

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CIVIL

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

COMPARACIÓN ECONÓMICA DE UNA ESTRUCTURA DE ACERO CON
PERFILES HUECOS VACÍOS Y RELLENOS DE HORMIGÓN

IVÁN SANTIAGO VERDEZOTO MOREANO

DIRECTOR:

ING. OSCAR PATRICIO JARAMILLO DE LEÓN

QUITO, SEPTIEMBRE 2016

DEDICATORIA

Primero dedico este trabajo a Dios,
Por ayudarme mediante su bendición a llegar a este momento tan importante.

A mis padres Ivan Eleuterio y Betty Elizabeth,
Por todos los valores inculcados a lo largo de mi vida,
Por servirme de ejemplo y por el sacrificio para ser la persona que soy hoy.

A mis hermanas Johanna Michelle y Hillary Nicole,
Por el continuo apoyo que me brindaron durante mi Carrera universitaria,
Por ser mis adoraciones y mis tesoros como hermano mayor que soy.

A mis abuelitos Raquel Victoria, Ángel Virgilio y Luz María,

Por su amor infinito e incondicional,

Por sus consejos y sabiduría tan grande,

Por ser los mejores abuelos que alguien pueda tener.

A mis amigos y a todos aquellos que formaron partes de esta etapa tan especial.

AGRADECIMIENTO

Principalmente a Dios,

Por iluminarme constantemente y bríndame el cuidado necesario,
Por nunca abandonarme y siempre bendecirme con su gracia divina.

A mi director de tesis Oscar Jaramillo,

Primero por ser más que un profesor un amigo,
Por su valioso tiempo, conocimientos y paciencia,
Por inculcarme el valor del razonamiento crítico ante ejemplo de la vida diaria.

A mis correctores de tesis Juan Sebastián Baquero y Patricio Castro,

Por sus consejos valiosos y enseñanzas durante la carrera universitaria y el proceso de disertación.

A mis amigos de la universidad,

Especialmente a mis queridos Topitos,
Por tantas alegrías dentro y fuera de nuestra querida universidad.

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador,

Por permitirme la formación universitaria y ser ahora mejor persona y futuro profesional.

ÍNDICE

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Índice de figuras.....	v
Índice de anexos.....	x
Resumen.....	xi
1 CAPÍTULO 1: GENERALIDADES.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3 OBJETIVOS.....	2
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
2 CAPÍTULO 2: COLUMNAS COMPUESTAS.....	3
2.1 VENTAJAS.....	3
2.2 DESVENTAJAS.....	4
2.3 SOPORTE LATERAL.....	5
2.4 ESPECIFICACIONES PARA COLUMNAS COMPUESTAS RELLENAS.....	5
3 CAPÍTULO 3: DISEÑO DE COLUMNAS COMPUESTAS CARGADAS AXIALMENTE.....	6
3.1 COLUMNAS COMPUESTAS RELLENAS DE HORMIGÓN.....	6
3.2 RESISTENCIA DE COMPRESIÓN.....	7
3.2.1 PERFILES COMPACTOS.....	7
3.2.2 PERFILES NO COMPACTOS.....	7
3.3 RESISTENCIA A TRACCIÓN.....	8
3.4 CARGA AXIAL Y FLEXIÓN.....	9
4 CAPÍTULO 4: DISEÑO DE COLUMNAS HUECAS CARGADAS AXIALMENTE.....	9
4.1 PANDEO POR FLEXIÓN DE MIEMBROS SIN ELEMENTOS ESBELTOS.....	10
5 CAPÍTULO 5: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL EDIFICIO CON PERFILES HUECOS VACÍOS.....	11
5.1 PARÁMETROS DE DISEÑO AUTODESK ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS PROFESSIONAL 2016.....	11
5.2 CREACIÓN DE LÍNEAS DE CONSTRUCCIÓN.....	16
5.3 CREACIÓN DE PERFILES METÁLICOS PARA COLUMNAS.....	18

5.4	CREACIÓN DE PERFILES METÁLICOS PARA VIGAS.....	25
5.5	CREACIÓN DE LOSA TIPO DECK.....	28
5.6	SOLICITACIONES DE CARGAS.....	31
5.6.1	PESO PROPIO.....	32
5.6.2	CARGA MUERTA.....	33
5.6.3	CARGA VIVA.....	40
5.6.4	CARGAS SÍSMICAS.....	42
5.6.4.1	MAPA DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA PARA DISEÑO.....	43
5.6.4.2	TIPOS DE PERFILES DE SUELO.....	45
5.6.4.3	COEFICIENTES DE PERFIL DE SUELO F_a , F_d y F_s	45
5.6.4.4	COMPONENTES HORIZONTALES DE LA CARGA SÍSMICA: ESPECTRO ELÁSTICO DE DISEÑO.....	47
5.6.4.5	COEFICIENTE DE MODIFICACIÓN DE RESPUESTA “R”.....	52
5.6.4.6	ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA MEDIANTE LA NORMA ASCE/SEI 7-10.....	53
5.6.5	ANÁLISIS MODAL.....	56
5.6.6	COMBINACIONES DE CARGA.....	57
5.6.7	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL EDIFICIO CON COLUMNAS CON PERFILES HUECOS VACÍOS.....	59
6	CAPÍTULO 6: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL EDIFICIO CON PERFILES HUECOS RELLENOS DE HORMIGÓN.....	82
6.1	LIMITACIONES SEGÚN LA AISC 360-10 PARA ELEMENTOS COMPUESTOS.....	83
6.2	CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS COMPUESTOS PARA EL PANDEO LOCAL.....	83
6.3	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ELEMENTOS COMPUESTOS.....	84
6.4	TRANSFERENCIA DECARGA.....	85
6.5	CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA SEGÚN LA ASCE/SEI 7- 10.....	86
6.6	CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA SEGÚN ANSI/AISC 341- 10.....	88
6.7	CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA SEGÚN ACI 318.....	88
6.8	MODELADO DE LA ESTRUCTURA CON PERFILES HUECOS RELLENOS.....	88
7	CAPÍTULO 7: COSTOS.....	89
7.1	EDIFICIO CON PERFILES HUECOS VACÍOS.....	89

7.2	EDIFICIO CON PERFILES HUECOS RELLENOS DE HORMIGÓN.....	90
8	CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES.....	93
9	CAPÍTULO 9: RECOMENDACIONES.....	94
10	CAPÍTULO 10: BIBLIOGRAFÍA.....	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Columnas compuestas con perfiles ahogados en hormigón.....	3
Figura 2.2	Columnas compuestas rellenas de hormigón.....	3
Figura 3.3.1	Resistencia nominal axial vs Esbeltez del perfil HSS.....	8
Figura 4.1.1	Aplicaciones de las secciones del Capítulo E de la AISC 360-10.....	10
Figura 5.1.1	Preferencias para el proyecto – Dimensiones.....	11
Figura 5.1.2	Preferencias para el proyecto – Esfuerzos.....	12
Figura 5.1.3	Preferencias para el proyecto – Materiales.....	12
Figura 5.1.4	Propiedades Químicas del acero A36.....	13
Figura 5.1.5	Propiedades Mecánicas del acero A36.....	13
Figura 5.1.6	Preferencias para el proyecto – Catálogos.....	13
Figura 5.1.7	Preferencias para el proyecto – Normas de diseño.....	15
Figura 5.1.8	Preferencias para el proyecto – Cargas.....	15
Figura 5.1.9	Preferencias para el proyecto – Análisis de la estructura.....	16
Figura 5.2.1	Líneas de construcción – Eje “X”.....	16
Figura 5.2.2	Líneas de construcción – Eje “Y”.....	17
Figura 5.2.3	Líneas de construcción – Eje “Z”.....	17
Figura 5.2.4	Líneas de construcción – 3D.....	18
Figura 5.3.1	Creación perfil CC400x30.....	19
Figura 5.3.2	Creación perfil CC400x28.....	19
Figura 5.3.3	Creación perfil CC400x26.....	19
Figura 5.3.4	Creación perfil CC400x24.....	20
Figura 5.3.5	Creación perfil CC400x22.....	20
Figura 5.3.6	Creación perfil CC400x20.....	20
Figura 5.3.7	Creación perfil CC400x18.....	21
Figura 5.3.8	Creación perfil CC400x16.....	21

Figura 5.3.9	Creación perfil CC400x14.....	21
Figura 5.3.10	Creación perfil CC400x12.....	22
Figura 5.3.11	Creación perfil CC350x12.....	22
Figura 5.3.12	Creación perfil CC350x10.....	22
Figura 5.3.13	Creación perfil CC300x10.....	23
Figura 5.3.14	Creación perfil CC250x10.....	23
Figura 5.3.15	Creación perfil CC200x10.....	23
Figura 5.3.16	Creación perfil CC200x8.....	24
Figura 5.3.17	Creación perfil CC150x10.....	24
Figura 5.3.18	Creación perfil CC150x8.....	24
Figura 5.3.19	Creación perfil CC150x6.....	25
Figura 5.3.20	Modelado de la estructura formado solo por columnas.....	25
Figura 5.4.1	Creación perfil VL100x4-140x4.....	26
Figura 5.4.2	Creación perfil VL150x8-320x4.....	26
Figura 5.4.3	Creación perfil VL150x10-350x6.....	27
Figura 5.4.4	Creación perfil VL150x12-400x6.....	27
Figura 5.4.5	Creación perfil VL185x27-405x18.....	27
Figura 5.4.6	Estructura modelada con columnas y vigas.....	28
Figura 5.5.1	Especificaciones técnicas del deck.....	29
Figura 5.5.2	Funcionamiento sistema estructural.....	29
Figura 5.5.3	Creación Deck 11.5.....	30
Figura 5.5.4	Estructura completa (columnas-vigas-losa).....	31
Figura 5.6.1.1	Pesos específicos de hormigón y acero.....	32
Figura 5.6.1.2	Caso de carga – Peso Propio.....	32
Figura 5.6.1.3	Estructura cargada – Peso Propio.....	33
Figura 5.6.2.1	Área mampostería – 4 primeros pisos.....	34
Figura 5.6.2.2	Área de los primeros 4 pisos.....	34
Figura 5.6.2.3	Cálculo de carga muerta para los primeros 4 pisos.....	35
Figura 5.6.2.4	Caso de carga – Carga Muerta.....	35
Figura 5.6.2.5	Modelado carga uniforme – Carga Muerta por piso.....	35
Figura 5.6.2.6	Estructura cargada – 4 primeros pisos – Carga Muerta.....	36

Figura 5.6.2.7	Área mampostería – 5to piso.....	36
Figura 5.6.2.8	Área 5to piso.....	37
Figura 5.6.2.9	Cálculo carga muerta para el 5to piso.....	37
Figura 5.6.2.10	Modelado carga uniforme – Carga muerta 5to piso.....	38
Figura 5.6.2.11	Área mampostería – 6to piso.....	38
Figura 5.6.2.12	Área 6to piso.....	39
Figura 5.6.2.13	Cálculo carga muerta para el 6to piso.....	39
Figura 5.6.2.14	Modelado carga uniforme – Carga muerta 6to, 7mo y 8vo piso.....	39
Figura 5.6.2.15	Estructura cargada – Carga Muerta.....	40
Figura 5.6.3.1	Carga viva para residencias según la NEC.....	41
Figura 5.6.3.2	Caso de carga – Carga Viva.....	41
Figura 5.6.3.3	Estructura cargada – Carga Viva.....	42
Figura 5.6.4.1.1	Mapa de zonificación sísmica según la NEC.....	44
Figura 5.6.4.1.2	Valores factor “Z” según la zona sísmica.....	44
Figura 5.6.4.1.3	Valor factor “Z” para Quito.....	44
Figura 5.6.4.2.1	Clasificación perfiles de suelo.....	45
Figura 5.6.4.3.1	Coeficiente de perfil de suelo “Fa”	46
Figura 5.6.4.3.2	Coeficiente de perfil de suelo “Fd”	46
Figura 5.6.4.3.3	Coeficiente de perfil de suelo “Fs”	47
Figura 5.6.4.4.1	Espectro sísmico elástico de aceleraciones.....	47
Figura 5.6.4.4.2	Cálculo de espectro sísmico elástico de aceleraciones.....	49
Figura 5.6.4.4.3	Caso de carga – sismo x Direction_X.....	50
Figura 5.6.4.4.4	Definición de caso espectral.....	50
Figura 5.6.4.4.5	Definición de espectro de diseño.....	51
Figura 5.6.4.4.6	Definición de puntos de espectro de diseño.....	51
Figura 5.6.4.4.7	Definición de dirección de espectro de diseño.....	52
Figura 5.6.4.5.1	Definición del coeficiente de modificación de respuesta “R” según la Norma Ecuatoriana de la Construcción.....	53
Figura 5.6.4.6.1	Categoría de riesgo sísmico según la ASCE/SEI 7-10.....	53
Figura 5.6.4.6.2	Carga viva para residencias según la ASCE/SEI 7-10.....	54
Figura 5.6.4.6.3	Parámetro de aceleración de respuesta espectral “S1” para Quito.....	54

Figura 5.6.4.6.4	Coeficientes de diseño y factores para las fuerzas sísmicas.....	55
Figura 5.6.5.1	Parámetros del análisis modal en Robot Structural Analysis.....	56
Figura 5.6.6.1	Combinaciones de carga según la NEC.....	57
Figura 5.6.6.2	Combinaciones de carga creados por Robot Structural Analysis.....	58
Figura 5.6.6.3	Combinación de carga “97” – Cargas solo verticales.....	59
Figura 5.6.7.1	Ejecución del programa Robot Structural Analysis.....	60
Figura 5.6.7.2	Generación del coeficiente de longitud de pandeo por el programa.....	60
Figura 5.6.7.3	Dimensionamiento de barras de acero.....	61
Figura 5.6.7.4	Verificación de las barras mediante Robot Structural Analysis.....	61
Figura 5.6.7.5	Suma de esfuerzos y suma de reacciones del primer piso generados por el sismo x Direction_X.....	63
Figura 5.6.7.6	Deformaciones en columnas primer piso generados por el sismo en dirección “X”	64
Figura 5.6.7.7	Esfuerzos “Fx” en las columnas del primer piso generadas por la combinación de carga “97”	65
Figura 5.6.7.8	Cálculo del valor del amplificador “B2” por Efecto P-Δ.....	65
Figura 5.6.7.9	Valores de M1 y M2 generados por Robot Structural Analysis.....	67
Figura 5.6.7.10	Análisis de segundo orden para la columna 135.....	68
Figura 5.6.7.11	Propiedades columna CC350x10.....	68
Figura 5.6.7.12	Atiesadores columna CC350x10.....	69
Figura 5.6.7.13	Razones Ancho-Espesor para elementos sujetos a compresión.....	69
Figura 5.6.7.14	Valor de b-atiesado para columna CC350x10.....	70
Figura 5.6.7.15	Resultados del análisis del perfil con la Tabla B4.1a de la AISC 360-10.....	70
Figura 5.6.7.16	Límites para elementos altamente dúctiles o medianamente dúctiles.....	70
Figura 5.6.7.17	Anexo tabla de límites de elementos altamente dúctiles o medianamente dúctiles.....	71
Figura 5.6.7.18	Análisis de columna CC350x10 para elementos altamente dúctiles o medianamente dúctiles.....	71
Figura 5.6.7.19	Análisis de columna CC350x10 mediante el Código ANSI/AISC 341-10.....	71
Figura 5.6.7.20	Selección de las vigas principales más cargadas por piso.....	72
Figura 5.6.7.21	Resultados del dimensionamiento de barras de acero de la viga 984....	73

Figura 5.6.7.22	Valores de “My” para el estado de carga más desfavorable en la viga 984.....	74
Figura 5.6.7.23	Valores de “My” para el estado de carga “97”	74
Figura 5.6.7.24	Valores de Mry y Mrz para la viga 984.....	75
Figura 5.6.7.25	Tabla B4.1b – Razones ancho-espesor para elementos sujetos a flexión.....	75
Figura 5.6.7.26	Análisis del perfil VL185x27-405x18 mediante la Tabla B4.1b.....	76
Figura 5.6.7.27	Tabla F1.1 para la selección para la aplicación de las secciones del capítulo F de la AISC 360-10.....	76
Figura 5.6.7.28	Características de la sección VL185x27-405x18.....	77
Figura 5.6.7.29	Calculo de “Mn” para la viga VL185x27-405x18.....	77
Figura 5.6.7.30	Cálculo de “ry” para la viga VL185x27-405x18.....	78
Figura 5.6.7.31	Valores de “Lpy” y “Lpz” para la viga VL185x27-405x18.....	78
Figura 5.6.7.32	Resultados generados por Robot Structural Analysis para la viga VL185x27-405x18.....	78
Figura 5.6.7.33	Calculo de “Mn” resistencia nominal a la flexión de la viga VL185x27-405x18.....	79
Figura 5.6.7.34	Relación entre la solicitación de carga y la resistencia nominal de diseño de la viga VL185x27-405x18.....	79
Figura 5.6.7.35	Límites para elementos altamente dúctiles o medianamente dúctiles generados por la Tabla D1.1 de la AISC 341-10.....	80
Figura 5.6.7.36	Valores de “Ry” para placas de acero ASTM A36.....	81
Figura 5.6.7.37	Cálculo de “Lb” máxima para la viga VL185x27-405x18.....	82
Figura 6.2.1	Razones ancho-espesor límites para elementos de acero comprimidos en miembros compuestos sujetos a compresión axial.....	84
Figura 6.4.1	Cálculo de transferencia de carga y resistencia a la compresión de la columna compuesta 135.....	86
Figura 6.5.1	Coeficientes de diseño y factores para las fuerzas sísmicas generados por la tabla 12.2-1 de la ASCE/SEI 7-10.....	87
Figura 6.8.1	Modelado de la estructura con perfiles huecos rellenos.....	88
Figura 6.8.2	Tabla de relaciones inercias efectivas y áreas.....	89
Figura 7.1.1	Cálculo del volumen de acero del primer piso para la primera estructura.....	89
Figura 7.1.2	Valores de precios directos de la Cámara de la Construcción de Quito para el rubro de Acero Estructural A36.....	90

Figura 7.1.3	Precio de la estructura de acero para el primer proyecto.....	90
Figura 7.2.1	Cálculo del volumen de acero del primer piso para la segunda estructura.....	91
Figura 7.2.2	Precio de la estructura de acero para el segundo proyecto.....	91
Figura 7.2.3	Cálculo del volumen de hormigón del primer piso para la segunda estructura.....	92
Figura 7.2.4	Precio del hormigón de resistencia 280 kg/cm ²	92
Figura 7.2.5	Precio del hormigón en obra para el segundo proyecto.....	93
Figura 7.2.6	Precio total de la segunda estructura.....	93

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Cálculo del Espectro Sísmico de Aceleraciones que Representa el Sismo de Diseño Según la NEC.....	96
Anexo 2	Cálculos de la estructura de hacer – Columna 135.....	97
Anexo 3	Análisis de primer y segundo orden para columnas de la primera estructura.....	99
Anexo 4	Análisis de perfiles utilizados para columnas huecas vacías y rellenas según la AISC 360-10, AISC 341-10, ASCE/SEI 7-10 y ACI 318.....	147
Anexo 5	Cálculo de las estructuras de acero – Viga 984.....	153
Anexo 6	Análisis de primer y segundo orden para vigas de la primera estructura.....	154
Anexo 7	Análisis de columnas compuestas – segunda estructura.....	163
Anexo 8	Análisis de primer y segundo orden para vigas de la segunda estructura.....	172
Anexo 9	Tablas de relaciones inercias efectivas y áreas de columnas compuestas.....	180
Anexo 10	Peso de acero / Precio – primera estructura.....	182
Anexo 11	Costos Directos proporcionados por la Cámara de la Construcción de Quito.....	190
Anexo 12	Peso de acero – segunda estructura.....	191
Anexo 13	Volumen de hormigón/ Precio – segunda estructura.....	199

RESUMEN

En la actualidad la ingeniería civil ha tenido un avance con respecto a las estructuras metálicas, en nuestro país, al viajar por él se pueden apreciar un sin número de construcciones con este material, como puentes, edificios, torres, entre otros. Esto se debe a la supuesta perfección de este material, considerado como el más versátil de todos los materiales estructurales; esto tiene que ver por su gran resistencia, poco peso, facilidad de fabricación, entre otras propiedades que le dan la característica de ser el material más versátil para la construcción.

En nuestro país, al encontrarse en un territorio que posee alto riesgo sísmico, es importante conocer cuál es el procedimiento correcto de diseño sismo resistente para estructuras metálicas, por lo cual se procedió a modelar un edificio totalmente en estructura metálica, con columnas de perfiles HSS, vigas de perfiles tipo "I", y losas compuestas tipo deck. Este procedimiento se llevó a cabo en el programa "Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2016".

Este software tiene como objetivo proporcionar funciones avanzadas de análisis y simulación a los ingenieros estructurales, para construcciones de estructuras grandes y complejas. Este programa tiene la ventaja de ofrecer un flujo de trabajo dinámico, esto quiere decir que existe la posibilidad de realizar simulaciones y análisis de varias estructuras con mayor velocidad.

Dentro del análisis que nos ofrece el software, lo vinculamos con los conocimientos adquiridos de Análisis Estructural y Diseño de Estructuras Metálicas, aplicando los códigos necesarios tanto locales como internacionales, tales como la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), American Society of Civil Engineers 7 del 2010 (ASCE 7-10), American Concrete Institute del 2014 (ACI 318S-14), American Institute of Steel Construction del 2010 (360-10 y 341-10); todas y cada una de estas normas relacionadas con nuestro proyecto, las mismas que también trabajan en el software antes especificado.

Mediante este análisis se propone desarrollar dos sistemas estructurales, uno con columnas huecas vacías y otro con columnas huecas rellenas de hormigón; con el fin de observar que tipo de estructura se comporta mejor antes las sollicitaciones de carga, un análisis detallado de primer y segundo orden, y un análisis de precios para cada una de las estructuras.

ABSTRACT

Today civil engineering has had an advance over the metal structures in our country; traveling by it you can see a number of buildings with this material, such as bridges, buildings, towers, among others. This is due to the supposed perfection of this material, considered the most versatile of all structural materials; this has to do for its high strength, low weight, ease of manufacture, among other properties that give the characteristic of being the most versatile building material.

In our country, being in a territory that has high seismic risk, it is important to know what the correct procedure resistant to metal structures seismic design, so we proceeded to model a building completely in metal structure with columns sections HSS, beams sections type "I", and composite deck slabs type. This procedure was model in the "Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2016" program.

This software aims to provide advanced analysis and simulation structural engineers, for construction of large and complex structures. This program has the advantage of providing a dynamic workflow; this means that it is possible to perform simulations and analysis of various structures faster.

In the analysis offered by the software, we connect with knowledge gained Structural Analysis and Design of Steel Structures, using both local and international, such as the Ecuadorian Standard Construction (NEC), American Society of Civil Engineers codes needed 7, 2010 (ASCE 7-10), 2014 American Concrete Institute (ACI 318S-14), American Institute of Steel Construction 2010 (360-10 and 341-10); each and every one of these standards related to our project, they also work in the software specified above.

This analysis intends to develop two structural systems, one empty hollow columns and other hollow columns filled with concrete; in order to observe what kind of structure behaves better before loading solicitations, detailed analysis first and second order, and a price analysis for each of the structures.

1. GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

Esta investigación consiste en realizar un análisis comparativo para edificio ya construido en la ciudad de Quito, de 6 pisos de alto, usando columnas de acero huecas y columnas de acero huecas rellenas de hormigón simple. Para esto se usarán 2 tipos de modelos estructurales, el primero con columnas de acero con perfiles huecos y el segundo exactamente igual usando columnas de acero rellenas de hormigón.

Esta investigación está enfocada a comparar aspectos económicos, principalmente el ahorro en kilogramos de acero al rellenar las columnas con hormigón. Estos aspectos se determinarán mediante la modelación de la estructura en el programa Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2016 y un análisis de precios unitarios.

Durante muchas décadas se han usado perfiles estructurales de acero en combinación con hormigón simple u hormigón armado; originalmente se utilizaba el hormigón para proporcionar protección contra el fuego y la corrosión en el acero, sin tener en cuenta sus características estructurales favorables para el sistema. Sin embargo, durante los últimos 20 a 30 años, el desarrollo y la popularidad creciente de la construcción mediante perfiles de acero ha incitado a los proyectistas incluir la resistencia del hormigón en sus cálculos.

El acero es considerado como el material estructural más versátil, ya que ha permitido desde hace más de 100 años la construcción de edificios de altura, torres, puentes, etc. en todo el mundo. La supuesta perfección de este metal, parece más razonable cuando se considera su gran resistencia, poco peso, facilidad de fabricación y otras propiedades convenientes. Esto se debe a su facilidad de montaje y a sus propiedades mecánicas como son su ductilidad, tenacidad, elasticidad y en especial a su alta resistencia por unidad de peso, es decir que las estructuras serán relativamente livianas comparadas con otros materiales.

Los elementos verticales, columnas, se emplean para sostener la carga de la edificación, siendo un elemento fundamental en el esquema de una estructura. La correcta selección de tamaño, forma, espaciamiento y composición influye de manera directa en su capacidad de carga.

Las columnas son elementos estructurales sometidos principalmente a cargas de compresión, con lo cual su diseño se fundamenta en la fuerza interna de la misma, además de sus condiciones propias; existen casos muy comunes en los cuales estos elementos se diseñan a flexión teniendo como estudio del elemento estructural la combinación de flexocompresión.

En edificaciones, independientemente del uso de la misma, los elementos que cumplen la principal función de transmitir las cargas de la estructura a la cimentación son las columnas; las mismas que casi siempre son diseñadas en hormigón armado o en acero, pero existen casos en los cuales la resistencia del elemento es superada por la sollicitación de la estructura. En casos como este, se presenta una solución viable como el uso de secciones compuestas, las mismas que brindan una mayor capacidad de carga, cubren luces más grandes, reducen la relación Peso/Resistencia añadiendo las propiedades que brinda el hormigón. Todas estas ventajas señaladas nos dan como resultado el diseño de una estructura más eficiente y económica.

Cuando hablamos de diseñar secciones compuestas, integramos dos materiales de construcción muy comunes y con los cuales estamos familiarizados al momento de diseñar una estructura. Gracias a estos conocimientos nos vemos aptos de realizar un estudio experimental, el mismo

que nos entregará resultados que se pueden analizar para comprender el comportamiento de secciones tubulares huecas y compuestas, frente a las mismas solicitaciones estructurales.

1.2 JUSTIFICACIÓN

El creciente desarrollo urbano de la ciudad de Quito, así como el paulatino cambio de modelo de construcción hacia las estructuras metálicas, han permitido el análisis de las diversas técnicas de construcción, enfocándose especialmente a los perfiles huecos para la conformación de columnas. Dado que la ciudad de Quito y el Ecuador en general no tiene un gran avance en lo que se trata a edificaciones metálicas, se tienen diversas técnicas constructivas que no se fundamentan en un ahorro económico.

Se entiende claramente que las columnas que forman parte de un sistema estructural netamente de acero están sometidas siempre a momentos de flexión, además de sus cargas usuales de compresión. Por lo cual el análisis que se propone realizar tanto a la estructura con columnas con perfiles huecos vacíos como para la estructura con columnas con perfiles huecos rellenos de hormigón debe ser detallado según las normas con las que se va a diseñar, y cada proceso del análisis justificarse con los valores obtenidos en el modelo del Robot Structural Analysis.

Dentro del aspecto económico se requiere evaluar cual sistema va a funcionar de forma adecuada a las solicitaciones propuestas, con el costo óptimo de servicio y la eficiencia de calidad; teniendo en cuenta que los elementos compuestos son capaces de soportar cargas considerablemente mayores que las columnas de hormigón armado de similares dimensiones.

Debido a los antecedentes mencionados anteriormente, surge la necesidad y adicionalmente el reto para la ingeniería ecuatoriana, de comenzar a estudiar a estos elementos estructurales de forma individual conociendo sus respectivas diferencias en los dos aspectos a estudiar (técnico y económico), de esta manera considerar cual es el mejor sistema de construcción y cuando se lo debe ocupar, teniendo como resultado final el garantizar la seguridad y eficiencia de la estructura general frente a las solicitaciones esperadas.

El presente trabajo pretende realizar una comparación que permita resaltar la diferencia económica entre estructuras con columnas huecas vacías o rellenas de hormigón, garantizando la seguridad y cumplimiento de las normas sismoresistente en la ciudad.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Realizar una comparación económica para un edificio de 6 pisos de alto con columnas de acero huecas vacías y columnas de acero huecas rellenas de hormigón.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Comparar los tipos de fallas que se van a presentar en cada uno de los modelos como el pandeo local, fluencia del acero, cortante, tensión, carga axial y flexión.
- Detallar mediante el análisis de precios unitarios la diferencia en el costo neto entre los dos tipos de modelos.
- Determinar las diferencias específicas en el cálculo estructural cuando se usan perfiles huecos y cuando se usan de perfiles rellenos de hormigón simple.

- Desarrollar un análisis estructural completo, incluido planos, para cada uno de los dos modelos.

2. COLUMNAS COMPUESTAS

Las columnas compuestas se componen de perfiles laminados o armados de acero, introducidos en hormigón o con hormigón dentro de las secciones de acero. Los miembros que se obtienen son capaces de soportar cargas considerables, mayores de las que pueden soportar las columnas de hormigón armado.

En la Figura 2.1 se muestran varias columnas compuestas con perfiles de acero ahogados en hormigón. Las secciones transversales, que casi siempre son cuadradas o rectangulares, tienen una o más barras longitudinales colocadas en cada esquina. El hormigón restringe el pandeo local del perfil de acero y provee protección contra el fuego.

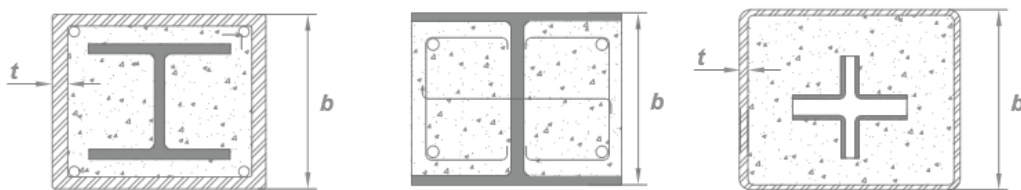


Figura 2.1

En la Figura 2.2 se muestran dos tipos de columnas compuestas con perfiles huecos rellenos de hormigón. Estos perfiles pueden ser cuadrados, rectangulares o circulares. Si bien no están ahogados en hormigón, el relleno les da una mayor resistencia al fuego al actuar como disipador de calor.



Figura 2.2

2.1 VENTAJAS

- Cuando se trata del uso de secciones compuestas dentro de la construcción, se puede analizar que existen varias ventajas con respecto a la construcción convencional tanto en acero como en hormigón. Dentro de las ventajas se puede mencionar:
- Optimización del material: al complementar las ventajas del acero estructural y el hormigón armado se logran estructuras más ligeras, en las que todo el material se aprovecha óptimamente.
- Claros libres mayores: la alta relación resistencia/peso del acero combinada con la rigidez adicional proporcionada por el hormigón armado permiten que para el mismo miembro estructural de acero, el elemento compuesto cubra mayores claros que el elemento de acero estructural o de concreto reforzado por separado.

- Mayor resistencia a la corrosión: el hormigón armado, en el caso de elementos estructurales consistentes en una sección de acero recubierta en hormigón, constituye una protección adicional a la corrosión.
- Mayor resistencia a incendios: el hormigón armado actúa como protección contra el fuego y/o como disipador de calor, y proporciona al elemento compuesto una mayor resistencia a altas temperaturas.
- Rapidez de construcción: es posible avanzar con el montaje de la estructura de acero sin necesidad de esperar el fraguado del hormigón armado.
- Menor costo de construcción: es el resultado de la mayor rapidez de construcción, además del posible ahorro de encofrado, ya que el perfil tubular sirve a la vez de encofrado y refuerzo para el hormigón. Por otro lado, el uso de elementos de menor peralte permite reducir la altura de los entrepisos, con el consiguiente ahorro en elementos no estructurales y acabados.
- En la construcción compuesta, las secciones de acero sin revestimiento soportan las cargas iniciales, incluido el peso de la estructura, las cargas de gravedad y laterales que ocurren durante la construcción y además el hormigón que se introduce posteriormente al interior del perfil.
- El hormigón y el acero se combinan en tal forma que las ventajas de ambos materiales se usan en las secciones compuestas; por ejemplo el hormigón armado permite reducir más fácilmente las deflexiones laterales, al mismo tiempo lo ligero y resistente del acero permite usar cimentaciones más pequeñas y de menor peso.
- En edificios muy altos se pueden utilizar como método constructivo columnas compuestas, muy juntas y conectadas con vigas de fachada para resistirlas cargas laterales; en ocasiones se colocan columnas compuestas muy grandes en las esquinas de edificios muy altos, para aumentar la resistencia a los momentos laterales.

2.2 DESVENTAJAS

- Un problema particular al usarlas en edificios altos es la dificultad de controlar la rapidez y magnitud de sus acortamientos en relación con los muros de corte y las columnas de acero adyacentes; esto se dificulta debido a los diferentes tipos y etapas de actividades de construcción que se llevan a cabo simultáneamente en un gran número de pisos del edificio.
- Lograr que el hormigón y el acero trabajen en conjunto requiere normalmente del uso de conectores especiales y trabajo adicional respecto al caso de la construcción convencional en acero o de hormigón armado por separado.
- Si se usan columnas compuestas en el perímetro de un edificio de gran altura, y secciones ordinarias de acero en el núcleo (o si se tienen ahí muros de corte), el flujo plástico en las secciones compuestas puede ser un problema, cuyas consecuencias puedan ser pisos de hormigón que no se encuentran a nivel.
- Durante el proyecto, la resistencia despreciable a la tensión del hormigón agrega un grado de complejidad a la hora de determinar la rigidez de los elementos estructurales. Además, el efecto de fenómenos como la fluencia lenta y la retracción del hormigón puede ser mayor que en el caso de estructuras de hormigón armado con varillas solamente.
- Otro problema con las columnas compuestas es la falta de conocimientos relativos a la adherencia mecánica entre el hormigón y los perfiles de acero, lo cual es muy importante para la transmisión de momentos a través de juntas de vigas y columnas. Ya

que si en dicha junta ocurre grandes inversiones cíclicas de la deformación (como en una zona sísmica), se presentaría una ruptura severa de la junta.

- Durante la construcción, es necesario combinar dos especialidades (construcción en hormigón armado y construcción en acero) trabajando al mismo tiempo, lo que implica la programación y ejecución de la obra.
- La construcción compuesta implica dos materiales que conforman un elemento estructural o dos elementos de diferente naturaleza que están conectados de manera que trabajan conjuntamente y que se deforman como una unidad.

2.3 SOPORTE LATERAL

La resistencia a cargas laterales en los edificios altos con las estructuras comunes de acero o de hormigón armado, se proporciona conforme avanza la construcción de los pisos. Por ejemplo, durante la construcción de un edificio con estructura de acero puede proporcionarse en cada piso un sistema de arriostramiento diagonal, o bien, juntas resistentes a momento. De igual manera, la resistencia lateral requerida en una estructura de hormigón armado puede proporcionarse mediante la resistencia a miembros lograda con la construcción monolítica de sus miembros por medio de muros de corte.

En la construcción compuesta, la resistencia lateral deseada de un edificio no se obtiene sino hasta que el hormigón se ha colocado alrededor o dentro de los miembros de acero montados y ha endurecido lo suficiente.

Al montar la estructura de acero el fabricante proporciona el arriostramiento necesario conforme va montando los pisos, En general, los marcos de acero usados en edificios altos en construcción compuesta no tienen tal arriostramiento y los marcos no poseen la resistencia lateral deseada. Esta resistencia se logra sólo después de que el hormigón se haya colocado y curado en muchos pisos del edificio. El ingeniero responsable de la estructura debe entonces establecer claramente las condiciones generales por las posibles fuerzas laterales y tomar medidas al respecto durante el montaje.

Las dimensiones definitivas del miembro compuesto se ven afectadas por consideraciones sobre las condiciones de soporte lateral, deflexiones y uso de cubreplacas, lo mismo que cualquier otro diseño de acero.

Si el soporte lateral es inadecuado, la resistencia por momento es limitada por el pandeo lateral torsionante.

2.4 ESPECIFICACIONES PARA COLUMNAS COMPUESTAS RELLENAS

Las columnas compuestas se pueden construir teóricamente con secciones transversales cuadradas, rectangulares, redondas, triangulares o de cualquier forma. Sin embargo, en la práctica estas se construyen generalmente con sección cuadrada o rectangular, con una barra de refuerzo en cada esquina de la columna.

La Especificación del AISC no proporciona requisitos detallados para el espaciamiento de las barras de refuerzo, los empalmes, etc. Por lo tanto, es aconsejable observar los requisitos del Código del ACI 318-7 en los casos no cubiertos claramente por las Especificaciones del AISC.

Las secciones I1 e I2 de la Especificación del AISC proporcionan los requisitos detallados acerca de las áreas de las secciones trasversales de los perfiles de acero, las resistencias del concreto, las áreas de los estribos y la separación de las barras verticales de refuerzo, etc.

Las columnas compuestas se pueden construir teóricamente con secciones transversales cuadradas, rectangulares, redondas, triangulares o de cualquier otra forma. Sin embargo, en la práctica éstas se construyen generalmente con sección cuadrada o rectangular, con una barra de refuerzo en cada esquina de la columna. Este arreglo nos permite usar conexiones lo bastante sencillas de las vigas de fachada exteriores y de piso con los perfiles de acero dentro de las columnas, sin interferir demasiado con el refuerzo vertical.

1. El área transversal del perfil de las secciones estructurales huecas (HSS) debe constituir no menos del 1 por ciento de la sección transversal del miembro total compuesto.
2. Las columnas compuestas rellenas se clasifican como compactas, no compactas o esbeltas (AISC I1.4). Son compactas si la relación ancho-a-espesor no excede a λ_p . Si la relación excede a λ_p pero no excede a λ_r el perfil es no compacto. Si la relación excede a λ_r el perfil es esbelto. En la Tabla I1.1 de la Especificación del AISC se especifican las relaciones ancho-a-espesor máximas permitidas para perfiles HSS rectangulares (b/t) y perfiles rellenos (D/t).

3. DISEÑO DE COLUMNAS COMPUESTAS CARGADAS AXIALMENTE

Para el diseño de columnas compuestas cargadas axialmente se utilizará el Capítulo I de la Especificación ANSI/AISC 360-10 para Construcciones de Acero. Este capítulo abarca el diseño de miembros compuestos formados por perfiles de acero estructural laminados o armados o secciones tubulares y hormigón armado actuando en conjunto.

Para determinar los efectos de carga en miembros y conexiones de una estructura que incluye miembros compuestos, se debe considerar la sección efectiva para cada instante de incremento de carga aplicada.

El diseño, detallamiento y propiedades de los materiales relacionados a las partes de hormigón y acero de refuerzo en la construcción compuesta deben cumplir con las especificaciones de diseño para hormigón armado y barras de refuerzo estipuladas por la normativa de edificación aplicable. Adicionalmente podrán aplicarse las disposiciones del Código ACI 318 con las siguientes excepciones y limitaciones

1. ACI 318 Secciones 7.8.2 y 10.13, y el Capítulo 21 serán excluidos en su totalidad.
2. Las limitaciones sobre hormigón y el acero de refuerzo serán las especificaciones en la Sección 11.3
3. Las limitaciones de Refuerzo transversal serán las especificaciones en la Sección I2.1 a (2), como complemento a las especificaciones en ACI 318.
4. La mínima razón de refuerzo longitudinal para miembros embebidos en hormigón será la especificada en la Sección I2.1a (3).

Los componentes de hormigón y acero de refuerzo diseñados de acuerdo con el ACI 318 deberán estar basados en el nivel de carga correspondiente a las combinaciones de carga LRFD.

3.1 COLUMNAS COMPUESTAS RELLENAS DE HORMIGÓN

La Sección I2 de la AISC 360-10 trata separadamente el diseño de columnas compuestas embebidas y columnas rellenas de hormigón, aunque ambas tienen mucho en común. La intención es facilitar el diseño manteniendo los principios generales y requisitos de detallamiento para cada tipo de columna por separado.

Los límites que aplica esta especificación para las columnas compuestas rellenas de hormigón son:

- Para miembros compuestos rellenos, el área transversal de la sección de acero deberá contener por lo menos un 1% del área total de la sección compuesta.
- Los miembros compuestos rellenos deberán ser clasificados para pandeo local de acuerdo con la Sección I1.4.

3.2 RESISTENCIA DE COMPRESIÓN

Si una columna compuesta estuviera cargada axialmente en forma perfecta y totalmente arriostrada lateralmente, su resistencia nominal sería igual a la suma de las resistencias axiales del perfil de acero, del hormigón y de las barras de refuerzo tal como está dado por:

$$P_{no} = A_s F_y + A_{sr} F_{ysr} + 0.85 f'_c A_c \quad (I2-4)$$

Desafortunadamente, estas condiciones ideales no están presentes en las columnas compuestas en la práctica. La contribución de cada componente de una columna compuesta a su resistencia total es difícil, si no imposible de determinar. La cantidad de agrietamiento por flexión en el hormigón varía a lo largo de la altura de la columna. El hormigón no es tan homogéneo como el acero; además, el módulo de elasticidad del hormigón varía con el tiempo y bajo la acción de cargas de larga duración o permanentes. Las longitudes efectivas de columnas compuestas en las estructuras monolíticas rígidas en las que frecuentemente se usan, no se pueden determinar con precisión. La contribución del hormigón a la rigidez total de una columna compuesta varía, dependiendo de si está colocado dentro de un tubo o si está en el exterior del perfil; en este último caso su contribución a la rigidez es menor.

La resistencia de compresión disponible de miembros compuestos rellenos con doble simetría cargados axialmente deberá ser determinada para el estado límite de pandeo por flexión basado en la Sección I2.1b.

3.2.1 PERFILES COMPACTOS

Una sección estructural compacta hueca (HSS) tiene suficiente espesor para desarrollar fluencia del acero del HSS en compresión longitudinal, y para proveer confinamiento al relleno de hormigón para desarrollar su resistencia a la compresión (0.85 o $0.95 f'_c$).

Las secciones compactas pueden desarrollar su resistencia plástica total, P_p , en compresión.

$$P_{no} = P_p \quad (I2-9a)$$

donde

$$P_p = F_y A_s + C_2 f'_c (A_c + A_{sr} \frac{E_s}{E_c}) \quad (I2-9b)$$

$C_2 = 0.85$ para secciones rectangulares y 0.95 para secciones circulares

3.2.2 PERFILES NO COMPACTOS

Una sección no compacta tiene suficiente espesor en el tubo para desarrollar fluencia en el tubo de acero en la dirección longitudinal, pero no puede confinar adecuadamente el relleno de hormigón después de alcanzar una tensión de compresión de $0.70 f'_c$ en el hormigón y comienza a sufrir de una inelasticidad significativa y de dilatación volumétrica, empujando contra el acero del tubo.

La resistencia nominal axial, P_{no} , de secciones no compactas puede ser determinada empleando una interpolación cuadrática entre la resistencia plástica, P_p , y la resistencia de fluencia, P_y , con respecto a la esbeltez del tubo.

$$P_{no} = P_p - \frac{P_p - P_y}{(\lambda_r - \lambda_p)^2} (\lambda - \lambda_p)^2 \quad (I2-9c)$$

Donde:

λ , λ_p y λ_r son las razones de esbeltez determinadas de Tabla I1.1a

P_p es determinado de ecuación I2-9b

$$P_y = F_y A_s + 0.7 f_c (A_c + A_{sr} \frac{E_s}{E_c}) \quad (I2-9d)$$

La rigidez efectiva de una sección compuesta, EI_{eff} , para todas las secciones debe ser:

$$EI_{eff} = E_s I_s + E_s I_{sr} + C_3 E_c I_c \quad (I2-12)$$

Donde

C_3 = coeficiente para el cálculo de la rigidez efectiva de miembros compuestos rellenos en compresión.

$$C_3 = 0.6 + 2 \left(\frac{A_s}{A_c + A_s} \right) \leq 0.9$$

La resistencia a compresión disponible no necesita ser menor que la especificada para el miembro de acero descubierto.

3.3 RESISTENCIA A TRACCIÓN

Las disposiciones se enfocan en el estado límite de fluencia en el área bruta, donde sea apropiado, se debe dar consideración a los otros estados límites para la resistencia de tracción y la resistencia en conexiones.

FIGURA C-I2.1.
Resistencia nominal axial, P_{no} vs. Esbeltez del HSS.

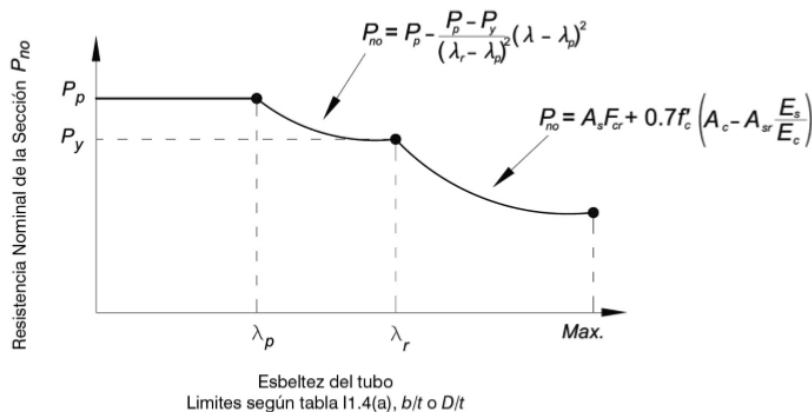


Figura 3.3.1

La resistencia disponible a tracción de miembros compuestos rellenos axialmente cargados deberá ser determinada para el estado límite de fluencia como sigue:

$$P_n = A_s F_y + A_{sr} F_{ysr} \quad (12-14)$$

$$\phi_t = 0.90 \text{ (LRFD)}$$

3.4 CARGA AXIAL Y FLEXIÓN

La interacción entre fuerza axial y flexión en miembros compuestos debe tomar en cuenta la estabilidad como lo requiere el Capítulo C. La resistencia disponible en compresión y la resistencia disponible en flexión deberán ser determinadas según se define en la Sección I2 y I3, respectivamente. Para considerar la influencia de los efectos por longitud en la resistencia axial del miembro, la resistencia nominal axial del miembro deberá ser determinado de acuerdo con la Sección I2.

Para miembros compuestos rellenos con secciones compactas, la interacción entre fuerza axial y flexión debe estar basada en las ecuaciones de interacción de la Sección H1.1 o en uno de los métodos definidos en la Sección I1.2.

Para miembros compuestos con secciones no compactas, la interacción entre fuerza axial y flexión deberá estar basada en las ecuaciones de interacción de la Sección H1.1.

Las resistencias requeridas para viga-columnas compuestas deben ser obtenidas por medio de análisis de segundo orden o por análisis de primer orden amplificado. La Sección I2.1 Y I2.2 sugieren una apropiada rigidez reducida, EI^* , para miembros compuestos en compresión, la que ha de ser empleada con el método de análisis directo. Para la evaluación de resistencia disponible, las disposiciones de la Especificación por interacción entre carga axial y flexión para miembros compuestos son las mismas que en miembros de acero descubiertos. Las disposiciones también permiten un análisis basado en las disposiciones de resistencia las mismas que conducen a diagramas de interacción similares a los empleados en el diseño de concreto reforzado.

Para miembros compuestos rellenos, la resistencia axial disponible y la resistencia de flexión disponible pueden ser calculadas utilizando las Secciones I2.2 y I3.4, respectivamente, lo que incluye los efectos por pandeo local para secciones no compactas y esbeltas.

4. DISEÑO DE COLUMNAS HUECAS CARGADAS AXIALMENTE

Para el diseño de miembros en compresión, utilizamos el Capítulo E de la Especificación ANSI/AISC 360-10 para Construcciones de Acero. Este capítulo abarca el diseño de miembros solicitados a compresión axial aplicada en el eje centroidal.

La resistencia de diseño en compresión, $\phi_c P_n$, debe ser determinada de la siguiente manera. La resistencia de compresión nominal, P_n , es el menor valor obtenido de acuerdo con los estados límites que aplican pandeo por flexión, pandeo torsional, y pandeo flexo-torsional.

$$\phi_c = 0.9 \text{ (LRFD)}$$

Para miembros diseñados sólo a compresión, se recomienda que la razón de esbeltez KL/r no sea mayor que 200, donde:

K = factor de longitud efectiva, depende del tipo de apoyo.

L = longitud no arriostrada lateralmente del miembro, cm (mm).

r = radio de giro, cm (mm).

El tradicional límite superior a 200 estaba basado en el juicio profesional y la práctica de la economía en construcción, facilidad de manejo, y cuidado requerido para minimizar el daño inadvertido durante la fabricación, el transporte y el montaje. No se recomienda exceder este límite para miembros en compresión excepto para aquellos casos donde el fabricante y el constructor tienen un cuidado especial durante la ejecución.

Según la Tabla E1.1 para secciones tubulares huecas, sean estas rectangulares o circulares, sin elementos esbeltos, se tiene que analizar con la Sección E3 por pandeo por flexión, y si tiene elementos esbeltos, se tiene que analizar con la Sección E7.







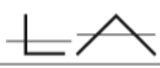

4.1 PANDEO POR FLEXIÓN DE MIEMBROS SIN ELEMENTOS ESBELTOS

La Sección E3 de la Especificación aplica para miembros solicitados en compresión con secciones compactas y no compactas, para elementos en compresión uniforme.

Cuando la longitud torsional no arriostrada es mayor que la longitud lateral no arriostrada, esta sección puede controlar el diseño de columnas de ala ancha y formas similares.

La resistencia de compresión nominal, P_n , debe ser determinada basada en el estado límite de pandeo por flexión:

$$P_n = F_{cr} A_g \quad (E3-1)$$

TABLA NOTA E1.1 Aplicaciones de las Secciones del Capítulo E				
Sección transversal	Sin elementos esbeltos		Con elementos esbeltos	
	Secciones en Capítulo E	Estados Límites	Secciones en Capítulo E	Estados Límites
	E3 E4	FB TB	E7	LB FB TB
	E3 E4	FB FTB	E7	LB FB FTB
	E3	FB	E7	LB FB
	E3	FB	E7	LB FB
	E3 E4	FB FTB	E7	LB FB FTB
	E6 E3 E4	FB FTB	E6 E7	LB FB FTB
	E5		E5	
	E3	FB	N/A	N/A
Secciones asimétricas, distintas de ángulos simples	E4	FTB	E7	LB FTB

FB=pandeo por flexión, TB=pandeo torsional, FTB=pandeo flexotorsional, LB=pandeo local

Figura 4.1.1

La tensión de pandeo por flexión, se determina como sigue:

(a) Cuando $\frac{KL}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ (o $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$)

$$F_{cr} = (0.658 \frac{F_y}{F_e}) F_y \quad \text{Pandeo Inelástico} \quad (E3-2)$$

(b) Cuando $\frac{KL}{r} > 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ (o $\frac{F_y}{F_e} > 2.25$)

$$F_{cr} = 0.877 F_e \quad \text{Pandeo Elástico} \quad (E3-3)$$

donde:

F_e = tensión de pandeo elástico, kgf/cm^2 (MPa)

El esfuerzo de pandeo de Euler es uno de los parámetros clave en las ecuaciones de resistencia de columnas. El mismo puede ser determinado además por otros medios, incluyendo un análisis de pandeo directo del marco, o desde el análisis de pandeo torsional o flexo-torsional.

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{(\frac{KL}{r})^2} \quad (E3-4)$$

5. ANÁLISIS Y DISEÑO DEL EDIFICIO CON PERFILES HUECOS VACÍOS

5.1 PARÁMETROS DE DISEÑO AUTODESK ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS PROFESSIONAL 2016

La estructura se modeló en el programa mencionado anteriormente, para ello se empezó con la opción "Preferencias para el proyecto"; la misma que nos permite ajustar las dimensiones que vamos a ocupar para el proyecto. El mismo que se estableció con el Sistema Internacional de Unidades.

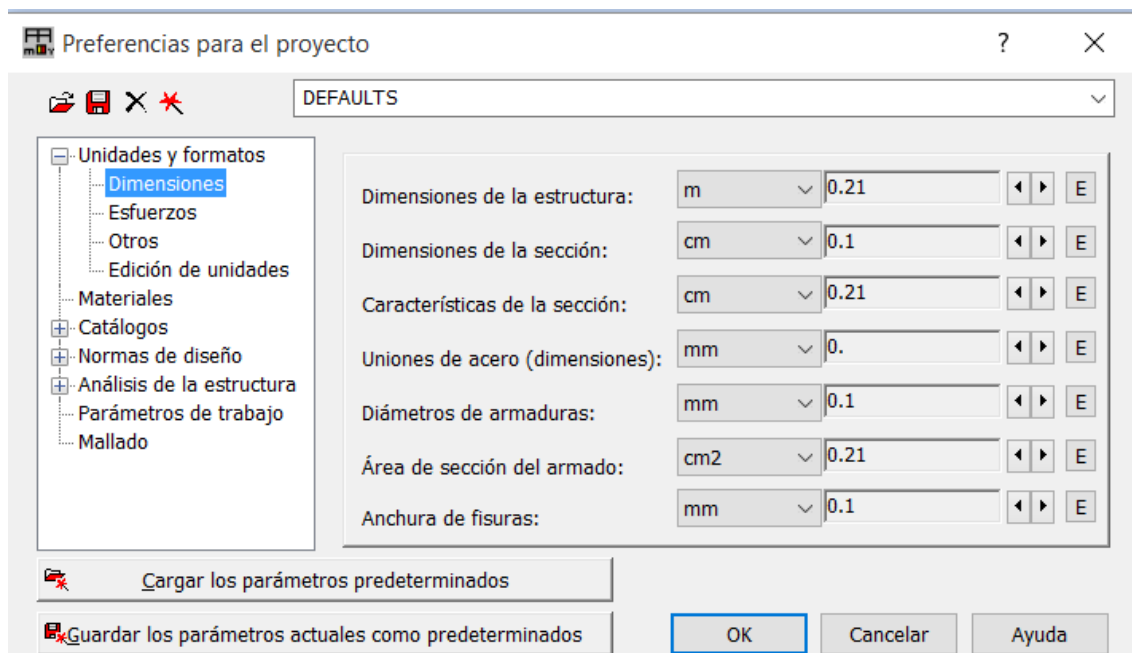


Figura 5.1.1

En la figura 5.1.1 se puede apreciar cómo se estableció el sistema de unidades para las dimensiones del proyecto, las mismas que se establecieron según el criterio de cada ítem.

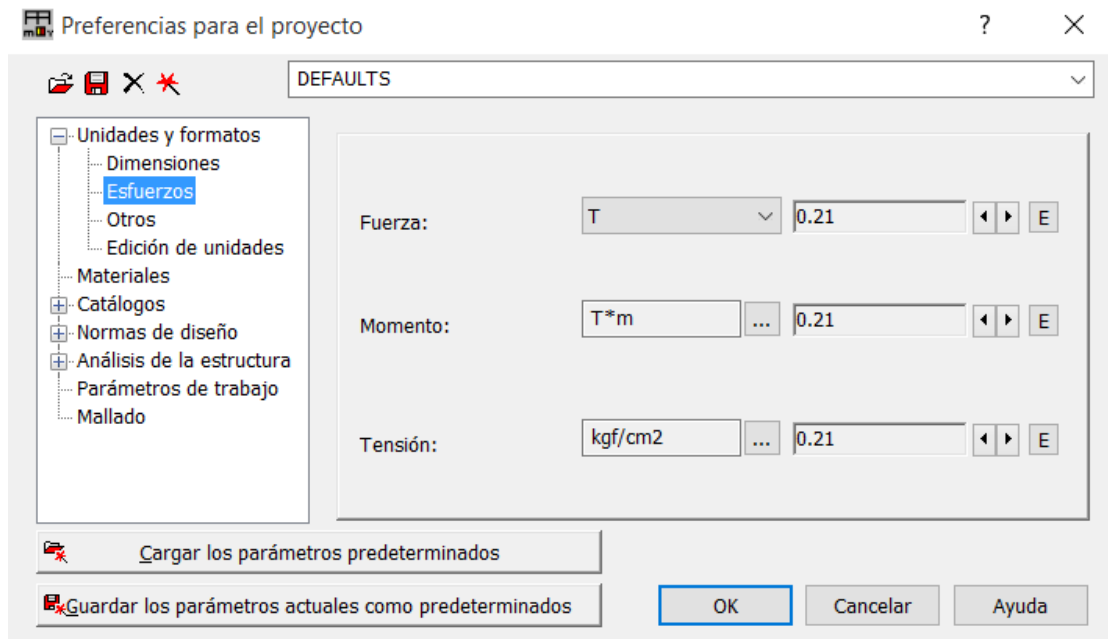


Figura 5.1.2

Lo mismo podemos observar en la Figura 5.1.2 para los esfuerzos, se establecieron las unidades correspondientes al Sistema Internacional, con los respectivos decimales.

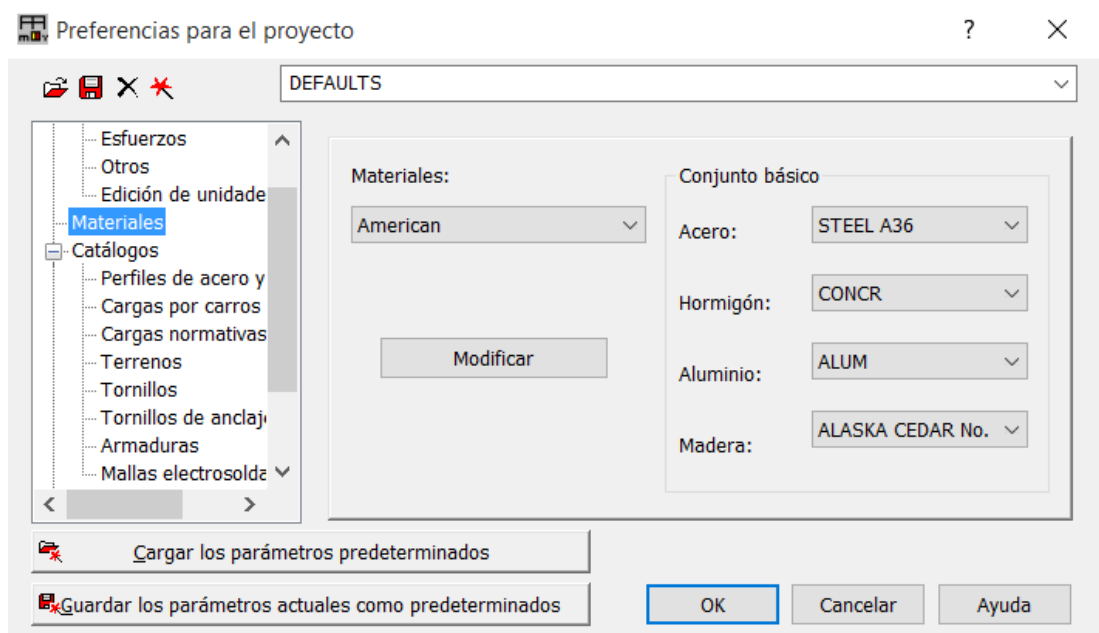


Figura 5.1.3

En la opción de materiales, que se observa en la Figura 5.1.3, trabajamos con la opción "American" ya que nuestro diseño está basado en la norma ANSI/AISC 360-10 para Construcciones de Acero.

El acero utilizado como preferencia para nuestro proyecto es el "Acero A36". El mismo que es la designación de la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (ASTM).

El acero ASTM A36 es el que tiene el tipo de aleación más común, ya que se usa en la mayor parte de elementos de la construcción, como vigas, columnas, láminas deck, tubería, entre otros. Es importante conocer que el acero ASTM A36 proporciona un esfuerzo de fluencia mínimo de $F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$ (36 ksi)

Las características químicas y mecánicas que proporciona el acero ASTM A36 se presentan en los siguientes cuadros:

Propiedades Químicas

Carbono (C)	0.26% máx.
Manganeso (Mn)	No hay requisito
Fósforo (P)	0.04% máx.
Azufre (S)	0.05% máx.
Silicio (Si)	0.40% máx.
*Cobre (Cu)	0.20% mín.

Figura 5.1.4

FUENTE: NORMA ASTM ACERO A36

Propiedades Mecánicas

Límite de fluencia mínimo	Resistencia a la tracción	
kg/cm^2	kg/cm^2	
	Mín	Máx
2530	4000	5500

Figura 5.1.5

FUENTE: NORMA ASTM ACERO A36

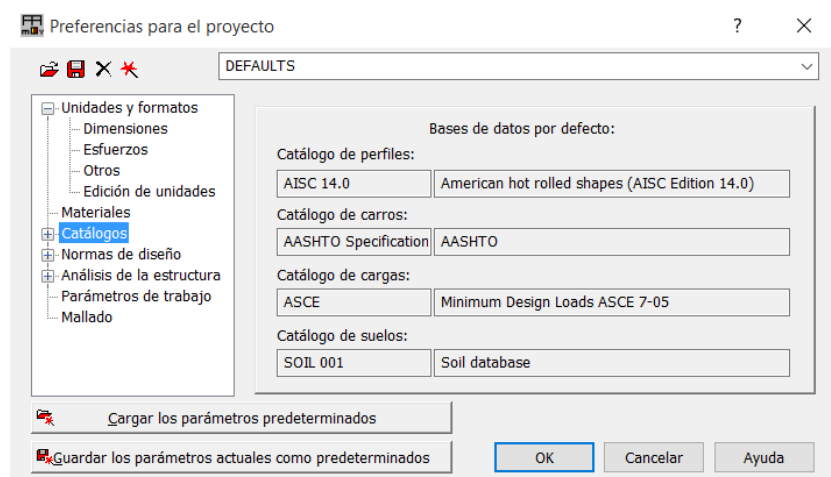


Figura 5.1.6

Dentro de las preferencias del proyecto, se puede encontrar los códigos con los cuales se van a analizar y diseñar la estructura; en este caso como se puede observar en la Figura 5.1.6, para lo que es estructura metálica se va a revisar con el código AISC y para lo que es la distribución y aplicación de cargas a la estructura se lo va a realizar con el código ASCE.

La “Specification for Structural Steel Buildings” del American Institute of Steel Construction (AISC) provee un tratamiento integrado de los métodos de Diseño por Tensiones Admisibles y del Diseño por Factores de Carga y Resistencia (LRFD). Aunque cada uno de los métodos descritos es aceptable, se recomienda no mezclarlos al momento de diseñar cualquier elemento estructural de acero.

El diseño de acuerdo con las disposiciones de Diseño en Base a Factores de Carga y Resistencia (LRFD) satisface los requisitos de la AISC cuando la resistencia de diseño de cada componente estructural es mayor o igual a la resistencia requerida determinada de acuerdo con las combinaciones de carga LRFD.

Este método nos indica que se debe factorizar la resistencia y las cargas; cuando se habla de estado límite se debe tener en cuenta que cuando la estructura se encuentra en ese estado, la misma o parte de ella deja de cumplir su función específica. Para ello existen dos tipos de estado límite:

- Estado límite de resistencia, el mismo que se basa en la seguridad o capacidad de carga de la estructura; en la misma se incluye la resistencia plástica de pandeo, fractura, fatiga, etc.
- Estado límite de servicio, en esta se tiene en cuenta el comportamiento de la estructura bajo la condición de cargas normales de servicio; la misma será determinada bajo aspectos como el uso y ocupación de la estructura, deflexiones excesivas, deslizamientos, vibraciones y agrietamientos.

El diseño de todos los elementos estructurales analizados en el proyecto se realizará de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$R_u \leq \phi \cdot R_n \quad (B3-1)$$

Donde:

R_u = resistencia requerida (LRFD)

R_n = resistencia nominal, según el capítulo al que corresponda el elemento estructural

ϕ = factor de resistencia, según el capítulo al que corresponda el elemento estructural

$\phi \cdot R_n$ = resistencia de diseño

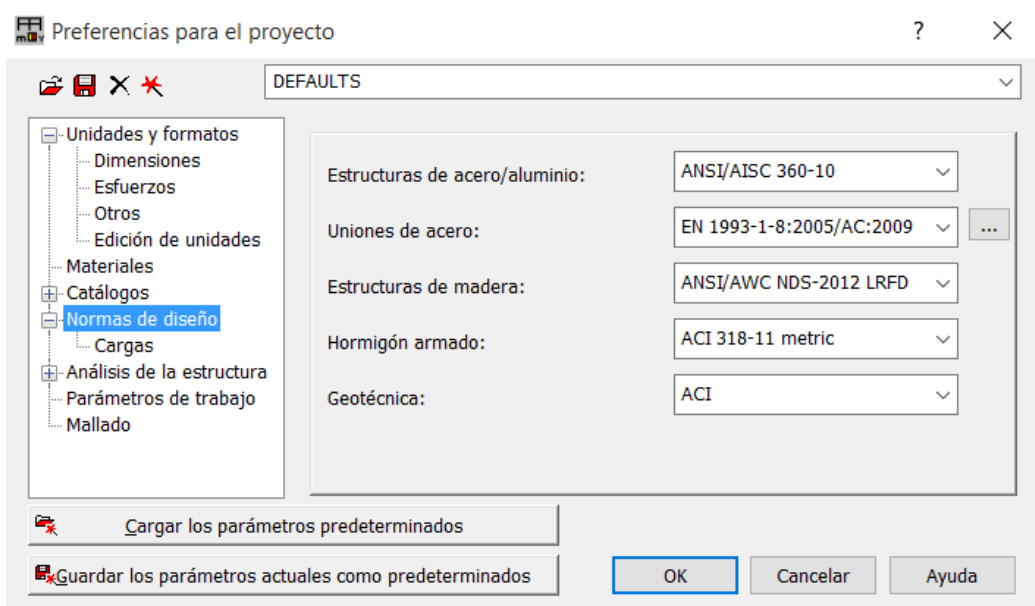


Figura 5.1.7

Las normas de diseño se presentan en la Figura 5.1.7, según lo establecido anteriormente se trabaja con la norma ANSI/AISC 360-10 para Estructuras Metálicas.

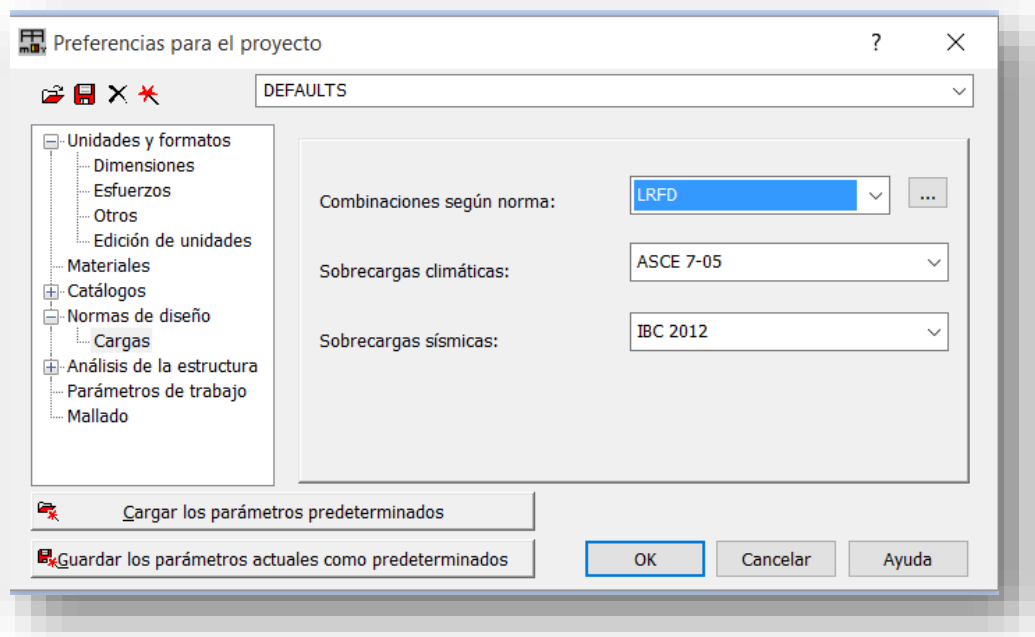


Figura 5.1.8

Dentro de lo que es las cargas para la estructura, se definió que las combinaciones sean según la norma LRF, tal como se hizo para el diseño de la estructura de acero.

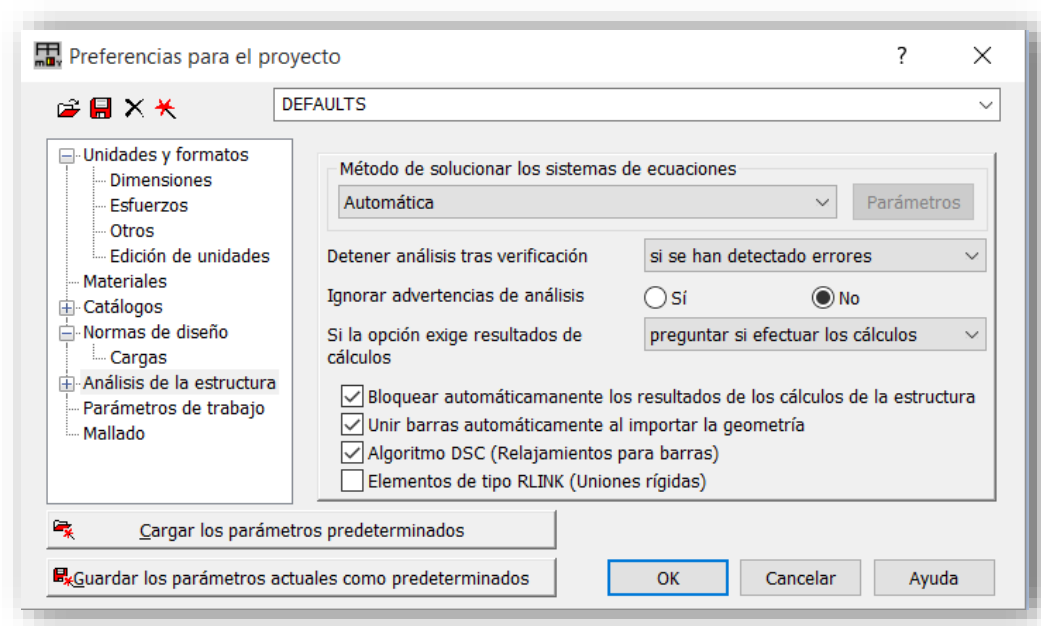


Figura 5.1.9

Para el análisis de la estructura, se tomó en cuenta las preferencias para el proyecto como se puede ver en la Figura 5.1.9.

5.2 CREACION DE LÍNEAS DE CONSTRUCCIÓN

Para poder modelar la estructura, se necesita tener las líneas de construcción en el programa, las mismas que se establecen en los planos arquitectónicos según la luz entre columnas y la altura entre pisos. Las líneas de construcción nos permiten tener una idea de cómo va a estar tanto en planta como en elevación la estructura, y para el momento de colocar los perfiles metálicos sea más fácil.

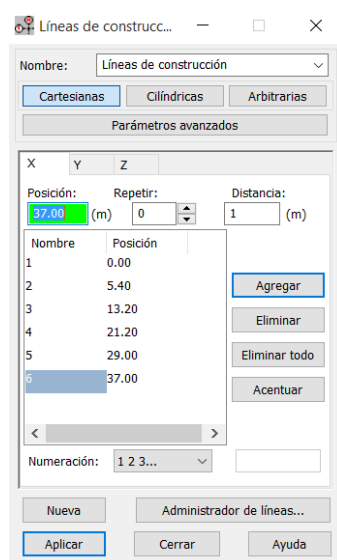


Figura 5.2.1

En la Figura 5.2.1 podemos observar la distribución en el eje "X", según lo establecido en los planos arquitectónicos.

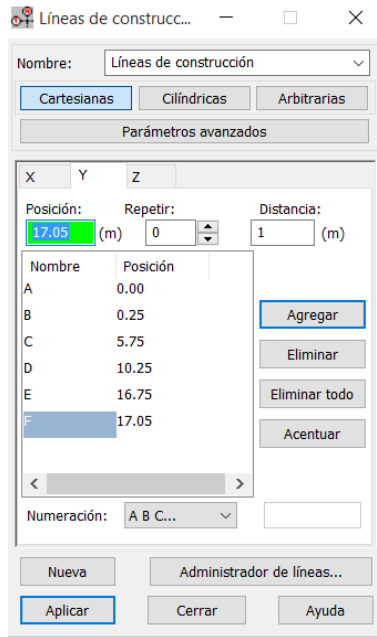


Figura 5.2.2

En la Figura 5.2.2 podemos observar la distribución en el eje “Y”, según lo establecido en los planos arquitectónicos.

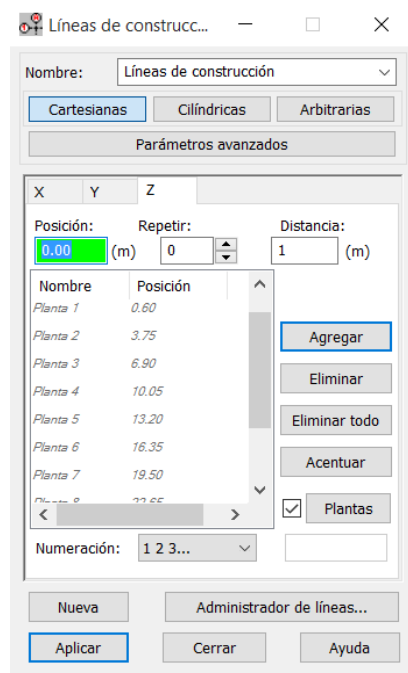


Figura 5.2.3

En la Figura 5.2.3 podemos observar la distribución en el eje “Z”, según lo establecido en los planos arquitectónicos. Esta distribución es la altura de entre piso que es de 3.15 metros. El edificio consta de 8 plantas, contando con la tapa del ascensor.

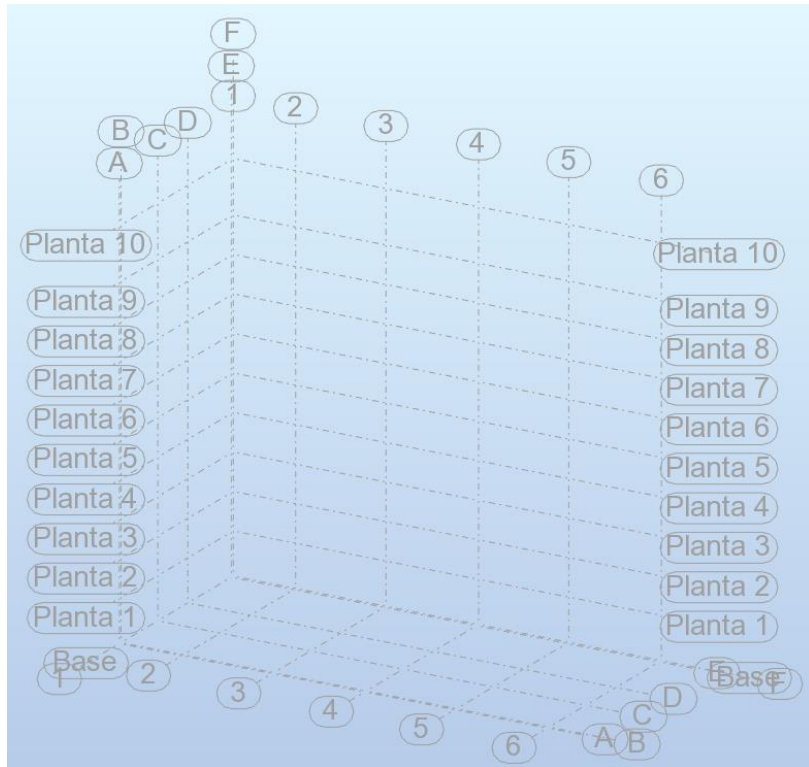


Figura 5.2.4

En la Figura 5.2.4 se puede apreciar la creación final de las líneas de construcción.

5.3 CREACIÓN DE PERFILES METÁLICOS PARA COLUMNAS

Las dimensiones de los perfiles metálicos que se modelaron en el programa se escogieron según un análisis de primer orden a columnas de 350x10 ($b=35$, $h=35$, $t=1$), las mismas que en los pisos inferiores no resistieron la carga, tanto en el análisis de primer orden como en el análisis de segundo orden. Por tal motivo, gracias a ese pre dimensionamiento se obtuvieron los perfiles que cumplen tanto el análisis de primer orden como el de segundo orden con la peor de las combinaciones de carga.

Estos perfiles estructurales se analizaron según la norma AISC y según la norma ASCE para revisar que cumplan todos los parámetros con los cuales se certifican que los perfiles son aptos para la construcción. Esos resultados se presentan más adelante, dentro del análisis final de la estructura.

Para la modelación de los perfiles metálicos, se estableció un perfil paramétrico HSS hueco, al mismo que se le pueden dar las dimensiones necesarias en centímetros, para posteriormente dibujarlo en el modelo del programa con la ayuda de las líneas de construcción.

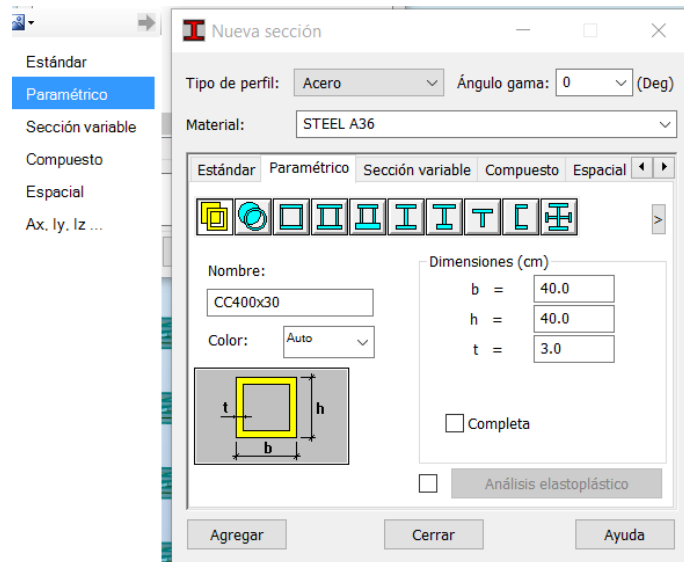


Figura 5.3.1

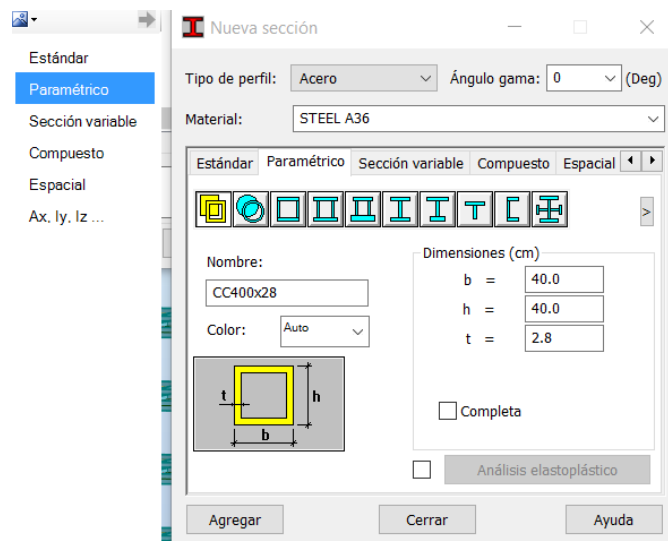


Figura 5.3.2

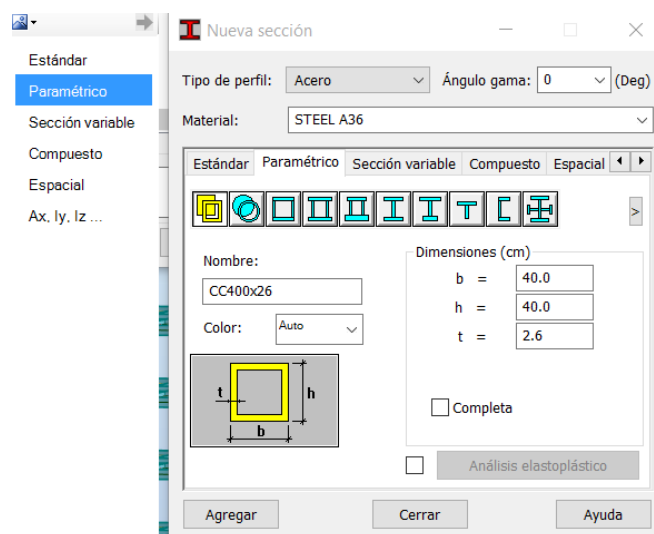


Figura 5.3.3

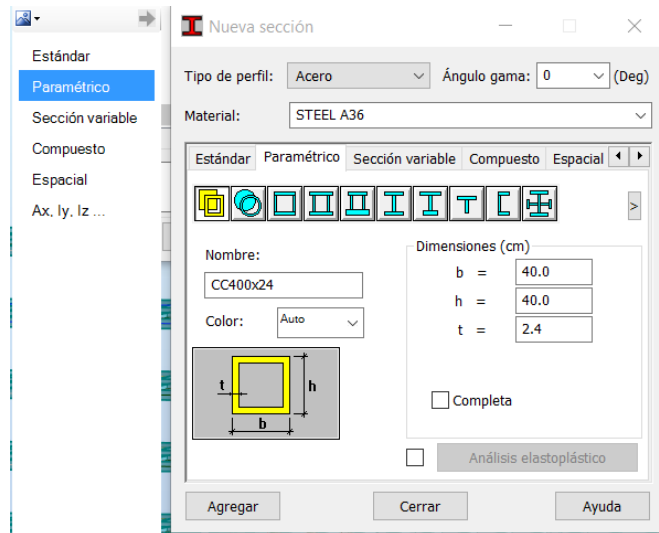


Figura 5.3.4

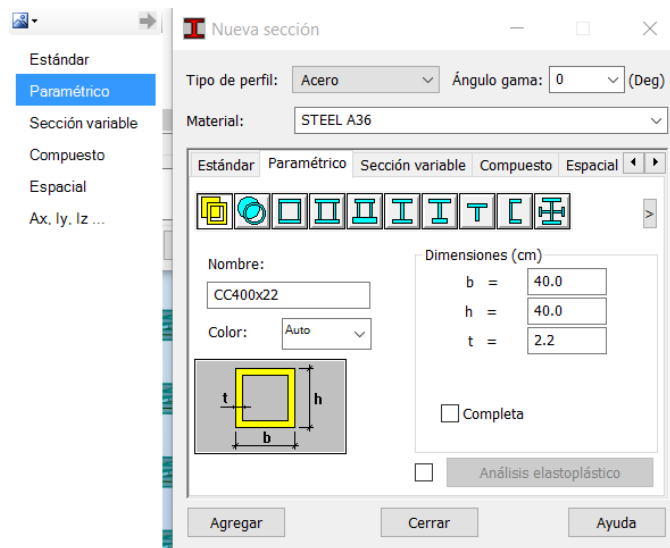


Figura 5.3.5

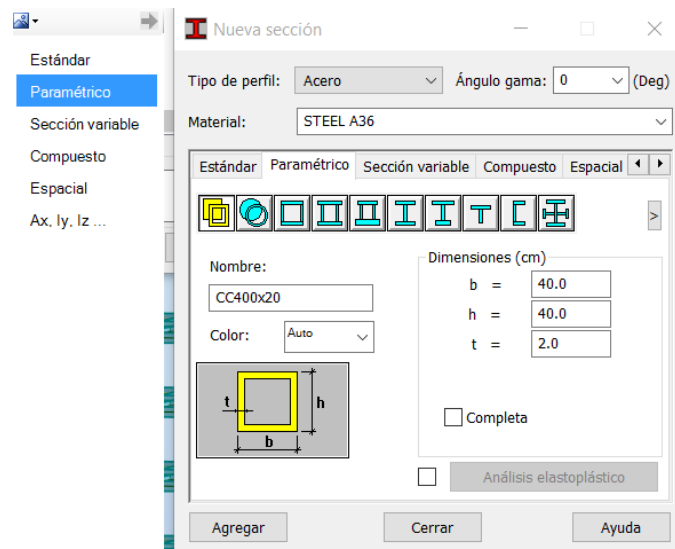


Figura 5.3.6

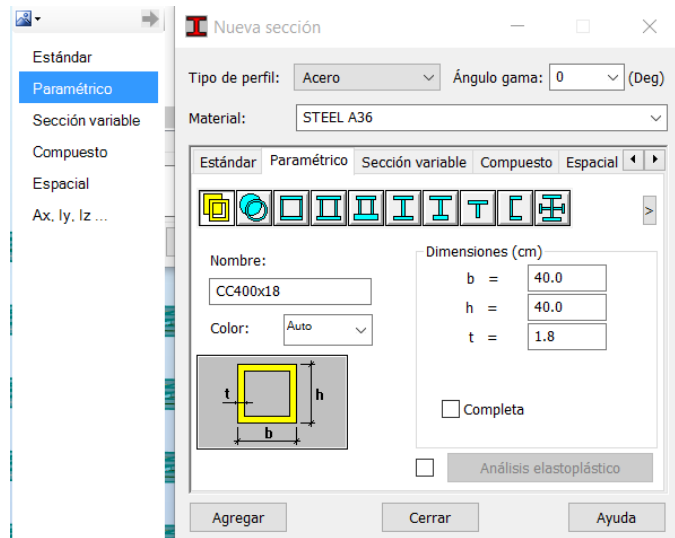


Figura 5.3.7

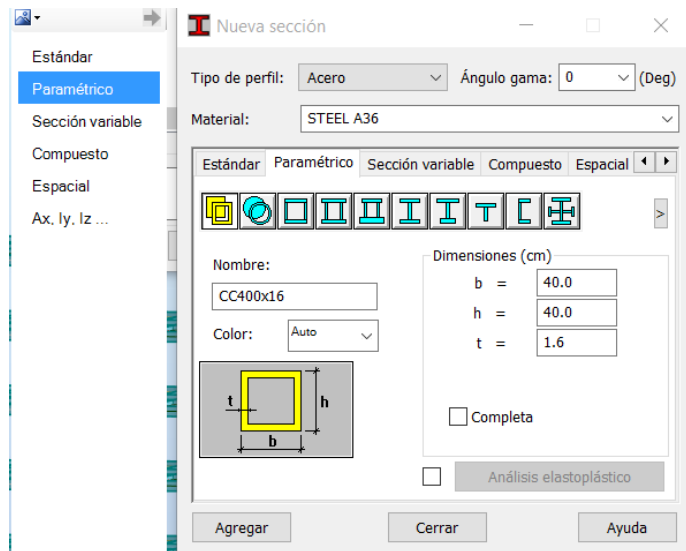


Figura 5.3.8

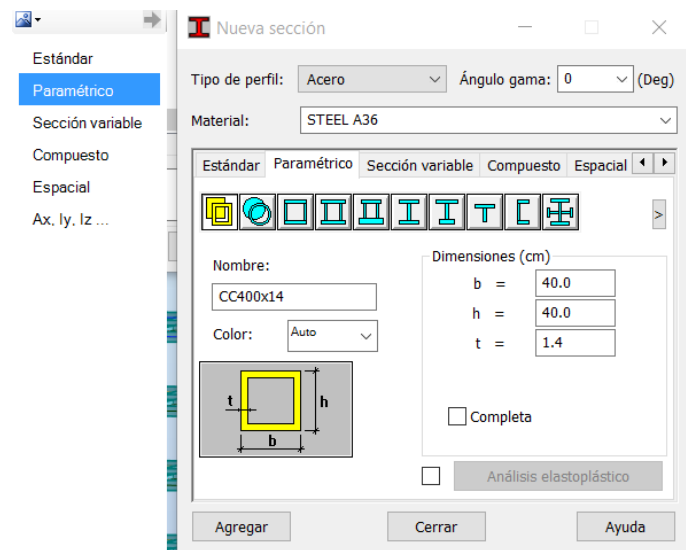


Figura 5.3.9

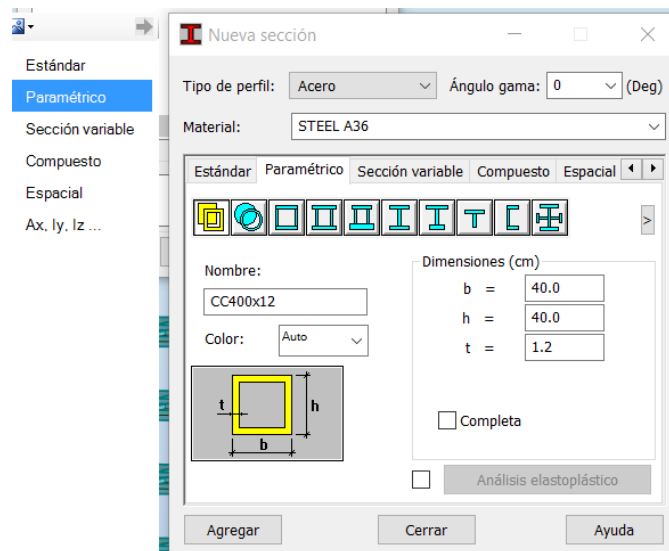


Figura 5.3.10

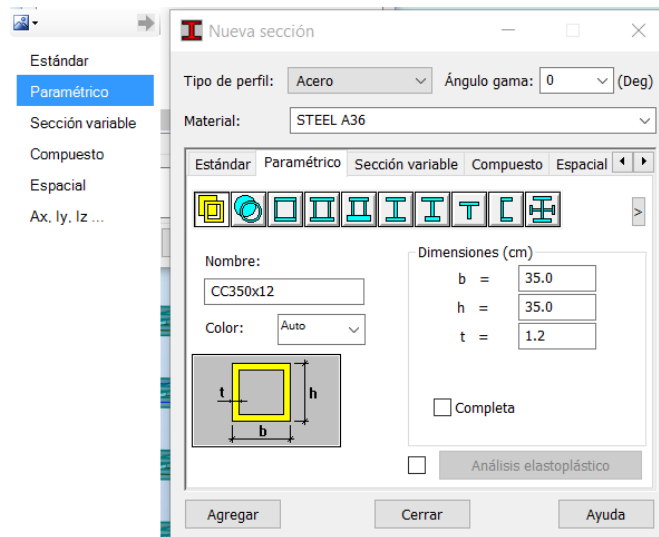


Figura 5.3.11

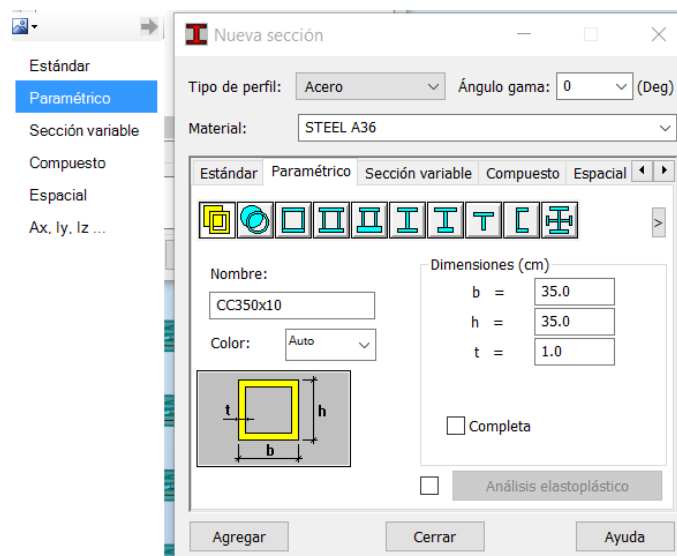


Figura 5.3.12

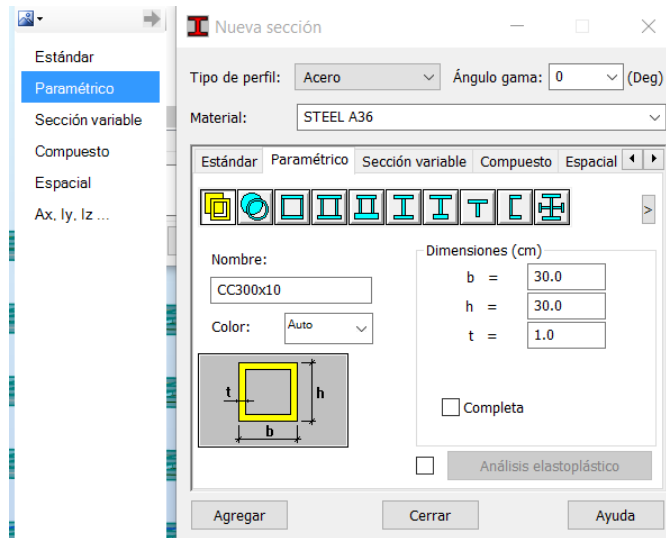


Figura 5.3.13

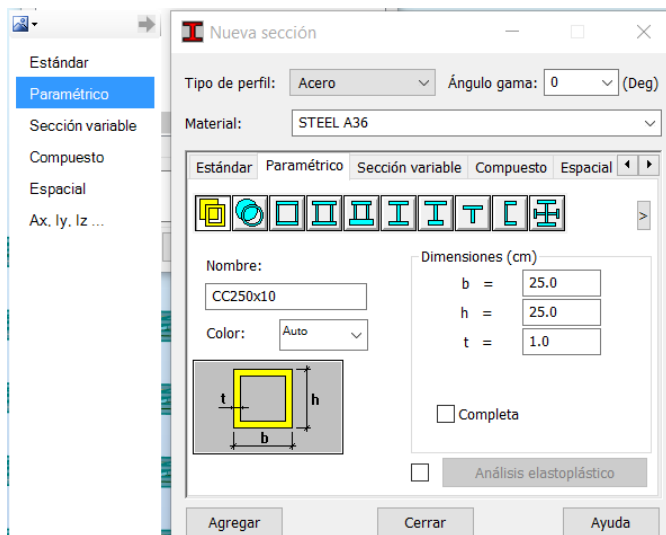


Figura 5.3.14

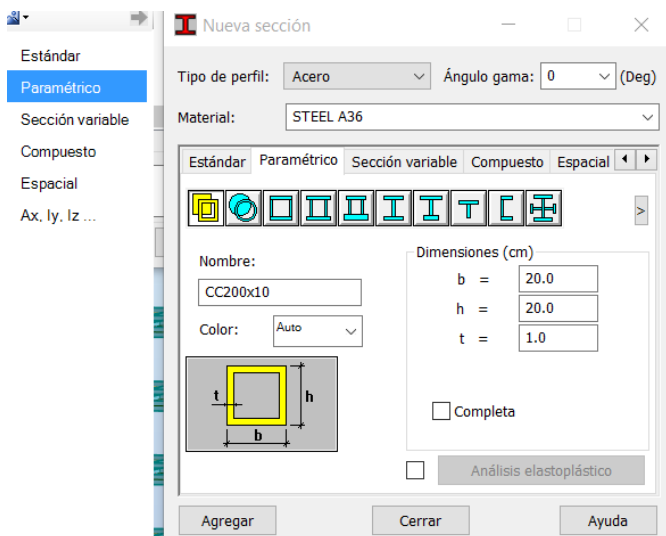


Figura 5.3.15

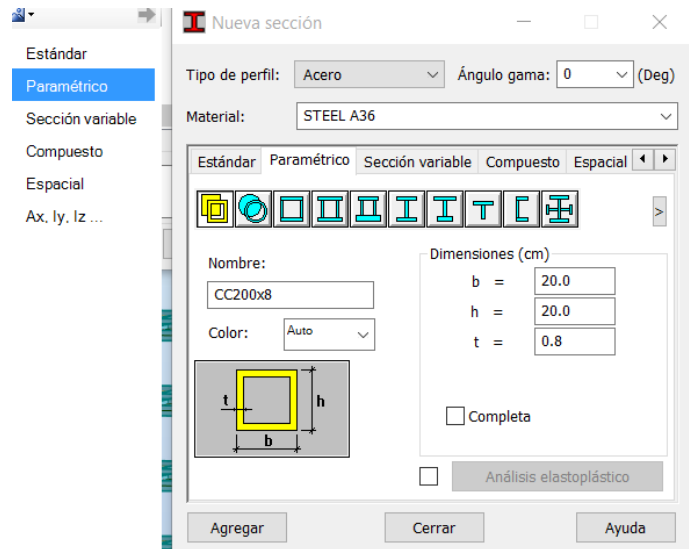


Figura 5.3.16

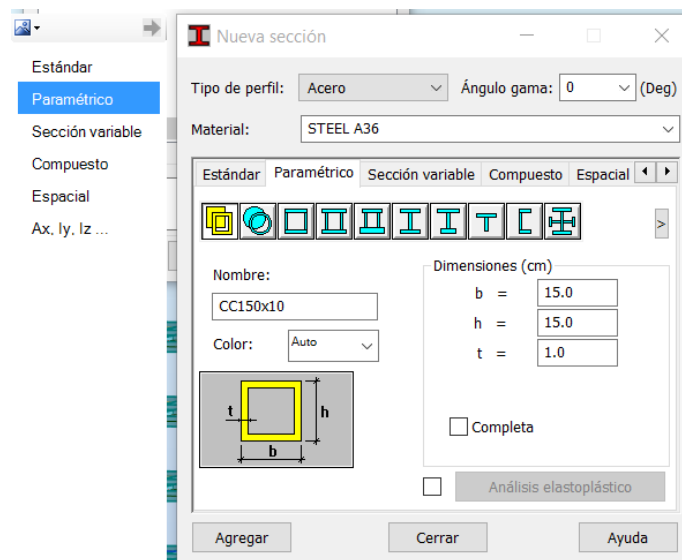


Figura 5.3.17

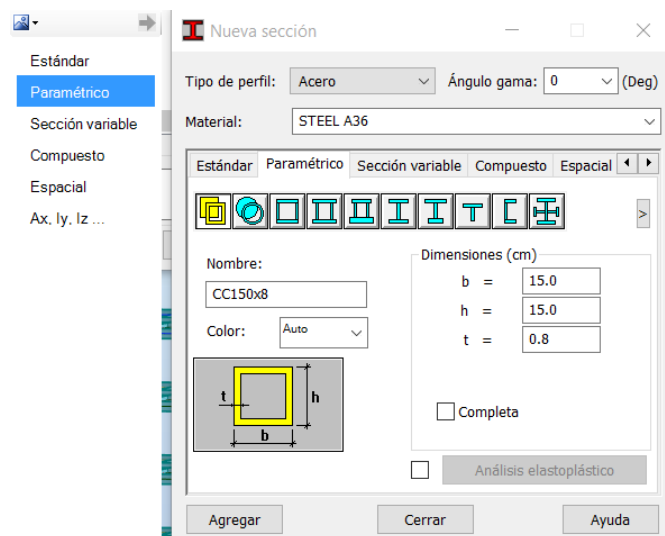


Figura 5.3.18

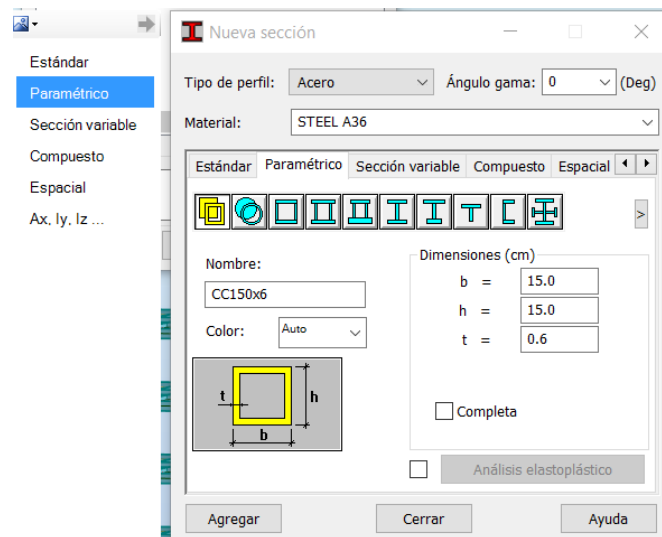


Figura 5.3.19

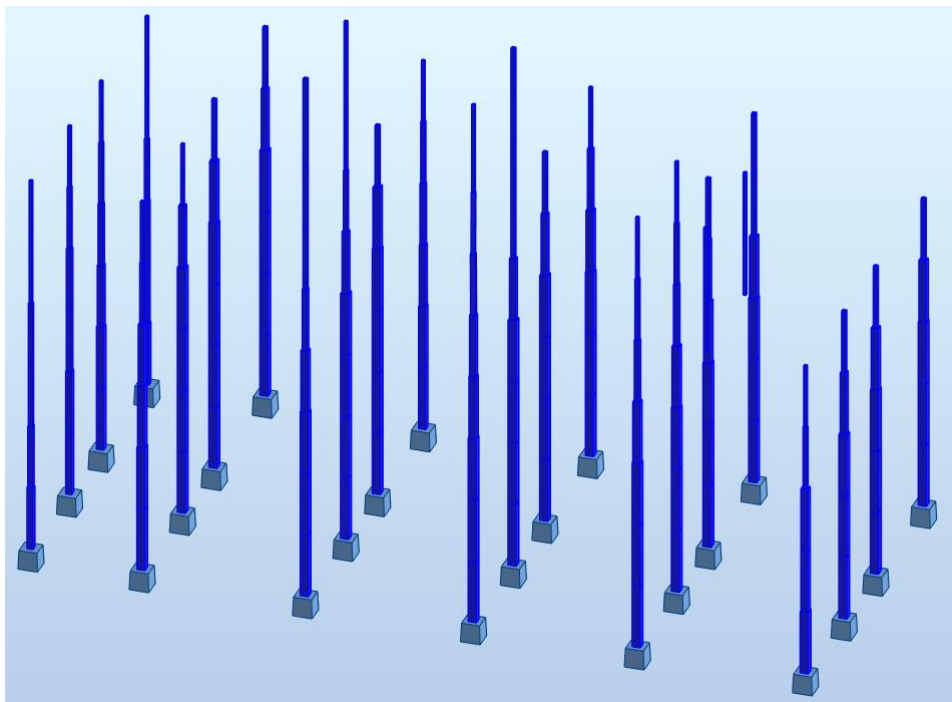


Figura 5.3.20

En la Figura 5.3.20 se puede observar cómo quedó modelado la estructura formado solo por columnas; las mismas que son de mayor dimensión en los pisos inferiores y de menor dimensión según la altura de cada piso.

5.4 CREACIÓN DE PERFILES METÁLICOS PARA VIGAS

Las vigas del proyecto, tanto principales como secundarias, fueron diseñadas con perfiles tipo I; los mismos que deben soportar los momentos negativos mediante los conectores de corte entre la losa tipo deck y el perfil metálico (viga de acero), esto se debe a que la losa está en continua tensión, por lo cual no existe un comportamiento del tipo compuesto entre la losa y la viga de acero, este comportamiento es absorbido por los conectores y la malla electrosoldada de la losa y el perfil metálico.

Los perfiles fueron establecidos en el ítem paramétrico, igual que con los perfiles de las columnas, y se escogió un perfil tipo I formado por placas.

La igual que las columnas, se procedió a realizar una evaluación de primer orden con vigas prediseñadas, las mismas que no llegaron a resistir un análisis de primer orden en los pisos inferiores, por lo que se procedió a agrandar los perfiles tanto en las alas como en las almas, siempre teniendo en cuenta tener perfiles compactos sísmicamente.

Además es importante establecer el tipo de acero que se va a utilizar en los perfiles de las vigas, el mismo que se estableció como acero ASTM A36.

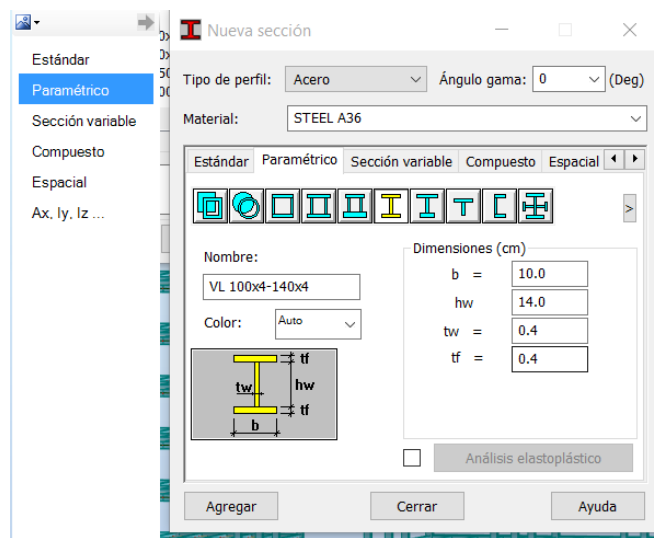


Figura 5.4.1

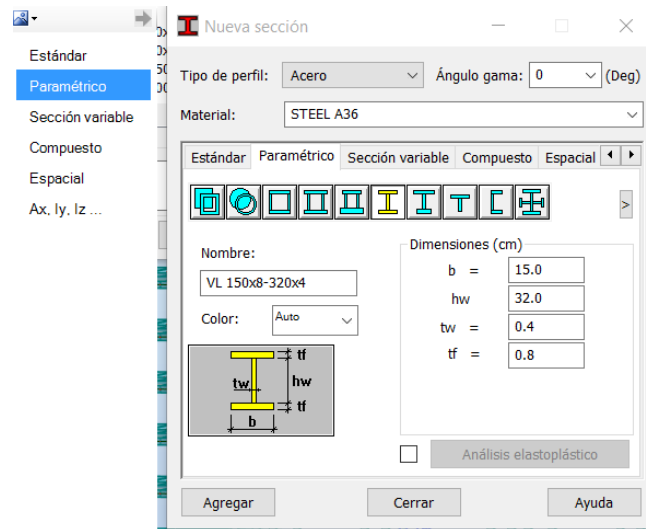


Figura 5.4.2

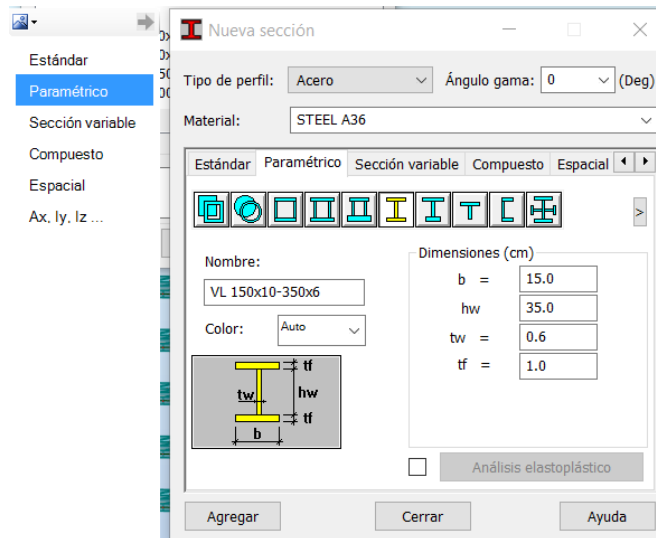


Figura 5.4.3

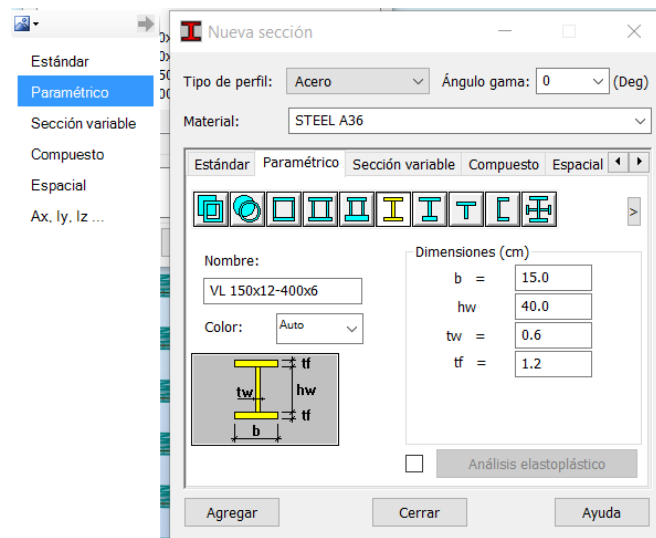


Figura 5.4.4

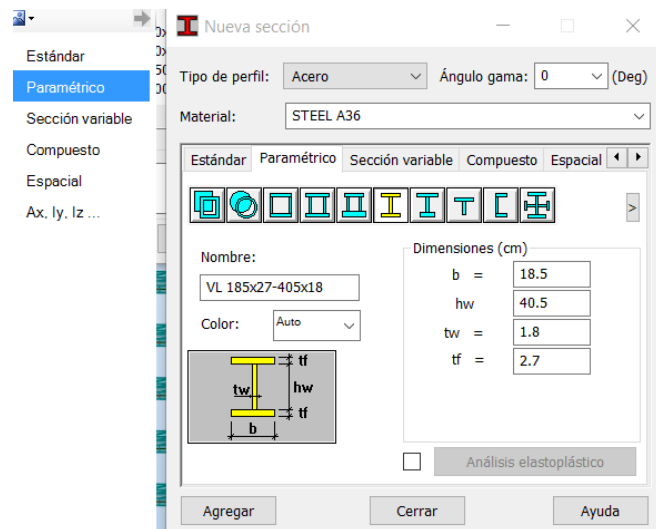


Figura 5.4.5

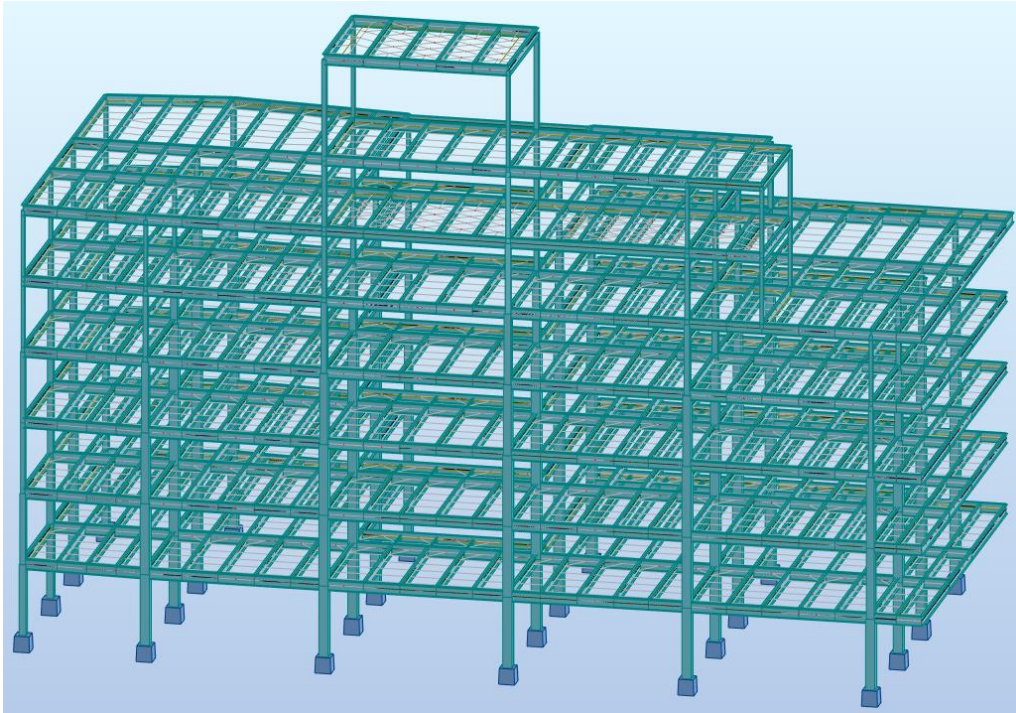


Figura 5.4.6

En la Figura 5.4.6 podemos observar a la estructura, columnas y vigas, ya montadas en el proyecto. Como se puede observar, los elementos estructurales tienen una mayor dimensión en los pisos inferiores.

Al momento de dibujar tanto las vigas principales como las secundarias, se debe tener en cuenta llegar de nudo a nudo y no crear dos vigas que tengan un nudo en el aire, ya que al momento de correr el programa nos va a advertir el mismo que existen nudos sin equilibrio, es decir sin una columna.

5.5 CREACIÓN DE LOSA TIPO DECK

Llamadas también losas metálicas, la interacción entre el deck y el hormigón se alcanza mediante el sistema de resaltes dispuestos transversalmente en la placa, los mismos que producen una traba mecánica al hormigón evitando el desplazamiento y sobre todo garantizando una adecuada adherencia.

Cuando las placas tipo deck están adecuadamente sujetas a la estructura, estas actúan como una plataforma de trabajo segura para la fundición del hormigón. Posteriormente cuando el hormigón alcanza la resistencia especificada, este interactúa con el deck como refuerzo positivo.

Las características principales que ofrece el deck en losas son:

- Se pueden lograr recubrimientos de hormigón mínimo con una reducción en el volumen de hormigón de hasta 40%
- Reducción de 50% de tiempo en fundición de losas
- Mayor limpieza y orden en la construcción
- Disponibilidad de 2 geometrías: 2" y 3"
- Solución estandarizada y regulada a través de normas nacionales e internacionales: ANSI/ASCE 3-91 (Standard for the Estructural Design of Composite Slabs), NTE INEN 2397 (Placa Colaborante de Acero)

Especificaciones técnicas del deck

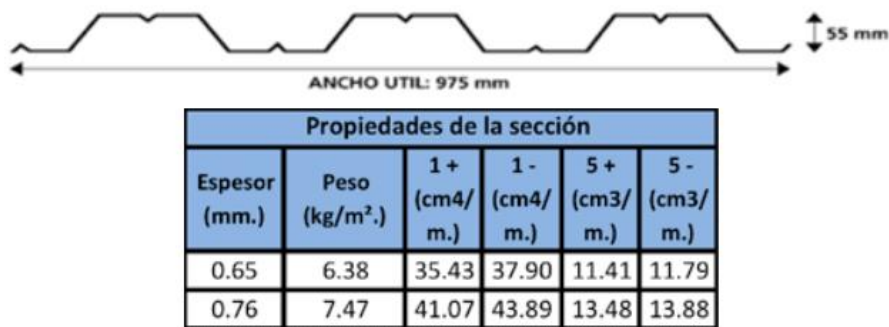


Figura 5.5.1

FUENTE: <http://novacero.com/productos-y-servicios/productos/item/61-steel-deck-novalosa.html#especificaciones-t%C3%A9cnicas>

Es importante destacar que en estructuras metálicas, el deck es un elemento complementario utilizado para los entrepisos en los sistemas de construcción con estructura metálica.

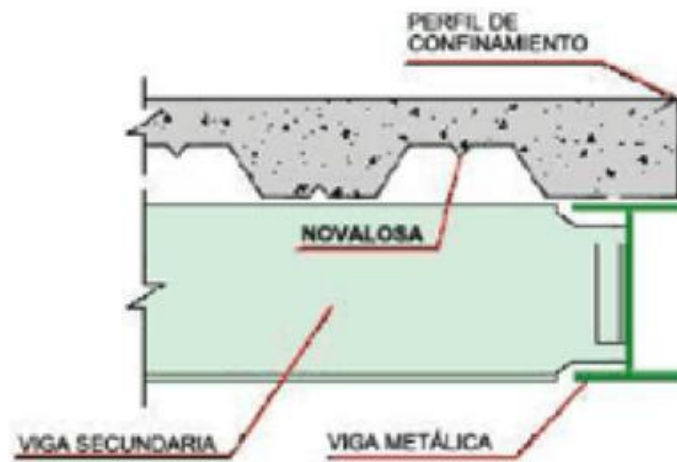


Figura 5.5.2

FUENTE: <http://novacero.com/productos-y-servicios/productos/item/61-steel-deck-novalosa.html#especificaciones-t%C3%A9cnicas>

En la Figura 5.5.2 podemos apreciar cómo va a ser el funcionamiento de nuestro sistema estructural viga – losa deck. Se puede observar que tanto la viga principal como la viga secundaria sirven como apoyo para el deck, y estas deben estar sujetadas mediante pernos perforados a los perfiles.

Dentro de las ventajas más relevantes de la utilización de losas tipo deck tenemos:

- Eliminación de encofrados: evitan el uso de encofrados de entrepisos para efectos de vaciado de la losa así como para efectos de montaje.
- Acero como refuerzo para Momentos Positivos: el Acero-Deck, trabajando en conjunto con el concreto, contribuye como el acero de refuerzo positivo.
- Durabilidad: el acero empleado para la fabricación de las planchas, es de alta resistencia al intemperismo gracias a su recubrimiento de galvanizado pesado.

- Hecho a la medida: acorde a los diseños en planos para cada proyecto, las planchas son cortadas longitudinalmente a la medida exacta requerida, evitando hacer cortes innecesarios de las mismas, garantizando así una óptima eficiencia para su colocación.
- Limpieza en Obra: su maniobrabilidad, fácil almacenamiento y no ser necesario cortar las planchas en obra, se ven reflejados en el orden y limpieza de la misma.
- Liviano: gracias a la forma del perfil, el conjunto acero / concreto, reduce el peso muerto de la losa; hablamos de losas que pesan desde 158.3 kgf/m².
- Fácil Transporte, Manejo e Instalación: al ser planchas livianas, uniformes y cortadas a medida, son fácilmente apilables para ser transportadas, permitiendo también una fácil y rápida maniobrabilidad e instalación de las mismas.
- Estética: las planchas vistas desde el nivel inferior, brindan una visión uniforme, agradable y segura.
- Económico: en el mercado actual, el costo de las planchas para el sistema Acero-Deck es económico lo que lo hace un sistema muy competitivo en el mercado.

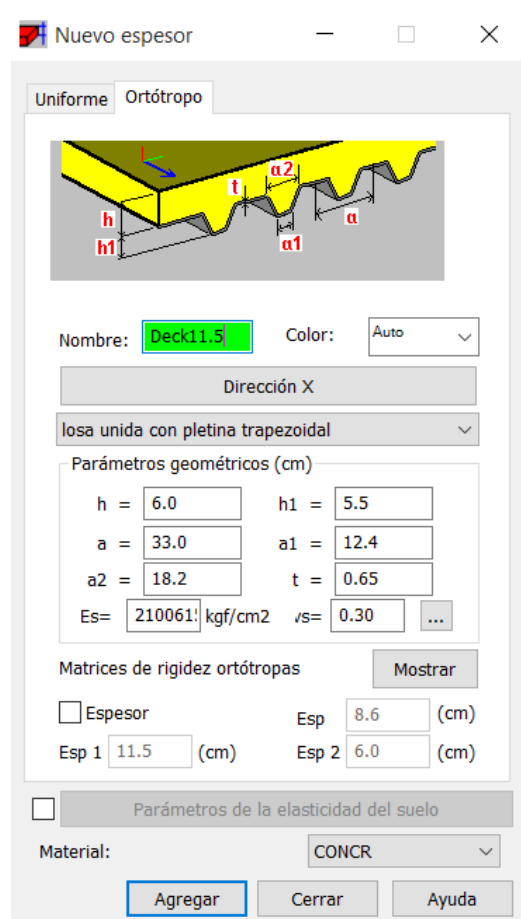


Figura 5.5.3

Según como se muestra en la Figura 5.5.3 el nombre del Deck es 11.5 ya que es su espesor; es importante conocer la dirección en la cual se va a ubicar el deck y que tipo de losa se va a utilizar, en este caso es una losa unida con pletina trapezoidal; además de las especificaciones técnicas del deck.

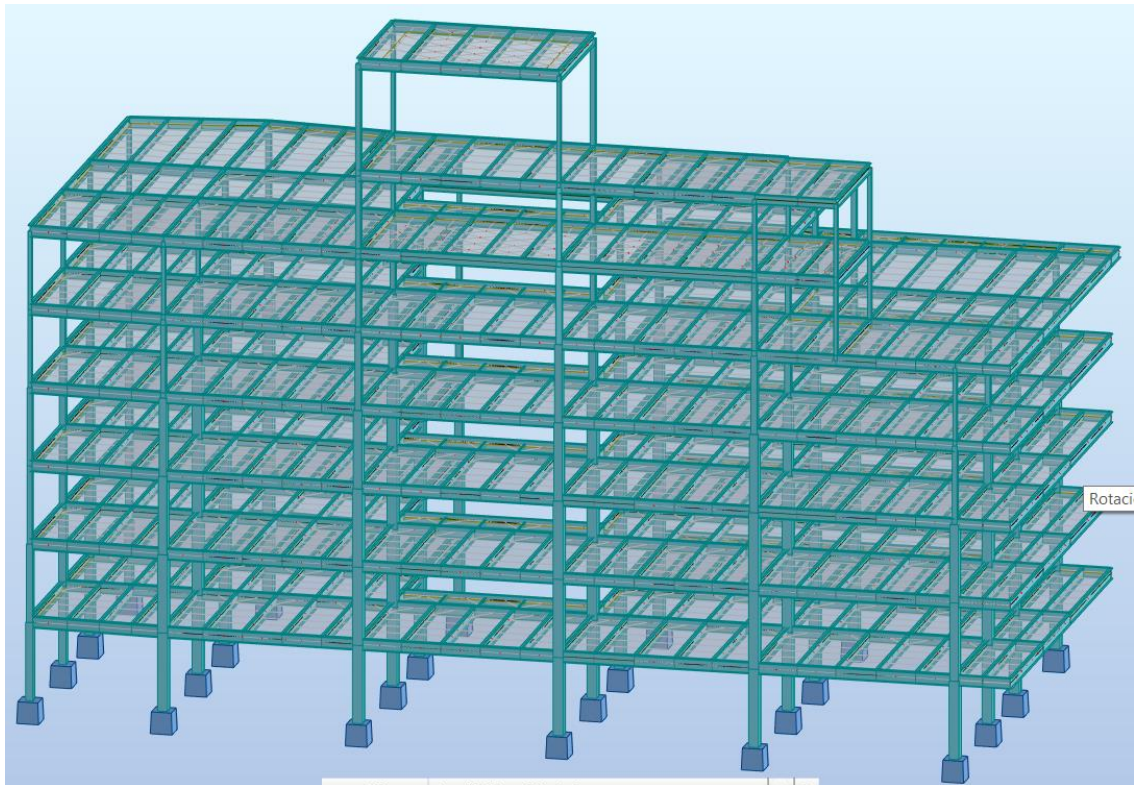


Figura 5.5.4

Una vez completo el sistema estructural (columnas-vigas-losa), como se puede apreciar en la Figura 5.5.4; procederemos a la creación de los diferentes tipos de cargas y solicitaciones de la estructura según las normas y según los planos arquitectónicos.

5.6 SOLICITACIONES DE CARGAS

Cuando se diseña una estructura, se debe tener en cuenta que tanto ella como cada uno de sus miembros deben diseñarse para cualquier estado límite de falla posible. Este análisis se lo debe hacer ante las combinaciones de carga más desfavorables que se analicen en el modelo estructural, durante la vida útil del edificio. Es importante que nunca se sobrepase ningún estado límite de servicio, esto ante las combinaciones de acciones que corresponden a la normal operación de la estructura.

Cuando se trata de estado límite de falla, hablamos del agotamiento de la capacidad de carga del edificio o de cualquier miembro del mismo, produciendo daños estructurales irreversibles, los mismos que afectan gravemente a la resistencia de la estructura ante nuevas aplicaciones de carga. El estado límite de servicio tiene que ver con los desplazamientos, agrietamientos, vibraciones o daños que afectan el correcto funcionamiento de la estructura; éstas características no deben afectar a la capacidad de carga de la estructura, tampoco a ningún miembro estructural.

Para tener un correcto diseño estructural, se debe tener en cuenta los efectos del peso propio de la estructura, las cargas vivas, cargas muertas, cargas de sismo, entre otras como viento, nieve, lluvia, hielo, maquinaria pesada, y en si el tipo de ocupación, siempre y cuando sean significativas y afecten a la estructura.

Existen tres tipos de categorías de acciones, que se dividen de acuerdo con la duración:

1. Acciones permanentes, las mismas que cumplen su función de forma continua, durante toda la vida útil de la estructura; la intensidad de las mismas casi no varía en el tiempo (carga muerta, empuje de tierras y de líquidos, etc.)
2. Acciones variables, estas acciones tienen lugar sobre la estructura con cierta intensidad, la misma que varía considerablemente con el tiempo (cargas vivas, efectos de temperatura, etc.)
3. Acciones accidentales, son aquellas que no tienen nada que ver con el funcionamiento normal de la estructura, éstas pueden presentar valores de gran magnitud en periodos de tiempo sumamente cortos con relación a la vida útil de la estructura (vientos, sismos, incendios, etc.)

5.6.1 PESO PROPIO

El peso propio se define como una carga permanente de la estructura, la misma que debe ser definida antes del predimensionamiento de los elementos estructurales. Nunca debe ser menospreciada ni tampoco muy exagerada, ya que la relación de la longitud de los vanos tiene en cuenta principalmente al peso muerto de la estructura.

los materiales estructurales				
materiales	relación de variables			
	peso específico	tensión admisible	relación Pe/tensión	modulo de elasticidad
	Kg./m3	kg./cm2		Kg./cm2
hormigon armado	2400	60	40,0	215000
acero	7850	1200	6,5	2100000
madera	600	100	6,0	60000 / 170000

Figura 5.6.1.1

En la Figura 5.6.1.1 podemos observar los pesos específicos del hormigón y del acero especialmente para nuestro proyecto, el mismo que es utilizado en el programa para aplicar el peso propio de la estructura por metro cúbico de acero, según el perfil utilizado tanto para columnas como para vigas. Además el peso de la losa tipo deck y el hormigón de contrapiso. Para ello fue que en los primeros pasos del modelo en el software, se establecieron las preferencias del proyecto y los pesos específicos de cada material.

The screenshot shows a window titled "Casos de carga" with the following fields and options:

- Descripción del caso:**
 - Número: 1
 - Etiqueta: PP
 - Tipo: permanente (dropdown menu)
 - Nombre: Peso Propio
- Buttons: "Agregar" and "Modificar"
- Lista de casos definidos:**

Número	Nombre del caso	Naturaleza	Ti
1	Peso Propio	permanente	Es

Figura 5.6.1.2

Para definir el estado de carga de “Peso Propio”, como se indica en la Figura 5.6.1.2, tenemos que agregar un nuevo caso de carga, del tipo “Permanente”.

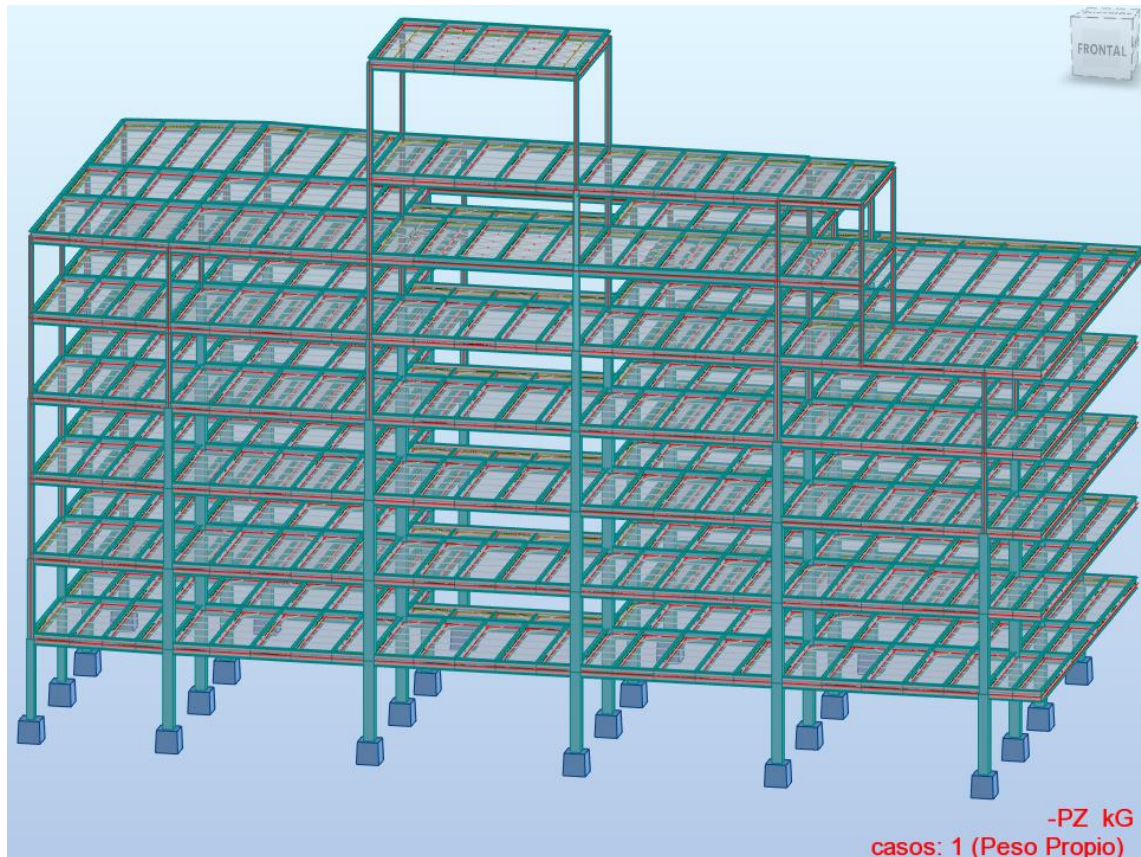


Figura 5.6.1.3

Una vez creado el nuevo caso de carga, como se muestra en la Figura 5.6.1.3 todos los elementos de la estructura (columnas, vigas y losas) están marcadas por un color rojo, el mismo que significa que el peso propio de cada elemento está siendo aplicado a la estructura.

5.6.2 CARGA MUERTA

La carga muerta es un tipo de carga permanente, tal como el peso propio de la estructura, además de otras cargas permanentes como son instalaciones fijas, maquinaria, y en sí todo peso que vaya a estar durante la vida útil de la estructura sin cambiar de posición y magnitud.

Como nuestro proyecto se trata de una estructura de acero totalmente, se puede estudiar como carga muerta a la estructura, la mampostería según los planos arquitectónicos, el entepiso, baldosas, el techo, instalaciones sanitarias, plomería, etc.

Para nuestro proyecto, como el software divide al peso propio y a la carga muerta, nosotros mediante los planos arquitectónicos, estimamos la carga muerta que va a tener la estructura, mediante las dimensiones de la mampostería y el área de cada piso, teniendo en cuenta las instalaciones sanitarias.

Las cargas muertas tienden a ocupar una posición permanente en la estructura, con una magnitud constante. Las cargas que se otorgan como muertas por gravedad dependen de la gravitación, las mismas que se establecen como elementos no estructurales. Para la evaluación de los mismos se debe tener en cuenta las dimensiones y los pesos unitarios de los materiales.

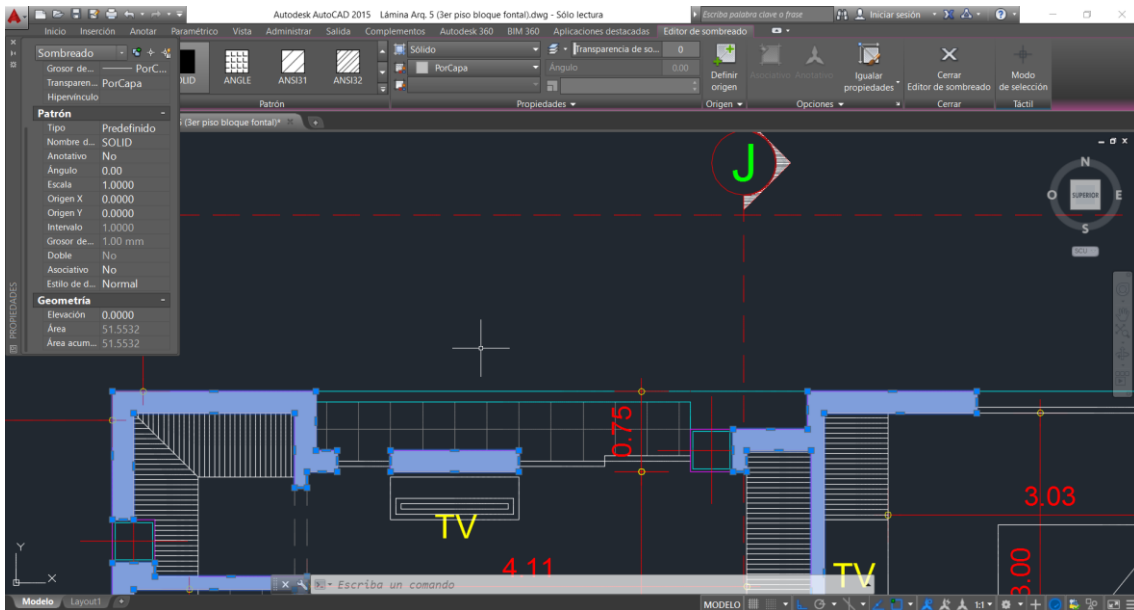


Figura 5.6.2.1

En la Figura 5.6.2.1 podemos apreciar el área que ocupa la mampostería en los primeros cuatro pisos, según los planos arquitectónicos.

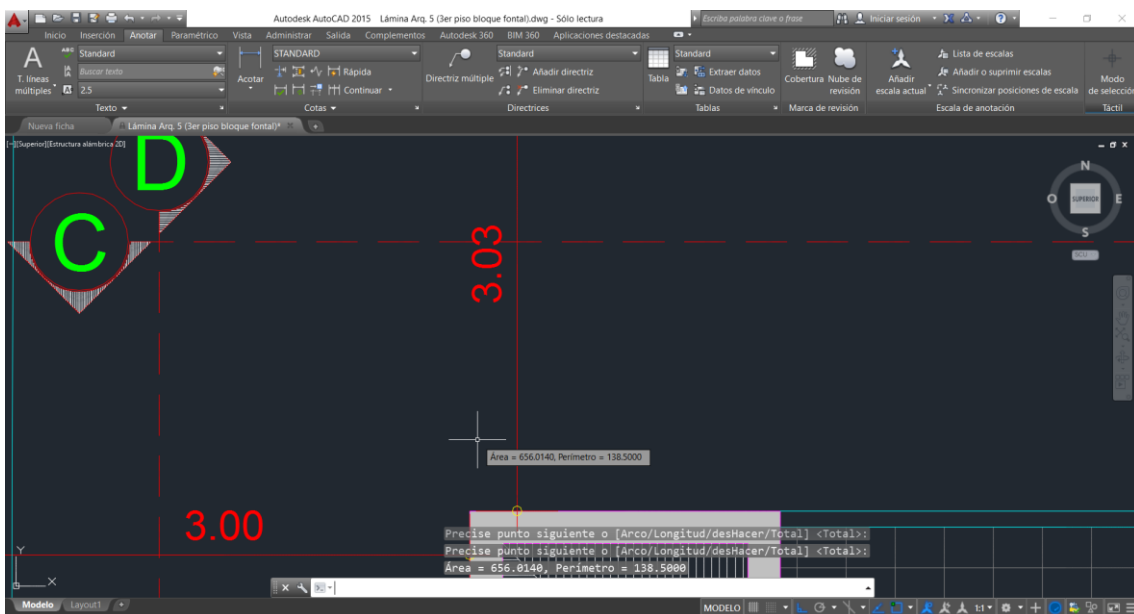


Figura 5.6.2.2

En la Figura 5.6.2.2 podemos apreciar el área del piso en análisis, el mismo que es igual en los primeros cuatro pisos; esto con el fin de obtener el peso de carga muerta por metro cuadrado en cada piso.

Tomamos en cuenta que el peso por metro cuadrado de instalaciones y recubrimiento es de 0.05 ton/m^2 .

Área de mampostería (m ²)	Altura de entrepiso (m)	Peso específico mampostería (t/m ³)	Área de piso (m ²)	Recubrimiento e instalaciones (t/m ²)	Carga muerta (t/m ²)
51.55	2.75	1.6	656.01	0.05	0.40

Figura 5.6.2.3

En la Figura 5.6.2.3 podemos observar que la carga muerta de los primeros cuatro pisos es de 0.4 ton/m², la misma que aplicamos de la siguiente manera en el software.

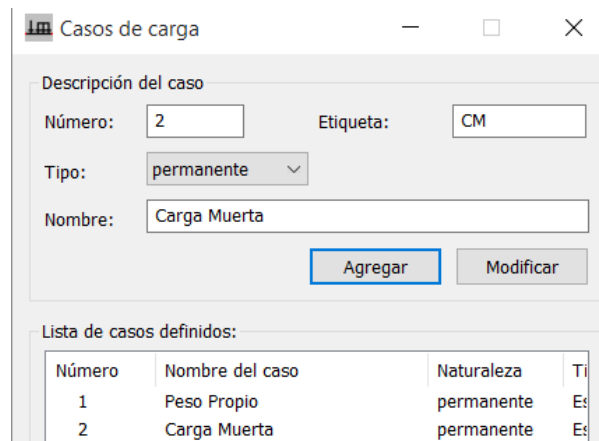


Figura 5.6.2.4

Creamos un nuevo estado de carga, llamado “Carga Muerta” del tipo “Permanente”, como se indica en la Figura 5.6.2.4.

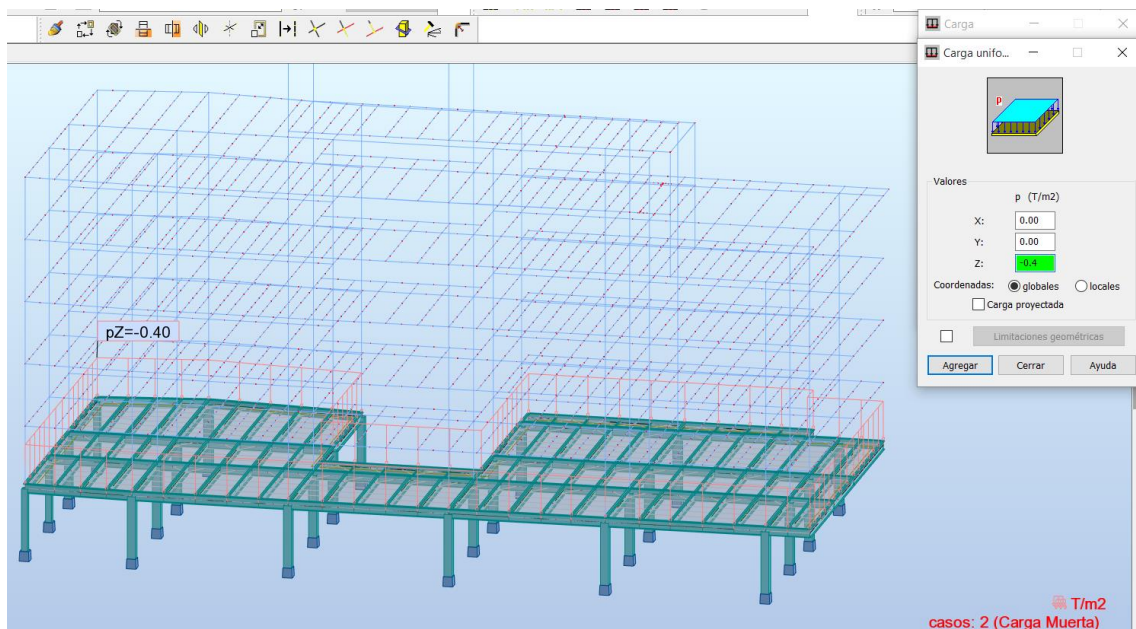


Figura 5.6.2.5

Luego definimos la carga que se va a aplicar al piso, la misma que es una carga uniforme de magnitud 0.4 ton/m², en dirección “Z” negativo, tal como se indica en la Figura 5.6.2.5.

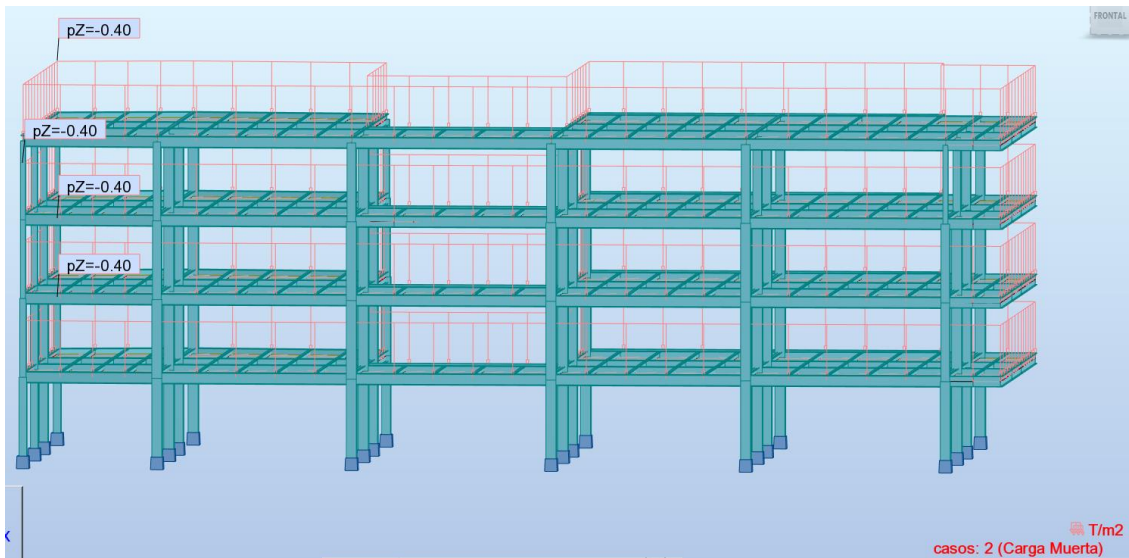


Figura 5.6.2.6

Como los cuatro primeros pisos tienen la misma área, y la misma distribución arquitectónica, por lo tanto van a tener la misma carga muerta por piso, como se puede apreciar en la Figura 5.6.2.6.

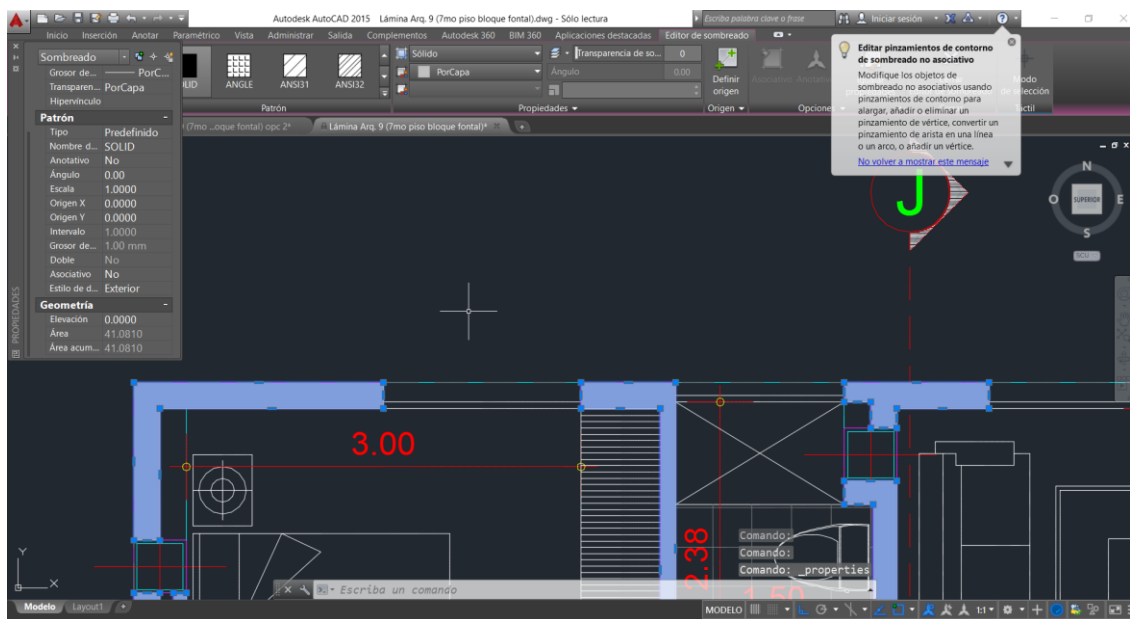


Figura 5.6.2.7

La distribución arquitectónica del quinto piso es diferente, y se puede apreciar en la Figura 5.6.2.7 el área de la mampostería.

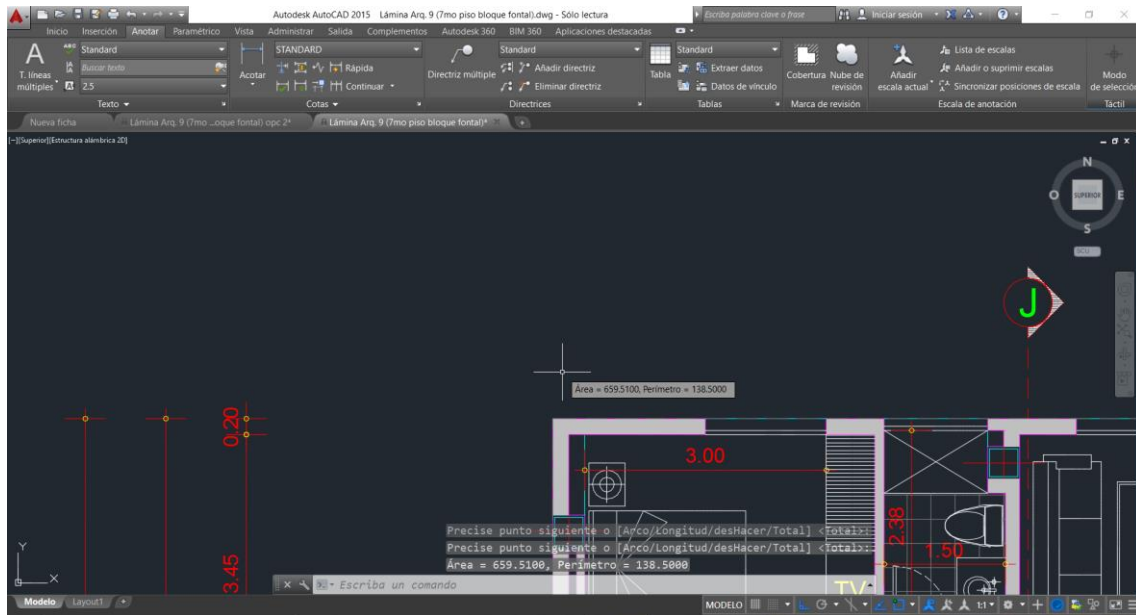


Figura 5.6.2.8

En la Figura 5.6.2.8 se puede apreciar el área del quinto piso, la misma que se utiliza para obtener la carga muerta por metro cuadrado.

Área de mampostería (m ²)	Altura de entrepiso (m)	Peso específico mampostería (t/m ³)	Área de piso (m ²)	Recubrimiento e instalaciones (t/m ²)	Carga muerta (t/m ²)
41.08	2.75	1.6	659.51	0.08	0.35

Figura 5.6.2.9

Como se puede apreciar en la Figura 5.6.2.9 la carga muerta del quinto piso ha disminuido a 0.35 ton/m²; esto se debe a que existe menos área de mampostería pero el valor de recubrimiento e instalaciones es mayor debido a que existe una terraza, la misma que puede acumular agua o granizo. El valor de 0.35 t/m² se divide en 0.30 para el área de departamentos y 0.05 para el área de la terraza.

Con este valor procedemos a modelar en el software tal como lo hicimos para los primeros cuatro pisos.

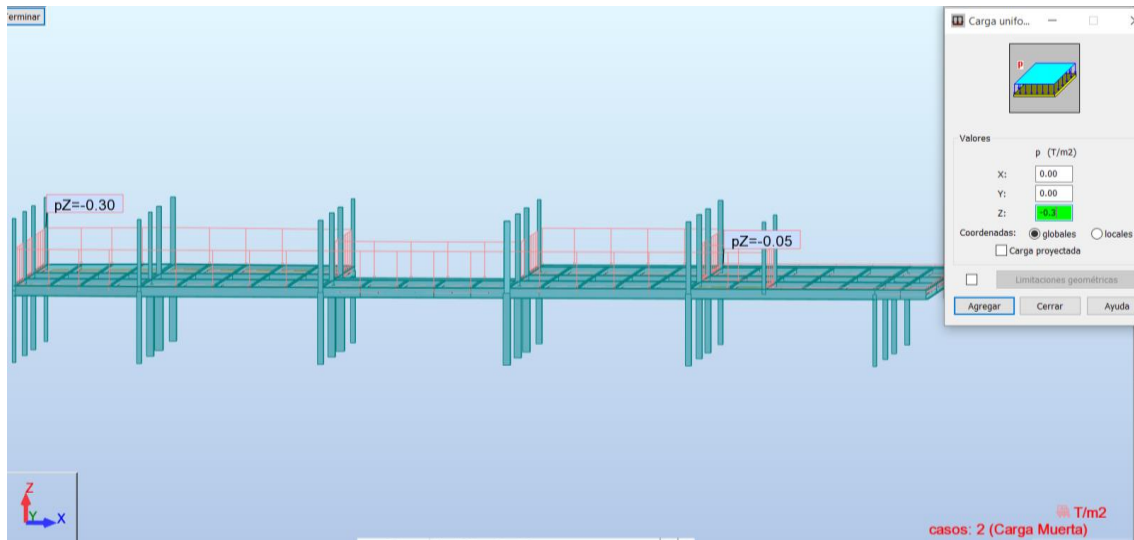


Figura 5.6.2.10

En la Figura 5.6.2.10 podemos apreciar cómo se aplicó las nuevas cargas muertas al quinto piso de la estructura; el valor de 0.3 ton/m² corresponde al área de departamentos, y el valor de 0.05 t/m² corresponde al área de la terraza.

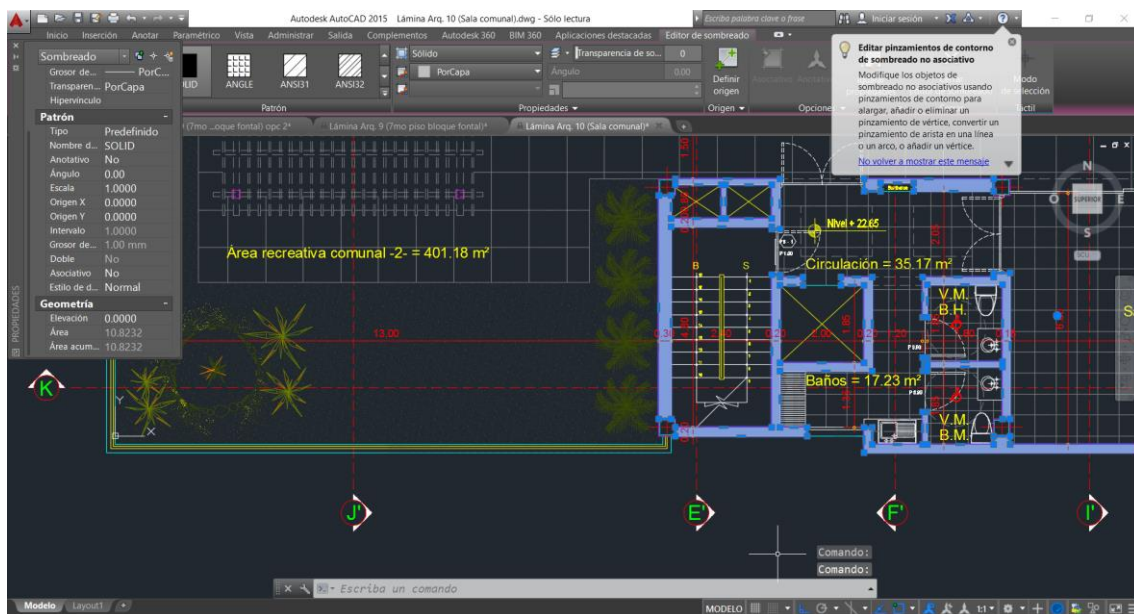


Figura 5.6.2.11

La distribución arquitectónica del sexto piso se muestra en la Figura 5.6.2.11, teniendo un área de mampostería mucho menor a los pisos inferiores, ya que este piso sirve como terraza para eventos sociales.

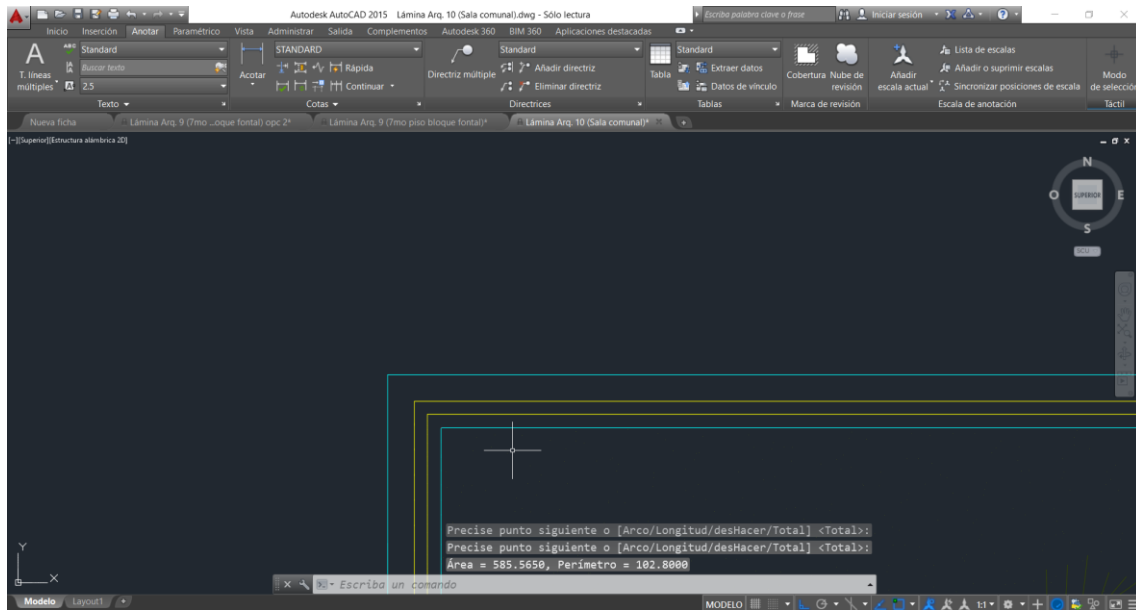


Figura 5.6.2.12

En la Figura 5.6.2.12 se puede apreciar el área del sexto piso, la misma que se utiliza para obtener la carga muerta por metro cuadrado.

Área de mampostería (m ²)	Altura de entrepiso (m)	Peso específico mampostería (t/m ³)	Área de piso (m ²)	Recubrimiento e instalaciones (t/m ²)	Carga muerta (t/m ²)
10.83	2.75	1.6	585.57	0.12	0.20

Figura 5.6.2.13

Como se puede apreciar en la Figura 5.6.2.13 la carga muerta del sexto piso ha disminuido a 0.2 ton/m²; esto se debe a que existe menos área de mampostería pero el valor de recubrimiento e instalaciones es mayor debido a que existen dos terrazas con acceso en ambos lados del área de parrillada.

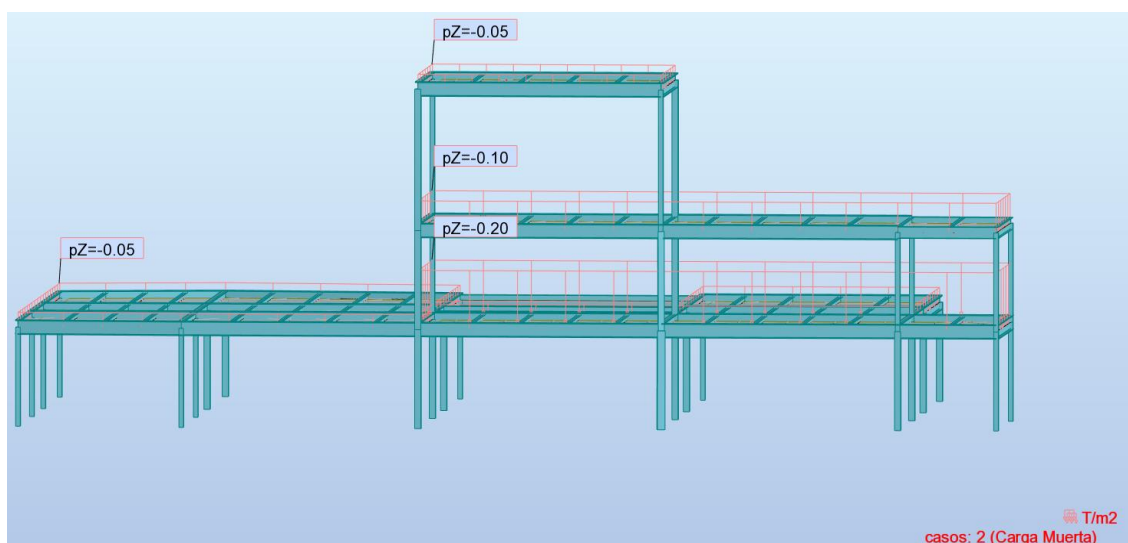


Figura 5.6.2.14

En la Figura 5.6.2.14 podemos apreciar los valores de la carga muerta para los últimos pisos. Como se puede ver la terraza toma un valor de carga muerta de 0.05 ton/m² al igual que la tapa del ducto del ascensor.

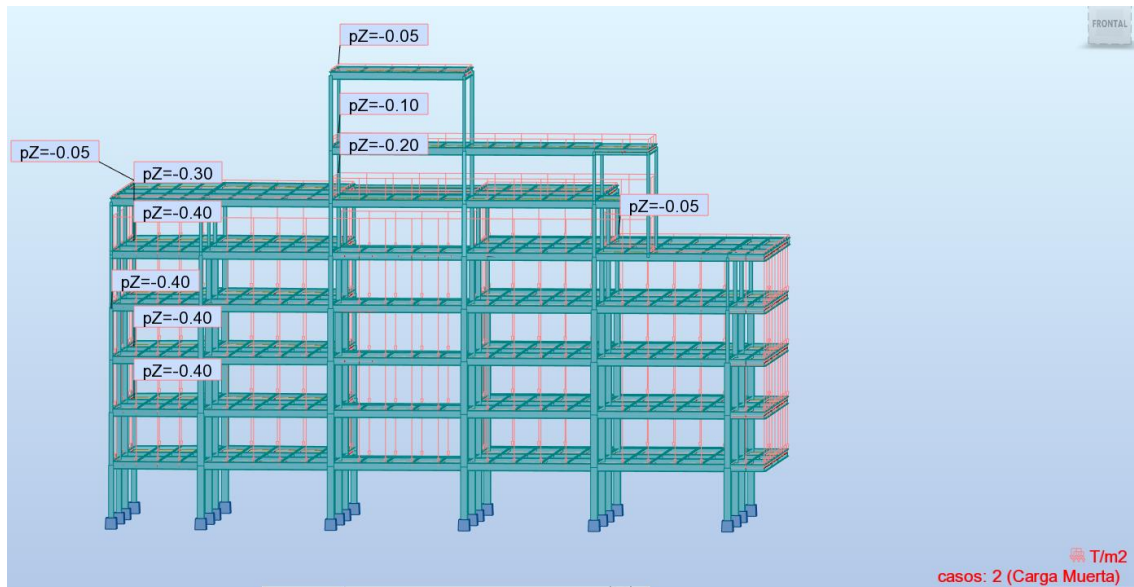


Figura 5.6.2.15

Como resultado tenemos a toda la estructura ya cargada con el caso de carga muerta, como se puede apreciar en la Figura 5.6.2.15.

5.6.3 CARGA VIVA

La carga viva o también llamada sobrecarga de uso, depende del tipo de ocupación a la que se destine la estructura, esta carga se utilizará en el cálculo y está conformada por los pesos de las personas, muebles, equipos y accesorios móviles o temporales, entre otras.

La carga viva se entiende como carga no permanente, la misma que varía con el tiempo en magnitud y posición. Los aspectos más importantes a considerar como cargas vivas pueden ser: personas, muebles, viento, cambios de temperatura, presión de fluidos y tierra, vehículos y las cargas dinámicas provenientes de un impacto o de un movimiento sísmico.

En general, cuando hablamos de la magnitud de la carga viva, no podemos estimar con exactitud la misma, como es el caso de la carga muerta, pero eso sí, los valores mínimos de carga viva que deben estimarse en un diseño se especifican en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), específicamente en el capítulo de Cargas Gravitacionales.

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
Hospitales		
Sala de quirófanos, laboratorios	2.90	4.50
Sala de pacientes	2.00	4.50
Corredores en pisos superiores a la planta baja	4.00	4.50
Instituciones penales		
Celdas	2.00	
Corredores	4.80	
Pasamanos, guardavías y agarraderas de seguridad	Véase sección 4.5 ASCE/SEI 7-10	
Pasarelas y plataformas elevadas (excepto rutas de escape)	3.00	
Patios y terrazas peatonales	4.80	
Pisos para cuarto de máquinas de elevadores (áreas de 2600 mm²)		1.40
Residencias		
Viviendas (unifamiliares y bifamiliares)	2.00	
Hoteles y residencias multifamiliares		
Habitaciones	2.00	
Salones de uso público y sus corredores	4.80	
Salas de baile	4.80	
Salas de billar, bolos y otras áreas de recreación similares	3.60	
Salida de emergencia	4.80	
Únicamente para residencias unifamiliares	2.00	
Sistemas de pisos para circulación		
Para oficinas	2.40	9.00
Para centros de cómputo	4.80	9.00

Figura 5.6.3.1

FUENTE: NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN (NEC) – CAPÍTULO CARGAS GRABITACIONALES

Una vez conocido el valor de carga viva según la NEC, procedemos a crear el nuevo caso de carga y a aplicar este valor a cada uno de los pisos de la estructura.

Casos de carga

Descripción del caso

Número: Etiqueta:

Tipo:

Nombre:

Lista de casos definidos:

Número	Nombre del caso	Naturaleza	Ti
1	Peso Propio	permanente	Es
2	Carga Muerta	permanente	Es
3	Carga Viva	explotación	Es

Figura 5.6.3.2

Como se puede apreciar en la Figura 5.6.3.2 se ha creado en nuevo caso de carga llamado “Carga Viva” del tipo “Explotación”, ya que esta carga es instantánea y no permanente.

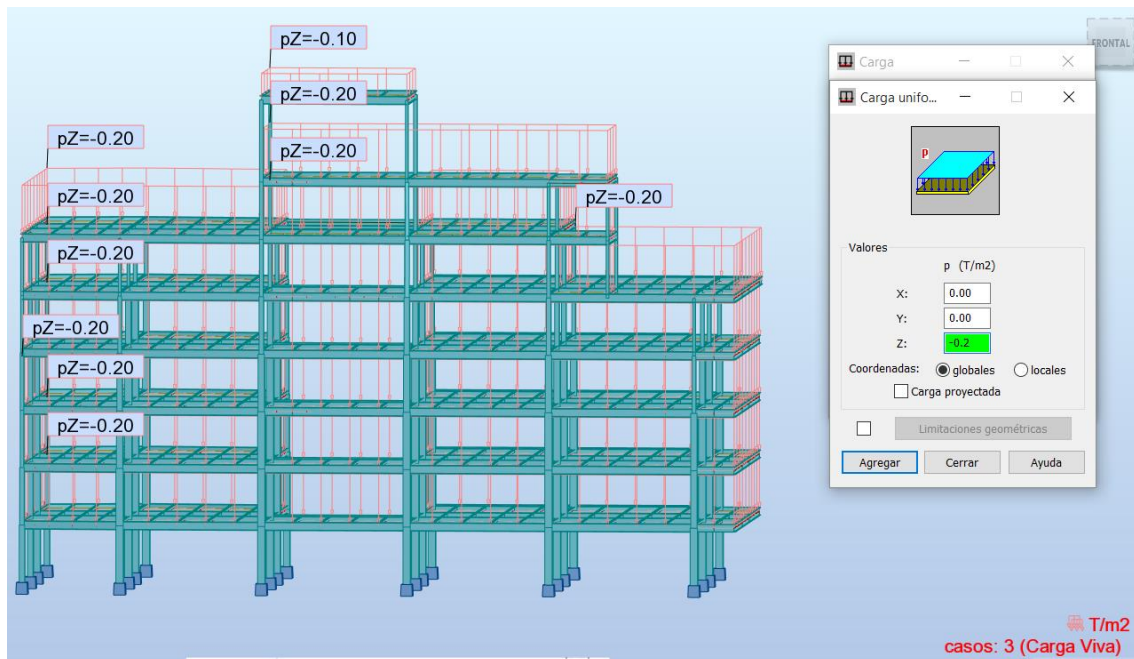


Figura 5.6.3.3

En la Figura 5.6.3.3 podemos apreciar a toda la estructura ya cargada el tercer caso de carga llamado carga viva.

5.6.4 CARGAS SÍSMICAS

Al hablar de sismos, todos conocemos los efectos devastadores que se producen con este fenómeno natural, el fin de una diseño sismoresistente es prevenir daños estructurales durante un sismo, esto mediante métodos simplificados de análisis estructural. Estos métodos lo que tratan es de representar de la manera más cercana posible el comportamiento de la estructura al momento que se produce el sismo.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción presenta su capítulo de “Peligro Sísmico”, el mismo que tiene como objetivo fundamental ser el documento necesario para el cálculo y diseño sismoresistente de todas las estructuras, teniendo en cuenta los estudios actuales del potencial sísmico de nuestro país. La NEC además pone al alcance de los calculistas y diseñadores procesos simplificados de cálculo mediante conceptos actualizados de la Ingeniería Sísmica, siempre teniendo en cuenta que el diseñador separa que hipótesis de cálculo es la que se utiliza en el proceso de diseño sismoresistente, de esta manera el diseñador toma conciencia de la responsabilidad que se obtiene al tomar decisiones de cálculo correctas.

En la NEC se presentan ciertos requisitos de cálculo, los mismos que se basan en el comportamiento elástico lineal y no lineal de estructuras de edificación.

Existen varios procedimientos y requisitos que la NEC se ha basado considerando los siguientes aspectos:

- La zona sísmica del Ecuador donde se va a construir la estructura, es decir el factor Z correspondiente y las curvas de peligro sísmico.
- Las características del suelo en donde se va a construir la estructura.

- El tipo de uso, destino e importancia de la estructura, es decir el coeficiente de importancia “I”.
- Las estructuras de uso normal deberán ser diseñadas para una resistencia tal que puedan soportar los desplazamientos laterales inducidos por el sismo de diseño, considerando la respuesta inelástica, la redundancia, la sobre resistencia estructural inherente y la ductilidad de la estructura.
- Para las estructuras de ocupación especial y edificaciones esenciales, además de los requisitos aplicables a las estructuras de uso normal, se aplicarán verificaciones de comportamiento inelástico para diferentes niveles de terremotos.
- La resistencia mínima de diseño para todas las estructuras deberá basarse en las fuerzas sísmicas de diseño establecidas en el capítulo de “Peligro Sísmico”.
 - Nivel de desempeño sísmico.
 - Tipo de sistema y configuración estructural a utilizarse.
 - Métodos de análisis a ser empleados.

Los niveles de frecuencia y amenaza sísmica que presenta la NEC son los siguientes:

- Frecuente (menor)
- Ocasional (moderado)
- Raro (severo), este es el sismo de diseño con un período de retorno de 475 años.
- Muy raro (extremo), con un período de retorno de 2500 años, el mismo que se utilizará para estructuras esenciales y de ocupación especial.

5.6.4.1 MAPA DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA PARA DISEÑO

El mapa de zonificación sísmica que entrega la NEC es el resultado de los estudios de peligro sísmico del país, los mismos que cada año son actualizados, y no solo eso, se actualizan ciertos criterios relacionados con la uniformidad del peligro sísmico del país, practicidad en el diseño, protección de ciudades importantes, ciertas irregularidades en curvas de definición de zonas sísmicas, entre otros factores, los mismo que son fundamentales para un diseño sísmico adecuado.

Cuando se trata de edificios de uso normal, el valor de “Z” representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, la misma que es expresada como fracción de la aceleración de la gravedad.

El lugar donde se va a llevar a cabo la construcción de la estructura, será el factor que determine en cuál de las seis zonas sísmicas del país se encuentra, para caracterizar el valor del factor de zona “Z”.

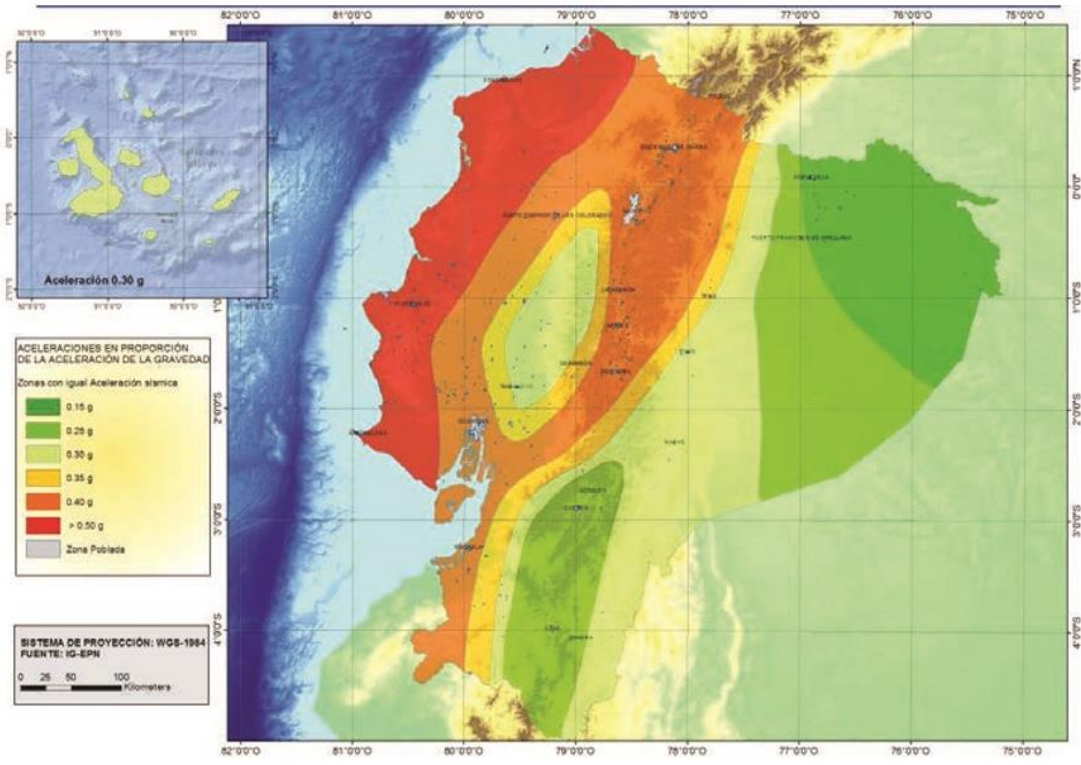


Figura 5.6.4.1.1

FUENTE: NEC-SE-DS-Peligro-Sísmico-parte-12, Figura 1

El mapa de zonificación sísmica para diseño se origina del estudio de peligro sísmico para un 10% de excedencia en 50 años (período de retorno de 475 años), el mismo que incluye una saturación a 0.50 g de los valores de aceleración sísmica en roca en el litoral ecuatoriano que caracteriza la zona VI.

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

Figura 5.6.4.1.2

FUENTE: NEC-SE-DS-Peligro-Sísmico-parte-12, Tabla 1

En la Figura 5.6.4.1.2 se describe los valores del factor “Z” en función de la zona sísmica adoptada.

Ciudad	Factor Z
Quito	0.4
Manta	0.5
Esmeraldas	0.5

Figura 5.6.4.1.3

FUENTE: NEC-SE-DS-Peligro-Sísmico-parte-12

En la Figura 5.6.4.1.3 podemos apreciar el valor del factor Z para la ciudad de Quito.

5.6.4.2 TIPOS DE PERFILES DE SUELO

En la NEC se definen seis tipos de perfiles de suelo, teniendo en cuenta que los parámetros utilizados en la clasificación correspondientes a los 30 metros superiores del perfil para todos los perfiles excepto el tipo F. Es importante conocer que aquellos perfiles en los que se encuentren estratos claramente diferentes deben subdividirse, asignándoles un subíndice “i” que va desde 1 en la superficie hasta “n” en la parte inferior de los 30 metros superiores del perfil.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100 \text{ KPa}$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ kPa} > S_u \geq 50 \text{ kPa}$

Figura 5.6.4.2.1

FUENTE: NEC-SE-DS-Peligro-Sísmico-parte-12, Tabla 2

En la Figura 5.6.4.2.1 podemos observar la clasificación de los perfiles de suelo correspondientes a los 30 metros superiores de cada perfil con la velocidad media de onda de corte V_s , es importante saber que los ensayos realizados en el sitio se deben hacer cada 1.50 metros.

El suelo de nuestro proyecto es del Tipo “D”.

5.6.4.3 COEFICIENTES DE PERFIL DE SUELO F_a , F_d y F_s

F_a es el coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto, es decir que F_a amplifica las ordenadas del espectro de respuesta elástico de aceleraciones para diseño en roca, tomando en cuenta los efectos del sitio.

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

Figura 5.6.4.3.1

FUENTE: NEC-SE-DS-Peligro-Sísmico-parte-12, Tabla 3

F_d es la amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamiento para diseño en roca, el mismo que amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca considerando los efectos del sitio.

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

Figura 5.6.4.3.2

FUENTE: NEC-SE-DS-Peligro-Sísmico-parte-12, Tabla 4

F_s es el comportamiento no lineal, el mismo que considera el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del periodo del sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos.

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

Figura 5.6.4.3.3

FUENTE: NEC-SE-DS-Peligro-Sísmico-parte-12, Tabla 5

5.6.4.4 COMPONENTES HORIZONTALES DE LA CARGA SÍSMICA: ESPECTRO ELÁSTICO DE DISEÑO

El espectro de respuesta elástico de aceleraciones “Sa”, es expresado como fracción de la aceleración de la gravedad, para el nivel del sismo de diseño, consistente con:

El factor de zona sísmica “Z”

El tipo de suelo del sitio de emplazamiento de la estructura

La consideración de los valores de los coeficientes de amplificación de suelo (Fa, Fd y Fs).

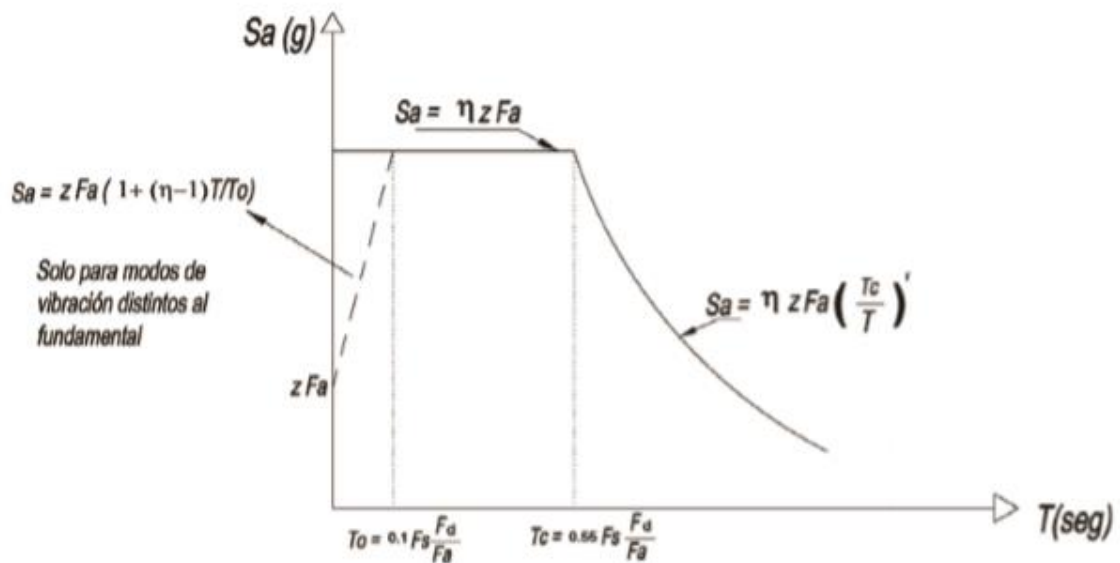


Figura 5.6.4.4.1

FUENTE: NEC-SE-DS-Peligro-Sísmico-parte-12, Figura 3

En la Figura 5.6.4.4.1 se puede apreciar el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.

Donde:

n = relación entre la aceleración espectral S_a ($T=0.1s$) y el PGA para el período de retorno seleccionado.

F_a = coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto. Amplifica las ordenadas del espectro de respuesta elástico de aceleraciones para diseño en roca, tomando en cuenta los efectos del sitio.

F_d = coeficiente de amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamiento para diseño en roca. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca considerando los efectos del sitio.

F_s = coeficiente de amplificación del suelo. Considera el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del periodo del sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos.

S_a = espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad g). Depende del período o modo de vibración de la estructura.

T = período fundamental de vibración de la estructura

T_o = período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.

T_c = período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño

Z = aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad g .

Dicho espectro, que obedece a una fracción de amortiguamiento respecto al crítico de 5%, se obtiene mediante las siguientes ecuaciones, válidas para períodos de vibración estructural T pertenecientes a 2 rangos:

$$S_a = n * Z * F_a \quad \text{para } 0 \leq T \leq T_c$$

$$S_a = n * Z * F_a \left(\frac{T_c}{T}\right)^r \quad \text{para } T > T_c$$

Donde:

r = factor usado en el espectro de diseño elástico, cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto

$$r = 1 \quad \text{para todos los suelos, con excepción del suelo tipo E}$$

$$r = 1.5 \quad \text{para tipo de suelo E}$$

Normalizando los análisis de las ordenadas de los espectros de peligro uniforme en roca para el 10% de probabilidad de excedencia en 50 años (período de retorno 475 años) para la aceleración máxima en el terreno " Z ", se definieron los valores de la relación de amplificación espectral, " n " (S_a/Z , en roca), que varían dependiendo de la región del Ecuador, adoptando los siguientes valores:

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

Los límites para el período de vibración T_c y T_l se obtienen de las siguientes expresiones:

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

$$T_l = 2.4 F_d$$

Para el análisis dinámico y, únicamente para evaluar la respuesta de los modos de vibración diferentes al modo fundamental, el valor de S_a debe evaluarse mediante la siguiente expresión, para valores de período de vibración menores a T_o :

$$S_a = Z * F_a \left[1 + (n - 1) * \frac{T}{T_o} \right] \quad \text{para } T \leq T_o$$

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

Una vez conocido cada uno de los términos y el proceso para obtener el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño, procedemos a crear nuestra tabla de Excel con los datos de nuestro proyecto, esta tabla se le encuentra en el Anexo 1.

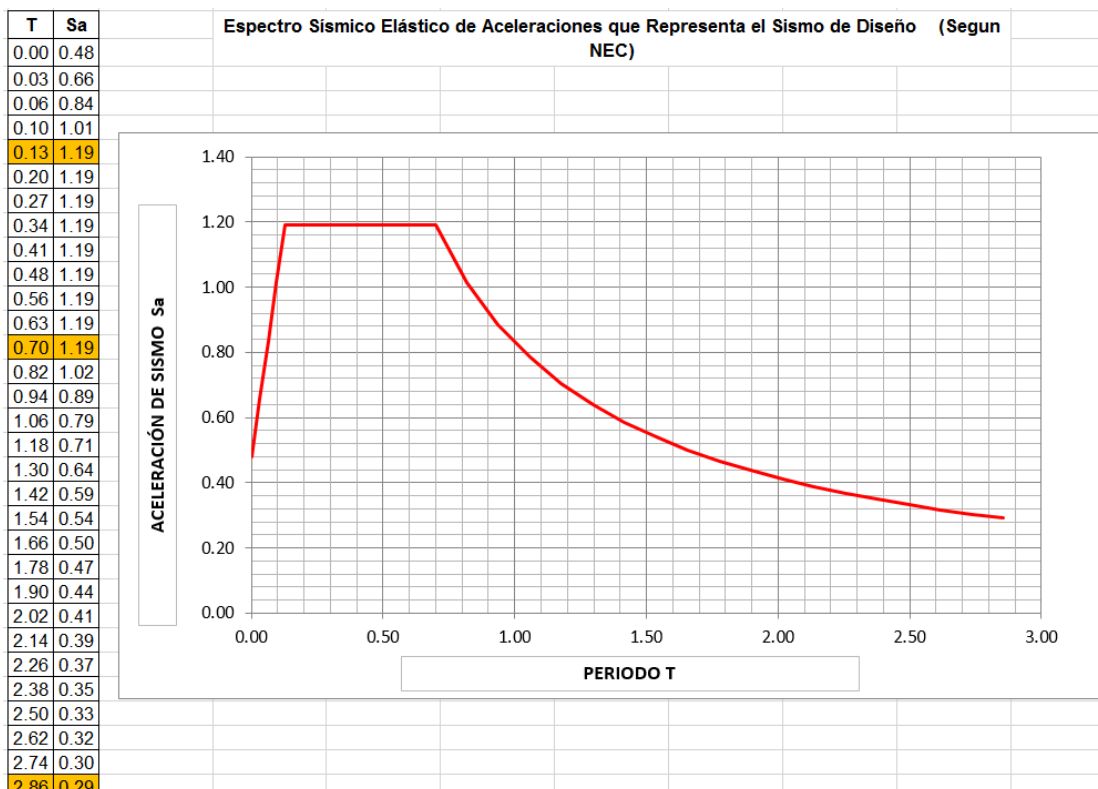


Figura 5.6.4.4.2

En la Figura 5.5.6.4.2 podemos observar el espectro sísmico elástico de aceleraciones de nuestro proyecto, el mismo que procedemos a programar en el software de la siguiente manera:

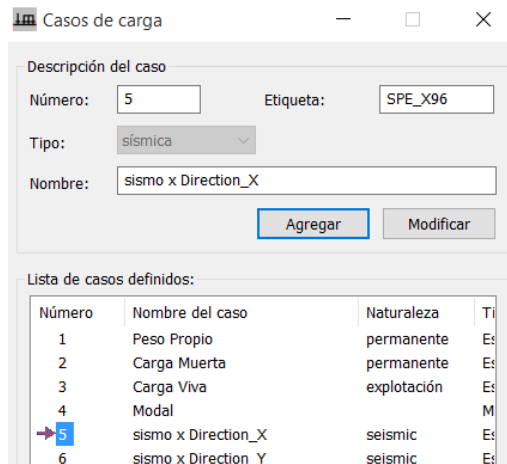


Figura 5.6.4.4.3

Creamos los dos nuevos casos de carga, uno para el sismo en dirección “X” y otro para el sismo en dirección “Y”, los dos casos son del tipo “sísmica”, tal como se puede apreciar en la Figura 5.6.4.4.3.

Luego definimos un nuevo caso para el tipo de análisis de la estructura, el mismo que será “Espectral”, como se indica en la Figura 5.6.4.4.4:

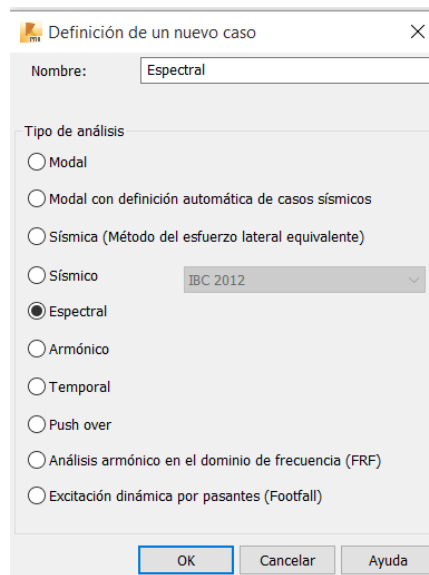


Figura 5.6.4.4.4

Una vez creado el tipo de análisis espectral, procedemos a definir el espectro con el nombre de “nec11”, teniendo en cuenta que en la abscisa (eje X) se encuentra el período y en la ordenada (eje Y) se encuentra la aceleración, tal como se muestra en la Figura 5.6.4.4.5:

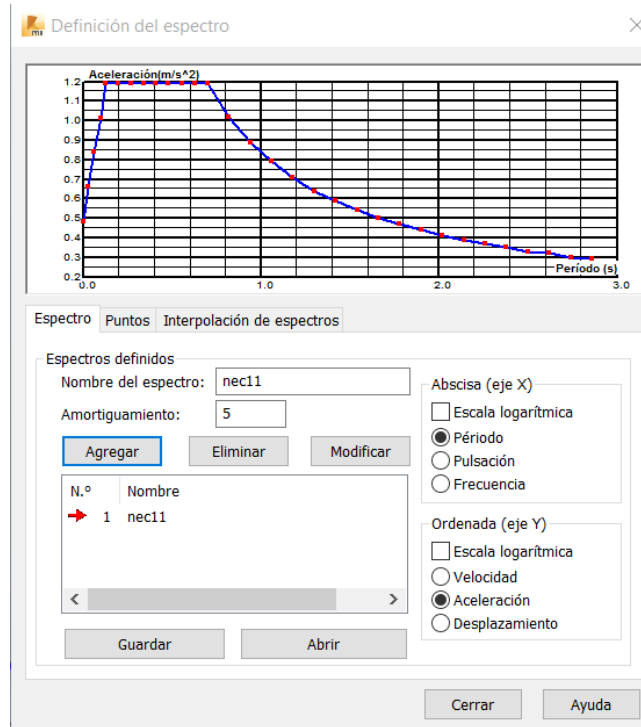


Figura 5.6.4.4.5

Para ingresar los puntos que obtuvimos en la tabla de Excel del período fundamental de vibración y del espectro de respuesta elástico de aceleraciones, procedemos a agregar los puntos como se indica en la Figura 5.6.4.4.6, donde además nos muestra el gráfico aceleración vs periodo.

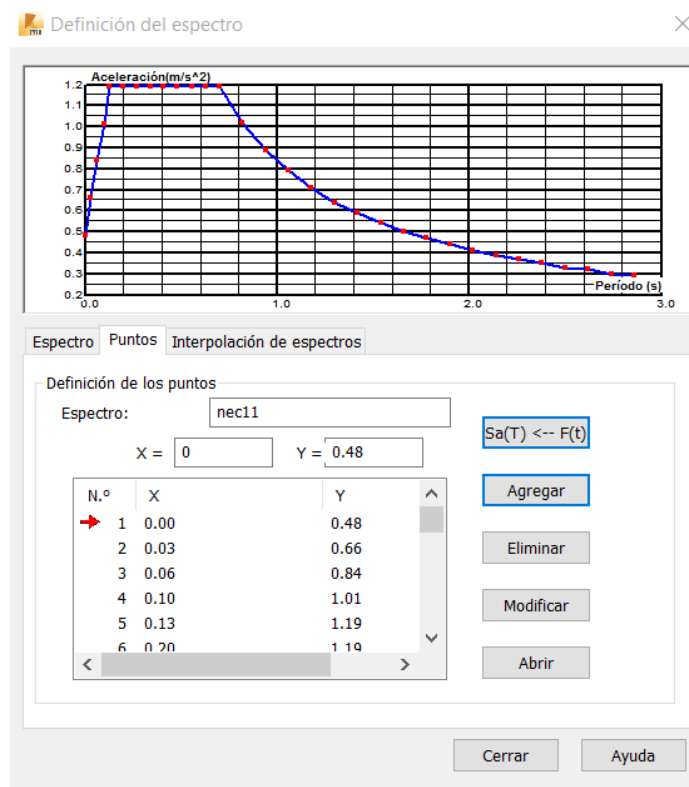


Figura 5.6.4.4.6

Es importante definir la dirección del sismo, ya que este se presenta en la dirección “X” y en la dirección “Y”, tal como se muestra en la Figura 5.6.4.4.7:

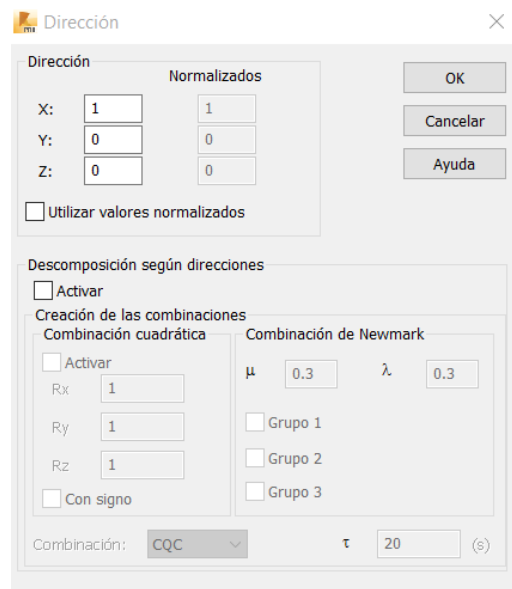


Figura 5.6.4.4.7

El mismo proceso se realiza para definir el espectro en dirección “Y”, teniendo en cuenta que se debe cambiar la dirección como se define en la Figura 5.6.4.4.7.

De esta manera queda cargado el sismo de diseño para la estructura en análisis como un nuevo caso de carga, los mismos que se ven involucrados en las diferentes combinaciones de carga que analizaremos más adelante.

5.6.4.5 COEFICIENTE DE MODIFICACIÓN DE RESPUESTA “R”

El coeficiente de modificación de respuesta “R” permite una reducción de las fuerzas sísmicas de diseño, esto se permite siempre y cuando las estructuras y sus conexiones se diseñen para desarrollar un mecanismo de falla previsible y con una correcta ductilidad, para que el daño se concentre en las secciones especialmente detalladas para funcionar como rótulas plásticas.

Este coeficiente además de proporcionar el mecanismo de falla previsible, genera una variación de gran importancia en el tamaño de los elementos estructurales que forman parte del diseño.

Este factor “R” depende de ciertas variables como:

tipo de estructura

tipo de suelo

período de vibración considerado

factores de ductilidad, sobre resistencia, redundancia y amortiguamiento de una estructura en condiciones límite

Nuestro proyecto se ha detallado como un sistema estructural del tipo “Pórtico Especial Sismo Resistente”, el mismo que se define como una estructura formada por columnas y vigas descolgadas del sistema de piso, capaz de resistir cargas verticales y de origen sísmico; es decir que tanto el pórtico como la conexión viga-columna deben ser capaces de resistir tales fuerzas. Este sistema estructural está especialmente diseñado y detallado para presentar un comportamiento estructural dúctil.

Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), en su capítulo de Peligro Sísmico, el valor del coeficiente de modificación de respuesta “R”, se describe en la siguiente tabla:

Sistemas Estructurales Dúctiles	R
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras.	7
Pórticos resistentes a momentos	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.	8
Pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.	8
Otros sistemas estructurales para edificaciones	
Sistemas de muros estructurales dúctiles de hormigón armado.	5
Pórticos especiales sismo resistentes de hormigón armado con vigas banda.	5

Figura 5.6.4.5.1

FUENTE: NEC-SE-DS-Peligro-Sísmico-parte-21, Tabla 15

Como podemos apreciar en la Figura 5.6.4.5.1 nuestro valor del coeficiente “R” para el sistema de pórtico especial sismo resistente, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas es 8.

5.6.4.6 ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA MEDIANTE LA NORMA ASCE/SEI 7-10

Lo que primero tenemos que analizar con la norma ASCE/SEI 7-10 “Minimun Design Loads for Buildings and Other Structures”, es la categoría de riesgo de la estructura para los sismos, la misma que se evalúa con la Tabla 1.5-1 del código, la misma que se presenta en la Figura 5.6.4.6.1:

Use or Occupancy of Buildings and Structures	Risk Category
Buildings and other structures that represent a low risk to human life in the event of failure	I
All buildings and other structures except those listed in Risk Categories I, III, and IV	II
Buildings and other structures, the failure of which could pose a substantial risk to human life.	III
Buildings and other structures, not included in Risk Category IV, with potential to cause a substantial economic impact and/or mass disruption of day-to-day civilian life in the event of failure.	
Buildings and other structures not included in Risk Category IV (including, but not limited to, facilities that manufacture, process, handle, store, use, or dispose of such substances as hazardous fuels, hazardous chemicals, hazardous waste, or explosives) containing toxic or explosive substances where their quantity exceeds a threshold quantity established by the authority having jurisdiction and is sufficient to pose a threat to the public if released.	
Buildings and other structures designated as essential facilities.	IV
Buildings and other structures, the failure of which could pose a substantial hazard to the community.	
Buildings and other structures (including, but not limited to, facilities that manufacture, process, handle, store, use, or dispose of such substances as hazardous fuels, hazardous chemicals, or hazardous waste) containing sufficient quantities of highly toxic substances where the quantity exceeds a threshold quantity established by the authority having jurisdiction to be dangerous to the public if released and is sufficient to pose a threat to the public if released. ^a	
Buildings and other structures required to maintain the functionality of other Risk Category IV structures.	

^aBuildings and other structures containing toxic, highly toxic, or explosive substances shall be eligible for classification to a lower Risk Category if it can be demonstrated to the satisfaction of the authority having jurisdiction by a hazard assessment as described in Section 1.5.2 that a release of the substances is commensurate with the risk associated with that Risk Category.

Figura 5.6.4.6.1

FUENTE: ASCE/SEI 7-10 “Minimun Design Loads for Buildings and Other Structures” – CHAPTER 1 – TABLE 1.5-1

Nuestra estructura se encuentra en la categoría I de riesgos, descrita según el código.

La carga viva que cargamos a nuestro edificio, según la NEC para residencias es de 0.2 ton/m²; según la ASCE/SEI 7-10, la carga viva para residencias es de 1.92 Kn/m², tal como se indica en la Figura 5.6.4.6.2, que transformando a ton/m² nos da un valor de 0.193, muy cercano a 0.2 ton/m², por lo que podemos decir que está correctamente cargada nuestra estructura.

Table 4-1 (Continued)

Occupancy or Use	Uniform psf (kN/m ²)	Conc. lb (kN)
Office buildings		
File and computer rooms shall be designed for heavier loads based on anticipated occupancy		
Lobbies and first-floor corridors	100 (4.79)	2,000 (8.90)
Offices	50 (2.40)	2,000 (8.90)
Corridors above first floor	80 (3.83)	2,000 (8.90)
Penal institutions		
Cell blocks	40 (1.92)	
Corridors	100 (4.79)	
Recreational uses		
Bowling alleys, poolrooms, and similar uses	75 (3.59) ^a	
Dance halls and ballrooms	100 (4.79) ^a	
Gymnasiums	100 (4.79) ^a	
Reviewing stands, grandstands, and bleachers	100 (4.79) ^{a,t}	
Stadiums and arenas with fixed seats (fastened to the floor)	60 (2.87) ^{a,t}	
Residential		
One- and two-family dwellings		
Uninhabitable attics without storage	10 (0.48) ^f	
Uninhabitable attics with storage	20 (0.96) ^m	
Habitable attics and sleeping areas	30 (1.44)	
All other areas except stairs	40 (1.92)	
All other residential occupancies		
Private rooms and corridors serving them	40 (1.92)	
Public rooms ^a and corridors serving them	100 (4.79)	

Figura 5.6.4.6.2

FUENTE: ASCE/SEI 7-10 “Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures” – CHAPTER 4 – TABLE 4-1

Ahora tenemos que saber en qué categoría sísmica se encuentra nuestra estructura, esto lo podemos realizar gracias a la sección 11.6 del código ASCE/SEI 7-10, la misma que nos indica que para estructuras que están localizadas donde el parámetro de aceleración de respuesta espectral “S₁” es mayor o igual a 0.75, deberán ser asignadas a la Categoría de Diseño Sísmico “E”. Como el valor de “S₁” para Quito es de 0.82, tal como se indica en la Figura 5.6.4.6.3, la categoría para nuestro proyecto es la “E”.

Ciudad	S _S	S ₁
Esmeraldas	3,42	1,37
Manta	1,97	0,79
Quito	2,04	0,82

Figura 5.6.4.6.3

FUENTE: <http://earthquake.usgs.gov/designmaps>

Una vez encontrada la categoría de diseño sísmico, procedemos a encontrar los coeficientes de diseño y factores para las fuerzas sísmicas, esto según la tabla 12.2-1 del código ASCE/SEI 7-10. Como nuestro proyecto es una estructura de acero especial a momento, tenemos que encontrar ese caso en la tabla, tal como se muestra en la Figura 5.6.4.6.4:

Table 12.2-1 (Continued)

Seismic Force-Resisting System	ASCE 7 Section Where Detailing Requirements Are Specified	Response Modification Coefficient, R ^a	Overstrength Factor, Ω_0^b	Deflection Amplification Factor, C _d ^b	Structural System Limitations Including Structural Height, h _s (ft) Limits ^c				
					Seismic Design Category				
					B	C	D ^d	E ^d	F ^e
C. MOMENT-RESISTING FRAME SYSTEMS									
1. Steel special moment frames	14.1 and 12.2.5.5	8	3	5½	NL	NL	NL	NL	NL
2. Steel special truss moment frames	14.1	7	3	5½	NL	NL	160	100	NP
3. Steel intermediate moment frames	12.2.5.7 and 14.1	4½	3	4	NL	NL	35 ^h	NP ^h	NP ^h
4. Steel ordinary moment frames	12.2.5.6 and 14.1	3½	3	3	NL	NL	NP ⁱ	NP ⁱ	NP ⁱ
5. Special reinforced concrete moment frames ^g	12.2.5.5 and 14.2	8	3	5½	NL	NL	NL	NL	NL
6. Intermediate reinforced concrete moment frames	14.2	5	3	4½	NL	NL	NP	NP	NP
7. Ordinary reinforced concrete moment frames	14.2	3	3	2½	NL	NP	NP	NP	NP
8. Steel and concrete composite special moment frames	12.2.5.5 and 14.3	8	3	5½	NL	NL	NL	NL	NL
9. Steel and concrete composite intermediate moment frames	14.3	5	3	4½	NL	NL	NP	NP	NP
10. Steel and concrete composite partially restrained moment frames	14.3	6	3	5½	160	160	100	NP	NP
11. Steel and concrete composite ordinary moment frames	14.3	3	3	2½	NL	NP	NP	NP	NP
12. Cold-formed steel—special bolted moment frame ^f	14.1	3½	3 ^o	3½	35	35	35	35	35

Figura 5.6.4.6.4

FUENTE: ASCE/SEI 7-10 “Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures” – CHAPTER 12 – TABLE 12.2-1

Como podemos apreciar, el valor del coeficiente de reducción sísmica “R”, tiene el mismo valor de 8 como nos presenta la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). Además podemos apreciar que nuestro proyecto al ser una estructura de acero especial a momento, no tiene ningún impedimento o límites para cualquier categoría de diseño sísmico, sabiendo que nuestra categoría es la “E”.

La primera columna de la tabla 12.2-1, nos indica la sección del código con la cual se debe analizar a la estructura; en este caso nos indica la sección 14.1 y la sección 12.2.5.5.

En la sección 14.1, el párrafo 14.1.2.2.2 nos dice lo siguiente: las estructuras de acero asignadas a la categoría de diseño sísmico D, E o F deberán ser diseñadas y detalladas de acuerdo con la norma AISC 341; y es lo que en este proyecto hemos hecho tanto para las columnas como para las vigas.

La sección 12.2.5.5 nos indica que para las estructuras de diseño sísmico tipo D, E o F, no se deberá cambiar el valor del coeficiente de reducción sísmica “R” presentado en la Tabla 12.2-1 a menos que los requisitos de las secciones 12.3.3.2 y 12.3.3.4 se cumplan; en nuestro caso no es necesario ver si se cumplen los requisitos de esas secciones ya que el valor de “R” es de 8 tanto en la NEC como en la ASCE/SEI 7-10.

5.6.5 ANÁLISIS MODAL

Cuando se realiza un análisis se debe considerar todos los modos de vibración de una estructura que contribuyan significativamente a la respuesta total de la misma. Este objetivo puede tener lugar siempre y cuando se utilicen todos los modos que involucren la participación de una masa modal acumulada de al menos el 90% de la masa total de la estructura, en cada una de las direcciones horizontales consideradas.

El programa utilizado para modelar el proyecto, utiliza las propiedades estructurales y las características de deformación de los elementos resistentes, en un análisis apropiado y adecuadamente sustentado. La expresión con la cual trabaja el software es aplicada en cada dirección principal de la estructura o por medio de un análisis modal, y la expresión es la siguiente:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n w_i \delta_i^2}{g \sum_{i=1}^n f_i \delta_i}}$$

Donde:

f_i = representa cualquier distribución aproximada de las fuerzas laterales en el piso i .

δ = deflexión elástica del piso i , calculada utilizando las fuerzas laterales f_i

W_i = peso asignado al piso o nivel i de la estructura, siendo una fracción de la carga reactiva W

Figura 5.6.5.1

En la Figura 5.6.5.1 podemos apreciar cómo se programó el caso de carga tipo “Modal” en el software.

5.6.6 COMBINACIONES DE CARGA

Las construcciones en general se deben diseñar para resistir las combinaciones de:

- Cargas permanentes
- Cargas variables (cargas vivas y cargas estáticas)
- Cargas accidentales (acciones sísmicas)

Para obtener un diseño correcto, la estructura y sus elementos se deben diseñar de tal forma que las resistencias de cálculo sean mayores o iguales a los resultados de las cargas nominales incrementadas, de acuerdo a las siguientes combinaciones:

Combinación 1

1.4 D

Combinación 2

1.2 D + 1.6 L + 0.5max[L_r ; S ; R]

Combinación 3*

1.2 D + 1.6 max[L_r ; S ; R] + max[L ; 0.5W]

Combinación 4*

1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 max[L_r ; S ; R]

Combinación 5*

1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S

Figura 5.6.6.1

FUENTE: NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN (NEC) – CAPÍTULO CARGAS GRAVITACIONALES

Donde:

D = carga permanente

E = carga sísmica

L = sobrecarga debido a la ocupación

L_r = sobrecarga de la cubierta

R = carga de lluvia sobre la cubierta

S = carga de nieve

W = carga de viento

Una vez que conocemos las cinco diferentes combinaciones de carga que nos ofrece la NEC, tenemos que aplicar al modelo cada una de las combinaciones con cada diferente sentido en la cual se pueda presentar en la estructura; esto quiere decir que por ejemplo la carga “E” de sismo tiene diferentes direcciones de aplicación, por lo cual se debe representar cada uno de los sentidos con su respectivo signo en cada una de las combinaciones, como se presenta a continuación en la tabla generada por el software.

Combinación	Nombre	Caso	Coef.	Caso	Coef.	Caso	Coef.	Caso	Coef.	Caso	Coef.	
7 (C)		7	1	1.400	2	1.400						
8 (C)		8	1	1.200	2	1.200	3	1.600				
9 (C)		9	1	1.200	2	1.200	3	1.000				
10 (C)		10	1	1.200	2	1.200						
11 (C) (CQC)		11	1	1.200	2	1.200	3	0.500	5	1.000		
12 (C) (CQC)		12	1	1.200	2	1.200	3	0.500	5	-1.000		
13 (C) (CQC)		13	1	1.200	2	1.200	5	1.000				
14 (C) (CQC)		14	1	1.200	2	1.200	5	-1.000				
15 (C) (CQC)		15	1	1.200	2	1.200	3	0.500	6	1.000		
16 (C) (CQC)		16	1	1.200	2	1.200	3	0.500	6	-1.000		
17 (C) (CQC)		17	1	1.200	2	1.200	6	1.000				
18 (C) (CQC)		18	1	1.200	2	1.200	6	-1.000				
19 (C)		19	1	1.000	2	1.000						
20 (C) (CQC)		20	1	0.900	2	0.900	5	1.000				
21 (C) (CQC)		21	1	0.900	2	0.900	5	-1.000				
22 (C) (CQC)		22	1	0.900	2	0.900	6	1.000				
23 (C) (CQC)		23	1	0.900	2	0.900	6	-1.000				
24 (C) (CQC)		24	1	1.200	2	1.200	3	0.500	5	1.000	6	0.300
25 (C) (CQC)		25	1	1.200	2	1.200	3	0.500	5	1.000	6	-0.300
26 (C) (CQC)		26	1	1.200	2	1.200	3	0.500	5	-1.000	6	0.300
27 (C) (CQC)		27	1	1.200	2	1.200	3	0.500	5	-1.000	6	-0.300
28 (C) (CQC)		28	1	1.200	2	1.200	5	1.000	6	0.300		
29 (C) (CQC)		29	1	1.200	2	1.200	5	1.000	6	-0.300		
30 (C) (CQC)		30	1	1.200	2	1.200	5	-1.000	6	0.300		
31 (C) (CQC)		31	1	1.200	2	1.200	5	-1.000	6	-0.300		
32 (C) (CQC)		32	1	1.200	2	1.200	3	0.500	6	1.000	5	0.300
33 (C) (CQC)		33	1	1.200	2	1.200	3	0.500	6	1.000	5	-0.300
34 (C) (CQC)		34	1	1.200	2	1.200	3	0.500	6	-1.000	5	0.300
35 (C) (CQC)		35	1	1.200	2	1.200	3	0.500	6	-1.000	5	-0.300
36 (C) (CQC)		36	1	1.200	2	1.200	6	1.000	5	0.300		
37 (C) (CQC)		37	1	1.200	2	1.200	6	1.000	5	-0.300		
38 (C) (CQC)		38	1	1.200	2	1.200	6	-1.000	5	0.300		
39 (C) (CQC)		39	1	1.200	2	1.200	6	-1.000	5	-0.300		
40 (C) (CQC)		40	1	0.900	2	0.900	5	1.000	6	0.300		
41 (C) (CQC)		41	1	0.900	2	0.900	5	1.000	6	-0.300		
42 (C) (CQC)		42	1	0.900	2	0.900	5	-1.000	6	0.300		
43 (C) (CQC)		43	1	0.900	2	0.900	5	-1.000	6	-0.300		
44 (C) (CQC)		44	1	0.900	2	0.900	6	1.000	5	0.300		
45 (C) (CQC)		45	1	0.900	2	0.900	6	1.000	5	-0.300		
46 (C) (CQC)		46	1	0.900	2	0.900	6	-1.000	5	0.300		
47 (C) (CQC)		47	1	0.900	2	0.900	6	-1.000	5	-0.300		
48 (C) (CQC)		48	1	1.470	2	1.470	3	0.500	5	1.000	6	0.300
49 (C) (CQC)		49	1	1.470	2	1.470	3	0.500	5	1.000	6	-0.300
50 (C) (CQC)		50	1	1.470	2	1.470	3	0.500	5	-1.000	6	0.300
51 (C) (CQC)		51	1	1.470	2	1.470	3	0.500	5	-1.000	6	-0.300
52 (C) (CQC)		52	1	1.470	2	1.470	5	1.000	6	0.300		
53 (C) (CQC)		53	1	1.470	2	1.470	5	1.000	6	-0.300		
54 (C) (CQC)		54	1	1.470	2	1.470	5	-1.000	6	0.300		
55 (C) (CQC)		55	1	1.470	2	1.470	5	-1.000	6	-0.300		
56 (C) (CQC)		56	1	1.470	2	1.470	3	0.500	6	1.000	5	0.300
57 (C) (CQC)		57	1	1.470	2	1.470	3	0.500	6	1.000	5	-0.300
58 (C) (CQC)		58	1	1.470	2	1.470	3	0.500	6	-1.000	5	0.300
59 (C) (CQC)		59	1	1.470	2	1.470	3	0.500	6	-1.000	5	-0.300
60 (C) (CQC)		60	1	1.470	2	1.470	6	1.000	5	0.300		
61 (C) (CQC)		61	1	1.470	2	1.470	6	1.000	5	-0.300		
62 (C) (CQC)		62	1	1.470	2	1.470	6	-1.000	5	0.300		
63 (C) (CQC)		63	1	1.470	2	1.470	6	-1.000	5	-0.300		
64 (C) (CQC)		64	1	1.170	2	1.170	5	1.000	6	0.300		
65 (C) (CQC)		65	1	1.170	2	1.170	5	1.000	6	-0.300		
66 (C) (CQC)		66	1	1.170	2	1.170	5	-1.000	6	0.300		
67 (C) (CQC)		67	1	1.170	2	1.170	5	-1.000	6	-0.300		
68 (C) (CQC)		68	1	1.170	2	1.170	6	1.000	5	0.300		
69 (C) (CQC)		69	1	1.170	2	1.170	6	1.000	5	-0.300		
70 (C) (CQC)		70	1	1.170	2	1.170	6	-1.000	5	0.300		
71 (C) (CQC)		71	1	1.170	2	1.170	6	-1.000	5	-0.300		
72 (C) (CQC)		72	1	0.930	2	0.930	3	0.500	5	1.000	6	0.300
73 (C) (CQC)		73	1	0.930	2	0.930	3	0.500	5	1.000	6	-0.300
74 (C) (CQC)		74	1	0.930	2	0.930	3	0.500	5	-1.000	6	0.300
75 (C) (CQC)		75	1	0.930	2	0.930	3	0.500	5	-1.000	6	-0.300
76 (C) (CQC)		76	1	0.930	2	0.930	5	1.000	6	0.300		
77 (C) (CQC)		77	1	0.930	2	0.930	5	1.000	6	-0.300		
78 (C) (CQC)		78	1	0.930	2	0.930	5	-1.000	6	0.300		
79 (C) (CQC)		79	1	0.930	2	0.930	5	-1.000	6	-0.300		
80 (C) (CQC)		80	1	0.930	2	0.930	3	0.500	6	1.000	5	0.300
81 (C) (CQC)		81	1	0.930	2	0.930	3	0.500	6	1.000	5	-0.300
82 (C) (CQC)		82	1	0.930	2	0.930	3	0.500	6	-1.000	5	0.300
83 (C) (CQC)		83	1	0.930	2	0.930	3	0.500	6	-1.000	5	-0.300
84 (C) (CQC)		84	1	0.930	2	0.930	6	1.000	5	0.300		

85 (C) (CQC)	85	1	0.930	2	0.930	6	1.000	5	-0.300		
86 (C) (CQC)	86	1	0.930	2	0.930	6	-1.000	5	0.300		
87 (C) (CQC)	87	1	0.930	2	0.930	6	-1.000	5	-0.300		
88 (C) (CQC)	88	1	0.630	2	0.630	5	1.000	6	0.300		
89 (C) (CQC)	89	1	0.630	2	0.630	5	1.000	6	-0.300		
90 (C) (CQC)	90	1	0.630	2	0.630	5	-1.000	6	0.300		
91 (C) (CQC)	91	1	0.630	2	0.630	5	-1.000	6	-0.300		
92 (C) (CQC)	92	1	0.630	2	0.630	6	1.000	5	0.300		
93 (C) (CQC)	93	1	0.630	2	0.630	6	1.000	5	-0.300		
94 (C) (CQC)	94	1	0.630	2	0.630	6	-1.000	5	0.300		
95 (C) (CQC)	95	1	0.630	2	0.630	6	-1.000	5	-0.300		

Figura 5.6.6.2

El programa generó 95 combinaciones de carga, de las 5 combinaciones que nos proporciona la NEC, como se puede apreciar en la Figura 5.6.6.2.

Existe una combinación especial, en la cual solo se incluyeron las cargas de peso propio, carga viva y carga muerta; es decir las cargas que no le producen desplazamiento lateral a la estructura. Esto con el fin de obtener los parámetros de “Pnt” y “Mnt” que se utilizan en el análisis aproximado de segundo orden.

“Pnt” es la fuerza axial de primer orden usando las combinaciones LRFD o ASD, cuando en la estructura no hay desplazamiento lateral, kgf (N).

“Mnt” es el momento de primer orden usando las combinaciones LRFD o ASD, cuando en la estructura no hay desplazamiento lateral, kgf.m (N.mm).

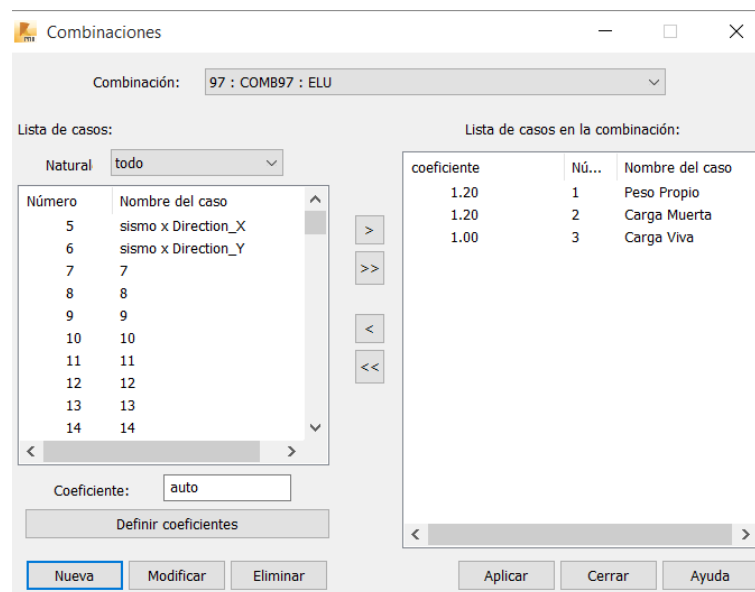


Figura 5.6.6.3

Como podemos apreciar en la Figura 5.6.6.3 la nueva combinación de carga solo tiene los casos de carga antes mencionados multiplicados por un factor: 1.2 PP + 1.2 CM + 1.0 CV

5.6.7 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL EDIFICIO CON COLUMNAS CON PERFILES HUECOS VACÍOS

Una vez modelada la estructura y cargada con todos los casos de carga señalados en los capítulos anteriores, procedemos a correr el programa para que nos entregue los resultados de un análisis de primer orden, los mismos que se utilizarán en el análisis de segundo orden, tanto para las columnas como para las vigas.

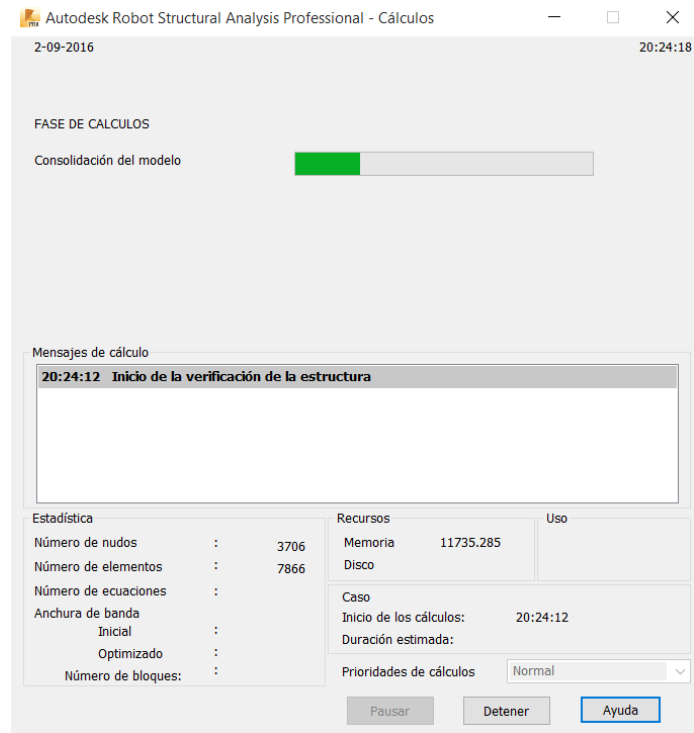


Figura 5.6.7.1

En la Figura 5.6.7.1 podemos apreciar cómo se ejecuta el análisis de la estructura, mediante el software.

Luego procedemos al dimensionamiento de las barras de acero, esto con el fin de corroborar que tanto las vigas como las columnas tengan una sección eficiente.

Tenemos que encontrar el valor del coeficiente de longitud de pandeo tanto en la dirección "X" como en la dirección "Y", esto se realiza de la siguiente manera como se muestra en la Figura 5.6.7.2:

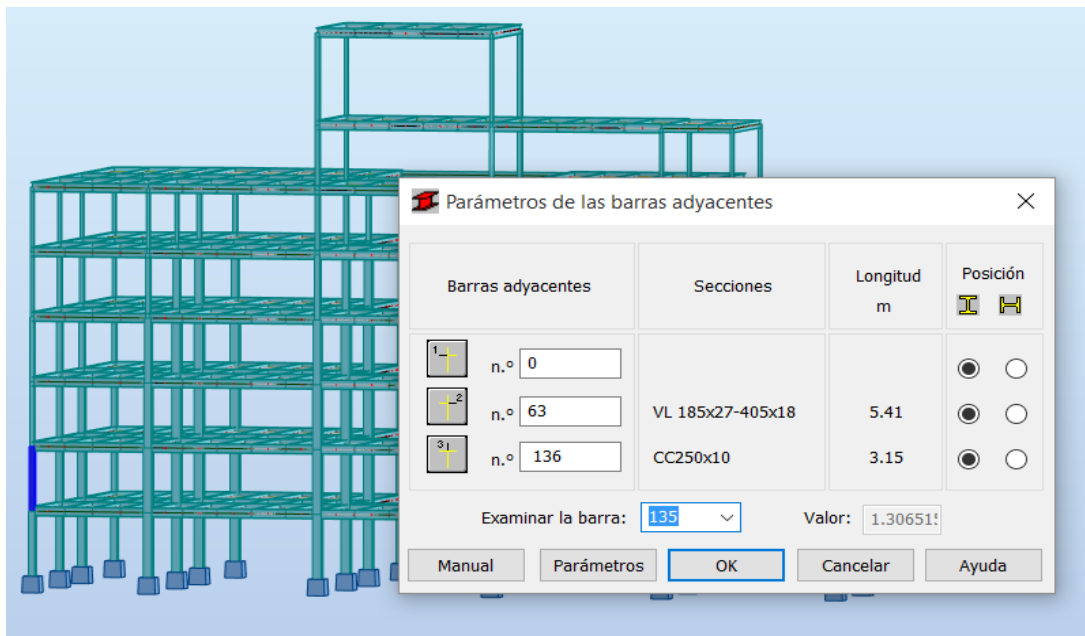


Figura 5.6.7.2

Una vez encontrado el valor de “Kx” y “Ky”, aplicamos este valor a la barra correspondiente y procedimos a evaluarla con todos los casos de carga correspondientes, tal como se muestra en la Figura 5.6.7.3:

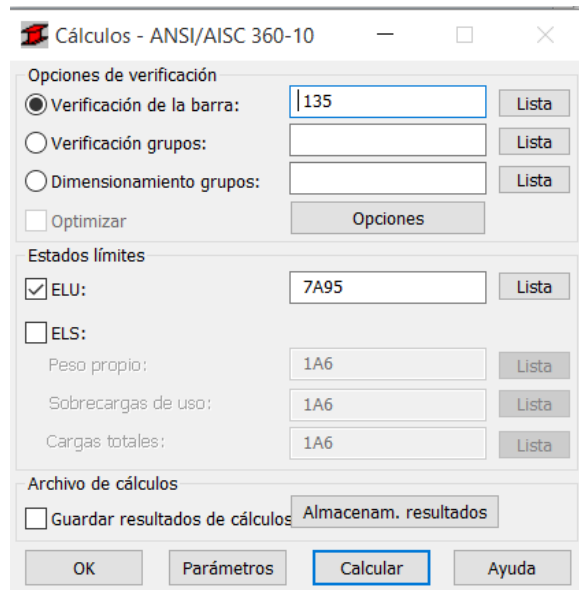


Figura 5.6.7.3

Ahora procedemos a calcular el perfil, para comprobar que esta todo correcto, tanto en resistencia, solicitud y estabilidad. Además nos muestra el peor caso de carga para ese perfil, tal como se muestra en la Figura 5.6.7.4:

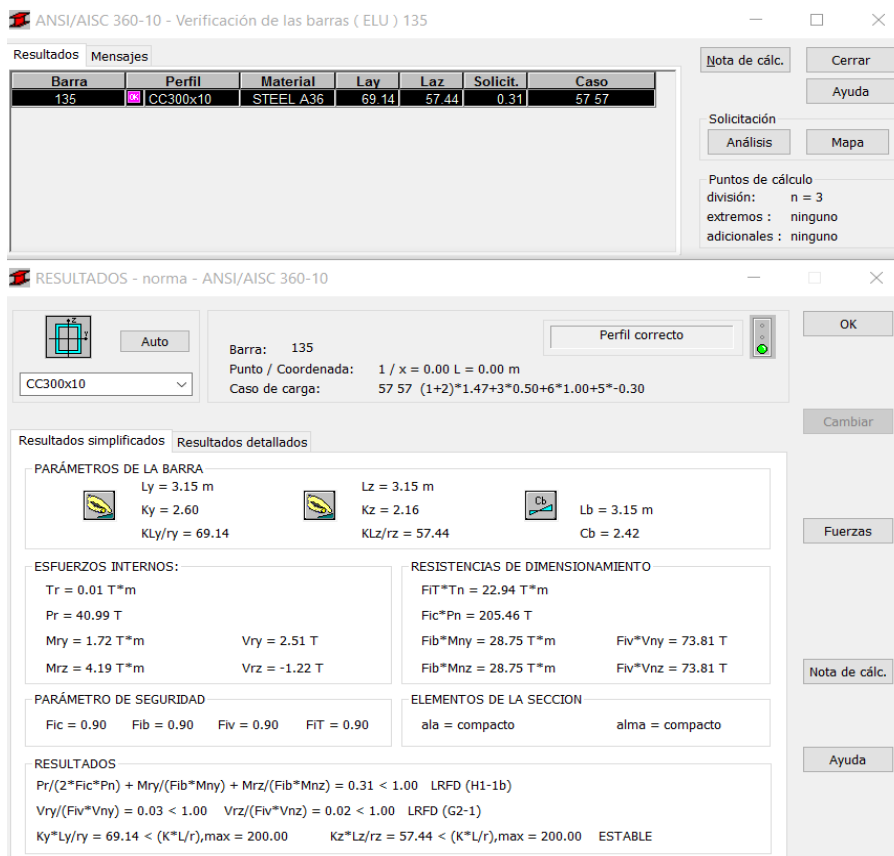


Figura 5.6.7.4

Como se puede observar, el perfil de la columna 135 tiene una solitud de 0.31, lo cual es correcto ya que no es mayor que 1. Luego nos muestra que la peor combinación de carga es la número 57, la longitud sin arriostrar “Lb”, la resistencia a la compresión “Fic*Pn”, que el elemento tiene alas compactas y alma compacta, y sobre todo que el perfil es estable.

La nota de cálculo de este perfil se presenta en el Anexo 2.

Luego de tener el análisis de primer orden que nos presenta el programa, procedemos a realizar el análisis de segundo orden, según la Especificación ANSI/AISC 360-10 para Construcciones de Acero, Capítulo H “Diseño de Miembros para Solicitaciones Combinadas y Torsión”, y el Anexo 8 “Análisis Aproximado de Segundo Orden”.

La resistencia de segundo orden requerido a flexión, Mr y la resistencia axial, Pr, de todos los miembros deben ser determinada de la siguiente manera:

$$Mr = B1 * Mnt + B2 * Mlt \quad (A-8-1)$$

$$Pr = Pnt + B2 * Plt \quad (A-8-2)$$

Donde:

B1 = factor que amplifica los efectos P-δ, determinado para cada miembro solicitado a compresión y a flexión.

B2 = factor amplificador que toma en cuenta los efectos P-Δ, determinados para cada entrepiso de la estructura.

Mlt = momento de primer orden usando las combinaciones LRFD o ASD, originado solo por el desplazamiento lateral de la estructura, kgf-m (N-mm).

Mnt = momento de primer orden usando las combinaciones LRFD o ASD, cuando en la estructura no hay desplazamiento lateral, kgf-m (N-mm).

Mr = resistencia requerida de segundo orden a flexión usando las combinaciones LRFD o ASD, kgf-m (N-mm).

Plt = fuerza axial de primer orden usando las combinaciones LRFD o ASD, originado solo por el desplazamiento lateral de la estructura, kgf (N).

Pnt = fuerza axial de primer orden usando las combinaciones LRFD o ASD, cuando en la estructura no hay desplazamiento lateral, kgf (N).

Pr = resistencia requerida de segundo orden a tensión axial usando las combinaciones LRFD o ASD, kgf-m (N-mm).

El amplificador B2 para cada entrepiso y en cada dirección de traslación es calculado como sigue:

$$B_2 = \frac{1}{1 - \frac{\alpha P_{entrepiso}}{P_{e\text{ entrepiso}}}} \geq 1 \quad (A-8-6)$$

Donde:

α = 1.00 (LRFD)

Pentrepiso = carga vertical total soportada por el piso empleando las combinaciones de carga LRDF o ASD, incluyendo las cargas en las columnas que no sean parte del sistema resistente a cargas laterales, kgf (N).

Pe entrepiso = resistencia a pandeo elástico del entrepiso, en la dirección de traslación considerada, determinada mediante análisis al pandeo por desplazamiento lateral, kgf (N) o según:

$$P_{e \text{ entrepiso}} = R_M \frac{HL}{\Delta H} \quad (\text{A-8-7})$$

Donde:

$$R_M = 1 - 0.15 \left(\frac{P_{mf}}{P_{E \text{ entrepiso}}} \right) \quad (\text{A-8-8})$$

L = altura de entrepiso, m (mm)

Pmf = carga vertical total en las columnas en el piso que sean parte de marcos rígidos, si existiera alguno, en la dirección de traslación considerada (=0 para sistemas de marcos arriostrados), kgf (N).

ΔH = deriva de entrepiso de primer orden en la dirección de traslación considerada, debido a las cargas laterales, mm (cm).

H = esfuerzo de corte de piso, en la dirección de traslación considerada, debido a las cargas laterales empleadas en el cálculo de ΔH, kgf (N).

Como la carga vertical total en las columnas y la resistencia al pandeo elástico del entrepiso son iguales ya que nuestra estructura es un pórtico resistente a momento, este valor de RM es igual a 0.85.

Para obtener el valor de Hx procedemos a seleccionar todas las columnas del piso en análisis, aplicamos el estado de carga sismo x Direction_X, siempre en la combinación CQC, la misma que significa "Combinación Cuadrática Completa"; en el ícono de resultados procedemos a seleccionar las reacciones, nos entrega una tabla el programa donde al final nos indica la suma de los esfuerzos y la suma de las reacciones, las mismas que deben ser iguales o muy similares, caso contrario existe una falla en el modelo. Se procede a realizar el mismo proceso para obtener el valor de Hy, teniendo en cuenta que ahora el estado de carga es sismo x Direction_Y. En la Figura 5.6.7.5 se puede apreciar los valores de la suma de esfuerzos y la suma de las reacciones.

Caso	5 - sismo x Direction_X					
Modo CQC						
Suma final	140.02	26.40	179.30	56.67	325.22	2.62
Suma de reacciones <	139.45	4.27	0.27	56.81	2406.23	1079.88
Suma de esfuerzos	139.45	4.27	0.27	56.81	2406.23	1079.88
Verificación	278.89	8.55	0.54	113.63	4812.46	2159.77
Precisión:	3.27687e-004	2.50397e-008				

Figura 5.6.7.5

Para obtener el valor de ΔH_x y ΔH_y según la NEC en su capítulo de Peligro Sísmico Parte 21, en la página 69 nos indica los límites de la deriva mediante la siguiente fórmula;

$$\Delta_M = 0.75 * R * \Delta_E$$

Donde:

Δ_M = Deriva máxima inelástica

Δ_E = Desplazamiento obtenido en aplicación de las fuerzas laterales de diseño reducidas

R = Factor de reducción de resistencia

Los valores de ΔE_x y ΔE_y se obtienen en el modelo del Robot de la siguiente manera; primero procedemos a seleccionar todas las columnas del piso en análisis, seleccionamos el caso de carga sismo x Direction_X o sismo x Direction_Y, según el caso que sea, luego en resultados seleccionamos el ícono “Deformación” y hacemos la diferencia entre la mayor deformación y la menor, de esta manera obtenemos el valor de ΔE_x y ΔE_y , tal como se muestra en la Figura 5.6.7.6:



Figura 5.6.7.6

Una vez obtenidos los valores de ΔE_x y ΔE_y , podemos encontrar el valor de ΔH_x y ΔH_y , con la fórmula que nos indica la NEC, sabiendo que el valor del factor de reducción de resistencia “R” es igual a 8.

Para obtener el valor de P_{piso} , procedemos a seleccionar todas las columnas del piso en análisis, seleccionamos el caso de carga 97, el mismo que solo tiene cargas verticales de peso propio, carga muerta y carga viva. Seleccionamos los resultados y procedemos a sumar los mayores valores de cada una de las columnas de los esfuerzos en la dirección x (F_x) de todas las columnas, de esta manera obtenemos el valor de P_{piso} , como se ilustra en la Figura 5.6.7.7:

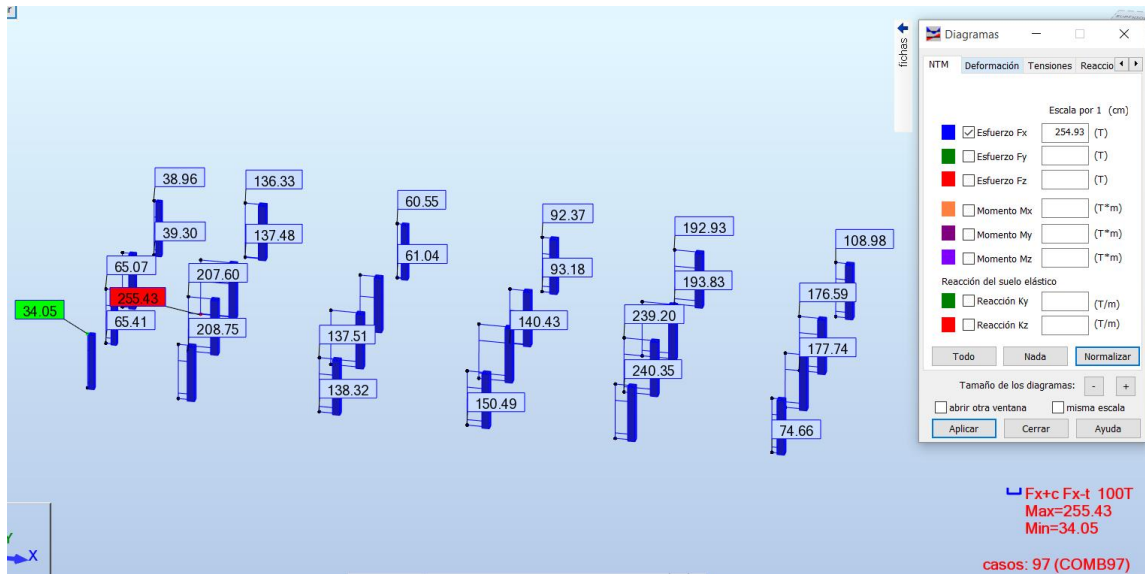


Figura 5.6.7.7

Una vez obtenido el valor de Ppiso, podemos encontrar el valor de B2, el mismo que se procedió a encontrar para cada uno de los pisos de la estructura. En la Figura 5.6.7.8 podemos observar el análisis para encontrar B2 del primer piso; en el Anexo 3 se encontrará el análisis para los demás pisos.

Piso 1		
RM	0.85	
Hx	139.45	
Hy	141.69	
L	315	
ΔHx	1.56	
ΔHy	1.56	
Pe piso x	23934.45	
Pe piso y	24318.91	
P piso	2642.59	
B2 x	1.12	≤1.5
B2 y	1.12	≤1.5

Figura 5.6.7.8

El amplificador B1 para cada miembro solicitado a compresión y en cada dirección de flexión del miembro es calculado como sigue:

$$B_1 = \frac{C_m}{1 - \alpha \cdot P_r / P_{e1}} \geq 1 \quad (\text{A-8-3})$$

Donde:

$\alpha = 1.00$ (LRFD)

C_m = coeficiente que supone un marco sin translación lateral, cuyo valor se calculará de la siguiente manera:

a) Para vigas-columnas no afectadas a cargas transversales entre apoyos en el plano de flexión,

$$C_m = 0.6 - 0.4 (M_1/M_2) \quad (A-8-4)$$

Donde M1 y M2 son el momento menor y mayor respectivamente en los extremos del miembro no arriostrado en el plano de flexión, calculados mediante un análisis de primer orden. El coeficiente M1/M2 es positivo cuando el miembro es flectado en doble curvatura, el signo será negativo cuando el miembro es flectado en curvatura simple.

b) Para vigas-columnas sometidas a cargas transversales entre los apoyos, el valor de Cm se determinará mediante análisis o se adoptará conservadoramente el valor 1.0 en todos los casos.

Pe1 = resistencia a pandeo elástico del elemento en el plano de flexión calculada suponiendo que no hay desplazamiento de nudos, kgf (N).

$$P_{e1} = \frac{\pi^2 * EI}{(K_1 * L)^2} \quad (A-8-5)$$

Donde:

EI = rigidez en flexión a ser usada en el análisis

E = módulo de elasticidad del acero = 200.000 MPa (2.040.000 kgf/cm²)

I = momento de inercia en el plano de flexión

L = longitud del miembro

K1 = factor de largo efectivo en el plano de flexión, calculada en la hipótesis que no hay desplazamiento lateral en los extremos del miembro. Debe suponerse igual a 1.0 a menos que el análisis justifique que un valor menor puede ser usado.

Los valores de M1 y M2, se deben calcular tanto para el sismo en la dirección "X" con para el sismo en la dirección "Y"; estos valores se obtuvieron de la siguiente manera; se selecciona la columna en análisis y se le aplica el estado de carga "97", el mismo que solo tiene cargas verticales, y se selecciona los resultados de My para obtener los valores de M1x y M2x, en el cual M1 es el menor valor y M2 el mayor; y se selecciona los resultados de Mz para obtener los valores de M1y y M2y; tal como se muestra en la Figura 5.6.7.9:

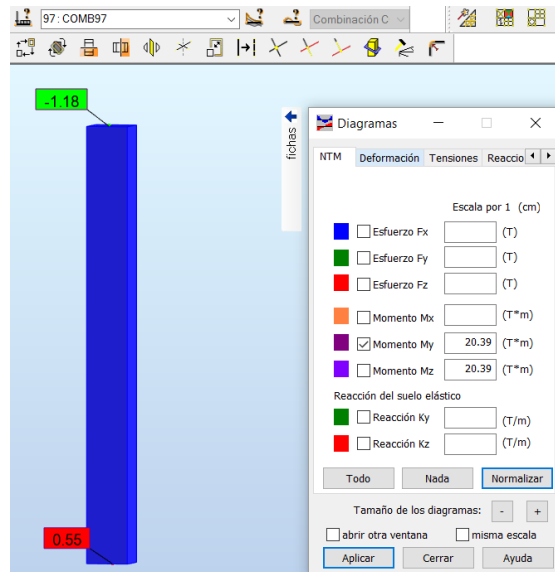


Figura 5.6.7.9

Los valores de K_y , K_z , P_r , P_c , Eficiencia, I_y e I_z se muestran en el dimensionamiento de barras de acero, estudiado anteriormente. De esta manera tenemos todos los valores necesarios para obtener el valor de C_1 .

Para obtener los valores de M_{nt} y P_{nt} , seleccionamos la columna en análisis y procedemos a cargarla con el estado de carga "97" ya que necesitamos el estado de carga que no produzca desplazamiento lateral en la estructura; una vez cargado procedemos a ver en resultados el valor de M_{nt} y P_{nt} .

De la misma manera para obtener el valor de M_{lt} y P_{lt} , seleccionamos la columna en análisis y procedemos a cargarla con el estado de Sismo en "X" para los valores de M_{ltx} y P_{ltx} , y el Sismo en "Y" para los valores de M_{lty} y P_{lty} ; una vez cargada la columna procedemos a ver en los resultados los valores de M_{lt} y P_{lt} .

Una vez obtenidos estos valores, mediante la ecuación A-8-1 y A-8-2 procedemos a encontrar el valor de M_r y P_r tanto para el sentido "x" como para el sentido "y". Con estos valores podemos calcular la eficiencia de la sección, con la fórmula del capítulo H.

Como nuestras columnas son miembros con simetría doble cargados a flexión y compresión, utilizamos la sección H1.1 del código AISC 360-10:

(a) Cuando $P_r/P_c \geq 0.2$

$$\frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1.0 \quad (H1-1a)$$

(b) Cuando $P_r/P_c < 0.2$

$$\frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1.0 \quad (H1-1b)$$

Una vez obtenidos todos los valores requeridos para el análisis de segundo orden, procedimos a realizar una tabla de Excel para comprobar que las secciones cumplan tanto el análisis de primer orden y el análisis de segundo orden; en la Figura 5.6.7.10 se presenta el análisis de la columna 135 del primer piso, el análisis de todas las columnas se presenta en el Anexo 3.

Columna 135		
M1x	0.55	
M2x	1.18	
Cmx	0.41	
M1y	0.47	
M2y	0.98	
Cmy	0.41	
Ky	1.83	
Kz	1.84	
Pr	51.2	
Pc	232.95	
Efi	0.36	
E	2038.9	
Iy	16278.67	
Iz	16278.67	
L	315	
Pe1 x	3301.50	
Pe1 y	3301.50	
B1 x	0.42	≥1.0
B1 y	0.41	≥1.0
B1 x	1.0	
B1 y	1.0	

Mnt x	1.65	
Mnt y	1.16	
Mlt x	9.61	
Mlt y	4.44	
Pnt x	34.39	
Pnt y	34.39	
Plt x	9.96	
Plt y	6.62	
Mrx	12.45	
Mry	6.14	
Prx	45.59	
Pry	41.82	
Mcx	28.75	
Mcy	28.75	
Pr/Pc	0.20	≥0.2
Efi	0.77	

Figura 5.6.7.10

Luego de realizar el análisis de segundo orden para todas las columnas de la estructura, las mismas que al cumplir con este análisis, tienen la sección más eficiente para resistir la peor combinación de carga. Pero además de cumplir ese requisito, se deben revisar que los perfiles cumplan con los requisitos de la norma ANSI/AISC 360-10 para estructuras metálicas y con la Norma sísmica ASCE/SEI 7-10 y con la Norma ANSI/AISC 341-10 "Seismic Provisions for Structural Steel Buildings".

Como referencia vamos a analizar el perfil CC350x10, el mismo que presenta las propiedades que se indican en la Figura 5.6.7.11:

CC 350x10	
b(cm)=	35
h(cm)=	35
t(cm)=	1
As(cm ²)=	136
Ix(cm ⁴)=	39304
Iy(cm ⁴)=Iz(cm ⁴)=	26225.33
Es(t/cm ²)=	2038.9
Fy(t/cm ²)=	2.53

Figura 5.6.7.11

El área de acero y las inercias son proporcionadas por el software, para cada uno de los perfiles creados en la etapa de modelación de la estructura. Y las propiedades mecánicas "Es" y "Fy" corresponden a las del acero ASTM A36.

Es importante tener en cuenta si la columna consta o no de atiesadores; en este caso la columna si presenta atiesadores como se muestra en la Figura 5.6.7.12:

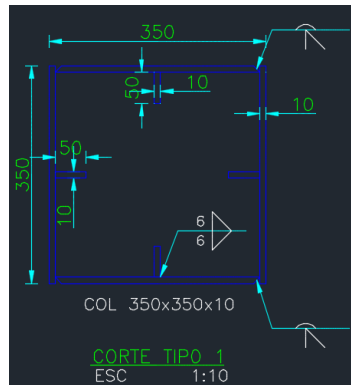


Figura 5.6.7.12

Esta información se tiene en cuenta para evaluar el perfil, mediante la tabla B4.1a de la AISC 360-10, la misma que es solamente para miembros sujetos a compresión, nuestro caso de evaluación es el caso 6 para elementos atiesados, tal como se indica en la Figura 5.6.7.13:

TABLA B4.1a Razones Ancho-Espesor: Elementos en Compresión. Miembros Sujetos a Compresión Axial				
Caso	Descripción del elemento	Razón Ancho-Espesor	Razón Límite Ancho-Espesor λ_c (Esbelto-No Esbelto)	Ejemplos
Elementos No-Atiesados	1 Alas de perfiles laminados, planchas conectadas a perfiles laminados, alas de pares de ángulos conectados continuamente, alas de canales y alas de secciones T	b/t	$0.56\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	2 Alas de perfiles soldados y planchas o ángulos conectados a secciones soldadas.	b/t	$0.64\sqrt{\frac{k_c E}{F_y}}$ (a)	
	3 Alas de perfiles ángulo laminados; alas de pares de ángulos con separadores y todo tipo de elementos no atiesados	b/t	$0.45\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	4 Almas de secciones T	d/t	$0.75\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
Elementos Atiesados	5 Almas de secciones I con doble simetría y secciones canal.	h/t_w	$1.49\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	6 Paredes de secciones HSS rectangulares y cajones de espesor uniforme	b/t	$1.40\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	7 Alas de sobre planchas y planchas diafragma entre líneas de conectores o soldadura	b/t	$1.40\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	8 Todo elemento atiesador	b/t	$1.49\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	9 Tubos circulares.	D/t	$0.11\frac{E}{F_y}$	

Figura 5.6.7.13

FUENTE: ANSI/AISC 360-10 – CAPÍTULO B – TABLA B4.1a

Para nuestro perfil el valor de b-atiesado y b/t es el que se muestra en la Figura 5.6.7.14:

b-atiesado=	16
b/t=	16

Figura 5.6.7.14

Una vez realizado el análisis de nuestro perfil, el resultado es que tenemos un perfil no esbelto, tal como se muestra en la Figura 5.6.7.15:

Perfil vacío	
1.4*raiz(E/Fy)=	39.74
Perfil No Esbelto	

Figura 5.6.7.15

Ahora tenemos que analizar el perfil con el código sísmico de la ANSI/AISC 341-10, mediante la Tabla D1.1, podemos encontrar si nuestro perfil es altamente dúctil o moderadamente dúctil, tal como se muestra en la Figura 5.6.7.16:

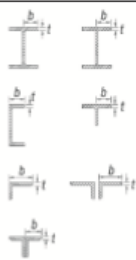

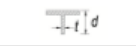



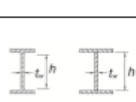
TABLE D1.1 Limiting Width-to-Thickness Ratios for Compression Elements For Moderately Ductile and Highly Ductile Members					
Description of Element	Width-to- Thickness Ratio	Limiting Width-to-Thickness Ratio		Example	
		λ_{hd} Highly Ductile Members	λ_{md} Moderately Ductile Members		
Unstiffened Elements Flanges of rolled or built-up I-shaped sections, channels and tees; legs of single angles or double angle members with separators; outstanding legs of pairs of angles in continuous contact	b/t	$0.30\sqrt{E/F_y}$	$0.38\sqrt{E/F_y}$		
	Flanges of H-pile sections per Section D4	b/t	$0.45\sqrt{E/F_y}$	not applicable	
	Stems of tees	d/t	$0.30\sqrt{E/F_y}^{(a)}$	$0.38\sqrt{E/F_y}$	
Stiffened Elements Walls of rectangular HSS Flanges of boxed I-shaped sections and built-up box sections Side plates of boxed I-shaped sections and walls of built-up box shapes used as diagonal braces	b/t				
	b/t	$0.55\sqrt{E/F_y}^{(b)}$	$0.64\sqrt{E/F_y}^{(c)}$		
	h/t				
Webs of rolled or built-up I-shaped sections used as diagonal braces	h/t_w	$1.49\sqrt{E/F_y}$	$1.49\sqrt{E/F_y}$		

Figura 5.6.7.16

FUENTE: ANSI/AISC 341-10 – CAPÍTULO D – TABLA D1.1

El caso de análisis para nuestro perfil es el de elementos atiesados, el primer ejemplo de columnas HSS; el valor adoptado para el análisis es de 0.6 y no de 0.55 debido al siguiente anexo proporcionado por la misma norma:

[a]	For tee shaped compression members, the limiting width-to-thickness ratio for highly ductile members for the stem of the tee can be increased to $0.38\sqrt{E/F_y}$ if either of the following conditions are satisfied: (1) Buckling of the compression member occurs about the plane of the stem. (2) The axial compression load is transferred at end connections to only the outside face of the flange of the tee resulting in an eccentric connection that reduces the compression stresses at the tip of the stem.
[b]	The limiting width-to-thickness ratio of flanges of boxed I-shaped sections and built-up box sections of columns in SMF systems shall not exceed $0.6\sqrt{E/F_y}$.
[c]	The limiting width-to-thickness ratio of walls of rectangular HSS members, flanges of boxed I-shaped sections and flanges of built-up box sections used as beams or columns shall not exceed $1.12\sqrt{E/F_y}$.
[d]	For I-shaped beams in SMF systems, where C_a is less than or equal to 0.125, the limiting ratio h/t_w shall not exceed $2.45\sqrt{E/F_y}$. For I-shaped beams in IMF systems, where C_a is less than or equal to 0.125, the limiting width-to-thickness ratio shall not exceed $3.76\sqrt{E/F_y}$.
[e]	The limiting diameter-to-thickness ratio of round HSS members used as beams or columns shall not exceed $0.07E/F_y$.

Figura 5.6.7.17

FUENTE: ANSI/AISC 341-10 – CAPÍTULO D – TABLA D1.1

Una vez analizado nuestro perfil, obtuvimos que el mismo presenta una alta ductilidad, ya que el valor de b/t es menor al obtenido en el análisis, tal como se indica en la Figura 5.6.7.18:

$0.6 \cdot \text{raiz}(E/F_y) =$	17.03
Perfil Altamente Dúctil	

Figura 5.6.7.18

La ductilidad es la capacidad de un material para deformarse al momento que se le aplica una carga, sin romperse. Cuando se trata de acero estructural, se debe tener en cuenta que este es un material dúctil, es decir que resiste grandes deformaciones antes de la falla o ruptura, al contrario el hormigón es un material frágil ya que llega a la falla cuando alcanza su esfuerzo máximo.

Como nuestro proyecto es una estructura especial a momento, procedemos a analizar los elementos a compresión de la misma con el código ANSI/AISC 341-10, capítulo E3 “Special Moment Frames”, el mismo que nos indica que la resistencia nominal a la compresión, P_c , es:

$$P_c = F_{yc} * A_g \quad (\text{LRFD}) \quad (\text{E3-5a})$$

El código nos indica que para que la columna se considere como sísmicamente compacta se debe cumplir que $P_{rc} < 0.3 * P_c$, y mediante el análisis de la columna de ejemplo obtuvimos que si cumple, tal como se indica en la Figura 5.6.7.19:

Código Sísmico		
Perfil vacío		
$P_c = F_y * A_g$ (ton)	3099.25	
$0.3 * P_c =$	929.78	
$P_r < 0.3 P_c$	235.11 < 929.78	OK

Figura 5.6.7.19

Una vez revisado que el perfil de ejemplo cumple con las especificaciones, y cumple con el análisis de primer y segundo orden, se puede establecer que los elementos sujetos a compresión están correctamente diseñados; los cálculos de las demás columnas se encuentran en el Anexo 4, el mismo que contiene además las comprobaciones para perfiles rellenos de hormigón.

Una vez analizadas las secciones de las columnas, procedemos a analizar las secciones de las vigas de la estructura. Lo que primero hacemos es analizar las vigas del primer piso tanto principales como secundarias, para saber mediante el análisis de primer orden que nos entrega el software, cuál es la viga más cargada de cada piso; en los cuatro primeros pisos, según el análisis de primer orden, la viga principal más cargada se encuentra en la misma posición en cada piso, tal como se indica en la Figura 5.6.7.20:

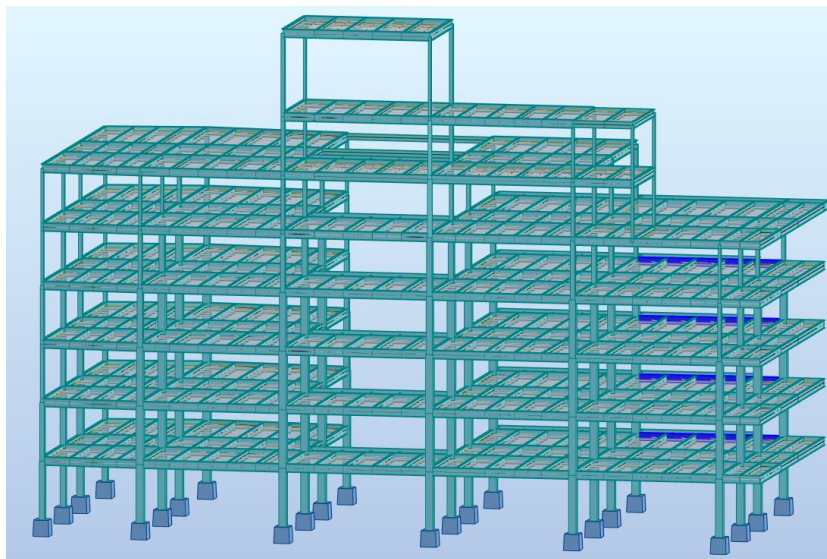


Figura 5.6.7.20

El análisis de primer orden para las vigas, se lo realiza de la misma manera que para las columnas, mediante el dimensionamiento de barras de acero, procedemos a colocar el número de la barra a ser analizada, en este caso la barra 984, y nos entrega el siguiente análisis, tal como se puede apreciar en la Figura 5.6.7.21:

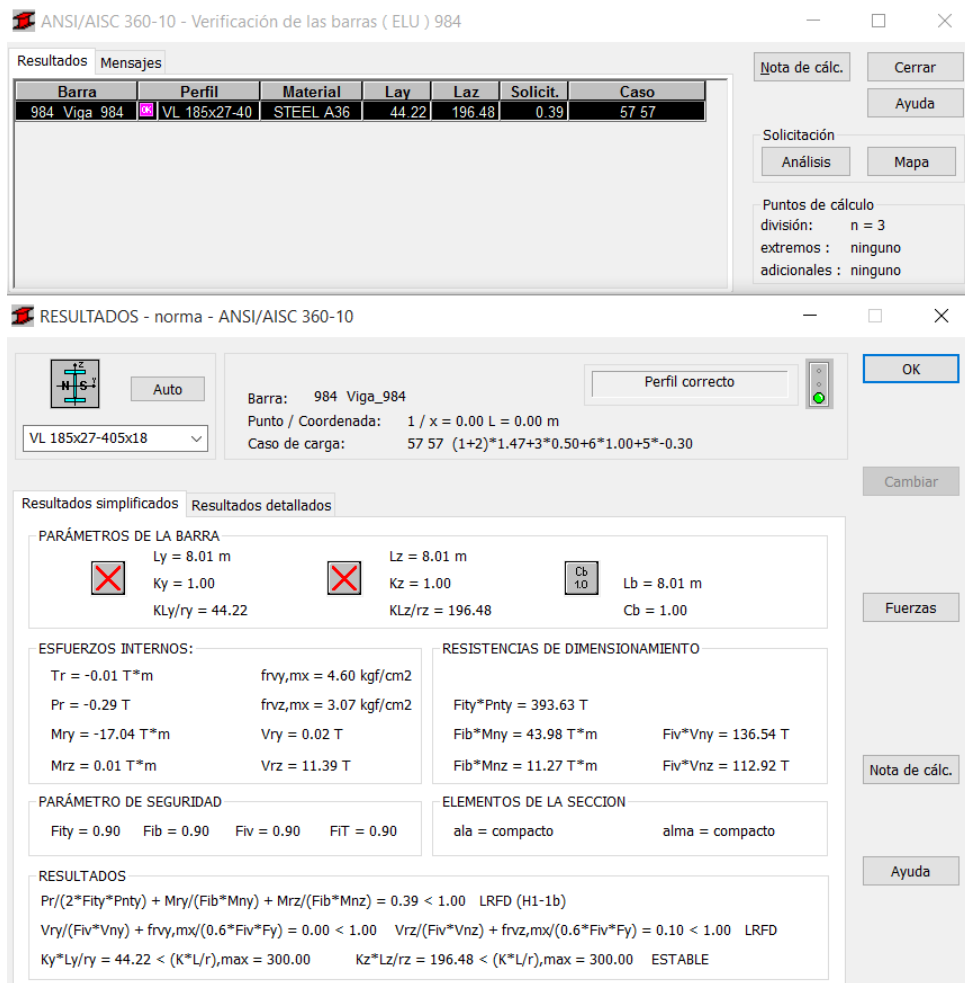


Figura 5.6.7.21

Como se puede apreciar, la viga tiene una sollicitación de primer orden de 0.39, lo cual es menor que 1 y está en lo correcto, además la resistencia a flexión (Fib*Mny) es mayor que la sollicitación de carga (Mry), nos presenta que los elementos de la sección son compactos y que el perfil es estable.

La nota de cálculo de este perfil se presenta en el Anexo 5.

Ahora procedemos a realizar el análisis de segundo orden para la viga principal más cargada del primer piso, que es la viga 984. Lo primero es encontrar los valores de Mr y MI, tanto en el sentido "Y" como en el sentido "Z", para de esta manera encontrar el valor de Mr con la siguiente fórmula:

$$Mr = Mnt + B2 * Mlt \text{ (A-8-1-1)}$$

Esta ecuación tiene una modificación a la original (A-8-1), ya que no existe el valor de B1, ya que las vigas no están sometidas a compresión sino a flexión.

Para obtener el valor de Mnt tanto en "Y" como en "Z" procedemos a seleccionar la viga en análisis, seleccionamos el caso de carga más desfavorable, y obtenemos en resultados el valor de Mnt, el mismo que es el máximo de los dos valores, tal como se indica en la Figura 5.6.7.22:

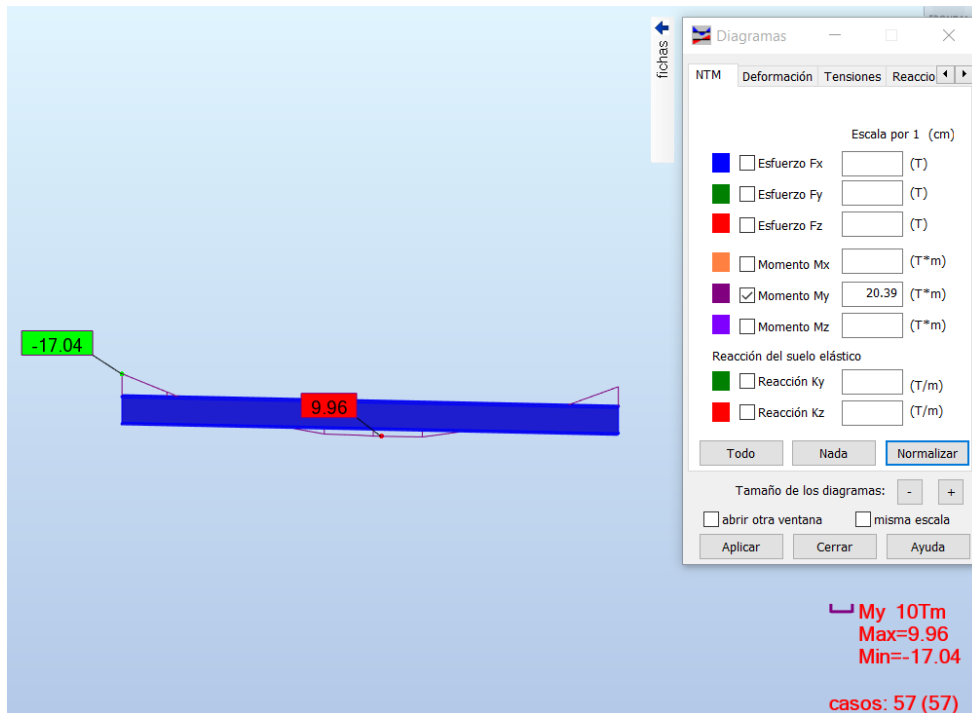


Figura 5.6.7.22

Ahora para obtener el valor de Mlt tanto en "Y" como en "Z", procedemos a seleccionar la viga en análisis, seleccionamos el caso de carga "97", el mismo que solo tiene cargas verticales, y en resultados obtenemos el valor de Mlt, el mismo que es el mayor de los dos valores mostrados en la Figura 5.6.7.23:

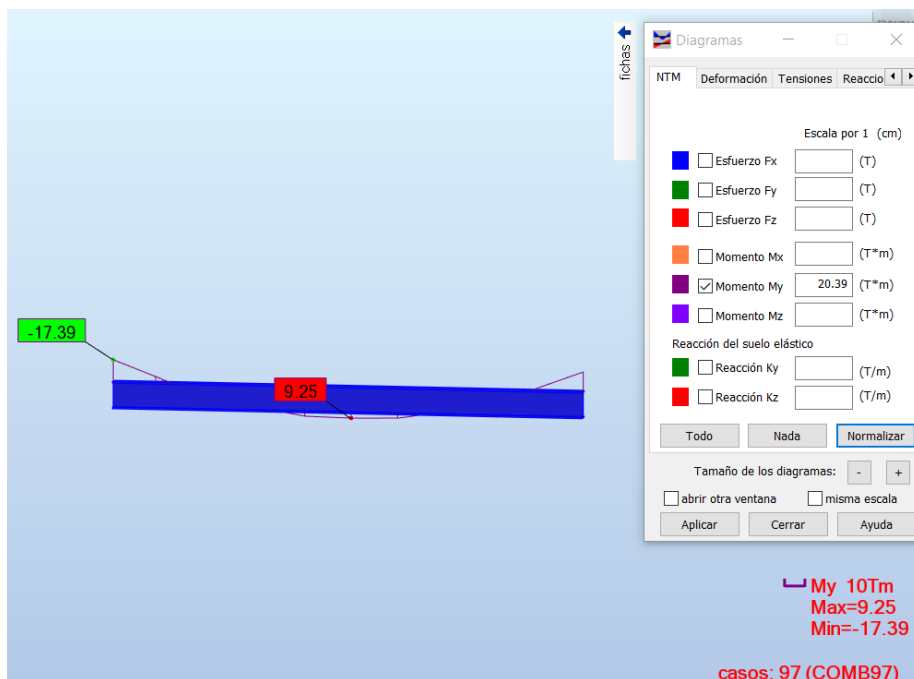


Figura 5.6.7.23

Una vez obtenidos estos valores, se puede calcular el valor de Mr con la ecuación (A-8-1-1), tal como se realizó en la siguiente tabla de Excel, presentada en la Figura 5.6.7.24:

Viga 984	
Mnty	17.04
Mlty	17.39
Mry	34.84
Mntz	0.01
Mltz	0.02
Mrz	0.03

Figura 5.6.7.24

El motivo por el cual se encontró el valor de M_r , es que la viga para cumplir el análisis de segundo orden debe tener una resistencia (ϕM_n) mayor a este valor.

Como se trata de una viga, la cual es un elemento sujeto a flexión, tenemos que trabajar con el capítulo F de la ANSI/AISC 360-10, el mismo que nos especifica que tenemos que identificar con qué tipo de perfil se está trabajando, si tiene alas compactas o no compactas, si tiene alma compacta o no compacta; para ello nos basamos en la Tabla B4.1b, la misma que se especifica solo para elementos sujetos a flexión, tal como se indica en la Figura 5.6.7.25:

TABLA B4.1b Razones Ancho-Espesor: Elementos en Compresión de miembros en flexión						
Caso	Descripción del elemento	Razón Ancho-Espesor	Razones Ancho-Espesor Límite		Ejemplos	
			λ_p (compacta-no compacta)	λ_r (esbelto-no esbelto)		
Elementos No-Alisados	10	Flexión en alas de perfiles I laminados, canales y tes.	$0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.0 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$		
	11	Alas de secciones I soldadas con doble y simple simetría.	$0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$0.95 \sqrt{\frac{k_s E}{F_y}}$ ^{(a) (b)}		
	12	Alas de ángulos simples	$0.54 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$0.91 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$		
	13	Alas de toda doble T y canal en torno a su eje más débil.	$0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.0 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$		
	14	Almas de tes	d/t	$0.84 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.03 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
Elementos Alisados	15	Almas de doble T simétricas y canales.	h/t_w	$3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.70 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	16	Almas de secciones doble T con un solo eje de simetría.	h_c/t_w	$\frac{h_c \sqrt{E}}{M_y \sqrt{F_y}} \leq \lambda_p$ ^(c)	$5.70 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	17	Alas de secciones tubulares y secciones cajón de espesor uniforme.	b/t	$1.12 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.40 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	18	Alas de sobre planchas y planchas diafragma entre líneas de conectores y soldadura.	b/t	$1.12 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.40 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	19	Almas de tubos rectangulares y secciones cajón.	h/t	$2.42 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.70 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
20	Tubos redondos.	D/t	$0.07 \frac{E}{F_y}$	$0.31 \frac{E}{F_y}$		

Figura 5.6.7.25

FUENTE: ANSI/AISC 360-10 – CAPÍTULO B – TABLA B4.1b

Como nuestros perfiles de las vigas son del tipo “I”, nuestro caso de análisis es el 6, para elementos no atiesados. Este análisis se lo realizó en una tabla de Excel para todos los perfiles utilizados en la estructura; como para el ejemplo tomamos la viga 984, la misma que tiene una sección VL 185x27-405x18; el análisis de este perfil se presenta en la Figura 5.6.7.26:

VL 185x27-405x18	
b	92.5
t	27
b/t	3.43
0.38 raiz(E/Fy)	10.79
1 raiz(E/Fy)	28.39
Perfil Compacto	

Figura 5.6.7.26

Como podemos apreciar nuestro perfil es compacto, según el análisis con la Tabla B4.1b – Caso 11. Una vez obtenido que nuestro perfil es compacto, procedemos a revisar la Tabla F1.1, la misma que nos indica con que sección del capítulo F tenemos que analizar a nuestro perfil, tal como se muestra en la Figura 5.6.7.27:

TABLA Notas F1.1 Tabla de Selección para la Aplicación de las Secciones del Capítulo F				
Sección en Capítulo F	Sección	Esbeltez Alta	Esbeltez Alma	Estados Límites
F2		C	C	Y, LTB
F3		NC, S	C	LTB, FLB
F4		C, NC, S	C, NC	Y, LTB, LLB, TFY
F5		C, NC, S	S	Y, LTB, LLB, TFY
F6		C, NC, S	N/A	Y, LTB
F7		C, NC, S	C, NC	Y, LTB, LLB
F8		N/A	N/A	Y, LTB
F9		C, NC, S	N/A	Y, LTB, LLB
F10		N/A	N/A	Y, LTB, LLB
F11		N/A	N/A	Y, LTB
F12	Perfiles asimétricos diferentes de ángulos simples	N/A	N/A	Todos

Y = fluencia, LTB = pandeo lateral-torsional, FLB = pandeo local ala, WLB = pandeo local alma, TFY = fluencia ala tracción, LLB = pandeo local ala, LB = pandeo local, C = compacto, NC = no-compacto, S = esbelto

Figura 5.6.7.27

FUENTE: ANSI/AISC 360-10 – CAPÍTULO F – TABLA F1.1

Nuestro perfil tiene que ser analizado con la sección F2, teniendo como estados límites de fluencia y pandeo lateral torsional.

El estado de fluencia se analiza con la siguiente ecuación:

$$Mn = Mp = Fy * Z \quad (F2-1)$$

Donde:

Fy = tensión de fluencia mínima especificada del tipo de acero utilizado, kgf/cm² (MPa)

Z = módulo de sección plástico, cm³ (mm³)

El módulo de sección plástico nos entrega el programa en el dimensionamiento de barras de acero, tal como se indica en la Figura 5.6.7.28:

Símbolo	Valor	Unidad	Descripción del símbolo	P
Características de la sección: VL 185x27.405x18				
Ax	172.80	cm2	área de la sección	
Ay	99.90	cm2	área eficaz en cortante en la dirección Y	
Az	82.62	cm2	área eficaz en cortante en la dirección Z	
J	296.96	cm4	constante de torsión	
Iy	56634.55	cm4	momento de inercia respecto al eje Y	
Iz	2868.91	cm4	momento de inercia respecto al eje Z	
Zy	2895.95	cm3	módulo de sección plástico respecto al eje Y	
Sy	2467.74	cm3	módulo de sección elástico respecto al eje Y	
Zz	494.84	cm3	módulo de sección plástico respecto al eje Z	
Sz	310.15	cm3	módulo de sección elástico respecto al eje Z	
d	45.9	cm	altura de la sección	
bf	18.5	cm	anchura de la sección	
tf	2.7	cm	espesor del ala	
tw	1.8	cm	espesor del alma	
ry	18.1	cm	radio de inercia respecto al eje Y	
rz	4.1	cm	radio de inercia respecto al eje Z	

Figura 5.6.7.28

De esta manera procedemos a calcular el valor de fluencia Mn tanto para "Y" como para "Z", tal como se indica en la Figura 5.6.7.29:

Zy	2895.95
Mny	73.27
Zz	494.84
Mnz	12.52

Figura 5.6.7.29

Una vez encontrado el valor de resistencia (Mn) por fluencia, tenemos que encontrar el valor de resistencia por pandeo lateral torsional, para ello necesitamos primero conocer en cuál de los tres casos de esta sección nos encontramos, esto según la longitud sin arriostrar (Lb), la longitud límite sin arriostramiento para el estado límite de fluencia (Lp), y la longitud límite sin arriostramiento para el estado límite de pandeo flexo-torsional inelástico (Lr).

El valor de Lp debe ser calculado mediante la siguiente fórmula:

$$Lp = 1.76 * ry * \sqrt{\frac{E}{Fy}} \quad (F2-5)$$

Donde:

$$ry = \sqrt{\frac{Iy}{A}}$$

Los valores del área del perfil y de las inercias tanto el "Y" como en "Z", se presentan en la Figura 5.6.7.26. De esta manera se puede calcular el valor de ry, como se muestra en la Figura 5.6.7.30:

Area	172.8
ly	56634.55
ry	18.10
lz	2868.91
rz	4.07

Figura 5.6.7.30

Ya obtenidos los valores de ry y rz, podemos calcular el valor de Lp tanto en “Y” como en “Z”, y de esta manera comparar con Lb, que es la longitud sin arriostrar y que se presenta en la Figura 5.6.7.21.

Lpy	9.05
Lpz	2.04

Figura 5.6.7.31

Se debe tener en cuenta que para comparar el valor de Lp y Lb, se debe tomar el menor de los valores de Lp, que en este caso es 2.04, lo cual no es mayor que 8.01, que es el valor de Lb, por tal motivo es necesario encontrar el valor de Lr, para saber en cuál de los otros dos casos nos encontramos. El valor de Lr se encuentra mediante la siguiente fórmula:

$$Lr = 1.95rts \frac{E}{0.7Fy} \sqrt{\frac{J*c}{Sx*ho} + \sqrt{\left(\frac{J*c}{Sx*ho}\right)^2 + 6.76\left(\frac{0.7Fy}{E}\right)^2}} \quad (F2-6)$$

Este valor nos entrega el programa, tal como se indica en la Figura 5.6.7.29, y nos corrobora que el valor obtenido para Lp está correcto en nuestro análisis, y que el perfil se está analizando con la sección correcta del código.

RESULTADOS - norma - ANSI/AISC 360-10

Barra: 984 Viga_984
Punto / Coordenada: 1 / x = 0.00 L = 0.00 m
Caso de carga: 57 57 (1+2)*1.47+3*0.50+6*1.00+5*-0.30

Perfil correcto

Auto

VL 185x27-405x18

Resultados simplificados Resultados detallados

Símbolo	Valor	Unidad	Descripción del símbolo	P
Lamw r Vz	86.95		Esbellez límite de cortante para el alma no compacta	[G2.1.(b)]
Parámetros del análisis de pandeo lateral				
Rm	1.00		parámetro de asimetría de la sección	[Comm.F1]
Cb	1.00		coeficiente de reducción para el pandeo lateral	[F1.(3)]
Lb	8.01	m	longitud de la barra para el pandeo lateral	[F2.2]
Lpy	2.04	m	longitud máx. en el estado límite de resistencia	[F2.2]
Lrv	9.26	m	longitud máx. en el estado límite de pandeo lateral	[F2.2]
Otros:				
An/Ag	1.00		Proporción área debilitada (neto) - área no debilitada (br)	[D3.2]
U	1.00		Parámetro del cizallamiento	[D3.3]
Ae	172.80	cm2	área de superficie efectiva neta	[D3.3]
Cw	1338520.6	cm6	constante de pandeo local	[E.F]
kvv	1.20		coef. de inestabilidad local para el cortante	[G7]
Cvv	1.00		coef. para el cálculo de las tensiones críticas en cortan	[G7]
kvz	5.00		coef. de inestabilidad local para el cortante	[G2.1]
Cvz	1.00		coef. para el cálculo de las tensiones críticas en cortan	[G2.1]
Esfuerzos internos				
Pr	0.79	T	Resistencia axiada a la tracción	

Nota de cálc.

Ayuda

Figura 5.6.7.32

En este perfil ocurrió que $Lr > Lb > Lp$, por lo tanto la resistencia de diseño (Mn) se debe calcular con la siguiente fórmula:

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - 0.7F_y S_x) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p \quad (F2-2)$$

En la Figura 5.6.7.21 el programa nos indica que el valor de C_b , que es el factor de modificación por pandeo lateral torsional, es igual a 1; el valor de S_y y S_z se indican en la Figura 5.6.7.28, con lo cual tenemos todos los valores para calcular M_n , tal como lo hicimos en la tabla de Excel mostrada en la Figura 5.6.7.33:

$L_r > L_b > L_p$	F2-2
C_b	1
S_y	0.00246774
F_y	25310.5
M_{ny}	48.83
S_z	0.00031015
M_{nz}	6.71

Figura 5.6.7.33








Una vez obtenidos los valores de resistencia tanto para fluencia como para pandeo lateral torsional, procedemos a comprar y escoger el menor de los valores, para de esta manera asegurarnos que nuestro diseño no va a fallar ni por fluencia ni por pandeo lateral torsional; a estos valores se los multiplica por el factor ϕ , que en este caso para las disposiciones del capítulo F es de 0.9 para el método LRFD. A este valor de resistencia se lo procedió a comparar con el valor de sollicitación de carga, determinando que la sección cumple eficientemente al ser este valor menor a 1 y lo más cercano a él, tal como se muestra en la Figura 5.6.7.34:

ϕM_{ny}	43.95	
ϕM_{nz}	11.27	
$M_{ry}/\phi M_{ny}$	0.79	<1
$M_{rz}/\phi M_{nz}$	0.003	<1

Figura 5.6.7.34

Tal como evaluamos la ductilidad para elementos de sección hueca, tenemos que evaluar para elementos de sección compuesta, mediante el Código ANSI/AISC 341-10, la Tabla D1.1, tal como se muestra en la Figura 5.6.7.35:

TABLE D1.1 (CONTINUED)
Limiting Width-to-Thickness Ratios for
Compression Elements For Moderately Ductile
and Highly Ductile Members

	Description of Element	Width-to-Thickness Ratio	Limiting Width-to-Thickness Ratio		Example
			λ_{hd} Highly Ductile Members	λ_{md} Moderately Ductile Members	
Stiffened Elements	Webs of rolled or built-up I-shaped sections used as beams or columns ^{d1}	h/t_w	For $C_a \leq 0.125$ $2.45\sqrt{E/F_y}(1-0.93C_a)$	For $C_a \leq 0.125$ $3.76\sqrt{E/F_y}(1-2.75C_a)$	
	Side plates of boxed I-shaped sections used as beams or columns	h/t	For $C_a > 0.125$ $0.77\sqrt{E/F_y}(2.93 - C_a)$ $\geq 1.49\sqrt{E/F_y}$	For $C_a > 0.125$ $1.12\sqrt{E/F_y}(2.33 - C_a)$ $\geq 1.49\sqrt{E/F_y}$	
	Webs of built-up box sections used as beams or columns	h/t	where $C_a = \frac{P_u}{\phi_c P_y}$ (LRFD) $C_a = \frac{\Omega_c P_u}{P_y}$ (ASD)	where $C_a = \frac{P_u}{\phi_c P_y}$ (LRFD) $C_a = \frac{\Omega_c P_u}{P_y}$ (ASD)	
	Webs of H-Pile sections	h/t_w	$0.94\sqrt{E/F_y}$	not applicable	
	Walls of round HSS	D/t	$0.038E/F_y$	$0.044E/F_y$ [a]	
Composite Elements	Walls of rectangular filled composite members	b/t	$1.4\sqrt{E/F_y}$	$2.26\sqrt{E/F_y}$	
	Walls of round filled composite members	D/t	$0.076E/F_y$	$0.15E/F_y$	

^{d1} For tee shaped compression members, the limiting width-to-thickness ratio for highly ductile members for the stem of the tee can be increased to $0.38\sqrt{E/F_y}$ if either of the following conditions are satisfied:
(1) Buckling of the compression member occurs about the plane of the stem.
(2) The axial compression load is transferred at end connections to only the outside face of the flange of the tee resulting in an eccentric connection that reduces the compression stresses at the tip of the stem.
^{d2} The limiting width-to-thickness ratio of flanges of boxed I-shaped sections and built-up box sections of columns in SMF systems shall not exceed $0.6\sqrt{E/F_y}$.
^{d3} The limiting width-to-thickness ratio of walls of rectangular HSS members, flanges of boxed I-shaped sections and flanges of built-up box sections used as beams or columns shall not exceed $1.12\sqrt{E/F_y}$.
^{d4} For I-shaped beams in SMF systems, where C_a is less than or equal to 0.125, the limiting ratio h/t_w shall not exceed $2.45\sqrt{E/F_y}$. For I-shaped beams in IMF systems, where C_a is less than or equal to 0.125, the limiting width-to-thickness ratio shall not exceed $3.76\sqrt{E/F_y}$.
^{d5} The limiting diameter-to-thickness ratio of round HSS members used as beams or columns shall not exceed $0.07E/F_y$.

Figura 5.6.7.35

FUENTE: ANSI/AISC 341-10 – CHAPTER D – TABLE D1.1

El análisis para determinar la ductilidad de la sección compuesta se lo realizó en una tabla de Excel, la misma que se encuentra detallada en el Anexo 4.

El mismo proceso que acabamos de detallar para la viga principal del primer piso, de nombre viga 984, se lo ha realizado para las vigas secundarias de cada piso, este proceso se lo ha detallado en el Anexo 6.

El análisis para las vigas continúa con el código ANSI/AISC 341-10, en la sección E3 de Special Moment Frames, el análisis de las vigas se lo realiza con la sección 4b “Stability Bracing of Beams”, la misma que nos indica que para vigas de alta ductilidad, estas deben ser analizadas con la sección D1.2b.

La sección D1.2b nos indica que adicionalmente a los requerimientos de las secciones D1.2a(a)(1) y (2), el arriostamiento de los miembros de la viga altamente dúctil deberán tener una separación máxima de $L_b = 0.086 * r_y * E / F_y$.

La sección D1.2 (a) dice que el refuerzo de vigas de acero moderadamente dúctil deberá cumplir los siguientes requisitos:

1. Las dos alas de la viga tienen que estar arriostradas lateralmente o la sección transversal de la viga tiene que estar arriostrada torsionalmente.
2. La viga arriostrada deberá cumplir la resistencia a flexión requerida mediante la siguiente fórmula:

$$Mr = R_y * F_y * Z \quad (\text{LRDF})$$

Donde:

R_y = relación entre la tensión de fluencia esperada y el límite elástico especificado

Z = módulo plástico de la sección, in³ (mm³)

El valor de “ R_y ” se obtiene de la Tabla A3.1 del código ANSI/AISCE 341-10, en la misma se debe observar que se divide según el tipo de perfil a analizar, en nuestro caso es un perfil formado por placas de acero ASTM A36, como se describe en la Figura 5.6.7.36:

TABLE A3.1 R_y and R_t Values for Steel and Steel Reinforcement Materials		
Application	R_y	R_t
Hot-rolled structural shapes and bars:		
• ASTM A36/A36M	1.5	1.2
• ASTM A1043/1043M Gr. 36 (250)	1.3	1.1
• ASTM A572/572M Gr. 50 (345) or 55 (380), ASTM A913/A913M Gr. 50 (345), 60 (415), or 65 (450), ASTM A588/A588M, ASTM A992/A992M	1.1	1.1
• ASTM A1043/A1043M Gr. 50 (345)	1.2	1.1
• ASTM A529 Gr. 50 (345)	1.2	1.2
• ASTM A529 Gr. 55 (380)	1.1	1.2
Hollow structural sections (HSS):		
• ASTM A500/A500M (Gr. B or C), ASTM A501	1.4	1.3
Pipe:		
• ASTM A53/A53M	1.6	1.2
Plates, Strips and Sheets:		
• ASTM A36/A36M	1.3	1.2
• ASTM A1043/1043M Gr. 36 (250)	1.3	1.1
• A1011/A1011M HSLAS Gr. 55 (380)	1.1	1.1
• ASTM A572/A572M Gr. 42 (290)	1.3	1.0
• ASTM A572/A572M Gr. 50 (345), Gr. 55 (380), ASTM A588/A588M	1.1	1.2
• ASTM 1043/1043M Gr. 50 (345)	1.2	1.1
Steel Reinforcement:		
• ASTM A615, ASTM A706	1.25	1.25

Figura 5.6.7.36

FUENTE: ANSI/AISC 341-10 – CHAPTER A - SECTION A3 – TABLE A3.1

Una vez obtenidos estos valores, podemos encontrar tanto el valor de M_r del perfil en análisis y el valor de L_b , tal como se muestra en la Figura 5.6.7.37:

Zy(m3)=	0.00289595	
Ry=	1.3	
Mr(t*m)=	95.25	
I(cm4)=	56634.55	
A(cm2)=	172.80	
ry(cm)=	18.10	
Lb(m)=	12.55	> 8

Figura 5.6.7.37

Este cálculo se lo realizó para todos los perfiles utilizados tanto para vigas principales como para vigas secundarias, y se encuentra en el Anexo 6.

6. ANÁLISIS Y DISEÑO DEL EDIFICIO CON PERFILES HUECOS RELLENOS DE HORMIGÓN

Cuando se tratan de miembros compuestos, se debe tener en cuenta que son elementos estructurales de dos o más materiales, pero en el ámbito de la construcción se tratan como elementos compuestos más comunes los hechos de acero y hormigón. Las características que proporcionan cada uno de los materiales, se dividen en, fuerza y rigidez, las mismas que son generadas por el acero y el hormigón respectivamente.

Al combinar estos dos materiales se obtiene un miembro de mayor eficiencia en el aspecto de soporte de carga. Es importante conocer que al llenar de hormigón el perfil hueco de acero, se elimina el problema originado por el pandeo local, este problema lo llegan a tener casi siempre los elementos esbeltos de secciones de acero, tal como se analizó en el capítulo anterior.

Existen ciertas desventajas al trabajar con elementos compuestos, especialmente con perfiles rellenos de hormigón, a comparación de perfiles ahogados en hormigón; esto se debe a la adherencia entre el perfil metálico y el hormigón, el mismo que tiende a deslizarse y encogerse, este problema es tratado más adelante según la especificación ANSI/AISC 360-10.

Es casi imposible analizar a los elementos compuestos mediante el método ASD, ya que este no requiere una distribución de tensiones elásticas, por tal motivo es necesario trabajar con el método LRFD, tal como se trabajó para columnas huecas vacías.

En el método de distribución de tensiones plásticas, para el esfuerzo nominal se deberá asumir que los elementos de acero alcanzarán un esfuerzo F_y tanto en tensión como en compresión; y los elementos de hormigón alcanzarán un esfuerzo de $0.85 f'_c$; este esfuerzo del hormigón está permitido que llegue hasta un valor de $0.95 f'_c$ para elementos rellenos de hormigón con el fin de satisfacer los efectos de confinamiento.

El rellenar de hormigón al perfil hueco, no solo que le proporciona una capacidad de soportar mayores cargas que las que podría soportar el perfil hueco, sino que también el hormigón proporciona una resistencia considerable frente al fuego y la corrosión.

Para el análisis de la estructura con perfiles huecos rellenos de hormigón, se utilizó el código ANSI/AISC 360-10, Capítulo I; este capítulo se complementa con las recomendaciones del American Concrete Institute (ACI). Es importante destacar que el ACI solo trata elementos compuestos sujetos a compresión (columnas) y menciona a la AISC 360-10 para el diseño de elementos sujetos a flexión (vigas).

El capítulo I de la AISC 360-10 está relacionado con el diseño de miembros compuestos, los cuales están formados por perfiles de acero estructural laminados o armados, rellenos o

ahogados en hormigón. Es importante considerar que para determinar los efectos de carga en miembros y conexiones de una estructura formada por elementos compuestos se debe tener en cuenta la sección efectiva para cada instante que se incrementa la carga aplicada.

La resistencia a tracción del hormigón deberá ser despreciada para el proceso de determinación de la resistencia nominal de miembros compuestos.

6.1 LIMITACIONES SEGÚN LA AISC 360-10 PARA ELEMENTOS COMPUESTOS

Existen 3 limitaciones para los sistemas compuestos, las cuales deben cumplirse a menos que se justifiquen diferentes valores mediante ensayos o análisis, estas limitaciones son:

1. Para la determinación de la resistencia disponible, el hormigón deberá tener una resistencia a la compresión f'_c no menor a 215 kgf/cm² (21 MPa) ni mayor que 715 kgf/cm² (70MPa), esto para hormigón de peso normal; para hormigón liviano no deberá ser menor que 215 kgf/cm² (21 MPa) ni mayor que 430 kgf/cm² (42MPa).
2. La tensión de fluencia mínima especificada para el acero estructural y de las barras de refuerzo, la misma que se debe usar en el cálculo de la resistencia para una columna compuesta, no deberá exceder de 5.355 kgf/cm² (525 MPa).
3. Para miembros de sección compuesta rellenos de hormigón, el área transversal de la sección de acero deberá ser por lo menos un 1% del área total de sección compuesta

El hormigón utilizado para nuestro proyecto es de $f'_c=280$ kgf/cm², este valor se encuentra dentro de los dos rangos establecidos para la primera limitación al trabajar con perfiles compuestos.

La tensión de fluencia de los perfiles de acero ASTM A36 es de 2530 kgf/cm², lo cual es mucho menor al límite establecido para perfiles compuestos, con lo cual nuestro perfil cumple esta limitación.

Las condiciones o limitaciones para perfiles compuestos se han demostrado para todos los perfiles utilizados para las columnas, y esta comprobación se encuentra en el Anexo 4.

6.2 CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS COMPUESTOS PARA EL PANDEO LOCAL

El Código establece en la Sección I2.2.2a que los miembros compuestos rellenos de hormigón se deberán clasificar, para el estudio de pandeo local, según la Sección I1.4; la misma que establece que para la compresión se clasificarán las secciones compuestas rellenas como compactas, no compactas o esbeltas. Esta clasificación se basa en la Tabla I1.1a, como se puede apreciar en la Figura 6.1. Para que una sección sea calificada como compacta, se debe cumplir que la máxima razón ancho/espesor de los elementos de acero que se encuentran sujetos a compresión no excedan la razón límite ancho/espesor, λ_p . Si esta relación excede el valor de λ_p , se debe evaluar con la razón λ_r , si no excede esta razón la sección rellena es clasificada como no compacta. Si la sección compuesta excede la razón λ_r , esta sección será clasificada como esbelta. Es importante considerara que la máxima razón ancho/espesor permitida deberá ser la especificada en la Tabla I1.1a.

TABLA I1.1a Razones Ancho-Espesor límites para elementos de acero comprimidos en miembros compuestos sujetos a compresión axial Para Uso con Sección I2.2				
Descripción del Elemento	Razón Ancho-espesor	λ_p Compacto/ No compacto	λ_r No compacto/ Esbelto	Máximo Permitido
Paredes de secciones tubulares rectangulares (HSS) y de cajón de espesor uniforme	b/t	$2.26 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$3.00 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.00 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
Secciones tubulares (HSS) redondas	D/t	$\frac{0.15E}{F_y}$	$\frac{0.19E}{F_y}$	$\frac{0.31E}{F_y}$

Figura 6.2.1

FUENTE: ANSI/AISC 360-10 – CAPÍTULO I – TABLA I1.1a

El análisis de todas las secciones ocupadas para las columnas compuestas de nuestro proyecto fueron analizadas en una tabla de Excel, las mismas que se encuentran en el Anexo 4.

6.3 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ELEMENTOS COMPUESTOS

El Código ANSI/AISC 360-10, en la sección I2.2.2b, establece que la resistencia a compresión de los elementos compuestos rellenos de doble simetría cargados axialmente deberán ser analizados para el estado límite de pandeo por flexión mediante la Sección I2.1b con las siguientes modificaciones:

(a) Para secciones compactas

$$P_{no} = P_p \quad (I2-9a)$$

Donde

$$P_p = F_y A_s + C_2 f_c (A_c + A_{sr} \frac{E_s}{E_c}) \quad (I2-9b)$$

$C_2 = 0.85$ para secciones rectangulares y 0.95 para secciones circulares

Como nuestras secciones, dentro del análisis se establecieron como compactas, se debe analizar con la fórmula (I2-9a); y el valor de C_2 es 0.85 al ser una sección rectangular. El valor de P_{no} para cada una de las columnas compuestas se encuentra detallado en el Anexo 4.

Para obtener el valor de la carga crítica de pandeo elástico o pandeo de Euler (P_e), necesitamos primero encontrar la rigidez efectiva de la sección compuesta, EI_{eff} , la misma que se calcula con la siguiente fórmula:

$$EI_{eff} = E_s I_s + E_s I_{sr} + C_3 E_c I_c \quad (I2-12)$$

Donde:

E_s = módulo de elasticidad del acero = $2.040.000 \text{ kgf/cm}^2$ (200.000 MPa)

I_s = momento de inercia del perfil de acero sobre el eje neutro elástico de la sección compuesta, cm^4 (mm^4).

I_{sr} = momento de inercia de las barras de refuerzo sobre el eje neutro elástico de la sección compuesta, cm^4 (mm^4).

C_3 = coeficiente para el cálculo de la rigidez efectiva de miembros compuestos rellenos sujetos a compresión

$$C_3 = 0.6 + 2\left(\frac{A_s}{A_c + A_s}\right) \leq 0.9 \quad (I2-13)$$

E_c = módulo de elasticidad del hormigón = 252.67 ton/cm^2

I_c = momento de inercia de la sección de hormigón sobre el eje neutro elástico de la sección compuesta, cm^4 (mm^4).

Nuestra sección compuesta corresponde a un perfil de acero relleno de hormigón, por lo que no tiene acero de refuerzo y el valor de " I_{sr} " es igual a cero. El cálculo de la rigidez efectiva para cada uno de los perfiles utilizados en las columnas compuestas se encuentra detallado en el Anexo 4.

Una vez obtenidos estos valores procedemos a calcular la resistencia de compresión disponible de los perfiles compuestos, mediante la Sección I2.1b, la misma que nos indicalo siguiente:

$$\phi_c = 0.75 \text{ (LRFD)}$$

(a) Cuando $\frac{P_{no}}{P_e} \leq 2.25$

$$P_n = P_o \left[0.658 \left(\frac{P_o}{P_e} \right) \right] \quad (I2-2)$$

(b) Cuando $\frac{P_{no}}{P_e} > 2.25$

$$P_n = 0.877 P_e \quad (I2-3)$$

Donde:

$$P_e = \frac{\pi^2 * E I_{eff}}{(KL)^2} \quad (I2-5)$$

6.4 TRANSFERENCIA DE CARGA

El Código establece en la Sección I2.2.2d, que los requisitos de transferencia de carga para secciones compuestas rellenas de hormigón se deberán analizar mediante la Sección I6.

Se debe tener en cuenta que las fuerzas externas son aplicadas a la sección de acero, según la trasferencia de carga de nuestro sistema estructural; debido a este factor la fuerza requerida a transferir al concreto, V_r deberá ser calculada con la siguiente fórmula:

$$V_r = Pr \left(1 - \frac{F_y A_s}{P_{no}} \right) \quad (I6-1)$$

Donde:

P_{no} = resistencia nominal de compresión axial sin considerar los efectos de longitud, determinada con la ecuación I2-9.

Pr = fuerza externa requerida aplica al miembro compuesto

Es importante considerar que el valor de “Pr” es la fuerza que actúa solamente en ese elemento estructural, más no la fuerza acumulada de todos los elementos que se encuentren en la parte superior al elemento en análisis.

El valor de la fuerza requerida “V`r” debe ser comparado con el valor de la resistencia nominal “Rn” según el tipo de mecanismo de transferencia de carga utilizado en el sistema. Nuestro mecanismo de transferencia de carga es de interacción de adherencia directa.

La Sección I6.3c establece que la resistencia disponible a la adherencia entre el acero y el hormigón se debe determinar de la siguiente manera:

$$\phi = 0.45 \text{ (LRFD)}$$

(a) Para secciones rectangulares de acero rellenas de hormigón:

$$R_n = B^2 C_{in} F_{in} \quad (I6-5)$$

Donde:

C_{in} = 2 si el elemento compuesto relleno de hormigón se extiende a un lado del punto de transferencia de las fuerzas. 4 si el elemento compuesto relleno de hormigón se extiende a ambos lados del punto de transferencia de fuerzas

R_n = resistencia nominal de adherencia, T (KN)

F_{in} = tensión nominal de adherencia = 0.04 kgf (0.4 MPa)

B = ancho total de la sección rectangular a lo largo de la cara de transferencia de carga, cm (mm)

Este cálculo se lo realizó mediante una tabla de Excel en la cual se comprobó que el valor de V`r sea menor que el valor de φRn, y además sea lo más cercano a 1, para de esta manera tener un diseño eficiente, tal como se muestra en la Figura 6.4.1:

	Columna 135		
AISC360-10/I6-1	Vr'	2.72	
AISC360-10/I6-5	φRn	2.94	
	Vr'/φRn	0.93	≤1
AISC360-10/I2-5	Pe	290.33	
	Pno/Pe	0.81	≤2.25
AISC360-10/I2-2	φPn	125.96	
	Pr/φPn	0.41	≤1

Figura 6.4.1

Como podemos observar en la Figura 6.4.1 la columna 135 tiene una sección eficiente al tener un valor de 1 entre la relación de V`r y φRn. El cálculo de todas las columnas del sistema estructural se encuentra detallado en el Anexo 7.

6.5 CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA SEGÚN LA ASCE/SEI 7-10

Este sistema de pórtico resistente a momento con elementos compuestos, también se lo identifica en el Código ASCE/SEI 7-10; en el mismo se puede identificar los coeficientes de diseño y factores para las fuerzas sísmicas, esto según la tabla 12.2-1, tal como se muestra en la Figura 6.5.1:

Table 12.2-1 (Continued)

Seismic Force-Resisting System	ASCE 7 Section Where Detailing Requirements Are Specified	Response Modification Coefficient, R^a	Overstrength Factor, Ω_0^b	Deflection Amplification Factor, C_d^b	Structural System Limitations Including Structural Height, h_n (ft) Limits ^c				
					Seismic Design Category				
					B	C	D ^d	E ^d	F ^e
C. MOMENT-RESISTING FRAME SYSTEMS									
1. Steel special moment frames	14.1 and 12.2.5.5	8	3	5½	NL	NL	NL	NL	NL
2. Steel special truss moment frames	14.1	7	3	5½	NL	NL	160	100	NP
3. Steel intermediate moment frames	12.2.5.7 and 14.1	4½	3	4	NL	NL	35 ^b	NP ^b	NP ^b
4. Steel ordinary moment frames	12.2.5.6 and 14.1	3½	3	3	NL	NL	NP ⁱ	NP ⁱ	NP ⁱ
5. Special reinforced concrete moment frames ^a	12.2.5.5 and 14.2	8	3	5½	NL	NL	NL	NL	NL
6. Intermediate reinforced concrete moment frames	14.2	5	3	4½	NL	NL	NP	NP	NP
7. Ordinary reinforced concrete moment frames	14.2	3	3	2½	NL	NP	NP	NP	NP
8. Steel and concrete composite special moment frames	12.2.5.5 and 14.3	8	3	5½	NL	NL	NL	NL	NL
9. Steel and concrete composite intermediate moment frames	14.3	5	3	4½	NL	NL	NP	NP	NP
10. Steel and concrete composite partially restrained moment frames	14.3	6	3	5½	160	160	100	NP	NP
11. Steel and concrete composite ordinary moment frames	14.3	3	3	2½	NL	NP	NP	NP	NP
12. Cold-formed steel—special bolted moment frame ^e	14.1	3½	3 ^o	3½	35	35	35	35	35

Figura 6.5.1

FUENTE: ASCE/SEI 7-10 “Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures” – CHAPTER 12 – TABLE 12.2-1

Como se puede apreciar en la Figura 6.5.1 nuestra estructura debe ser analizada según las Secciones 12.2.5.5 y 14.3 del ASCE/SEI 7-10; además el valor del coeficiente de reducción sísmica “R” es 8, el mismo valor que para la estructura analizada en el capítulo anterior; y tiene la misma similitud de no tener ninguna limitación para cualquier categoría de diseño sísmico.

La sección 12.2.5.5 nos indica que para las estructuras de diseño sísmico tipo D, E o F, no se deberá cambiar el valor del coeficiente de reducción sísmica “R” presentado en la Tabla 12.2-1 a menos que los requisitos de las secciones 12.3.3.2 y 12.3.3.4 se cumplan; en nuestro caso no es necesario ver si se cumplen los requisitos de esas secciones ya que el valor de “R” es de 8 tanto en la NEC como en la ASCE/SEI 7-10.

La sección 14.3 nos indica que para el diseño, construcción y calidad de los elementos compuestos capaces de resistir fuerzas sísmicas deben ser diseñadas de acuerdo con los siguientes códigos:

1. AISC 341
2. AISC 360
3. ACI 318

6.6 CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA SEGÚN ANSI/AISC 341-10

Según la norma ANSI/AISC 341-10, nuestra Sección de análisis es la G3 “Composite Special Moment Frames” (C-SMF). El análisis de esta sección se presenta detallado en el Anexo 4.

6.7 CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA SEGÚN ACI 318

El Código ACI 318, especifica en la Sección 10.3.1.6 que para columnas compuestas rellenas de hormigón el espesor mínimo del perfil de acero de confinamiento debe ser:

$$(a) \quad b \sqrt{\frac{f_y}{3E_s}} \quad \text{para cada cara de ancho } b$$

Esta comprobación de espesor mínimo se especifica para cada uno de los perfiles utilizados como columnas compuestas en el Anexo 4.

Además el ACI 318 en la Sección 10.5.2.2 especifica que para columnas compuestas rellenas de hormigón, el sistema de transferencia de fuerzas debe comprobarse según la norma AISC 360, y que normalmente se considera al factor de la adherencia entre el hormigón y el acero para la resistencia de columnas compuestas rellenas de hormigón; tal como lo especificamos anteriormente.

Una vez analizadas las columnas de sección compuesta, nos queda analizar la vigas, las mismas que son perfiles de acero estructural tipo “I”, tal como se modelaron y diseñaron en el capítulo 5; pero teniendo en cuenta el análisis detallado que nos demostró que el tamaño de los perfiles disminuyó al tener columnas de sección compuesta, tal como se indica en el Anexo 8.

6.8 MODELADO DE LA ESTRUCTURA CON PERFILES HUECOS RELLENOS

La estructura fue modelada en el software, con los perfiles de columnas y vigas prediseñados anteriormente. Estos perfiles son claramente de menor dimensión que los perfiles utilizados para el primer proyecto. El fin de modelar la estructura en el programa es obtener los valores de las solicitaciones para cada una de las columnas y vigas con la inercia efectiva de cada elemento, y de esta manera proceder a realizar el estudio respectivo de la estructura ante las solicitaciones de carga. En la Figura 6.8.1 podemos apreciar la estructura final modelada.

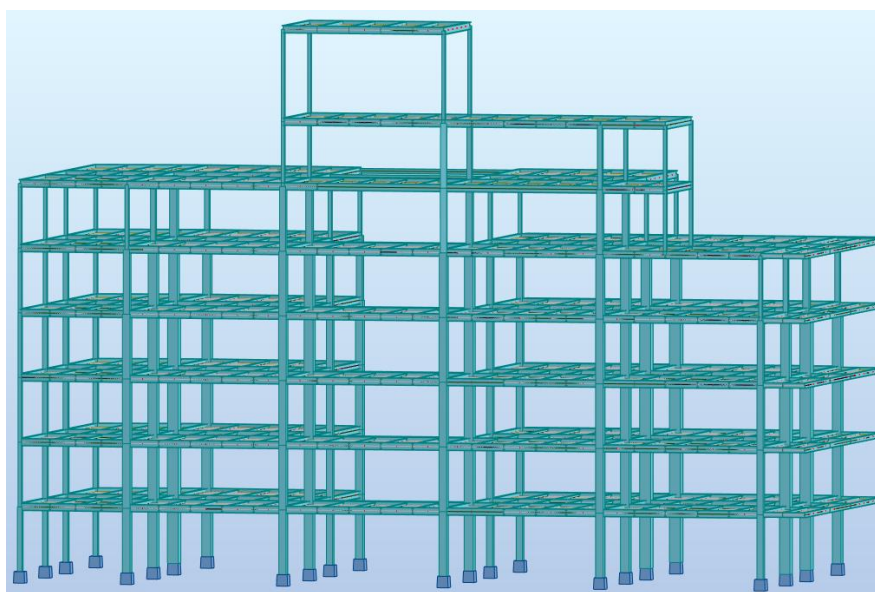


Figura 6.8.1

Una vez obtenido el peso total de acero en obra, procedemos a obtener el precio que nos va a costar el acero estructura A36, esto teniendo en cuenta que el precio debe incluir el montaje en la obra. Según los rubros referenciales de la de la Revista de la Cámara de la Construcción de Quito, edición Julio-Agosto de 2016, el precio directo del acero estructural A36, incluido montaje es de 4.4 \$/kg, tal como se muestra en la Figura 7.1.2 y en el Anexo 11:

ESTRUCTURA						
5.01	REPLANTILLO H.S. 140 KG/CM2. EQUIPO: CONCRETERA 1 SACO	m3	66.28	33.12	6.66	106.06
5.02	REPLANTILLO H.S. 180 KG/CM2. EQUIPO: CONCRETERA 1 SACO	m3	70.02	33.12	6.66	109.8
5.03	HORMIGON CICLOPEO 60% H.S Y 40% PIEDRA F'C=210 KG/CM2	m3	50.35	31.29	9.14	90.78
5.04	PLINTOS HORMIGON SIMPLE F'C=210KG/CM2, NO INC. ENCOFRADO	m3	76.92	33.12	10.96	121
5.05	HORMIGON SIMPLE CADENAS F'C=210 KG/CM2, NO INC. ENCOFRADO	m3	78.23	33.12	10.96	122.31
5.06	HORMIGON SIMPLE COLUMNAS F'C=210 KG/CM2, NO INC. ENCOFRADO	m3	78.23	36.42	11.17	125.82
5.07	HORMIGON SIMPLE COLUMNAS F'C=240 KG/CM2, NO INC. ENCOFRADO	m3	83.02	36.42	11.17	130.61
5.08	HORMIGON EN VIGAS, F'C=210KG/CM2, NO INC. ENCOFRADO	m3	78.36	36.42	11.17	125.95
5.09	HORMIGON EN ESCALERAS, F'C=210KG/CM2, NO INC. ENCOFRADO	m3	78.36	36.44	12.11	126.91
5.10	HORMIGON EN RIOSTRAS, F'C=210KG/CM2, NO INC. ENCOFRADO	m3	78.33	33.12	11.01	122.46
5.11	HORMIGON EN LOSA DE 20 CM, F'C=210KG/CM2, NO INC. ENCOFRADO	m3	78.91	33.12	17.76	129.79
5.12	HORMIGON EN LOSA DE 20 CM, F'C=210 KG/CM2 CON BLOQUE DE POLIESTIRENO, NO INC. ENCOFRADO	m3	140.59	38.08	18.51	197.18
5.13	HORMIGON EN LOSA DE 20 CM, F'C=240 KG/CM2, NO INC. ENCOFRADO	m3	81.06	33.12	17.76	131.94
5.14	HORMIGON EN MUROS, F'C=210KG/CM2, NO INC. ENCOFRADO	m3	78.18	36.44	12.05	126.67
5.15	HORMIGON PREMEZCLADO F'C=210 KG/CM2 (VACIADO Y VIBRADO)	m3	81.38	21.52	6.67	109.57
5.16	LOSA MACISA E=15CM, F'C=210KG/CM2, NO INCLUYE ENCOFRADO	m3	78.75	33.12	17.76	129.63
5.17	LOSA TAPAGRADA E=15CM, F'C=210KG/CM2 NO INCLUYE ENCOFRADO	m2	11.71	10.6	3.51	25.82
5.18	LOSA H= 8CM DE HORMIGON SOBRE DECK METALICO 0.65MM, H. PREMEZ. F'C=210KG/CM2, INCL. MALLA DE TEMPERATURA	m2	22.75	11.66	2.59	37
5.19	DINTEL 0.1X0.20X1.1M, F'C=180KG/CM2	u	2.04	5.4	0.31	7.75
5.20	BLOQUE DE ALIVIANAMIENTO 20*20*40 CM TIMBRADO + ESTIBAJE	u	0.52	0.29	0.01	0.82
5.21	BLOQUE DE ALIVIANAMIENTO 15*20*40 CM TIMBRADO + ESTIBAJE	u	0.39	0.29	0.01	0.69
5.22	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 8-12MM (CON ALAMBRE GALV. N°18)	kg	0.98	0.27	0.03	1.28
5.23	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 14 A 32 MM (CON ALAMBRE GALV. N°18)	kg	0.98	0.34	0.05	1.37
5.24	ACERO ESTRUCTURAL A-36, INC. MONTAJE	kg	1.87	1.59	0.94	4.4

Figura 7.1.2

FUENTE: Revista de la Cámara de la Construcción – Edición Julio-Agosto de 2016 – Nº 246 – Página B-50

Con estos valores podemos obtener el costo de la estructura de acero, el mismo que se describe a continuación en la Figura 7.1.3:

Volumen Total de Acero		Peso Total de Acero	
45.70	m3	358757.83	kg

Precio Estructura de Acero
\$1,578,534.47

Figura 7.1.3

7.2 EDIFICIO CON PERFILES HUECOS RELLENOS DE HORMIGÓN

El análisis para el costo de la estructura metálica en este caso es igual al capítulo anterior, obteniendo el peso de acero total de la estructura, teniendo en cuenta que los perfiles tanto para columnas como para vigas disminuyeron tanto en espesor como en tamaño, por lo cual se obtuvo un valor menor en kilogramos de acero; pero se debe tener en cuenta el valor del metro cúbico de hormigón.

El análisis del peso de acero del primer piso se presenta en la Figura 7.2.1, y comparándolo con el análisis del capítulo anterior, del mismo piso, se puede apreciar la disminución de acero estructural. El análisis de toda la estructura se encuentra detallado en el Anexo 12.

Primer Piso				
Columna Tipo	Cantidad	Área de hormigon(cm2)	Altura(cm)	Volumen de hormigon(cm3)
CC200x10	1	324	350	113400
CC200x8	3	338.56	350	355488
CC250x10	4	529	350	740600
CC300x12	1	761.76	350	266616
CC300x10	3	784	350	823200
CC300x8	1	806.56	350	282296
CC350x12	2	1062.76	350	743932
CC350x10	3	1089	350	1143450
CC350x8	1	1115.56	350	390446
CC400x12	4	1413.76	350	1979264
CC400x10	1	1444	350	505400
	24			7344092
Vol Hormigon (m3)	7.34			

Figura 7.2.3

El valor por metro cúbico de hormigón se lo cotizó en la hormigonera Equinoccial, la misma que establece un precio de 106.00 \$/m³, tal como se muestra en la Figura 7.2.4:

The screenshot shows the website interface for 'Construye Ecuador'. The main navigation bar includes 'BIENVENIDO A CONSTRUYE ECUADOR', 'MI CUENTA', 'INICIO DE SESIÓN', and 'EMPRESAS'. Below the navigation bar, there are search options: 'Buscar por Categoría', 'Buscar por Empresa', and 'Buscar por Proyecto'. The main content area displays the product 'f'c = 280 Kg/cm2' with a price of '106,00 \$'. The product description includes 'f'c = 280 Kg/cm2 (hormigón, transporte, bomba, plastificante) HORMIGON EQUINOCCIAL, m3'. The availability status is 'Disponibilidad: En existencias'. There are also social media icons for Facebook and Twitter, and a 'Ver Productos' button.

Figura 7.2.4

FUENTE: <http://www.construyecuador.com/f-c-280-kg-cm2.html>

Con el precio del hormigón por metro cúbico y la cantidad de metros cúbicos que se necesita para llenar los perfiles de hacer, se puede obtener el costo del hormigón para la obra, tal como se indica en la Figura 7.2.5:

Volumen Total de Hormigon		Precio de Hormigón en Obra
38.34 m3		\$4,064.37

Figura 7.2.5

Una vez obtenido el valor del hormigón en obra y el valor de la estructura de acero, podemos saber cuál va a ser el valor de la estructura con columnas compuestas, el mismo que se detalla en la Figura 7.2.6:

Precio de la Estructura
\$1,158,081.61

Figura 7.2.6

8. CONCLUSIONES

- Mediante un análisis de costos de cada una de las estructuras, pudimos apreciar la disminución del costo de la estructura con columnas compuestas de acero y hormigón; esta disminución es del 27% de lo que costaría estructuralmente el primer proyecto con columnas huecas vacías. Esto se debe al costo unitario del acero y la cantidad del mismo representado en la primera obra; y especialmente al costo unitario del hormigón, que en relación al acero es menor en nuestro país.
- Al haber obtenido un análisis detallado de ambos proyectos, podemos comparar los tipos de falla que se pueden presentar en cada uno, obteniendo como resultado que en la estructura metálica con perfiles huecos vacíos se presentó un solo tipo de falla (pandeo por flexión de miembros sin elementos esbeltos) mientras que para la estructura con perfiles huecos rellenos de hormigón se presentaron 4 tipos de falla o análisis (límites, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, y transferencia de carga). La fluencia del acero y el estudio de los elementos sujetos a flexión fueron los mismos para ambas estructuras. Este análisis se lo realizó según la AISC 360-10.
- Como diferencias específicas dentro del cálculo estructural entre una el edificio con perfiles huecos vacíos y el edificio con perfiles huecos rellenos de hormigón se obtuvieron que la inercia efectiva de una columna compuesta es mayor a la inercia del perfil vacío ya que tiene el aporte del hormigón con su respectiva inercia y módulo de elasticidad, la transferencia de carga es otra diferencia específica en el análisis estructural, ya que este factor influye netamente para perfiles compuestos rellenos, más no para perfiles compuestos embebidos. Dentro de lo que es las limitaciones de cada proyecto según la ASCE/SEI 7-10, ambas estructuras no tienen ninguna limitación estructural, pero se deben diseñar según los parámetros establecidos en la misma norma.
- En el primer modelo de la estructura metálica, se designaron perfiles huecos de 350 milímetros de lado por 12 milímetros de espesor, pero una vez aplicados los diferentes tipos de carga obtuvimos que las secciones en los primeros 3 pisos no cumplían tanto el análisis de primer orden como el de segundo orden. Por lo tanto se procedió a aumentar las secciones de los perfiles estructurales, llegando a tener como el perfil de mayores dimensiones al de 400 milímetros de lado por 30 milímetros de espesor.
- En el primer modelo de la estructura metálica, para las vigas se designaron perfiles tipo "I" de 150 milímetros de "b" (patín del ala), 350 milímetros de "hw" (altura del alma), 6 milímetros de "tw" (espesor del alma), 10 milímetros de "tf" (altura del ala); pero una vez aplicados los diferentes tipos de carga obtuvimos que las secciones en los primeros

5 pisos no cumplían tanto el análisis de primer orden como el de segundo orden. Por lo tanto se procedió a aumentar las secciones de los perfiles estructurales, llegando a tener como el perfil de mayores dimensiones al de 185 milímetros de “b” (patín del ala), 405 milímetros de “hw” (altura del alma), 18 milímetros de “tw” (espesor del alma), 27 milímetros de “tf” (altura del ala).

- Tanto la NEC como la ASCE 7-10 limitan, condicionan y separan a las estructuras por medio de las categorías de diseño sísmico, según la importancia de cada estructura y su vulnerabilidad frente a un evento sísmico. Pero la ASCE 7-10 tiene un poco más de alcance que la NEC al limitar o impedir la construcción de ciertas estructuras según su categoría de riesgo sísmico.
- Se determinó que la resistencia nominal a la compresión de los perfiles huecos rellenos de hormigón fue bastante mayor a los perfiles huecos vacíos; esto se debe a que el hormigón incrementa la resistencia a la compresión y evita el pandeo local del perfil de acero y este a su vez evita que el hormigón se disgregue mediante el confinamiento que ofrece el perfil; es decir que ambos materiales actúan en conjunto. El aumento de la resistencia nominal a la compresión se ve reflejado en la disminución de dimensiones de los perfiles estructurales de sección compuesta.

9. RECOMENDACIONES

- Es de suma importancia saber que los resultados obtenidos en el programa Robot Structural Analysis 2016 dependen demasiado de los datos que ingresamos para el modelamiento de la estructura, ya que si ingresamos un dato erróneo, el mismo acarrea el problema a toda la estructura y los resultados finales no van a ser los correctos para el análisis de segundo orden; por tal motivo se recomienda prestar mucha atención en el momento de modelar la estructura.
- Se recomienda trabajar con el método LRFD ya que este método resulta más económico que el método elástico y el plástico, ya que estos utilizan el mismo factor para los dos tipos de carga, mientras que el LRFD aplica factores de carga menores para las cargas muertas comparándolos con las cargas vivas; todo esto en función de las dimensiones de las secciones estructurales.
- Para obtener un análisis más detallado dentro del ámbito sísmico, se recomienda trabajar tanto con la NEC como con la ASCE/SEI 7-10, de esta manera obtener el espectro de diseño de la NEC y el espectro de respuesta sísmica de la ASCE/SEI 7-10; compararlos y obtener valores similares que garanticen el correcto desempeño de la estructura ante sollicitaciones sísmicas.
- La falta de conocimientos sobre la adherencia mecánica entre el hormigón y el acero, como mecanismo de transferencia de carga, provoca cierta inseguridad en el momento de diseñar elementos compuestos, ya que este sistema de transferencia de carga se presenta siempre en el tipo de mecanismo desarrollado en nuestro proyecto. Se recomienda, al momento de diseñar, tener en cuenta los ejemplos proporcionados por la AISC 2010.
- La NEC al no tener una sección en la cual nos indique que tipos de estructuras se detallarían, limitarían o se impedirían, según la categoría de riesgo sísmico; se recomienda trabajar por lo menos para el estudio de riesgo sísmico con la norma ASCE/SEI 7-10, para determinar si nuestra estructura tiene limitaciones en su construcción.

- Como recomendación especial para el diseño sismo resistente, se indica revisar todos los parámetros que se encuentren desarrollados en el espectro de diseño, tales como el coeficiente de modificación de respuesta “R”, el factor de importancia de la estructura “I”, el factor de zona sísmica “Z”, entre otros; y compararlos con los valores obtenidos en cada una de las normas.

10. BIBLIOGRAFÍA

- American Institute of Steel Construction, (2010), Specification for Structural Steel Buildings, Chicago, Illinois, USA.
- ASTM A36 / A36M-14, (2014), Standard Specification for Carbon Structural Steel, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- McCormac J y Csernak S, (1996), Diseño De Estructuras De Acero, 5ta Edición.
- Desing Examples v.14. AISC.2010
- American Society of Civil Engineers, (2010), Minimun Design Loads for Buildings and Other Structures, Reston, Virginia, USA.
- American Concrete Institute, (2014), Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural, Farmington, Michigan, USA.
- American Institute of Steel Construction, (2010), Seismic Provisions for Structural Steel Buildings, Chicago, Illinois, USA.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción, (2014), Estructuras de Acero, Quito, Pichincha, Ecuador.

ANEXOS

Anexo 1:

DATOS PARA EL CÁLCULO DEL ESPECTRO DE DISEÑO	
$r = 1$ para todos los suelos, con excepción del suelo tipo E	
$r = 1.5$ para tipo de suelo E.	
Tipo de Suelo	D
$r =$	1.00
$Z =$	0.40
$\eta =$	2.48

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

$\eta = 1.8$ (Provincias de la Costa, excepto Esmeraldas), 2.48 (Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos). 2.6 (Provincias del Oriente)

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.16
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.5.4					

Tabla 3: Tipo de suelo y Factores de sitio F_a

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

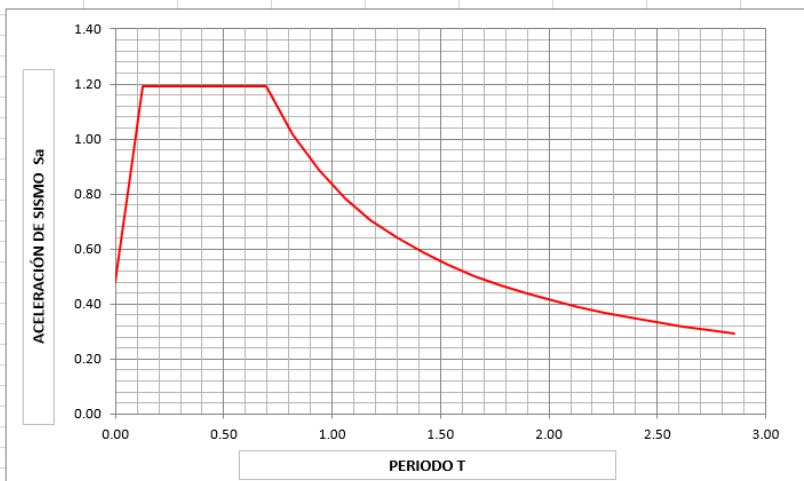
Tabla 4: Tipo de suelo y Factores de sitio F_s

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

Tabla 5: Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo F_v

T	S_a
0.00	0.48
0.03	0.66
0.06	0.84
0.10	1.01
0.13	1.19
0.20	1.19
0.27	1.19
0.34	1.19
0.41	1.19
0.48	1.19
0.56	1.19
0.63	1.19
0.70	1.19
0.82	1.02
0.94	0.89
1.06	0.79
1.18	0.71
1.30	0.64
1.42	0.59
1.54	0.54
1.66	0.50
1.78	0.47
1.90	0.44
2.02	0.41
2.14	0.39
2.26	0.37
2.38	0.35
2.50	0.33
2.62	0.32
2.74	0.30
2.86	0.29

Espectro Sísmico Elástico de Aceleraciones que Representa el Sismo de Diseño (Según NEC)



Anexo 2:

CALCULOS DE LAS ESTRUCTURAS DE ACERO

NORMA: ANSI/AISC 360-10 An American National Standard, June 22, 2010
ANSI/AISC 341-10 - Seismic Provisions for Structural Buildings, June 22, 2010

TIPO DE ANÁLISIS: Verificación de las barras

GRUPO:

BARRA: 135
m

PUNTOS: 1

COORDENADA: x = 0.00 L = 0.00

CARGAS:

Caso de carga más desfavorable: 57 57 (1+2)*1.47+3*0.50+6*1.00+5*-0.30

MATERIAL:

STEEL A36 $F_y = 2531.05 \text{ kgf/cm}^2$ $F_u = 4077.80 \text{ kgf/cm}^2$ $E = 2038902.42 \text{ kgf/cm}^2$



PARAMETROS DE LA SECCION: CC300x10

d=30.0 cm	$A_y=54.00 \text{ cm}^2$	$A_z=54.00 \text{ cm}^2$	$A_x=116.00 \text{ cm}^2$
bf=30.0 cm	$I_y=16278.67 \text{ cm}^4$	$I_z=16278.67 \text{ cm}^4$	$J=24389.00 \text{ cm}^4$
tw=1.0 cm	$S_y=1085.24 \text{ cm}^3$	$S_z=1085.24 \text{ cm}^3$	
tf=1.0 cm	$Z_y=1262.00 \text{ cm}^3$	$Z_z=1262.00 \text{ cm}^3$	

PARAMETROS DE LA BARRA:



$L_y = 3.15 \text{ m}$
 $K_y = 2.60$
 $KL_y/r_y = 69.14$



$L_z = 3.15 \text{ m}$
 $K_z = 2.16$
 $KL_z/r_z = 57.44$



$L_b = 3.15 \text{ m}$
 $C_b = 2.42$

ESFUERZOS INTERNOS:

$T_r = 0.01 \text{ T}\cdot\text{m}$

$P_r = 40.99 \text{ T}$

$M_{ry} = 1.72 \text{ T}\cdot\text{m}$

$M_{rz} = 4.19 \text{ T}\cdot\text{m}$

$V_{ry} = 2.51 \text{ T}$

$V_{rz} = -1.22 \text{ T}$

RESISTENCIAS DE DIMENSIONAMIENTO

$F_i T^* T_n = 22.94 \text{ T}\cdot\text{m}$

$F_i C^* P_n = 205.46 \text{ T}$

$F_i M^* M_{ny} = 28.75 \text{ T}\cdot\text{m}$

$F_i M^* M_{nz} = 28.75 \text{ T}\cdot\text{m}$

$F_i V^* V_{ny} = 73.81 \text{ T}$

$F_i V^* V_{nz} = 73.81 \text{ T}$

PARÁMETRO DE SEGURIDAD

$F_{ib} = 0.90$

$F_{ic} = 0.90$

$F_{iv} = 0.90$

ELEMENTOS DE LA SECCION:

ala = compacto

alma = compacto

PARÁMETROS SÍSMICOS

Sistema - [SMF] Special Moment Frames

Tipo - Otro

FORMULAS DE VERIFICACION:

$Pr/(2*Fic*Pn) + Mry/(Fib*Mny) + Mrz/(Fib*Mnz) = 0.31 < 1.00$ LRFD (H1-1b) Verificado

$Vry/(Fiv*Vny) = 0.03 < 1.00$ LRFD (G2-1) Verificado

$Vrz/(Fiv*Vnz) = 0.02 < 1.00$ LRFD (G2-1) Verificado

$Ky*Ly/ry = 69.14 < (K*L/r),max = 200.00$ $Kz*Lz/rz = 57.44 < (K*L/r),max = 200.00$ ESTABLE

Comprobaciones sísmicas adicionales según la norma ANSI/AISC 341-10

$Fy = 2531.05 \text{ kgf/cm}^2 < 3515.35 \text{ kgf/cm}^2$ ANSI 341-10 (A3.1.) estable

Perfil correcto !!!

Anexo 3:

Piso 1		Columna 135		Columna 495		Columna 548		Columna 661		Columna 790		Columna 865	
RM	0.85	M1x	0.55	M1x	0.65	M1x	0.02	M1x	0.71	M1x	0.11	M1x	1.62
Hx	139.45	M2x	1.18	M2x	1.62	M2x	0.35	M2x	0.86	M2x	0.29	M2x	2.85
Hy	141.69	Cmx	0.41	Cmx	0.44	Cmx	0.58	Cmx	0.27	Cmx	0.45	Cmx	0.37
L	315	M1y	0.47	M1y	1.50	M1y	1.70	M1y	1.84	M1y	1.46	M1y	1.24
ΔHx	1.56	M2y	0.98	M2y	3.10	M2y	3.46	M2y	3.75	M2y	3.11	M2y	2.72
ΔHy	1.56	Cmy	0.41	Cmy	0.41	Cmy	0.40	Cmy	0.40	Cmy	0.41	Cmy	0.42
Pe piso x	23934.45	Ky	1.83	Ky	1.62	Ky	1.69	Ky	1.67	Ky	1.61	Ky	1.82
Pe piso y	24318.91	Kz	1.84	Kz	1.85	Kz	1.85	Kz	1.85	Kz	1.84	Kz	1.84
P piso	2642.59	Pr	51.2	Pr	123.56	Pr	161.22	Pr	175.95	Pr	154.82	Pr	86.17
B2 x	1.12	Pc	232.95	Pc	520.61	Pc	582.22	Pc	703.11	Pc	582.68	Pc	395.4
B2 y	1.12	Efi	0.36	Efi	0.26	Efi	0.29	Efi	0.26	Efi	0.28	Efi	0.37
		E	2038.9	E	2038.9	E	2038.9	E	2038.9	E	2038.9	E	2038.9
		ly	16278.67	ly	60502.84	ly	67040.08	ly	79483.22	ly	67040.08	ly	46773.56
		Iz	16278.67	Iz	60502.84	Iz	67040.08	Iz	79483.22	Iz	67040.08	Iz	46773.56
		L	315	L	315	L	315	L	315	L	315	L	315
		Pe1 x	3301.50	Pe1 x	12270.65	Pe1 x	13596.48	Pe1 x	16120.09	Pe1 x	13596.48	Pe1 x	9486.20
		Pe1 y	3301.50	Pe1 y	12270.65	Pe1 y	13596.48	Pe1 y	16120.09	Pe1 y	13596.48	Pe1 y	9486.20
		B1 x	0.42	B1 x	0.44	B1 x	0.58	B1 x	0.27	B1 x	0.45	B1 x	0.38
		B1 y	0.41	B1 y	0.41	B1 y	0.41	B1 y	0.41	B1 y	0.42	B1 y	0.42
		B1 x	1.0	B1 x	1.0	B1 x	1.0	B1 x	1.0	B1 x	1.0	B1 x	1.0
		B1 y	1.0	B1 y	1.0	B1 y	1.0	B1 y	1.0	B1 y	1.0	B1 y	1.0
		Mnt x	1.65	Mnt x	1.9	Mnt x	0.33	Mnt x	0.71	Mnt x	0.41	Mnt x	2.5
		Mnt y	1.16	Mnt y	3.83	Mnt y	4.21	Mnt y	4.16	Mnt y	3.63	Mnt y	2.97
		Mlt x	9.61	Mlt x	10.78	Mlt x	4.27	Mlt x	4.67	Mlt x	4.49	Mlt x	5.45
		Mlt y	4.44	Mlt y	5.67	Mlt y	10.63	Mlt y	12.15	Mlt y	12.43	Mlt y	12.7
		Pnt x	34.39	Pnt x	97.91	Pnt x	131.34	Pnt x	141.15	Pnt x	124.36	Pnt x	73.69
		Pnt y	34.39	Pnt y	97.91	Pnt y	131.34	Pnt y	141.15	Pnt y	124.36	Pnt y	73.69
		Plt x	9.96	Plt x	4.15	Plt x	3.72	Plt x	1.77	Plt x	3.94	Plt x	8.11
		Plt y	6.62	Plt y	16.03	Plt y	21.65	Plt y	22.91	Plt y	19.2	Plt y	11.42
		Mrx	12.45	Mrx	14.02	Mrx	5.13	Mrx	5.96	Mrx	5.46	Mrx	8.63
		Mry	6.14	Mry	10.19	Mry	16.14	Mry	17.79	Mry	17.58	Mry	17.22
		Prx	45.59	Prx	102.58	Prx	135.52	Prx	143.14	Prx	128.79	Prx	82.81
		Pry	41.82	Pry	115.89	Pry	155.63	Pry	166.85	Pry	145.90	Pry	86.50
		Mcx	28.75	Mcx	38.7	Mcx	38.7	Mcx	38.7	Mcx	38.7	Mcx	38.7
		Mcy	28.75	Mcy	38.7	Mcy	38.7	Mcy	38.7	Mcy	38.7	Mcy	38.7
		Pr/Pc	0.20	Pr/Pc	0.20	Pr/Pc	0.23	Pr/Pc	0.20	Pr/Pc	0.22	Pr/Pc	0.21
		Efi	0.77	Efi	0.75	Efi	0.72	Efi	0.75	Efi	0.75	Efi	0.80

Columna 28	
M1x	0.97
M2x	2.03
Cmx	0.41
M1y	0.22
M2y	0.38
Cmy	0.37
Ky	1.83
Kz	1.61
Pr	73.2
Pc	232.95
Efi	0.44
E	2038.9
ly	16278.6 7
lz	16278.6 7
L	315
Pe1 x	3301.50
Pe1 y	3301.50
B1 x	0.42
B1 y	0.38
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.
0
≥1.
0

Columna 481	
M1x	1.43
M2x	3.38
Cmx	0.43
M1y	1.04
M2y	1.86
Cmx	0.38
Ky	1.58
Kz	1.61
Pr	228.56
Pc	836.27
Efi	0.29
E	2038.9
ly	91115.1 8
lz	91115.1 8
L	315
Pe1 x	18479.1 8
Pe1 y	18479.1 8
B1 x	0.44
B1 y	0.38
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.
0
≥1.
0

Columna 557	
M1x	0.95
M2x	1.26
Cmx	0.30
M1y	1.14
M2y	2.13
Cmx	0.39
Ky	1.54
Kz	1.46
Pr	249.18
Pc	958.3
Efi	0.29
E	2038.9
ly	101972
lz	101972
L	315
Pe1 x	20681.07
Pe1 y	20681.07
B1 x	0.30
B1 y	0.39
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.
0
≥1.
0

Columna 642	
M1x	0.2
M2x	1.01
Cmx	0.52
M1y	1.04
M2y	1.93
Cmx	0.38
Ky	1.54
Kz	1.46
Pr	254.33
Pc	958.3
Efi	0.3
E	2038.9
ly	101972
lz	101972
L	315
Pe1 x	20681.07
Pe1 y	20681.07
B1 x	0.53
B1 y	0.39
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Columna 756	
M1x	0.01
M2x	1.59
Cmx	0.60
M1y	0.95
M2y	1.60
Cmx	0.36
Ky	1.58
Kz	1.66
Pr	253.67
Pc	833.22
Efi	0.33
E	2038.9
ly	91115.1 8
lz	91115.1 8
L	315
Pe1 x	18479.1 8
Pe1 y	18479.1 8
B1 x	0.61
B1 y	0.37
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.
0
≥1.
0

Columna 854	
M1x	2.91
M2x	5.35
Cmx	0.38
M1y	0.96
M2y	1.58
Cmx	0.36
Ky	1.78
Kz	1.65
Pr	156.23
Pc	585.4
Efi	0.32
E	2038.9
ly	67040.0 8
lz	67040.0 8
L	315
Pe1 x	13596.4 8
Pe1 y	13596.4 8
B1 x	0.39
B1 y	0.36
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.
0
≥1.
0

Mnt x	3.21
Mnt y	0.49
Mlt x	10.35
Mlt y	0.89
Pnt x	68.54
Pnt y	68.54
Plt x	14.52
Plt y	3.41

Mnt x	3.46
Mnt y	1.29
Mlt x	9.56
Mlt y	5.27
Pnt x	180.26
Pnt y	180.26
Plt x	4.82
Plt y	10.77

Mnt x	1.02
Mnt y	2.39
Mlt x	12.54
Mlt y	4.02
Pnt x	216.7
Pnt y	216.7
Plt x	2.36
Plt y	7.02

Mnt x	0.45
Mnt y	2.23
Mlt x	11.62
Mlt y	5.07
Pnt x	223.02
Pnt y	223.02
Plt x	1.07
Plt y	4.9

Mnt x	0.25
Mnt y	1.66
Mlt x	12.22
Mlt y	6.02
Pnt x	224.02
Pnt y	224.02
Plt x	2.7
Plt y	3.58

Mnt x	4.28
Mnt y	1.06
Mlt x	6.41
Mlt y	11.92
Pnt x	138.25
Pnt y	138.25
Plt x	9.92
Plt y	6.45

Mrx	14.84
Mry	1.49

Mrx	14.21
Mry	7.20

Mrx	15.12
Mry	6.90

Mrx	13.51
Mry	7.92

Mrx	13.99
Mry	8.41

Mrx	11.49
Mry	14.43

Prx	84.86
Pry	72.37

Prx	185.68
Pry	192.34

Prx	219.35
Pry	224.58

Prx	224.22
Pry	228.52

Prx	227.06
Pry	228.04

Prx	149.40
Pry	145.49

Mcx	28.75
Mcy	28.75

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	46.86
Mcy	46.86

Mcx	46.86
Mcy	46.86

Pr/P _c	0.36	≥0.2
-------------------	------	------

Pr/P _c	0.22	≥0.2
-------------------	------	------

Pr/P _c	0.23	≥0.2
-------------------	------	------

Pr/P _c	0.23	≥0.2
-------------------	------	------

Pr/P _c	0.27	≥0.2
-------------------	------	------

Pr/P _c	0.26	≥0.2
-------------------	------	------

Efi	0.87
-----	------

Efi	0.71
-----	------

Efi	0.73
-----	------

Efi	0.73
-----	------

Efi	0.70
-----	------

Efi	0.75
-----	------

Columna 87	
M1x	1.55
M2x	3.28
Cmx	0.41
M1y	0.33
M2y	0.75
Cmy	0.42
Ky	1.48
Kz	1.63
Pr	90.37
Pc	343.63
Efi	0.36
E	2038.9
ly	30930.5 2
lz	30930.5 2
L	315
Pe1 x	6273.06
Pe1 y	6273.06
B1 x	0.42
B1 y	0.43
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.
0
≥1.
0

Columna 488	
M1x	2.13
M2x	4.93
Cmx	0.43
M1y	1.82
M2y	3.87
Cmy	0.41
Ky	1.29
Kz	1.59
Pr	291.43
Pc	954.89
Efi	0.39
E	2038.9
ly	101972
lz	101972
L	315
Pe1 x	20681.0 7
Pe1 y	20681.0 7
B1 x	0.43
B1 y	0.42
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.
0
≥1.
0

Columna 574	
M1x	6.11
M2x	11.43
Cmx	0.39
M1y	0.21
M2y	0.54
Cmy	0.44
Ky	1.35
Kz	1.55
Pr	174.23
Pc	839.81
Efi	0.29
E	2038.9
ly	91115.18
lz	91115.18
L	315
Pe1 x	18479.18
Pe1 y	18479.18
B1 x	0.39
B1 y	0.45
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.
0
≥1.
0

Columna 634	
M1x	5.18
M2x	10.66
Cmx	0.41
M1y	0.09
M2y	0.30
Cmy	0.48
Ky	1.33
Kz	1.54
Pr	166.21
Pc	840.39
Efi	0.21
E	2038.9
ly	91115.18
lz	91115.18
L	315
Pe1 x	18479.18
Pe1 y	18479.18
B1 x	0.41
B1 y	0.48
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Columna 765	
M1x	0.06
M2x	0.34
Cmx	0.53
M1y	1.18
M2y	2.64
Cmy	0.42
Ky	1.29
Kz	1.57
Pr	266.45
Pc	838.64
Efi	0.4
E	2038.9
ly	91115.1 8
lz	91115.1 8
L	315
Pe1 x	18479.1 8
Pe1 y	18479.1 8
B1 x	0.54
B1 y	0.43
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.
0
≥1.
0

Columna 838	
M1x	3.4
M2x	6.23
Cmx	0.38
M1y	1.05
M2y	2.56
Cmy	0.44
Ky	1.38
Kz	1.58
Pr	187.25
Pc	838.05
Efi	0.29
E	2038.9
ly	91115.1 8
lz	91115.1 8
L	315
Pe1 x	18479.1 8
Pe1 y	18479.1 8
B1 x	0.39
B1 y	0.44
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.
0
≥1.
0

Mnt x	3.82
Mnt y	1
Mlt x	8.17
Mlt y	4.84
Pnt x	79.38
Pnt y	79.38
Plt x	17.96
Plt y	3.23

Mnt x	0.48
Mnt y	0.43
Mlt x	2.8
Mlt y	10.69
Pnt x	260.1
Pnt y	260.1
Plt x	3.98
Plt y	12.36

Mnt x	8.35
Mnt y	0.43
Mlt x	12.35
Mlt y	3.93
Pnt x	129.78
Pnt y	129.78
Plt x	12.94
Plt y	15.26

Mnt x	6.69
Mnt y	0.46
Mlt x	8.012
Mlt y	10.56
Pnt x	122.33
Pnt y	122.33
Plt x	11.93
Plt y	11.7

Mnt x	0.28
Mnt y	2.66
Mlt x	4.75
Mlt y	11.96
Pnt x	221.36
Pnt y	221.36
Plt x	3.2
Plt y	8.81

Mnt x	5.12
Mnt y	2.83
Mlt x	6.24
Mlt y	12.29
Pnt x	161.05
Pnt y	161.05
Plt x	11.67
Plt y	6.84

Mrx	13.00
Mry	6.43

Mrx	3.63
Mry	12.42

Mrx	22.23
Mry	4.84

Mrx	15.70
Mry	12.31

Mrx	5.62
Mry	16.08

Mrx	12.13
Mry	16.62

Prx	99.57
Pry	83.00

Prx	264.57
Pry	273.97

Prx	144.33
Pry	146.90

Prx	135.74
Pry	135.46

Prx	224.96
Pry	231.24

Prx	174.17
Pry	168.72

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	46.86
Mcy	46.86

Mcx	46.86
Mcy	46.86

Pr/P _c	0.29	≥0.2
-------------------	------	------

Pr/P _c	0.28	≥0.2
-------------------	------	------

Pr/P _c	0.17	≥0.2
-------------------	------	------

Pr/P _c	0.16	≥0.2
-------------------	------	------

Pr/P _c	0.27	≥0.2
-------------------	------	------

Pr/P _c	0.21	≥0.2
-------------------	------	------

Efi	0.74
-----	------

Efi	0.65
-----	------

Pr/P _c	0.17	≤0.2
-------------------	------	------

Efi	0.80
-----	------

Efi	0.68
-----	------

Efi	0.75
-----	------

Efi	0.79
-----	------

Columna 233	
M1x	0.58
M2x	1.28
Cmx	0.42
M1y	0.73
M2y	1.41
Cmy	0.39
Ky	1.48
Kz	1.89
Pr	50.01
Pc	231.34
Efi	0.38
E	2038.9
ly	16278.6 7
lz	16278.6 7
L	315
Pe1 x	3301.50
Pe1 y	3301.50
B1 x	0.43
B1 y	0.40
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.
0
≥1.
0

Columna 474	
M1x	0.89
M2x	2.47
Cmx	0.46
M1y	3.64
M2y	6.94
Cmx	0.39
Ky	1.58
Kz	1.79
Pr	160.66
Pc	824.93
Efi	0.24
E	2038.9
ly	91115.1 8
lz	91115.1 8
L	315
Pe1 x	18479.1 8
Pe1 y	18479.1 8
B1 x	0.46
B1 y	0.39
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.
0
≥1.
0

Columna 566	
M1x	2.45
M2x	4.62
Cmx	0.39
M1y	0.55
M2y	1.05
Cmx	0.39
Ky	1.82
Kz	1.9
Pr	74.41
Pc	334.77
Efi	0.46
E	2038.9
ly	30930.52
lz	30930.52
L	315
Pe1 x	6273.06
Pe1 y	6273.06
B1 x	0.39
B1 y	0.40
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.
0
≥1.
0

Columna 625	
M1x	3.69
M2x	7.51
Cmx	0.40
M1y	0.36
M2y	0.63
Cmx	0.37
Ky	1.34
Kz	1.9
Pr	111.28
Pc	579.88
Efi	0.29
E	2038.9
ly	67040.08
lz	67040.08
L	315
Pe1 x	13596.48
Pe1 y	13596.48
B1 x	0.41
B1 y	0.37
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Columna 1632	
M1x	0.03
M2x	0.14
Cmx	0.51
M1y	1.11
M2y	1.96
Cmx	0.37
Ky	1.35
Kz	1.7
Pr	210.36
Pc	650.5
Efi	0.46
E	2038.9
ly	73365.3 3
lz	73365.3 3
L	315
Pe1 x	14879.3 1
Pe1 y	14879.3 1
B1 x	0.52
B1 y	0.38
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.
0
≥1.
0

Columna 872	
M1x	2.65
M2x	4.99
Cmx	0.39
M1y	2.63
M2y	4.83
Cmx	0.38
Ky	1.82
Kz	1.69
Pr	123.11
Pc	583.59
Efi	0.32
E	2038.9
ly	67040.0 8
lz	67040.0 8
L	315
Pe1 x	13596.4 8
Pe1 y	13596.4 8
B1 x	0.39
B1 y	0.39
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.
0
≥1.
0

Mnt x	1.89
Mnt y	1.63
Mlt x	8.92
Mlt y	2.83
Pnt x	45.4
Pnt y	45.4
Plt x	13.65
Plt y	5.04

Mnt x	2.04
Mnt y	6.22
Mlt x	10.95
Mlt y	6.61
Pnt x	121.5
Pnt y	121.5
Plt x	4.24
Plt y	16.74

Mnt x	5.08
Mnt y	1.25
Mlt x	12.9
Mlt y	2.56
Pnt x	68.02
Pnt y	68.02
Plt x	9.02
Plt y	10.97

Mnt x	7.31
Mnt y	1.01
Mlt x	7.43
Mlt y	10.57
Pnt x	93.77
Pnt y	93.77
Plt x	10
Plt y	13.86

Mnt x	0.63
Mnt y	3.43
Mlt x	2.33
Mlt y	11
Pnt x	184.36
Pnt y	184.36
Plt x	2.94
Plt y	13.01

Mnt x	4.28
Mnt y	4.83
Mlt x	11.26
Mlt y	4.13
Pnt x	108.61
Pnt y	108.61
Plt x	10.72
Plt y	11.85

Mrx	11.92
Mry	4.81

Mrx	14.35
Mry	13.64

Mrx	19.58
Mry	4.12

Mrx	15.66
Mry	12.87

Mrx	3.25
Mry	15.77

Mrx	16.94
Mry	9.46

Prx	60.74
Pry	51.05

Prx	126.27
Pry	140.28

Prx	78.16
Pry	80.33

Prx	105.01
Pry	109.32

Prx	187.66
Pry	198.96

Prx	120.66
Pry	121.90

Mcx	28.75
Mcy	28.75

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	46.86
Mcy	46.86

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Pr/P _c	0.26	≥0.2
-------------------	------	------

Pr/P _c	0.15	≥0.2
-------------------	------	------

Pr/P _c	0.23	≥0.2
-------------------	------	------

Pr/P _c	0.18	≥0.2
-------------------	------	------

Pr/P _c	0.29	≥0.2
-------------------	------	------

Pr/P _c	0.21	≥0.2
-------------------	------	------

Efi	0.78
-----	------

Pr/P _c	0.15	≤0.2
-------------------	------	------

Efi	0.78
-----	------

Pr/P _c	0.18	≤0.2
-------------------	------	------

Efi	0.65
-----	------

Efi	0.81
-----	------

Efi	0.80
-----	------

Efi	0.83
-----	------

Piso 2		Columna 136		Columna 496		Columna 549		Columna 662		Columna 791		Columna 866	
RM	0.85	M1x	1.49	M1x	4.82	M1x	5.25	M1x	4.93	M1x	4.45	M1x	3.73
Hx	101.69	M2x	1.58	M2x	5.16	M2x	5.57	M2x	5.34	M2x	4.76	M2x	3.97
Hy	104.7	Cmx	0.22	Cmx	0.23	Cmx	0.22	Cmx	0.23	Cmx	0.23	Cmx	0.22
L	315	M1y	0.45	M1y	1.45	M1y	1.65	M1y	1.80	M1y	1.39	M1y	1.21
ΔHx	3.6	M2y	0.93	M2y	3.03	M2y	3.40	M2y	3.69	M2y	3.02	M2y	2.69
ΔHy	3.3	Cmy	0.41	Cmy	0.41	Cmy	0.41	Cmy	0.40	Cmy	0.42	Cmy	0.42
Pe piso x	7563.19	Ky	2.66	Ky	1.98	Ky	2.11	Ky	2.11	Ky	1.96	Ky	2.6
Pe piso y	8494.98	Kz	2.68	Kz	2.73	Kz	2.73	Kz	2.71	Kz	2.7	Kz	2.68
P piso	2614.37	Pr	36.43	Pr	99.85	Pr	136.23	Pr	150.85	Pr	129.56	Pr	66.85
B2 x	1.53	Pc	148.04	Pc	421.04	Pc	477.94	Pc	590.72	Pc	479.6	Pc	303.55
B2 y	1.44	Efi	0.49	Efi	0.4	Efi	0.4	Efi	0.34	Efi	0.38	Efi	0.44
		E	2038.9	E	2038.9	E	2038.9	E	2038.9	E	2038.9	E	2038.9
		Iy	9232	Iy	53748.9	Iy	60502.84	Iy	73365.33	Iy	60502.84	Iy	30930.52
		Iz	9232	Iz	53748.9	Iz	60502.84	Iz	73365.33	Iz	60502.84	Iz	30930.52
		L	315	L	315	L	315	L	315	L	315	L	315
		Pe1 x	1872.35	Pe1 x	10900.88	Pe1 x	12270.65	Pe1 x	14879.31	Pe1 x	12270.65	Pe1 x	6273.06
		Pe1 y	1872.35	Pe1 y	10900.88	Pe1 y	12270.65	Pe1 y	14879.31	Pe1 y	12270.65	Pe1 y	6273.06
		B1 x	0.23	B1 x	0.23	B1 x	0.23	B1 x	0.23	B1 x	0.23	B1 x	0.23
		B1 y	0.41	B1 y	0.41	B1 y	0.41	B1 y	0.41	B1 y	0.42	B1 y	0.42
		B1 x	1.0	B1 x	1.0	B1 x	1.0	B1 x	1.0	B1 x	1.0	B1 x	1.0
		B1 y	1.0	B1 y	1.0	B1 y	1.0	B1 y	1.0	B1 y	1.0	B1 y	1.0
		Mnt x	1.79	Mnt x	1.15	Mnt x	0.14	Mnt x	0.95	Mnt x	0.21	Mnt x	3.76
		Mnt y	1.58	Mnt y	4.16	Mnt y	4.92	Mnt y	4.25	Mnt y	4.16	Mnt y	3.97
		Mlt x	3.05	Mlt x	9.23	Mlt x	6.85	Mlt x	8.09	Mlt x	8.56	Mlt x	5.7
		Mlt y	5.77	Mlt y	5.11	Mlt y	6.02	Mlt y	6.75	Mlt y	6.01	Mlt y	9.73
		Pnt x	30.25	Pnt x	80.1	Pnt x	110.21	Pnt x	117.96	Pnt x	105.33	Pnt x	57.55
		Pnt y	30.25	Pnt y	80.1	Pnt y	110.21	Pnt y	117.96	Pnt y	105.33	Pnt y	57.55
		Plt x	9.85	Plt x	4.07	Plt x	3.68	Plt x	1.67	Plt x	3.9	Plt x	8.06
		Plt y	6.57	Plt y	15.95	Plt y	21.59	Plt y	22.82	Plt y	19.11	Plt y	11.29
		Mrx	6.45	Mrx	15.26	Mrx	10.61	Mrx	13.31	Mrx	13.29	Mrx	12.47
		Mry	9.92	Mry	11.54	Mry	13.62	Mry	14.00	Mry	12.84	Mry	18.03
		Prx	45.30	Prx	86.32	Prx	115.83	Prx	120.51	Prx	111.29	Prx	69.87
		Pry	39.74	Pry	103.14	Pry	141.40	Pry	150.93	Pry	132.94	Pry	73.86
		Mcx	28.75	Mcx	38.7	Mcx	38.7	Mcx	38.7	Mcx	38.7	Mcx	38.7
		Mcy	28.75	Mcy	38.7	Mcy	38.7	Mcy	38.7	Mcy	38.7	Mcy	38.7
		Pr/Pc	0.31	Pr/Pc	0.21	Pr/Pc	0.24	Pr/Pc	0.20	Pr/Pc	0.23	Pr/Pc	0.23
		Efi	0.81	Efi	0.82	Efi	0.80	Efi	0.83	Efi	0.83	Efi	0.93

Columnna 33	
M1x	0.69
M2x	0.81
Cmx	0.26
M1y	0.19
M2y	0.36
Cmy	0.39
Ky	2.66
Kz	1.94
Pr	58.04
Pc	233.98
Efi	0.58
E	2038.9
ly	16278.67
lz	16278.67
L	315
Pe1 x	3301.50
Pe1 y	3301.50
B1 x	0.26
B1 y	0.40
B1 x	1.0
B1 y	1.0

Columnna 482	
M1x	2.24
M2x	2.6
Cmx	0.26
M1y	1.02
M2y	1.82
Cmy	0.38
Ky	1.87
Kz	1.96
Pr	187.23
Pc	755.38
Efi	0.37
E	2038.9
ly	85398.32
lz	85398.32
L	315
Pe1 x	17319.74
Pe1 y	17319.74
B1 x	0.26
B1 y	0.38
B1 x	1.0
B1 y	1.0

Columnna 558	
M1x	3.34
M2x	3.62
Cmx	0.23
M1y	1.10
M2y	2.09
Cmy	0.39
Ky	1.77
Kz	1.59
Pr	205.56
Pc	884.43
Efi	0.32
E	2038.9
ly	96638.26
lz	96638.26
L	315
Pe1 x	19599.32
Pe1 y	19599.32
B1 x	0.23
B1 y	0.39
B1 x	1.0
B1 y	1.0

Columnna 643	
M1x	3.19
M2x	3.46
Cmx	0.23
M1y	1.01
M2y	1.89
Cmy	0.39
Ky	1.77
Kz	1.59
Pr	212.56
Pc	884.43
Efi	0.32
E	2038.9
ly	96638.26
lz	96638.26
L	315
Pe1 x	19599.32
Pe1 y	19599.32
B1 x	0.23
B1 y	0.39
B1 x	1.0
B1 y	1.0

Columnna 757	
M1x	2.31
M2x	2.64
Cmx	0.25
M1y	0.91
M2y	1.55
Cmy	0.37
Ky	1.88
Kz	2.07
Pr	209.33
Pc	748.02
Efi	0.36
E	2038.9
ly	85398.32
lz	85398.32
L	315
Pe1 x	17319.74
Pe1 y	17319.74
B1 x	0.25
B1 y	0.37
B1 x	1.0
B1 y	1.0

Columnna 855	
M1x	1.87
M2x	2.17
Cmx	0.26
M1y	0.91
M2y	1.53
Cmy	0.36
Ky	2.5
Kz	2.07
Pr	121.24
Pc	490.3
Efi	0.34
E	2038.9
ly	560283.96
lz	560283.96
L	315
Pe1 x	113631.87
Pe1 y	113631.87
B1 x	0.26
B1 y	0.36
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

≥1.0
≥1.0

≥1.0
≥1.0

≥1.0
≥1.0

≥1.0
≥1.0

≥1.0
≥1.0
≥1.0
≥1.0

Mnt x	4.42
Mnt y	0.81

Mnt x	2.15
Mnt y	1.6

Mnt x	1.48
Mnt y	3.22

Mnt x	0.15
Mnt y	3.46

Mnt x	0.23
Mnt y	2.64

Mnt x	5.5
Mnt y	1.17

Mlt x	6.16
Mlt y	7.82
Pnt x	58.11
Pnt y	58.11
Plt x	14.35
Plt y	3.36

Mlt x	11.8
Mlt y	4.45
Pnt x	150.05
Pnt y	150.05
Plt x	4.75
Plt y	10.69

Mlt x	10.08
Mlt y	6.06
Pnt x	178.64
Pnt y	178.64
Plt x	2.29
Plt y	6.97

Mlt x	10.22
Mlt y	6.48
Pnt x	185.53
Pnt y	185.53
Plt x	1.02
Plt y	4.82

Mlt x	10.67
Mlt y	6.11
Pnt x	183.04
Pnt y	183.04
Plt x	2.66
Plt y	3.51

Mlt x	7.86
Mlt y	8.93
Pnt x	112.29
Pnt y	112.29
Plt x	9.81
Plt y	6.31

Mrx	13.83
Mry	12.11

Mrx	20.18
Mry	8.03

Mrx	16.89
Mry	11.97

Mrx	15.77
Mry	12.82

Mrx	16.54
Mry	11.47

Mrx	17.51
Mry	14.07

Prx	80.04
Pry	62.96

Prx	157.31
Pry	165.49

Prx	182.14
Pry	188.71

Prx	187.09
Pry	192.49

Prx	187.11
Pry	188.11

Prx	127.28
Pry	121.41

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	46.86
Mcy	46.86

Mcx	46.86
Mcy	46.86

Pr/Pc	0.34
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.21
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.21
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.21
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.25
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.26
-------	------

≥0.2

Efi	0.94
-----	------

Efi	0.86
-----	------

Efi	0.87
-----	------

Efi	0.87
-----	------

Efi	0.78
-----	------

Efi	0.86
-----	------

Columna 115	
M1x	1.26
M2x	1.38
Cmx	0.23
M1y	0.29
M2y	0.69

Columna 489	
M1x	5.03
M2x	5.47
Cmx	0.23
M1y	1.78
M2y	3.82

Columna 575	
M1x	0.22
M2x	0.39
Cmx	0.37
M1y	0.18
M2y	0.51

Columna 635	
M1x	0
M2x	0.14
Cmx	0.60
M1y	0.08
M2y	0.28

Columna 766	
M1x	3.41
M2x	3.67
Cmx	0.23
M1y	1.12
M2y	2.59

Columna 839	
M1x	3.78
M2x	4.08
Cmx	0.23
M1y	1.01
M2y	2.51

Cmy	0.43		Cmy	0.41		Cmy	0.46		Cmy	0.49		Cmy	0.43		Cmy	0.44	
Ky	1.64		Ky	1.24		Ky	1.34		Ky	1.32		Ky	1.24		Ky	1.42	
Kz	2		Kz	1.89		Kz	1.77		Kz	1.77		Kz	1.86		Kz	1.87	
Pr	70.95		Pr	235.83		Pr	141.03		Pr	135.05		Pr	212.02		Pr	147.23	
Pc	315.39		Pc	875.72		Pc	767.29		Pc	767.29		Pc	761.78		Pc	761.15	
Efi	0.6		Efi	0.44		Efi	0.32		Efi	0.32		Efi	0.41		Efi	0.27	
E	2038.9		E	2038.9		E	2038.9		E	2038.9		E	2038.9		E	2038.9	
ly	26225.33		ly	96638.26		ly	85398.32		ly	85398.32		ly	85398.32		ly	85398.32	
lz	26225.33		lz	96638.26		lz	85398.32		lz	85398.32		lz	85398.32		lz	85398.32	
L	315		L	315		L	315		L	315		L	315		L	315	
Pe1 x	5318.79		Pe1 x	19599.32		Pe1 x	17319.74		Pe1 x	17319.74		Pe1 x	17319.74		Pe1 x	17319.74	
Pe1 y	5318.79		Pe1 y	19599.32		Pe1 y	17319.74		Pe1 y	17319.74		Pe1 y	17319.74		Pe1 y	17319.74	
B1 x	0.24	≥1.0	B1 x	0.24	≥1.0	B1 x	0.38	≥1.0	B1 x	0.60	≥1.0	B1 x	0.23	≥1.0	B1 x	0.23	≥1.0
B1 y	0.44	≥1.0	B1 y	0.42	≥1.0	B1 y	0.46	≥1.0	B1 y	0.49	≥1.0	B1 y	0.43	≥1.0	B1 y	0.44	≥1.0
B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0	
B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0	

Mnt x	4.94		Mnt x	3.14		Mnt x	6.38		Mnt x	6.78		Mnt x	0.56		Mnt x	4.01	
Mnt y	1.38		Mnt y	2.63		Mnt y	0.29		Mnt y	0.13		Mnt y	2.67		Mnt y	3.08	
Mlt x	6.63		Mlt x	3.94		Mlt x	11.58		Mlt x	12.02		Mlt x	3.24		Mlt x	6.09	
Mlt y	8.46		Mlt y	8.75		Mlt y	7.09		Mlt y	7.09		Mlt y	14.73		Mlt y	15.58	
Pnt x	65.17		Pnt x	211.52		Pnt x	106.94		Pnt x	102.01		Pnt x	176.76		Pnt x	125.81	
Pnt y	65.17		Pnt y	211.52		Pnt y	106.94		Pnt y	102.01		Pnt y	176.76		Pnt y	125.81	
Plt x	17.89		Plt x	3.91		Plt x	12.89		Plt x	11.88		Plt x	3.11		Plt x	11.55	
Plt y	3.18		Plt y	12.29		Plt y	15.21		Plt y	11.64		Plt y	8.76		Plt y	6.79	

Mrx	15.07
Mry	13.60

Mrx	9.16
Mry	15.27

Mrx	24.08
Mry	10.53

Mrx	25.15
Mry	10.37

Mrx	5.51
Mry	23.95

Mrx	13.32
Mry	25.59

Prx	92.51
Pry	69.76

Prx	217.50
Pry	229.27

Prx	126.64
Pry	128.91

Prx	120.17
Pry	118.82

Prx	181.51
Pry	189.41

Prx	143.46
Pry	135.62

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	46.86
Mcy	46.86

Mcx	46.86
Mcy	46.86

Pr/Pc	0.29
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.25
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.17
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.16
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.24
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.19
-------	------

≥0.2

Efi	0.95
-----	------

Efi	0.81
-----	------

Pr/Pc	0.17
-------	------

≤0.2

Pr/Pc	0.16
-------	------

≤0.2

Efi	0.80
-----	------

Pr/Pc	0.19
-------	------

≤0.2

Efi	0.98
-----	------

Efi	1.00
-----	------

Efi	0.92
-----	------

Columna 245	
M1x	2.01
M2x	2.2
Cmx	0.23
M1y	0.69
M2y	1.38
Cmy	0.40
Ky	1.64
Kz	2.88
Pr	39.86
Pc	139.36
Efi	0.47
E	2038.9

Columna 475	
M1x	8.6
M2x	9.32
Cmx	0.23
M1y	3.60
M2y	6.89
Cmy	0.39
Ky	1.87
Kz	2.5
Pr	129.72
Pc	716.26
Efi	0.21
E	2038.9

Columna 567	
M1x	1.75
M2x	1.96
Cmx	0.24
M1y	0.49
M2y	0.98
Cmy	0.40
Ky	2.58
Kz	2.88
Pr	59.74
Pc	247.46
Efi	0.52
E	2038.9

Columna 626	
M1x	1.49
M2x	1.69
Cmx	0.25
M1y	0.30
M2y	0.58
Cmy	0.39
Ky	1.32
Kz	2.88
Pr	89.32
Pc	469.49
Efi	0.32
E	2038.9

Columna 750	
M1x	4.06
M2x	4.33
Cmx	0.22
M1y	1.07
M2y	1.82
Cmy	0.36
Ky	1.35
Kz	2.16
Pr	168.23
Pc	566.91
Efi	0.41
E	2038.9

Columna 873	
M1x	6.48
M2x	7.01
Cmx	0.23
M1y	2.59
M2y	4.77
Cmy	0.38
Ky	2.6
Kz	2.16
Pr	96.15
Pc	485.02
Efi	0.39
E	2038.9

ly	9232		ly	85398.32		ly	26225.33		ly	60502.84		ly	67040.08		ly	60502.84	
lz	9232		lz	85398.32		lz	26225.33		lz	60502.84		lz	67040.08		lz	60502.84	
L	315		L	315		L	315		L	315		L	315		L	315	
Pe1 x	1872.35		Pe1 x	17319.74		Pe1 x	5318.79		Pe1 x	12270.65		Pe1 x	13596.48		Pe1 x	12270.65	
Pe1 y	1872.35		Pe1 y	17319.74		Pe1 y	5318.79		Pe1 y	12270.65		Pe1 y	13596.48		Pe1 y	12270.65	
B1 x	0.24	≥1.0	B1 x	0.23	≥1.0	B1 x	0.25	≥1.0	B1 x	0.25	≥1.0	B1 x	0.23	≥1.0	B1 x	0.23	≥1.0
B1 y	0.41	≥1.0	B1 y	0.39	≥1.0	B1 y	0.40	≥1.0	B1 y	0.40	≥1.0	B1 y	0.37	≥1.0	B1 y	0.39	≥1.0
B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0	
B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0	
Mnt x	2.35		Mnt x	2.1		Mnt x	4.78		Mnt x	6.15		Mnt x	0.45		Mnt x	2.98	
Mnt y	2.2		Mnt y	5.12		Mnt y	1.96		Mnt y	1.69		Mnt y	4.33		Mnt y	3.68	
Mlt x	6.43		Mlt x	7.89		Mlt x	11.45		Mlt x	13.25		Mlt x	4.89		Mlt x	9.56	
Mlt y	3.81		Mlt y	10.9		Mlt y	2.82		Mlt y	2.92		Mlt y	6.96		Mlt y	8.36	
Pnt x	37.35		Pnt x	99.06		Pnt x	53.47		Pnt x	76.37		Pnt x	146.15		Pnt x	85.71	
Pnt y	37.35		Pnt y	99.06		Pnt y	53.47		Pnt y	76.37		Pnt y	146.15		Pnt y	85.71	
Plt x	13.52		Plt x	4.11		Plt x	8.89		Plt x	9.91		Plt x	2.86		Plt x	10.63	
Plt y	4.94		Plt y	16.68		Plt y	10.78		Plt y	13.73		Plt y	12.91		Plt y	11.77	
Mrx	12.18		Mrx	14.16		Mrx	22.28		Mrx	26.40		Mrx	7.92		Mrx	17.59	
Mry	7.70		Mry	20.87		Mry	6.03		Mry	5.91		Mry	14.38		Mry	15.76	
Prx	58.01		Prx	105.34		Prx	67.06		Prx	91.52		Prx	150.52		Prx	101.96	
Pry	44.49		Pry	123.16		Pry	69.04		Pry	96.20		Pry	164.80		Pry	102.71	
Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	38.7	

Mcy 38.7	Mcy 38.7	Mcy 38.7	Mcy 38.7	Mcy 38.7	Mcy 38.7
Pr/Pc 0.42	Pr/Pc 0.15	Pr/Pc 0.27	Pr/Pc 0.19	Pr/Pc 0.27	Pr/Pc 0.21
Efi 0.87	Pr/Pc 0.15	Efi 0.92	Pr/Pc 0.19	Efi 0.78	Efi 0.98
	Efi 0.98		Efi 0.93		

Piso 3		Columna 188	Columna 497	Columna 550	Columna 663	Columna 792	Columna 867
RM	0.85	M1x 1.41	M1x 4.58	M1x 5.1	M1x 4.79	M1x 4.36	M1x 3.53
Hx	87.72	M2x 1.45	M2x 4.68	M2x 5.22	M2x 5.03	M2x 4.6	M2x 3.64
Hy	90.25	Cmx 0.21	Cmx 0.21	Cmx 0.21	Cmx 0.22	Cmx 0.22	Cmx 0.21
L	315	M1y 0.41	M1y 1.40	M1y 1.59	M1y 1.73	M1y 1.22	M1y 1.15
ΔHx	3	M2y 0.85	M2y 2.95	M2y 3.29	M2y 3.58	M2y 2.97	M2y 2.25
ΔHy	2.4	Cmy 0.41	Cmy 0.41	Cmy 0.41	Cmy 0.41	Cmy 0.44	Cmy 0.40
Pe piso x	7829.01	Ky 2.66	Ky 1.98	Ky 2.11	Ky 2.11	Ky 1.96	Ky 2.6
Pe piso y	10068.52	Kz 2.68	Kz 2.73	Kz 2.73	Kz 2.71	Kz 2.7	Kz 2.68
P piso	2023.66	Pr 27.88	Pr 76.25	Pr 111.89	Pr 125.28	Pr 104.15	Pr 48.06
B2 x	1.35	Pc 92.96	Pc 301.31	Pc 363.32	Pc 479.05	Pc 364.56	Pc 255.03
B2 y	1.25	Efi 0.57	Efi 0.43	Efi 0.44	Efi 0.35	Efi 0.4	Efi 0.44
		E 2038.9	E 2038.9	E 2038.9	E 2038.9	E 2038.9	E 2038.9
		Iy 4585.33	Iy 30930.52	Iy 46773.56	Iy 60502.84	Iy 46773.56	Iy 26225.33
		Iz 4585.33	Iz 30930.52	Iz 46773.56	Iz 60502.84	Iz 46773.56	Iz 26225.33
		L 315	L 315	L 315	L 315	L 315	L 315
		Pe1 x 929.96	Pe1 y 6273.06	Pe1 x 9486.20	Pe1 y 12270.65	Pe1 x 9486.20	Pe1 y 5318.79
		Pe1 y 929.96	Pe1 x 6273.06	Pe1 y 9486.20	Pe1 x 12270.65	Pe1 y 9486.20	Pe1 x 5318.79
		B1 x 0.22	B1 y 0.21	B1 x 0.21	B1 y 0.22	B1 x 0.22	B1 y 0.21
		B1 y 0.42	B1 x 0.42	B1 y 0.41	B1 x 0.41	B1 y 0.44	B1 x 0.40
		B1 x 1.0	B1 y 1.0	B1 x 1.0	B1 y 1.0	B1 x 1.0	B1 y 1.0
		B1 y 1.0	B1 x 1.0	B1 y 1.0	B1 x 1.0	B1 y 1.0	B1 x 1.0
		Mnt x 1.82	Mnt y 1.96	Mnt x 0.17	Mnt y 1	Mnt x 0.61	Mnt y 1.12
		Mnt y 1.45	Mnt x 4.38	Mnt y 3.22	Mnt x 5.03	Mnt y 4.6	Mnt x 3.64
		Mlt x 6.17	Mlt y 8.54	Mlt x 5.69	Mlt y 7.61	Mlt x 8.2	Mlt y 13.11
		Mlt y 2.09	Mlt x 5.76	Mlt y 6.07	Mlt x 6.84	Mlt y 6.59	Mlt x 7.47
		Pnt x 23.58	Pnt y 62.24	Pnt x 88.92	Pnt y 76.58	Pnt x 67.98	Pnt y 39.5
		Pnt y 23.58	Pnt x 62.24	Pnt y 88.92	Pnt x 76.58	Pnt y 67.98	Pnt x 39.5
		Plt x 9.81	Plt y 3.92	Plt x 3.52	Plt y 1.59	Plt x 3.77	Plt y 7.78
		Plt y 6.47	Plt x 15.79	Plt y 21.33	Plt x 21.98	Plt y 18.15	Plt x 11.09
		Mrx 10.14	Mrx 13.48	Mrx 7.84	Mrx 11.26	Mrx 11.67	Mrx 18.80
		Mry 4.07	Mry 11.59	Mry 10.82	Mry 13.59	Mry 12.85	Mry 12.99
		Prx 36.81	Prx 67.53	Prx 93.67	Prx 78.72	Prx 73.06	Prx 49.99
		Pry 31.68	Pry 82.00	Pry 115.62	Pry 104.09	Pry 90.70	Pry 53.38
		Mcx 38.7	Mcx 38.7	Mcx 38.7	Mcx 38.7	Mcx 38.7	Mcx 38.7
		Mcy 38.7	Mcy 38.7	Mcy 38.7	Mcy 38.7	Mcy 38.7	Mcy 38.7
		Pr/Pc 0.40	Pr/Pc 0.22	Pr/Pc 0.26	Pr/Pc 0.16	Pr/Pc 0.20	Pr/Pc 0.20
		Efi 0.72	Efi 0.80	Efi 0.69	Pr/Pc 0.16	Efi 0.76	Efi 0.93
					Efi 0.72		

Columnna 35	
M1x	0.6
M2x	0.62
Cmx	0.21
M1y	0.16
M2y	0.33
Cmy	0.41
Ky	2.66
Kz	1.94
Pr	43.85
Pc	148.9
Efi	0.46
E	2038.9
ly	9232
lz	9232
L	315
Pe1 x	1872.35
Pe1 y	1872.35
B1 x	0.22
B1 y	0.42
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Columnna 483	
M1x	1.9
M2x	1.92
Cmx	0.20
M1y	0.94
M2y	1.77
Cmy	0.39
Ky	1.87
Kz	1.96
Pr	145.93
Pc	696.7
Efi	0.33
E	2038.9
ly	79483.22
lz	79483.22
L	315
Pe1 x	16120.09
Pe1 y	16120.09
B1 x	0.21
B1 y	0.39
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Columnna 559	
M1x	3.17
M2x	3.26
Cmx	0.21
M1y	1.02
M2y	2.01
Cmy	0.40
Ky	1.77
Kz	1.59
Pr	161.19
Pc	647.09
Efi	0.4
E	2038.9
ly	73365.33
lz	73365.33
L	315
Pe1 x	14879.31
Pe1 y	14879.31
B1 x	0.21
B1 y	0.40
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Columnna 644	
M1x	3.03
M2x	3.12
Cmx	0.21
M1y	0.93
M2y	1.77
Cmy	0.39
Ky	1.77
Kz	1.59
Pr	171.41
Pc	585.84
Efi	0.42
E	2038.9
ly	67040.08
lz	67040.08
L	315
Pe1 x	13596.48
Pe1 y	13596.48
B1 x	0.21
B1 y	0.39
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Columnna 758	
M1x	2.12
M2x	2.16
Cmx	0.21
M1y	0.86
M2y	1.41
Cmy	0.36
Ky	1.88
Kz	2.07
Pr	163.42
Pc	689.98
Efi	0.37
E	2038.9
ly	79483.22
lz	79483.22
L	315
Pe1 x	16120.09
Pe1 y	16120.09
B1 x	0.21
B1 y	0.36
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Columnna 856	
M1x	1.68
M2x	1.69
Cmx	0.20
M1y	0.84
M2y	1.44
Cmy	0.37
Ky	2.21
Kz	2.07
Pr	87.27
Pc	383.26
Efi	0.51
E	2038.9
ly	46773.56
lz	76773.56
L	315
Pe1 x	9486.20
Pe1 y	15570.54
B1 x	0.20
B1 y	0.37
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Mnt x	1.75
Mnt y	0.62
Mlt x	9.21

Mnt x	4.68
Mnt y	1.92
Mlt x	13.56

Mnt x	1.12
Mnt y	3.26
Mlt x	10.7

Mnt x	0.08
Mnt y	2.12
Mlt x	8.08

Mnt x	7.47
Mnt y	0.37
Mlt x	16.15

Mnt x	5.83
Mnt y	1.69
Mlt x	7.94

Mlt y	3.5
Pnt x	45.14
Pnt y	45.14
Plt x	14.22
Plt y	3.29

Mlt y	4.79
Pnt x	115.97
Pnt y	115.97
Plt x	4.68
Plt y	10.55

Mlt y	5.45
Pnt x	128.01
Pnt y	128.01
Plt x	2.21
Plt y	6.82

Mlt y	5.79
Pnt x	148.42
Pnt y	148.42
Plt x	0.95
Plt y	4.71

Mlt y	2.41
Pnt x	106.92
Pnt y	106.92
Plt x	2.52
Plt y	3.11

Mlt y	9.48
Pnt x	81.13
Pnt y	81.13
Plt x	9.74
Plt y	6.25

Mrx	14.17
Mry	5.00

Mrx	22.97
Mry	7.91

Mrx	15.55
Mry	10.08

Mrx	10.98
Mry	9.37

Mrx	29.25
Mry	3.39

Mrx	16.54
Mry	13.55

Prx	64.32
Pry	49.26

Prx	122.28
Pry	129.17

Prx	130.99
Pry	136.55

Prx	149.70
Pry	154.31

Prx	110.32
Pry	110.81

Prx	94.27
Pry	88.95

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	46.86
Mcy	46.86

Mcx	46.86
Mcy	46.86

Pr/Pc	0.43
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.18
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.20
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.26
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.16
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.25
-------	------

≥0.2

Efi	0.87
-----	------

Pr/Pc	0.18
-------	------

≤0.2

Efi	0.79
-----	------

Efi	0.72
-----	------

Pr/Pc	0.16
-------	------

≤0.2

Efi	0.82
-----	------

Efi	0.89
-----	------

Efi	0.78
-----	------

Columna 118	
M1x	1.08
M2x	1.1
Cmx	0.21
M1y	0.22
M2y	0.64
Cmy	0.46

Columna 490	
M1x	4.59
M2x	4.63
Cmx	0.20
M1y	1.69
M2y	3.75
Cmy	0.42

Columna 577	
M1x	0.05
M2x	0.15
Cmx	0.47
M1y	0.16
M2y	0.47
Cmy	0.46

Columna 636	
M1x	0.24
M2x	0.32
Cmx	0.30
M1y	0.08
M2y	0.19
Cmy	0.43

Columna 767	
M1x	3.14
M2x	3.19
Cmx	0.21
M1y	1.08
M2y	2.41
Cmy	0.42

Columna 840	
M1x	3.43
M2x	3.49
Cmx	0.21
M1y	0.97
M2y	2.40
Cmy	0.44

Ky	1.64
Kz	2
Pr	51.7
Pc	227.69
Efi	0.39
E	2038.9
Iy	16278.67
Iz	16278.67
L	315
Pe1 x	3301.50
Pe1 y	3301.50
B1 x	0.21
B1 y	0.47
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Ky	1.24
Kz	1.89
Pr	180.48
Pc	818.19
Efi	0.39
E	2038.9
Iy	91115.18
Iz	91115.18
L	315
Pe1 x	18479.18
Pe1 y	18479.18
B1 x	0.21
B1 y	0.42
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Ky	1.35
Kz	1.78
Pr	107.25
Pc	707.03
Efi	0.3
E	2038.9
Iy	79483.22
Iz	79483.22
L	315
Pe1 x	16120.09
Pe1 y	16120.09
B1 x	0.47
B1 y	0.47
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Ky	1.32
Kz	1.77
Pr	103.45
Pc	707.58
Efi	0.3
E	2038.9
Iy	79483.22
Iz	79483.22
L	315
Pe1 x	16120.09
Pe1 y	16120.09
B1 x	0.30
B1 y	0.43
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Ky	1.24
Kz	1.86
Pr	155.4
Pc	457.88
Efi	0.53
E	2038.9
Iy	53748.9
Iz	53748.9
L	315
Pe1 x	10900.88
Pe1 y	10900.88
B1 x	0.21
B1 y	0.43
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Ky	1.42
Kz	1.87
Pr	105.73
Pc	642.02
Efi	0.27
E	2038.9
Iy	73365.33
Iz	73365.33
L	315
Pe1 x	14879.31
Pe1 y	14879.31
B1 x	0.21
B1 y	0.44
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Mnt x	4.75
Mnt y	1.1
Mlt x	6.73
Mlt y	7.06
Pnt x	50.69
Pnt y	50.69
Plt x	17.66
Plt y	3.07

Mnt x	4.01
Mnt y	3.12
Mlt x	12.62
Mlt y	4.1
Pnt x	125.03
Pnt y	125.03
Plt x	3.86
Plt y	12.18

Mnt x	9.9
Mnt y	0.15
Mlt x	11.57
Mlt y	7
Pnt x	83.46
Pnt y	83.46
Plt x	12.77
Plt y	15.01

Mnt x	9.5
Mnt y	0.32
Mlt x	11.06
Mlt y	7.57
Pnt x	80.11
Pnt y	80.11
Plt x	11.73
Plt y	11.56

Mnt x	0.65
Mnt y	3.19
Mlt x	3.21
Mlt y	10.87
Pnt x	121.07
Pnt y	121.07
Plt x	3.03
Plt y	8.63

Mnt x	6.14
Mnt y	2.98
Mlt x	9.39
Mlt y	14.6
Pnt x	84.28
Pnt y	84.28
Plt x	11.25
Plt y	6.59

Mrx	13.83
-----	-------

Mrx	21.03
-----	-------

Mrx	25.50
-----	-------

Mrx	24.42
-----	-------

Mrx	4.98
-----	------

Mrx	18.80
-----	-------

Mry	9.94		Mry	8.25		Mry	8.91		Mry	9.79		Mry	16.79		Mry	21.25	
Prx	74.51		Prx	130.24		Prx	100.68		Prx	95.93		Prx	125.16		Prx	99.45	
Pry	54.53		Pry	140.27		Pry	102.25		Pry	94.58		Pry	131.87		Pry	92.53	
Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	46.86		Mcx	46.86	
Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	46.86		Mcy	46.86	
Pr/Pc	0.33	≥0.2	Pr/Pc	0.16	≥0.2	Pr/Pc	0.14	≥0.2	Pr/Pc	0.14	≥0.2	Pr/Pc	0.27	≥0.2	Pr/Pc	0.15	≥0.2
Efi	0.87		Pr/Pc	0.16	≤0.2	Pr/Pc	0.14	≤0.2	Pr/Pc	0.14	≤0.2	Efi	0.69		Pr/Pc	0.15	≤0.2
			Efi	0.84		Efi	0.96		Efi	0.95					Efi	0.93	
Columna 258		Columna 476		Columna 569		Columna 628		Columna 751		Columna 874							
M1x	1.96	M1x	8.18	M1x	1.64	M1x	1.38	M1x	3.93	M1x	6.21						
M2x	1.99	M2x	8.32	M2x	1.7	M2x	1.42	M2x	3.98	M2x	6.28						
Cmx	0.21	Cmx	0.21	Cmx	0.21	Cmx	0.21	Cmx	0.21	Cmx	0.20						
M1y	0.61	M1y	3.51	M1y	0.41	M1y	0.28	M1y	0.99	M1y	2.52						
M2y	1.27	M2y	6.74	M2y	0.92	M2y	0.52	M2y	1.73	M2y	4.68						
Cmy	0.41	Cmy	0.39	Cmy	0.42	Cmy	0.38	Cmy	0.37	Cmy	0.38						
Ky	1.64	Ky	1.87	Ky	2.6	Ky	1.33	Ky	1.34	Ky	2.6						
Kz	2.88	Kz	2.5	Kz	2.9	Kz	2.9	Kz	2.12	Kz	2.16						
Pr	30.44	Pr	99.68	Pr	45.28	Pr	65.27	Pr	127.69	Pr	69.7						
Pc	139.36	Pc	604.87	Pc	193.22	Pc	356.16	Pc	448.04	Pc	368.6						
Efi	0.4	Efi	0.24	Efi	0.47	Efi	0.35	Efi	0.41	Efi	0.34						
E	2038.9	E	2038.9	E	2038.9	E	2038.9	E	2038.9	E	2038.9						
ly	9232	ly	73365.33	ly	16278.67	ly	46773.56	ly	53784.9	ly	46773.56						

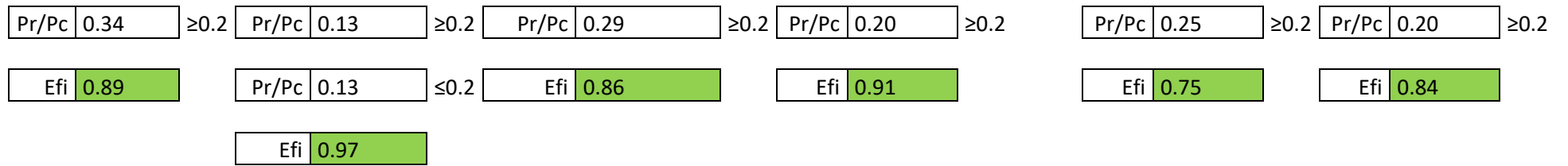
Iz	9232		Iz	73365.33		Iz	16278.67		Iz	46773.56		Iz	53784.9		Iz	46773.56	
L	315		L	315		L	315		L	315		L	315		L	315	
Pe1 x	1872.35		Pe1 x	14879.31		Pe1 x	3301.50		Pe1 x	9486.20		Pe1 x	10908.18		Pe1 x	9486.20	
Pe1 y	1872.35		Pe1 y	14879.31		Pe1 y	3301.50		Pe1 y	9486.20		Pe1 y	10908.18		Pe1 y	9486.20	
B1 x	0.21	≥1.0	B1 x	0.21	≥1.0	B1 x	0.22	≥1.0	B1 x	0.21	≥1.0	B1 x	0.21	≥1.0	B1 x	0.21	≥1.0
B1 y	0.41	≥1.0	B1 y	0.39	≥1.0	B1 y	0.43	≥1.0	B1 y	0.39	≥1.0	B1 y	0.38	≥1.0	B1 y	0.39	≥1.0
B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0	
B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0	

Mnt x	2.33		Mnt x	2.07		Mnt x	5.15		Mnt x	7.97		Mnt x	0.97		Mnt x	3.46	
Mnt y	1.99		Mnt y	7.15		Mnt y	1.7		Mnt y	1.12		Mnt y	2.98		Mnt y	2.81	
Mlt x	6.59		Mlt x	9.71		Mlt x	8.24		Mlt x	13.47		Mlt x	7.48		Mlt x	6.69	
Mlt y	3.76		Mlt y	10.16		Mlt y	5.76		Mlt y	2.87		Mlt y	6.01		Mlt y	10.07	
Pnt x	29.11		Pnt x	71.25		Pnt x	43.53		Pnt x	58.78		Pnt x	108.38		Pnt x	58.74	
Pnt y	29.11		Pnt y	71.25		Pnt y	43.53		Pnt y	58.78		Pnt y	108.38		Pnt y	58.74	
Plt x	13.28		Plt x	4.03		Plt x	8.77		Plt x	9.78		Plt x	2.77		Plt x	10.53	
Plt y	4.74		Plt y	16.47		Plt y	10.63		Plt y	13.6		Plt y	12.53		Plt y	11.11	

Mrx	11.22		Mrx	15.16		Mrx	16.26		Mrx	26.14		Mrx	11.06		Mrx	12.48	
Mry	6.70		Mry	19.87		Mry	8.91		Mry	4.71		Mry	10.50		Mry	15.41	

Prx	47.02		Prx	76.68		Prx	55.36		Prx	71.97		Prx	112.12		Prx	72.94	
Pry	35.04		Pry	91.86		Pry	56.83		Pry	75.80		Pry	124.06		Pry	72.64	

Mcx	28.75		Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	38.7	
Mcy	28.75		Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	38.7	



Piso 4		Columna 209	Columna 498	Columna 551	Columna 664	Columna 793	Columna 868						
RM	0.85	M1x	1.52	M1x	4.92	M1x	5.41	M1x	5.26	M1x	4.76	M1x	3.72
Hx	68.72	M2x	1.58	M2x	5.05	M2x	5.42	M2x	5.28	M2x	4.8	M2x	3.74
Hy	70.55	Cmx	0.22	Cmx	0.21	Cmx	0.20	Cmx	0.20	Cmx	0.20	Cmx	0.20
L	315	M1y	0.37	M1y	1.33	M1y	1.51	M1y	1.68	M1y	1.19	M1y	1.08
ΔHx	3	M2y	0.79	M2y	2.79	M2y	3.19	M2y	3.55	M2y	2.91	M2y	2.17
ΔHy	3	Cmy	0.41	Cmy	0.41	Cmy	0.41	Cmy	0.41	Cmy	0.44	Cmy	0.40
Pe piso x	6133.26	Ky	2.66	Ky	1.98	Ky	2.11	Ky	2.11	Ky	1.96	Ky	2.6
Pe piso y	6296.59	Kz	2.68	Kz	2.73	Kz	2.73	Kz	2.71	Kz	2.7	Kz	2.68
P piso	1427.58	Pr	19.52	Pr	51.15	Pr	86.74	Pr	100.15	Pr	78.52	Pr	28.75
B2 x	1.30	Pc	92.96	Pc	200.23	Pc	253.16	Pc	302.21	Pc	254.28	Pc	92.96
B2 y	1.29	Efi	0.49	Efi	0.54	Efi	0.55	Efi	0.51	Efi	0.55	Efi	0.59
		E	2038.9	E	2038.9	E	2038.9	E	2038.9	E	2038.9	E	2038.9
		Iy	4585.33	Iy	16278.67	Iy	26225.33	Iy	30930.52	Iy	26225.33	Iy	4585.33
		Iz	4585.33	Iz	16278.67	Iz	26225.33	Iz	30930.52	Iz	26225.33	Iz	4585.33
		L	315	L	315	L	315	L	315	L	315	L	315
		Pe1 x	929.96	Pe1 x	3301.50	Pe1 x	5318.79	Pe1 x	6273.06	Pe1 x	5318.79	Pe1 x	929.96
		Pe1 y	929.96	Pe1 y	3301.50	Pe1 y	5318.79	Pe1 y	6273.06	Pe1 y	5318.79	Pe1 y	929.96
		B1 x	0.22	B1 x	0.21	B1 x	0.20	B1 x	0.20	B1 x	0.21	B1 x	0.21
		B1 y	0.42	B1 y	0.42	B1 y	0.42	B1 y	0.42	B1 y	0.44	B1 y	0.41
		B1 x	1.0	B1 x	1.0	B1 x	1.0	B1 x	1.0	B1 x	1.0	B1 x	1.0
		B1 y	1.0	B1 y	1.0	B1 y	1.0	B1 y	1.0	B1 y	1.0	B1 y	1.0
		Mnt x	1.85	Mnt x	2.22	Mnt x	0.2	Mnt x	1.09	Mnt x	0.54	Mnt x	2.89
		Mnt y	1.58	Mnt y	5.05	Mnt y	4.31	Mnt y	4.2	Mnt y	4.03	Mnt y	3.1
		Mlt x	5.66	Mlt x	7.45	Mlt x	5.03	Mlt x	5.32	Mlt x	6.85	Mlt x	7.06
		Mlt y	2.23	Mlt y	6.09	Mlt y	6.37	Mlt y	5.39	Mlt y	5.98	Mlt y	5.11
		Pnt x	16.82	Pnt x	44.33	Pnt x	65.2	Pnt x	74.25	Pnt x	64.95	Pnt x	20.98
		Pnt y	16.82	Pnt y	44.33	Pnt y	65.2	Pnt y	74.25	Pnt y	64.95	Pnt y	20.98
		Plt x	9.75	Plt x	3.52	Plt x	3.48	Plt x	1.44	Plt x	3.68	Plt x	7.62
		Plt y	6.34	Plt y	15.51	Plt y	20.87	Plt y	20.57	Plt y	18.01	Plt y	10.88
		Mrx	9.23	Mrx	11.93	Mrx	6.76	Mrx	8.02	Mrx	9.47	Mrx	12.09
		Mry	4.46	Mry	12.93	Mry	12.55	Mry	11.17	Mry	11.76	Mry	9.71
		Prx	29.53	Prx	48.92	Prx	69.74	Prx	76.13	Prx	69.75	Prx	30.91
		Pry	25.02	Pry	64.39	Pry	92.19	Pry	100.85	Pry	88.24	Pry	35.05
		Mcx	28.75	Mcx	38.7	Mcx	38.7	Mcx	38.7	Mcx	38.7	Mcx	38.7
		Mcy	28.75	Mcy	38.7	Mcy	38.7	Mcy	38.7	Mcy	38.7	Mcy	38.7
		Pr/Pc	0.32	Pr/Pc	0.24	Pr/Pc	0.28	Pr/Pc	0.25	Pr/Pc	0.27	Pr/Pc	0.33
		Efi	0.74	Efi	0.82	Efi	0.72	Efi	0.69	Efi	0.76	Efi	0.83

Columna 36	
M1x	0.55
M2x	0.57
Cmx	0.21
M1y	0.13
M2y	0.28
Cmy	0.41
Ky	2.66
Kz	1.94
Pr	30.44
Pc	148.9
Efi	0.45
E	2038.9
ly	9232
lz	9232
L	315
Pe1 x	1872.35
Pe1 y	1872.35
B1 x	0.22
B1 y	0.42
B1 x	1.0
B1 y	1.0

Columna 484	
M1x	1.82
M2x	1.83
Cmx	0.20
M1y	0.89
M2y	1.62
Cmy	0.38
Ky	1.87
Kz	1.96
Pr	105.12
Pc	391.67
Efi	0.44
E	2038.9
ly	46773.56
lz	46773.56
L	315
Pe1 x	9486.20
Pe1 y	9486.20
B1 x	0.20
B1 y	0.38
B1 x	1.0
B1 y	1.0

Columna 560	
M1x	3.36
M2x	3.45
Cmx	0.21
M1y	0.95
M2y	1.97
Cmy	0.41
Ky	1.77
Kz	1.59
Pr	118.88
Pc	397.48
Efi	0.56
E	2038.9
ly	46773.56
lz	46773.56
L	315
Pe1 x	9486.20
Pe1 y	9486.20
B1 x	0.21
B1 y	0.41
B1 x	1.0
B1 y	1.0

Columna 645	
M1x	3.27
M2x	3.4
Cmx	0.22
M1y	0.84
M2y	1.64
Cmy	0.40
Ky	1.77
Kz	1.59
Pr	130.64
Pc	397.48
Efi	0.56
E	2038.9
ly	46773.56
lz	46773.56
L	315
Pe1 x	9486.20
Pe1 y	9486.20
B1 x	0.22
B1 y	0.40
B1 x	1.0
B1 y	1.0

Columna 759	
M1x	2.1
M2x	2.14
Cmx	0.21
M1y	0.81
M2y	1.33
Cmy	0.36
Ky	1.88
Kz	2.07
Pr	118.56
Pc	328.63
Efi	0.53
E	2038.9
ly	30930.52
lz	30930.52
L	315
Pe1 x	6273.06
Pe1 y	6273.06
B1 x	0.21
B1 y	0.36
B1 x	1.0
B1 y	1.0

Columna 857	
M1x	1.58
M2x	1.65
Cmx	0.22
M1y	0.79
M2y	1.38
Cmy	0.37
Ky	2.47
Kz	2.07
Pr	55.11
Pc	210.56
Efi	0.59
E	2038.9
ly	16278.67
lz	16278.67
L	315
Pe1 x	3301.50
Pe1 y	3301.50
B1 x	0.22
B1 y	0.38
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

≥1.0
≥1.0

≥1.0
≥1.0

≥1.0
≥1.0

≥1.0
≥1.0

≥1.0
≥1.0

Mnt x	4.63
Mnt y	0.57
Mlt x	6.18

Mnt x	4.78
Mnt y	1.36
Mlt x	11.25

Mnt x	1.35
Mnt y	2.87
Mlt x	8.35

Mnt x	0.24
Mnt y	3.15
Mlt x	7.02

Mnt x	0.82
Mnt y	2.14
Mlt x	7.9

Mnt x	6.91
Mnt y	1.65
Mlt x	7.67

Mlt y	6.71
Pnt x	32.07
Pnt y	32.07
Plt x	14.19
Plt y	3.22

Mlt y	4.09
Pnt x	79.58
Pnt y	79.58
Plt x	4.54
Plt y	10.25

Mlt y	4.68
Pnt x	99.74
Pnt y	99.74
Plt x	2.11
Plt y	6.77

Mlt y	4.53
Pnt x	109.87
Pnt y	109.87
Plt x	0.89
Plt y	4.61

Mlt y	3.96
Pnt x	103.78
Pnt y	103.78
Plt x	2.42
Plt y	3.09

Mlt y	7.66
Pnt x	49.81
Pnt y	49.81
Plt x	9.61
Plt y	6.11

Mrx	12.68
Mry	9.25

Mrx	19.44
Mry	6.65

Mrx	12.23
Mry	8.92

Mrx	9.39
Mry	9.01

Mrx	11.12
Mry	7.26

Mrx	16.91
Mry	11.56

Prx	50.56
Pry	36.23

Prx	85.50
Pry	92.84

Prx	102.49
Pry	108.49

Prx	111.03
Pry	115.83

Prx	106.93
Pry	107.78

Prx	62.34
Pry	57.71

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	46.86
Mcy	46.86

Mcx	46.86
Mcy	46.86

Pr/Pc	0.34
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.22
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.26
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.28
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.33
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.30
-------	------

Efi	0.84
-----	------

Efi	0.82
-----	------

Efi	0.74
-----	------

Efi	0.70
-----	------

Efi	0.67
-----	------

Efi	0.84
-----	------

Columna 119	
M1x	1.17
M2x	1.22
Cmx	0.22
M1y	0.19
M2y	0.57
Cmy	0.47

Columna 491	
M1x	4.76
M2x	4.81
Cmx	0.20
M1y	1.61
M2y	3.65
Cmy	0.42

Columna 578	
M1x	0.29
M2x	0.43
Cmx	0.33
M1y	0.14
M2y	0.44
Cmy	0.47

Columna 637	
M1x	0.48
M2x	0.63
Cmx	0.30
M1y	0.07
M2y	0.17
Cmy	0.44

Columna 768	
M1x	3.22
M2x	3.24
Cmx	0.20
M1y	0.94
M2y	2.33
Cmy	0.44

Columna 841	
M1x	3.6
M2x	3.7
Cmx	0.21
M1y	0.89
M2y	2.25
Cmy	0.44

Ky	1.64
Kz	2
Pr	35.72
Pc	175.98
Efi	0.44
E	2038.9
ly	9232
lz	9232
L	315
Pe1 x	1872.35
Pe1 y	1872.35
B1 x	0.22
B1 y	0.48
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Ky	1.24
Kz	1.89
Pr	127.6
Pc	640.97
Efi	0.34
E	2038.9
ly	73365.33
lz	73365.33
L	315
Pe1 x	14879.31
Pe1 y	14879.31
B1 x	0.21
B1 y	0.43
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Ky	1.34
Kz	1.77
Pr	73.69
Pc	523.82
Efi	0.42
E	2038.9
ly	60502.84
lz	60502.84
L	315
Pe1 x	12270.65
Pe1 y	12270.65
B1 x	0.33
B1 y	0.48
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Ky	1.32
Kz	1.77
Pr	69.55
Pc	523.82
Efi	0.43
E	2038.9
ly	60502.84
lz	60502.84
L	315
Pe1 x	12270.65
Pe1 y	12270.65
B1 x	0.30
B1 y	0.44
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Ky	1.24
Kz	1.86
Pr	101.25
Pc	282.09
Efi	0.56
E	2038.9
ly	26225.33
lz	26225.33
L	315
Pe1 x	5318.79
Pe1 y	5318.79
B1 x	0.21
B1 y	0.45
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Ky	1.42
Kz	1.87
Pr	66.54
Pc	335.81
Efi	0.47
E	2038.9
ly	30930.52
lz	30930.52
L	315
Pe1 x	6273.06
Pe1 y	6273.06
B1 x	0.21
B1 y	0.45
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Mnt x	5.23
Mnt y	1.22
Mlt x	6.63
Mlt y	6.72
Pnt x	36.06
Pnt y	36.06
Plt x	17.55
Plt y	2.98

Mnt x	5.13
Mnt y	4.03
Mlt x	11.98
Mlt y	5.13
Pnt x	95.45
Pnt y	95.45
Plt x	3.77
Plt y	12.11

Mnt x	10.53
Mnt y	0.36
Mlt x	14.06
Mlt y	5.98
Pnt x	55.63
Pnt y	55.63
Plt x	12.62
Plt y	14.88

Mnt x	10.62
Mnt y	0.63
Mlt x	12.9
Mlt y	6.75
Pnt x	57.97
Pnt y	57.97
Plt x	11.66
Plt y	11.41

Mnt x	0.49
Mnt y	3.12
Mlt x	2.41
Mlt y	8.89
Pnt x	85.63
Pnt y	85.63
Plt x	2.94
Plt y	8.55

Mnt x	7.09
Mnt y	3.43
Mlt x	9.35
Mlt y	11.95
Pnt x	55.27
Pnt y	55.27
Plt x	11.11
Plt y	6.29

Mrx	13.87
-----	-------

Mrx	20.74
-----	-------

Mrx	28.86
-----	-------

Mrx	27.43
-----	-------

Mrx	3.63
-----	------

Mrx	19.28
-----	-------

Mry	9.91	Mry	10.66	Mry	8.09	Mry	9.36	Mry	14.62	Mry	18.88
Prx	58.93	Prx	100.36	Prx	72.08	Prx	73.17	Prx	89.46	Prx	69.75
Pry	39.91	Pry	111.11	Pry	74.87	Pry	72.73	Pry	96.69	Pry	63.40
Mcx	38.7	Mcx	38.7	Mcx	38.7	Mcx	38.7	Mcx	38.7	Mcx	46.86
Mcy	38.7	Mcy	38.7	Mcy	38.7	Mcy	38.7	Mcy	38.7	Mcy	46.86
Pr/Pc	0.33	Pr/Pc	0.16	Pr/Pc	0.14	Pr/Pc	0.14	Pr/Pc	0.32	Pr/Pc	0.21
	≥0.2		≥0.2		≥0.2		≥0.2		≥0.2		≥0.2
Efi	0.88	Pr/Pc	0.16	Pr/Pc	0.14	Pr/Pc	0.14	Efi	0.74	Efi	0.93
			≤0.2		≤0.2		≤0.2				

Efi	0.89	Efi	1.02	Efi	1.02
-----	------	-----	------	-----	------

Columna 259	Columna 477	Columna 570	Columna 629	Columna 752	Columna 875		
M1x	2.03	M1x	1.79	M1x	4.03	M1x	6.5
M2x	2.04	M2x	1.92	M2x	4.06	M2x	6.63
Cmx	0.20	Cmx	0.23	Cmx	0.20	Cmx	0.21
M1y	0.55	M1y	0.37	M1y	0.22	M1y	2.44
M2y	1.18	M2y	0.85	M2y	0.47	M2y	4.51
Cmy	0.41	Cmy	0.43	Cmy	0.41	Cmy	0.38
Ky	1.64	Ky	2.58	Ky	1.32	Ky	2.6
Kz	2.88	Kz	2.88	Kz	2.88	Kz	2.16
Pr	21.09	Pr	31.54	Pr	45.42	Pr	42.29
Pc	84.43	Pc	139.36	Pc	247.46	Pc	307.09
Efi	0.42	Efi	0.46	Efi	0.42	Efi	0.53
E	2038.9	E	2038.9	E	2038.9	E	2038.9
ly	4585.33	ly	9232	ly	26225.33	ly	30930.52

Iz	4585.33		Iz	67040.08		Iz	9232		Iz	26225.33		Iz	26225.33		Iz	30930.52	
L	315		L	315		L	315		L	315		L	315		L	315	
Pe1 x	929.96		Pe1 x	13596.48		Pe1 x	1872.35		Pe1 x	5318.79		Pe1 x	5318.79		Pe1 x	6273.06	
Pe1 y	929.96		Pe1 y	13596.48		Pe1 y	1872.35		Pe1 y	5318.79		Pe1 y	5318.79		Pe1 y	6273.06	
B1 x	0.21	≥1.0	B1 x	0.21	≥1.0	B1 x	0.23	≥1.0	B1 x	0.23	≥1.0	B1 x	0.21	≥1.0	B1 x	0.21	≥1.0
B1 y	0.42	≥1.0	B1 y	0.39	≥1.0	B1 y	0.43	≥1.0	B1 y	0.42	≥1.0	B1 y	0.40	≥1.0	B1 y	0.39	≥1.0
B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0	
B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0	
Mnt x	2.53		Mnt x	2.85		Mnt x	6.7		Mnt x	8.06		Mnt x	0.82		Mnt x	5.98	
Mnt y	2.04		Mnt y	8.65		Mnt y	1.92		Mnt y	1.43		Mnt y	4.06		Mnt y	5.13	
Mlt x	6.31		Mlt x	8.97		Mlt x	10.86		Mlt x	13.11		Mlt x	5.59		Mlt x	7.95	
Mlt y	3.58		Mlt y	10.54		Mlt y	2.72		Mlt y	2.89		Mlt y	5.57		Mlt y	10.56	
Pnt x	20.8		Pnt x	50.26		Pnt x	31.12		Pnt x	41.15		Pnt x	70.71		Pnt x	39.22	
Pnt y	20.8		Pnt y	50.26		Pnt y	31.12		Pnt y	41.15		Pnt y	70.71		Pnt y	39.22	
Plt x	13.11		Plt x	3.94		Plt x	8.63		Plt x	9.54		Plt x	2.65		Plt x	10.41	
Plt y	4.63		Plt y	16.11		Plt y	10.57		Plt y	13.49		Plt y	12.44		Plt y	10.94	
Mrx	10.75		Mrx	14.54		Mrx	20.85		Mrx	25.15		Mrx	8.11		Mrx	16.34	
Mry	6.67		Mry	22.28		Mry	5.44		Mry	5.17		Mry	11.26		Mry	18.79	
Prx	37.89		Prx	55.40		Prx	42.37		Prx	53.58		Prx	74.16		Prx	52.79	
Pry	26.79		Pry	71.09		Pry	44.79		Pry	58.60		Pry	86.80		Pry	53.37	
Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	38.7	
Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	38.7	

Piso 5			Columna 211		Columna 499		Columna 552		Columna 665		Columna 794		Columna 869	
RM	0.85		M1x	1.25	M1x	4.29	M1x	5.07	M1x	4.26	M1x	3.79	M1x	3.7
Hx	44.3		M2x	1.43	M2x	4.79	M2x	5.41	M2x	4.92	M2x	4.29	M2x	3.98
Hy	45.43		Cmx	0.25	Cmx	0.24	Cmx	0.23	Cmx	0.25	Cmx	0.25	Cmx	0.23
L	315		M1y	0.24	M1y	1.20	M1y	1.46	M1y	1.79	M1y	1.07	M1y	0.92
ΔHx	3.9		M2y	0.71	M2y	2.58	M2y	3.07	M2y	3.41	M2y	2.78	M2y	2.03
ΔHy	3.3		Cmy	0.46	Cmy	0.41	Cmy	0.41	Cmy	0.39	Cmy	0.45	Cmy	0.42
Pe piso x	3041.37		Ky	2.66	Ky	1.98	Ky	2.11	Ky	2.11	Ky	1.96	Ky	2.24
Pe piso y	3686.03		Kz	2.68	Kz	2.73	Kz	2.73	Kz	2.71	Kz	2.69	Kz	2.31
P piso	830.93		Pr	11.32	Pr	26.2	Pr	62.11	Pr	75.11	Pr	53.68	Pr	8.83
B2 x	1.38	≤1.5	Pc	40.98	Pc	90.81	Pc	145.88	Pc	201.04	Pc	147.61	Pc	54.58
B2 y	1.29	≤1.5	Efi	0.52	Efi	0.64	Efi	0.59	Efi	0.52	Efi	0.54	Efi	0.65
			E	2038.9	E	2038.9	E	2038.9	E	2038.9	E	2038.9	E	2038.9
			ly	1838.67	ly	4585.33	ly	9232	ly	16278.67	ly	9232	ly	1838.67
			lz	1838.67	lz	4585.33	lz	9232	lz	16278.67	lz	9232	lz	1838.67
			L	315	L	315	L	315	L	315	L	315	L	315
			Pe1 x	372.90	Pe1 x	929.96	Pe1 x	1872.35	Pe1 x	3301.50	Pe1 x	1872.35	Pe1 x	372.90
			Pe1 y	372.90	Pe1 y	929.96	Pe1 y	1872.35	Pe1 y	3301.50	Pe1 y	1872.35	Pe1 y	372.90
			B1 x	0.26	B1 x	0.25	B1 x	0.23	B1 x	0.26	B1 x	0.25	B1 x	0.23
			B1 y	0.48	B1 y	0.43	B1 y	0.42	B1 y	0.40	B1 y	0.46	B1 y	0.43
			B1 x	1.0	B1 x	1.0	B1 x	1.0	B1 x	1.0	B1 x	1.0	B1 x	1.0
			B1 y	1.0	B1 y	1.0	B1 y	1.0	B1 y	1.0	B1 y	1.0	B1 y	1.0
			Mnt x	2.31	Mnt x	2.15	Mnt x	0.42	Mnt x	0.75	Mnt x	0.43	Mnt x	5.68
			Mnt y	1.43	Mnt y	4.23	Mnt y	4.13	Mnt y	3.92	Mnt y	4.29	Mnt y	3.98
			Mlt x	2.91	Mlt x	6.4	Mlt x	0.74	Mlt x	4.28	Mlt x	4.3	Mlt x	9.74
			Mlt y	4.06	Mlt y	5.07	Mlt y	4.23	Mlt y	5.15	Mlt y	4.94	Mlt y	5.26
			Pnt x	9.98	Pnt x	24.98	Pnt x	43.95	Pnt x	55.2	Pnt x	43.7	Pnt x	10.12
			Pnt y	9.98	Pnt y	24.98	Pnt y	43.95	Pnt y	55.2	Pnt y	43.7	Pnt y	10.12
			Plt x	9.61	Plt x	3.48	Plt x	3.29	Plt x	1.33	Plt x	3.51	Plt x	5.25
			Plt y	6.27	Plt y	15.47	Plt y	19.55	Plt y	19.73	Plt y	17.88	Plt y	10.29
			Mrx	6.31	Mrx	10.96	Mrx	1.44	Mrx	6.64	Mrx	6.35	Mrx	19.08
			Mry	6.67	Mry	10.78	Mry	9.59	Mry	10.57	Mry	10.67	Mry	10.77
			Prx	23.20	Prx	29.77	Prx	48.48	Prx	57.03	Prx	48.53	Prx	17.34
			Pry	18.07	Pry	44.95	Pry	69.19	Pry	80.67	Pry	66.78	Pry	23.40
			Mcx	38.7	Mcx	38.7	Mcx	38.7	Mcx	38.7	Mcx	38.7	Mcx	38.7
			Mcy	38.7	Mcy	38.7	Mcy	38.7	Mcy	38.7	Mcy	38.7	Mcy	38.7
			Pr/Pc	0.57	Pr/Pc	0.33	Pr/Pc	0.33	Pr/Pc	0.28	Pr/Pc	0.33	Pr/Pc	0.32
			Efi	0.86	Efi	0.83	Efi	0.59	Efi	0.68	Efi	0.72	Efi	1.00

Columna 37	
M1x	0.56
M2x	0.58
Cmx	0.21
M1y	0.11
M2y	0.24
Cmy	0.42
Ky	2.66
Kz	1.94
Pr	18.78
Pc	93.82
Efi	0.45
E	2038.9
ly	4585.33
lz	4585.33
L	315
Pe1 x	929.96
Pe1 y	929.96
B1 x	0.22
B1 y	0.43
B1 x	1.0
B1 y	1.0

Columna 485	
M1x	1.46
M2x	1.59
Cmx	0.23
M1y	0.77
M2y	1.50
Cmy	0.39
Ky	1.87
Kz	1.96
Pr	63.22
Pc	229.03
Efi	0.5
E	2038.9
ly	16278.67
lz	16278.67
L	315
Pe1 x	3301.50
Pe1 y	3301.50
B1 x	0.24
B1 y	0.40
B1 x	1.0
B1 y	1.0

Columna 561	
M1x	3.01
M2x	3.11
Cmx	0.21
M1y	0.81
M2y	1.83
Cmy	0.42
Ky	1.77
Kz	1.59
Pr	72.65
Pc	235.16
Efi	0.55
E	2038.9
ly	16278.67
lz	16278.67
L	315
Pe1 x	3301.50
Pe1 y	3301.50
B1 x	0.22
B1 y	0.43
B1 x	1.0
B1 y	1.0

Columna 646	
M1x	2.91
M2x	3.06
Cmx	0.22
M1y	0.77
M2y	1.53
Cmy	0.40
Ky	1.77
Kz	1.59
Pr	89.56
Pc	235.16
Efi	0.57
E	2038.9
ly	16278.67
lz	16278.67
L	315
Pe1 x	3301.50
Pe1 y	3301.50
B1 x	0.23
B1 y	0.41
B1 x	1.0
B1 y	1.0

Columna 760	
M1x	2.22
M2x	2.44
Cmx	0.24
M1y	0.72
M2y	1.22
Cmy	0.36
Ky	1.88
Kz	2.07
Pr	72.88
Pc	173.27
Efi	0.6
E	2038.9
ly	9232
lz	9232
L	315
Pe1 x	1872.35
Pe1 y	1872.35
B1 x	0.25
B1 y	0.38
B1 x	1.0
B1 y	1.0

Columna 858	
M1x	1.75
M2x	1.78
Cmx	0.21
M1y	0.66
M2y	1.22
Cmy	0.38
Ky	2.14
Kz	1.83
Pr	19.55
Pc	116.46
Efi	0.7
E	2038.9
ly	4585.33
lz	4585.33
L	315
Pe1 x	929.96
Pe1 y	929.96
B1 x	0.21
B1 y	0.39
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

≥1.0
≥1.0

≥1.0
≥1.0

≥1.0
≥1.0

≥1.0
≥1.0

≥1.0
≥1.0

Mnt x	4.68
Mnt y	0.58
Mlt x	5.94

Mnt x	5.15
Mnt y	1.59
Mlt x	10.26

Mnt x	1.36
Mnt y	3.11
Mlt x	2.42

Mnt x	0.29
Mnt y	2.75
Mlt x	4.43

Mnt x	0.69
Mnt y	1.19
Mlt x	3.25

Mnt x	8.85
Mnt y	1.78
Mlt x	9.89

Mlt y	5.23
Pnt x	18.92
Pnt y	18.98
Plt x	13.95
Plt y	3.11

Mlt y	3.64
Pnt x	48.26
Pnt y	48.26
Plt x	4.49
Plt y	10.11

Mlt y	7.71
Pnt x	66.66
Pnt y	66.66
Plt x	2.09
Plt y	6.66

Mlt y	3.35
Pnt x	73.65
Pnt y	73.65
Plt x	0.79
Plt y	4.48

Mlt y	3.01
Pnt x	62.96
Pnt y	62.96
Plt x	2.31
Plt y	2.91

Mlt y	7.34
Pnt x	18.47
Pnt y	18.47
Plt x	9.55
Plt y	6.04

Mrx	12.85
Mry	7.33

Mrx	19.27
Mry	6.29

Mrx	4.69
Mry	13.06

Mrx	6.39
Mry	7.07

Mrx	5.16
Mry	5.08

Mrx	22.46
Mry	11.26

Prx	38.11
Pry	23.00

Prx	54.44
Pry	61.31

Prx	69.54
Pry	75.26

Prx	74.74
Pry	79.43

Prx	66.14
Pry	66.72

Prx	31.61
Pry	26.27

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	28.75
Mcy	28.75

Mcx	28.75
Mcy	28.75

Mcx	19.69
Mcy	19.69

Mcx	46.86
Mcy	46.86

Pr/Pc	0.41
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.24
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.30
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.32
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.38
-------	------

≥0.2

Efi	0.87
-----	------

Efi	0.82
-----	------

Efi	0.84
-----	------

Efi	0.73
-----	------

Efi	0.84
-----	------

Efi	0.91
-----	------

Columna 122	
M1x	0.82
M2x	1
Cmx	0.27
M1y	0.17
M2y	0.51
Cmy	0.47

Columna 492	
M1x	3.88
M2x	4.4
Cmx	0.25
M1y	1.52
M2y	3.55
Cmy	0.43

Columna 579	
M1x	0.27
M2x	0.31
Cmx	0.25
M1y	0.12
M2y	0.39
Cmy	0.48

Columna 638	
M1x	0.54
M2x	0.62
Cmx	0.25
M1y	0.07
M2y	0.15
Cmy	0.41

Columna 769	
M1x	3.01
M2x	3.1
Cmx	0.21
M1y	0.88
M2y	2.22
Cmy	0.44

Columna 842	
M1x	3.02
M2x	3.25
Cmx	0.23
M1y	0.74
M2y	2.11
Cmy	0.46

Ky	1.64
Kz	2
Pr	19.88
Pc	122.45
Efi	0.45
E	2038.9
ly	4585.33
lz	4585.33
L	315
Pe1 x	929.96
Pe1 y	929.96
B1 x	0.28
B1 y	0.48
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Ky	1.24
Kz	1.96
Pr	72.58
Pc	279.18
Efi	0.49
E	2038.9
ly	26225.33
lz	26225.33
L	315
Pe1 x	5318.79
Pe1 y	5318.79
B1 x	0.25
B1 y	0.43
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Ky	1.34
Kz	1.77
Pr	41.25
Pc	284.59
Efi	0.43
E	2038.9
ly	26225.33
lz	26225.33
L	315
Pe1 x	5318.79
Pe1 y	5318.79
B1 x	0.25
B1 y	0.48
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Ky	1.32
Kz	1.77
Pr	35.89
Pc	235.16
Efi	0.48
E	2038.9
ly	16278.67
lz	16278.67
L	315
Pe1 x	3301.50
Pe1 y	3301.50
B1 x	0.25
B1 y	0.42
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Ky	1.19
Kz	1.8
Pr	45.54
Pc	183.39
Efi	0.61
E	2038.9
ly	9232
lz	9232
L	315
Pe1 x	1872.35
Pe1 y	1872.35
B1 x	0.22
B1 y	0.45
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Ky	1.32
Kz	1.77
Pr	25.15
Pc	131.99
Efi	0.64
E	2038.9
ly	4585.33
lz	4585.33
L	315
Pe1 x	929.96
Pe1 y	929.96
B1 x	0.23
B1 y	0.47
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Mnt x	5.16
Mnt y	1
Mlt x	6.15
Mlt y	4.92
Pnt x	21.37
Pnt y	21.37
Plt x	17.25
Plt y	2.74

Mnt x	5.45
Mnt y	4.13
Mlt x	8.87
Mlt y	3.98
Pnt x	56.11
Pnt y	56.11
Plt x	3.61
Plt y	11.94

Mnt x	12.23
Mnt y	0.31
Mlt x	12.85
Mlt y	4.42
Pnt x	35.76
Pnt y	35.76
Plt x	5.12
Plt y	14.74

Mnt x	10.69
Mnt y	0.62
Mlt x	12.69
Mlt y	4.72
Pnt x	35.6
Pnt y	35.6
Plt x	9.02
Plt y	8.75

Mnt x	3.09
Mnt y	3.1
Mlt x	10.45
Mlt y	5.16
Pnt x	43.76
Pnt y	43.76
Plt x	2.81
Plt y	8.43

Mnt x	7.47
Mnt y	3.25
Mlt x	8.61
Mlt y	9.11
Pnt x	19.93
Pnt y	19.93
Plt x	10.91
Plt y	6.11

Mrx	13.62
-----	-------

Mrx	17.65
-----	-------

Mrx	29.91
-----	-------

Mrx	28.15
-----	-------

Mrx	17.47
-----	-------

Mrx	19.32
-----	-------

Mry	7.35		Mry	9.27		Mry	6.02		Mry	6.71		Mry	9.76		Mry	15.01	
Prx	45.10		Prx	61.08		Prx	42.80		Prx	48.01		Prx	47.63		Prx	34.94	
Pry	24.91		Pry	71.52		Pry	54.79		Pry	46.90		Pry	54.64		Pry	27.82	
Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	46.86		Mcx	46.86	
Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	46.86		Mcy	46.86	
Pr/Pc	0.37	≥0.2	Pr/Pc	0.22	≥0.2	Pr/Pc	0.15	≥0.2	Pr/Pc	0.20	≥0.2	Pr/Pc	0.26	≥0.2	Pr/Pc	0.26	≥0.2
Efi	0.85	≤0.2	Efi	0.84		Pr/Pc	0.15	≤0.2	Efi	1.00		Efi	0.78		Efi	0.92	
						Efi	1.00										

Columna 260	
M1x	1.88
M2x	2.03
Cmx	0.23
M1y	0.48
M2y	1.01
Cmy	0.41
Ky	1.64
Kz	2.88
Pr	11.06
Pc	35.48
Efi	0.67
E	2038.9
ly	1838.67

Columna 478	
M1x	7.07
M2x	8.09
Cmx	0.25
M1y	3.38
M2y	6.45
Cmy	0.39
Ky	1.87
Kz	2.73
Pr	40.98
Pc	200.23
Efi	0.46
E	2038.9
ly	16278.67

Columna 571	
M1x	1.39
M2x	1.58
Cmx	0.25
M1y	0.28
M2y	0.81
Cmy	0.46
Ky	2.58
Kz	2.88
Pr	17.15
Pc	84.43
Efi	0.73
E	2038.9
ly	4585.33

Columna 630	
M1x	1.02
M2x	1.26
Cmx	0.28
M1y	0.18
M2y	0.41
Cmy	0.42
Ky	1.8
Kz	2.88
Pr	25.59
Pc	139.36
Efi	0.57
E	2038.9
ly	9232

Columna 753	
M1x	3.79
M2x	3.92
Cmx	0.21
M1y	0.79
M2y	1.51
Cmy	0.39
Ky	1.35
Kz	2.22
Pr	46.05
Pc	112.99
Efi	0.7
E	2038.9
ly	4585.33

Columna 876	
M1x	5.23
M2x	6.11
Cmx	0.26
M1y	1.98
M2y	3.25
Cmy	0.36
Ky	1.84
Kz	2.18
Pr	16.16
Pc	114.73
Efi	0.73
E	2038.9
ly	4585.33

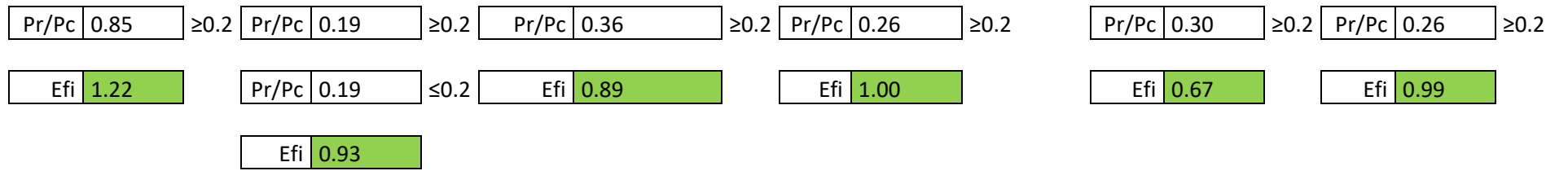
Iz	1838.67		Iz	16278.67		Iz	4585.33		Iz	9232		Iz	4585.33		Iz	4585.33	
L	315		L	315		L	315		L	315		L	315		L	315	
Pe1 x	372.90		Pe1 x	3301.50		Pe1 x	929.96		Pe1 x	1872.35		Pe1 x	929.96		Pe1 x	929.96	
Pe1 y	372.90		Pe1 y	3301.50		Pe1 y	929.96		Pe1 y	1872.35		Pe1 y	929.96		Pe1 y	929.96	
B1 x	0.24	≥1.0	B1 x	0.25	≥1.0	B1 x	0.25	≥1.0	B1 x	0.28	≥1.0	B1 x	0.22	≥1.0	B1 x	0.26	≥1.0
B1 y	0.42	≥1.0	B1 y	0.40	≥1.0	B1 y	0.47	≥1.0	B1 y	0.43	≥1.0	B1 y	0.41	≥1.0	B1 y	0.36	≥1.0
B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0	
B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0	

Mnt x	2.53		Mnt x	2.74		Mnt x	6.47		Mnt x	9.72		Mnt x	1.41		Mnt x	6.24	
Mnt y	2.03		Mnt y	8.09		Mnt y	1.58		Mnt y	1.26		Mnt y	2.19		Mnt y	6.11	
Mlt x	5.33		Mlt x	7.18		Mlt x	7.07		Mlt x	12.19		Mlt x	6.56		Mlt x	6.46	
Mlt y	3.34		Mlt y	8.91		Mlt y	4.06		Mlt y	3.63		Mlt y	2.57		Mlt y	8.35	
Pnt x	12.37		Pnt x	32.08		Pnt x	18.63		Pnt x	23.44		Pnt x	30.98		Pnt x	15.83	
Pnt y	12.37		Pnt y	32.08		Pnt y	18.63		Pnt y	23.44		Pnt y	30.98		Pnt y	15.83	
Plt x	12.94		Plt x	3.81		Plt x	8.51		Plt x	9.11		Plt x	2.45		Plt x	10.12	
Plt y	4.52		Plt y	15.78		Plt y	10.37		Plt y	12.98		Plt y	12.1		Plt y	10.45	

Mrx	9.86		Mrx	12.62		Mrx	16.20		Mrx	26.49		Mrx	10.44		Mrx	15.13	
Mry	6.34		Mry	19.59		Mry	6.82		Mry	5.95		Mry	5.51		Mry	16.89	

Prx	30.17		Prx	37.32		Prx	30.34		Prx	35.97		Prx	34.35		Prx	29.75	
Pry	18.21		Pry	52.45		Pry	32.02		Pry	40.20		Pry	46.60		Pry	29.32	

Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	38.7	
Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	38.7	



Piso 6			Columna 213			Columna 500			Columna 553			Columna 666			Columna 795			Columna 1587	
RM	0.85		M1x	1.58		M1x	4.72		M1x	4.77		M1x	0.79		M1x	4.55		M1x	0.92
Hx	22.74		M2x	1.86		M2x	5.65		M2x	5.06		M2x	1.15		M2x	5.41		M2x	1.32
Hy	21.42		Cmx	0.26		Cmx	0.27		Cmx	0.22		Cmx	0.33		Cmx	0.26		Cmx	0.32
L	315		M1y	0.19		M1y	1.14		M1y	1.35		M1y	1.62		M1y	0.88		M1y	0.88
ΔHx	5.1		M2y	0.61		M2y	2.44		M2y	2.75		M2y	3.11		M2y	2.61		M2y	1.91
ΔHy	5.1		Cmy	0.48		Cmy	0.41		Cmy	0.40		Cmy	0.39		Cmy	0.47		Cmy	0.42
Pe piso x	1193.85		Ky	2.29		Ky	1.82		Ky	2.22		Ky	2.22		Ky	1.93		Ky	1.09
Pe piso y	1124.55		Kz	2.31		Kz	2.35		Kz	2.73		Kz	2.72		Kz	2.7		Kz	1.2
P piso	352.93		Pr	3.13		Pr	8.95		Pr	37.25		Pr	51.25		Pr	29		Pr	2.01
B2 x	1.42	≤1.5	Pc	35.19		Pc	34.22		Pc	90.81		Pc	146.28		Pc	92.1		Pc	63.35
B2 y	1.46	≤1.5	Efi	0.38		Efi	0.62		Efi	0.61		Efi	0.49		Efi	0.6		Efi	0.52
			E	2038.9		E	2038.9		E	2038.9		E	2038.9		E	2038.9		E	2038.9
			Iy	1196.47		Iy	1196.47		Iy	4585.33		Iy	9232		Iy	4585.33		Iy	1196.47
			Iz	1196.47		Iz	1196.47		Iz	4585.33		Iz	9232		Iz	4585.33		Iz	1196.47
			L	315		L	315		L	315		L	315		L	315		L	315
			Pe1 x	242.66		Pe1 x	242.66		Pe1 x	929.96		Pe1 x	1872.35		Pe1 x	929.96		Pe1 x	242.66
			Pe1 y	242.66		Pe1 y	242.66		Pe1 y	929.96		Pe1 y	1872.35		Pe1 y	929.96		Pe1 y	242.66
			B1 x	0.26	≥1.0	B1 x	0.28	≥1.0	B1 x	0.23	≥1.0	B1 x	0.33	≥1.0	B1 x	0.27	≥1.0	B1 x	0.32
			B1 y	0.48	≥1.0	B1 y	0.43	≥1.0	B1 y	0.42	≥1.0	B1 y	0.40	≥1.0	B1 y	0.48	≥1.0	B1 y	0.42
			B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0
			B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0
			Mnt x	1.55		Mnt x	1.4		Mnt x	1.03		Mnt x	5.02		Mnt x	1.54		Mnt x	0.33
			Mnt y	1.86		Mnt y	5.65		Mnt y	3.06		Mnt y	1.15		Mnt y	5.21		Mnt y	1.32
			Mlt x	3.3		Mlt x	4.38		Mlt x	1.65		Mlt x	6.41		Mlt x	3.34		Mlt x	0.43
			Mlt y	1.98		Mlt y	5.51		Mlt y	5.06		Mlt y	2.27		Mlt y	7.06		Mlt y	1.14
			Pnt x	3.92		Pnt x	10.49		Pnt x	26.95		Pnt x	36.28		Pnt x	24.56		Pnt x	1.75
			Pnt y	3.92		Pnt y	10.49		Pnt y	26.95		Pnt y	36.28		Pnt y	24.56		Pnt y	1.75
			Plt x	9.45		Plt x	3.21		Plt x	3.12		Plt x	1.25		Plt x	3.11		Plt x	5.13
			Plt y	6.11		Plt y	14.52		Plt y	18.94		Plt y	18.97		Plt y	16.87		Plt y	9.91
			Mrx	6.23		Mrx	7.62		Mrx	3.37		Mrx	14.12		Mrx	6.28		Mrx	0.94
			Mry	4.75		Mry	13.68		Mry	10.43		Mry	4.46		Mry	15.50		Mry	2.98
			Prx	17.34		Prx	15.05		Prx	31.38		Prx	38.05		Prx	28.98		Prx	9.03
			Pry	12.82		Pry	31.65		Pry	54.55		Pry	63.93		Pry	49.15		Pry	16.19
			Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	5.52
			Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	5.52
			Pr/Pc	0.49	≥0.2	Pr/Pc	0.44	≥0.2	Pr/Pc	0.35	≥0.2	Pr/Pc	0.26	≥0.2	Pr/Pc	0.31	≥0.2	Pr/Pc	0.14
			Efi	0.74		Efi	0.93		Efi	0.66		Efi	0.69		Efi	0.81		Efi	0.14
																		Efi	0.78

Columna 38	
M1x	0.23
M2x	0.28
Cmx	0.27
M1y	0.09
M2y	0.18
Cmy	0.40
Ky	2.29
Kz	1.73
Pr	6.25
Pc	35.68
Efi	0.39
E	2038.9
ly	1196.47
lz	1196.47
L	315
Pe1 x	242.66
Pe1 y	242.66
B1 x	0.28
B1 y	0.41
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.
0
≥1.
0

Columna 486	
M1x	1.16
M2x	1.18
Cmx	0.21
M1y	0.64
M2y	1.41
Cmy	0.42
Ky	1.71
Kz	1.74
Pr	21.15
Pc	64.75
Efi	0.6
E	2038.9
ly	1531.93
lz	1531.93
L	315
Pe1 x	310.69
Pe1 y	310.69
B1 x	0.22
B1 y	0.45
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.
0
≥1.
0

Columna 562	
M1x	2.69
M2x	2.92
Cmx	0.23
M1y	0.71
M2y	1.63
Cmy	0.43
Ky	1.86
Kz	1.59
Pr	37.7
Pc	104.35
Efi	0.65
E	2038.9
ly	3781.43
lz	3781.43
L	315
Pe1 x	766.92
Pe1 y	766.92
B1 x	0.24
B1 y	0.45
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.
0
≥1.
0

Columna 647	
M1x	3.06
M2x	3.25
Cmx	0.22
M1y	0.68
M2y	1.44
Cmy	0.41
Ky	1.86
Kz	1.59
Pr	48.48
Pc	128.31
Efi	0.65
E	2038.9
ly	4585.33
lz	4585.33
L	315
Pe1 x	929.96
Pe1 y	929.96
B1 x	0.24
B1 y	0.43
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Columna 761	
M1x	1.57
M2x	1.8
Cmx	0.25
M1y	0.68
M2y	1.11
Cmy	0.35
Ky	1.88
Kz	2.07
Pr	33.99
Pc	119.46
Efi	0.65
E	2038.9
ly	4585.33
lz	4585.33
L	315
Pe1 x	929.96
Pe1 y	929.96
B1 x	0.26
B1 y	0.37
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.
0
≥1.
0

Columna 241	
M1x	0.44
M2x	0.7
Cmx	0.35
M1y	0.61
M2y	1.18
Cmy	0.39
Ky	1.08
Kz	1.16
Pr	2.54
Pc	64.26
Efi	0.48
E	2038.9
ly	1196.47
lz	1196.47
L	315
Pe1 x	242.66
Pe1 y	242.66
B1 x	0.35
B1 y	0.40
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.
0
≥1.
0

Mnt x	4.52
Mnt y	0.28

Mnt x	3.97
Mnt y	1.18

Mnt x	2.3
Mnt y	2.92

Mnt x	1.36
Mnt y	3.15

Mnt x	5.86
Mnt y	1.8

Mnt x	0.46
Mnt y	0.7

Mlt x	6.36
Mlt y	1.94
Pnt x	7.36
Pnt y	7.36
Plt x	10.15
Plt y	3.02

Mlt x	7.58
Mlt y	2.56
Pnt x	18.91
Pnt y	18.91
Plt x	4.29
Plt y	9.85

Mlt x	4.37
Mlt y	3.29
Pnt x	34.81
Pnt y	34.81
Plt x	1.98
Plt y	6.41

Mlt x	1.49
Mlt y	6.25
Pnt x	42.67
Pnt y	42.67
Plt x	0.68
Plt y	4.21

Mlt x	6.26
Mlt y	5.79
Pnt x	32
Pnt y	32
Plt x	2.11
Plt y	2.74

Mlt x	0.47
Mlt y	1.47
Pnt x	1.2
Pnt y	1.2
Plt x	9.12
Plt y	5.75

Mrx	13.55
Mry	3.11

Mrx	14.73
Mry	4.91

Mrx	8.50
Mry	7.71

Mrx	3.48
Mry	12.26

Mrx	14.75
Mry	10.24

Mrx	1.13
Mry	2.84

Prx	21.77
Pry	11.76

Prx	25.00
Pry	33.27

Prx	37.62
Pry	44.15

Prx	43.64
Pry	48.81

Prx	35.00
Pry	35.99

Prx	14.15
Pry	9.58

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	46.86
Mcy	46.86

Mcx	5.52
Mcy	5.52

Pr/Pc	0.61	≥0. 2
-------	------	----------

Pr/Pc	0.39	≥0. 2
-------	------	----------

Pr/Pc	0.36	≥0. 2
-------	------	----------

Pr/Pc	0.34	≥0.2
-------	------	------

Pr/Pc	0.29	≥0. 2
-------	------	----------

Pr/Pc	0.22	≥0. 2
-------	------	----------

Efi	0.99
-----	------

Efi	0.84
-----	------

Efi	0.73
-----	------

Efi	0.70
-----	------

Efi	0.77
-----	------

Efi	0.86
-----	------

Columna 125	
M1x	1.11
M2x	1.14
Cmx	0.21
M1y	0.16
M2y	0.42
Cmy	0.45

Columna 493	
M1x	3.9
M2x	4.28
Cmx	0.24
M1y	1.22
M2y	3.25
Cmy	0.45

Columna 580	
M1x	1.02
M2x	1.48
Cmx	0.32
M1y	0.11
M2y	0.29
Cmy	0.45

Columna 639	
M1x	1.13
M2x	1.5
Cmx	0.30
M1y	0.07
M2y	0.12
Cmy	0.37

Columna 1014	
M1x	0.65
M2x	0.67
Cmx	0.21
M1y	0.75
M2y	1.85
Cmy	0.44

Ky	1.49
Kz	1.77
Pr	7.14
Pc	49.07
Efi	0.54
E	2038.9
ly	1196.47
lz	1196.47
L	315
Pe1 x	242.66
Pe1 y	242.66
B1 x	0.22
B1 y	0.46
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Ky	1.25
Kz	1.8
Pr	24.9
Pc	106.31
Efi	0.7
E	2038.9
ly	3781.43
lz	3781.43
L	315
Pe1 x	766.92
Pe1 y	766.92
B1 x	0.24
B1 y	0.46
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Ky	1.45
Kz	1.59
Pr	13.05
Pc	112.93
Efi	0.8
E	2038.9
ly	3781.43
lz	3781.43
L	315
Pe1 x	766.92
Pe1 y	766.92
B1 x	0.33
B1 y	0.46
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Ky	1.43
Kz	1.59
Pr	13.32
Pc	112.93
Efi	0.83
E	2038.9
ly	3781.43
lz	3781.43
L	315
Pe1 x	766.92
Pe1 y	766.92
B1 x	0.30
B1 y	0.37
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Ky	1.2
Kz	1.41
Pr	11.25
Pc	145.75
Efi	0.8
E	2038.9
ly	4585.33
lz	4585.33
L	315
Pe1 x	929.96
Pe1 y	929.96
B1 x	0.21
B1 y	0.44
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Mnt x	5.33
Mnt y	1.14
Mlt x	5.6
Mlt y	3.19
Pnt x	8.3
Pnt y	8.3
Plt x	12.56
Plt y	2.41

Mnt x	4.93
Mnt y	4.28
Mlt x	7.89
Mlt y	4.18
Pnt x	22.13
Pnt y	22.13
Plt x	3.11
Plt y	10.25

Mnt x	12.01
Mnt y	1.48
Mlt x	10.01
Mlt y	4.92
Pnt x	14.21
Pnt y	14.21
Plt x	4.98
Plt y	14.11

Mnt x	11.22
Mnt y	1.5
Mlt x	12.11
Mlt y	6.05
Pnt x	15.23
Pnt y	15.23
Plt x	8.04
Plt y	8.25

Mnt x	5.26
Mnt y	0.41
Mlt x	5.33
Mlt y	2.04
Pnt x	10.35
Pnt y	10.35
Plt x	2.7
Plt y	8.11

Mrx	13.28
-----	-------

Mrx	16.13
-----	-------

Mrx	26.22
-----	-------

Mrx	28.41
-----	-------

Mrx	12.83
-----	-------

Mry	5.79		Mry	10.37		Mry	8.65		Mry	10.32		Mry	3.38	
Prx	26.13		Prx	26.55		Prx	21.28		Prx	26.64		Prx	14.18	
Pry	11.81		Pry	37.07		Pry	34.77		Pry	27.25		Pry	22.17	
Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	14.51	
Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	14.51	
Pr/Pc	0.53	≥0.2	Pr/Pc	0.25	≥0.2	Pr/Pc	0.19	≥0.2	Pr/Pc	0.24	≥0.2	Pr/Pc	0.10	≥0.2
Efi	0.97		Efi	0.86		Efi	0.19	≤0.2	Efi	1.13		Efi	0.10	≤0.2
						Efi	1.00					Efi	1.17	

Columna 261		Columna 479		Columna 572		Columna 631		Columna 1015	
M1x	1.73	M1x	7.24	M1x	1.76	M1x	1.51	M1x	1.12
M2x	2.27	M2x	8.79	M2x	2.12	M2x	2.31	M2x	1.62
Cmx	0.30	Cmx	0.27	Cmx	0.27	Cmx	0.34	Cmx	0.32
M1y	0.41	M1y	3.27	M1y	0.21	M1y	0.14	M1y	0.64
M2y	0.94	M2y	6.25	M2y	0.72	M2y	0.35	M2y	1.11
Cmy	0.43	Cmy	0.39	Cmy	0.48	Cmy	0.44	Cmy	0.37
Ky	1.49	Ky	1.66	Ky	1.79	Ky	1.77	Ky	1.22
Kz	2.47	Kz	2.58	Kz	2.47	Kz	2.47	Kz	1.72
Pr	3.84	Pr	12.96	Pr	5.94	Pr	6.76	Pr	7.15
Pc	31.36	Pc	79.55	Pc	31.36	Pc	31.36	Pc	108.88
Efi	0.53	Efi	0.85	Efi	0.8	Efi	0.95	Efi	0.88
E	2038.9	E	2038.9	E	2038.9	E	2038.9	E	2038.9
ly	1196.47	ly	3781.43	ly	1196.47	ly	1196.47	ly	3781.43

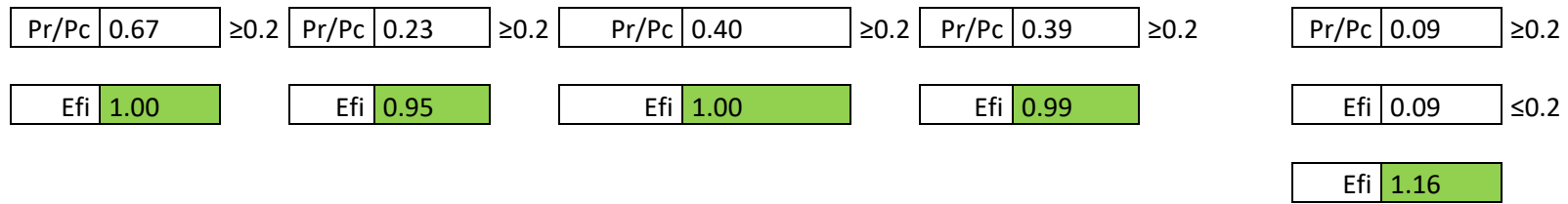
lz	1196.47		lz	3781.43		lz	1196.47		lz	1196.47		lz	3781.43	
L	315		L	315		L	315		L	315		L	315	
Pe1 x	242.66		Pe1 x	766.92		Pe1 x	242.66		Pe1 x	242.66		Pe1 x	766.92	
Pe1 y	242.66		Pe1 y	766.92		Pe1 y	242.66		Pe1 y	242.66		Pe1 y	766.92	
B1 x	0.30	≥1.0	B1 x	0.28	≥1.0	B1 x	0.27	≥1.0	B1 x	0.35	≥1.0	B1 x	0.33	≥1.0
B1 y	0.43	≥1.0	B1 y	0.40	≥1.0	B1 y	0.50	≥1.0	B1 y	0.45	≥1.0	B1 y	0.37	≥1.0
B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0		B1 x	1.0	
B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0		B1 y	1.0	

Mnt x	2.45		Mnt x	2.32		Mnt x	7.45		Mnt x	6.44		Mnt x	4.3	
Mnt y	2.27		Mnt y	8.79		Mnt y	2.12		Mnt y	2.31		Mnt y	1.62	
Mlt x	3.94		Mlt x	4.76		Mlt x	9.01		Mlt x	7.82		Mlt x	5.2	
Mlt y	3.02		Mlt y	9.28		Mlt y	2.55		Mlt y	4.34		Mlt y	1.97	
Pnt x	4.89		Pnt x	12.76		Pnt x	7.43		Pnt x	7.72		Pnt x	6.27	
Pnt y	4.89		Pnt y	12.76		Pnt y	7.43		Pnt y	7.72		Pnt y	6.27	
Plt x	11.25		Plt x	3.71		Plt x	3.56		Plt x	3.11		Plt x	2.13	
Plt y	4.25		Plt y	15.11		Plt y	10.15		Plt y	12.25		Plt y	11.78	

Mrx	8.04		Mrx	9.08		Mrx	20.24		Mrx	17.54		Mrx	11.68	
Mry	6.67		Mry	22.31		Mry	5.84		Mry	8.64		Mry	4.49	

Prx	20.86		Prx	18.03		Prx	12.48		Prx	12.14		Prx	9.29	
Pry	11.08		Pry	34.78		Pry	22.22		Pry	25.57		Pry	23.44	

Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	38.7		Mcx	14.51	
Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	38.7		Mcy	14.51	



Columna 563	
M1x	1.17
M2x	3.07
Cmx	0.45
M1y	0.61
M2y	1.53
Cmy	0.44
Ky	2.35
Kz	1.98
Pr	15.53
Pc	52.99
Efi	0.92
E	2038.9
ly	1838.67
lz	1838.67
L	315
Pe1 x	372.90
Pe1 y	372.90
B1 x	0.47
B1 y	0.46
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Columna 648	
M1x	3.92
M2x	5.15
Cmx	0.30
M1y	0.58
M2y	1.24
Cmy	0.41
Ky	2.06
Kz	1.97
Pr	26.09
Pc	119.89
Efi	0.77
E	2038.9
ly	4585.33
lz	4585.33
L	315
Pe1 x	929.96
Pe1 y	929.96
B1 x	0.30
B1 y	0.42
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Columna 762	
M1x	5.3
M2x	5.49
Cmx	0.21
M1y	0.52
M2y	0.98
Cmy	0.39
Ky	1.72
Kz	2.12
Pr	11.98
Pc	62.4
Efi	0.94
E	2038.9
ly	1838.67
lz	1838.67
L	315
Pe1 x	372.90
Pe1 y	372.90
B1 x	0.22
B1 y	0.40
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Columna 247	
M1x	0.23
M2x	0.29
Cmx	0.28
M1y	0.41
M2y	0.94
Cmy	0.43
Ky	1.08
Kz	1.13
Pr	0.75
Pc	64.93
Efi	0.53
E	2038.9
ly	1196.47
lz	1196.47
L	315
Pe1 x	242.66
Pe1 y	242.66
B1 x	0.28
B1 y	0.43
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Mnt x	2.36
Mnt y	3.07

Mnt x	0.37
Mnt y	5.15

Mnt x	4.13
Mnt y	5.49

Mnt x	0.69
Mnt y	0.29

Mlt x	2.51
Mlt y	7.41
Pnt x	12.3
Pnt y	12.3
Plt x	1.78
Plt y	5.56

Mlt x	1.51
Mlt y	8.53
Pnt x	19.78
Pnt y	19.78
Plt x	0.58
Plt y	3.25

Mlt x	6.81
Mlt y	5.55
Pnt x	12.11
Pnt y	12.11
Plt x	1.94
Plt y	2.03

Mlt x	0.9
Mlt y	0.78
Pnt x	0.72
Pnt y	0.72
Plt x	8.75
Plt y	5.25

Mrx	5.51
Mry	14.12

Mrx	2.26
Mry	17.87

Mrx	12.68
Mry	13.77

Mrx	1.82
Mry	1.45

Prx	14.53
Pry	20.59

Prx	20.51
Pry	24.63

Prx	14.54
Pry	15.14

Prx	11.70
Pry	8.55

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	46.86
Mcy	46.86

Mcx	5.52
Mcy	5.52

Pr/Pc	0.27
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.17
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.23
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.18
-------	------

≥0.2

Efi	0.73
-----	------

Efi	0.17
-----	------

≤0.2

Efi	0.73
-----	------

Efi	0.18
-----	------

≤0.2

Efi	0.61
-----	------

Efi	0.68
-----	------

Piso 8				Columna 555		Columna 668	
RM	0.85			M1x	0.89	M1x	1.56
Hx	3.89			M2x	1.61	M2x	1.93
Hy	3.63			Cmx	0.38	Cmx	0.28
L	450			M1y	1.15	M1y	1.46
ΔHx	12			M2y	2.35	M2y	2.87
ΔHy	16.8			Cmy	0.40	Cmy	0.40
Pe piso x	123.99			Ky	2.41	Ky	2.11
Pe piso y	82.65			Kz	2.12	Kz	2.11
P piso	22.77			Pr	7.21	Pr	6.56
B2 x	1.22	≤1.5		Pc	51.07	Pc	26.99
B2 y	1.38	≤1.5		Efi	0.92	Efi	0.94
				E	2038.9	E	2038.9
				Iy	3781.43	Iy	1531.93
				Iz	3781.43	Iz	1531.93
				L	450	L	450
				Pe1 x	375.79	Pe1 x	152.24
				Pe1 y	375.79	Pe1 y	152.24
				B1 x	0.39	B1 x	0.29
				B1 y	0.41	B1 y	0.41
				B1 x	1.0	B1 x	1.0
				B1 y	1.0	B1 y	1.0
				Mnt x	4.85	Mnt x	5.6
				Mnt y	1.61	Mnt y	1.93
				Mlt x	5.46	Mlt x	6.86
				Mlt y	4.21	Mlt y	4.15
				Pnt x	5.63	Pnt x	5.81
				Pnt y	5.63	Pnt y	5.81
				Plt x	2.84	Plt x	0.94
				Plt y	17.25	Plt y	17.25
				Mrx	11.54	Mrx	14.00
				Mry	7.42	Mry	7.66
				Prx	9.11	Prx	6.96
				Pry	29.44	Pry	29.62
				Mcx	38.7	Mcx	38.7
				Mcy	38.7	Mcy	38.7
				Pr/Pc	0.18	Pr/Pc	0.26
				Efi	0.18	Efi	0.76
				Efi	0.58		

Columna 564	
M1x	0.94
M2x	1.4
Cmx	0.33
M1y	0.41
M2y	1.23
Cmy	0.47
Ky	2.41
Kz	2.12
Pr	6.11
Pc	24.83
Efi	0.96
E	2038.9
Iy	1838.67
Iz	1838.67
L	450
Pe1 x	182.72
Pe1 y	182.72
B1 x	0.34
B1 y	0.48
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Columna 649	
M1x	1.41
M2x	2.25
Cmx	0.35
M1y	0.48
M2y	1.13
Cmy	0.43
Ky	2.11
Kz	2.11
Pr	7.35
Pc	78.83
Efi	0.94
E	2038.9
Iy	4585.33
Iz	4585.33
L	450
Pe1 x	455.68
Pe1 y	455.68
B1 x	0.36
B1 y	0.44
B1 x	1.0
B1 y	1.0

≥1.0
≥1.0

Mnt x	4.88
Mnt y	1.4

Mnt x	5.59
Mnt y	2.25

Mlt x	6.24
Mlt y	4.22
Pnt x	5.6
Pnt y	5.6
Plt x	1.68
Plt y	5.26

Mlt x	6.11
Mlt y	3.76
Pnt x	5.72
Pnt y	5.72
Plt x	0.41
Plt y	2.95

Mrx	12.52
Mry	7.22

Mrx	13.07
Mry	7.44

Prx	7.66
Pry	12.86

Prx	6.22
Pry	9.79

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Mcx	38.7
Mcy	38.7

Pr/Pc	0.31
-------	------

≥0.2

Pr/Pc	0.08
-------	------

≥0.2

Efi	0.76
-----	------

Efi	0.08
-----	------

≤0.2

Efi	0.57
-----	------

Anexo 4:

	CC 400X12			CC 400X10		
	b(cm)=	40		b(cm)=	40	
	h(cm)=	40		h(cm)=	40	
	t(cm)=	1.2		t(cm)=	1	
	As(cm2)=	186.24		As(cm2)=	156	
	Ix(cm4)=	100833.21		Ix(cm4)=	59319	
	Iy(cm4)=Iz(cm4)=	67272.6		Iy(cm4)=Iz(cm4)=	39572	
	Es(t/cm2)=	2038.9		Es(t/cm2)=	2038.9	
	Fy(t/cm2)=	2.53		Fy(t/cm2)=	2.53	
ACI 318/10.3.1.6	t mín (cm)	0.81		t mín (cm)	0.81	
	t/t mín	1.48	≥1	t/t mín	1.23	≥1
	f'c(kg/cm2)=	280		f'c(kg/cm2)=	280	
	Ac(cm2)=	1413.76		Ac(cm2)=	1444	
	Ec(t/cm2)=	252.67		Ec(t/cm2)=	252.67	
	Ic(cm4)=	166559.78		Ic(cm4)=	173761.33	
	Ag (cm2)=	1600		Ag (cm2)=	1600	
	0.01 Ag (cm2)=	16		0.01 Ag (cm2)=	16	
	C3=	0.83	≤0.9	C3=	0.80	≤0.9
	C3=	0.9		C3=	0.9	
	Eieff(t*cm2)=	172210392.48		Eieff(t*cm2)=	115587433.75	
	Ieff(cm4)=	84462.40		Ieff(cm4)=	56691.08	
	Ieff/Is=	1.26		Ieff/Is=	1.43	
	Pno(ton)=	807.66		Pno(ton)=	738.35	
	b-atiesado=	18.2		b-atiesado=	18.5	
	b/t=	15.17		b/t=	18.50	
Tabla B4.1b / AISC 360-10	Perfil vacío			Perfil vacío		
	1.4*raiz(E/Fy)=	39.74		1.4*raiz(E/Fy)=	39.74	
Tabla D1.1 / AISC 341-10	Perfil No Esbelto			Perfil No Esbelto		
	0.6*raiz(E/Fy)=	17.03		1.12*raiz(E/Fy)=	31.79	
	Perfil Altamente Dúctil			Perfil Medianamente Dúctil		
Tabla B4.1b / AISC 360-10	Perfil compuesto			Perfil compuesto		
	2.26*raiz(E/Fy)=	64.16		2.26*raiz(E/Fy)=	64.16	
Tabla D1.1 / AISC 341-10	Perfil Compacto			Perfil Compacto		
	1.4*raiz(E/Fy)=	39.74		1.4*raiz(E/Fy)=	39.74	
	Perfil Altamente Dúctil			Perfil Altamente Dúctil		
	Limitaciones			Limitaciones		
	215 ≤ f'c ≤ 715	280 kg/cm2	OK	215 ≤ f'c ≤ 715	280 kg/cm2	OK
	Fy ≤ 5.35 t/cm2	2.53 t/cm2	OK	Fy ≤ 5.35 t/cm2	2.53 t/cm2	OK
	As ≥ 0.01 Ag	186.24 ≥ 16	OK	As ≥ 0.01 Ag	156 ≥ 16	OK
	Código Sísmico			Código Sísmico		
AISC 341-10 -E3-5a	Perfil vacío			Perfil vacío		
	Pc=Fy*Ag (ton)	4048		Pc=Fy*Ag (ton)	4048	
	0.3*Pc=	1214.40		0.3*Pc=	1214.40	
	Pr<0.3Pc	156.25<1214.4	OK	Pr<0.3Pc	236.22<1214.4	OK
	Código Sísmico			Código Sísmico		
AISC 341-10 - E3-5a	Perfil compuesto			Perfil compuesto		
	Pc=Fy*Ag (ton)	4048		Pc=Fy*Ag (ton)	4048	
	0.1*Pc=	404.80		0.1*Pc=	404.80	
	Pr<0.1Pc	156.25<404.8	OK	Pr<0.1Pc	236.22<404.8	OK

CC 350x12			CC 350x10			CC 350x8		
b(cm)=	35		b(cm)=	35		b(cm)=	35	
h(cm)=	35		h(cm)=	35		h(cm)=	35	
t(cm)=	1.2		t(cm)=	1		t(cm)=	0.8	
As(cm2)=	162.24		As(cm2)=	136		As(cm2)=	109.44	
Ix(cm4)=	46337.37		Ix(cm4)=	39304		Ix(cm4)=	32001.35	
Iy(cm4)=Iz(cm4)=	30930.52		Iy(cm4)=Iz(cm4)=	26225.33		Iy(cm4)=Iz(cm4)=	21345.91	
Es(t/cm2)=	2038.9		Es(t/cm2)=	2038.9		Es(t/cm2)=	2038.9	
Fy(t/cm2)=	2.53		Fy(t/cm2)=	2.53		Fy(t/cm2)=	2.53	
t mín (cm)	0.71		t mín (cm)	0.71		t mín (cm)	0.71	
t/t mín	1.69	≥1	t/t mín	1.40	≥1	t/t mín	1.12	≥1
f'c(kg/cm2)=	280		f'c(kg/cm2)=	280		f'c(kg/cm2)=	280	
Ac(cm2)=	1062.76		Ac(cm2)=	1089		Ac(cm2)=	1115.56	
Ec(t/cm2)=	252.67		Ec(t/cm2)=	252.67		Ec(t/cm2)=	252.67	
Ic(cm4)=	94121.57		Ic(cm4)=	98826.75		Ic(cm4)=	103706.18	
Ag (cm2)=	1225		Ag (cm2)=	1225		Ag (cm2)=	1225	
0.01 Ag (cm2)=	12.25		0.01 Ag (cm2)=	12.25		0.01 Ag (cm2)=	12.25	
C3=	0.86	≤0.9	C3=	0.82	≤0.9	C3=	0.78	≤0.9
C3=			C3=			C3=	0.9	
Eieff(t*cm2)=	83632697.93		Eieff(t*cm2)=	73997748.58		Eieff(t*cm2)=	63926313.26	
Ieff(cm4)=	41018.54		Ieff(cm4)=	36292.98		Ieff(cm4)=	31353.33	
Ieff/Is=	1.33		Ieff/Is=	1.38		Ieff/Is=	1.47	
Pno(ton)=	663.40		Pno(ton)=	603.26		Pno(ton)=	542.39	
b-atiesado=	15.7		b-atiesado=	16		b-atiesado=	16.3	
b/t=	13.08		b/t=	16		b/t=	20.38	
Perfil vacío			Perfil vacío			Perfil vacío		
1.4*raiz(E/Fy)=	39.74		1.4*raiz(E/Fy)=	39.74		1.4*raiz(E/Fy)=	39.74	
Perfil No Esbelto			Perfil No Esbelto			Perfil No Esbelto		
0.6*raiz(E/Fy)=	17.03		0.6*raiz(E/Fy)=	17.03		1.12*raiz(E/Fy)=	31.79	
Perfil Altamente Dúctil			Perfil Altamente Dúctil			Perfil Medianamente Dúctil		
Perfil compuesto			Perfil compuesto			Perfil compuesto		
2.26*raiz(E/Fy)=	64.16		2.26*raiz(E/Fy)=	64.16		2.26*raiz(E/Fy)=	64.16	
Perfil Compacto			Perfil Compacto			Perfil Compacto		
1.4*raiz(E/Fy)=	39.74		1.4*raiz(E/Fy)=	39.74		1.4*raiz(E/Fy)=	39.74	
Perfil Altamente Dúctil			Perfil Altamente Dúctil			Perfil Altamente Dúctil		
Limitaciones			Limitaciones			Limitaciones		
215 ≤ f'c ≤ 715	280 kg/cm2	OK	215 ≤ f'c ≤ 715	280 kg/cm2	OK	215 ≤ f'c ≤ 715	280 kg/cm2	OK
Fy ≤ 5.35 t/cm2	2.53 t/cm2	OK	Fy ≤ 5.35 t/cm2	2.53 t/cm2	OK	Fy ≤ 5.35 t/cm2	2.53 t/cm2	OK
As ≥ 0.01 Ag	162.24 ≥ 12.2	OK	As ≥ 0.01 Ag	136 ≥ 12.25	OK	As ≥ 0.01 Ag	109.44 ≥ 12.25	OK
Código Sísmico			Código Sísmico			Código Sísmico		
Perfil vacío			Perfil vacío			Perfil vacío		
Pc=Fy*Ag (ton)	3099.25		Pc=Fy*Ag (ton)	3099.25		Pc=Fy*Ag (ton)	3099.25	
0.3*Pc=	929.78		0.3*Pc=	929.78		0.3*Pc=	929.78	
Pr<0.3Pc	236.22<929.7	OK	Pr<0.3Pc	235.11<929.78	OK	Pr<0.3Pc	3.13<929.78	OK
Código Sísmico			Código Sísmico			Código Sísmico		
Perfil compuesto			Perfil compuesto			Perfil compuesto		
Pc=Fy*Ag (ton)	3099.25		Pc=Fy*Ag (ton)	3099.25		Pc=Fy*Ag (ton)	3099.25	
0.1*Pc=	309.93		0.1*Pc=	309.93		0.1*Pc=	309.93	
Pr<0.1Pc	236.22<309.9	OK	Pr<0.1Pc	235.11<309.93	OK	Pr<0.1Pc	3.13<309.93	OK

CC 300X12			CC 300X10			CC 300X8		
b(cm)=	30		b(cm)=	30		b(cm)=	30	
h(cm)=	30		h(cm)=	30		h(cm)=	30	
t(cm)=	1.2		t(cm)=	1		t(cm)=	0.8	
As(cm2)=	138.24		As(cm2)=	116		As(cm2)=	93.44	
Ix(cm4)=	28665.45		Ix(cm4)=	24389		Ix(cm4)=	19917.67	
Iy(cm4)=Iz(cm4)=	19143.48		Iy(cm4)=Iz(cm4)=	16278.67		Iy(cm4)=Iz(cm4)=	13288.41	
Es(t/cm2)=	2038.9		Es(t/cm2)=	2038.9		Es(t/cm2)=	2038.9	
Fy(t/cm2)=	2.53		Fy(t/cm2)=	2.53		Fy(t/cm2)=	2.53	
t mín (cm)	0.61		t mín (cm)	0.61		t mín (cm)	0.61	
t/t mín	1.97	≥1	t/t mín	1.64	≥1	t/t mín	1.31	≥1
f'c(kg/cm2)=	280		f'c(kg/cm2)=	280		f'c(kg/cm2)=	280	
Ac(cm2)=	761.76		Ac(cm2)=	784		Ac(cm2)=	806.56	
Ec(t/cm2)=	252.67		Ec(t/cm2)=	252.67		Ec(t/cm2)=	252.67	
Ic(cm4)=	48356.52		Ic(cm4)=	51221.33		Ic(cm4)=	54211.59	
Ag (cm2)=	900		Ag (cm2)=	900		Ag (cm2)=	900	
0.01 Ag (cm2)=	9		0.01 Ag (cm2)=	9		0.01 Ag (cm2)=	9	
C3=	0.91	≤0.9	C3=	0.86	≤0.9	C3=	0.81	≤0.9
C3=	0.9		C3=	0.9		C3=	0.9	
Eieff(t*cm2)=	50028117.98		Eieff(t*cm2)=	44292079.49		Eieff(t*cm2)=	39421681.26	
Ieff(cm4)=	24536.82		Ieff(cm4)=	21723.52		Ieff(cm4)=	19334.78	
Ieff/Is=	1.28		Ieff/Is=	1.33		Ieff/Is=	1.46	
Pno(ton)=	531.05		Pno(ton)=	480.07		Pno(ton)=	428.36	
b-atiesado=	13.2		b-atiesado=	13.5		b-atiesado=	13.8	
b/t=	11.00		b/t=	13.5		b/t=	17.25	
Perfil vacío			Perfil vacío			Perfil vacío		
1.4*raiz(E/Fy)=	39.74		1.4*raiz(E/Fy)=	39.74		1.4*raiz(E/Fy)=	39.74	
Perfil No Esbelto			Perfil No Esbelto			Perfil No Esbelto		
1.12*raiz(E/Fy)=	17.03		0.6*raiz(E/Fy)=	17.03		1.12*raiz(E/Fy)=	31.79	
Perfil Altanamente Dúctil			Perfil Altamente Dúctil			Perfil Medianamente Dúctil		
Perfil compuesto			Perfil compuesto			Perfil compuesto		
2.26*raiz(E/Fy)=	64.16		2.26*raiz(E/Fy)=	64.16		2.26*raiz(E/Fy)=	64.16	
Perfil Compacto			Perfil Compacto			Perfil Compacto		
1.4*raiz(E/Fy)=	39.74		1.4*raiz(E/Fy)=	39.74		1.4*raiz(E/Fy)=	39.74	
Perfil Altamente Dúctil			Perfil Altamente Dúctil			Perfil Altamente Dúctil		
Limitaciones			Limitaciones			Limitaciones		
215 ≤ f'c ≤ 715	280 kg/cm2	OK	215 ≤ f'c ≤ 715	280 kg/cm2	OK	215 ≤ f'c ≤ 715	280 kg/cm2	OK
Fy ≤ 5.35 t/cm2	2.53 t/cm2	OK	Fy ≤ 5.35 t/cm2	2.53 t/cm2	OK	Fy ≤ 5.35 t/cm2	2.53 t/cm2	OK
As ≥ 0.01 Ag	138.24 ≥ 9	OK	As ≥ 0.01 Ag	116 ≥ 9	OK	As ≥ 0.01 Ag	93.44 ≥ 9	OK
Código Sísmico			Código Sísmico			Código Sísmico		
Perfil vacío			Perfil vacío			Perfil vacío		
Pc=Fy*Ag (ton)	2277		Pc=Fy*Ag (ton)	2277		Pc=Fy*Ag (ton)	2277	
0.3*Pc=	683.10		0.3*Pc=	683.10		0.3*Pc=	683.10	
Pr<0.3Pc	3.13<683.1	OK	Pr<0.3Pc	73.2<683.1	OK	Pr<0.3Pc	9.91<683.1	OK
Código Sísmico			Código Sísmico			Código Sísmico		
Perfil compuesto			Perfil compuesto			Perfil compuesto		
Pc=Fy*Ag (ton)	2277		Pc=Fy*Ag (ton)	2277		Pc=Fy*Ag (ton)	2277	
0.1*Pc=	227.70		0.1*Pc=	227.70		0.1*Pc=	227.70	
Pr<0.1Pc	3.13<227.7	OK	Pr<0.1Pc	73.2<227.7	OK	Pr<0.1Pc	9.91<227.7	OK

CC 250X10			CC 250X8		
b(cm)=	25		b(cm)=	25	
h(cm)=	25		h(cm)=	25	
t(cm)=	1		t(cm)=	0.8	
As(cm2)=	96		As(cm2)=	77.44	
Ix(cm4)=	13824		Ix(cm4)=	11337.99	
Iy(cm4)=Iz(cm4)=	9232		Iy(cm4)=Iz(cm4)=	7566.92	
Es(t/cm2)=	2038.9		Es(t/cm2)=	2038.9	
Fy(t/cm2)=	2.53		Fy(t/cm2)=	2.53	
t mín (cm)	0.51		t mín (cm)	0.51	
t/t mín	1.97	≥1	t/t mín	1.57	≥1
f'c(kg/cm2)=	280		f'c(kg/cm2)=	280	
Ac(cm2)=	529		Ac(cm2)=	547.56	
Ec(t/cm2)=	252.67		Ec(t/cm2)=	252.67	
Ic(cm4)=	23320.08		Ic(cm4)=	24985.16	
Ag (cm2)=	625		Ag (cm2)=	625	
0.01 Ag (cm2)=	6.25		0.01 Ag (cm2)=	6.25	
C3=	0.91	≤0.9	C3=	0.85	≤0.9
C3=	0.9		C3=	0.9	
Eieff(t*cm2)=	24168634.26		Eieff(t*cm2)=	20780434.14	
Ieff(cm4)=	11853.76		Ieff(cm4)=	10191.98	
Ieff/Is=	1.28		Ieff/Is=	1.35	
Pno(ton)=	368.78		Pno(ton)=	326.24	
b-atiesado=	25		b-atiesado=	25	
b/t=	25.00		b/t=	31.25	
Perfil vacío			Perfil vacío		
1.4*raiz(E/Fy)=	39.74		1.4*raiz(E/Fy)=	39.74	
Perfil No Esbelto			Perfil No Esbelto		
1.12*raiz(E/Fy)=	31.79		1.12*raiz(E/Fy)=	31.79	
Perfil Medianamente Dúctil			Perfil Medianamente Dúctil		
Perfil compuesto			Perfil compuesto		
2.26*raiz(E/Fy)=	64.16		2.26*raiz(E/Fy)=	64.16	
Perfil Compacto			Perfil Compacto		
1.4*raiz(E/Fy)=	39.74		1.4*raiz(E/Fy)=	39.74	
Perfil Altamente Dúctil			Perfil Altamente Dúctil		
Limitaciones			Limitaciones		
215 ≤ f'c ≤ 715	280 kg/cm2	OK	215 ≤ f'c ≤ 715	280 kg/cm2	OK
Fy ≤ 5.35 t/cm2	2.53 t/cm2	OK	Fy ≤ 5.35 t/cm2	2.53 t/cm2	OK
As ≥ 0.01 Ag	96 ≥ 6.25	OK	As ≥ 0.01 Ag	77.44 ≥ 6.25	OK
Código Sísmico			Código Sísmico		
Perfil vacío			Perfil vacío		
Pc=Fy*Ag (ton)	1581.25		Pc=Fy*Ag (ton)	1581.25	
0.3*Pc=	474.38		0.3*Pc=	474.38	
Pr<0.3Pc	236.22<474.38	OK	Pr<0.3Pc	3.13<473.38	OK
Código Sísmico			Código Sísmico		
Perfil compuesto			Perfil compuesto		
Pc=Fy*Ag (ton)	1581.25		Pc=Fy*Ag (ton)	1581.25	
0.1*Pc=	158.13		0.1*Pc=	158.13	
Pr<0.3Pc	236.22<158.13	OK	Pr<0.1Pc	3.13<158.13	OK

CC 200x12			CC 200X10			CC 200X8		
b(cm)=	20		b(cm)=	20		b(cm)=	20	
h(cm)=	20		h(cm)=	20		h(cm)=	20	
t(cm)=	1.2		t(cm)=	1		t(cm)=	0.8	
As(cm2)=	90.24		As(cm2)=	76		As(cm2)=	61.44	
Ix(cm4)=	7973.61		Ix(cm4)=	6859		Ix(cm4)=	5662.31	
Iy(cm4)=Iz(cm4)=	5337.4		Iy(cm4)=Iz(cm4)=	4585.33		Iy(cm4)=Iz(cm4)=	3781.43	
Es(t/cm2)=	2038.9		Es(t/cm2)=	2038.9		Es(t/cm2)=	2038.9	
Fy(t/cm2)=	2.53		Fy(t/cm2)=	2.53		Fy(t/cm2)=	2.53	
t min (cm)	0.41		t min (cm)	0.41		t min (cm)	0.41	
t/t min	2.95	≥1	t/t min	2.46	≥1	t/t min	1.97	≥1
f'c(kg/cm2)=	280		f'c(kg/cm2)=	280		f'c(kg/cm2)=	280	
Ac(cm2)=	309.76		Ac(cm2)=	324		Ac(cm2)=	338.56	
Ec(t/cm2)=	252.67		Ec(t/cm2)=	252.67		Ec(t/cm2)=	252.67	
Ic(cm4)=	7995.94		Ic(cm4)=	8748.00		Ic(cm4)=	9551.91	
Ag (cm2)=	400		Ag (cm2)=	400		Ag (cm2)=	400	
0.01 Ag (cm2)=	4		0.01 Ag (cm2)=	4		0.01 Ag (cm2)=	4	
C3=	1.05	≤0.9	C3=	0.98	≤0.9	C3=	0.91	≤0.9
C3=	0.9		C3=	0.9		C3=	0.9	
Eieff(t*cm2)=	12700734.74		Eieff(t*cm2)=	11338361.24		Eieff(t*cm2)=	9882101.15	
Ieff(cm4)=	6229.21		Ieff(cm4)=	5561.02		Ieff(cm4)=	4846.78	
Ieff/Is=	1.17		Ieff/Is=	1.21		Ieff/Is=	1.28	
Pno(ton)=	302.03		Pno(ton)=	269.39		Pno(ton)=	236.02	
b-atiesado=	20		b-atiesado=	20		b-atiesado=	20	
b/t=	16.67		b/t=	20		b/t=	25.00	
Perfil vacío			Perfil vacío			Perfil vacío		
1.4*raiz(E/Fy)=	39.74		1.4*raiz(E/Fy)=	39.74		1.4*raiz(E/Fy)=	39.74	
Perfil No Esbelto			Perfil No Esbelto			Perfil No Esbelto		
0.6*raiz(E/Fy)=	17.03		1.12*raiz(E/Fy)=	31.79		1.12*raiz(E/Fy)=	31.79	
Perfil Altamente Dúctil			Perfil Medianamente Dúctil			Perfil Medianamente Dúctil		
Perfil compuesto			Perfil compuesto			Perfil compuesto		
2.26*raiz(E/Fy)=	64.16		2.26*raiz(E/Fy)=	64.16		2.26*raiz(E/Fy)=	64.16	
Perfil Compacto			Perfil Compacto			Perfil Compacto		
1.4*raiz(E/Fy)=	39.74		1.4*raiz(E/Fy)=	39.74		1.4*raiz(E/Fy)=	39.74	
Perfil Altamente Dúctil			Perfil Altamente Dúctil			Perfil Altamente Dúctil		
Limitaciones			Limitaciones			Limitaciones		
215 ≤ f'c ≤ 715	280 kg/cm2	OK	215 ≤ f'c ≤ 715	280 kg/cm2	OK	215 ≤ f'c ≤ 715	280 kg/cm2	OK
Fy ≤ 5.35 t/cm2	2.53 t/cm2	OK	Fy ≤ 5.35 t/cm2	2.53 t/cm2	OK	Fy ≤ 5.35 t/cm2	2.53 t/cm2	OK
As ≥ 0.01 Ag	90.24 ≥ 4	OK	As ≥ 0.01 Ag	76 ≥ 4	OK	As ≥ 0.01 Ag	61.44 ≥ 4	OK
Código Sísmico			Código Sísmico			Código Sísmico		
Perfil vacío			Perfil vacío			Perfil vacío		
Pc=Fy*Ag (ton)	1012		Pc=Fy*Ag (ton)	1012		Pc=Fy*Ag (ton)	1012	
0.3*Pc=	303.60		0.3*Pc=	303.60		0.3*Pc=	303.60	
Pr<0.3Pc	9.91<303.6	OK	Pr<0.3Pc	235.11<303.6	OK	Pr<0.3Pc	3.13<303.6	OK
Código Sísmico			Código Sísmico			Código Sísmico		
Perfil compuesto			Perfil compuesto			Perfil compuesto		
Pc=Fy*Ag (ton)	1012		Pc=Fy*Ag (ton)	1012		Pc=Fy*Ag (ton)	1012	
0.1*Pc=	101.20		0.1*Pc=	101.20		0.1*Pc=	101.20	
Pr<0.1Pc	9.91<101.2	OK	Pr<0.1Pc	235.11<101.2	OK	Pr<0.1Pc	3.13<101.2	OK

CC 150X10			CC 150X8			CC 150X6		
b(cm)=	15		b(cm)=	15		b(cm)=	15	
h(cm)=	15		h(cm)=	15		h(cm)=	15	
t(cm)=	1		t(cm)=	0.8		t(cm)=	0.6	
As(cm2)=	56		As(cm2)=	45.44		As(cm2)=	34.56	
Ix(cm4)=	2744		Ix(cm4)=	2290.63		Ix(cm4)=	1791.59	
Iy(cm4)=Iz(cm4)=	1838.67		Iy(cm4)=Iz(cm4)=	1531.93		Iy(cm4)=Iz(cm4)=	1196.47	
Es(t/cm2)=	2038.9		Es(t/cm2)=	2038.9		Es(t/cm2)=	2038.9	
Fy(t/cm2)=	2.53		Fy(t/cm2)=	2.53		Fy(t/cm2)=	2.53	
t mín (cm)	0.31		t mín (cm)	0.31		t mín (cm)	0.31	
t/t mín	3.28	≥1	t/t mín	2.62	≥1	t/t mín	1.97	≥1
f'c(kg/cm2)=	280		f'c(kg/cm2)=	280		f'c(kg/cm2)=	280	
Ac(cm2)=	169		Ac(cm2)=	179.56		Ac(cm2)=	190.44	
Ec(t/cm2)=	252.67		Ec(t/cm2)=	252.67		Ec(t/cm2)=	252.67	
Ic(cm4)=	2380.08		Ic(cm4)=	2686.82		Ic(cm4)=	3022.28	
Ag (cm2)=	225		Ag (cm2)=	225		Ag (cm2)=	225	
0.01 Ag (cm2)=	2.25		0.01 Ag (cm2)=	2.25		0.01 Ag (cm2)=	2.25	
C3=	1.10	≤0.9	C3=	1.00	≤0.9	C3=	0.91	≤0.9
C3=	0.9		C3=	0.9		C3=	0.9	
Eieff(t*cm2)=	4290105.20		Eieff(t*cm2)=	3734445.34		Eieff(t*cm2)=	3126762.47	
Ieff(cm4)=	2104.13		Ieff(cm4)=	1831.60		Ieff(cm4)=	1533.55	
Ieff/Is=	1.14		Ieff/Is=	1.20		Ieff/Is=	1.28	
Pno(ton)=	181.90		Pno(ton)=	157.70		Pno(ton)=	132.76	
b-atiesado=	15		b-atiesado=	15		b-atiesado=	15	
b/t=	15.00		b/t=	18.75		b/t=	25.00	
Perfil vacío			Perfil vacío			Perfil vacío		
1.4*raiz(E/Fy)=	39.74		1.4*raiz(E/Fy)=	39.74		1.4*raiz(E/Fy)=	39.74	
Perfil No Esbelto			Perfil No Esbelto			Perfil No Esbelto		
0.6*raiz(E/Fy)=	17.03		1.12*raiz(E/Fy)=	31.79		1.12*raiz(E/Fy)=	31.79	
Perfil Altamente Dúctil			Perfil Medianamente Dúctil			Perfil Medianamente Dúctil		
Perfil compuesto			Perfil compuesto			Perfil compuesto		
2.26*raiz(E/Fy)=	64.16		2.26*raiz(E/Fy)=	64.16		2.26*raiz(E/Fy)=	64.16	
Perfil Compacto			Perfil Compacto			Perfil Compacto		
1.4*raiz(E/Fy)=	39.74		1.4*raiz(E/Fy)=	39.74		1.4*raiz(E/Fy)=	39.74	
Perfil Altamente Dúctil			Perfil Altamente Dúctil			Perfil Altamente Dúctil		
Limitaciones			Limitaciones			Limitaciones		
215 ≤ f'c ≤ 715	280 kg/cm2	OK	215 ≤ f'c ≤ 715	280 kg/cm2	OK	215 ≤ f'c ≤ 715	280 kg/cm2	OK
Fy ≤ 5.35 t/cm2	2.53 t/cm2	OK	Fy ≤ 5.35 t/cm2	2.53 t/cm2	OK	Fy ≤ 5.35 t/cm2	2.53 t/cm2	OK
As ≥ 0.01 Ag	56 ≥ 2.25	OK	As ≥ 0.01 Ag	45.44 ≥ 2.25	OK	As ≥ 0.01 Ag	34.56 ≥ 2.25	OK
Código Sísmico			Código Sísmico			Código Sísmico		
Perfil vacío			Perfil vacío			Perfil vacío		
Pc=Fy*Ag (ton)	569.25		Pc=Fy*Ag (ton)	569.25		Pc=Fy*Ag (ton)	569.25	
0.3*Pc=	170.78		0.3*Pc=	170.78		0.3*Pc=	170.78	
Pr<0.3Pc	3.13<170.78	OK	Pr<0.3Pc	3.13<170.78	OK	Pr<0.3Pc	3.13<170.78	OK
Código Sísmico			Código Sísmico			Código Sísmico		
Perfil compuesto			Perfil compuesto			Perfil compuesto		
Pc=Fy*Ag (ton)	569.25		Pc=Fy*Ag (ton)	569.25		Pc=Fy*Ag (ton)	569.25	
0.1*Pc=	56.93		0.1*Pc=	56.93		0.1*Pc=	56.93	
Pr<0.1Pc	3.13<56.93	OK	Pr<0.1Pc	3.13<56.93	OK	Pr<0.1Pc	3.13<56.93	OK

Anexo 5:

CALCULOS DE LAS ESTRUCTURAS DE ACERO

NORMA: *ANSI/AISC 360-10 An American National Standard, June 22, 2010*

TIPO DE ANÁLISIS: Verificación de las barras

GRUPO:

BARRA: 984 Viga_984
m

PUNTOS: 1

COORDENADA: x = 0.00 L = 0.00

CARGAS:

Caso de carga más desfavorable: 57 57 (1+2)*1.47+3*0.50+6*1.00+5*-0.30

MATERIAL:

STEEL A36 $F_y = 2531.05 \text{ kgf/cm}^2$ $F_u = 4077.80 \text{ kgf/cm}^2$ $E = 2038902.42 \text{ kgf/cm}^2$



PARAMETROS DE LA SECCION: VL 185x27-405x18

d=45.9 cm	$A_y=99.90 \text{ cm}^2$	$A_z=82.62 \text{ cm}^2$	$A_x=172.80 \text{ cm}^2$
bf=18.5 cm	$I_y=56634.55 \text{ cm}^4$	$I_z=2868.91 \text{ cm}^4$	$J=296.96 \text{ cm}^4$
tw=1.8 cm	$S_y=2467.74 \text{ cm}^3$	$S_z=310.15 \text{ cm}^3$	
tf=2.7 cm	$Z_y=2895.95 \text{ cm}^3$	$Z_z=494.84 \text{ cm}^3$	

PARAMETROS DE LA BARRA:



$L_y = 8.01 \text{ m}$
 $K_y = 1.00$
 $K L_y / r_y = 44.22$



$L_z = 8.01 \text{ m}$
 $K_z = 1.00$
 $K L_z / r_z = 196.48$



$L_b = 8.01 \text{ m}$
 $C_b = 1.00$

ESFUERZOS INTERNOS:

$T_r = -0.01 \text{ T}\cdot\text{m}$ $f_{r_{y,mx}} = 4.60 \text{ kgf/cm}^2$
 $f_{r_{z,mx}} = 3.07 \text{ kgf/cm}^2$

$P_r = -0.29 \text{ T}$
 $M_{r_y} = -17.04 \text{ T}\cdot\text{m}$ $V_{r_y} = 0.02 \text{ T}$
 $M_{r_z} = 0.01 \text{ T}\cdot\text{m}$ $V_{r_z} = 11.39 \text{ T}$

RESISTENCIAS DE DIMENSIONAMIENTO

$F_{i_y} \cdot P_{n_t y} = 393.63 \text{ T}$
 $F_{i_b} \cdot M_{n_y} = 43.98 \text{ T}\cdot\text{m}$ $F_{i_v} \cdot V_{n_y} = 136.54 \text{ T}$
 $F_{i_b} \cdot M_{n_z} = 11.27 \text{ T}\cdot\text{m}$ $F_{i_v} \cdot V_{n_z} = 112.92 \text{ T}$

PARÁMETRO DE SEGURIDAD

$F_{i_b} = 0.90$ $F_{i_y} = 0.90$ $F_{i_v} = 0.90$

ELEMENTOS DE LA SECCION:

ala = compacto α alma = compacto

FORMULAS DE VERIFICACION:

$P_r / (2 \cdot F_{i_y} \cdot P_{n_t y}) + M_{r_y} / (F_{i_b} \cdot M_{n_y}) + M_{r_z} / (F_{i_b} \cdot M_{n_z}) = 0.39 < 1.00$ LRFD (H1-1b) Verificado

$V_{r_y} / (F_{i_v} \cdot V_{n_y}) + f_{r_{y,mx}} / (0.6 \cdot F_{i_v} \cdot F_y) = 0.00 < 1.00$ LRFD (G2-1) Verificado

$V_{r_z} / (F_{i_v} \cdot V_{n_z}) + f_{r_{z,mx}} / (0.6 \cdot F_{i_v} \cdot F_y) = 0.10 < 1.00$ LRFD (G2-1) Verificado

$K_y \cdot L_y / r_y = 44.22 < (K \cdot L / r)_{\text{max}} = 300.00$ $K_z \cdot L_z / r_z = 196.48 < (K \cdot L / r)_{\text{max}} = 300.00$

ESTABLE

Perfil correcto !!!

Anexo 6:

		Primer Piso			
		Viga 984		Viga 1414	
	Mnty	17.04		Mnty	6.1
	Mlty	17.39		Mlty	6.55
	Mry	34.84		Mry	12.80
	Mntz	0.01		Mntz	0
	Mltz	0.02		Mltz	0
	Mrz	0.03		Mrz	0.00
	Zy	2895.95		Zy	981.6
F2-1	Mny	73.27	F2-1	Mny	24.83
	Zz	494.84		Zz	138.6
F2-1	Mnz	12.52	F2-1	Mnz	3.51
	Area	172.8		Area	60
	ly	56634.55		ly	18481.28
	ry	18.10		ry	10.34
	lz	2868.91		lz	675.72
	rz	4.07		rz	1.98
F2-5	Lpy	9.05	F2-5	Lpy	5.17
F2-5	Lpz	2.04	F2-5	Lpz	0.99
	Lb	8.01		Lb	4.5
	Lr	9.26		Lr	4.82
	Lr>Lb>Lp	F2-2		Lr>Lb>Lp	F2-2
	Cb	1		Cb	1
	Sy	0.00246774		Sy	0.00087176
	Fy	25310.5		Fy	25310.5
F2-2	Mny	48.83	F2-2	Mny	16.23
	Sz	0.00031015		Sz	0.0000901
F2-2	Mnz	6.71	F2-2	Mnz	1.93
	φMny	43.95		φMny	14.61
	φMnz	11.27		φMnz	3.16
	Mry/φMny	0.79 <1		Mry/φMny	0.88 <1
	Mrz/φMnz	0.003 <1		Mrz/φMnz	0.000 <1

		Segundo Piso			
		Viga 989		Viga 1430	
	Mnty	18.63		Mnty	6.17
	Mlty	19.98		Mlty	6.63
	Mry	40.50		Mry	13.43
	Mntz	0.01		Mntz	0
	Mltz	0.01		Mltz	0
	Mrz	0.02		Mrz	0.00
	Zy	2895.95		Zy	981.6
F2-1	Mny	73.27	F2-1	Mny	24.83
	Zz	494.84		Zz	138.6
F2-1	Mnz	12.52	F2-1	Mnz	3.51
	Area	172.8		Area	60
	ly	56634.55		ly	18481.28
	ry	18.10		ry	10.34
	lz	2868.91		lz	675.72
	rz	4.07		rz	1.98
F2-5	Lpy	9.05	F2-5	Lpy	5.17
F2-5	Lpz	2.04	F2-5	Lpz	0.99
	Lb	8.01		Lb	4.5
	Lr	9.26		Lr	4.82
	Lr>Lb>Lp	F2-2		Lr>Lb>Lp	F2-2
	Cb	1		Cb	1
	Sy	0.00246774		Sy	0.00087176
	Fy	25310.5		Fy	25310.5
F2-2	Mny	48.83	F2-2	Mny	16.23
	Sz	0.00031015		Sz	0.0000901
F2-2	Mnz	6.71	F2-2	Mnz	1.93
	ϕ Mny	43.95		ϕ Mny	14.61
	ϕ Mnz	11.27		ϕ Mnz	3.16
	Mry/ ϕ Mny	0.92 <1		Mry/ ϕ Mny	0.92 <1
	Mrz/ ϕ Mnz	0.002 <1		Mrz/ ϕ Mnz	0.000 <1

		Tercer Piso				
		Viga 993		Viga 1446		
	Mnty	18.6		Mnty	6.23	
	Mlty	19.6		Mlty	6.7	
	Mry	39.75		Mry	13.46	
	Mntz	0.01		Mntz	0	
	Mltz	0.03		Mltz	0	
	Mrz	0.04		Mrz	0.00	
	Zy	2895.95		Zy	981.6	
F2-1	Mny	73.27	F2-1	Mny	24.83	
	Zz	494.84		Zz	138.6	
F2-1	Mnz	12.52	F2-1	Mnz	3.51	
	Area	172.8		Area	60	
	ly	56634.55		ly	18481.28	
	ry	18.10		ry	10.34	
	lz	2868.91		lz	675.72	
	rz	4.07		rz	1.98	
F2-5	Lpy	9.05	F2-5	Lpy	5.17	
F2-5	Lpz	2.04	F2-5	Lpz	0.99	
	Lb	8.01		Lb	4.5	
	Lr	9.26		Lr	4.82	
	Lr>Lb>Lp	F2-2		Lr>Lb>Lp	F2-2	
	Cb	1		Cb	1	
	Sy	0.00246774		Sy	0.00087176	
	Fy	25310.5		Fy	25310.5	
F2-2	Mny	48.83	F2-2	Mny	16.23	
	Sz	0.00031015		Sz	0.0000901	
F2-2	Mnz	6.71	F2-2	Mnz	1.93	
	φMny	43.95		φMny	14.61	
	φMnz	11.27		φMnz	3.16	
	Mry/φMny	0.90	<1	Mry/φMny	0.92	<1
	Mrz/φMnz	0.004	<1	Mrz/φMnz	0.000	<1

		Cuarto Piso				
		Viga 1003		Viga 1462		
	Mnty	18.47		Mnty	6.29	
	Mlty	19.28		Mlty	6.73	
	Mry	38.86		Mry	13.41	
	Mntz	0.04		Mntz	0	
	Mltz	0.04		Mltz	0	
	Mrz	0.08		Mrz	0.00	
	Zy	2895.95		Zy	981.6	
F2-1	Mny	73.27	F2-1	Mny	24.83	
	Zz	494.84		Zz	138.6	
F2-1	Mnz	12.52	F2-1	Mnz	3.51	
	Area	172.8		Area	60	
	ly	56634.55		ly	18481.28	
	ry	18.10		ry	10.34	
	lz	2868.91		lz	675.72	
	rz	4.07		rz	1.98	
F2-5	Lpy	9.05	F2-5	Lpy	5.17	
F2-5	Lpz	2.04	F2-5	Lpz	0.99	
	Lb	8.01		Lb	4.5	
	Lr	9.26		Lr	4.82	
	Lr>Lb>Lp	F2-2		Lr>Lb>Lp	F2-2	
	Cb	1		Cb	1	
	Sy	0.00246774		Sy	0.00087176	
	Fy	25310.5		Fy	25310.5	
F2-2	Mny	48.83	F2-2	Mny	16.23	
	Sz	0.00031015		Sz	0.0000901	
F2-2	Mnz	6.71	F2-2	Mnz	1.93	
	ϕ Mny	43.95		ϕ Mny	14.61	
	ϕ Mnz	11.27		ϕ Mnz	3.16	
	Mry/ ϕ Mny	0.88	<1	Mry/ ϕ Mny	0.92	<1
	Mrz/ ϕ Mnz	0.007	<1	Mrz/ ϕ Mnz	0.000	<1

		Quinto Piso				
		Viga 1007		Viga 1478		
	Mnty	16.36		Mnty	4.05	
	Mlty	16.54		Mlty	4.17	
	Mry	33.44		Mry	8.36	
	Mntz	0.04		Mntz	0	
	Mltz	0.04		Mltz	0	
	Mrz	0.08		Mrz	0.00	
	Zy	2895.95		Zy	981.6	
F2-1	Mny	73.27	F2-1	Mny	24.83	
	Zz	494.84		Zz	138.6	
F2-1	Mnz	12.52	F2-1	Mnz	3.51	
	Area	172.8		Area	60	
	ly	56634.55		ly	18481.28	
	ry	18.10		ry	10.34	
	lz	2868.91		lz	675.72	
	rz	4.07		rz	1.98	
F2-5	Lpy	9.05	F2-5	Lpy	5.17	
F2-5	Lpz	2.04	F2-5	Lpz	0.99	
	Lb	8.01		Lb	4.5	
	Lr	9.26		Lr	4.82	
	Lr>Lb>Lp	F2-2		Lr>Lb>Lp	F2-2	
	Cb	1		Cb	1	
	Sy	0.00246774		Sy	0.00087176	
	Fy	25310.5		Fy	25310.5	
F2-2	Mny	48.83	F2-2	Mny	16.23	
	Sz	0.00031015		Sz	0.0000901	
F2-2	Mnz	6.71	F2-2	Mnz	1.93	
	ϕ Mny	43.95		ϕ Mny	14.61	
	ϕ Mnz	11.27		ϕ Mnz	3.16	
	Mry/ ϕ Mny	0.76	<1	Mry/ ϕ Mny	0.57	<1
	Mrz/ ϕ Mnz	0.007	<1	Mrz/ ϕ Mnz	0.000	<1

		Sexto Piso				
		Viga 1010		Viga 1495		
	Mnty	14.51		Mnty	2.2	
	Mlty	13.75		Mlty	2.22	
	Mry	28.71		Mry	4.49	
	Mntz	0.01		Mntz	0	
	Mltz	0.02		Mltz	0	
	Mrz	0.03		Mrz	0.00	
	Zy	2895.95		Zy	496	
F2-1	Mny	73.27	F2-1	Mny	12.55	
	Zz	494.84		Zz	91.28	
F2-1	Mnz	12.52	F2-1	Mnz	2.31	
	Area	172.8		Area	36.8	
	ly	56634.55		ly	7548.59	
	ry	18.10		ry	6.61	
	lz	2868.91		lz	450.17	
	rz	4.07		rz	1.61	
F2-5	Lpy	9.05	F2-5	Lpy	3.30	
F2-5	Lpz	2.04	F2-5	Lpz	0.81	
	Lb	8.01		Lb	4.5	
	Lr	9.26		Lr	4.72	
	Lr>Lb>Lp	F2-2		Lr>Lb>Lp	F2-2	
	Cb	1		Cb	1	
	Sy	0.00246774		Sy	0.00044932	
	Fy	25310.5		Fy	25310.5	
F2-2	Mny	48.83	F2-2	Mny	8.22	
	Sz	0.00031015		Sz	0.00006002	
F2-2	Mnz	6.71	F2-2	Mnz	1.28	
	φMny	43.95		φMny	7.40	
	φMnz	11.27		φMnz	2.08	
	Mry/φMny	0.65	<1	Mry/φMny	0.61	<1
	Mrz/φMnz	0.003	<1	Mrz/φMnz	0.00	<1

		Séptimo Piso			
		Viga 150		Viga 1169	
	Mnty	10.63		Mnty	2.66
	Mlty	10		Mlty	2.45
	Mry	20.96		Mry	5.19
	Mntz	0.01		Mntz	0
	Mltz	0.02		Mltz	0
	Mrz	0.03		Mrz	0.00
	Zy	2895.95		Zy	496
F2-1	Mny	73.27	F2-1	Mny	12.55
	Zz	494.84		Zz	91.28
F2-1	Mnz	12.52	F2-1	Mnz	2.31
	Area	172.8		Area	36.8
	ly	56634.55		ly	7548.59
	ry	18.10		ry	6.61
	lz	2868.91		lz	450.17
	rz	4.07		rz	1.61
F2-5	Lpy	9.05	F2-5	Lpy	3.30
F2-5	Lpz	2.04	F2-5	Lpz	0.81
	Lb	8.01		Lb	5.69
	Lr	9.26		Lr	4.72
	Lr>Lb>Lp	F2-2		Lb>Lr	F2-3
	Cb	1		Sy	0.00044932
	Sy	0.00246774		Fcr	12940.2
	Fy	25310.5		Mny	5.81
F2-2	Mny	48.83	F2-2	Sz	0.00006002
	Sz	0.00031015		Mnz	0.78
F2-2	Mnz	6.71	F2-2		
				φMny	5.23
	φMny	43.95		φMnz	2.08
	φMnz	11.27			
				Mry/φMny	0.99 <1
	Mry/φMny	0.48 <1		Mrz/φMnz	0.00 <1
	Mrz/φMnz	0.003 <1			

Octavo Piso					
Viga 154			Viga 1191		
	Mnty	8.88		Mnty	2.49
	Mlty	9.84		Mlty	2.64
	Mry	19.04		Mry	5.22
	Mntz	0.01		Mntz	0
	Mltz	0.02		Mltz	0
	Mrz	0.03		Mrz	0.00
	Zy	2895.95		Zy	496
F2-1	Mny	73.27	F2-1	Mny	12.55
	Zz	494.84		Zz	91.28
F2-1	Mnz	12.52	F2-1	Mnz	2.31
	Area	172.8		Area	36.8
	ly	56634.55		ly	7548.59
	ry	18.10		ry	6.61
	lz	2868.91		lz	450.17
	rz	4.07		rz	1.61
F2-5	Lpy	9.05	F2-5	Lpy	3.30
F2-5	Lpz	2.04	F2-5	Lpz	0.81
	Lb	8		Lb	5.69
	Lr	9.26		Lr	4.72
	Lr>Lb>Lp	F2-2		Lb>Lr	F2-3
	Cb	1		Sy	0.00044932
	Sy	0.00246774		Fcr	12940.2
	Fy	25310.5		Mny	5.81
F2-2	Mny	48.88	F2-2	Sz	0.00006002
	Sz	0.00031015		Mnz	0.78
F2-2	Mnz	6.72	F2-2		
				φMny	5.23
	φMny	43.99		φMnz	2.08
	φMnz	11.27			
				Mry/φMny	1.00 <1
	Mry/φMny	0.43 <1		Mrz/φMnz	0.00 <1
	Mrz/φMnz	0.003 <1			

	VL 185x27-405x18			VL 150x12-400x6		
	b	92.5		b	75	
	t	27		t	12	
	b/t	3.43		b/t	6.25	
Tabla B4.1b / Caso 11	0.38 raiz(E/Fy)	10.79		0.38 raiz(E/Fy)	10.79	
	1 raiz(E/Fy)	28.39		1 raiz(E/Fy)	28.39	
	Perfil Compacto			Perfil Compacto		
	Zy(m3)=	0.00289595		Zy(m3)=	0.0009816	
AISC 341-10/Table A3-1	Ry=	1.3		Ry=	1.3	
AISC 341-10/D1-1(a)	Mr(t*m)=	95.25		Mr(t*m)=	32.28	
	I(cm4)=	56634.55		I(cm4)=	18481.28	
	A(cm2)=	172.80		A(cm2)=	60.00	
	ry(cm)=	18.10		ry(cm)=	17.55	
Maximun spacing of Lb	Lb(m)=	12.55	> 8	Lb(m)=	12.16	> 8

VL 100x4-140x4			VL 150x8-320x4			VL 150x10-350x6		
b	50		b	75		b	75	
t	4		t	8		t	10	
b/t	12.50		b/t	9.38		b/t	7.50	
0.38 raiz(E/Fy)	10.79		0.38 raiz(E/Fy)	10.79		0.38 raiz(E/Fy)	10.79	
1 raiz(E/Fy)	28.39		1 raiz(E/Fy)	28.39		1 raiz(E/Fy)	28.39	
Perfil No Compacto			Perfil Compacto			Perfil Compacto		
Zy(m3)=	0.0000772		Zy(m3)=	0.000496		Zy(m3)=	0.00072375	
Ry=	1.3		Ry=	1.3		Ry=	1.3	
Mr(t*m)=	2.54		Mr(t*m)=	16.31		Mr(t*m)=	23.80	
I(cm4)=	506.29		I(cm4)=	7548.59		I(cm4)=	11866.25	
A(cm2)=	13.60		A(cm2)=	36.80		A(cm2)=	51.00	
ry(cm)=	6.10		ry(cm)=	14.32		ry(cm)=	15.25	
Lb(m)=	4.23	> 2	Lb(m)=	9.93	> 8	Lb(m)=	10.57	> 8

Anexo 7:

	Columna 135		Columna 495		Columna 548		Columna 661		Columna 790		Columna 865	
AISC360-10/16-1	Vr' 2.72		Vr' 9.05		Vr' 9.08		Vr' 9.95		Vr' 9.79		Vr' 6.43	
AISC360-10/16-5	φRn 2.94		φRn 9.91		φRn 9.91		φRn 9.91		φRn 9.91		φRn 6.89	
	Vr'/φRn 0.93	≤1	Vr'/φRn 0.91	≤1	Vr'/φRn 0.92	≤1	Vr'/φRn 1.00	≤1	Vr'/φRn 0.99	≤1	Vr'/φRn 0.93	≤1
AISC360-10/12-5	Pe 290.33		Pe 1287.25		Pe 1453.95		Pe 1287.25		Pe 1301.27		Pe 710.06	
	Pno/Pe 0.81	≤2.25	Pno/Pe 0.37	≤2.25	Pno/Pe 0.37	≤2.25	Pno/Pe 0.37	≤2.25	Pno/Pe 0.37	≤2.25	Pno/Pe 0.52	≤2.25
AISC360-10/12-2	φPn 125.96		φPn 308.02		φPn 341.82		φPn 308.02		φPn 308.54		φPn 222.55	
	Pr/φPn 0.41	≤1	Pr/φPn 0.40	≤1	Pr/φPn 0.47	≤1	Pr/φPn 0.57	≤1	Pr/φPn 0.50	≤1	Pr/φPn 0.39	≤1
	Columna 28		Columna 481		Columna 557		Columna 642		Columna 756		Columna 854	
AISC360-10/16-1	Vr' 4.11		Vr' 18.01		Vr' 17.50		Vr' 18.05		Vr' 17.90		Vr' 16.87	
AISC360-10/16-5	φRn 4.41		φRn 17.99		φRn 17.99		φRn 17.99		φRn 17.99		φRn 17.63	
	Vr'/φRn 0.93	≤1	Vr'/φRn 1.00	≤1	Vr'/φRn 0.97	≤1	Vr'/φRn 1.00	≤1	Vr'/φRn 1.00	≤1	Vr'/φRn 0.96	≤1
AISC360-10/12-5	Pe 379.21		Pe 2839.52		Pe 3902.56		Pe 3452.96		Pe 3018.83		Pe 4223.00	
	Pno/Pe 0.62	≤2.25	Pno/Pe 0.21	≤2.25	Pno/Pe 0.17	≤2.25	Pno/Pe 0.17	≤2.25	Pno/Pe 0.22	≤2.25	Pno/Pe 0.17	≤2.25
AISC360-10/12-2	φPn 136.42		φPn 413.95		φPn 463.38		φPn 420.54		φPn 453.83		φPn 514.69	
	Pr/φPn 0.54	≤1	Pr/φPn 0.55	≤1	Pr/φPn 0.54	≤1	Pr/φPn 0.60	≤1	Pr/φPn 0.56	≤1	Pr/φPn 0.30	≤1
	Columna 87		Columna 488		Columna 574		Columna 634		Columna 765		Columna 838	
AISC360-10/16-1	Vr' 4.27		Vr' 21.51		Vr' 8.91		Vr' 8.36		Vr' 21.80		Vr' 17.18	
AISC360-10/16-5	φRn 4.41		φRn 23.50		φRn 9.18		φRn 9.18		φRn 23.50		φRn 17.63	
	Vr'/φRn 0.97	≤1	Vr'/φRn 0.92	≤1	Vr'/φRn 0.97	≤1	Vr'/φRn 0.91	≤1	Vr'/φRn 0.93	≤1	Vr'/φRn 0.97	≤1
AISC360-10/12-5	Pe 424.48		Pe 6775.54		Pe 1000.62		Pe 1013.65		Pe 6949.26		Pe 6861.58	
	Pno/Pe 0.63	≤2.25	Pno/Pe 0.12	≤2.25	Pno/Pe 0.37	≤2.25	Pno/Pe 0.36	≤2.25	Pno/Pe 0.12	≤2.25	Pno/Pe 0.12	≤2.25
AISC360-10/12-2	φPn 154.91		φPn 576.27		φPn 237.05		φPn 237.52		φPn 576.99		φPn 576.63	
	Pr/φPn 0.58	≤1	Pr/φPn 0.51	≤1	Pr/φPn 0.73	≤1	Pr/φPn 0.70	≤1	Pr/φPn 0.46	≤1	Pr/φPn 0.32	≤1

	Columna 233		Columna 474		Columna 566		Columna 625		Columna 1632		Columna 872	
AISC360-10/I6-1	Vr' 2.78		Vr' 12.39		Vr' 6.46		Vr' 6.82		Vr' 17.60		Vr' 12.90	
AISC360-10/I6-5	ϕRn 2.94		ϕRn 13.49		ϕRn 6.61		ϕRn 6.89		ϕRn 17.63		ϕRn 13.49	
	Vr'/ ϕRn 0.94	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.92	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.98	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.99	≤ 1	Vr'/ ϕRn 1.00	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.96	≤ 1
AISC360-10/I2-5	Pe 275.17		Pe 2297.16		Pe 1086.19		Pe 665.92		Pe 5927.07		Pe 2226.31	
	Pno/Pe 0.86	≤ 2.25	Pno/Pe 0.26	≤ 2.25	Pno/Pe 0.39	≤ 2.25	Pno/Pe 0.55	≤ 2.25	Pno/Pe 0.14	≤ 2.25	Pno/Pe 0.24	≤ 2.25
AISC360-10/I2-2	ϕPn 123.62		ϕPn 405.35		ϕPn 272.39		ϕPn 219.36		ϕPn 572.16		ϕPn 367.35	
	Pr/ ϕPn 0.40	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.40	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.27	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.51	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.37	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.34	≤ 1
	Columna 136		Columna 496		Columna 549		Columna 662		Columna 791		Columna 866	
AISC360-10/I6-1	Vr' 1.66		Vr' 9.34		Vr' 9.17		Vr' 9.85		Vr' 9.89		Vr' 6.55	
AISC360-10/I6-5	ϕRn 1.65		ϕRn 9.91		ϕRn 9.91		ϕRn 9.91		ϕRn 9.91		ϕRn 6.89	
	Vr'/ ϕRn 1.00	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.94	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.92	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.99	≤ 1	Vr'/ ϕRn 1.00	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.95	≤ 1
AISC360-10/I2-5	Pe 59.41		Pe 591.13		Pe 667.68		Pe 599.88		Pe 604.33		Pe 334.70	
	Pno/Pe 3.06	≤ 2.25	Pno/Pe 0.81	≤ 2.25	Pno/Pe 0.80	≤ 2.25	Pno/Pe 0.80	≤ 2.25	Pno/Pe 0.79	≤ 2.25	Pno/Pe 1.10	≤ 2.25
AISC360-10/I2-2	ϕPn 37.88		ϕPn 256.30		ϕPn 285.51		ϕPn 257.57		ϕPn 258.21		ϕPn 174.40	
	Pr/ ϕPn 0.96	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.39	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.48	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.59	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.50	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.38	≤ 1
	Columna 33		Columna 482		Columna 558		Columna 643		Columna 757		Columna 855	
AISC360-10/I6-1	Vr' 4.37		Vr' 17.44		Vr' 16.16		Vr' 17.33		Vr' 17.43		Vr' 16.84	
AISC360-10/I6-5	ϕRn 4.41		ϕRn 17.99		ϕRn 17.99		ϕRn 17.99		ϕRn 17.99		ϕRn 17.63	
	Vr'/ ϕRn 0.99	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.97	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.90	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.96	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.97	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.96	≤ 1
AISC360-10/I2-5	Pe 261.17		Pe 1915.95		Pe 3290.49		Pe 2911.41		Pe 1941.40		Pe 2683.17	
	Pno/Pe 0.90	≤ 2.25	Pno/Pe 0.31	≤ 2.25	Pno/Pe 0.20	≤ 2.25	Pno/Pe 0.21	≤ 2.25	Pno/Pe 0.34	≤ 2.25	Pno/Pe 0.28	≤ 2.25
AISC360-10/I2-2	ϕPn 121.27		ϕPn 396.58		ϕPn 457.29		ϕPn 414.86		ϕPn 431.25		ϕPn 493.52	
	Pr/ ϕPn 0.48	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.47	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.45	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.51	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.49	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.25	≤ 1

	Columna 115		Columna 489		Columna 575		Columna 635		Columna 766		Columna 839	
AISC360-10/I6-1	Vr' 4.38		Vr' 21.24		Vr' 9.18		Vr' 8.72		Vr' 21.76		Vr' 17.23	
AISC360-10/I6-5	ϕRn 4.41		ϕRn 23.50		ϕRn 9.18		ϕRn 9.18		ϕRn 23.50		ϕRn 17.63	
	Vr'/ ϕRn 0.99	≤1	Vr'/ ϕRn 0.90	≤1	Vr'/ ϕRn 1.00	≤1	Vr'/ ϕRn 0.95	≤1	Vr'/ ϕRn 0.93	≤1	Vr'/ ϕRn 0.98	≤1
AISC360-10/I2-5	Pe 281.95		Pe 4795.28		Pe 767.33		Pe 767.33		Pe 4951.22		Pe 4898.41	
	Pno/Pe 0.96	≤2.25	Pno/Pe 0.17	≤2.25	Pno/Pe 0.48	≤2.25	Pno/Pe 0.48	≤2.25	Pno/Pe 0.16	≤2.25	Pno/Pe 0.16	≤2.25
AISC360-10/I2-2	ϕPn 135.45		ϕPn 564.51		ϕPn 226.19		ϕPn 226.19		ϕPn 565.77		ϕPn 565.35	
	Pr/ ϕPn 0.52	≤1	Pr/ ϕPn 0.42	≤1	Pr/ ϕPn 0.62	≤1	Pr/ ϕPn 0.60	≤1	Pr/ ϕPn 0.37	≤1	Pr/ ϕPn 0.26	≤1
	Columna 245		Columna 475		Columna 567		Columna 626		Columna 750		Columna 873	
AISC360-10/I6-1	Vr' 2.88		Vr' 12.34		Vr' 6.59		Vr' 6.79		Vr' 17.54		Vr' 13.03	
AISC360-10/I6-5	ϕRn 2.94		ϕRn 13.49		ϕRn 6.61		ϕRn 6.89		ϕRn 17.63		ϕRn 13.49	
	Vr'/ ϕRn 0.98	≤1	Vr'/ ϕRn 0.91	≤1	Vr'/ ϕRn 1.00	≤1	Vr'/ ϕRn 0.99	≤1	Vr'/ ϕRn 1.00	≤1	Vr'/ ϕRn 0.97	≤1
AISC360-10/I2-5	Pe 118.51		Pe 1177.65		Pe 472.75		Pe 289.83		Pe 3671.39		Pe 1362.86	
	Pno/Pe 1.99	≤2.25	Pno/Pe 0.51	≤2.25	Pno/Pe 0.91	≤2.25	Pno/Pe 1.27	≤2.25	Pno/Pe 0.22	≤2.25	Pno/Pe 0.40	≤2.25
AISC360-10/I2-2	ϕPn 76.91		ϕPn 365.13		ϕPn 219.87		ϕPn 162.38		ϕPn 552.46		ϕPn 344.37	
	Pr/ ϕPn 0.52	≤1	Pr/ ϕPn 0.36	≤1	Pr/ ϕPn 0.27	≤1	Pr/ ϕPn 0.55	≤1	Pr/ ϕPn 0.30	≤1	Pr/ ϕPn 0.28	≤1
	Columna 188		Columna 497		Columna 550		Columna 663		Columna 792		Columna 867	
AISC360-10/I6-1	Vr' 1.66		Vr' 9.25		Vr' 9.04		Vr' 9.96		Vr' 9.74		Vr' 6.51	
AISC360-10/I6-5	ϕRn 1.65		ϕRn 9.91		ϕRn 9.91		ϕRn 9.91		ϕRn 9.91		ϕRn 6.89	
	Vr'/ ϕRn 1.00	≤1	Vr'/ ϕRn 0.93	≤1	Vr'/ ϕRn 0.91	≤1	Vr'/ ϕRn 1.00	≤1	Vr'/ ϕRn 0.98	≤1	Vr'/ ϕRn 0.95	≤1
AISC360-10/I2-5	Pe 59.41		Pe 591.13		Pe 667.68		Pe 599.88		Pe 604.33		Pe 334.70	
	Pno/Pe 3.06	≤2.25	Pno/Pe 0.81	≤2.25	Pno/Pe 0.80	≤2.25	Pno/Pe 0.80	≤2.25	Pno/Pe 0.79	≤2.25	Pno/Pe 1.10	≤2.25
AISC360-10/I2-2	ϕPn 37.88		ϕPn 256.30		ϕPn 285.51		ϕPn 257.57		ϕPn 258.21		ϕPn 174.40	
	Pr/ ϕPn 0.74	≤1	Pr/ ϕPn 0.30	≤1	Pr/ ϕPn 0.39	≤1	Pr/ ϕPn 0.49	≤1	Pr/ ϕPn 0.40	≤1	Pr/ ϕPn 0.28	≤1

	Columna 35		Columna 483		Columna 559		Columna 644		Columna 758		Columna 856	
AISC360-10/I6-1	Vr' 4.42		Vr' 17.14		Vr' 17.95		Vr' 16.93		Vr' 16.86		Vr' 16.72	
AISC360-10/I6-5	ϕRn 4.41		ϕRn 17.99		ϕRn 17.99		ϕRn 17.99		ϕRn 17.99		ϕRn 17.63	
	Vr'/ ϕRn 1.00	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.95	≤ 1	Vr'/ ϕRn 1.00	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.94	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.94	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.95	≤ 1
AISC360-10/I2-5	Pe 261.17		Pe 1915.95		Pe 2911.41		Pe 2911.41		Pe 1941.40		Pe 2683.17	
	Pno/Pe 0.90	≤ 2.25	Pno/Pe 0.31	≤ 2.25	Pno/Pe 0.21	≤ 2.25	Pno/Pe 0.21	≤ 2.25	Pno/Pe 0.34	≤ 2.25	Pno/Pe 0.28	≤ 2.25
AISC360-10/I2-2	ϕPn 121.27		ϕPn 396.58		ϕPn 414.86		ϕPn 414.86		ϕPn 431.25		ϕPn 493.52	
	Pr/ ϕPn 0.36	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.37	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.39	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.41	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.38	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.18	≤ 1
	Columna 118		Columna 490		Columna 577		Columna 636		Columna 767		Columna 840	
AISC360-10/I6-1	Vr' 4.35		Vr' 23.54		Vr' 9.20		Vr' 9.09		Vr' 21.70		Vr' 17.16	
AISC360-10/I6-5	ϕRn 4.41		ϕRn 23.50		ϕRn 9.18		ϕRn 9.18		ϕRn 23.50		ϕRn 17.63	
	Vr'/ ϕRn 0.99	≤ 1	Vr'/ ϕRn 1.00	≤ 1	Vr'/ ϕRn 1.00	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.99	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.92	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.97	≤ 1
AISC360-10/I2-5	Pe 281.95		Pe 3218.59		Pe 758.74		Pe 767.33		Pe 4951.22		Pe 4898.41	
	Pno/Pe 0.96	≤ 2.25	Pno/Pe 0.23	≤ 2.25	Pno/Pe 0.49	≤ 2.25	Pno/Pe 0.48	≤ 2.25	Pno/Pe 0.16	≤ 2.25	Pno/Pe 0.16	≤ 2.25
AISC360-10/I2-2	ϕPn 135.45		ϕPn 503.07		ϕPn 225.67		ϕPn 226.19		ϕPn 565.77		ϕPn 565.35	
	Pr/ ϕPn 0.38	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.36	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.48	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.46	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.27	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.19	≤ 1
	Columna 258		Columna 476		Columna 569		Columna 628		Columna 751		Columna 874	
AISC360-10/I6-1	Vr' 2.95		Vr' 12.11		Vr' 6.53		Vr' 6.58		Vr' 17.56		Vr' 12.89	
AISC360-10/I6-5	ϕRn 2.94		ϕRn 13.49		ϕRn 6.61		ϕRn 6.89		ϕRn 17.63		ϕRn 13.49	
	Vr'/ ϕRn 1.00	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.90	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.99	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.96	≤ 1	Vr'/ ϕRn 1.00	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.96	≤ 1
AISC360-10/I2-5	Pe 118.51		Pe 1177.65		Pe 466.25		Pe 285.85		Pe 3811.24		Pe 1362.86	
	Pno/Pe 1.99	≤ 2.25	Pno/Pe 0.51	≤ 2.25	Pno/Pe 0.92	≤ 2.25	Pno/Pe 1.29	≤ 2.25	Pno/Pe 0.21	≤ 2.25	Pno/Pe 0.40	≤ 2.25
AISC360-10/I2-2	ϕPn 76.91		ϕPn 365.13		ϕPn 218.71		ϕPn 161.18		ϕPn 554.33		ϕPn 344.37	
	Pr/ ϕPn 0.40	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.27	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.21	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.40	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.23	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.20	≤ 1

	Columna 209		Columna 498		Columna 551		Columna 664		Columna 793		Columna 868	
AISC360-10/I6-1	Vr' 1.65		Vr' 8.97		Vr' 9.93		Vr' 9.88		Vr' 9.66		Vr' 6.89	
AISC360-10/I6-5	ϕ Rn 1.65		ϕ Rn 9.91		ϕ Rn 9.91		ϕ Rn 9.91		ϕ Rn 9.91		ϕ Rn 6.89	
	Vr'/ ϕ Rn 1.00	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.90	≤1	Vr'/ ϕ Rn 1.00	≤1	Vr'/ ϕ Rn 1.00	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.97	≤1	Vr'/ ϕ Rn 1.00	≤1
AISC360-10/I2-5	Pe 59.41		Pe 591.13		Pe 591.13		Pe 599.88		Pe 604.33		Pe 287.78	
	Pno/Pe 3.06	≤2.25	Pno/Pe 0.81	≤2.25	Pno/Pe 0.81	≤2.25	Pno/Pe 0.80	≤2.25	Pno/Pe 0.79	≤2.25	Pno/Pe 1.13	≤2.25
AISC360-10/I2-2	ϕ Pn 37.88		ϕ Pn 256.30		ϕ Pn 256.30		ϕ Pn 257.57		ϕ Pn 258.21		ϕ Pn 152.24	
	Pr/ ϕ Pn 0.52	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.20	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.34	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.39	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.30	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.19	≤1
	Columna 36		Columna 484		Columna 560		Columna 645		Columna 759		Columna 857	
AISC360-10/I6-1	Vr' 4.28		Vr' 17.06		Vr' 17.77		Vr' 16.79		Vr' 16.41		Vr' 13.55	
AISC360-10/I6-5	ϕ Rn 4.41		ϕ Rn 17.99		ϕ Rn 17.99		ϕ Rn 17.99		ϕ Rn 17.99		ϕ Rn 13.49	
	Vr'/ ϕ Rn 0.97	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.95	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.99	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.93	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.91	≤1	Vr'/ ϕ Rn 1.00	≤1
AISC360-10/I2-5	Pe 261.17		Pe 1915.95		Pe 2911.41		Pe 2911.41		Pe 1717.74		Pe 1941.40	
	Pno/Pe 0.90	≤2.25	Pno/Pe 0.31	≤2.25	Pno/Pe 0.21	≤2.25	Pno/Pe 0.21	≤2.25	Pno/Pe 0.35	≤2.25	Pno/Pe 0.34	≤2.25
AISC360-10/I2-2	ϕ Pn 121.27		ϕ Pn 396.58		ϕ Pn 414.86		ϕ Pn 414.86		ϕ Pn 390.60		ϕ Pn 431.25	
	Pr/ ϕ Pn 0.25	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.27	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.29	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.31	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.30	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.13	≤1
	Columna 119		Columna 491		Columna 578		Columna 637		Columna 768		Columna 841	
AISC360-10/I6-1	Vr' 4.39		Vr' 23.32		Vr' 9.12		Vr' 8.68		Vr' 21.88		Vr' 17.00	
AISC360-10/I6-5	ϕ Rn 4.41		ϕ Rn 23.50		ϕ Rn 9.18		ϕ Rn 9.18		ϕ Rn 23.50		ϕ Rn 17.63	
	Vr'/ ϕ Rn 1.00	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.99	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.99	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.95	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.93	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.96	≤1
AISC360-10/I2-5	Pe 281.95		Pe 3218.59		Pe 767.33		Pe 767.33		Pe 4951.22		Pe 4898.41	
	Pno/Pe 0.96	≤2.25	Pno/Pe 0.23	≤2.25	Pno/Pe 0.48	≤2.25	Pno/Pe 0.48	≤2.25	Pno/Pe 0.16	≤2.25	Pno/Pe 0.16	≤2.25
AISC360-10/I2-2	ϕ Pn 135.45		ϕ Pn 503.07		ϕ Pn 226.19		ϕ Pn 226.19		ϕ Pn 565.77		ϕ Pn 565.35	
	Pr/ ϕ Pn 0.26	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.25	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.33	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.31	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.18	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.12	≤1

	Columna 259		Columna 477		Columna 570		Columna 629		Columna 752		Columna 875	
AISC360-10/I6-1	Vr' 2.82		Vr' 13.56		Vr' 6.33		Vr' 6.53		Vr' 17.59		Vr' 12.46	
AISC360-10/I6-5	ϕ Rn 2.94		ϕ Rn 13.49		ϕ Rn 6.61		ϕ Rn 6.89		ϕ Rn 17.63		ϕ Rn 13.49	
	Vr'/ ϕ Rn 0.96	≤1	Vr'/ ϕ Rn 1.00	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.96	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.95	≤1	Vr'/ ϕ Rn 1.00	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.92	≤1
AISC360-10/I2-5	Pe 118.51		Pe 1017.37		Pe 472.75		Pe 289.83		Pe 3811.24		Pe 1362.86	
	Pno/Pe 1.99	≤2.25	Pno/Pe 0.53	≤2.25	Pno/Pe 0.91	≤2.25	Pno/Pe 1.27	≤2.25	Pno/Pe 0.21	≤2.25	Pno/Pe 0.40	≤2.25
AISC360-10/I2-2	ϕ Pn 76.91		ϕ Pn 325.43		ϕ Pn 219.87		ϕ Pn 162.38		ϕ Pn 554.33		ϕ Pn 344.37	
	Pr/ ϕ Pn 0.27	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.22	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.14	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.28	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.16	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.12	≤1
	Columna 211		Columna 499		Columna 552		Columna 665		Columna 794		Columna 869	
AISC360-10/I6-1	Vr' 1.63		Vr' 6.37		Vr' 9.93		Vr' 9.96		Vr' 9.96		Vr' 2.45	
AISC360-10/I6-5	ϕ Rn 1.65		ϕ Rn 6.89		ϕ Rn 9.91		ϕ Rn 9.91		ϕ Rn 9.91		ϕ Rn 2.48	
	Vr'/ ϕ Rn 0.99	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.93	≤1	Vr'/ ϕ Rn 1.00	≤1	Vr'/ ϕ Rn 1.00	≤1	Vr'/ ϕ Rn 1.00	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.99	≤1
AISC360-10/I2-5	Pe 51.72		Pe 322.56		Pe 526.12		Pe 533.92		Pe 541.89		Pe 69.61	
	Pno/Pe 3.05	≤2.25	Pno/Pe 1.14	≤2.25	Pno/Pe 0.81	≤2.25	Pno/Pe 0.80	≤2.25	Pno/Pe 0.79	≤2.25	Pno/Pe 2.27	≤2.25
AISC360-10/I2-2	ϕ Pn 33.01		ϕ Pn 171.40		ϕ Pn 228.49		ϕ Pn 229.63		ϕ Pn 230.77		ϕ Pn 45.82	
	Pr/ ϕ Pn 0.34	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.15	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.27	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.33	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.23	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.19	≤1
	Columna 37		Columna 485		Columna 561		Columna 646		Columna 760		Columna 858	
AISC360-10/I6-1	Vr' 2.31		Vr' 17.13		Vr' 17.50		Vr' 16.63		Vr' 16.49		Vr' 4.37	
AISC360-10/I6-5	ϕ Rn 2.48		ϕ Rn 17.99		ϕ Rn 17.99		ϕ Rn 17.99		ϕ Rn 17.99		ϕ Rn 4.41	
	Vr'/ ϕ Rn 0.93	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.95	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.97	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.92	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.92	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.99	≤1
AISC360-10/I2-5	Pe 113.38		Pe 1655.18		Pe 2515.15		Pe 2515.15		Pe 1483.94		Pe 377.23	
	Pno/Pe 1.60	≤2.25	Pno/Pe 0.33	≤2.25	Pno/Pe 0.22	≤2.25	Pno/Pe 0.22	≤2.25	Pno/Pe 0.37	≤2.25	Pno/Pe 0.80	≤2.25
AISC360-10/I2-2	ϕ Pn 69.71		ϕ Pn 354.65		ϕ Pn 371.68		ϕ Pn 371.68		ϕ Pn 349.08		ϕ Pn 162.02	
	Pr/ ϕ Pn 0.27	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.18	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.20	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.24	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.21	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.12	≤1

	Columna 122		Columna 492		Columna 579		Columna 638		Columna 769		Columna 842	
AISC360-10/I6-1	Vr' 4.36		Vr' 17.03		Vr' 9.00		Vr' 8.60		Vr' 17.99		Vr' 6.90	
AISC360-10/I6-5	ϕRn 4.41		ϕRn 17.99		ϕRn 9.18		ϕRn 9.18		ϕRn 17.99		ϕRn 6.89	
	Vr'/ ϕRn 0.99	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.95	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.98	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.94	≤ 1	Vr'/ ϕRn 1.00	≤ 1	Vr'/ ϕRn 1.00	≤ 1
AISC360-10/I2-5	Pe 245.74		Pe 2165.42		Pe 659.76		Pe 659.76		Pe 1962.52		Pe 767.33	
	Pno/Pe 0.96	≤ 2.25	Pno/Pe 0.31	≤ 2.25	Pno/Pe 0.49	≤ 2.25	Pno/Pe 0.49	≤ 2.25	Pno/Pe 0.28	≤ 2.25	Pno/Pe 0.48	≤ 2.25
AISC360-10/I2-2	ϕPn 118.42		ϕPn 437.67		ϕPn 198.94		ϕPn 198.94		ϕPn 362.35		ϕPn 226.19	
	Pr/ ϕPn 0.17	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.17	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.21	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.18	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.13	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.11	≤ 1
	Columna 260		Columna 478		Columna 571		Columna 630		Columna 753		Columna 876	
AISC360-10/I6-1	Vr' 1.46		Vr' 9.23		Vr' 4.51		Vr' 6.36		Vr' 13.55		Vr' 4.36	
AISC360-10/I6-5	ϕRn 1.65		ϕRn 9.91		ϕRn 4.59		ϕRn 6.89		ϕRn 13.49		ϕRn 4.41	
	Vr'/ ϕRn 0.88	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.93	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.98	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.92	≤ 1	Vr'/ ϕRn 1.00	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.99	≤ 1
AISC360-10/I2-5	Pe 51.45		Pe 591.13		Pe 249.20		Pe 249.20		Pe 1493.45		Pe 237.31	
	Pno/Pe 3.54	≤ 2.25	Pno/Pe 0.81	≤ 2.25	Pno/Pe 1.31	≤ 2.25	Pno/Pe 1.31	≤ 2.25	Pno/Pe 0.40	≤ 2.25	Pno/Pe 1.14	≤ 2.25
AISC360-10/I2-2	ϕPn 31.06		ϕPn 256.30		ϕPn 141.46		ϕPn 141.46		ϕPn 382.07		ϕPn 125.63	
	Pr/ ϕPn 0.36	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.16	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.12	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.18	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.12	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.13	≤ 1
	Columna 213		Columna 500		Columna 553		Columna 666		Columna 795		Columna 1587	
AISC360-10/I6-1	Vr' 1.23		Vr' 2.31		Vr' 6.55		Vr' 6.63		Vr' 6.49		Vr' 0.31	
AISC360-10/I6-5	ϕRn 1.65		ϕRn 2.48		ϕRn 6.89		ϕRn 6.89		ϕRn 6.89		ϕRn 2.48	
	Vr'/ ϕRn 0.74	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.93	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.95	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.96	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.94	≤ 1	Vr'/ ϕRn 0.13	≤ 1
AISC360-10/I2-5	Pe 58.28		Pe 77.27		Pe 277.34		Pe 324.93		Pe 283.53		Pe 215.98	
	Pno/Pe 2.28	≤ 2.25	Pno/Pe 2.35	≤ 2.25	Pno/Pe 1.18	≤ 2.25	Pno/Pe 1.13	≤ 2.25	Pno/Pe 1.15	≤ 2.25	Pno/Pe 0.61	≤ 2.25
AISC360-10/I2-2	ϕPn 38.38		ϕPn 50.93		ϕPn 149.55		ϕPn 172.00		ϕPn 151.16		ϕPn 76.98	
	Pr/ ϕPn 0.08	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.18	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.25	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.30	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.19	≤ 1	Pr/ ϕPn 0.03	≤ 1

	Columna 38		Columna 486		Columna 562		Columna 647		Columna 761		Columna 241	
AISC360-10/I6-1	Vr' 2.11		Vr' 5.73		Vr' 8.47		Vr' 9.14		Vr' 9.20		Vr' 0.15	
AISC360-10/I6-5	ϕ Rn 2.48		ϕ Rn 5.88		ϕ Rn 9.18		ϕ Rn 9.18		ϕ Rn 9.18		ϕ Rn 2.48	
	Vr'/ ϕ Rn 0.85	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.97	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.92	≤1	Vr'/ ϕ Rn 1.00	≤1	Vr'/ ϕ Rn 1.00	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.06	≤1
AISC360-10/I2-5	Pe 103.92		Pe 372.50		Pe 950.90		Pe 950.90		Pe 482.38		Pe 231.13	
	Pno/Pe 1.28	≤2.25	Pno/Pe 0.72	≤2.25	Pno/Pe 0.39	≤2.25	Pno/Pe 0.39	≤2.25	Pno/Pe 0.68	≤2.25	Pno/Pe 0.57	≤2.25
AISC360-10/I2-2	ϕ Pn 58.33		ϕ Pn 149.28		ϕ Pn 235.14		ϕ Pn 235.14		ϕ Pn 184.36		ϕ Pn 78.29	
	Pr/ ϕ Pn 0.11	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.14	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.16	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.21	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.18	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.03	≤1
	Columna 125		Columna 493		Columna 580		Columna 639		Columna 1014			
AISC360-10/I6-1	Vr' 2.47		Vr' 13.06		Vr' 3.27		Vr' 3.32		Vr' 3.30			
AISC360-10/I6-5	ϕ Rn 2.48		ϕ Rn 13.22		ϕ Rn 3.30		ϕ Rn 3.30		ϕ Rn 3.30			
	Vr'/ ϕ Rn 1.00	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.99	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.99	≤1	Vr'/ ϕ Rn 1.00	≤1	Vr'/ ϕ Rn 1.00	≤1		
AISC360-10/I2-5	Pe 99.27		Pe 1210.23		Pe 146.93		Pe 168.79		Pe 186.84			
	Pno/Pe 1.34	≤2.25	Pno/Pe 0.35	≤2.25	Pno/Pe 1.07	≤2.25	Pno/Pe 1.08	≤2.25	Pno/Pe 0.84	≤2.25		
AISC360-10/I2-2	ϕ Pn 56.89		ϕ Pn 277.04		ϕ Pn 75.47		ϕ Pn 86.90		ϕ Pn 83.07			
	Pr/ ϕ Pn 0.13	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.09	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.17	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.15	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.14	≤1		
	Columna 261		Columna 479		Columna 572		Columna 631		Columna 1015			
AISC360-10/I6-1	Vr' 1.32		Vr' 4.41		Vr' 1.66		Vr' 2.36		Vr' 2.21			
AISC360-10/I6-5	ϕ Rn 1.65		ϕ Rn 4.41		ϕ Rn 1.65		ϕ Rn 2.48		ϕ Rn 2.48			
	Vr'/ ϕ Rn 0.80	≤1	Vr'/ ϕ Rn 1.00	≤1	Vr'/ ϕ Rn 1.00	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.95	≤1	Vr'/ ϕ Rn 0.89	≤1		
AISC360-10/I2-5	Pe 50.98		Pe 147.67		Pe 60.89		Pe 50.98		Pe 105.13			
	Pno/Pe 2.60	≤2.25	Pno/Pe 1.60	≤2.25	Pno/Pe 2.59	≤2.25	Pno/Pe 2.60	≤2.25	Pno/Pe 1.26	≤2.25		
AISC360-10/I2-2	ϕ Pn 33.48		ϕ Pn 90.67		ϕ Pn 40.00		ϕ Pn 33.48		ϕ Pn 58.69			
	Pr/ ϕ Pn 0.11	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.14	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.15	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.20	≤1	Pr/ ϕ Pn 0.12	≤1		

	Columna 554		Columna 667		Columna 796		Columna 246	
AISC360-10/16-1	Vr' 2.46		Vr' 6.89		Vr' 4.24		Vr' 0.19	
AISC360-10/16-5	ϕ Rn 2.48		ϕ Rn 6.89		ϕ Rn 4.41		ϕ Rn 2.48	
	Vr'/ ϕ Rn 0.99	≤ 1	Vr'/ ϕ Rn 1.00	≤ 1	Vr'/ ϕ Rn 0.96	≤ 1	Vr'/ ϕ Rn 0.08	≤ 1
AISC360-10/12-5	Pe 44.96		Pe 298.83		Pe 182.62		Pe 243.57	
	Pno/Pe 2.95	≤ 2.25	Pno/Pe 1.09	≤ 2.25	Pno/Pe 1.29	≤ 2.25	Pno/Pe 0.55	≤ 2.25
AISC360-10/12-2	ϕ Pn 28.93		ϕ Pn 154.94		ϕ Pn 103.06		ϕ Pn 79.26	
	Pr/ ϕ Pn 0.54	≤ 1	Pr/ ϕ Pn 0.18	≤ 1	Pr/ ϕ Pn 0.12	≤ 1	Pr/ ϕ Pn 0.01	≤ 1

	Columna 563		Columna 648		Columna 762		Columna 247	
AISC360-10/16-1	Vr' 2.70		Vr' 5.87		Vr' 3.24		Vr' 0.12	
AISC360-10/16-5	ϕ Rn 3.30		ϕ Rn 5.88		ϕ Rn 3.30		ϕ Rn 2.48	
	Vr'/ ϕ Rn 0.82	≤ 1	Vr'/ ϕ Rn 1.00	≤ 1	Vr'/ ϕ Rn 0.98	≤ 1	Vr'/ ϕ Rn 0.05	≤ 1
AISC360-10/12-5	Pe 79.33		Pe 253.28		Pe 82.65		Pe 243.57	
	Pno/Pe 1.67	≤ 2.25	Pno/Pe 0.93	≤ 2.25	Pno/Pe 1.91	≤ 2.25	Pno/Pe 0.55	≤ 2.25
AISC360-10/12-2	ϕ Pn 49.42		ϕ Pn 119.85		ϕ Pn 53.22		ϕ Pn 79.26	
	Pr/ ϕ Pn 0.31	≤ 1	Pr/ ϕ Pn 0.22	≤ 1	Pr/ ϕ Pn 0.23	≤ 1	Pr/ ϕ Pn 0.01	≤ 1

	Columna 555		Columna 668	
AISC360-10/16-1	Vr' 2.37		Vr' 2.37	
AISC360-10/16-5	ϕ Rn 2.48		ϕ Rn 2.48	
	Vr'/ ϕ Rn 0.96	≤ 1	Vr'/ ϕ Rn 0.95	≤ 1
AISC360-10/12-5	Pe 33.91		Pe 34.23	
	Pno/Pe 3.92	≤ 2.25	Pno/Pe 3.88	≤ 2.25
AISC360-10/12-2	ϕ Pn 19.34		ϕ Pn 19.64	
	Pr/ ϕ Pn 0.37	≤ 1	Pr/ ϕ Pn 0.33	≤ 1

	Columna 564		Columna 649	
AISC360-10/16-1	Vr' 2.31		Vr' 2.30	
AISC360-10/16-5	ϕ Rn 3.30		ϕ Rn 3.30	
	Vr'/ ϕ Rn 0.70	≤ 1	Vr'/ ϕ Rn 0.70	≤ 1
AISC360-10/12-5	Pe 33.91		Pe 34.23	
	Pno/Pe 3.92	≤ 2.25	Pno/Pe 3.88	≤ 2.25
AISC360-10/12-2	ϕ Pn 19.34		ϕ Pn 19.64	
	Pr/ ϕ Pn 0.32	≤ 1	Pr/ ϕ Pn 0.37	≤ 1

Anexo 8:

		Primer Piso				
		Viga 984		Viga 1414		
	Mnty	10.58		Mnty	3.26	
	Mlty	11.95		Mlty	4.09	
	Mry	22.81		Mry	7.45	
	Mntz	0.04		Mntz	0	
	Mltz	0.04		Mltz	0	
	Mrz	0.08		Mrz	0.00	
	Zy	1541.6		Zy	558.56	
F2-1	Mny	39.00	F2-1	Mny	14.13	
	Zz	280.1		Zz	113.62	
F2-1	Mnz	7.09	F2-1	Mnz	2.87	
	Area	113.42		Area	58.5	
	ly	24252.73		ly	6139.97	
	ry	14.62		ry	10.24	
	lz	1372.81		lz	433.87	
	rz	3.48		rz	2.72	
F2-5	Lpy	7.31	F2-5	Lpy	5.12	
F2-5	Lpz	1.74	F2-5	Lpz	1.36	
	Lb	8.01		Lb	4.5	
	Lr	9.26		Lr	4.82	
	Lr>Lb>Lp	F2-2		Lr>Lb>Lp	F2-2	
	Cb	1		Cb	1	
	Sy	0.00132167		Sy	0.00048157	
	Fy	25310.5		Fy	25310.5	
F2-2	Mny	26.01	F2-2	Mny	9.05	
	Sz	0.00017714		Sz	0.00007231	
F2-2	Mnz	3.79	F2-2	Mnz	1.43	
	φMny	23.41		φMny	8.15	
	φMnz	6.38		φMnz	2.59	
	Mry/φMny	0.97	<1	Mry/φMny	0.91	<1
	Mrz/φMnz	0.013	<1	Mrz/φMnz	0.000	<1

Tercer Piso						
	Viga 993				Viga 1446	
	Mnty	9.91		Mnty	3.07	
	Mlty	10.92		Mlty	3.94	
	Mry	21.69		Mry	7.32	
	Mntz	0.04		Mntz	0	
	Mltz	0.04		Mltz	0	
	Mrz	0.08		Mrz	0.00	
	Zy	1541.6		Zy	558.56	
F2-1	Mny	39.00		F2-1	Mny	14.13
	Zz	280.1			Zz	113.62
F2-1	Mnz	7.09		F2-1	Mnz	2.87
	Area	113.42		Area	58.5	
	Iy	24252.73		Iy	6139.97	
	Iy	14.62		Iy	10.24	
	Iz	1372.81		Iz	433.87	
	Iz	3.48		Iz	2.72	
F2-5	Lpy	7.31		F2-5	Lpy	5.12
F2-5	Lpz	1.74		F2-5	Lpz	1.36
	Lb	8.01		Lb	4.5	
	Lr	9.26		Lr	4.82	
	Lr>Lb>Lp	F2-2		Lr>Lb>Lp	F2-2	
	Cb	1		Cb	1	
	Sy	0.00132167		Sy	0.00048157	
	Fy	25310.5		Fy	25310.5	
F2-2	Mny	26.01		F2-2	Mny	9.05
	Sz	0.00017714			Sz	0.00007231
F2-2	Mnz	3.79		F2-2	Mnz	1.43
	φMny	23.41		φMny	8.15	
	φMnz	6.38		φMnz	2.59	
	Mry/φMny	0.93	<1	Mry/φMny	0.90	<1
	Mrz/φMnz	0.013	<1	Mrz/φMnz	0.000	<1

		Cuarto Piso				
		Viga 1003			Viga 1462	
	Mnty	9.84		Mnty	2.89	
	Mlty	10.73		Mlty	3.91	
	Mry	21.19		Mry	7.02	
	Mntz	0.04		Mntz	0	
	Mltz	0.04		Mltz	0	
	Mrz	0.08		Mrz	0.00	
	Zy	1541.6		Zy	558.56	
F2-1	Mny	39.00	F2-1	Mny	14.13	
	Zz	280.1		Zz	113.62	
F2-1	Mnz	7.09	F2-1	Mnz	2.87	
	Area	113.42		Area	58.5	
	Iy	24252.73		Iy	6139.97	
	ry	14.62		ry	10.24	
	Iz	1372.81		Iz	433.87	
	rz	3.48		rz	2.72	
F2-5	Lpy	7.31	F2-5	Lpy	5.12	
F2-5	Lpz	1.74	F2-5	Lpz	1.36	
	Lb	8.01		Lb	4.5	
	Lr	9.26		Lr	4.82	
	Lr>Lb>Lp	F2-2		Lr>Lb>Lp	F2-2	
	Cb	1		Cb	1	
	Sy	0.00132167		Sy	0.00048157	
	Fy	25310.5		Fy	25310.5	
F2-2	Mny	26.01	F2-2	Mny	9.05	
	Sz	0.00017714		Sz	0.00007231	
F2-2	Mnz	3.79	F2-2	Mnz	1.43	
	φMny	23.41		φMny	8.15	
	φMnz	6.38		φMnz	2.59	
	Mry/φMny	0.91 <1		Mry/φMny	0.86 <1	
	Mrz/φMnz	0.013 <1		Mrz/φMnz	0.000 <1	

		Séptimo Piso				
		Viga 150		Viga 1169		
	Mnty	9.19		Mnty	2.17	
	Mlty	9.74		Mlty	3.28	
	Mry	19.05		Mry	5.49	
	Mntz	0.04		Mntz	0	
	Mltz	0.04		Mltz	0	
	Mrz	0.08		Mrz	0.00	
	Zy	1541.6		Zy	448.55	
F2-1	Mny	39.00	F2-1	Mny	11.35	
	Zz	280.1		Zz	93.59	
F2-1	Mnz	7.09	F2-1	Mnz	2.37	
	Area	113.42		Area	50.36	
	ly	24252.73		ly	4578.45	
	ry	14.62		ry	9.53	
	lz	1372.81		lz	337.94	
	rz	3.48		rz	2.59	
F2-5	Lpy	7.31	F2-5	Lpy	4.76	
F2-5	Lpz	1.74	F2-5	Lpz	1.29	
	Lb	8.01		Lb	4.5	
	Lr	9.26		Lr	4.82	
	Lr>Lb>Lp	F2-2		Lr>Lb>Lp	F2-2	
	Cb	1		Cb	1	
	Sy	0.00132167		Sy	0.000388	
	Fy	25310.5		Fy	25310.5	
F2-2	Mny	26.01	F2-2	Mny	7.28	
	Sz	0.00017714		Sz	0.00005981	
F2-2	Mnz	3.79	F2-2	Mnz	1.18	
	φMny	23.41		φMny	6.55	
	φMnz	6.38		φMnz	2.13	
	Mry/φMny	0.81	<1	Mry/φMny	0.84	<1
	Mrz/φMnz	0.013	<1	Mrz/φMnz	0.000	<1

		Octavo Piso					
		Viga 154			Viga 1191		
	Mnty	9.15			Mnty	2.11	
	Mlty	9.64			Mlty	3.21	
	Mry	18.86			Mry	5.34	
	Mntz	0.04			Mntz	0	
	Mltz	0.04			Mltz	0	
	Mrz	0.08			Mrz	0.00	
	Zy	1541.6			Zy	448.55	
F2-1	Mny	39.00		F2-1	Mny	11.35	
	Zz	280.1			Zz	93.59	
F2-1	Mnz	7.09		F2-1	Mnz	2.37	
	Area	113.42			Area	50.36	
	Iy	24252.73			Iy	4578.45	
	ry	14.62			ry	9.53	
	Iz	1372.81			Iz	337.94	
	rz	3.48			rz	2.59	
F2-5	Lpy	7.31		F2-5	Lpy	4.76	
F2-5	Lpz	1.74		F2-5	Lpz	1.29	
	Lb	8.01			Lb	4.5	
	Lr	9.26			Lr	4.82	
	Lr>Lb>Lp	F2-2			Lr>Lb>Lp	F2-2	
	Cb	1			Cb	1	
	Sy	0.00132167			Sy	0.000388	
	Fy	25310.5			Fy	25310.5	
F2-2	Mny	26.01		F2-2	Mny	7.28	
	Sz	0.00017714			Sz	0.00005981	
F2-2	Mnz	3.79		F2-2	Mnz	1.18	
	ϕ Mny	23.41			ϕ Mny	6.55	
	ϕ Mnz	6.38			ϕ Mnz	2.13	
	Mry/ ϕ Mny	0.81	<1		Mry/ ϕ Mny	0.82	<1
	Mrz/ ϕ Mnz	0.013	<1		Mrz/ ϕ Mnz	0.000	<1

Anexo 9:

CC 400X30		CC 400X28		CC 400X26	
b(cm)=	42.5	b(cm)=	42.8	b(cm)=	43
h(cm)=	42.5	h(cm)=	42.8	h(cm)=	43
t(cm)=	2.8	t(cm)=	2.6	t(cm)=	2.4
Iy(cm4)=Iz(cm4)=	117379.77	Iy(cm4)=Iz(cm4)=	113076.70	Iy(cm4)=Iz(cm4)=	107451.64
Ieff(cm4)=	117911.56	Ieff(cm4)=	112846.68	Ieff(cm4)=	107566.68
Relacion	1.00	Relacion	1.00	Relacion	1.00
Area efectiva (cm2)=	444.64	Area efectiva (cm2)=	418.08	Area efectiva (cm2)=	389.76
As(cm2)=	444	As(cm2)=	416.64	As(cm2)=	388.96
Relacion	1.00	Relacion	1.00	Relacion	1.00

CC 400X24		CC 400X22		CC 400X20	
b(cm)=	43.3	b(cm)=	43.8	b(cm)=	44
h(cm)=	43.3	h(cm)=	43.8	h(cm)=	44
t(cm)=	2.2	t(cm)=	1.98	t(cm)=	1.8
Iy(cm4)=Iz(cm4)=	102117.33	Iy(cm4)=Iz(cm4)=	96760.58	Iy(cm4)=Iz(cm4)=	90345.81
Ieff(cm4)=	102064.45	Ieff(cm4)=	96332.72	Ieff(cm4)=	90364.00
Relacion	1.00	Relacion	1.00	Relacion	1.00
Area efectiva (cm2)=	361.68	Area efectiva (cm2)=	331.21	Area efectiva (cm2)=	303.84
As(cm2)=	360.96	As(cm2)=	332.64	As(cm2)=	304
Relacion	1.00	Relacion	1.00	Relacion	1.00

CC 400X18		CC 400X16		CC 400X14	
b(cm)=	44.4	b(cm)=	45.1	b(cm)=	45.5
h(cm)=	44.4	h(cm)=	45.1	h(cm)=	45.5
t(cm)=	1.61	t(cm)=	1.4	t(cm)=	1.22
Iy(cm4)=Iz(cm4)=	84212.37	Iy(cm4)=Iz(cm4)=	77969.83	Iy(cm4)=Iz(cm4)=	70667.70
Ieff(cm4)=	84150.65	Ieff(cm4)=	77684.81	Ieff(cm4)=	70958.46
Relacion	1.00	Relacion	1.00	Relacion	1.00
Area efectiva (cm2)=	275.57	Area efectiva (cm2)=	244.72	Area efectiva (cm2)=	216.09
As(cm2)=	275.04	As(cm2)=	245.76	As(cm2)=	216.16
Relacion	1.00	Relacion	1.00	Relacion	1.00

CC 400X12		CC 400X10		CC 350x12	
b(cm)=	52.9	b(cm)=	47.5	b(cm)=	40
h(cm)=	52.9	h(cm)=	47.5	h(cm)=	40
t(cm)=	0.9	t(cm)=	0.84	t(cm)=	1.04
Iy(cm4)=Iz(cm4)=	84390.07	Iy(cm4)=Iz(cm4)=	56906.64	Iy(cm4)=Iz(cm4)=	41030.64
Ieff(cm4)=	84462.40	Ieff(cm4)=	56691.08	Ieff(cm4)=	41018.54
Relacion	1.00	Relacion	1.00	Relacion	1.00
Area efectiva (cm2)=	187.20	Area efectiva (cm2)=	156.78	Area efectiva (cm2)=	162.07
As(cm2)=	186.24	As(cm2)=	156	As(cm2)=	162.24
Relacion	1.01	Relacion	1.00	Relacion	1.00

CC 350x10		CC 350X8		CC 300X12	
b(cm)=	40.9	b(cm)=	42.1	b(cm)=	33.8
h(cm)=	40.9	h(cm)=	42.1	h(cm)=	33.8
t(cm)=	0.85	t(cm)=	0.66	t(cm)=	1.05
Iy(cm4)=Iz(cm4)=	36419.23	Iy(cm4)=Iz(cm4)=	31320.02	Iy(cm4)=Iz(cm4)=	24613.77
Ieff(cm4)=	36292.98	Ieff(cm4)=	31353.33	Ieff(cm4)=	24536.82
Relacion	1.00	Relacion	1.00	Relacion	1.00
Area efectiva (cm2)=	136.17	Area efectiva (cm2)=	109.40	Area efectiva (cm2)=	137.55
As(cm2)=	136	As(cm2)=	109.44	As(cm2)=	138.24
Relacion	1.00	Relacion	1.00	Relacion	1.00

CC 300X10		CC 300X8		CC 250X10	
b(cm)=	34.3	b(cm)=	36	b(cm)=	28.1
h(cm)=	34.3	h(cm)=	36	h(cm)=	28.1
t(cm)=	0.87	t(cm)=	0.66	t(cm)=	0.88
Iy(cm4)=Iz(cm4)=	21683.59	Iy(cm4)=Iz(cm4)=	19426.91	Iy(cm4)=Iz(cm4)=	11844.30
Ieff(cm4)=	21723.52	Ieff(cm4)=	19334.78	Ieff(cm4)=	11853.76
Relacion	1.00	Relacion	1.00	Relacion	1.00
Area efectiva (cm2)=	116.3364	Area efectiva (cm2)=	93.2976	Area efectiva (cm2)=	95.8144
As(cm2)=	116	As(cm2)=	93.44	As(cm2)=	96
Relacion	1.00	Relacion	1.00	Relacion	1.00

CC 250X8		CC 200x12		CC 200X10	
b(cm)=	28.8	b(cm)=	21.45	b(cm)=	21.85
h(cm)=	28.8	h(cm)=	21.45	h(cm)=	21.85
t(cm)=	0.69	t(cm)=	1.11	t(cm)=	0.91
Iy(cm4)=Iz(cm4)=	10223.56	Iy(cm4)=Iz(cm4)=	6245.63	Iy(cm4)=Iz(cm4)=	5580.84
Ieff(cm4)=	10191.98	Ieff(cm4)=	6229.21	Ieff(cm4)=	5561.02
Relacion	1.00	Relacion	1.00	Relacion	1.00
Area efectiva (cm2)=	77.5836	Area efectiva (cm2)=	90.3096	Area efectiva (cm2)=	76.22
As(cm2)=	77.44	As(cm2)=	90.24	As(cm2)=	76
Relacion	1.00	Relacion	1.00	Relacion	1.00

CC 200X8		CC 150X10		CC 150X8	
b(cm)=	22.54	b(cm)=	15.9	b(cm)=	16.25
h(cm)=	22.54	h(cm)=	15.9	h(cm)=	16.25
t(cm)=	0.7	t(cm)=	0.94	t(cm)=	0.73
Iy(cm4)=Iz(cm4)=	4866.43	Iy(cm4)=Iz(cm4)=	2106.41	Iy(cm4)=Iz(cm4)=	1823.34
Ieff(cm4)=	4846.78	Ieff(cm4)=	2104.13	Ieff(cm4)=	1831.60
Relacion	1.00	Relacion	1.00	Relacion	1.00
Area efectiva (cm2)=	61.15	Area efectiva (cm2)=	56.25	Area efectiva (cm2)=	45.32
As(cm2)=	61.44	As(cm2)=	56	As(cm2)=	45.44
Relacion	1.00	Relacion	1.00	Relacion	1.00

CC 150X6	
b(cm)=	16.83
h(cm)=	16.83
t(cm)=	0.53
Iy(cm4)=Iz(cm4)=	1531.82
Ieff(cm4)=	1533.55
Relacion	1.00
Area efectiva (cm2)=	34.56
As(cm2)=	34.56
Relacion	1.00

Rubros

Los valores presentados a continuación son únicamente referenciales, han sido calculados para la ciudad de Quito; para el análisis del costo de la Mano de Obra se han utilizado los valores indicados por el Ministerio del trabajo.

Recomendamos que para sus proyectos se considere los particulares de cada obra que podrían variar el costo final.

CDL	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Materiales	Mano de Obra	Equipo	Costo Directo
1	AUXILIARES					
1.01	AUX: HORMIGON SIMPLE F'C=90 KG/CM2	m3	54.57	0	0	54.57
1.02	AUX: HORMIGON SIMPLE F'C=140 KG/CM2	m3	66.28	0	0	66.28
1.03	AUX: HORMIGON SIMPLE F'C=180KG/CM2	m3	70.02	0	0	70.02
1.04	AUX: HORMIGON SIMPLE F'C=210KG/CM2	m3	78.36	0	0	78.36
1.05	AUX: HORMIGON SIMPLE F'C=240 KG/CM2	m3	78.55	0	0	78.55
1.06	AUX: HORMIGON SIMPLE F'C=280 KG/CM2	m3	81.78	0	0	81.78
1.07	AUX: MORTERO CEMENTO:ARENA 1:3	m3	88.44	0	0	88.44
1.08	AUX: MORTERO CEMENTO:ARENA 1:4	m3	79.89	0	0	79.89
1.09	AUX: MORTERO CEMENTO:ARENA 1:5	m3	69.99	0	0	69.99
1.10	AUX: MORTERO CEMENTO:ARENA 1:6	m3	61.61	0	0	61.61
1.11	AUX: MORTERO CEMENTO:ARENA 1:7	m3	55.07	0	0	55.07
1.12	AUX: MORTERO CEMENTO:ARENA 1:8	m3	48.29	0	0	48.29
1.13	AUX: MORTERO CEMENTO : CEMENTINA : ARENA 1:1:4	m3	88.41	0	0	88.41
1.14	AUX: MORTERO CEMENTO : CEMENTINA : ARENA 1:1:6	m3	77.62	0	0	77.62
1.15	AUX: MORTERO CEMENTO : CEMENTINA : ARENA 1:1:8	m3	67.29	0	0	67.29
2	OBRAS PRELIMINARES					
2.01	CERRAMIENTO PROVIS. H=2.4 M CON TABLA DE MONTE Y PINGOS	m	11.47	6.97	0.35	18.79
2.02	CERRAMIENTO PROVIS. H=2.4 M METÁLICO GALVALUMEN E=0.40	m	17.53	6.12	0.31	23.96
2.03	BODEGAS Y OFICINAS	m2	30.76	11.65	0.58	42.99
3	DESALDOJOS, DEROCAMIENTOS, LIBERACIONES, ETC					
3.01	DESARMADA CUBIERTA TEJA, SIN DESALDOJO	m2	0	1.76	0.1	1.86
3.02	DESARMADA CUBIERTA MADERA, SIN DESALDOJO	m2	0	2.47	0.14	2.61
3.03	DESARMADO ENTABLADO PISO-VIGAS, SIN DESALDOJO	m2	0	3.7	0.18	3.88
3.04	DESARMADO DE PUERTA, REUTILIZACION	u	0	6.93	0.35	7.28
4	MOVIMIENTOS DE TIERRAS					
4.01	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	m2	0	1.16	0.06	1.22
4.02	REPLANTEO Y NIVELACION CON EQUIPO TOPOGRAFICO	m2	0.1	1.11	0.36	1.57
4.03	DESBANQUE MANUAL	m3	0	8.47	0.42	8.89
4.04	EXCAVACION MANUAL EN CIMENTOS Y PLINTOS	m3	0	8.89	0.44	9.33
4.05	EXCAVACION. H=3 A 4M. A MAQUINA (EXCAVADORA)	m3	0	1.31	4.37	5.68
4.06	EXCAVACION. H=4 A 6M. A MAQUINA (EXCAVADORA)	m3	0	1.63	5.47	7.1
4.07	EXCAVACION > 6M A MAQUINA (EXCAVADORA)	m3	0	1.84	6.18	8.02
4.08	EXCAVACION EN ROCA CON EQUIPO LIVIANO (COMPRESOR)	m3	0	13.36	26.53	39.89
4.09	EXCAVACION EN FANGO. EQUIPO: EXCAVADORA Y BOMBA DE AGUA	m3	0	2.02	5.94	7.96
4.10	EXCAVACION DE ZANJAS A MAQUINA. EQUIPO: EXCAVADORA	m3	0	0.75	2.49	3.24
4.11	RELLENO COMPACTADO CON SUB-BASE CLASE III (MATERIA DE SAN ANTONIO Y LLOA)	m3	16.9	4.08	1.9	22.88
4.12	RELLENO COMPACTADO CON SUELO NATURAL	m3	0.02	3.7	2.45	6.17
4.13	DESALDOJO DE MATERIALES CON VOLQUETA (TRANSPORTE 10 KM)	m3	0	2.42	5.47	7.89
4.14	DESALDOJO A MAQUINA. EQUIPO: CARGADORA FRONTAL Y VOLQUETA	m3	0	0.6	3.04	3.64
4.15	TRANSPORTE DE MATERIAL	m3 km	0	0.05	0.24	0.29
4.16	DESALDOJO DE MATERIAL CON VOLQUETA (TRANSPORTE 10KM) CARGADA MANUAL	m3	0	7.18	2.86	10.04
4.17	DEROCAMIENTO DE ESTRUCTURA EXISTENTE HORMIGON ARMADO	m3	0.07	32.01	53.31	85.39
4.18	ROTURA DE PAVIMENTO ASFALTICO E=5CM	m2	0	3.07	1.14	4.21
4.19	ENTIBADO CON TABLERO CONTRACHAPADO 0.12MM	m2	14.72	2.77	0.14	17.63
5	ESTRUCTURA					
5.01	REPLANTILLO H.S. 140 KG/CM2. EQUIPO: CONCRETERA 1 SACO	m3	66.28	33.12	6.66	106.06
5.02	REPLANTILLO H.S. 180 KG/CM2. EQUIPO: CONCRETERA 1 SACO	m3	70.02	33.12	6.66	109.8
5.03	HORMIGON CICLOPEO 60% H.S Y 40% PIEDRA F'C=210 KG/CM2	m3	50.35	31.29	9.14	90.78
5.04	PLINTOS HORMIGON SIMPLE F'C=210KG/CM2, NO INC. ENCOFRADO	m3	76.92	33.12	10.96	121
5.05	HORMIGON SIMPLE CADENAS F'C=210 KG/CM2, NO INC. ENCOFRADO	m3	78.23	33.12	10.96	122.31
5.06	HORMIGON SIMPLE COLUMNAS F'C=210 KG/CM2, NO INC. ENCOFRADO	m3	78.23	36.42	11.17	125.82
5.07	HORMIGON SIMPLE COLUMNAS F' C=240 KG/CM2, NO INC. ENCOFRADO	m3	83.02	36.42	11.17	130.61
5.08	HORMIGON EN VIGAS, F'C=210KG/CM2, NO INC. ENCOFRADO	m3	78.36	36.42	11.17	125.95
5.09	HORMIGON EN ESCALERAS, F' C=210KG/CM2, NO INC. ENCOFRADO	m3	78.36	36.44	12.11	126.91
5.10	HORMIGON EN RIOSTRAS, F' C=210KG/CM2, NO INC. ENCOFRADO	m3	78.33	33.12	11.01	122.46
5.11	HORMIGON EN LOSA DE 20 CM, F' C=210KG/CM2, NO INC. ENCOFRADO	m3	78.91	33.12	17.76	129.79
5.12	HORMIGON EN LOSA DE 20 CM, F' C=210 KG/CM2 CON BLOQUE DE POLIESTIRENO, NO INC. ENCOFRADO	m3	140.59	38.08	18.51	197.18
5.13	HORMIGON EN LOSA DE 20 CM, F' C=240 KG/CM2, NO INC. ENCOFRADO	m3	81.06	33.12	17.76	131.94
5.14	HORMIGON EN MUROS, F' C=210KG/CM2, NO INC. ENCOFRADO	m3	78.18	36.44	12.05	126.67
5.15	HORMIGON PREMEZCLADO F'C=210 KG/CM2 (VACIADO Y VIBRADO)	m3	81.38	21.52	6.67	109.57
5.16	LOSA MACISA E=15CM, F' C=210KG/CM2- NO INCLUYE ENCOFRADO	m3	78.75	33.12	17.76	129.63
5.17	LOSA TABICADA E=15CM, F' C'210KG/CM2 NO INCLUYE ENCOFRADO	m2	11.71	10.6	3.51	25.82
5.18	LOSA H= 8CM DE HORMIGON SOBRE DECK METÁLICO 0.65MM, H. PREMEZ. F' C=210KG/CM2, INCL. MALLA DE TEMPERATURA	m2	22.75	11.66	2.59	37
5.19	FINTEL 0.1X0.20X1.1M, F' C=180KG/CM2	u	2.04	5.4	0.31	7.75
5.20	BLOQUE DE ALIVIANAMIENTO 20*20*40 CM TIMBRADO + ESTIBAJE	u	0.52	0.29	0.01	0.82
5.21	BLOQUE DE ALIVIANAMIENTO 15*20*40 CM TIMBRADO + ESTIBAJE	u	0.39	0.29	0.01	0.69
5.22	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 8-12MM (CON ALAMBRE GALV N°18)	kg	0.98	0.27	0.03	1.28
5.23	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 14 A 32 MM (CON ALAMBRE GALV. N°18)	kg	0.98	0.34	0.05	1.37
5.24	ACERO ESTRUCTURAL A-36, INC. MONTAJE	kg	1.87	1.59	0.94	4.4

Estos precios no incluyen IVA

Anexo 13:

Primer Piso				
Columna Tipo	Cantidad	Área de hormigon(cm2)	Altura(cm)	Volumen de hormigon(cm3)
CC200x10	1	324	350	113400
CC200x8	3	338.56	350	355488
CC250x10	4	529	350	740600
CC300x12	1	761.76	350	266616
CC300x10	3	784	350	823200
CC300x8	1	806.56	350	282296
CC350x12	2	1062.76	350	743932
CC350x10	3	1089	350	1143450
CC350x8	1	1115.56	350	390446
CC400x12	4	1413.76	350	1979264
CC400x10	1	1444	350	505400
	24			7344092
Vol Hormigon (m3)	7.34			

Segundo Piso				
Columna Tipo	Cantidad	Área de hormigon(cm2)	Altura(cm)	Volumen de hormigon(cm3)
CC150x10	1	169	350	59150
CC200x10	1	324	350	113400
CC200x8	2	338.56	350	236992
CC250x10	4	529	350	740600
CC300x12	1	761.76	350	266616
CC300x10	3	784	350	823200
CC300x8	1	806.56	350	282296
CC350x12	2	1062.76	350	743932
CC350x10	3	1089	350	1143450
CC350x8	1	1115.56	350	390446
CC400x12	4	1413.76	350	1979264
CC400x10	1	1444	350	505400
	23			7284746
Vol Hormigon (m3)	7.28			

Tercer Piso				
Columna Tipo	Cantidad	Área de hormigon(cm2)	Altura(cm)	Volumen de hormigon(cm3)
CC150x10	1	169	350	59150
CC200x10	1	324	350	113400
CC200x8	2	338.56	350	236992
CC250x10	4	529	350	740600
CC300x12	1	761.76	350	266616
CC300x10	3	784	350	823200
CC300x8	1	806.56	350	282296
CC350x12	1	1062.76	350	371966
CC350x10	4	1089	350	1524600
CC350x8	1	1115.56	350	390446
CC400x12	3	1413.76	350	1484448
CC400x10	2	1444	350	1010800
	19			7304514
Vol Hormigon (m3)	7.30			

Cuarto Piso				
Columna Tipo	Cantidad	Área de hormigon(cm2)	Altura(cm)	Volumen de hormigon(cm3)
CC150x10	1	169	350	59150
CC200x10	1	324	350	113400
CC200x8	2	338.56	350	236992
CC250x10	2	529	350	370300
CC250x8	1	547.56	350	191646
CC300x10	5	784	350	1372000
CC300x8	1	806.56	350	282296
CC350x12	2	1062.76	350	743932
CC350x10	3	1089	350	1143450
CC350x8	2	1115.56	350	780892
CC400x12	3	1413.76	350	1484448
CC400x10	1	1444	350	505400
	24			7283906
Vol Hormigon (m3)	7.28			

Quinto Piso				
Columna Tipo	Cantidad	Área de hormigon(cm2)	Altura(cm)	Volumen de hormigon(cm3)
CC150x10	2	169	350	118300
CC150x8	2	179.56	350	125692
CC200x12	1	309.76	350	108416
CC200x10	1	324	350	113400
CC200x8	1	338.56	350	118496
CC250x10	2	529	350	370300
CC250x8	4	547.56	350	766584
CC300x10	1	784	350	274400
CC300x8	3	806.56	350	846888
CC350x12	1	1062.76	350	371966
CC350x10	1	1089	350	381150
CC350x8	5	1115.56	350	1952230
	24			5547822
Vol Hormigon (m3)	5.55			

Sexto Piso				
Columna Tipo	Cantidad	Área de hormigon(cm2)	Altura(cm)	Volumen de hormigon(cm3)
CC150x10	2	169	350	118300
CC150x8	3	179.56	350	188538
CC150x6	8	190.44	350	533232
CC200x10	1	324	350	113400
CC200x8	1	338.56	350	118496
CC250x10	3	529	350	555450
CC250x8	3	547.56	350	574938
CC300x8	1	806.56	350	282296
	22			2484650
Vol Hormigon (m3)	2.48			

