 mm	3		750 mm	70 mm	8220 mm	30 mm	60 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.004170 m³	VIGA EJE 2 N2	32.74
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 2 N2	10.04
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 2 N2	10.04
	10 mm	1480 mm	10360 mm	7	150 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.000814 m³	VIGA EJE 2 N2	6.39
	14 mm	7530 mm	22590 mm	3		750 mm	40 mm	6750 mm	30 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.003477 m³	VIGA EJE 2 N2	27.3
	14 mm	7490 mm	29960 mm	4		6700 mm	40 mm	750 mm	30 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.004612 m³	VIGA EJE 2 N2	36.21
	10 mm	1480 mm	8880 mm	6	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.000697 m³	VIGA EJE 2 N2	5.48
	10 mm	1480 mm	10360 mm	7	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.000814 m³	VIGA EJE 2 N2	6.39
	10 mm	1480 mm	82880 mm	56	150 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.006509 m³	VIGA EJE 2 N2	51.11
	14 mm	4640 mm	18560 mm	4		3850 mm	50 mm	750 mm	20 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.002857 m³	VIGA EJE 2 N2	22.43
	14 mm	5740 mm	22960 mm	4		4230 mm	50 mm	1470 mm	20 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.003534 m³	VIGA EJE 2 N2	27.75
	14 mm	6840 mm	20520 mm	3		840 mm	50 mm	5950 mm	30 mm	50 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.003159 m³	VIGA EJE 2 N2	24.8
	10 mm	1480 mm	8880 mm	6	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.000697 m³	VIGA EJE 2 N2	5.48
	10 mm	1480 mm	10360 mm	7	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.000814 m³	VIGA EJE 2 N2	6.39
	10 mm	1480 mm	62160 mm	42	150 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.004882 m³	VIGA EJE 2 N2	38.33
	14 mm	5650 mm	16950 mm	3		750 mm	40 mm	4680 mm	20 mm	40 mm			0 mm	210 mm	0 mm	0.002609 m³	VIGA EJE 2 N2	20.49
	10 mm	1480 mm	10360 mm	7	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.000814 m³	VIGA EJE 2 N2	6.39
	10 mm	1480 mm	11840 mm	8	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.000930 m³	VIGA EJE 2 N2	7.3
	14 mm	2000 mm	2000 mm	1		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000308 m³	VIGA EJE 2 N2	2.42
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 2 N2	10.04
	14 mm	2000 mm	4000 mm	2		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000616 m³	VIGA EJE 2 N2	4.83
	14 mm	7790 mm	23370 mm	3		770 mm	40 mm	6980 mm	30 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.003598 m³	VIGA EJE 2 N2	28.24
	14 mm	2000 mm	4000 mm	2		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000616 m³	VIGA EJE 2 N2	4.83
	14 mm	2000 mm	4000 mm	2		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000616 m³	VIGA EJE 2 N2	4.83
	14 mm	2000 mm	2000 mm	1		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000308 m³	VIGA EJE 2 N2	2.42
	14 mm	2000 mm	4000 mm	2		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000616 m³	VIGA EJE 2 N2	4.83
	14 mm	7530 mm	30120 mm	4		6550 mm	50 mm	750 mm	30 mm	30 mm			0 mm	0 mm	210 mm	0.004637 m³	VIGA EJE 2 N2	36.4
	12 mm	2000 mm	2000 mm	1		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000226 m³	VIGA EJE 2 N2	1.78
	12 mm	2000 mm	2000 mm	1		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000226 m³	VIGA EJE 2 N2	1.78

VIGA EJE 3 N2 30x50																		
	16 mm	10850 mm	65100 mm	6		0420 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.013089 m³	VIGA EJE 3 N2 30X50	102.76
	16 mm	10850 mm	65100 mm	6		0420 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.013089 m³	VIGA EJE 3 N2 30X50	102.76
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE 3 N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE 3 N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	72960 mm	48	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.005730 m³	VIGA EJE 3 N2 30X50	44.99
	16 mm	10850 mm	65100 mm	6		0420 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.013089 m³	VIGA EJE 3 N2 30X50	102.76
	16 mm	10850 mm	65100 mm	6		0420 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.013089 m³	VIGA EJE 3 N2 30X50	102.76
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE 3 N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE 3 N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	72960 mm	48	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.005730 m³	VIGA EJE 3 N2 30X50	44.99
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE 3 N2 30X50	10.31
	16 mm	4640 mm	27840 mm	6		4210 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.005598 m³	VIGA EJE 3 N2 30X50	43.95
	16 mm	4640 mm	27840 mm	6		4210 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.005598 m³	VIGA EJE 3 N2 30X50	43.95
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE 3 N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	10640 mm	7	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000836 m³	VIGA EJE 3 N2 30X50	6.56
	16 mm	2240 mm	13440 mm	6		1830 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	240 mm	0.002702 m³	VIGA EJE 3 N2 30X50	21.22
	10 mm	1520 mm	21280 mm	14	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001671 m³	VIGA EJE 3 N2 30X50	13.12
	10 mm	1520 mm	21280 mm	14	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001671 m³	VIGA EJE 3 N2 30X50	13.12
	16 mm	2220 mm	13320 mm	6		1790 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.002678 m³	VIGA EJE 3 N2 30X50	21.03
	16 mm	2230 mm	13380 mm	6		1800 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	250 mm	0.002690 m³	VIGA EJE 3 N2 30X50	21.12
	16 mm	2200 mm	13200 mm	6		1780 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	240 mm	0.002654 m³	VIGA EJE 3 N2 30X50	20.84
VIGA EJE 3 N2 45x75																		
	16 mm	8870 mm	53220 mm	6		8400 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	300 mm	0.010701 m³	VIGA EJE 3 N2 45X75	84.01
	16 mm	8870 mm	53220 mm	6		8400 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	300 mm	0.010701 m³	VIGA EJE 3 N2 45X75	84.01
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE 3 N2 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE 3 N2 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	67280 mm	29	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.005284 m³	VIGA EJE 3 N2 45X75	41.49
	16 mm	8880 mm	53280 mm	6		8400 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	300 mm	0.010713 m³	VIGA EJE 3 N2 45X75	84.1
	16 mm	8870 mm	53220 mm	6		8400 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	300 mm	0.010701 m³	VIGA EJE 3 N2 45X75	84.01
	10 mm	2370 mm	37920 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	430 mm	700 mm	430 mm	90 mm	60 mm				0.002978 m³	VIGA EJE 3 N2 45X75	23.38
	10 mm	2370 mm	37920 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	430 mm	700 mm	430 mm	90 mm	60 mm				0.002978 m³	VIGA EJE 3 N2 45X75	23.38
	10 mm	2370 mm	68730 mm	29	150 mm	90 mm	700 mm	430 mm	700 mm	430 mm	90 mm	60 mm				0.005398 m³	VIGA EJE 3 N2 45X75	42.38

[illegible]

VIGA EJE 4 N1 45x75																				
		16 mm	8910 mm	53460 mm	6		8380 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	300 mm	300 mm	0.010749 m³	VIGA EJE 4 N1 45X75	84.39	
		16 mm	8910 mm	53460 mm	6		8380 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	300 mm	300 mm	0.010749 m³	VIGA EJE 4 N1 45X75	84.39	
		10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE 4 N1 45X75	22.89	
		10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE 4 N1 45X75	22.89	
		10 mm	2320 mm	67280 mm	29	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.005284 m³	VIGA EJE 4 N1 45X75	41.49	
		16 mm	10910 mm	65460 mm	6		0380 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	300 mm	300 mm	0.013162 m³	VIGA EJE 4 N1 45X75	103.33	
		16 mm	10930 mm	65580 mm	6		0400 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	300 mm	300 mm	0.013186 m³	VIGA EJE 4 N1 45X75	103.52	
		10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE 4 N1 45X75	22.89	
		10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE 4 N1 45X75	22.89	
		10 mm	2320 mm	97440 mm	42	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.007653 m³	VIGA EJE 4 N1 45X75	60.08	
		16 mm	10910 mm	65460 mm	6		0380 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	300 mm	300 mm	0.013162 m³	VIGA EJE 4 N1 45X75	103.33	
		16 mm	10930 mm	65580 mm	6		0400 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	300 mm	300 mm	0.013186 m³	VIGA EJE 4 N1 45X75	103.52	
		10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE 4 N1 45X75	22.89	
		10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE 4 N1 45X75	22.89	
		10 mm	2320 mm	97440 mm	42	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.007653 m³	VIGA EJE 4 N1 45X75	60.08	
		16 mm	8910 mm	53460 mm	6		8380 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	300 mm	300 mm	0.010749 m³	VIGA EJE 4 N1 45X75	84.39	
		16 mm	8920 mm	53520 mm	6		8390 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	300 mm	300 mm	0.010761 m³	VIGA EJE 4 N1 45X75	84.48	
		10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE 4 N1 45X75	22.89	
		10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE 4 N1 45X75	22.89	
		10 mm	2320 mm	67280 mm	29	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.005284 m³	VIGA EJE 4 N1 45X75	41.49	
		10 mm	2320 mm	25520 mm	11	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002004 m³	VIGA EJE 4 N1 45X75	15.74	
		16 mm	4590 mm	27540 mm	6		4160 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.005537 m³	VIGA EJE 4 N1 45X75	43.47	
		16 mm	4590 mm	27540 mm	6		4160 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.005537 m³	VIGA EJE 4 N1 45X75	43.47	
		10 mm	2320 mm	25520 mm	11	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002004 m³	VIGA EJE 4 N1 45X75	15.74	
		10 mm	2320 mm	16240 mm	7	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.001275 m³	VIGA EJE 4 N1 45X75	10.01	

VIGA EJE 4 N2 30x50																		
	16 mm	10800 mm	64800 mm	6		0370 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.013029 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	102.29
	16 mm	10800 mm	64800 mm	6		0370 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.013029 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	102.29
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	72960 mm	48	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.005730 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	44.99
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	10.31
	16 mm	4590 mm	27540 mm	6		4160 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.005537 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	43.47
	16 mm	4590 mm	27540 mm	6		4160 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.005537 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	43.47
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	10640 mm	7	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000836 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	6.56
	16 mm	10800 mm	64800 mm	6		0370 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.013029 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	102.29
	16 mm	10800 mm	64800 mm	6		0370 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.013029 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	102.29
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	72960 mm	48	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.005730 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	44.99
	10 mm	1520 mm	21280 mm	14	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001671 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	13.12
	16 mm	2300 mm	13800 mm	6		1870 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.002775 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	21.78
	16 mm	2230 mm	13380 mm	6		1800 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	250 mm	0.002690 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	21.12
	16 mm	2240 mm	13440 mm	6		1830 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	240 mm	0.002702 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	21.22
	10 mm	1520 mm	21280 mm	14	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001671 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	13.12
	16 mm	2200 mm	13200 mm	6		1780 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	240 mm	0.002654 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	20.84
	16 mm	820 mm	4920 mm	6		350 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	300 mm	0.000989 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	7.77
	16 mm	820 mm	4920 mm	6		350 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	300 mm	0.000989 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	7.77
	16 mm	10250 mm	61500 mm	6		9820 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.012365 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	97.08
	16 mm	10250 mm	61500 mm	6		9820 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.012365 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	97.08
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	53200 mm	35	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.004178 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	32.8
	16 mm	820 mm	4920 mm	6		350 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	300 mm	0.000989 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	7.77
	16 mm	820 mm	4920 mm	6		350 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	300 mm	0.000989 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	7.77
	16 mm	8800 mm	52800 mm	6		8370 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.010616 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	83.35
	16 mm	8800 mm	52800 mm	6		8370 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.010616 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	83.35
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	53200 mm	35	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.004178 m³	VIGA EJE 4 N2 30X50	32.8

VIGA EJE 5 N1 45X75																		
	16 mm	8900 mm	53400 mm	6		8410 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	300 mm	0.010737 m³	VIGA EJE 5 N1 45X75	84.29
	16 mm	8870 mm	53220 mm	6		8400 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	300 mm	0.010701 m³	VIGA EJE 5 N1 45X75	84.01
	10 mm	2370 mm	37920 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	430 mm	700 mm	430 mm	90 mm	60 mm				0.002978 m³	VIGA EJE 5 N1 45X75	23.38
	10 mm	2370 mm	37920 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	430 mm	700 mm	430 mm	90 mm	60 mm				0.002978 m³	VIGA EJE 5 N1 45X75	23.38
	10 mm	2370 mm	68730 mm	29	150 mm	90 mm	700 mm	430 mm	700 mm	430 mm	90 mm	60 mm				0.005398 m³	VIGA EJE 5 N1 45X75	42.38
	16 mm	10850 mm	65100 mm	6		0420 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.013089 m³	VIGA EJE 5 N1 45X75	102.76
	16 mm	10850 mm	65100 mm	6		0420 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.013089 m³	VIGA EJE 5 N1 45X75	102.76
	10 mm	2320 mm	25520 mm	11	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002004 m³	VIGA EJE 5 N1 45X75	15.74
	10 mm	2320 mm	25520 mm	11	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002004 m³	VIGA EJE 5 N1 45X75	15.74
	10 mm	2320 mm	111360 mm	48	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.008746 m³	VIGA EJE 5 N1 45X75	68.67
	16 mm	8830 mm	52980 mm	6		8410 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	250 mm	0.010652 m³	VIGA EJE 5 N1 45X75	83.63
	16 mm	8870 mm	53220 mm	6		8400 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	300 mm	0.010701 m³	VIGA EJE 5 N1 45X75	84.01
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE 5 N1 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE 5 N1 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	67280 mm	29	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.005284 m³	VIGA EJE 5 N1 45X75	41.49
	16 mm	10850 mm	65100 mm	6		0420 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.013089 m³	VIGA EJE 5 N1 45X75	102.76
	16 mm	10850 mm	65100 mm	6		0420 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.013089 m³	VIGA EJE 5 N1 45X75	102.76
	10 mm	2320 mm	25520 mm	11	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002004 m³	VIGA EJE 5 N1 45X75	15.74
	10 mm	2320 mm	25520 mm	11	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002004 m³	VIGA EJE 5 N1 45X75	15.74
	10 mm	2320 mm	111360 mm	48	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.008746 m³	VIGA EJE 5 N1 45X75	68.67
	10 mm	2320 mm	25520 mm	11	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002004 m³	VIGA EJE 5 N1 45X75	15.74
	16 mm	4640 mm	27840 mm	6		4210 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.005598 m³	VIGA EJE 5 N1 45X75	43.95
	16 mm	4640 mm	27840 mm	6		4210 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.005598 m³	VIGA EJE 5 N1 45X75	43.95
	10 mm	2320 mm	25520 mm	11	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002004 m³	VIGA EJE 5 N1 45X75	15.74
	10 mm	2320 mm	16240 mm	7	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.001275 m³	VIGA EJE 5 N1 45X75	10.01

VIGA EJE 5 N2 30X50																		
	16 mm	2240 mm	13440 mm	6		1830 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	240 mm	0.002702 m³	VIGA EJE 5 N2 30X50	21.22
	10 mm	1520 mm	21280 mm	14	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001671 m³	VIGA EJE 5 N2 30X50	13.12
	16 mm	2200 mm	13200 mm	6		1780 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	240 mm	0.002654 m³	VIGA EJE 5 N2 30X50	20.84
	16 mm	10850 mm	65100 mm	6		0420 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.013089 m³	VIGA EJE 5 N2 30X50	102.76
	16 mm	10850 mm	65100 mm	6		0420 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.013089 m³	VIGA EJE 5 N2 30X50	102.76
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE 5 N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE 5 N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	72960 mm	48	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.005730 m³	VIGA EJE 5 N2 30X50	44.99
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE 5 N2 30X50	10.31
	16 mm	4640 mm	27840 mm	6		4210 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.005598 m³	VIGA EJE 5 N2 30X50	43.95
	16 mm	4640 mm	27840 mm	6		4210 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.005598 m³	VIGA EJE 5 N2 30X50	43.95
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE 5 N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	10640 mm	7	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000836 m³	VIGA EJE 5 N2 30X50	6.56
	16 mm	10850 mm	65100 mm	6		0420 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.013089 m³	VIGA EJE 5 N2 30X50	102.76
	16 mm	10850 mm	65100 mm	6		0420 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.013089 m³	VIGA EJE 5 N2 30X50	102.76
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE 5 N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE 5 N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	72960 mm	48	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.005730 m³	VIGA EJE 5 N2 30X50	44.99
	10 mm	1520 mm	21280 mm	14	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001671 m³	VIGA EJE 5 N2 30X50	13.12
	16 mm	2300 mm	13800 mm	6		1870 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.002775 m³	VIGA EJE 5 N2 30X50	21.78
	16 mm	2230 mm	13380 mm	6		1800 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	250 mm	0.002690 m³	VIGA EJE 5 N2 30X50	21.12

VIGA EJE 5 N2 45X75																		
	16 mm	8870 mm	53220 mm	6		8400 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	300 mm	0.010701 m³	VIGA EJE 5 N2 45X75	84.01
	16 mm	8870 mm	53220 mm	6		8400 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	300 mm	0.010701 m³	VIGA EJE 5 N2 45X75	84.01
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE 5 N2 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE 5 N2 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	67280 mm	29	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.005284 m³	VIGA EJE 5 N2 45X75	41.49
	16 mm	8880 mm	53280 mm	6		8400 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	300 mm	0.010713 m³	VIGA EJE 5 N2 45X75	84.1
	16 mm	8870 mm	53220 mm	6		8400 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	300 mm	0.010701 m³	VIGA EJE 5 N2 45X75	84.01
	10 mm	2420 mm	38720 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	450 mm	700 mm	450 mm	90 mm	60 mm				0.003041 m³	VIGA EJE 5 N2 45X75	23.88
	10 mm	2420 mm	38720 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	450 mm	700 mm	450 mm	90 mm	60 mm				0.003041 m³	VIGA EJE 5 N2 45X75	23.88
	10 mm	2420 mm	70180 mm	29	150 mm	90 mm	700 mm	450 mm	700 mm	450 mm	90 mm	60 mm				0.005512 m³	VIGA EJE 5 N2 45X75	43.27
VIGA EJE 6 N1 30X50																		
	16 mm	2000 mm	2000 mm	1		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000402 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	3.16
	16 mm	6360 mm	19080 mm	3		6190 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	210 mm	0.003836 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	30.12
	14 mm	4380 mm	17520 mm	4		4200 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	210 mm	0.002697 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	21.17
	14 mm	9770 mm	39080 mm	4		8960 mm	70 mm	750 mm	30 mm	60 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.006016 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	47.23
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	10.04
	10 mm	1480 mm	11840 mm	8	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.000930 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	7.3
	10 mm	1480 mm	39960 mm	27	150 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.003138 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	24.64
	16 mm	9790 mm	29370 mm	3		750 mm	50 mm	9000 mm	40 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.005905 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	46.36
	16 mm	6790 mm	20370 mm	3		750 mm	50 mm	6000 mm	30 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.004096 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	32.15
	14 mm	9980 mm	39920 mm	4		9190 mm	60 mm	750 mm	30 mm	50 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.006145 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	48.25
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	10.04
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	10.04
	10 mm	1480 mm	71040 mm	48	150 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.005579 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	43.8
	16 mm	6870 mm	20610 mm	3		750 mm	50 mm	6070 mm	30 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.004144 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	32.53
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	10.04
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	10.04
	14 mm	8930 mm	35720 mm	4		8140 mm	50 mm	750 mm	30 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.005499 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	43.17
	10 mm	1480 mm	10360 mm	7	150 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.000814 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	6.39
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	10.04
	16 mm	2000 mm	6000 mm	3		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001206 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	9.47
	14 mm	2000 mm	2000 mm	1		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000308 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	2.42
	16 mm	2000 mm	6000 mm	3		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001206 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	9.47
	16 mm	2000 mm	6000 mm	3		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001206 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	9.47
	16 mm	2000 mm	6000 mm	3		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001206 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	9.47
	16 mm	2000 mm	2000 mm	1		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000402 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	3.16
	14 mm	2000 mm	2000 mm	1		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000308 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	2.42
	16 mm	9300 mm	27900 mm	3		750 mm	50 mm	8500 mm	30 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.005610 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	44.04
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	10.04
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	10.04
	10 mm	1480 mm	71040 mm	48	150 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.005579 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	43.8
	14 mm	8070 mm	32280 mm	4		7290 mm	50 mm	750 mm	30 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.004969 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	39.01
	16 mm	6610 mm	19830 mm	3		750 mm	50 mm	5620 mm	40 mm	40 mm			0 mm	240 mm	0 mm	0.003987 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	31.3
	14 mm	4510 mm	18040 mm	4		3530 mm	60 mm	750 mm	40 mm	40 mm			0 mm	0 mm	210 mm	0.002777 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	21.8
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	10.04
	10 mm	1480 mm	38480 mm	26	150 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.003022 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	23.73
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	10.04
	10 mm	1480 mm	13320 mm	9	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001046 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	8.21
	10 mm	1480 mm	20720 mm	14	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001627 m³	VIGA EJE 6 N1 30X50	12.78

VIGA EJE 6 N2 30X50																		
	14 mm	6190 mm	18570 mm	3		6010 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	210 mm	0.002859 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	22.44
	14 mm	7460 mm	29840 mm	4		7280 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	210 mm	0.004594 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	36.06
	10 mm	1480 mm	8880 mm	6	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.000697 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	5.48
	10 mm	1480 mm	11840 mm	8	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.000930 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	7.3
	14 mm	2000 mm	2000 mm	1		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000308 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	2.42
	14 mm	7070 mm	28280 mm	4		6280 mm	50 mm	740 mm	30 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.004353 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	34.18
	10 mm	1480 mm	8880 mm	6	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.000697 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	5.48
	10 mm	1480 mm	11840 mm	8	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.000930 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	7.3
	10 mm	1480 mm	44400 mm	30	150 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.003487 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	27.38
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	10.04
	14 mm	2000 mm	4000 mm	2		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000616 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	4.83
	14 mm	9290 mm	27870 mm	3		750 mm	50 mm	8500 mm	30 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.004290 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	33.68
	14 mm	8290 mm	33160 mm	4		7500 mm	50 mm	750 mm	30 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.005105 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	40.08
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	10.04
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	10.04
	10 mm	1480 mm	71040 mm	48	150 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.005579 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	43.8
	14 mm	7790 mm	23370 mm	3		770 mm	40 mm	6980 mm	30 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.003598 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	28.24
	14 mm	2000 mm	4000 mm	2		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000616 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	4.83
	12 mm	2000 mm	2000 mm	1		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000226 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	1.78
	14 mm	9030 mm	27090 mm	3		750 mm	70 mm	8220 mm	30 mm	60 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.004170 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	32.74
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	10.04
	10 mm	1480 mm	16280 mm	11	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.001279 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	10.04
	10 mm	1480 mm	10360 mm	7	150 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.000814 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	6.39
	14 mm	2000 mm	4000 mm	2		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000616 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	4.83
	14 mm	7530 mm	22590 mm	3		750 mm	40 mm	6750 mm	30 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.003477 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	27.3
	14 mm	7490 mm	29960 mm	4		6700 mm	40 mm	750 mm	30 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.004612 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	36.21
	10 mm	1480 mm	8880 mm	6	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.000697 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	5.48
	10 mm	1480 mm	10360 mm	7	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.000814 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	6.39
	10 mm	1480 mm	82880 mm	56	150 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.006509 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	51.11
	14 mm	4640 mm	18560 mm	4		3850 mm	50 mm	750 mm	20 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.002857 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	22.43
	14 mm	5740 mm	22960 mm	4		4230 mm	50 mm	1470 mm	20 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.003534 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	27.75
	14 mm	6840 mm	20520 mm	3		840 mm	50 mm	5950 mm	30 mm	50 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.003159 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	24.8
	12 mm	2000 mm	2000 mm	1		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000226 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	1.78
	10 mm	1480 mm	8880 mm	6	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.000697 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	5.48
	10 mm	1480 mm	10360 mm	7	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.000814 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	6.39
	10 mm	1480 mm	62160 mm	42	150 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.004882 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	38.33
	14 mm	2000 mm	4000 mm	2		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000616 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	4.83
	14 mm	2000 mm	2000 mm	1		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000308 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	2.42
	14 mm	7530 mm	30120 mm	4		6550 mm	50 mm	750 mm	30 mm	30 mm			0 mm	0 mm	210 mm	0.004637 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	36.4
	14 mm	5650 mm	16950 mm	3		750 mm	40 mm	4680 mm	20 mm	40 mm			0 mm	210 mm	0 mm	0.002609 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	20.49
	10 mm	1480 mm	10360 mm	7	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.000814 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	6.39
	10 mm	1480 mm	11840 mm	8	100 mm	70 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	70 mm	60 mm				0.000930 m³	VIGA EJE 6 N2 30X50	7.3

VIGA EJE 7 N1 15X25																		
	12 mm	5120 mm	10240 mm	2		5040 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	100 mm	0.001158 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	9.09
	12 mm	4270 mm	8540 mm	2		4190 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	100 mm	0.000966 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	7.58
	12 mm	7520 mm	15040 mm	2		6730 mm	40 mm	750 mm	30 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001701 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	13.35
	10 mm	680 mm	4080 mm	6	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000320 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	2.52
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	2.94
	12 mm	4800 mm	9600 mm	2		750 mm	60 mm	4000 mm	30 mm	50 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001086 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	8.52
	12 mm	8020 mm	16040 mm	2		7230 mm	40 mm	750 mm	20 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001814 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	14.24
	10 mm	680 mm	4080 mm	6	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000320 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	2.52
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	2.94
	12 mm	9990 mm	19980 mm	2		750 mm	50 mm	9190 mm	20 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.002260 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	17.74
	12 mm	4580 mm	9160 mm	2		3790 mm	50 mm	750 mm	30 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001036 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	8.13
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	2.94
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	2.94
	12 mm	7630 mm	15260 mm	2		750 mm	40 mm	6850 mm	30 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001726 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	13.55
	12 mm	5470 mm	10940 mm	2		4680 mm	40 mm	750 mm	20 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001237 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	9.71
	10 mm	680 mm	4080 mm	6	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000320 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	2.52
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	2.94
	10 mm	680 mm	4080 mm	6	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000320 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	2.52
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	2.94
	12 mm	4010 mm	8020 mm	2		750 mm	40 mm	3140 mm	30 mm	40 mm			0 mm	100 mm	0 mm	0.000907 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	7.12
	12 mm	2550 mm	5100 mm	2		1690 mm	40 mm	750 mm	30 mm	30 mm			0 mm	0 mm	100 mm	0.000577 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	4.53
	10 mm	680 mm	28560 mm	42	150 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.002243 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	17.61
	12 mm	7880 mm	15760 mm	2		750 mm	50 mm	7090 mm	30 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001782 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	13.99
	10 mm	680 mm	38080 mm	56	150 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.002991 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	23.48
	10 mm	680 mm	9520 mm	14	150 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000748 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	5.87
	10 mm	680 mm	38080 mm	56	150 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.002991 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	23.48
	10 mm	680 mm	28560 mm	42	150 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.002243 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	17.61
	12 mm	5460 mm	10920 mm	2		4680 mm	40 mm	750 mm	20 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001235 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	9.7
	12 mm	9070 mm	18140 mm	2		8290 mm	40 mm	750 mm	20 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.002052 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	16.11
	12 mm	6790 mm	13580 mm	2		750 mm	50 mm	6000 mm	30 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001536 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	12.06
	10 mm	680 mm	4080 mm	6	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000320 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	2.52
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 7 N1 15X25	2.94

VIGA EJE 7 N2 15X25																		
	10 mm	5520 mm	11040 mm	2		5440 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	100 mm	0.000867 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	6.81
	10 mm	4280 mm	8560 mm	2		4200 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	100 mm	0.000672 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	5.28
	10 mm	680 mm	4080 mm	6	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000320 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	2.52
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	2.94
	10 mm	7520 mm	15040 mm	2		6740 mm	40 mm	750 mm	20 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001181 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	9.27
	10 mm	680 mm	4080 mm	6	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000320 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	2.52
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	2.94
	10 mm	4790 mm	9580 mm	2		750 mm	40 mm	4000 mm	20 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000752 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	5.91
	10 mm	8020 mm	16040 mm	2		7240 mm	30 mm	750 mm	20 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001260 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	9.89
	10 mm	680 mm	4080 mm	6	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000320 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	2.52
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	2.94
	10 mm	9980 mm	19960 mm	2		750 mm	20 mm	9210 mm	20 mm	20 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001568 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	12.31
	10 mm	4580 mm	9160 mm	2		3780 mm	60 mm	750 mm	20 mm	50 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000719 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	5.65
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	2.94
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	2.94
	10 mm	7630 mm	15260 mm	2		750 mm	40 mm	6850 mm	30 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001199 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	9.41
	10 mm	5470 mm	10940 mm	2		4680 mm	40 mm	760 mm	20 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000859 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	6.75
	10 mm	680 mm	4080 mm	6	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000320 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	2.52
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	2.94
	10 mm	680 mm	4080 mm	6	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000320 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	2.52
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	2.94
	10 mm	5540 mm	11080 mm	2		750 mm	40 mm	4680 mm	20 mm	30 mm			0 mm	100 mm	0 mm	0.000870 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	6.83
	10 mm	4090 mm	8180 mm	2		3230 mm	40 mm	750 mm	30 mm	30 mm			0 mm	0 mm	100 mm	0.000642 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	5.04
	10 mm	680 mm	4760 mm	7	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000374 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	2.94
	10 mm	680 mm	5440 mm	8	100 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000427 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	3.35
	10 mm	680 mm	28560 mm	42	150 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.002243 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	17.61
	10 mm	7500 mm	15000 mm	2		750 mm	40 mm	6720 mm	30 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001178 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	9.25
	10 mm	680 mm	38080 mm	56	150 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.002991 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	23.48
	10 mm	680 mm	9520 mm	14	150 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.000748 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	5.87
	10 mm	680 mm	38080 mm	56	150 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.002991 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	23.48
	10 mm	680 mm	28560 mm	42	150 mm	70 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	70 mm	60 mm				0.002243 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	17.61
	10 mm	5460 mm	10920 mm	2		4680 mm	40 mm	750 mm	20 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000858 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	6.73
	10 mm	9070 mm	18140 mm	2		8290 mm	40 mm	750 mm	20 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001425 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	11.19
	10 mm	6790 mm	13580 mm	2		750 mm	40 mm	6010 mm	20 mm	30 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001067 m³	VIGA EJE 7 N2 15X25	8.37

VIGA EJE B N1 30X50																		
	14 mm	6600 mm	26400 mm	4		6150 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004064 m³	VIGA EJE B N1 30X50	31.91
	14 mm	6590 mm	26360 mm	4		6150 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004058 m³	VIGA EJE B N1 30X50	31.86
	10 mm	1520 mm	9120 mm	6	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000716 m³	VIGA EJE B N1 30X50	5.62
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE B N1 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	18240 mm	12	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001433 m³	VIGA EJE B N1 30X50	11.25
	10 mm	1520 mm	30400 mm	20	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.002388 m³	VIGA EJE B N1 30X50	18.75
	14 mm	6510 mm	26040 mm	4		6080 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004009 m³	VIGA EJE B N1 30X50	31.47
	14 mm	6530 mm	26120 mm	4		6100 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004021 m³	VIGA EJE B N1 30X50	31.57
	10 mm	1520 mm	9120 mm	6	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000716 m³	VIGA EJE B N1 30X50	5.62
	10 mm	1520 mm	9120 mm	6	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000716 m³	VIGA EJE B N1 30X50	5.62
	10 mm	1520 mm	12160 mm	8	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000955 m³	VIGA EJE B N1 30X50	7.5
	10 mm	1520 mm	30400 mm	20	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.002388 m³	VIGA EJE B N1 30X50	18.75
	10 mm	1520 mm	9120 mm	6	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000716 m³	VIGA EJE B N1 30X50	5.62
VIGA EJE B N1 45X75																		
	16 mm	6050 mm	36300 mm	6		5580 mm							0 mm	240 mm	300 mm	0.007299 m³	VIGA EJE B N1 45X75	57.3
	16 mm	6050 mm	36300 mm	6		5580 mm							0 mm	240 mm	300 mm	0.007299 m³	VIGA EJE B N1 45X75	57.3
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE B N1 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE B N1 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	20880 mm	9	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.001640 m³	VIGA EJE B N1 45X75	12.87
	16 mm	6050 mm	36300 mm	6		5580 mm							0 mm	240 mm	300 mm	0.007299 m³	VIGA EJE B N1 45X75	57.3
	16 mm	6050 mm	36300 mm	6		5580 mm							0 mm	240 mm	300 mm	0.007299 m³	VIGA EJE B N1 45X75	57.3
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE B N1 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE B N1 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	20880 mm	9	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.001640 m³	VIGA EJE B N1 45X75	12.87
VIGA EJE B N2 30X50																		
	14 mm	6600 mm	26400 mm	4		6160 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004064 m³	VIGA EJE B N2 30X50	31.91
	14 mm	6590 mm	26360 mm	4		6150 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004058 m³	VIGA EJE B N2 30X50	31.86
	10 mm	1520 mm	9120 mm	6	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000716 m³	VIGA EJE B N2 30X50	5.62
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE B N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	18240 mm	12	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001433 m³	VIGA EJE B N2 30X50	11.25
	10 mm	1520 mm	30400 mm	20	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.002388 m³	VIGA EJE B N2 30X50	18.75
	10 mm	1520 mm	30400 mm	20	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.002388 m³	VIGA EJE B N2 30X50	18.75
	14 mm	6540 mm	26160 mm	4		6110 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004027 m³	VIGA EJE B N2 30X50	31.62
	14 mm	6540 mm	26160 mm	4		6110 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004027 m³	VIGA EJE B N2 30X50	31.62
	10 mm	1520 mm	9120 mm	6	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000716 m³	VIGA EJE B N2 30X50	5.62
	10 mm	1520 mm	9120 mm	6	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000716 m³	VIGA EJE B N2 30X50	5.62
	10 mm	1520 mm	12160 mm	8	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000955 m³	VIGA EJE B N2 30X50	7.5
	10 mm	1520 mm	9120 mm	6	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000716 m³	VIGA EJE B N2 30X50	5.62

VIGA EJE B N2 45X75																		
	16 mm	6050 mm	36300 mm	6		5580 mm							0 mm	240 mm	300 mm	0.007299 m³	VIGA EJE B N2 45X75	57.3
	16 mm	6050 mm	36300 mm	6		5580 mm							0 mm	240 mm	300 mm	0.007299 m³	VIGA EJE B N2 45X75	57.3
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE B N2 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE B N2 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	20880 mm	9	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.001640 m³	VIGA EJE B N2 45X75	12.87
	16 mm	6050 mm	36300 mm	6		5580 mm							0 mm	240 mm	300 mm	0.007299 m³	VIGA EJE B N2 45X75	57.3
	16 mm	6050 mm	36300 mm	6		5580 mm							0 mm	240 mm	300 mm	0.007299 m³	VIGA EJE B N2 45X75	57.3
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE B N2 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE B N2 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	20880 mm	9	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.001640 m³	VIGA EJE B N2 45X75	12.87
VIGA EJE C N1 30X50																		
	14 mm	6650 mm	26600 mm	4		6220 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004095 m³	VIGA EJE C N1 30X50	32.15
	14 mm	6630 mm	26520 mm	4		6200 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004082 m³	VIGA EJE C N1 30X50	32.05
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE C N1 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	10640 mm	7	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000836 m³	VIGA EJE C N1 30X50	6.56
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE C N1 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	28880 mm	19	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.002268 m³	VIGA EJE C N1 30X50	17.81
	10 mm	1520 mm	28880 mm	19	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.002268 m³	VIGA EJE C N1 30X50	17.81
	14 mm	6710 mm	26840 mm	4		6270 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004132 m³	VIGA EJE C N1 30X50	32.44
	14 mm	6690 mm	26760 mm	4		6250 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004119 m³	VIGA EJE C N1 30X50	32.34
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE C N1 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE C N1 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	10640 mm	7	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000836 m³	VIGA EJE C N1 30X50	6.56
	14 mm	2000 mm	4000 mm	2		2000 mm							0 mm	0 mm	0 mm	0.000616 m³	VIGA EJE C N1 30X50	4.83
	14 mm	2000 mm	4000 mm	2		2000 mm							0 mm	0 mm	0 mm	0.000616 m³	VIGA EJE C N1 30X50	4.83
VIGA EJE C N1 45X75																		
	22 mm	11340 mm	68040 mm	6		0810 mm							0 mm	300 mm	300 mm	0.025864 m³	VIGA EJE C N1 45X75	203.06
	22 mm	11350 mm	45400 mm	4		0810 mm							0 mm	300 mm	300 mm	0.017258 m³	VIGA EJE C N1 45X75	135.49
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE C N1 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE C N1 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	97440 mm	42	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.007653 m³	VIGA EJE C N1 45X75	60.08
	22 mm	2000 mm	4000 mm	2		2000 mm							0 mm	0 mm	0 mm	0.001521 m³	VIGA EJE C N1 45X75	11.94
VIGA EJE C N2 30X50																		
	10 mm	1520 mm	28880 mm	19	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.002268 m³	VIGA EJE C N2 30X50	17.81
	14 mm	6710 mm	26840 mm	4		6270 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004132 m³	VIGA EJE C N2 30X50	32.44
	14 mm	6690 mm	26760 mm	4		6250 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004119 m³	VIGA EJE C N2 30X50	32.34
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE C N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE C N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	10640 mm	7	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000836 m³	VIGA EJE C N2 30X50	6.56
	10 mm	1520 mm	28880 mm	19	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.002268 m³	VIGA EJE C N2 30X50	17.81
	14 mm	6650 mm	26600 mm	4		6220 mm	0 mm						0 mm	250 mm	250 mm	0.004095 m³	VIGA EJE C N2 30X50	32.15
	14 mm	6630 mm	26520 mm	4		6200 mm	0 mm						0 mm	250 mm	250 mm	0.004082 m³	VIGA EJE C N2 30X50	32.05
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE C N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	10640 mm	7	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000836 m³	VIGA EJE C N2 30X50	6.56
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE C N2 30X50	10.31

VIGA EJE C N2 45X75																		
	18 mm	11340 mm	68040 mm	6		0810 mm							0 mm	300 mm	300 mm	0.017314 m³	VIGA EJE C N2 45X75	135.93
	18 mm	11350 mm	68100 mm	6		0810 mm							0 mm	300 mm	300 mm	0.017329 m³	VIGA EJE C N2 45X75	136.05
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE C N2 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE C N2 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	97440 mm	42	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.007653 m³	VIGA EJE C N2 45X75	60.08
VIGA EJE D N1 30X50																		
	12 mm	4580 mm	9160 mm	2		3790 mm	50 mm	750 mm	30 mm	40 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001036 m³	VIGA EJE D N1 30X50	8.13
	10 mm	1520 mm	28880 mm	19	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.002268 m³	VIGA EJE D N1 30X50	17.81
	14 mm	6710 mm	26840 mm	4		6270 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004132 m³	VIGA EJE D N1 30X50	32.44
	14 mm	6690 mm	26760 mm	4		6250 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004119 m³	VIGA EJE D N1 30X50	32.34
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE D N1 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE D N1 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	10640 mm	7	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000836 m³	VIGA EJE D N1 30X50	6.56
	14 mm	2000 mm	2000 mm	1		2000 mm							0 mm	0 mm	0 mm	0.000308 m³	VIGA EJE D N1 30X50	2.42
	14 mm	6650 mm	26600 mm	4		6220 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004095 m³	VIGA EJE D N1 30X50	32.15
	14 mm	6630 mm	26520 mm	4		6200 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004082 m³	VIGA EJE D N1 30X50	32.05
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE D N1 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	10640 mm	7	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000836 m³	VIGA EJE D N1 30X50	6.56
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE D N1 30X50	10.31
	14 mm	2000 mm	2000 mm	1		2000 mm							0 mm	0 mm	0 mm	0.000308 m³	VIGA EJE D N1 30X50	2.42
	10 mm	1520 mm	28880 mm	19	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.002268 m³	VIGA EJE D N1 30X50	17.81
VIGA EJE D N1 45X75																		
	20 mm	11380 mm	68280 mm	6		0810 mm							0 mm	300 mm	300 mm	0.021451 m³	VIGA EJE D N1 45X75	168.41
	20 mm	11390 mm	45560 mm	4		0810 mm							0 mm	300 mm	300 mm	0.014313 m³	VIGA EJE D N1 45X75	112.37
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE D N1 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE D N1 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	97440 mm	42	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.007653 m³	VIGA EJE D N1 45X75	60.08
	20 mm	2000 mm	4000 mm	2		2000 mm							0 mm	0 mm	0 mm	0.001257 m³	VIGA EJE D N1 45X75	9.87

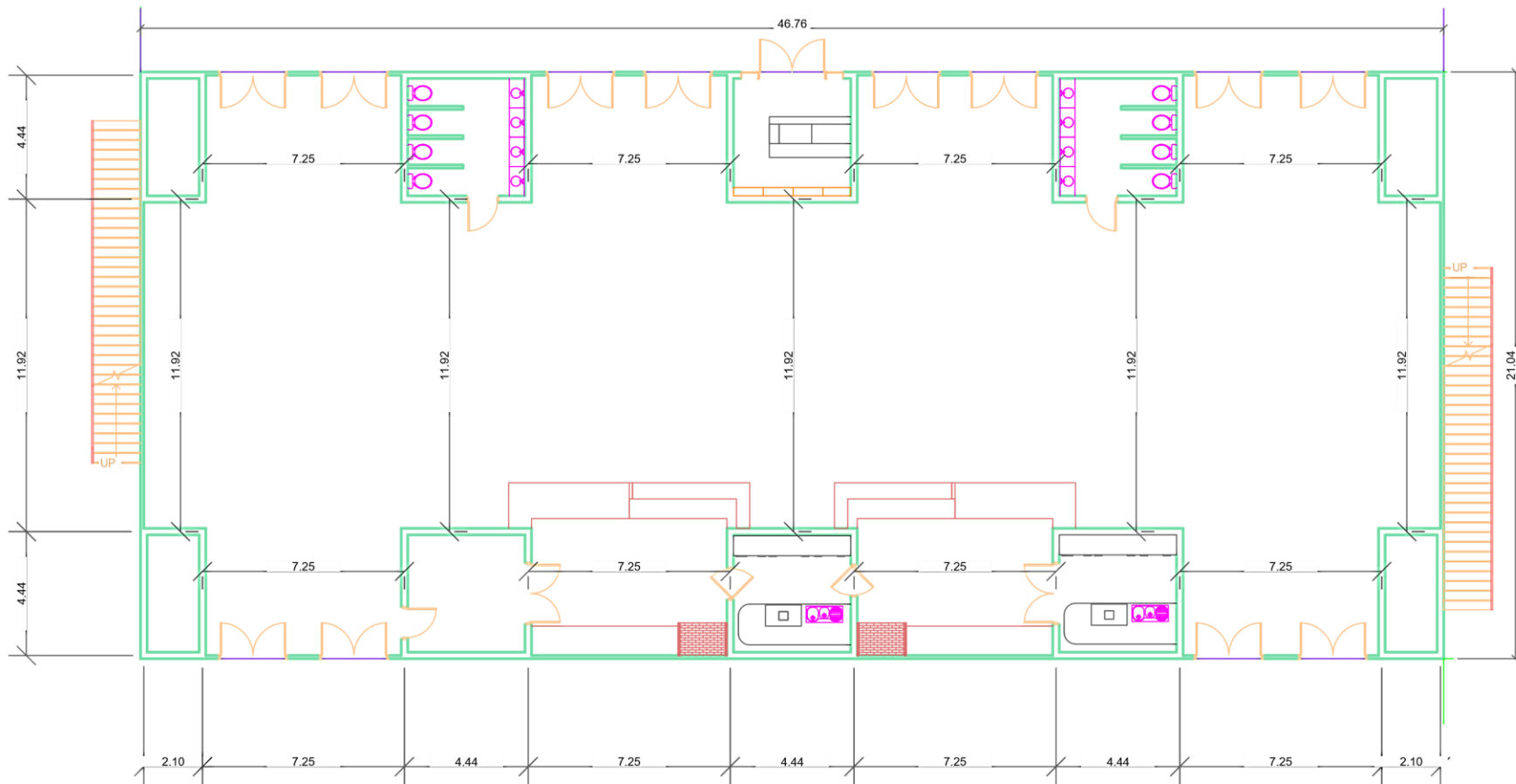
VIGA EJE D N2 30X50																		
	10 mm	1520 mm	28880 mm	19	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.002268 m³	VIGA EJE D N2 30X50	17.81
	14 mm	6710 mm	26840 mm	4		6270 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004132 m³	VIGA EJE D N2 30X50	32.44
	14 mm	6690 mm	26760 mm	4		6250 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004119 m³	VIGA EJE D N2 30X50	32.34
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE D N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE D N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	10640 mm	7	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000836 m³	VIGA EJE D N2 30X50	6.56
	14 mm	6650 mm	26600 mm	4		6220 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004095 m³	VIGA EJE D N2 30X50	32.15
	14 mm	6630 mm	26520 mm	4		6200 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004082 m³	VIGA EJE D N2 30X50	32.05
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE D N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	10640 mm	7	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000836 m³	VIGA EJE D N2 30X50	6.56
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE D N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	28880 mm	19	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.002268 m³	VIGA EJE D N2 30X50	17.81
	12 mm	2000 mm	8000 mm	4		2000 mm							0 mm	0 mm	0 mm	0.000905 m³	VIGA EJE D N2 30X50	7.1
	12 mm	2000 mm	8000 mm	4		2000 mm							0 mm	0 mm	0 mm	0.000905 m³	VIGA EJE D N2 30X50	7.1
VIGA EJE D N2 45X75																		
	18 mm	11340 mm	56700 mm	5		10810 mm							0 mm	300 mm	300 mm	0.014428 m³	VIGA EJE D N2 45X75	113.28
	18 mm	11350 mm	56750 mm	5		10810 mm							0 mm	300 mm	300 mm	0.014441 m³	VIGA EJE D N2 45X75	113.38
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE D N2 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE D N2 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	97440 mm	42	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.007653 m³	VIGA EJE D N2 45X75	60.08
VIGA EJE E N1 30X50																		
	14 mm	6650 mm	26600 mm	4		6220 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004095 m³	VIGA EJE E N1 30X50	32.15
	14 mm	6630 mm	26520 mm	4		6200 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004082 m³	VIGA EJE E N1 30X50	32.05
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE E N1 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	10640 mm	7	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000836 m³	VIGA EJE E N1 30X50	6.56
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE E N1 30X50	10.31
	14 mm	2000 mm	2000 mm	1		2000 mm							0 mm	0 mm	0 mm	0.000308 m³	VIGA EJE E N1 30X50	2.42
	10 mm	1520 mm	28880 mm	19	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.002268 m³	VIGA EJE E N1 30X50	17.81
	14 mm	6710 mm	26840 mm	4		6270 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004132 m³	VIGA EJE E N1 30X50	32.44
	14 mm	6690 mm	26760 mm	4		6250 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004119 m³	VIGA EJE E N1 30X50	32.34
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE E N1 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE E N1 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	10640 mm	7	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000836 m³	VIGA EJE E N1 30X50	6.56
	14 mm	2000 mm	2000 mm	1		2000 mm							0 mm	0 mm	0 mm	0.000308 m³	VIGA EJE E N1 30X50	2.42
	10 mm	1520 mm	28880 mm	19	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.002268 m³	VIGA EJE E N1 30X50	17.81

VIGA EJE E N1 45X75																		
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE E N1 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	97440 mm	42	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.007653 m³	VIGA EJE E N1 45X75	60.08
	20 mm	2000 mm	4000 mm	2		2000 mm							0 mm	0 mm	0 mm	0.001257 m³	VIGA EJE E N1 45X75	9.87
	20 mm	11380 mm	68280 mm	6		0810 mm							0 mm	300 mm	300 mm	0.021451 m³	VIGA EJE E N1 45X75	168.41
	20 mm	11390 mm	45560 mm	4		0810 mm							0 mm	300 mm	300 mm	0.014313 m³	VIGA EJE E N1 45X75	112.37
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE E N1 45X75	22.89
VIGA EJE E N2 30X50																		
	10 mm	1520 mm	28880 mm	19	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.002268 m³	VIGA EJE E N2 30X50	17.81
	14 mm	6710 mm	26840 mm	4		6270 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004132 m³	VIGA EJE E N2 30X50	32.44
	14 mm	6690 mm	26760 mm	4		6250 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004119 m³	VIGA EJE E N2 30X50	32.34
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE E N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE E N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	10640 mm	7	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000836 m³	VIGA EJE E N2 30X50	6.56
	12 mm	2000 mm	8000 mm	4		2000 mm							0 mm	0 mm	0 mm	0.000905 m³	VIGA EJE E N2 30X50	7.1
	14 mm	6650 mm	26600 mm	4		6220 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004095 m³	VIGA EJE E N2 30X50	32.15
	14 mm	6630 mm	26520 mm	4		6200 mm							0 mm	250 mm	250 mm	0.004082 m³	VIGA EJE E N2 30X50	32.05
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE E N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	10640 mm	7	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000836 m³	VIGA EJE E N2 30X50	6.56
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE E N2 30X50	10.31
	12 mm	2000 mm	8000 mm	4		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000905 m³	VIGA EJE E N2 30X50	7.1
	10 mm	1520 mm	28880 mm	19	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.002268 m³	VIGA EJE E N2 30X50	17.81
VIGA EJE E N2 45X75																		
	18 mm	11340 mm	56700 mm	5		0810 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	300 mm	300 mm	0.014428 m³	VIGA EJE E N2 45X75	113.28
	18 mm	11350 mm	56750 mm	5		0810 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	300 mm	300 mm	0.014441 m³	VIGA EJE E N2 45X75	113.38
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE E N2 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE E N2 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	97440 mm	42	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.007653 m³	VIGA EJE E N2 45X75	60.08
VIGA EJE F N1 30X50																		
	10 mm	1520 mm	28880 mm	19	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.002268 m³	VIGA EJE F N1 30X50	17.81
	14 mm	6710 mm	20130 mm	3		6270 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.003099 m³	VIGA EJE F N1 30X50	24.33
	14 mm	6690 mm	26760 mm	4		6250 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.004119 m³	VIGA EJE F N1 30X50	32.34
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE F N1 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE F N1 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	10640 mm	7	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000836 m³	VIGA EJE F N1 30X50	6.56
	16 mm	2000 mm	4000 mm	2		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000804 m³	VIGA EJE F N1 30X50	6.31
	14 mm	6650 mm	19950 mm	3		6220 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.003071 m³	VIGA EJE F N1 30X50	24.11
	14 mm	6630 mm	26520 mm	4		6200 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.004082 m³	VIGA EJE F N1 30X50	32.05
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE F N1 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	10640 mm	7	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000836 m³	VIGA EJE F N1 30X50	6.56
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE F N1 30X50	10.31
	16 mm	2000 mm	4000 mm	2		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000804 m³	VIGA EJE F N1 30X50	6.31
	10 mm	1520 mm	28880 mm	19	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.002268 m³	VIGA EJE F N1 30X50	17.81
	22 mm	2000 mm	4000 mm	2		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001521 m³	VIGA EJE F N1 30X50	11.94
	22 mm	2000 mm	4000 mm	2		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001521 m³	VIGA EJE F N1 30X50	11.94

VIGA EJE F N1 45X75																		
	22 mm	11340 mm	45360 mm	4		0810 mm	0 mm	0 mm	0 mm				0 mm	300 mm	300 mm	0.017243 m³	VIGA EJE F N1 45X75	135.37
	22 mm	11350 mm	45400 mm	4		0810 mm	0 mm	0 mm	0 mm				0 mm	300 mm	300 mm	0.017258 m³	VIGA EJE F N1 45X75	135.49
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE F N1 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE F N1 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	97440 mm	42	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.007653 m³	VIGA EJE F N1 45X75	60.08
	22 mm	2000 mm	4000 mm	2		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.001521 m³	VIGA EJE F N1 45X75	11.94
VIGA EJE F N2 30X50																		
	10 mm	1520 mm	28880 mm	19	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.002268 m³	VIGA EJE F N2 30X50	17.81
	14 mm	6710 mm	20130 mm	3		6270 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.003099 m³	VIGA EJE F N2 30X50	24.33
	14 mm	6690 mm	26760 mm	4		6250 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.004119 m³	VIGA EJE F N2 30X50	32.34
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE F N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE F N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	10640 mm	7	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000836 m³	VIGA EJE F N2 30X50	6.56
	14 mm	6650 mm	19950 mm	3		6220 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.003071 m³	VIGA EJE F N2 30X50	24.11
	14 mm	6630 mm	26520 mm	4		6200 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.004082 m³	VIGA EJE F N2 30X50	32.05
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE F N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	10640 mm	7	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000836 m³	VIGA EJE F N2 30X50	6.56
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE F N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	28880 mm	19	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.002268 m³	VIGA EJE F N2 30X50	17.81
	14 mm	2000 mm	4000 mm	2		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000616 m³	VIGA EJE F N2 30X50	4.83
	14 mm	2000 mm	4000 mm	2		2000 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	0 mm	0 mm	0.000616 m³	VIGA EJE F N2 30X50	4.83
VIGA EJE F N2 45X75																		
	18 mm	11340 mm	68040 mm	6		0810 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	300 mm	300 mm	0.017314 m³	VIGA EJE F N2 45X75	135.93
	18 mm	11350 mm	68100 mm	6		0810 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	300 mm	300 mm	0.017329 m³	VIGA EJE F N2 45X75	136.05
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE F N2 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE F N2 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	97440 mm	42	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.007653 m³	VIGA EJE F N2 45X75	60.08
VIGA EJE G N1 30X50																		
	14 mm	6510 mm	26040 mm	4		6080 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.004009 m³	VIGA EJE G N1 30X50	31.47
	14 mm	6530 mm	26120 mm	4		6100 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.004021 m³	VIGA EJE G N1 30X50	31.57
	10 mm	1520 mm	9120 mm	6	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000716 m³	VIGA EJE G N1 30X50	5.62
	10 mm	1520 mm	9120 mm	6	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000716 m³	VIGA EJE G N1 30X50	5.62
	10 mm	1520 mm	12160 mm	8	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000955 m³	VIGA EJE G N1 30X50	7.5
	10 mm	1520 mm	9120 mm	6	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000716 m³	VIGA EJE G N1 30X50	5.62
	10 mm	1520 mm	30400 mm	20	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.002388 m³	VIGA EJE G N1 30X50	18.75
	14 mm	6600 mm	26400 mm	4		6150 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.004064 m³	VIGA EJE G N1 30X50	31.91
	14 mm	6590 mm	26360 mm	4		6150 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.004058 m³	VIGA EJE G N1 30X50	31.86
	10 mm	1520 mm	9120 mm	6	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000716 m³	VIGA EJE G N1 30X50	5.62
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE G N1 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	18240 mm	12	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001433 m³	VIGA EJE G N1 30X50	11.25
	10 mm	1520 mm	30400 mm	20	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.002388 m³	VIGA EJE G N1 30X50	18.75

VIGA EJE G N1 45X75																		
	16 mm	6050 mm	36300 mm	6		5580 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	300 mm	0.007299 m³	VIGA EJE G N1 45X75	57.3
	16 mm	6050 mm	36300 mm	6		5580 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	300 mm	0.007299 m³	VIGA EJE G N1 45X75	57.3
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE G N1 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE G N1 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	20880 mm	9	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.001640 m³	VIGA EJE G N1 45X75	12.87
	16 mm	6050 mm	36300 mm	6		5580 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	300 mm	0.007299 m³	VIGA EJE G N1 45X75	57.3
	16 mm	6050 mm	36300 mm	6		5580 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	300 mm	0.007299 m³	VIGA EJE G N1 45X75	57.3
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE G N1 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE G N1 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	20880 mm	9	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.001640 m³	VIGA EJE G N1 45X75	12.87
VIGA EJE G N2 30X50																		
	10 mm	1520 mm	30400 mm	20	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.002388 m³	VIGA EJE G N2 30X50	18.75
	14 mm	6610 mm	26440 mm	4		6160 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.004070 m³	VIGA EJE G N2 30X50	31.95
	14 mm	6600 mm	26400 mm	4		6160 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.004064 m³	VIGA EJE G N2 30X50	31.91
	10 mm	1520 mm	9120 mm	6	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000716 m³	VIGA EJE G N2 30X50	5.62
	10 mm	1520 mm	16720 mm	11	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001313 m³	VIGA EJE G N2 30X50	10.31
	10 mm	1520 mm	18240 mm	12	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.001433 m³	VIGA EJE G N2 30X50	11.25
	14 mm	6540 mm	26160 mm	4		6110 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.004027 m³	VIGA EJE G N2 30X50	31.62
	14 mm	6550 mm	26200 mm	4		6120 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	250 mm	250 mm	0.004033 m³	VIGA EJE G N2 30X50	31.66
	10 mm	1520 mm	9120 mm	6	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000716 m³	VIGA EJE G N2 30X50	5.62
	10 mm	1520 mm	9120 mm	6	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000716 m³	VIGA EJE G N2 30X50	5.62
	10 mm	1520 mm	12160 mm	8	150 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000955 m³	VIGA EJE G N2 30X50	7.5
	10 mm	1520 mm	9120 mm	6	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.000716 m³	VIGA EJE G N2 30X50	5.62
	10 mm	1520 mm	30400 mm	20	100 mm	90 mm	450 mm	250 mm	450 mm	250 mm	90 mm	60 mm				0.002388 m³	VIGA EJE G N2 30X50	18.75
VIGA EJE G N2 45X75																		
	16 mm	6050 mm	36300 mm	6		5580 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	300 mm	0.007299 m³	VIGA EJE G N2 45X75	57.3
	16 mm	6050 mm	36300 mm	6		5580 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	300 mm	0.007299 m³	VIGA EJE G N2 45X75	57.3
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE G N2 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE G N2 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	20880 mm	9	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.001640 m³	VIGA EJE G N2 45X75	12.87
	16 mm	6050 mm	36300 mm	6		5580 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	300 mm	0.007299 m³	VIGA EJE G N2 45X75	57.3
	16 mm	6050 mm	36300 mm	6		5580 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm			0 mm	240 mm	300 mm	0.007299 m³	VIGA EJE G N2 45X75	57.3
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE G N2 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	37120 mm	16	100 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.002915 m³	VIGA EJE G N2 45X75	22.89
	10 mm	2320 mm	20880 mm	9	150 mm	90 mm	700 mm	400 mm	700 mm	400 mm	90 mm	60 mm				0.001640 m³	VIGA EJE G N2 45X75	12.87
Total general: 713																2.391144 m³	PESO TOTAL	18773

ANEXO 1 PLANOS ARQUITECTÓNICOS



PROYECTO:

EDIFICACIÓN GRANDES
LUCES

CONTIENE:

CLIENTE:

DISEÑADO POR:

Ana Cordova
Daniela Mora

APROBADO POR:

Autorizador

DIBUJADO POR:

Autores

FECHA:

ESCALA:

FORMATO:

LAMINA:

ESPECIFICACIONES:



PROYECTO:

EDIFICACIÓN GRANDES
LUCES

CONTIENE:

CLIENTE:

DISEÑADO POR:

Ana Cordova
Daniela Mora

APROBADO POR:

Autorizador

DIBUJADO POR:

Autores

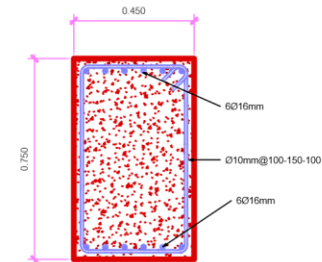
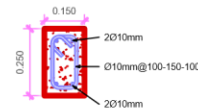
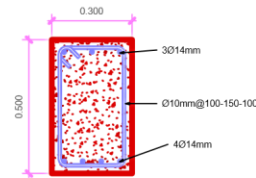
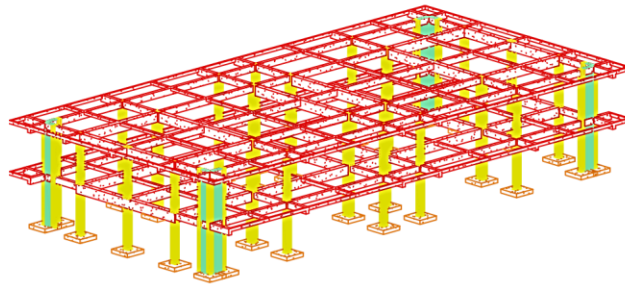
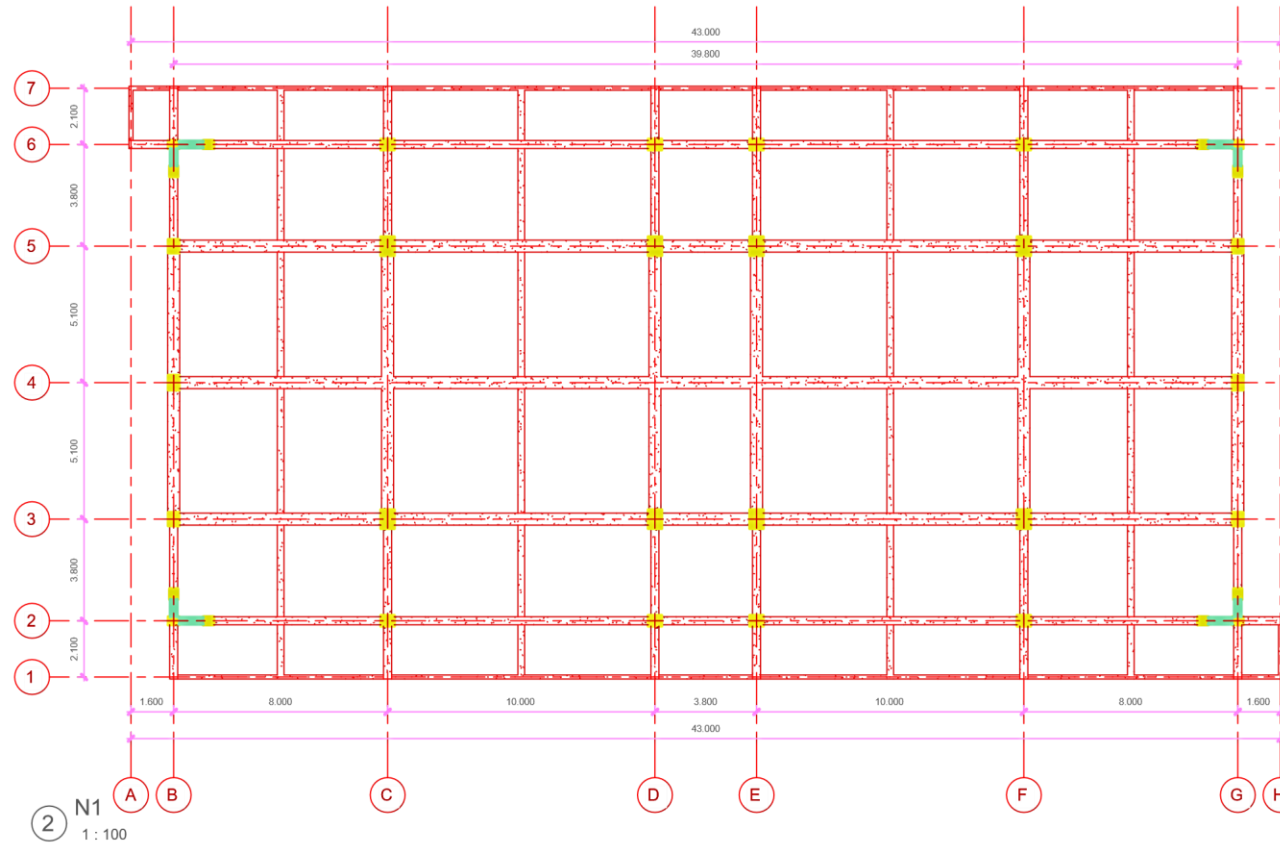
FECHA:
20/09/2024

ESCALA:

FORMATO: LAMINA:

ESPECIFICACIONES:

ANEXO 2 PLANOS DE DETALLE DE ACERO PARA SISTEMA ESTRUCTURAL DE HORMIGÓN ARMADO



PROYECTO:
EDIFICACIÓN GRANDES
LUCES

CONTIENE:

CLIENTE:

DISEÑADO POR:
ERIKA CRIOLLO

APROBADO POR:
Autorizador

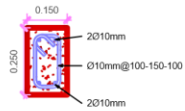
DIBUJADO POR:
Autor

FECHA:
12/12/2024

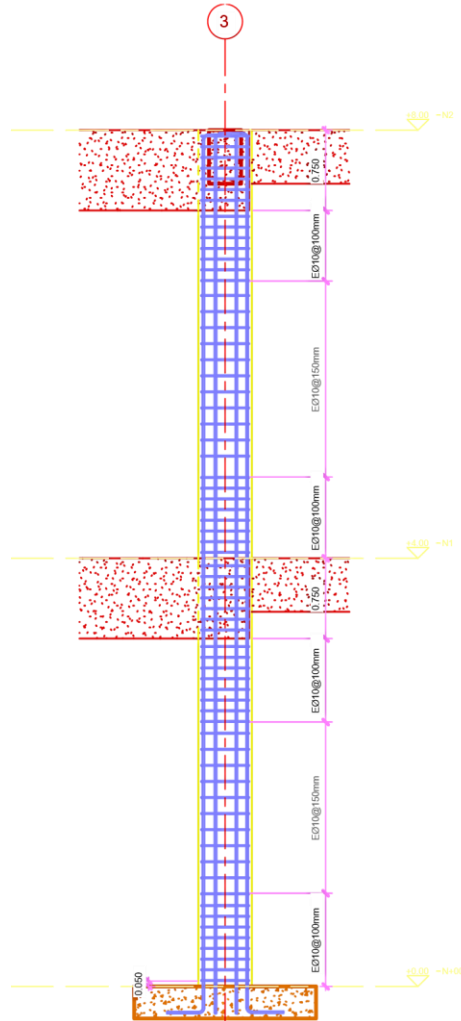
ESCALA:

FORMATO: LAMINA:

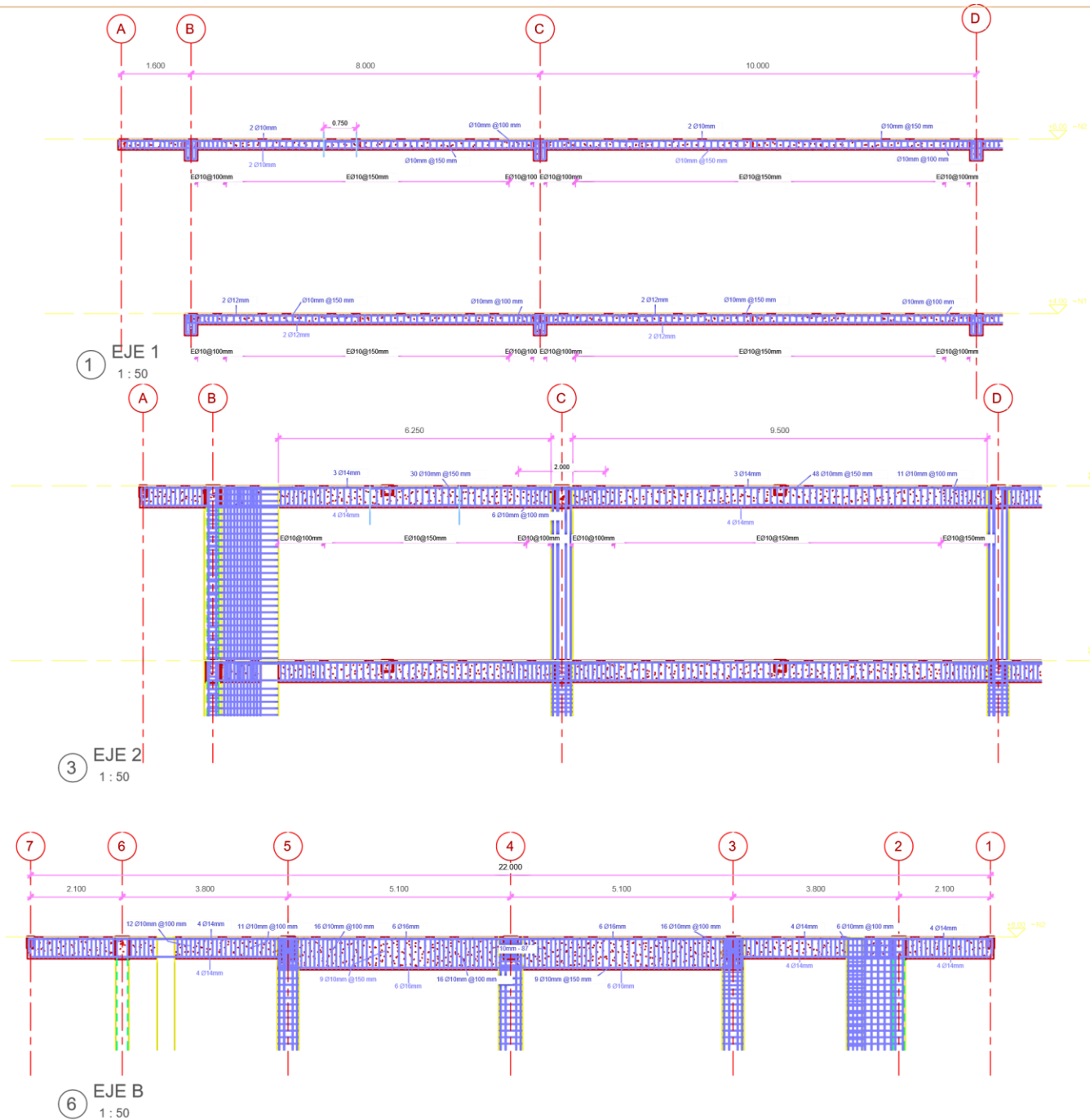
ESPECIFICACIONES:



② SECCIÓN V 15X25
1 : 10



⑦ ALZADO TÍPICO DE COLUMNA
1 : 25



PROYECTO:
EDIFICACIÓN GRANDES LUCES

CONTIENE:

CLIENTE:

DISEÑADO POR:
ERIKA CRIOLLO

APROBADO POR:
Autorizador

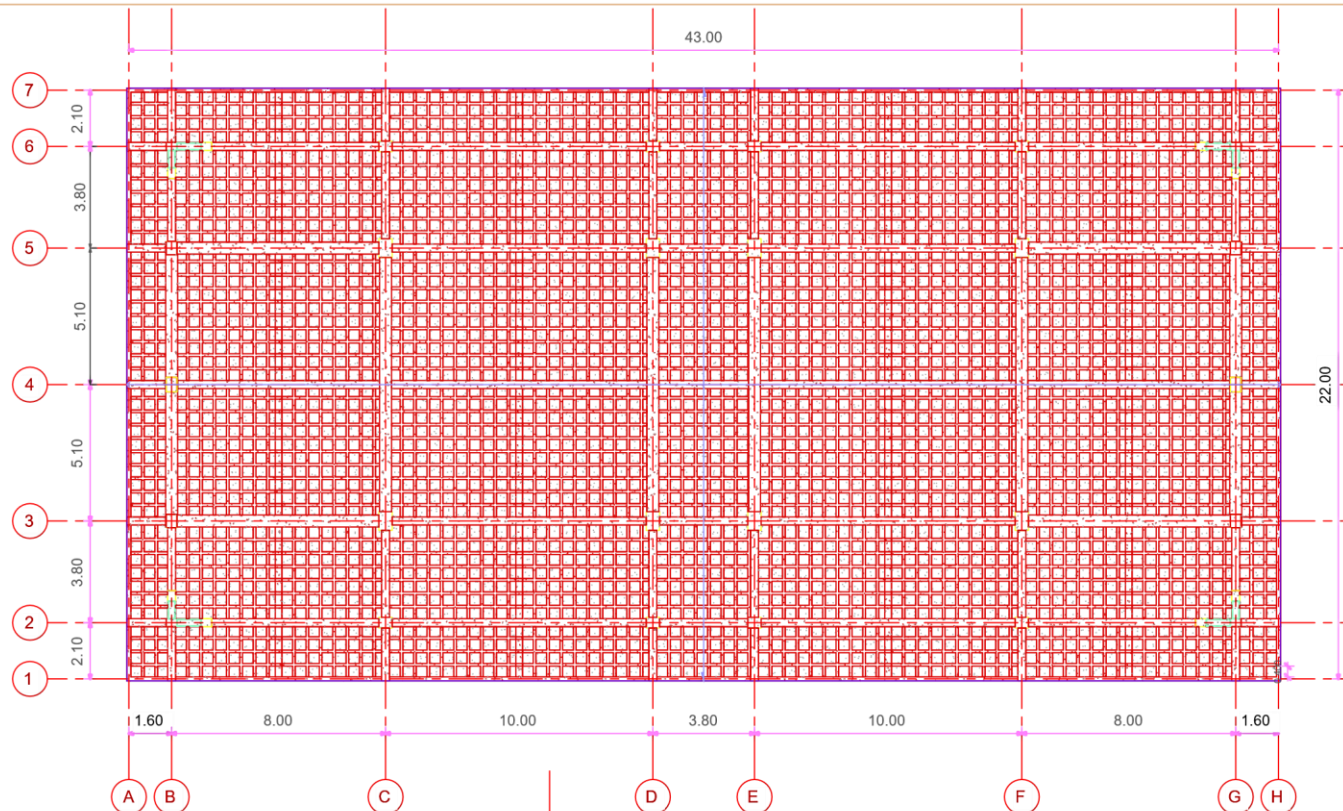
DIBUJADO POR:
Autor

FECHA:
12/12/2024

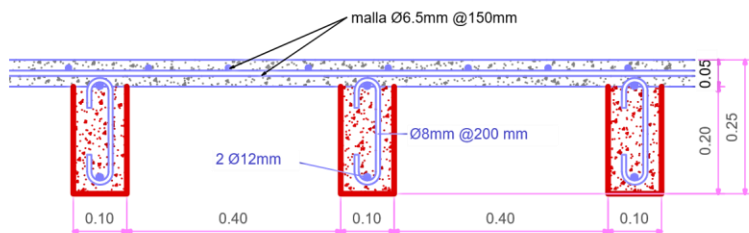
ESCALA:

FORMATO: LAMINA:

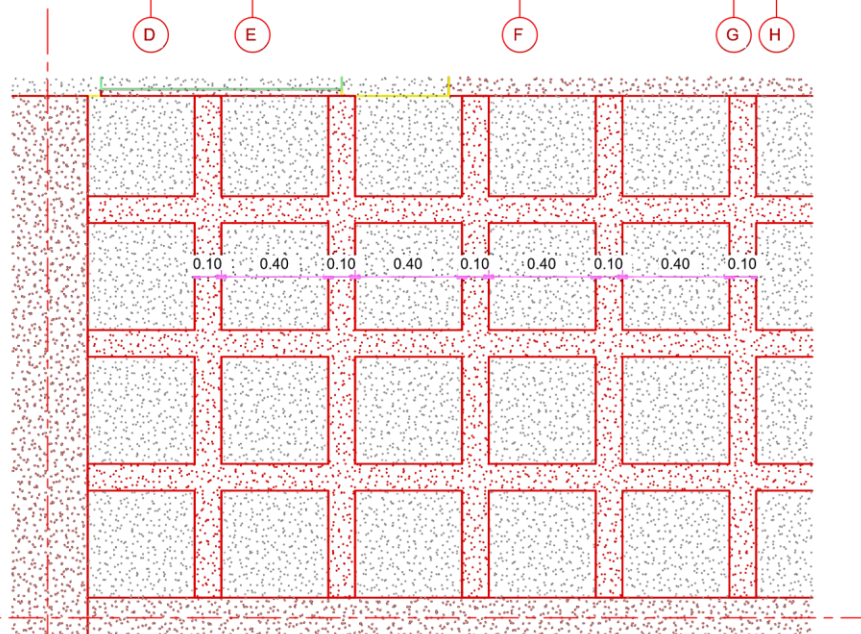
ESPECIFICACIONES:



② LOSA
1 : 100



① DETALLE LOSA
1 : 5



③ DISTRIBUCIÓN DE NERVIOS
1 : 10

PROYECTO:

EDIFICACIÓN GRANDES
LUCES

CONTIENE:

PLANO DE LOSA

CLIENTE:

DISEÑADO POR:

ERIKA CRIOLLO

APROBADO POR:

Autorizador

DIBUJADO POR:

Autor

FECHA:

12/12/2024

ESCALA:

FORMATO:

LAMINA:

ESPECIFICACIONES: