



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Apizaco

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

**DISEÑO Y ANALISIS PARAMETRICO PARA MARCOS RIGIDOS
DE ACERO A DOS AGUAS, UTILIZADOS EN
CONSTRUCCIONES DE USO INDUSTRIAL DE 2,989.84 M2 EN
SAN FRANCISCO TOTIMEHUACAN, PUEBLA, PUEBLA**

**TITULACIÓN INTEGRAL INFORME
DE RESIDENCIA PROFESIONAL**

**PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERIA CIVIL**

**PRESENTA:
VICTOR FABIAN CUELLAR YAÑEZ**

**NOMBRE DEL ASESOR:
ING. HECTOR PAREDES TAPIA**



APIZACO, TLAX., OCTUBRE 2025



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
Ciencias de la Tierra

Apizaco, Tlaxcala, **24/Septiembre/2025**

Oficio No. C.T./423/2025

Asunto: Liberación de Proyecto
para Titulación integral

CECILIA YARELLY ARREGUIN LARA
JEFA DE LA DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación Integral:

Nombre del Egresado:	Cuellar Yañez Victor Fabian
Carrera:	Ingeniería Civil
No. de Control:	17370239
NOMBRE DEL PROYECTO:	"DISEÑO Y ANALISIS PARAMETRICO PARA MARCOS RIGIDOS DE ACERO A DOS AGUAS, UTILIZADOS EN CONSTRUCCIONES DE USO INDUSTRIAL DE 2,989.84 M2, EN SAN FRANCISCO TOTIMEHUACAN, PUEBLA, PUEBLA"
Producto:	Titulación Integral Informe de Residencia Profesional.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica
Pensar para Servir, Servir para Triunfar*

EDUARDO CUATIANQUIZ LIMA
JEFE DEL DEPTO. CIENCIAS DE LA TIERRA

ING. HECTOR PAREDES TAPIA
ASESOR

ccp. División de Estudios Profesionales (Comuníquese el interesado)
Servicios Escolares
Archivo

ECL/JLMH



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241)
4172010 Ext. 117, e-mail: ctierra@apizaco.tecnm.mx tecnm.mx |





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala **26/septiembre/2025**

CUELLAR YAÑEZ VICTOR FABIAN
EGRESADO(A) DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA CIVIL
CON NÚMERO DE CONTROL 17370239.
P R E S E N T E.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **DISEÑO Y ANÁLISIS PARAMÉTRICO PARA MARCOS RÍGIDOS DE ACERO A DOS AGUAS, UTILIZADOS EN CONSTRUCCIONES DE USO INDUSTRIAL DE 2,989.84 M2 EN SAN FRANCISCO TOTIMEHUACAN, PUEBLA, PUEBLA.** conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **2 USB** del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

CECILIA YARELLY ARREGUÍN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ccp. Archivo

CYAL/rrc



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010
Ext. 304, e-mail: dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



*Nosotros usamos
fierros
para forjar persona, no
personas para forjar
fierros.*

-Ing. Javier Solana

Agradecimientos

Agradezco a mi tutor el ingeniero Hector Paredes Tapia, quien me oriento en cada etapa de este proyecto para lograr los objetivos planeados. De igual forma agradezco a el ingeniero Jaime Villa Corte, quien fue la persona que me guio en esta presentación para obtener y alcanzar los resultados obtenidos.

Agradezco a el ingeniero Hector Bonilla y al arquitecto Jonathan Ehlinger quienes fueron de gran ayuda dentro de la empresa en la que se realice mis prácticas profesionales y fueron gran apoyo para la realización de las actividades.

Agradezco a la familia de Estructuras Solana, por la atención y brindarme las herramientas necesarias para realizar este proyecto, así mismo quiero dar mi más sincero agradecimiento a la arquitecta Arely Trujillo, por recibirme, apoyarme y enseñarme los conocimientos básicos para realizar las actividades y objetivos dentro de la empresa.

Agradecido con dios por permitirme terminar un paso más que me acerca a la culminación de mi carrera profesional, agradezco a todos mis compañeros con los que comparti un salón, una plática, pero sobre todo un conocimiento que mutuamente nos ayudará en la vida laboral.

Dedicatorias

Dedico esta obra principalmente a mis padres Yasmin Yañez Guarneros y Cesar Cuellar Martel, y a mi abuela Maria Eugenia Guarneros Escalante que me apoyaron en cada tropiezo que tuve, me motivaron y me dieron todo lo necesario para poder alcanzar esta meta.

A mi novia Martha Abdelin Larios Rodriguez quien fue mi apoyo dentro y fuera de la escuela y estuvo conmigo cada que tenía un tropiezo.

Resumen

El presente trabajo final de residencias profesionales plantea el diseño y análisis paramétrico para marcos rígidos de acero a dos aguas, utilizados en construcciones de uso industrial.

El modelo estructural se plantea en el programa de análisis estructural RAM Advanse. De igual forma, se plantea un análisis elástico lineal con el cual se busca encontrar los límites máximos permitidos en marcos destinados a uso industrial, basándose en las normas técnicas complementarias y aplicando los factores de carga y resistencia.

Se han identificado las características y propiedades geométricas de las secciones del acero que se utiliza para la creación y diseño de estructuras de acero.

Se realiza un análisis paramétrico el cual, genera un proceso iterativo en marcos teniendo en cuenta los parámetros establecidos.

Una vez conocidas dichas características, se introducen en el modelo estructural y se procede a realizar el análisis de los elementos de acero. Tomando en cuenta las normas técnicas complementarias y el reglamento de construcción de la ciudad de México, se realiza un análisis el cual cumpla con los estados límites de falla y los estados límites de servicio.

Índice

AGRADECIMIENTOS	2
DEDICATORIAS.....	3
RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO 1.- GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	12
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y ÁREA DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE	12
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.3 OBJETIVOS	16
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	16
1.3.2 OBJETIVO ESPECIFICO	16
1.4 JUSTIFICACIÓN	17
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	18
2.1 PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ACERO	18
2.2 ACCIONES DE DISEÑO	22
2.3 ACCIONES PERMANENTES	22
2.4 ACCIONES VARIABLES	22

2.5 ACCIONES ACCIDENTALES	23
2.6 ACCIONES GRAVITACIONALES	23
2.7 ACCIONES GRAVITACIONALES Y ACCIDENTALES	23
2.8 INTENSIDADES DE DISEÑO	24
2.9 COMBINACIONES DE ACCIONES	25
2.9.1 DISPOSICIONES GENERALES	27
2.9.2 FACTORES DE CARGA	29
2.10 ESTADOS LÍMITES	30
2.10.1 ESTADO LÍMITE DE SERVICIO	30
2.10.1.1 DESPLAZAMIENTOS	31
2.10.1.2 VIBRACIONES	31
2.10.2 ESTADO LÍMITE DE FALLA	32
2.10.3 COEFICIENTE SÍSMICO	33
2.10.4 FACTOR DE COMPORTAMIENTO SÍSMICO	35
2.10.5 TIPOS DE ESTRUCTURAS	36
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	38
3.1. ANALISIS ESTATICO	38

3.2. DIAGRAMA ESFUERZO DEFORMACIÓN	39
3.3. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.....	42
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	54
4.1 MARCOS CON COEFICIENTE SÍSMICO $C=0.30$ Y ALTURA $H=9.00$ M	55
4.2 MARCOS CON COEFICIENTE SÍSMICO $C=0.30$ Y ALTURA $H=10.00$ M	57
4.3 MARCOS CON COEFICIENTE SÍSMICO $C=0.30$ Y ALTURA $H=12.00$ M	59
4.4 MARCOS CON COEFICIENTE SÍSMICO $C=0.45$ Y ALTURA $H=9.00$ M	61
4.4 MARCOS CON COEFICIENTE SÍSMICO $C=0.45$ Y ALTURA $H=10.00$ M	63
4.5 MARCOS CON COEFICIENTE SÍSMICO $C=0.45$ Y ALTURA $H=12.00$ M	65
4.6 MARCOS CON COEFICIENTE SÍSMICO $C=0.75$ Y ALTURA $H=9.00$ M	67
4.7 MARCOS CON COEFICIENTE SÍSMICO $C=0.75$ Y ALTURA $H=10.00$ M	69
4.8 MARCOS CON COEFICIENTE SÍSMICO $C=0.75$ Y ALTURA $H=12.00$ M	71
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
CAPÍTULO 6. ANEXOS	76
6.1 RAM ADVANSE.....	81
CAPÍTULO 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	120

Índice de Imágenes

<i>Imagen 1 Ubicación satelital de la empresa</i>	<i>13</i>
<i>Imagen 2 Organigrama de la empresa</i>	<i>14</i>
<i>Imagen 3 Zona sísmica de la República Mexicana</i>	<i>20</i>
<i>Imagen 4 Grafica de esfuerzo deformación</i>	<i>40</i>
<i>Imagen 5 Cabezal en proceso de fabricación</i>	<i>42</i>
<i>Imagen 6 Rodilla elaborada en taller</i>	<i>42</i>
<i>Imagen 7 Columna en el área de taller</i>	<i>43</i>
<i>Imagen 8 Marco detallado indicando partes que lo componen, y dimensiones geométricas</i>	<i>44</i>
<i>Imagen 9 sección de patín doblado</i>	<i>45</i>
<i>Imagen 10 Proyección de marco con longitud de elementos, material y secciones correspondientes en RAM</i>	<i>46</i>
<i>Imagen 11 Lista de materiales presentada por RAM</i>	<i>49</i>
<i>Imagen 12 Representación de carga Viva Máxima</i>	<i>50</i>
<i>Imagen 13 Representación de carga muerta</i>	<i>50</i>
<i>Imagen 14 Representación de Carga Viva Accidental</i>	<i>50</i>
<i>Imagen 15 Representación de Carga por Sismo en Dirección X</i>	<i>50</i>
<i>Imagen 16 Representación de Carga Viva Media</i>	<i>50</i>
<i>Imagen 17 Representación de Marco Estructural en 3D</i>	<i>51</i>

Índice de Tablas

Tabla 1 Zona sísmica resumida por estados de la república mexicana	21
Tabla 2 Cargas Viva unitarias, (NTC Para diseño por sismo)	28
Tabla 3 Coeficiente sísmico multiplicado por factor 1.5	33
Tabla 4 Coeficientes sísmicos (Manual de CFE 1993)	34
Tabla 5 Valores de Factor de comportamiento sísmico y límites permitidos	35
Tabla 6 Base de Datos	52
Tabla 7 Tabla de Pesos de materiales EMPSA realizada por la Arq. Arely Trujillo	80
Tabla 8 Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, $C=0.30$ y altura de 9m	83
Tabla 12 Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, $C=0.45$ y altura a rodilla de 9m	87
Tabla 17 Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, $C=0.75$ y altura a rodilla de 9m	92
Tabla 22 Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, $C=0.30$ y altura a rodilla de 10m	97
Tabla 26 Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, $C=0.45$ y altura a rodilla de 10m	101
Tabla 30 Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, $C=0.75$ y altura a rodilla de 10m	105
Tabla 34 Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, $C=0.30$ y altura a rodilla de 12m	109
Tabla 38 Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, $C=0.45$ y altura a rodilla de 12m	113
Tabla 42 Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, $C=0.75$ y altura a rodilla de 12m	117

Índice de Graficas

<i>Grafica 1 Resultados de marcos con claros de 15m a 60m con altura de 9m y $C=0.30$</i>	<i>56</i>
<i>Grafica 2 Resultados de marcos con claro de 15m a 60m con altura de 10m y $C=0.30$.....</i>	<i>58</i>
<i>Grafica 3 Resultados de marcos con claro de 15m a 60m con una altura de 12 y un $C=0.30$</i>	<i>60</i>
<i>Grafica 4 Resultados de marcos con claro de 15m a 60m con una altura de 9 m y un $C=0.45$</i>	<i>62</i>
<i>Grafica 5 Resultados de marcos con claro de 15m a 60m con una altura de 10 m y un $C=0.45$....</i>	<i>64</i>
<i>Grafica 6 Resultados de marcos con claro de 15m a 60m con una altura de 12 m y un $C=0.45$....</i>	<i>66</i>
<i>Grafica 7 Resultados de marcos con claro de 15m a 60m con una altura de 9 m y un $C=0.75$</i>	<i>68</i>
<i>Grafica 8 Resultados de marcos con claro de 15m a 60m con una altura de 10 m y un $C=0.75$....</i>	<i>70</i>
<i>Grafica 9 Resultados de marcos con claro de 15m a 60m con una altura de 12 m y un $C=0.75$....</i>	<i>72</i>

Introducción

El acero es un material que históricamente ha sido bien acogido para diseños sísmicos. Llamamos marco rígido a las estructuras de pórticos cuyos elementos se unen entre sí por medio de conexiones fijas capaces de transmitir los momentos y fuerzas. Al realizar un análisis estático, los ingenieros pueden evaluar diferentes configuraciones y dimensiones de la estructura para encontrar la opción más eficiente y económica que cumpla con los requisitos de carga y seguridad. Esto puede llevar a cabo la reducción de costos y a una estructura más eficiente desde el punto de vista estructural.

El análisis estructural es esencial para garantizar la seguridad y estabilidad de las estructuras, ya que permite identificar posibles puntos de debilidad y realizar mejoras en el diseño o en la construcción para garantizar que la estructura cumpla con los requisitos de seguridad y estabilidad necesarios.

Por lo ya mencionado, múltiples normas se dan a la tarea de mantener su información actualizada, para que el lector, ingeniero, analista, etc. Diseñe y analice con datos más exactos que se encuentran en las ya mencionadas, dichos factores son considerados de acuerdo con las combinaciones de acciones que se tienen dependientes de las acciones permanentes y variables.

Para esta presentación, se trabajará con secciones de patín doblado, estas secciones son elaboradas dentro de la empresa además de que tienen mayor relevancia en el ámbito estructural siendo parte del sistema Solana.

Se obtuvieron resultados para efectuar una comparación exhaustiva del comportamiento estructural entre modelos simétricos. Además, se plantean conclusiones y recomendaciones sobre el uso.

Capítulo 1.- Generalidades Del Proyecto

1.1 Descripción de la Empresa y Área de trabajo del Estudiante

La empresa Estructuras metálicas de Puebla, es una compañía familiar líder en soluciones de construcción de alto valor. La motivación que tiene es en dar solución a los retos actuales, siendo agentes de cambio, haciendo una contribución social significativa y cuidando el medio ambiente.

Los productos y servicios han convertido a la empresa a lo largo de más de 65 años en líder y referente importante en el mercado y en un socio confiable en el sector de la construcción.

En las plantas de fabricación se desarrolla, diseña y producen todos los elementos del proceso constructivo del sistema solana garantizando así un cumplimiento de la calidad en cada proceso, productividad, eficiencia y valor agregado para nuestros clientes.

El sistema solana integra elementos estructurales de concreto y acero prefabricados, así como también materiales de cubierta, que cumplen con los más altos estándares de calidad, seguridad y producción. Entrega proyectos de inmejorable calidad, tiempo y forma, contratados gracias al modelo de producción y servicio del sistema solana, que garantiza los más altos estándares en la industria de la construcción.

Filosofía de la Empresa

Desde la fundación en 1955 por el Ing. Ángel Solana, se ha mantenido un crecimiento sostenido responsable con ética e integridad, brindando soluciones y productos que aporten valor para los clientes, colaboradores, inversionistas y la sociedad en general.

Misión de la empresa

Soluciones integrales de ingeniería y construcción prefabricada y sustentable.

Visión de la empresa

El mejor equipo para potencializar el patrimonio y el éxito de tu empresa

Ubicación de la Empresa

La empresa se encuentra ubicada en Blvd. Carlos Camacho Espíritu Km. 10, San Francisco Totimehuacan, Puebla.

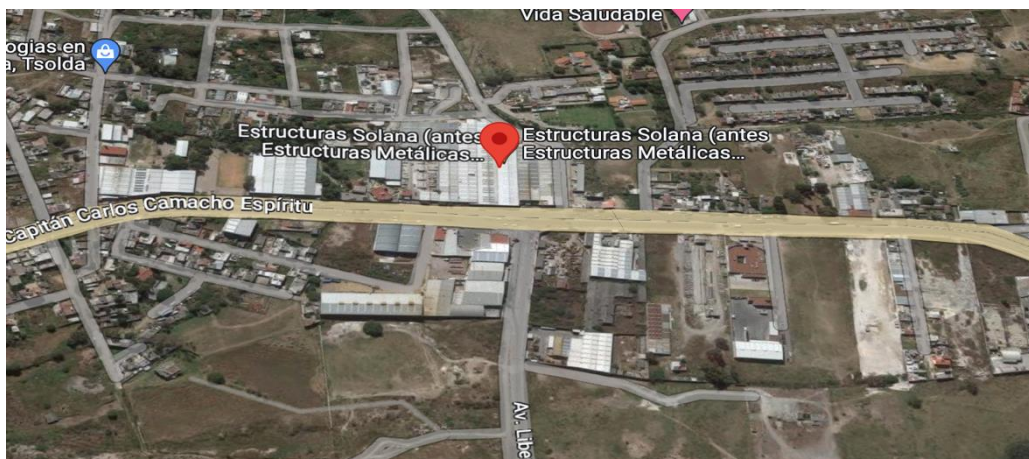


Imagen 1 Ubicación satelital de la empresa

Teléfono: (222) 281 2240

- RFC: EMP8511251G1

Política de Seguridad

En Estructuras Metálicas de Puebla S.A de C.V. La seguridad es un valor primordial, por lo que estamos comprometidos a efectuar nuestros procesos y actividades de manera segura y eficiente para conseguir un entorno de trabajo seguro y saludable para nuestros empleados, contratistas, clientes y personas que interactúan con nosotros.

Las actividades que se realizaron en las residencias profesionales se desempeñaron en el área de ventas.

Algunas de las actividades que se desempeñaron fue la creación de croquis para presupuestos, el modelaje de marcos en el software RAM Advanse, el diseño de los marcos empleados para este proyecto.

**ESTRUCTURAS METÁLICAS
DE PUEBLA, S.A. DE C.V.**

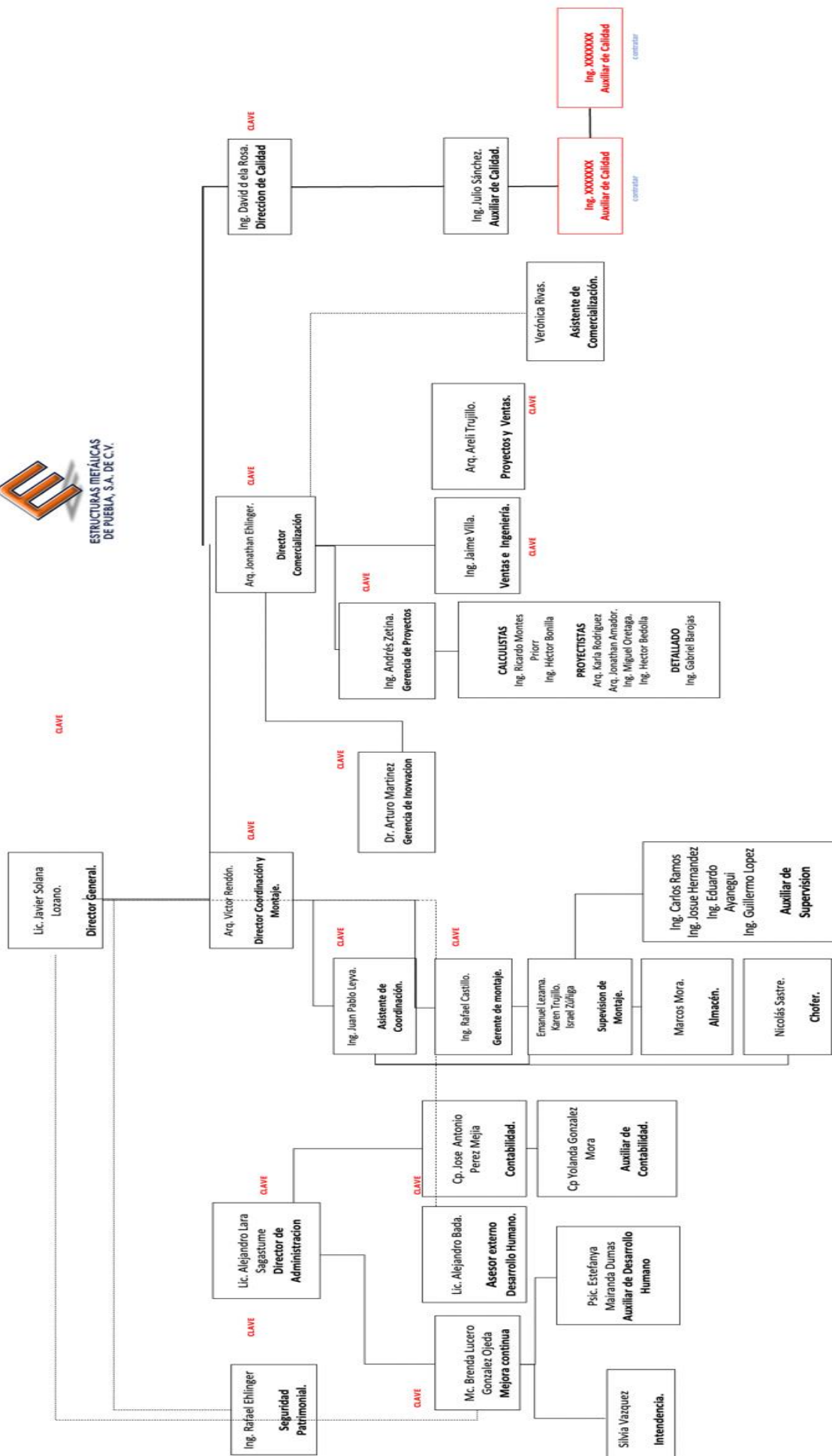


Imagen 2 Organigrama de la empresa

1.2 Planteamiento del Problema

En el ámbito de la construcción con estructuras metálicas, sabemos que las estructuras de acero son una opción popular debido a su durabilidad, resistencia y flexibilidad. Se utilizan en una variedad de aplicaciones, como la construcción de edificios, puentes, torres de energía, naves industriales, entre otros.

Sin embargo, en la búsqueda por emplear elementos estructurales metálicos ligeros, que sean ventajosos para los estructuristas y cumplan con las normas, surge la necesidad de encontrar una mejor opción que sea favorable y cumpla con las expectativas y necesidades de un proyecto que se requiera.

En la actualidad, en el mercado de la industria de la construcción, se trabaja con estructuras altamente pesadas, lo cual puede generar movimientos excesivos que afectan la estabilidad y el rendimiento de la estructura. Esto impide obtener una buena optimización en las estructuras que se manejan hoy en día, afectando y provocando así, construcciones con estructuras sobre trabajadas (no optimizadas).

Las estructuras pesadas, sujetas a cargas y tensiones más altas debido a su propio peso y las cargas adicionales que soportan, lo que requiere un análisis detallado para garantizar que la estructura sea capaz de soportarlas de manera segura.

Las estructuras pesadas pueden tener una vida útil más corta en comparación con estructuras más ligeras debido a factores como el desgaste y la fatiga, lo que puede afectar la sostenibilidad a largo plazo del proyecto.

En resumen, las estructuras de acero son una excelente opción para proyectos que requieren resistencia, durabilidad y flexibilidad. La mayoría de los diseños se pueden personalizar para adaptarse a los requisitos específicos del proyecto y pueden soportar cargas más pesadas en comparación con otros materiales de construcción. Sin embargo, es necesario optimizar las secciones para trabajar con estructuras más ligeras, que ocupen menos peso y cumplan con las normas correspondientes.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Encontrar los límites máximos permitidos en pórticos destinados a uso industrial, basándose en las normas técnicas complementarias, y aplicando los factores de carga y resistencia empleando herramientas para mostrar su diseño gráfico. Así mismo optimizar las secciones que se utilizan en la empresa de estructuras metálicas Solana.

1.3.2 Objetivo Especifico

- Interpretar y analizar los resultados obtenidos del análisis.
- Demostrar que se puede hacer el uso de estructuras metálicas ligeras para la construcción.
- Identificar el límite que obtiene una estructura cuando esta es sometida a un conjunto de cargas según la norma.

1.4 Justificación

Las estructuras metálicas presentan numerosas ventajas que las hacen superiores a otras opciones de construcción. Son altamente duraderas y resistentes, lo que las convierte en la elección ideal para edificios y estructuras que deben soportar cargas pesadas. A diferencia de otros materiales de construcción, las estructuras metálicas ofrecen una gran flexibilidad en términos de diseño, ya que pueden adaptarse a diferentes formas y tamaños para satisfacer las necesidades específicas de una estructura en particular.

El análisis estructural es un proceso de ingeniería utilizado para evaluar la capacidad de una estructura para soportar cargas y resistir fuerzas y movimientos externos. Su objetivo principal es determinar si la estructura es segura y estable bajo las condiciones de carga esperadas.

En este análisis, se utilizarán secciones de patín doblado con el fin de optimizar los marcos rígidos, empleando secciones mejoradas que cumplan con las condiciones de diseño y los estados límites de falla y servicio.

Para llevar a cabo este análisis, se plantearán tres parámetros que serán fundamentales para el diseño y estudio de marcos rígidos de acero. Dichos parámetros son: la longitud o el claro con el que cuenta el marco, la altura a rodilla de este y el coeficiente sísmico con el que se verá afectado el marco estructural de acero. Mediante este análisis y diseño, se busca mejorar las secciones de patín doblado, asegurando una óptima condición en el análisis y diseño. Además, se busca demostrar que secciones que no sean catalogadas como esbeltas pueden cumplir y satisfacer los estados límites de falla y servicio.

Capítulo 2. Marco Teórico

El acero tiene propiedades mecánicas inherentes que lo hacen un candidato ideal para la construcción de edificios de gran altura, así como para puentes atirantados y colgantes, naves industriales, plataformas marinas, entre otros.

La selección del tipo de acero se basa en las necesidades específicas de construcción, así como en su ubicación.

2.1 Propiedades mecánicas del acero

- Resistencia: la capacidad de soportar las acciones a las que se someterá la estructura.
- Rigidez: la propiedad que permite al acero limitar los desplazamientos laterales, los cuales son principalmente ocasionados por acciones del viento o sismos.
- Ductilidad: la capacidad del acero de exhibir grandes deformaciones inelásticas.
- Soldabilidad: la facilidad con la que dos o más piezas de acero se unan con soldadura.
- Tenacidad: se refiere a la medida de la energía por unidad de volumen necesaria para deformar al acero hasta el momento de su fractura.

Para el análisis y diseño de este proyecto se consideran secciones de patín doblado. Los perfiles de patín doblado, por su parte, son perfiles que han sido sometidos a un proceso de deformación en frío en el que se dobla el patín (la parte horizontal) hacia arriba o hacia abajo.

El uso de perfiles de patín doblado puede ofrecer ciertas ventajas en la construcción de estructuras metálicas, como una mayor resistencia y rigidez en la dirección perpendicular al plano del patín doblado, lo que puede ser útil en distintas aplicaciones.

Para el análisis estructural se definieron parámetros los cuales son esenciales para este proceso de análisis y diseño, estos parámetros son la altura de la estructura de nivel de piso a rodilla (***h***), una distancia o un claro que va de columna a columna el cual va a ser constante (***cl***) y un coeficiente sísmico el cual va a depender de la zona en la cual se encuentre el elemento estructural (***c***), se entenderá por coeficiente sísmico el cociente de la fuerza cortante horizontal sin reducir, que actúa en la base de la construcción por efecto del sismo, y el peso de la edificación, de la misma sobre dicho nivel.

El coeficiente sísmico va a depender de la zona en la que se encuentre la construcción o la zona en la que se vaya a construir.

A continuación, se muestra un mapa con la clasificación de zonas, que van de la A hasta la D.

Al hablar del claro y altura con el que cuenta el marco estructural, hablamos de la simetría con la que cuenta este elemento estructural. La simetría en el diseño de un marco de acero permite una distribución uniforme de las cargas en toda la estructura. Esto significa que las fuerzas aplicadas a la estructura se distribuyen de manera equitativa, lo que ayuda a prevenir puntos débiles y reducir la concentración de tensiones.

Los marcos estructurales de acero simétricos son relativamente más fáciles de diseñar y construir. La simetría simplifica los cálculos y hace que la construcción sea más eficiente, lo que puede reducir los costos y el tiempo de ejecución del proyecto.

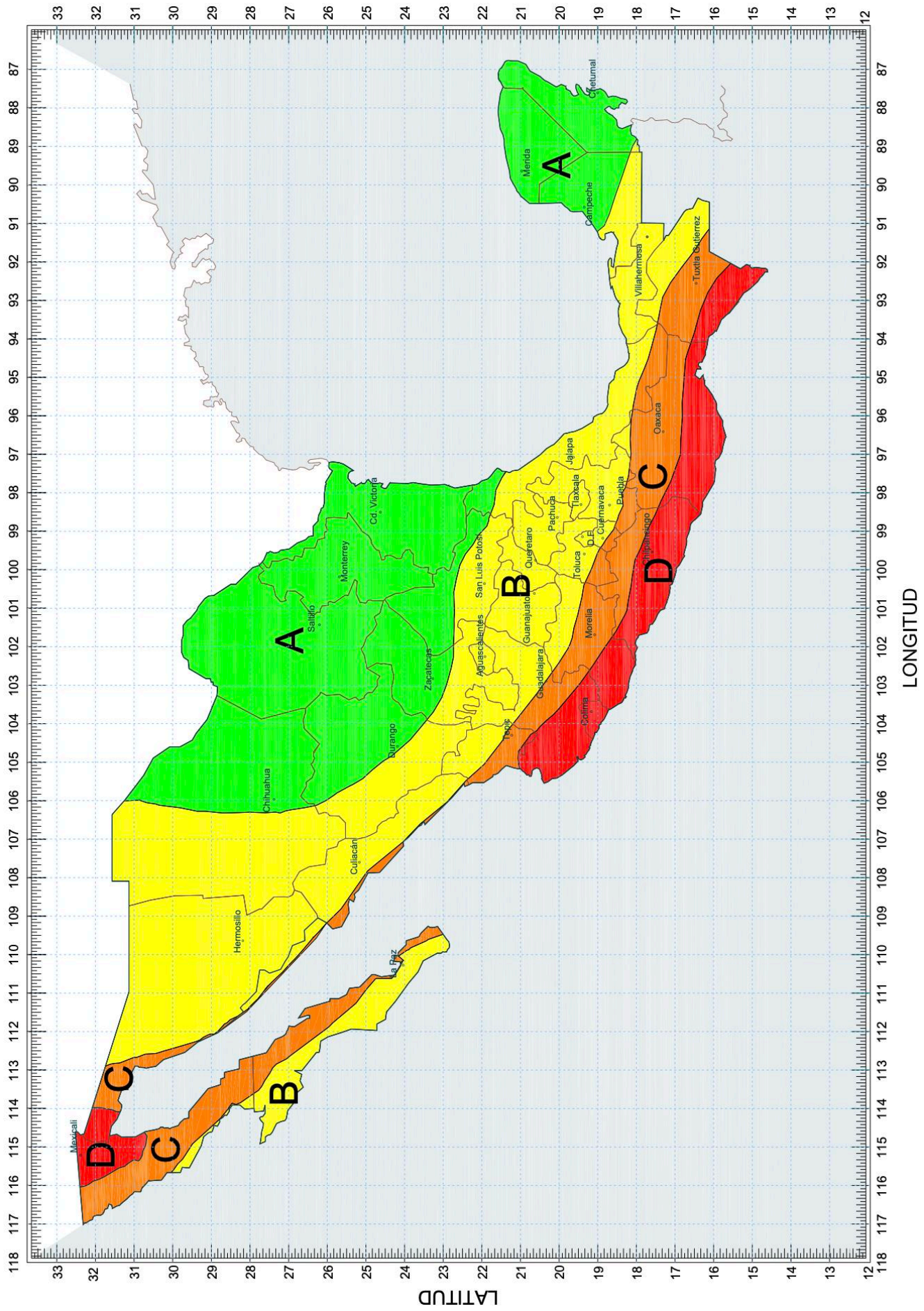


Imagen 3 Zona sísmica de la República Mexicana

ENTIDAD FEDERATIVA	ZONAS SÍSMICAS
AGUASCALIENTES	A y B
BAJA CALIFORNIA	C y D
BAJA CALIFORNIA SUR	B y C
CAMPECHE	A y B
COAHUILA	A
COLIMA	D
CHIAPAS	B, C y D
CHIHUAHUA	A y B
DISTRITO FEDERAL	B
DURANGO	A y B
GUANAJUATO	B
GUERRERO	C y D
HIDALGO	B
JALISCO	B, C y D
MÉXICO	B y C
MICHOACÁN	B, C y D
MORELOS	B y C
NAYARIT	B y C
NUEVO LEÓN	A
OAXACA	C y D
PUEBLA	B y C
QUERÉTARO	B
QUINTANA ROO	A
SAN LUIS POTOSÍ	A y B
SINALOA	B y C
SONORA	B y C
TABASCO	B
TAMAULIPAS	A
TLAXCALA	B
VERACRUZ	B y C
YUCATÁN	A
ZACATECAS	A y B

Tabla 1 Zona sísmica resumida por estados de la república mexicana

Para llevar a cabo la correcta ejecución del análisis y diseño se tomará en cuenta toda información que se encuentra en las normas técnicas complementarias sobre criterios y acciones para el diseño estructural de las edificaciones. Estos datos se nombran a continuación.

Las acciones de diseño son muy importantes para el análisis y diseño de una estructura para garantizar una seguridad y eficiencia en cualquier elemento estructural o producto diseñado. Estas acciones se refieren a las cargas o fuerzas externas que actúan sobre el diseño, y pueden incluir la carga muerta, la carga viva, la carga de viento, la carga sísmica, entre otras.

Según las Normas técnicas complementarias indican lo siguiente:

2.2 Acciones De Diseño

Se considerarán tres categorías de acciones, de acuerdo con la duración en que obran sobre las estructuras con su intensidad máxima

2.3 Acciones permanentes

Son las que obran en forma continua sobre la estructura y cuya intensidad varía poco con el tiempo. Las principales acciones que pertenecen a esta categoría son: la carga muerta; el empuje estático de suelos y de líquidos y las deformaciones y desplazamientos impuestos a la estructura que varían poco con el tiempo, como los debidos a presfuerzo o a movimientos diferenciales permanentes de los apoyos.

2.4 Acciones variables

Son las que obran sobre la estructura con una intensidad que varía significativamente con el tiempo. Las principales acciones que entran en esta categoría son: la carga viva; los efectos de temperatura; las deformaciones impuestas y los hundimientos diferenciales que tengan una intensidad variable con el tiempo, y las acciones debidas al funcionamiento de maquinaria y equipo, incluyendo los efectos dinámicos que pueden presentarse debido a vibraciones, impacto o frenado.

2.5 Acciones accidentales

Son las que no se deben al funcionamiento normal de la edificación y que pueden alcanzar intensidades significativas sólo durante lapsos breves. Pertenecen a esta categoría: las acciones sísmicas; los efectos del viento; las cargas de granizo; los efectos de explosiones, incendios y otros fenómenos que pueden presentarse en casos extraordinarios. Será necesario tomar precauciones en las estructuras, en su cimentación y en los detalles constructivos, para evitar un comportamiento catastrófico de la estructura para el caso de que ocurran estas acciones.

2.6 Acciones Gravitacionales

Las acciones gravitatorias se refieren a las fuerzas que actúan sobre una estructura o elemento de diseño debido a la gravedad, son un factor crítico que considerar en el diseño de cualquier estructura o elemento, ya que pueden influir en su estabilidad y seguridad.

2.7 Acciones Gravitacionales y Accidentales

Estas fuerzas pueden incluir la carga muerta (peso propio) de la estructura, y la carga sísmica.

Es fundamental tener en cuenta las acciones de diseño en la fase de diseño, ya que esto permite determinar las dimensiones adecuadas de los elementos estructurales, los materiales a utilizar, y los detalles de construcción necesarios para cumplir con los requisitos de seguridad y resistencia.

Además, la consideración adecuada de las acciones de diseño también puede ayudar a optimizar el rendimiento de la estructura o producto, reduciendo su peso y costo.

2.8 Intensidades de diseño

Cuando deba considerarse en el diseño el efecto de acciones cuyas intensidades no estén especificadas en este reglamento ni en sus normas técnicas complementarias, estas intensidades deberán establecerse siguiendo procedimientos aprobados con base en los criterios generales siguientes:

A) Para acciones permanentes se tomará en cuenta la variabilidad de las dimensiones de los elementos, de los pesos volumétricos y de las otras propiedades relevantes de los materiales, para determinar un valor máximo probable de la intensidad. Cuando el efecto de la acción permanente sea favorable a la estabilidad de la estructura, se determinará un valor mínimo probable de la intensidad.

B) Para acciones variables se determinarán las intensidades siguientes que correspondan a las combinaciones de acciones para las que deba revisarse la estructura:

1) La intensidad máxima se determinará como el valor máximo probable durante la vida esperada de la edificación. Se empleará para combinación con los efectos de acciones permanentes.

2) La intensidad instantánea se determinará como el valor máximo probable en el lapso en que pueda presentarse una acción accidental, como el sismo, y se empleará para combinaciones que incluyan acciones accidentales o más de una acción variable.

3) La intensidad media se estimará como el valor medio que puede tomar la acción en un lapso de varios años y se empleará para estimar efectos a largo plazo.

4) La intensidad mínima se empleará cuando el efecto de la acción sea favorable a la estabilidad de la estructura y se tomará, en general, igual a cero.

C) Para las acciones accidentales se considerará como intensidad de diseño el valor que corresponde a un periodo de retorno de cincuenta años, excepto para aquellas, tales como los efectos de sismo o de viento, en que las normas técnicas correspondientes establezcan específicamente otros valores.

2.9 Combinaciones de acciones

Las combinaciones de acciones se refieren a la combinación de diferentes tipos de cargas o fuerzas que actúan sobre una estructura para evaluar su estructura en diferentes situaciones de carga. Estas combinaciones de acciones se utilizan en el análisis estructural para evaluar la capacidad de la estructura para soportar diferentes tipos de cargas.

Las combinaciones de acciones se calculan mediante una combinación específica de los diferentes tipos de cargas y fuerzas que se aplican a una estructura. La magnitud y el tipo de cada carga y fuerza pueden variar según el criterio de diseño utilizado.

Según las Normas técnicas complementarias para análisis y diseño, la seguridad de una estructura deberá verificarse para el efecto combinado de todas las acciones que tengan una probabilidad no despreciable de ocurrir simultáneamente, considerándose dos categorías de combinaciones.

- a) Para las combinaciones que incluyan acciones permanentes y acciones variables, se consideraran todas las acciones permanentes que actúen sobre la estructura y las distintas acciones variables, de las cuales la más desfavorable se tomará con su intensidad máxima y el resto con su intensidad instantánea, o bien todas ellas con su intensidad media cuando se trate de evaluar efectos a largo plazo.

Para la combinación de carga muerta más carga viva, se empleará la intensidad máxima de la carga viva de la sección que a continuación se muestra, considerándola uniformemente repartida sobre toda el área. Cuando se tomen en cuenta distribuciones de la carga viva más desfavorables que la uniformemente repartida, deberán tomarse los valores de la intensidad instantánea especificada en la mencionada sección.

- b) Para las combinaciones que incluyan acciones permanentes, variables y accidentales, se considerarán todas las acciones permanentes, las acciones variables con sus valores instantáneos y únicamente una acción accidental en cada combinación.

En ambos tipos de combinación los efectos de todas las acciones deberán multiplicarse por los factores de carga apropiados de acuerdo con la sección de factores de carga.

- a) Los criterios de diseño para cargas de viento y sismo, así como para el de cimentaciones, se presentan en las normas técnicas correspondientes. Se aplicarán los factores de carga que se presentan en la sección de factores de carga.

2.9.1 Disposiciones generales

Según las Normas técnicas complementarias indican lo siguiente:

- a) La carga viva máxima W_m se deberá emplear para diseño estructural por fuerzas gravitacionales y para calcular asentamientos inmediatos en suelos, así como para el diseño estructural de los cimientos ante cargas gravitacionales.
- b) La carga instantánea W_a se deberá usar para diseño sísmico y por viento y cuando se revisen distribuciones de carga más desfavorables que la uniformemente repartida sobre toda el área.
- c) La carga media W se deberá emplear en el cálculo de asentamientos diferidos y para el cálculo de flechas diferidas.
- d) Cuando el efecto de la carga viva sea favorable para la estabilidad de la estructura, como en el caso de problemas de flotación, volteo y de succión por viento, su intensidad se considerará nula sobre toda el área, a menos que pueda justificarse otro valor acorde con la definición de la sección de intensidades de diseño.

Las cargas uniformes de la tabla que a continuación se muestra, se considerarán distribuidas sobre el área tributaria de cada elemento.

Cargas vivas unitarias, kN/m² (kg/m²)

Destino de piso o cubierta	W	W _a	W _m	Observaciones
a) Habitación (casa–habitación, departamentos, viviendas, dormitorios, cuartos de hotel, internados de escuelas, cuarteles, cárceles, correccionales, hospitales y similares)	0.8 (80)	1.0 (100)	1.9 (190)	1
b) Oficinas, despachos y laboratorios	1.0 (100)	1.8 (180)	2.5 (250)	2
c) Aulas	1.0 (100)	1.8 (180)	2.5 (250)	
d) Comunicación para peatones (pasillos, escaleras, rampas, vestíbulos y pasajes de acceso libre al público)	0.4 (40)	1.5 (150)	3.5 (350)	3 y 4
e) Estadios y lugares de reunión sin asientos individuales	0.4 (40)	3.5 (350)	4.5 (450)	5
f) Otros lugares de reunión (bibliotecas, templos, cines, teatros, gimnasios, salones de baile, restaurantes, salas de juego y similares)	0.4 (40)	2.5 (250)	3.5 (350)	5
g) Comercios, fábricas y bodegas	0.8W _m	0.9W _m	W _m	6
h) Azoteas con pendiente no mayor de 5 %	0.15 (15)	0.7 (70)	1.0 (100)	4 y 7
i) Azoteas con pendiente mayor de 5 %; otras cubiertas, cualquier pendiente.	0.05 (5)	0.2 (20)	0.4 (40)	4, 7 8 y 9
j) Volados en vía pública (marquesinas, balcones y similares)	0.15 (15)	0.7 (70)	3 (300)	

Tabla 2 Cargas Viva unitarias, (NTC Para diseño por sismo)

Para el análisis que se realizará se está considerando que el marco tiene una pendiente mayor al 5%, por lo regular los marcos o pórticos con los que se trabajan tienen una pendiente de 10% e inclusive del 15%, con la tabla que se muestra Tabla 2, observamos que efectivamente para la carga viva máxima se estará empleando el valor de 40 kg sobre metro cuadrado, posteriormente para la carga viva instantánea o accidental se está considerando un valor de 40 kg sobre metro cuadrado, por último para la carga viva media se estará considerando el valor de 5 kg sobre metro cuadrado.

2.9.2 Factores de carga

Para determinar el factor de carga, F_C se aplicarán las reglas siguientes:

- a) Para combinaciones de acciones clasificadas en el inciso 2.9. a, se aplicará un factor de carga de 1.3 para las cargas permanentes y 1.5 para las variables.

Cuando se trate de edificaciones del Grupo A, los factores de carga para este tipo de combinación se tomarán iguales a 1.5 y 1.7, para cargas permanentes y variables, respectivamente.

- b) Para combinaciones de acciones clasificadas en el inciso 2.9.b, se tomará un factor de carga de 1.1 aplicado a los efectos de todas las acciones que intervengan en la combinación.
- c) Para acciones o fuerzas internas cuyo efecto sea favorable a la resistencia o estabilidad de la estructura, el factor de carga se tomará igual a 0.9; además, se tomará como intensidad de la acción el valor mínimo probable de acuerdo con la sección 2.8.
- d) Para revisión de *estados límite de servicio* se tomará en todos los casos un factor de carga unitario.

2.10 Estados Límites

2.10.1 Estado Límite De Servicio

El estado límite de servicio (ELS) es una condición de diseño que se establece para garantizar la seguridad y funcionalidad a largo plazo de una estructura o elemento estructural. El ELS se refiere al conjunto de condiciones límite en las que la estructura debe ser capaz de soportar sin sufrir daños o pérdida de funcionalidad. El diseño de una estructura debe cumplir con las condiciones límite de servicio establecidas por los códigos y normas aplicables. Estas condiciones se basan en factores como el tipo de estructura, su uso previsto, el entorno en el que se encuentra y la carga a la que estará soportada.

Este tendrá lugar cuando la estructura llegue a estados de deformaciones, agrietamientos, vibraciones y/o daños que afecten el correcto funcionamiento de la construcción, aunque no se vea afectada su capacidad para soportar cargas.

Dentro del estado límite de servicios se deberán de tomar en cuenta 2 aspectos importantes que hacen hincapié en este tema, estamos hablando de los desplazamientos y las vibraciones.

2.10.1.1 Desplazamientos

En las edificaciones comunes sujetas a acciones permanentes o variables, la condición del estado límite de servicio en términos de desplazamientos se cumplirá si no se exceden los valores siguientes:

- a) Un desplazamiento vertical en el centro de trabes en el que se incluyen efectos a largo plazo, igual al claro entre 240; además, en miembros en los cuales sus desplazamientos afecten a elementos no estructurales, como muros de mampostería, que no sean capaces de soportar desplazamientos apreciables, se considerará como estado límite a un desplazamiento vertical, medido después de colocar los elementos no estructurales, igual al claro de la trabe entre 480. Para elementos en voladizo los límites anteriores se duplicarán.
- b) Un desplazamiento horizontal relativo entre dos niveles sucesivos de la estructura, igual a la altura del entrepiso dividido entre 500, para edificaciones en las cuales se hayan unido los elementos no estructurales capaces de sufrir daños bajo pequeños desplazamientos; en otros casos, el límite será igual a la altura del entrepiso dividido entre 250. Para diseño sísmico o por viento se observará lo dispuesto en las Normas correspondientes.

2.10.1.2 Vibraciones

Las amplitudes tolerables de los desplazamientos debidos a vibraciones no podrán exceder los valores establecidos en la sección 2.10.1.1. Además, deberán imponerse límites a las amplitudes máximas de las vibraciones, de acuerdo con su frecuencia, de manera de evitar condiciones que afecten seriamente la comodidad de los ocupantes o que puedan causar daños a equipo sensible a las excitaciones citadas.

2.10.2 Estado Límite De Falla

El Estado Límite de Falla (ELF) es una condición límite en el diseño estructural que se refiere a la capacidad de una estructura para resistir las cargas máximas que puede soportar sin sufrir un colapso.

Los estados límites de fallas son aquellos relacionados con la seguridad estructural, se presenta el agotamiento definitivo de la capacidad de carga de los elementos estructurales o de cualquier otro de sus elementos, o bien, se presentan daños que afectan la capacidad de carga de las estructuras sin agotarla, pero ya no es suficiente para soportar efectos de futuras acciones. Cuando se alcanza este estado límite se presentan fallas tanto totales como parciales que ponen en peligro la estabilidad de la construcción o partes de ellas, y por consecuencia se atenta contra la seguridad de las personas.

Es importante tener en cuenta que el ELS es diferente al estado límite de falla (ELF), que se refiere a la capacidad de la estructura para soportar una carga máxima sin sufrir colapso. El diseño estructural debe cumplir con ambas condiciones, tanto el ELS como el ELF, para garantizar la seguridad y funcionalidad a largo plazo de la estructura.

2.10.3 Coeficiente Sísmico

El coeficiente sísmico es un valor utilizado en el diseño estructural para determinar las fuerzas sísmicas que pueden actuar sobre un edificio o estructura durante un sismo. Este coeficiente se basa en la aceleración sísmica esperada en el sitio donde se construirá la estructura y en las características de esta, como su altura, peso y rigidez.

Es importante tener en cuenta que el coeficiente sísmico es solo uno de los muchos factores que se deben considerar al diseñar una estructura resistente a los terremotos. Otros factores importantes incluyen la ubicación y el tipo de suelo, la forma y la geometría de la estructura, y la calidad de los materiales de construcción utilizados.

Zona * sísmica	Tipo de suelo	a_o	c
A	I	0.03	0.12
	II	0.06	0.24
	III	0.08	0.30
B	I	0.06	0.21
	II	0.12	0.45
	III	0.15	0.54
C	I	0.54	0.54
	II	0.96	0.96
	III	0.96	0.96
D	I	0.75	0.75
	II	1.29	1.29
	III	1.29	1.29

Tabla 3 Coeficiente sísmico multiplicado por factor 1.5

Haciendo comparación con el manual de comisión federal de electricidad del 93 (CFE), se observa que los coeficientes que se muestran en la Tabla 4 son valores de coeficiente sísmicos severamente castigados, en comparación con manual de CFE 93. Otra de las diferencias que son notables, los coeficientes de la Tabla 3, son coeficientes obtenidos del manual de CFE 93 multiplicados por un factor de 1.5.

Tabla 3.1 Espectros de diseño para estructuras del grupo B

Zona sísmica	Tipo de suelo	a_0	c	T_a (s)	T_b (s)	r
A	I	0.02	0.08	0.2	0.6	1/2
	II	0.04	0.16	0.3	1.5	2/3
	III	0.05	0.20	0.6	2.9	1
B	I	0.04	0.14 ✓	0.2	0.6	1/2
	II	0.08	0.30	0.3	1.5	2/3
	III	0.10	0.36	0.6	2.9	1
C	I	0.36	0.36	0.0	0.6	1/2
	II	0.64	0.64	0.0	1.4	2/3
	III	0.64	0.64	0.0	1.9	1
D	I	0.50	0.50	0.0	0.6	1/2
	II	0.86	0.86	0.0	1.2	2/3
	III	0.86	0.86	0.0	1.7	1

Tabla 4 Coeficientes sísmicos (Manual de CFE 1993)

2.10.4 Factor de Comportamiento Sísmico

Por otro lado, otro factor que consideramos para la obtención de la fuerza sísmica es el factor de comportamiento sísmico **Q**.

El factor de comportamiento sísmico se calcula en función de la geometría, rigidez y ductilidad de la estructura. Los códigos de construcción y las normativas sísmicas fundamentan los requisitos mínimos de factor de comportamiento sísmico para diferentes tipos de estructuras, dependiendo del riesgo sísmico de la zona donde se encuentran.

Estructuración	Ductilidad	Condición	Q	γ_{max}
i) Marcos	Alta	-----	4.0	0.030
	Media	-----	3.0	0.020
	Baja	-----	2.0	0.015
	Media	Vigas de alma abierta (armaduras) de ductilidad alta	3.0	0.020
	Baja	Vigas de alma abierta (armaduras) de ductilidad baja	2.0	0.015
	Baja	Conexiones semirrígidas	2.0	0.015
ii) Sistema dual ^(a) formado por marcos de acero y contravientos de acero ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾	Alta	Contravientos excéntricos	4.0	0.020
	Alta	Contravientos restringidos al pandeo	4.0	0.020
	Media	Contravientos concéntricos de ductilidad alta	3.0	0.015
	Baja	Contravientos concéntricos de ductilidad baja	2.0	0.010
	Baja	Contravientos concéntricos que trabajan solo en tensión	1.5	0.005
iii) Sistema dual ^(a) formado por marcos de acero y muros ⁽²⁾⁽⁴⁾	Alta	Muros de ductilidad alta de placa de acero	4.0	0.020
	Alta	Muros de ductilidad alta de concreto	4.0	0.020
	Media	Muros de ductilidad media de placa de acero	3.0	0.015
	Baja	Muros de ductilidad baja de concreto	2.0	0.010
iv) Marcos compuestos	Alta	-----	4.0	0.030
	Media	-----	3.0	0.020
	Media	Vigas de alma abierta (armaduras) de ductilidad alta	3.0	0.020
	Media	Conexiones semirrígidas	3.0	0.020
	Baja	Vigas de alma abierta (armaduras) de ductilidad baja	2.0	0.015
	Baja	Marcos de ductilidad baja	2.0	0.015
v) Sistema dual ^(a) formado por marcos compuestos y contravientos de acero ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾	Alta	Contravientos excéntricos	4.0	0.020
	Alta	Contravientos restringidos al pandeo	4.0	0.020
	Media	Contravientos concéntricos de ductilidad alta	3.0	0.015
	Baja	Contravientos concéntricos de ductilidad baja	2.0	0.010
vi) Columnas de acero compactas en voladizo, sin o con relleno de concreto	Media	Columnas de ductilidad media	1.5	0.012
	Baja	Columnas de ductilidad baja	1.0	0.009
vii) Sistema suspendido soportado por un núcleo de acero formado por muros o marcos	Media	Con marcos o muros de ductilidad alta de placa de acero	3.0	0.015
	Baja	Con marcos o muros de ductilidad media de placa de acero	2.0	0.010

Tabla 5 Valores de Factor de comportamiento sísmico y límites permitidos

El factor de comportamiento sísmico (también conocido como factor de respuesta sísmica) es un parámetro utilizado en el diseño estructural de edificios y otras estructuras para evaluar su capacidad de resistencia frente a los efectos de los terremotos. El factor de comportamiento sísmico se utiliza para determinar la magnitud de las fuerzas sísmicas que deben soportar las estructuras durante un terremoto, y se basa en la capacidad de la estructura para deformarse y absorber energía durante un evento sísmico.

2.10.5 Tipos de Estructuras

Toda construcción debe contar con una estructura que tenga características adecuadas para asegurar su estabilidad bajo cargas verticales y que le proporcione resistencia y rigidez suficientes para resistir los efectos combinados de las cargas verticales y de las horizontales que actúen en cualquier dirección.

Cuando sean significativos, deberán tomarse en cuenta también los efectos producidos por otras acciones.

Según Normas Técnicas Complementarias Para Diseño Y Construcción De Estructuras Metálicas pueden utilizarse estructuras de alguno de los siguientes tipos básicos que se describen a continuación. En cada caso particular el análisis, diseño, fabricación y montaje deben hacerse de manera que se obtenga una estructura cuyo comportamiento corresponda al del tipo elegido. Debe prestarse particular atención al diseño y construcción de las conexiones.

Secciones tipo 1

(secciones para diseño plástico y para diseño sísmico con factores Q de 3 ó 4) pueden alcanzar el momento plástico en vigas, y el momento plástico reducido por compresión en barras flexo comprimidas, y conservarlo durante las rotaciones inelásticas necesarias para la redistribución de momentos en la estructura, y para desarrollar las ductilidades adoptadas en el diseño de estructuras construidas en zonas sísmicas.

Secciones tipo 2

(secciones compactas, para diseño plástico y para diseño sísmico con factores Q no mayores de 2) pueden alcanzar el momento plástico como las secciones tipo 1, pero tienen una capacidad de rotación inelástica limitada, aunque suficiente para ser utilizadas en estructuras diseñadas plásticamente, bajo cargas predominantemente estáticas, y en zonas sísmicas, con factores de comportamiento sísmico reducidos.

Secciones tipo 3

Las secciones tipo 3 (secciones no compactas) pueden alcanzar el momento correspondiente a la iniciación del flujo plástico en vigas, o ese momento reducido por compresión en barras flexo comprimidas, pero no tienen capacidad de rotación inelástica.

Secciones tipo 4

Las secciones tipo 4 (secciones esbeltas) tienen como estado límite de resistencia el pandeo local de alguno de los elementos planos que las componen.

Para secciones tipo 1 ó 2 $MR = FR ZF_y = FR M_n \leq FR (1.5 M_y)$

Donde

Z módulo de sección plástico

$M_n = ZF_y$ momento resistente nominal de la sección en consideración.

a) Para secciones tipo 3 $MR = FR SF_y = FR M_y$

Donde

S módulo de sección elástico

$M_y = SF_y$ momento nominal correspondiente a la iniciación de la fluencia (sin considerar esfuerzos residuales), en la sección en consideración.

Capítulo 3. Metodología

Un análisis detallado permite evaluar la capacidad de los marcos para soportar las cargas verticales y horizontales, especialmente en zonas sísmicas, garantizando la seguridad y estabilidad de la edificación.

A medida que aumenta la altura de la columna, también lo hace la longitud de los cabezales, por lo tanto, su capacidad para resistir cargas verticales y horizontales. Se debe tener en cuenta la relación altura-ancho de las columnas para evitar problemas de inestabilidad lateral. La distancia entre columnas afecta directamente la distribución de las cargas y la resistencia global del marco. Una mayor distancia entre columnas podría resultar en mayores desplazamientos laterales y, por lo tanto, se debe evaluar el diseño y la capacidad de los elementos para resistir esfuerzos de flexión y corte.

El coeficiente sísmico representa la aceleración máxima esperada en la región sísmica donde se construye la edificación. Es un parámetro que se utiliza para calcular las fuerzas sísmicas que actuarán sobre la estructura. Este coeficiente se determina a partir del estudio de las características geotécnicas y sismológicas de la zona.

3.1. Análisis Estático

El método estático es aplicable a edificios regulares cuya altura sea menor o igual que 30 m y estructuras irregulares con altura no mayor de 20 m. En terreno rocoso, estos límites se incrementan a 40 y 30 m, respectivamente.

El método de análisis estático consta esencialmente de los siguientes pasos:

- 1) Calcular fuerzas laterales aplicadas en los centros de masa de los pisos que produzcan efectos equivalentes a la acción sísmica.
- 2) Distribuir las fuerzas laterales del paso 1 y los momentos torsionantes asociados a estas fuerzas entre los sistemas resistentes a carga lateral que conforman la estructura, como son marcos, muros o combinaciones de estos.
- 3) Analizar cada sistema resistente ante las cargas laterales que le correspondan.

3.2. Diagrama esfuerzo deformación

Cuando se trata de emplear materiales para las diversas aplicaciones en ingeniería, debemos tomar en cuenta muchos factores a la hora de seleccionarlos; estos factores están determinados por el objetivo de un proyecto como puede ser: una estructura, una máquina o cualquier elemento que estará sometido a fuerzas actuantes. Para asegurar el mejor rendimiento posible de cualquier estructura o elemento, se sigue un proceso que incluye el estudio de materiales, su análisis y respectivas pruebas.

Qué es el esfuerzo

El esfuerzo en mecánica de materiales se define como la fuerza a la que está sometida cada unidad de área de un material.

Qué es la deformación

Es el cambio de la forma original que sufre un material al estar sometido a esfuerzos. Cabe mencionar que existen dos tipos de deformación: las deformaciones elásticas y plásticas.

Las deformaciones elásticas se presentan cuando un material deformado aún conserva sus propiedades de elasticidad que tratan de recuperar la forma original de un material.

Fórmulas de esfuerzo y deformación

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \quad \epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

Donde:

σ : Esfuerzo

ϵ : Deformación unitaria

P: Carga aplicada

A_0 : área de sección transversal inicial

ΔL : variación de longitud

L_0 : longitud inicial

El diagrama esfuerzo deformación es una representación gráfica, que resulta de representar los esfuerzos que sufre un material en función de la deformación que experimenta al mismo tiempo. Este diagrama comprende varios puntos clave con sus respectivos valores que servirán para tomar decisiones de ingeniería.

Existen varios tipos de esfuerzos a las que pueden ser sometidos los materiales; los más conocidos son: esfuerzo de tensión, compresión, cortantes, etc.

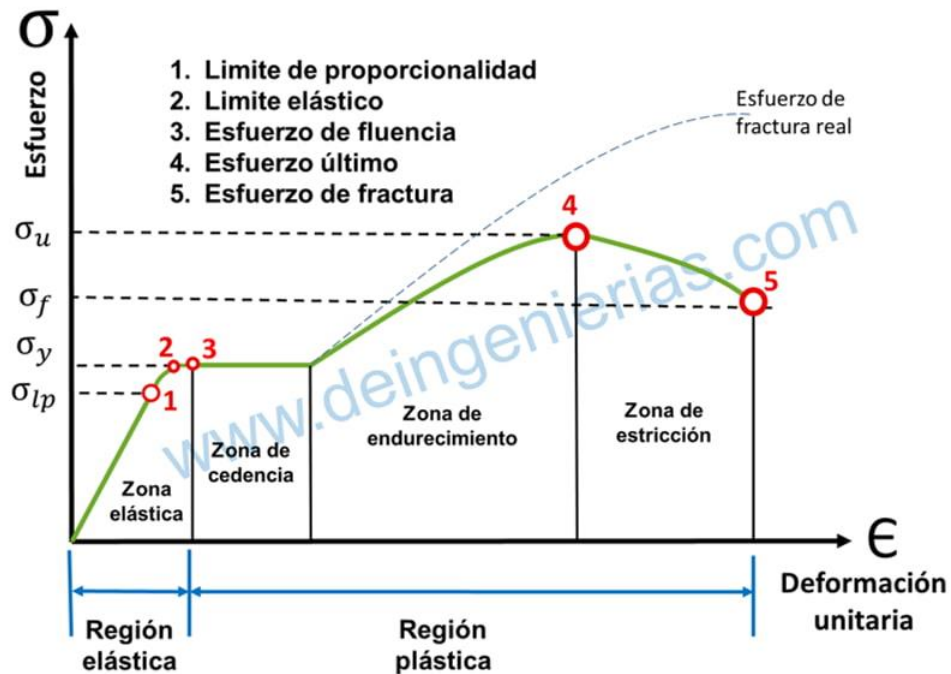


Imagen 4 Grafica de esfuerzo deformación

Para realizar el análisis estructural, se utilizan métodos como el método de los elementos finitos o el método matricial, que permiten modelar la estructura y simular su comportamiento bajo diferentes cargas y condiciones.

A continuación, se pueden resumir los pasos clave del análisis:

- **Modelo estructural:** Se crea un modelo matemático o computacional de la estructura que incluye todas las partes que conforman a un marco rígido de acero como lo son, columna, rodilla y cabezal vigas. Se definen las propiedades mecánicas del acero y los materiales.

- Cargas aplicadas: Se consideran todas las cargas que actúan sobre la estructura, como cargas muertas (peso propio de la estructura y elementos permanentes), cargas vivas (cargas móviles), cargas de viento y las fuerzas sísmicas.
- Análisis estático: Se realiza un análisis estático para determinar los desplazamientos, momentos y fuerzas que experimentan los elementos de la estructura bajo las cargas aplicadas.
- Comprobación de resistencia: Se evalúa si los elementos de la estructura, como columnas y vigas, cumplen con los criterios de resistencia y no exceden sus capacidades para soportar las cargas.
- Interpretar los resultados obtenidos del análisis para representarlos gráficamente: Con los datos y resultados obtenidos se realizan gráficos en los cuales, facilitan la toma de decisiones para realizar un diseño, para posteriormente mostrar algunos de los valores que son cruciales en este análisis.

3.3. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

Como primer paso, se realiza el dibujo en AutoCAD respectivo del marco que se analizara posteriormente.

En este dibujo se observarán sus partes que lo componen como son:

Cabezal

Es un elemento estructural que se utiliza para soportar y distribuir las cargas de una estructura en un punto determinado. La función principal del cabezal es redistribuir las cargas verticales y horizontales que se generan sobre la abertura hacia los muros o pilares de soporte. Al estar ubicado en la parte superior de la abertura, el cabezal ayuda a evitar que se produzcan deformaciones excesivas o colapsos estructurales.



Imagen 5 Cabezal en proceso de fabricación

Rodilla

Una rodilla en un marco estructural es un componente utilizado para reforzar las uniones entre elementos estructurales, como vigas y columnas, con el fin de aumentar la resistencia y la estabilidad de la estructura.

Las rodillas se utilizan comúnmente en marcos estructurales de acero, para aumentar la capacidad de carga, especialmente en áreas donde se requiere una mayor resistencia debido a cargas concentradas o a condiciones de carga excepcionales, como en puentes, edificios industriales o estructuras de gran altura.



Imagen 6 Rodilla elaborada en taller

Columna

Una columna en un marco estructural de acero es un elemento vertical diseñado para soportar cargas verticales y transmitir las hacia los cimientos de una estructura. Las columnas se distribuyen estratégicamente para brindar un equilibrio adecuado entre la resistencia estructural y la funcionalidad del espacio interior.

Ofrece resistencia y estabilidad a la estructura en general. Las columnas se conectan a otros elementos estructurales y se refuerzan según los requisitos de diseño, brindando una sólida base para la construcción y soporte de cargas.



Imagen 7 Columna en el área de taller

EJEMPLO 1

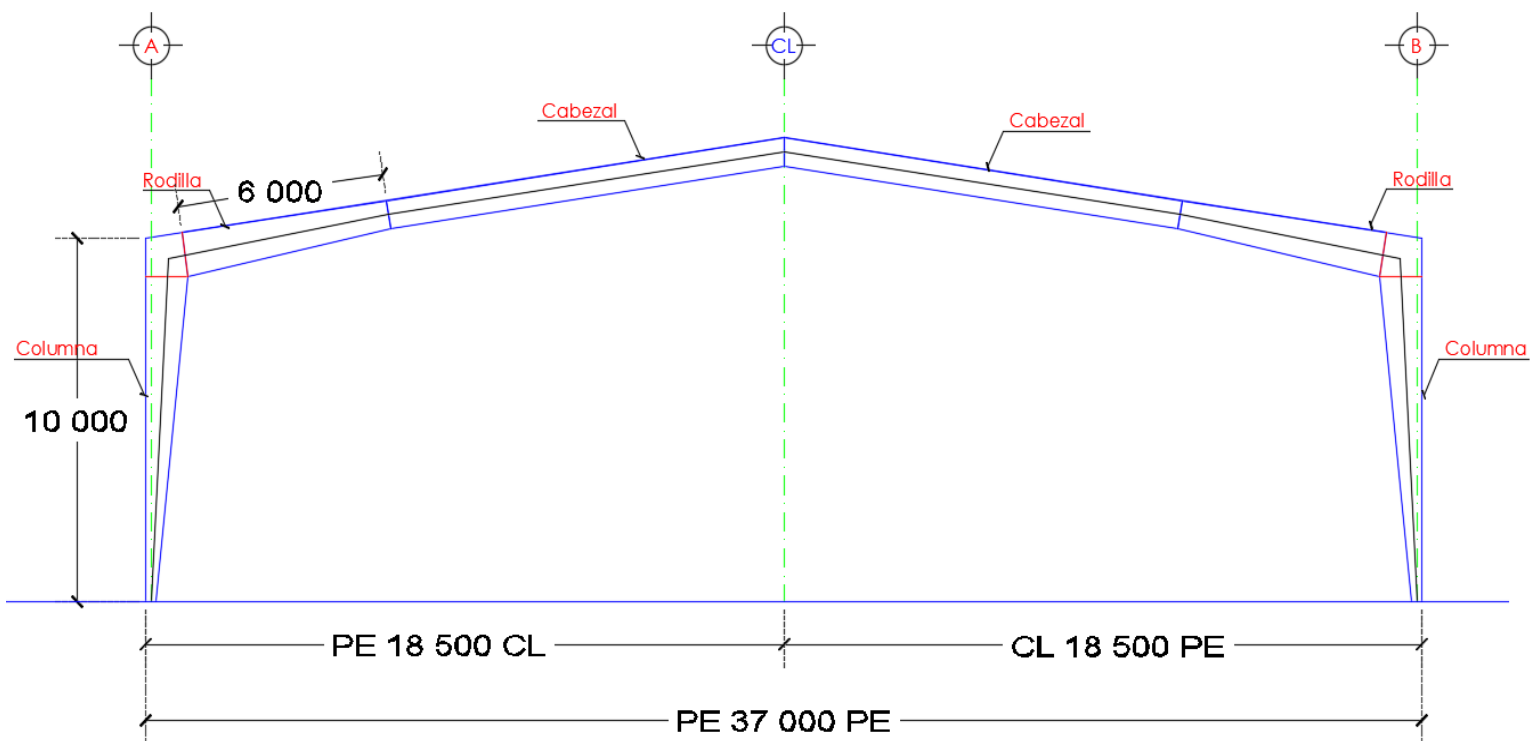
Estructura de marco con claro 37.00 m, 10.00m de altura a rodilla, a dos aguas con pendiente del 15% considerando un coeficiente sísmico de 0.30.

Secciones a Considerar:

Columna: 35x122x6 1/4x5/16 "Sección tipo 4"

Rodilla: 35x122x6 1/4x5/16 "Sección tipo 4"

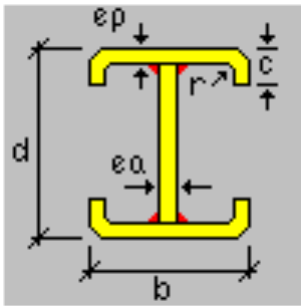
Cabezal: 30x77x6 3/16x3/16 "Sección tipo 3"



MARCO DETALLADO

Imagen 8 Marco detallado indicando partes que lo componen, y dimensiones geométricas

Representación de una sección con patín doblado.



Donde:

d: Es el peralte

b: Es la base o patín de la sección

c: Es la dimensión que tiene la ceja del patín

r: Es el radio que se forma al hacer el dobles

ea: Es el espesor del alma de la sección

ep: Es el espesor de patín.

Imagen 9 sección de patín doblado

Sección para columna

35x122x6 1/4x5/16

b= 35 cm

d= 122 cm

c= 6 cm

ea= 0.64 cm

ep= 0.79 cm

A= 147.23 cm²

S= 5656 cm³

Z= 6522

Sección para rodilla

35x122x6 1/4x5/16

b= 35 cm

d= 122 cm

c= 6 cm

ea= 0.64 cm

ep= 0.79 cm

Propiedades geometricas

A= 147.23 cm²

S= 5656 cm³

Z= 6522

Seccion para cabezal

30x77x6 3/16x3/16

b= 30 cm

d= 60 cm

c= 6 cm

ea= 0.48 cm

ep= 0.48 cm

A= 75.30 cm²

S= 1872 cm³

Z=2147

Momento Resistente de la sección de Columna/Rodilla

$$M_R = F_R S F_Y$$

Donde:

F_R = se toma igual a 0.9

S = es el módulo de sección elástico del elemento

F_Y = es el punto de fluencia

De acuerdo con las normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras metálicas. Cuando los patines cumplen los requisitos de las secciones tipo 1, 2 o 3 y las almas son tipo 4, el valor de M_R se obtiene de acuerdo con la siguiente expresión

$$M'_R = M_R \left[1 - \frac{a_r}{1200 + 300 a_r} \left(\frac{h}{t} - 5.60 \sqrt{\frac{ES}{M_R}} \right) \right] \leq M_R$$

donde

a_r cociente de las áreas del alma y del patín

comprimido ($a_r \leq 10$);

h y t peralte y grueso del alma, respectivamente;

S módulo de sección de la sección completa, respecto al patín comprimido. Y

M_R resistencia de diseño en flexión, calculada anteriormente, pero sin exceder de ϕM_n .

$$M_R = 125.10$$

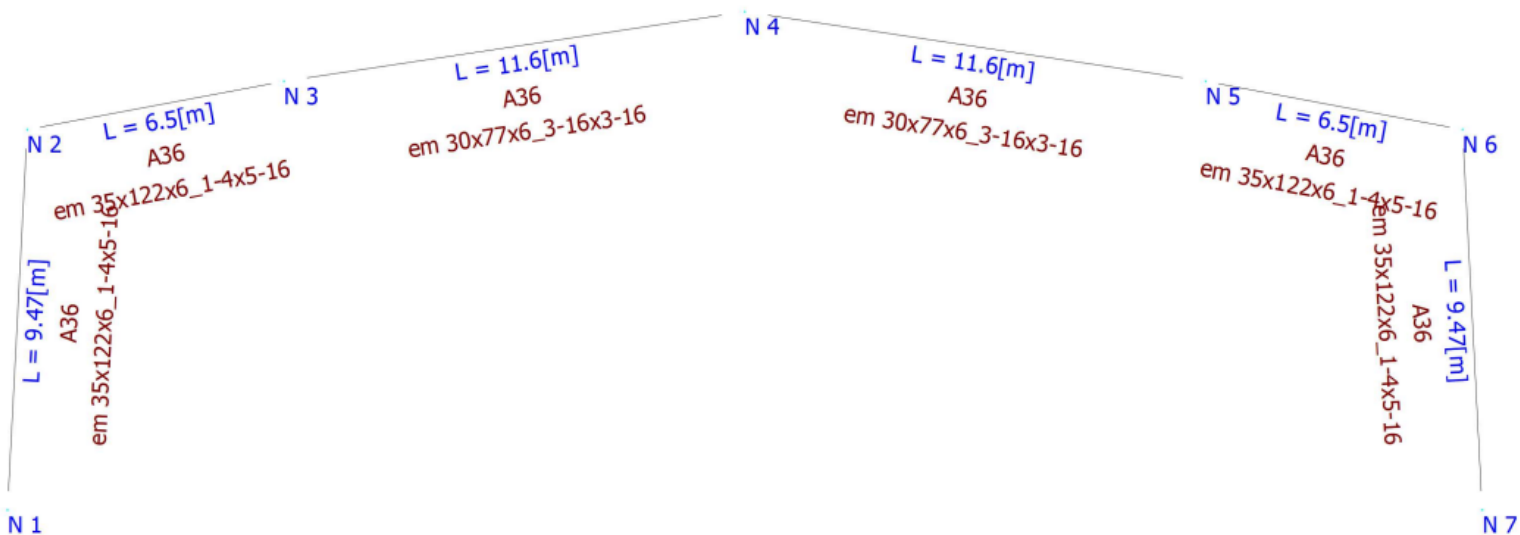


Imagen 10 Proyección de marco con longitud de elementos, material y secciones correspondientes en RAM

Estados de Cargas:

- Condiciones de Cargas

Carga Muerta (CM)

Carga Viva Máxima (CVMX)

Carga Viva Accidental (CVA)

Carga Viva Media (CVM)

Carga por Sismo en dirección **X** (CSX)

- Combinaciones de Cargas

Estado Limite de Falla

Comb1 = $1.3CM + 1.5CVMX$

Comb2 = $1.1CM + 1.1CVA + 1.1CSX$

Estado Limite de Servicio

Comb3 = $CM + CVM$

ANÁLISIS DE CARGA:

ANÁLISIS DE CARGA SOBRE CUBIERTA:

CARGA MUERTA DE DISEÑO

Lamina de Cubierta	5 Kg/m ²
Largueros	5 Kg/m ²
Miscelaneos	1 Kg/m ²
Instalaciones	2 Kg/m ²
TOTAL C.M.	13 Kg/m ²

CARGA VIVA DE DISEÑO

Cubierta con pendiente mayor a 5%

Carga Viva Máxima	CVMX	40 Kg/m ²
Carga Viva Accidental	CVA	20 Kg/m ²
Carga Viva Media	CVM	5 Kg/m ²

Carga por Sismo en dirección X (CSX)

$$V = \frac{C}{Q} (W_T)$$

Donde:

C= coeficiente sísmico

Q= factor de comportamiento sísmico

W_T se obtiene

$$W_T = (0.13xCl) + (0.20xCL) + W_p$$

Donde W_p es el peso de cabezal

Peso de Cabezal y Rodilla



Fecha Actual: 27/07/2023 02:45 p. m.

Sistema de unidades: Métrico

Nombre del archivo: C:\Users\Daniel\Desktop\PRACTICAS FABIAN\PROYECTO DE RESIDENCIAS\H=10 MARCOS DE 15MTS A 60MTS C=0.30\MARCO 37.00 PE Y h10.etz\

Lista de Materiales

Nota.- Listado sólo de las barras y placas seleccionadas gráficamente

Miembros:

Perfil	Material	PesoU [Ton/m]	Longitud [m]	Peso [Ton]
EM 30X77X6_3-16X3-16	A36	5.89E-02	23.199	1.366
EM 35X122X6_1-4X5-16	A36	1.16E-01	13.003	1.506
Peso Total [Ton]				2.872

Imagen 11 Lista de materiales presentada por RAM

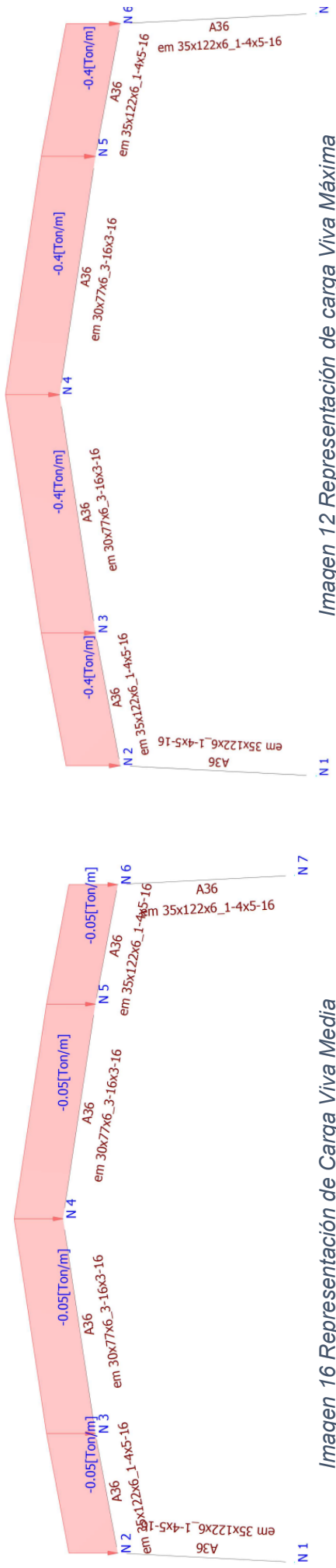


Imagen 12 Representación de carga Viva Máxima

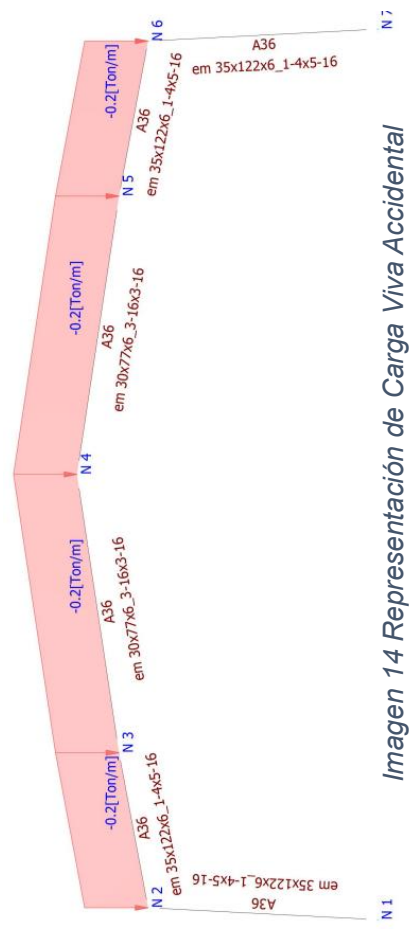


Imagen 14 Representación de Carga Viva Accidental

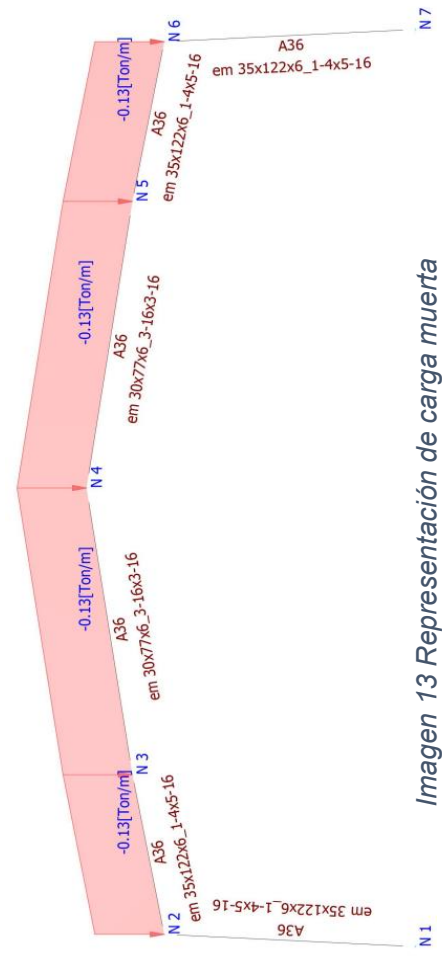


Imagen 13 Representación de carga muerta

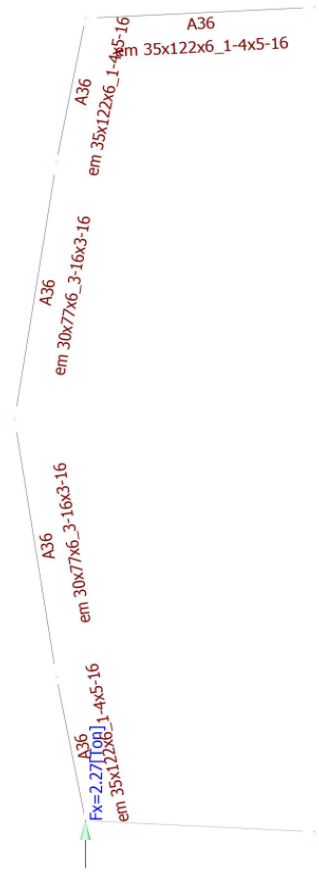


Imagen 15 Representación de Carga por Sismo en Dirección X

ANÁLISIS ESTRUCTURAL:

El análisis estructural se realiza con apoyo de software especializado cuyo nombre comercial es “RAM Advanse.”. se utiliza un modelo con comportamiento elástico lineal.

Modelo estructural

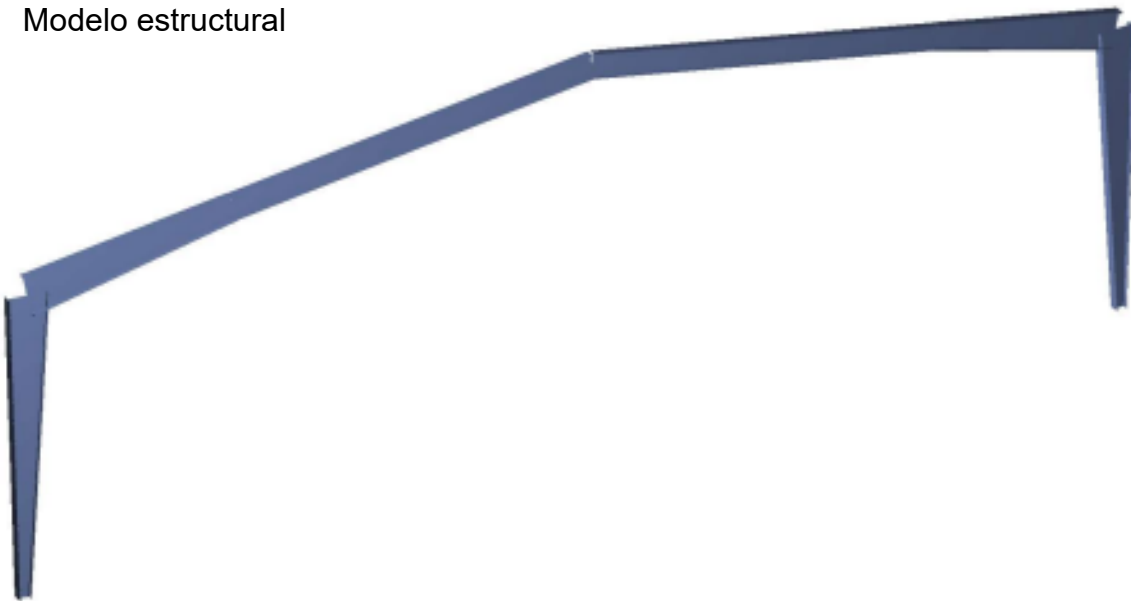


Imagen 17 Representación de Marco Estructural en 3D

REGISTRO SE MARCO EN BASE DE DATOS:

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH_{ram}	Δ	γ	Ratio de distorsionH orz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
37.00	35x122x6 1/4x5/16	30x77x6 3/16x3/16	89.11	125.50	71.00	3.07	6.14	0.0061	40.93	20.21	42.60	47.44	0.15	2.98	15.42	19.33

Tabla 6 Base de Datos

Estado Limite de Falla

$$Ratio = M_U / M_R$$

Donde:

M_U : Es el momento ultimo el cual indica el máximo momento flector que puede soportar una sección transversal de una viga o elemento estructural antes de que se produzca una falla o colapso.

M_R : Es el momento resistente la cual, es una propiedad mecánica de una sección que representa la capacidad de la sección para resistir el momento flector aplicado sin sufrir deformaciones excesivas o colapsar.

Estado Limite de Servicio

$$\Delta = \Delta H_{RAM} * Q$$

Donde:

Δ = desplazamiento original que sufre el marco estructural

ΔH_{RAM} = valor producido por software especializado

Q = factor de comportamiento sísmico

$$\gamma = \Delta / h$$

Donde:

γ = límite de distorsión horizontal

h = altura a rodilla del marco estructural (cm)

$$Ratio\ Dist. Hor. = \gamma / \gamma_{max}$$

Donde:

γ = límite de distorsión horizontal

γ_{max} = límite de distorsión máximo por norma

Estado Limite de Servicio Cabezal

$$\gamma_{max} = CL / 240$$

$$Ratio\ Dist. vert. = \mu_{Dist RAM} / \gamma_{max}$$

Capítulo 4. Resultados

Luego de haber realizado una serie de iteraciones con los parámetros que se estipularon en un inicio, se puede decir que, el análisis estructural realizado en los marcos de referencia arrojó resultados significativos en relación con su desempeño y cumplimiento de los criterios y normas de diseño.

Durante el análisis, se evaluaron diversos parámetros estructurales, los cuales son el coeficiente sísmico dependiendo de la zona donde se encuentre la edificación, el claro con el que cuenta la estructura y una altura que juega un papel importante en este análisis.

En cuanto al rendimiento de la estructura, se observó que en general cumple con las especificaciones requeridas y muestra una óptima condición aun considerado secciones que no son del tipo esbeltas. Sin embargo, se identificaron algunas áreas de preocupación, como las estructuras de claros pequeños que son más propensas a la fuerza sísmica que actúa sobre estos elementos estructurales.

Estas debilidades pueden tener un impacto en la integridad estructural a largo plazo y se recomienda abordarlas para garantizar la seguridad y durabilidad de la edificación.

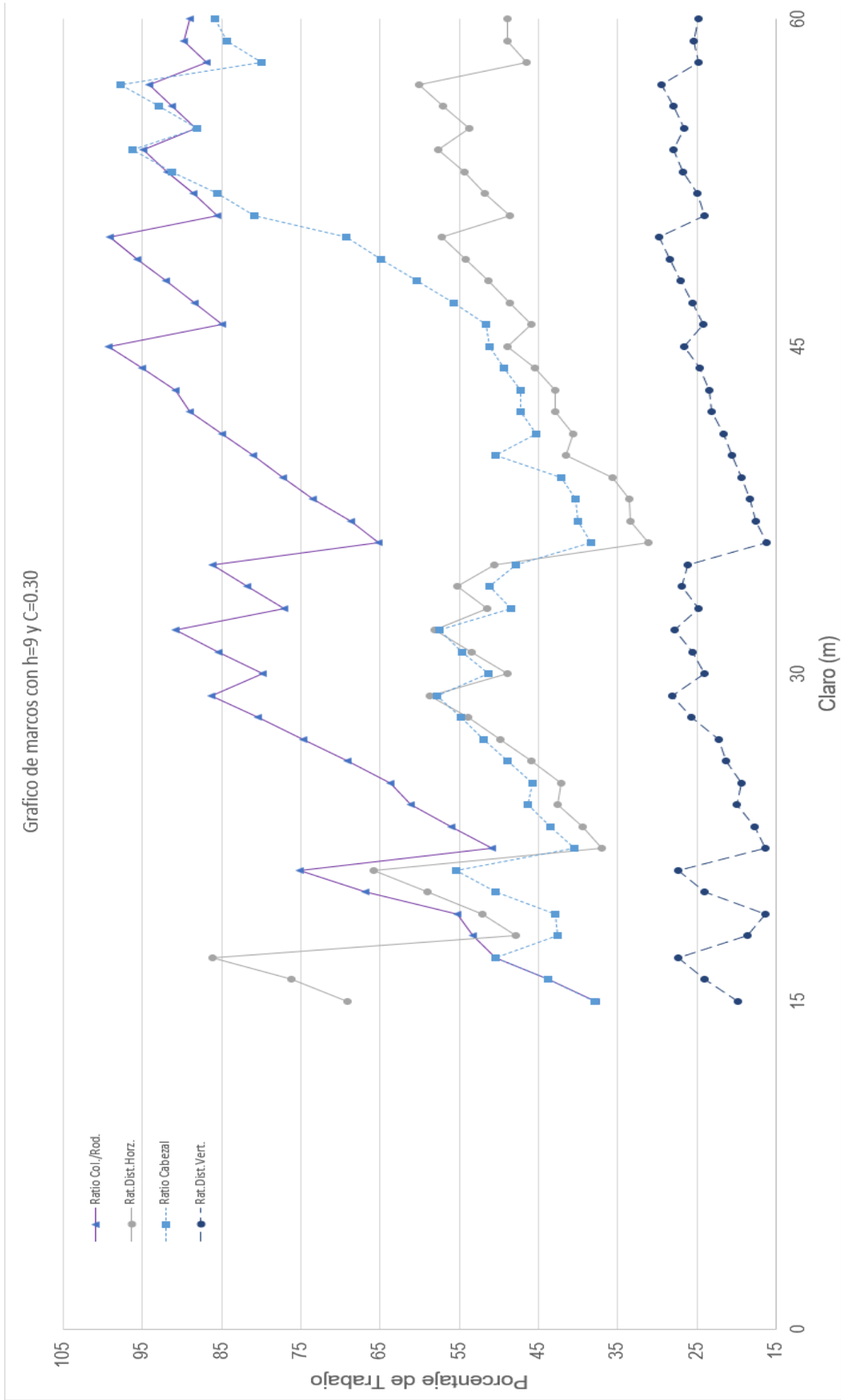
4.1 Marcos con coeficiente sísmico $C=0.30$ y altura $h=9.00$ m

Los marcos que se encuentran en esta categoría, se ha observado que se pueden optimizar en la mayoría de ellos de un 70% a un 100% para columna y rodilla, para el caso del cabezal se logra optimizar de un 40% a un 80%, ya que el coeficiente sísmico juega un papel muy importante.

Los desplazamientos en esta categoría no son muy dominantes a excepción de los marcos que se encuentran en un rango que va de los 19 metros a los 15 metros, se ha observado que las estructuras que se encuentran en ese rango, si se considera una sección ligera su desplazamiento horizontal es notorio. Se pueden diseñar marcos que no utilicen rodilla en el rango mencionado, a causa de esto los desplazamientos horizontales son muy notorios.

Para esta sección, se puede hablar de que los estados límites de falla son los dominantes, y son los que se tienen que cuidar al momento de analizar y diseñar. El sismo no afecta a gran escala a los marcos que se encuentran en un rango que va de los 20 metros a los 60 metros.

Para la obtención del momento último de la sección, en esta categoría manda la combinación número uno la cual incluye los factores de carga 1.3 para carga muerta y un factor de 1.5 para carga viva máxima.



Grafica 1 Resultados de marcos con claros de 15m a 60m con altura de 9m y $C=0.30$

4.2 Marcos con coeficiente sísmico $C=0.30$ y altura $h=10.00$ m

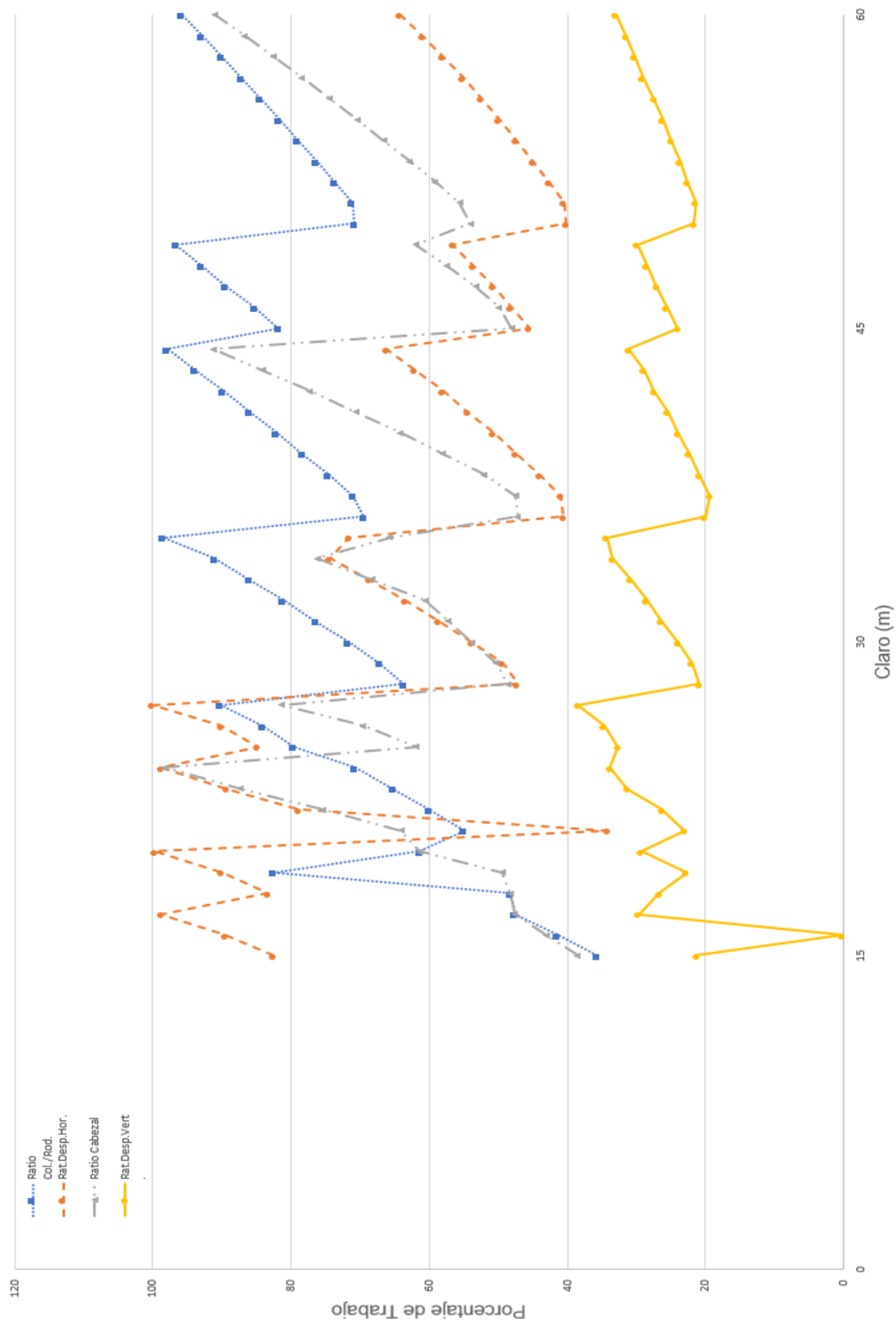
Los marcos que se encuentran en esta categoría, se ha observado que se pueden optimizar en la mayoría de ellos de un 75% a un 100% para columna y rodilla, para el caso del cabezal se logra optimizar de un 55% a un 80%, ya que el coeficiente sísmico y la altura juegan un papel muy importante.

Para esta sección, los desplazamientos horizontales en esta categoría no son muy dominantes a excepción de los marcos que se encuentran en un rango de 20 metros a 15 metros, se ha observado que las estructuras que se encuentran en ese rango se pueden trabajar sin rodilla, únicamente columna y cabezal, pero como se menciona con anterioridad al realizar dicho diseño los desplazamientos horizontales son notorios.

Para esta sección, se puede hablar de que los estados límites de falla son los dominantes, y son los que se tienen que cuidar al momento de analizar y diseñar. El sismo no afecta a gran escala a los marcos que se encuentran en un rango que va de los 21 metros a los 60 metros.

Para la obtención del momento último de la sección, en esta categoría manda la combinación número uno la cual incluye los factores de carga 1.3 para carga muerta y un factor de 1.5 para carga viva máxima.

Grafico de marcos de h=10 y C=0.30



Grafica 2 Resultados de marcos con claro de 15m a 60m con altura de 10m y C=0.30

4.3 Marcos con coeficiente sísmico $C=0.30$ y altura $h=12.00$ m

Los marcos que se encuentran en esta categoría, se ha observado que se pueden optimizar en la mayoría de ellos de un 80% a un 100% para columna y rodilla, para el caso del cabezal se logra optimizar de un 65% a un 80%. En esta sección resalta mucho que las condiciones óptimas son notables ratios de columna, rodilla y cabezal, como en ratios de desplazamientos horizontales y desplazamientos verticales.

Para esta sección, los desplazamientos horizontales en esta categoría no son muy dominantes a excepción de los marcos que se encuentran en un rango de 20 metros a 15 metros.

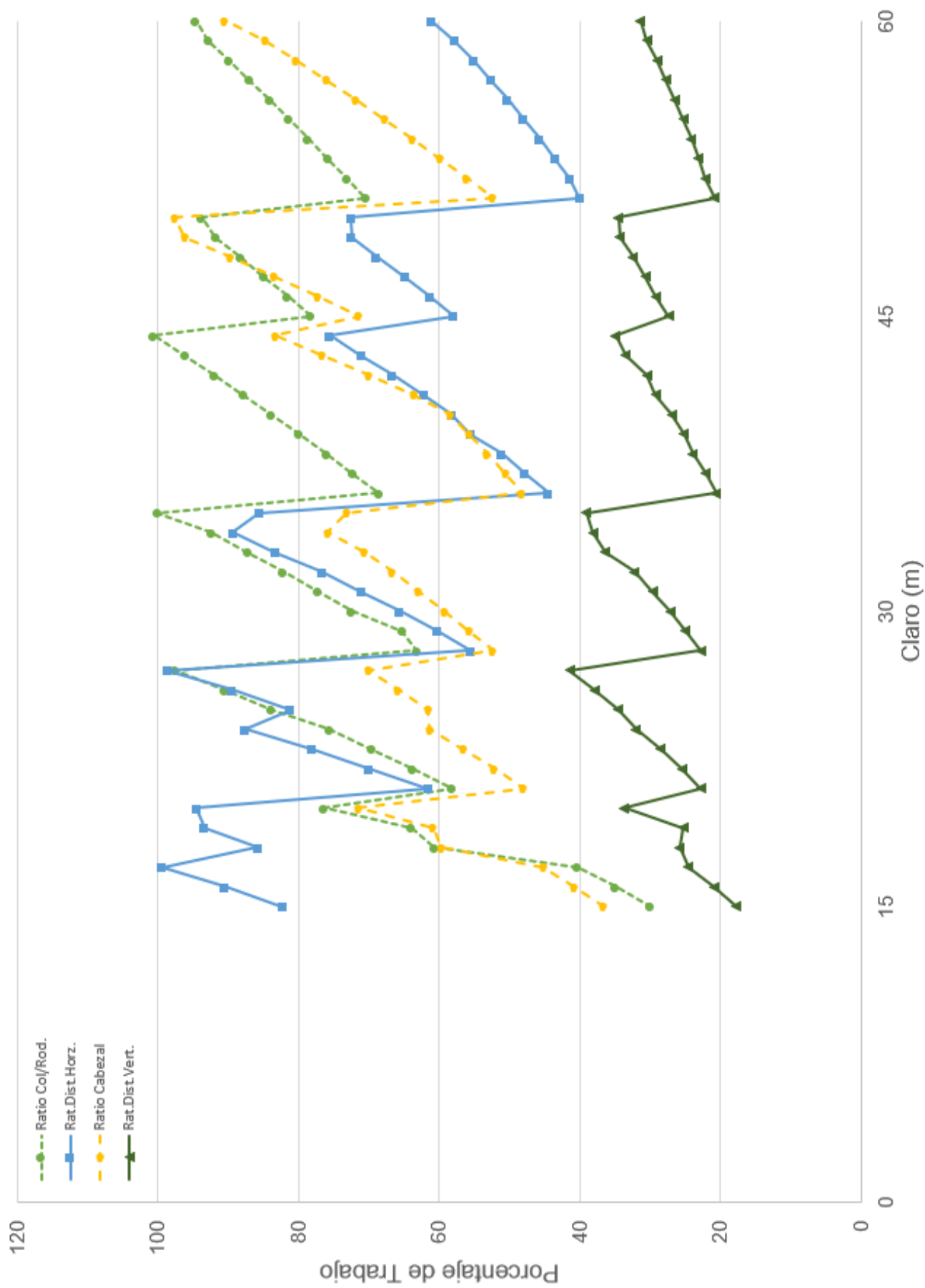
Se pueden diseñar marcos en un rango de 15 metros a 18 metros que no lleven rodilla, pero teniendo en cuenta que los desplazamientos horizontales son notorios.

Para esta sección, se puede hablar de que los estados límites de falla son los dominantes, y son los que se tienen que cuidar al momento de analizar y diseñar.

El sismo no afecta a gran escala a los marcos que se encuentran en un rango que va de los 21 metros a los 60 metros.

Para la obtención del momento último de la sección, en esta categoría manda la combinación número uno la cual incluye los factores de carga 1.3 para carga muerta y un factor de 1.5 para carga viva máxima.

Grafico de marcos de h= 12 y C=0.30



Grafica 3 Resultados de marcos con claro de 15m a 60m con una altura de 12 y un C=0.30

4.4 Marcos con coeficiente sísmico $C=0.45$ y altura $h=9.00$ m

Los marcos que se encuentran en esta categoría, se ha observado que se pueden optimizar en la mayoría de ellos de un 80% a un 100% para columna y rodilla, para el caso del cabezal se logra optimizar de un 50% a un 80%, ya que el coeficiente sísmico es mayor a comparación del que se vio anteriormente.

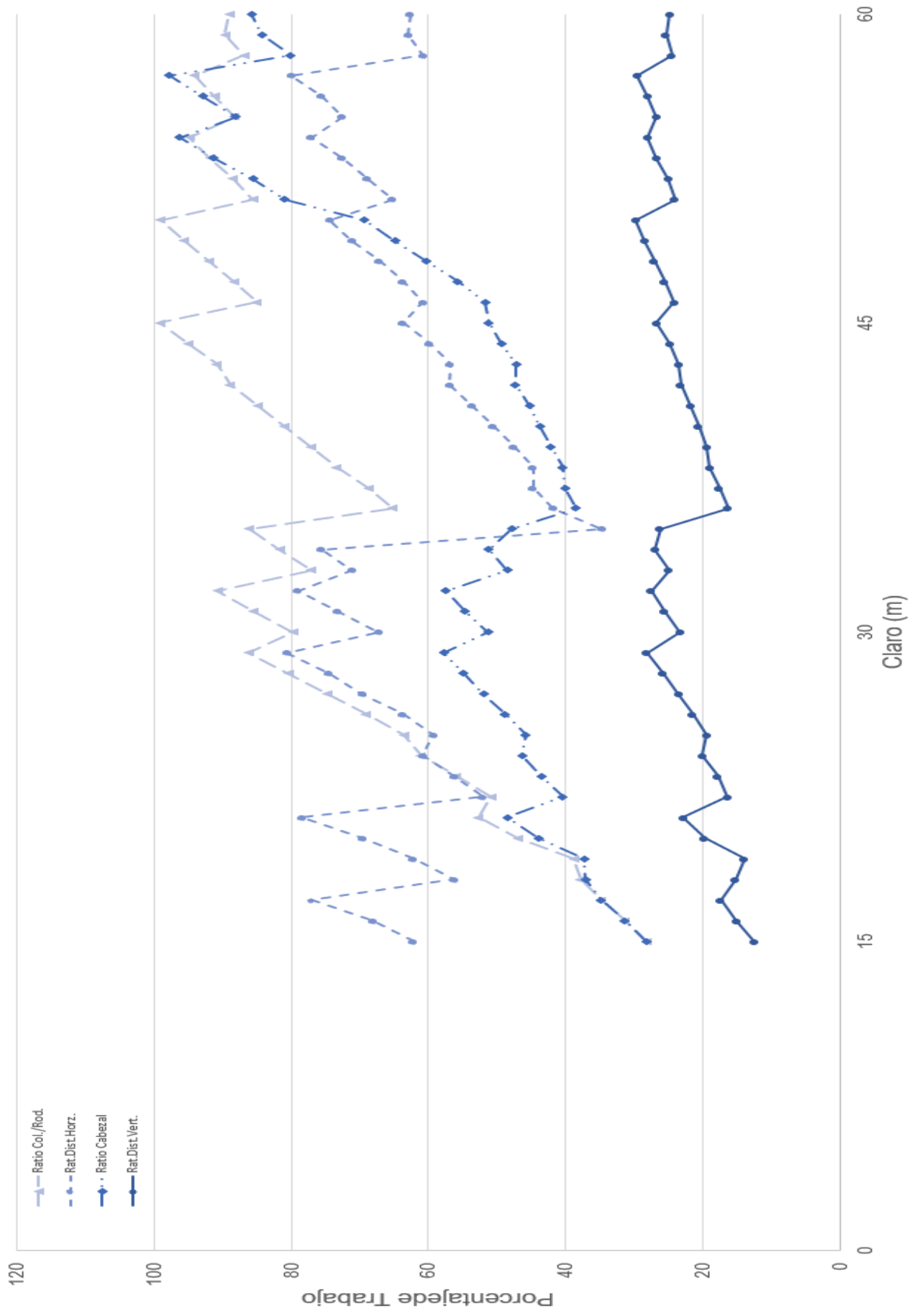
Los desplazamientos en esta categoría comienzan a hacerse notar, de igual forma hay que tener cuidado puesto que aquí hay que cuidar los estados límites de servicio y los estados límite de falla por igual cabe destacar que habrá secciones que nos haga llegar a optimizar el ratio del estado límite de falla, pero al lograr esa optimización, en el estado límite de servicio ya no se está cumpliendo con la norma. Los marcos por cuidar son los que se encuentran en un rango que va de los 21 metros a los 15 metros, a estos marcos les afecta un poco más la fuerza por sismo.

En esta categoría a diferencia de las anteriores, se debe considerar una rodilla para marcos que van de los 15 metros hasta los 18 metros.

Aun así, el sismo no afecta a gran escala a los marcos que se encuentran en un rango que va de los 22 metros a los 60 metros.

Para la obtención del momento último de la sección, en esta categoría habrá casos en los cuales llegue a mandar la combinación número uno la cual incluye los factores de carga 1.3 para carga muerta y un factor de 1.5 para carga viva máxima para las columna y rodilla, pero en otros casos la combinación número dos la cual incluye los factores de carga 1.1 para carga muerta, 1.1 para carga viva accidental y 1.1 para carga por sismo, llega a mandar en los cabezales.

Grafico de Marcos de h=9 m y C=0.45



Grafica 4 Resultados de marcos con claro de 15m a 60m con una altura de 9 m y un C=0.45

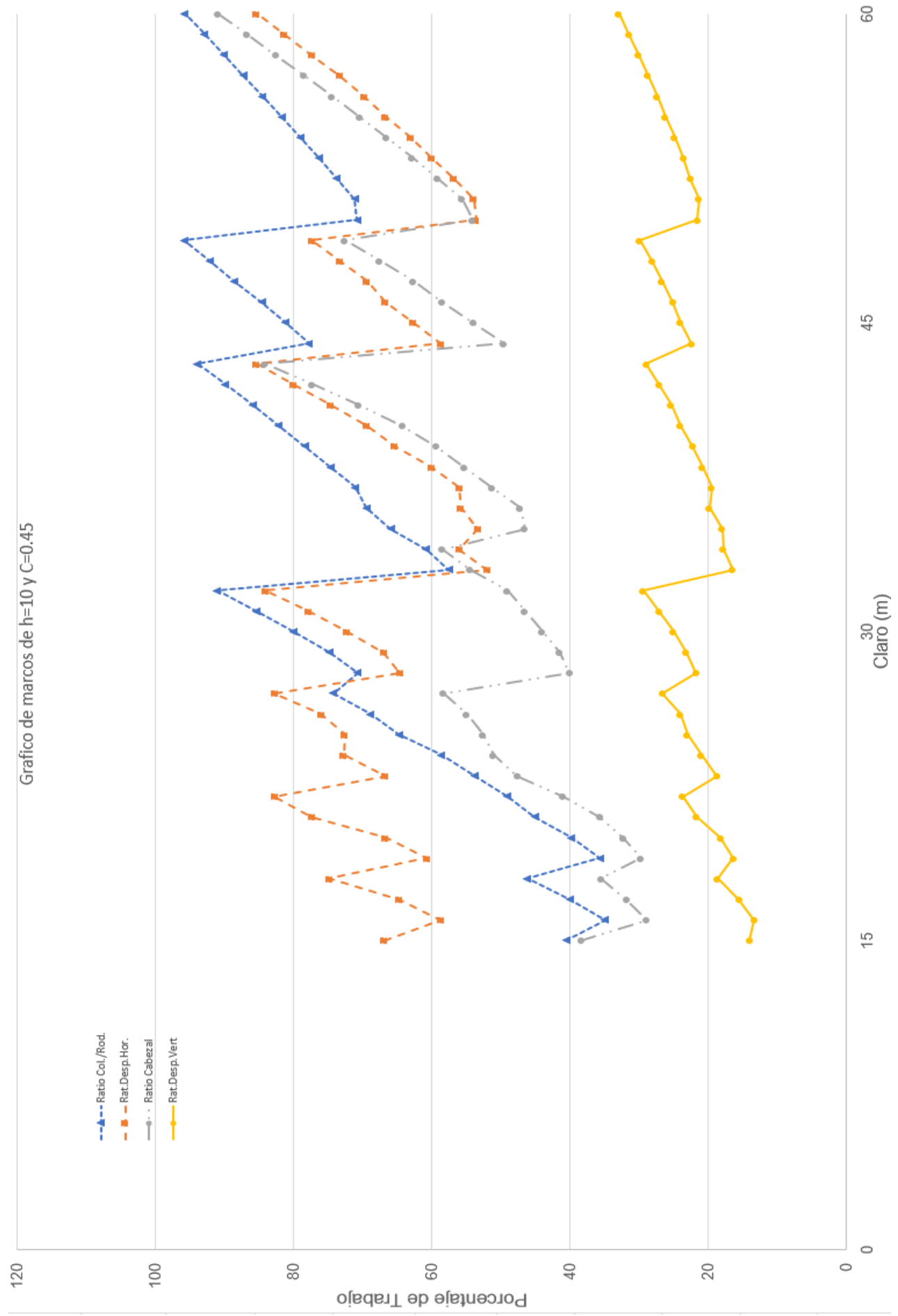
4.4 Marcos con coeficiente sísmico $C=0.45$ y altura $h=10.00$ m

Los marcos que se encuentran en esta categoría, se ha observado que se pueden optimizar en la mayoría de ellos de un 55% a un 80% para columna y rodilla, para el caso del cabezal se logra optimizar de un 45% a un 70%, ya que el coeficiente sísmico tiene un valor mayor a diferencia del que se mostraba para esta sección anteriormente.

Los desplazamientos en esta categoría comienzan a hacerse notar, de igual forma hay que tener cuidado puesto que aquí hay que cuidar los estados límites de servicio y los estados límite de falla por igual cabe destacar que habrá secciones que nos haga llegar a optimizar el ratio del estado límite de falla, pero al lograr esa optimización, en el estado límite de servicio ya no se está cumpliendo con la norma.

Para la obtención del momento último de la sección, en este apartado hay un caso en particular con los marcos que tienen un claro de 15 y 16 metros, la combinación numero dos manda para a columna y rodilla.

Los marcos por cuidar son los que se encuentran en un rango que va de los 27 metros a los 15 metros, a estos marcos les afecta un poco más la fuerza por sismo.



Grafica 5 Resultados de marcos con claro de 15m a 60m con una altura de 10 m y un C=0.45

4.5 Marcos con coeficiente sísmico $C=0.45$ y altura $h=12.00$ m

Los marcos que se encuentran en esta categoría, se ha observado que se pueden optimizar en la mayoría de ellos de un 55% a un 80% para columna y rodilla, para el caso del cabezal se logra optimizar de un 45% a un 70%, ya que el coeficiente sísmico tiene un valor mayor a diferencia del que se mostraba para esta sección anteriormente.

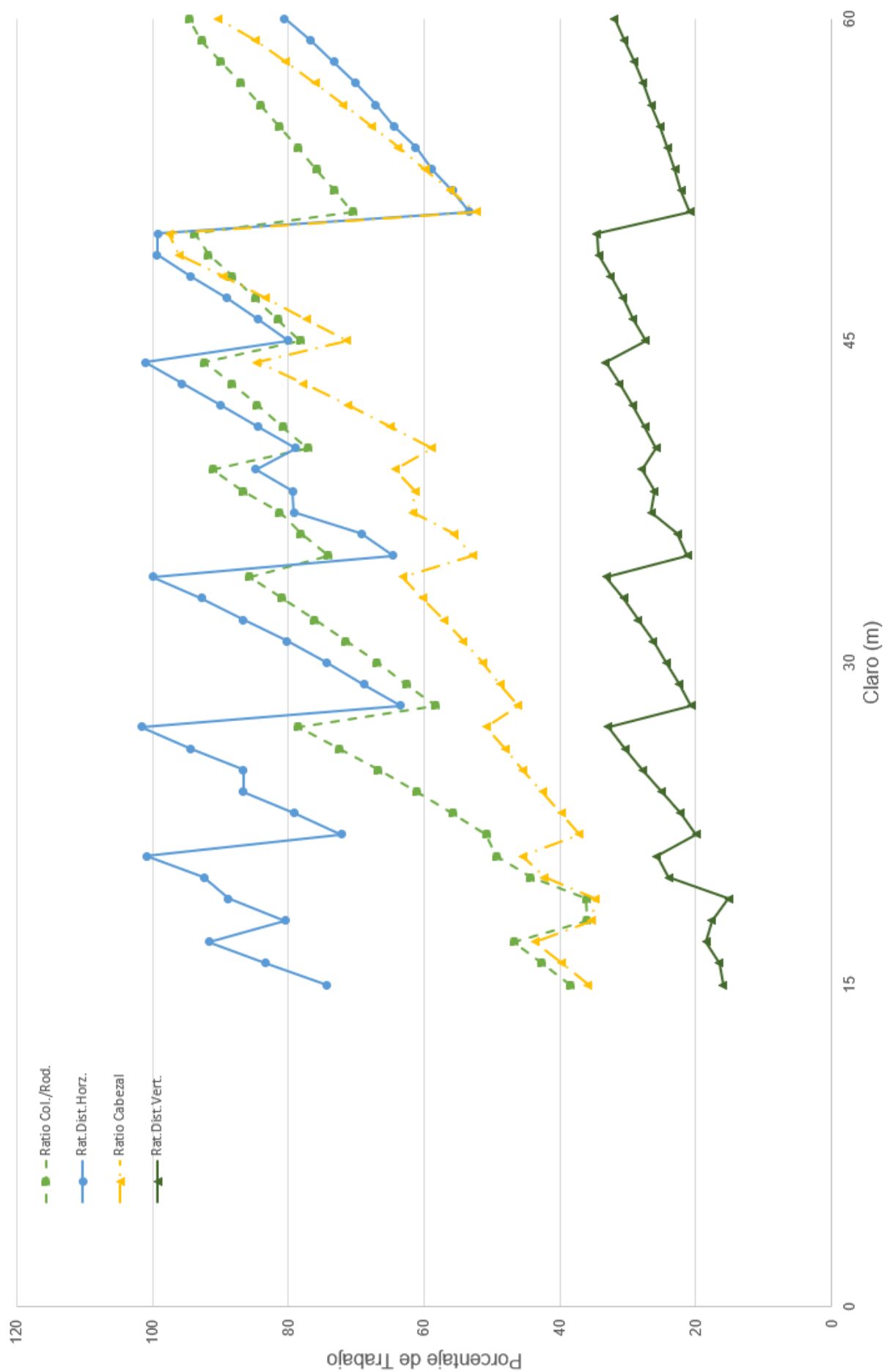
Los desplazamientos en esta categoría comienzan a hacerse notar, de igual forma hay que tener cuidado puesto que aquí hay que cuidar los estados límites de servicio y los estados límite de falla, en esta sección los marcos por cuidar son los que se encuentran en un rango que va de los 21 metros a los 15 metros, a estos marcos les afecta un más la fuerza por sismo.

En esta sección, los ratios de distorsión horizontal son mayores que los ratios por parte del estado límite de falla.

Por eso mismo es recomendable comenzar a diseñar inclinándose un poco más para satisfacer el estado límite de servicio.

Cabe destacar que habrá secciones que nos haga llegar a optimizar el ratio del estado límite de falla, pero al lograr esa optimización, en el estado límite de servicio ya no se está cumpliendo con la norma.

Grafica de marcos de h=12 y C=0.45



Grafica 6 Resultados de marcos con claro de 15m a 60m con una altura de 12 m y un C=0.45

4.6 Marcos con coeficiente sísmico $C=0.75$ y altura $h=9.00$ m

Los marcos que se encuentran en esta categoría, se ha observado que se pueden optimizar en la mayoría de ellos de un 55% a un 80% para columna y rodilla, para el caso del cabezal se logra optimizar de un 45% a un 70%, en este caso el coeficiente es mayor, a diferencia de los mostrados anteriormente.

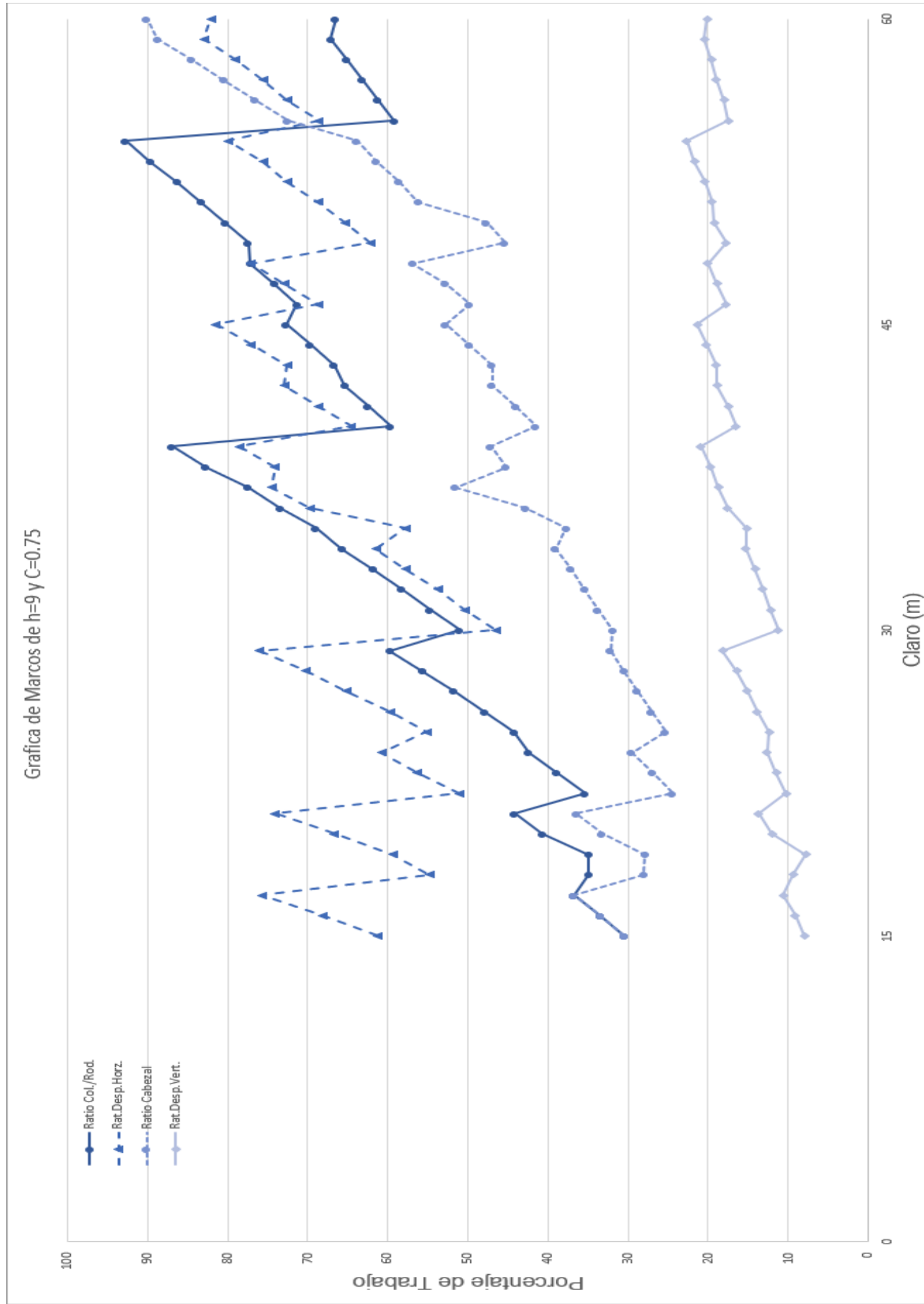
Los desplazamientos en esta categoría son más notorios, hay que cuidar más los estados límite de servicio puesto que la fuerza sísmica es mayor y los desplazamientos se hacen notar visiblemente.

Los marcos por cuidar son los que se encuentran en un rango que va de los 29 metros a los 15 metros, a estos marcos les afecta un poco más la fuerza por sismo.

En este apartado la combinación numero dos es la que más resalta para la obtención del momento último del cabezal de la sección, eso aplica para los marcos con claros que van de los 49 m a los 40 m. Por otro lado, la misma combinación domina para determinar el momento último de la sección del cabezal en marcos con claros que va de los 24 m a los 15 m.

Para columna y rodilla la combinación numero dos aplica para marcos que tienen de claro 21 m a 15 m.

En este tipo de casos se debe diseñar una estructura que se enfoque poco más en cuidar el estado límite de servicio, puesto que los desplazamientos son muy notorios, debido a la fuerza que se le aplica.



Grafica 7 Resultados de marcos con claro de 15m a 60m con una altura de 9 m y un $C=0.75$

4.7 Marcos con coeficiente sísmico $C=0.75$ y altura $h=10.00$ m

Los marcos que se encuentran en esta categoría, se ha observado que es complejo que se puedan optimizar, debido a que el coeficiente sísmico es mayor que en los casos anteriores por esa misma razón es que hay que cuidar a los marcos con claros que va de los 36 m a los 15 m.

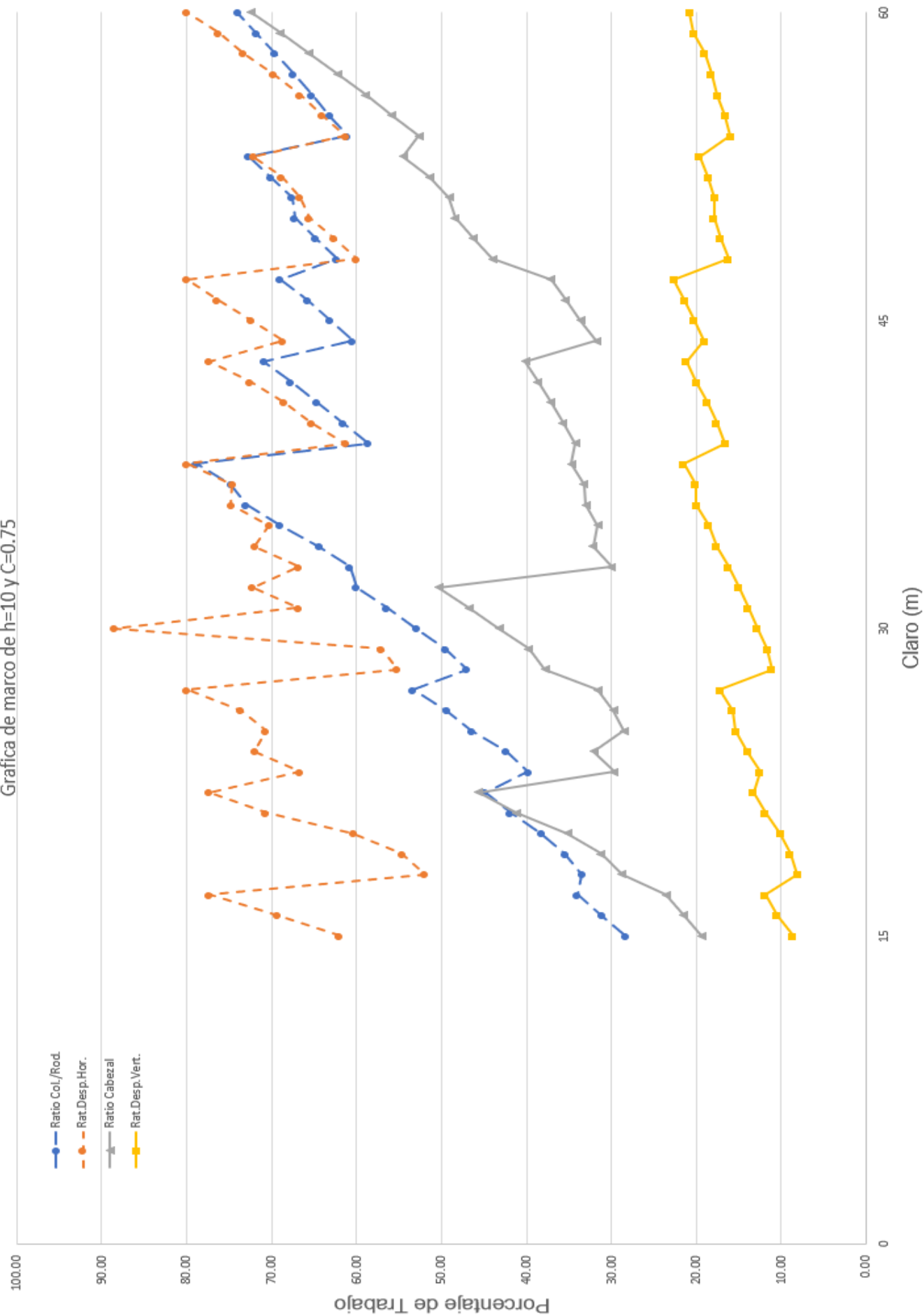
Los desplazamientos en esta categoría son más notorios, en este apartado debemos de cuidar más lo estados límite de servicio puesto que la fuerza sísmica es mayor y los desplazamientos se hacen notar visiblemente.

En esta sección hay casos en los que la combinación numero dos manda en la mayoría de ellas, para determinar el momento último de la sección, tal es el caso de los marcos con un claro que va de los 52 m a los 44 m y de los 34 m a los 29 m.

En estos rangos la combinación numero dos es la que manda para obtener el momento ultimo solamente en el elemento del cabezal. Otro caso en el cual sucede algo similar es en los marcos con un claro que va de los 24 m a los 18m, en este rango la combinación numero dos es la que manda para obtener el momento último en las secciones columna, rodilla y cabezal.

En los marcos que tienen un claro más pequeño tal es el caso de 17 m, 16 m, y 15 m, en estos tres últimos solamente la combinación numero dos manda para obtener el momento último de los elementos estructurales columna y rodilla.

Grafica de marco de h=10 y C=0.75



Grafica 8 Resultados de marcos con claro de 15m a 60m con una altura de 10 m y un C=0.75

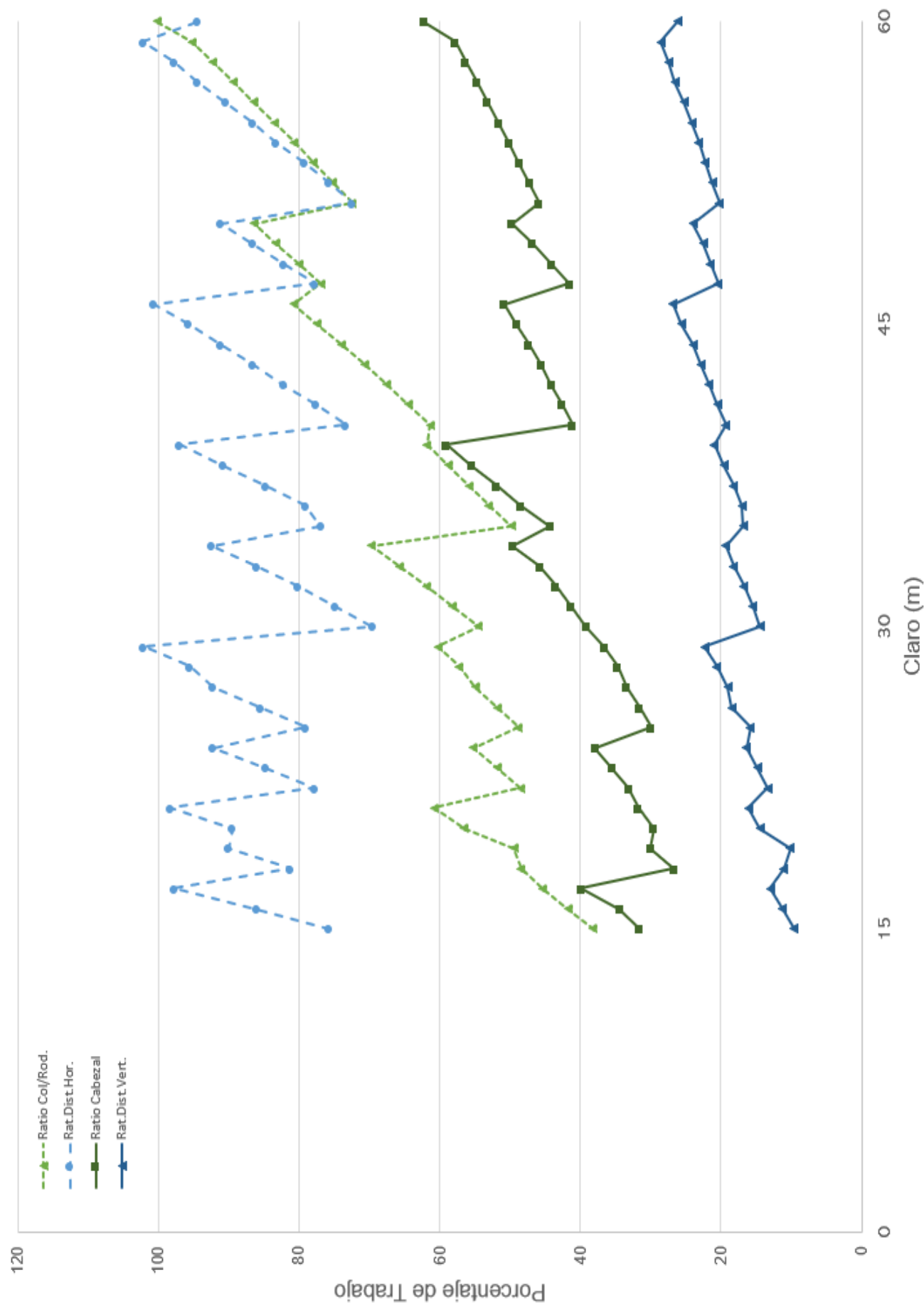
4.8 Marcos con coeficiente sísmico $C=0.75$ y altura $h=12.00$ m

Al igual que los otros casos, en este apartado, los marcos no logran optimizarse positivamente, ya que los desplazamientos son demasiado notorios y en los resultados son los que se hacen notar por encima del ratio de las secciones por el estado límite de falla.

En este caso en particular, la combinación número dos en la mayoría de los marcos manda para obtener el momento último de los elementos estructurales del cabezal.

En los marcos que tienen un claro que va de los 28m a los 20m la combinación numero dos domina para obtener el momento último de los elementos estructurales columna y rodilla. Mientras que para marcos con un claro que va de los 19m a los 15m la combinación numero dos manda para obtener el momento último en los elementos estructurales columna, rodilla y cabezal.

Graficos de Marcos con C=0.75 y h=12m



Grafica 9 Resultados de marcos con claro de 15m a 60m con una altura de 12 m y un C=0.75

Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones

Con base en toda la información recopilada y presentada en este documento, se llegó a la conclusión de que los marcos que se manejaban anteriormente pueden hacerse más compactos e incluso secciones de menor tamaño, con diferentes propiedades geométricas y dimensiones, siempre y cuando cumplan con las normas mencionadas en este documento y sin olvidar que deben cumplir rigurosamente con los estados límites de falla y los estados límites de servicio.

Durante el análisis se observó que con los marcos que son menores de 20 metros de claro y teniendo una altura de 9 metros, 10 metros y 12 metros, se tiene que cuidar el estado límite de servicio. De igual forma para coeficientes sísmicos mayores de 0.45 ya no se cuida el estado límite de falla, si no se debe de inclinarse un poco más por cuidar el estado límites de servicio, en estos casos las distorsiones son mayores que los ratios del estado límite de falla, es por eso que no se optimizan las secciones como se tiene pensado. Cuando se optimiza en el estado límite de falla, en el estado límite de servicio no funciona igual.

De igual forma se observó que, cuando se hace el cambio del parámetro de coeficiente sísmico ($C=0.75$) en la mayoría de los marcos, ya no manda la combinación número uno, si no que ahora manda la combinación número dos, y esta última manda para determinar el momento último de los elementos estructurales que componen a el marco estructural (Columna, rodilla y cabezal). Se llegó a observar que empleando un coeficiente sísmico mayor los marcos ya no serán ligeros, si no que ahora serán pesados para lograr así una resistencia a la fuerza sísmica que se encuentra presente.

Durante el proceso iterativo, se observó que el elemento estructural que una al cabezal y a la columna (rodilla) en cuanto mayor sea su longitud, menor será el desplazamiento que el marco pueda presentar, esto aplica para cualquier clase de coeficiente sísmico, cualquier claro y cualquiera altura. Para casos en los que se tenga un coeficiente mayor a los que en este documento se mostraron y teniendo un claro que supere los 45 metros se recomienda una rodilla con una longitud de 9 metros de longitud.

Dentro de las observaciones, cabe mencionar que los marcos con coeficiente sísmico $C=0.30$ y $C=0.45$ las distorsiones no son tan reflejadas como cuando se tiene un coeficiente sísmico $c=0.75$ o mayor.

Los marcos que hacen notar su desplazamiento más que los otros, son los marcos que tienen un claro que va de los 28 m a los 15 m, esto aplica para alturas de 10 metros, y 12 metros y con un coeficiente sísmico de $C=0.30$ y $C=0.45$. Para los marcos con altura de 9 metros es menos la diferencia, pero en estos la combinación numero dos se hace notar más en columna, rodilla y cabezal para marcos que tienen un claro que va de los 20 m a los 15 m.

De acuerdo con las normas correspondientes podemos deducir que los datos a resaltar en este análisis son los ratios que tienen cada elemento al aplicarle un conjunto de cargas y las distorsiones que presentan estos elementos.

Es importante destacar que el comportamiento del ratio también puede estar influenciado por otros factores, como las propiedades del material del elemento, la geometría de la sección transversal, las condiciones de apoyo y las consideraciones de estabilidad. Además, las condiciones y normas de diseño estructural suelen establecer criterios y límites, con el fin de garantizar la seguridad y el rendimiento estructural adecuado de la columna.

De igual forma es importante considerar y controlar las distorsiones horizontales en el diseño de las columnas, especialmente en estructuras sensibles a movimientos laterales, como edificios altos, naves industriales o estructuras sujetas a cargas sísmicas o de viento. Estas distorsiones pueden afectar la estabilidad y la integridad estructural, así como causar molestias a los ocupantes y daños a los elementos adyacentes.

Capítulo 6. Anexos



ESTRUCTURAS SOLANA®
solana.mx

ESTRUCTURACIÓN SISTEMA SOLANA

Los pórticos, columnas y trabes SOLANA® incluidas están hechas de placa de acero de alta resistencia $f_y=2530 \text{ kg/cm}^2$ dobladas y soldadas para atornillarse en campo, galvanizadas o pintadas con esmalte alquídico o epóxico, según los requerimientos del cliente, con un espesor mínimo de 2 milésimas en capa seca de primer y 2 milésimas de esmalte.

La soldadura se realiza con electrodo E-7018 y los tornillos que se utilizan para conectar las diferentes piezas son de grado 50. Este tipo de conexión garantiza la transmisión de fuerzas de al menos 1.25 veces de los elementos mecánicos para ser considerado un marco rígido.

Para que el sistema SOLANA® funcione de manera óptima, la estructura principal se diseña con articulaciones en las columnas, para que los pórticos disipen las cargas del viento, sismo y otras combinaciones en su propia masa y las zapatas solamente reciban las cargas muertas. Así las zapatas pueden fabricarse en medidas favorables para su envío en remolques convencionales para las carreteras mexicanas o contenedores portuarios.

En la cubierta y fachadas se colocan largueros de lámina galvanizada rolada en frío en sección zeta calibre 14 de diferentes peraltes, 8 pulgadas (200 mm), 10 pulgadas (250 mm) o 12 pulgadas (300mm). siguiendo las especificaciones de las normas AISI 1980 ediciones y regulaciones ASTM A-525. Estos elementos también son fabricados en las plantas industriales del grupo.

Los cálculos, diseño, materiales, soldadura, conexiones atornilladas, etc. Están consideradas en relación a las regulaciones y especificaciones de México y normas específicas de la construcción en acero con las normas del Instituto Mexicano de la Construcción en Acero (IMCA) y el American Institute Steel Construction (AISC, por sus siglas en ingles), considerando las condiciones particulares del sitio de construcción.



Ilustración 1, 3D de pórtico tipo, claro sin columnas intermedias.

Los materiales considerados de acuerdo con las normas ASTM o NOM son los siguientes:

Acero estructural

ASTM A-36

NOM B-254

Tornillos de alta resistencia

ASTM A-325 o SAE 5

Soldadura

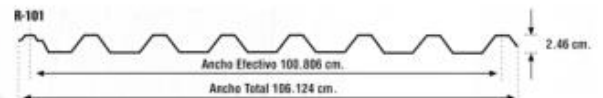
E-70XX



LAMINA PINTASOL CAL. 26



Lamina_Pintasol_Cal_26	
Lamina Pintasol Cal. 26 Lamina Blanca con recubrimiento de poliester	
Building Element:	ROOF
Values given per:	Unit Area (m²)
Cost per Unit:	186.83
Greenhouse Gas Emision (kg):	1
Initial Embodied Energy (Wh):	9
Annual Maintenance Energy (Wh):	0
Annual Maintenance Costs:	20
Expected Life (yrs):	50
External Reference 1:	0
External Reference 2:	0
LCAid Reference:	0
U-Value (m2.K/W):	0.178
Admittance (m2.K/W):	0.180
Solar Absorption (0-1):	0.265882
Visible Transmittance (0-1):	0
Thermal Decrement (0-1):	0.99
Thermal Lag (hrs):	0
[SBEM] CM 1:	0
[SBEM] CM 2:	0
Thickness (m):	0.001
Weight (kg):	7.800
	Internal External
Colour (Reflect.):	(R:0.816) (R:0.816)
Emissivity:	0.9 0.88
Specularity:	0 0
Roughness:	0.24 0.05
Set as Default Undo Changes	



Descripción

Larguero tipo "Z".

Uso

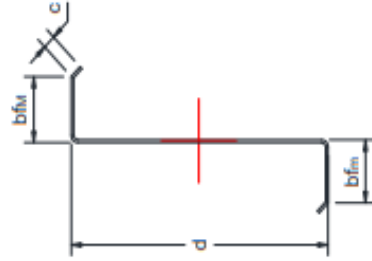
Cubiertas y faldones.

Tipo de acero

ASTM A653

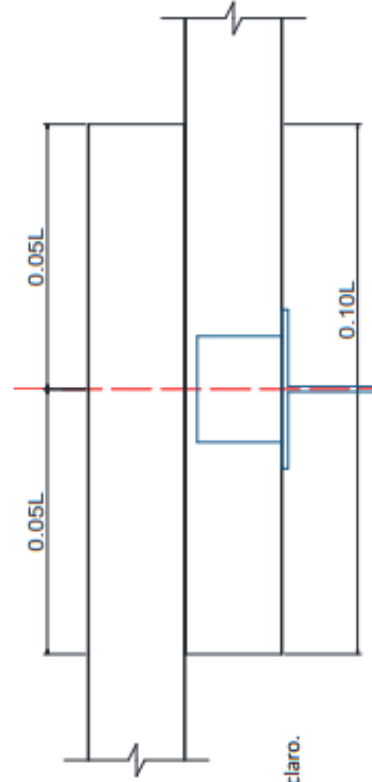
Acabado

Galvanizado G90.



Traslape

10% de la longitud del claro.



Perfiles y propiedades

Sección	Peso Aprox. kg/m	Espesor		Peralte <i>d</i> mm	Patin Mayor <i>bfM</i> mm	Patin Menor <i>bfm</i> mm	Ceja <i>c</i> mm	Propiedades en Eje X-X				Propiedades en Eje Y-Y				Torsión		
		cal.	pulg.	t mm				<i>I_x</i> cm ⁴	<i>S_x</i> cm ³	<i>r_x</i> cm ²	<i>I_y</i> cm ⁴	<i>S_y</i> cm ³	<i>r_y</i> cm ²	<i>J</i> cm ⁴	<i>C_w</i> cm ⁶			
8 MT 14	4.69	14	0.0748	1.90	206	47	45	348.23	33.64	7.64	19.01	4.11	1.78	0.0719	1980			
8 MT 12	6.50	12	0.1047	2.66	206	47	45	477.42	46.12	7.59	25.11	5.47	1.74	0.1953	2595			
10 MT 14	6.12	14	0.0748	1.90	256	69	64	729.73	56.59	9.67	55.29	8.07	2.66	0.0938	8925			
10 MT 12	8.51	12	0.1047	2.66	256	69	64	1,005.44	77.97	9.63	74.27	10.90	2.62	0.2556	11916			
12 MT 14	7.02	14	0.0748	1.90	305	75	70	1,161.31	75.36	11.40	69.46	9.49	2.79	0.1075	15954			
12 MT 12	9.76	12	0.1047	2.66	305	75	70	1,603.16	104.02	11.36	93.58	12.86	2.74	0.2932	21386			
14 MT 12	11.47	12	0.1047	2.66	350	95	90	2,538.39	143.75	13.18	176.91	19.07	3.48	0.3447	53357			
14 MT 10	14.67	10	0.1346	3.42	350	95	90	3,224.58	182.61	13.14	220.30	23.85	3.43	0.7285	66156			
16 MT 12	12.52	12	0.1047	2.66	400	95	90	3,498.58	173.49	14.81	176.92	19.06	3.33	0.3760	69831			
16 MT 10	16.01	10	0.1346	3.42	400	95	90	4,448.32	220.58	14.77	220.33	23.83	3.29	0.7951	86633			

* La información del presente catálogo corresponde a los valores teóricos de la sección. El empleo de los mismos es responsabilidad del usuario y Estructuras Metálicas de Puebla, S.A. de C.V. no se hace responsable de cualquier consecuencia derivada del mismo.

* El traslape indicado es el mínimo recomendado. La longitud final deberá ser revisada por el ingeniero calculista responsable del proyecto en cuestión.

* Los perfiles sombreados son pedido especial. Se deberán de revisar los tiempos de entrega al momento de la contratación.

* Se presentan medidas nominales de la sección, la geometría final puede variar.

Clase 6x19

BOA

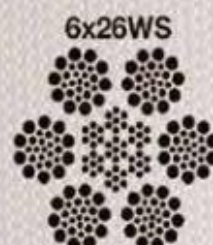
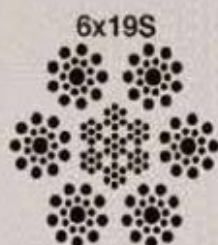
negro

Alma de acero

BARRACUDA

galvanizado

Uso General



Diámetro Pulg	MM	Peso Kg/m	Resistencia a la Ruptura					
			Arado Mejorado / IPS lbs	Ton	Arado Extra Mejorado / EIP lbs	Ton	Arado Extra Extra Mejorado / EEIP lbs	Ton
1/4	6.35	0.18	5,890	2.7	6,790	3.1	-	-
5/16	7.94	0.27	9,150	4.1	10,540	4.8	-	-
3/8	9.53	0.39	13,120	6.0	15,100	6.9	16,590	7.5
7/16	11.1	0.50	17,780	8.1	20,380	9.2	22,380	10.2
1/2	13	0.68	23,000	10.4	26,600	12.1	29,200	13.2
9/16	14.5	0.88	29,000	13.2	33,600	15.2	37,000	16.8
5/8	16	1.07	35,800	16.2	41,200	18.7	45,400	20.6
3/4	19	1.55	51,200	23.2	58,800	26.7	64,800	29.4
7/8	22	2.11	69,200	31.4	79,600	36.1	87,600	39.7
1	26	2.75	89,800	40.7	103,400	46.9	113,800	51.6
1 1/8	29	3.48	113,000	51.3	130,000	59.0	143,000	64.9
1 1/4	32	4.30	138,800	63.0	159,800	72.5	175,800	79.8
1 3/8	35	5.21	167,000	75.7	192,000	87.1	-	-
1 1/2	38	6.19	197,800	89.7	228,000	103.0	-	-
1 5/8	42	7.26	230,000	104.0	264,000	120.0	-	-
1 3/4	45	8.44	266,000	121.0	306,000	139.0	-	-
1 7/8	48	9.67	304,000	138.0	348,000	158.0	-	-
2	52	11.0	344,000	156.0	396,000	180.0	-	-

Sólo cable negro

Normas de Referencia: ASTM-A-1023; API Spec 9A; EN12385-4 //
Toneladas Métricas

Peso de materiales	kg/m ²
CELOSIA	3.5
TIRANTE	2.5
TORNAPUNTA	3
GUIA DE MURO POR ML	15
lamina pintasol cal.24	5.4
lamina pintasol cal.26	4.65
Lamina R90 cal 24	6.02
Lamina R90 cal 26	5.21
lamina Multipanel 1" cal. 26/26	10.6
Lamina KR18 cal.22	8.32
Lamina KR18 cal.26	5.13
Durock 1/2"	15
lamina Multipanel 2" cal. 26/26	11
Lamina econopanel 2"	8
Lamina KR18 cal.24	6
lamina Multipanel 1.5" cal. 26/26	11.15
Soporte de muro	9.5
Peso de escalera por metro de altura	200
Peso de escalera marina por metro de altura	35
Strut (10 mL) (51)	335

H= 4 60 KG

Tabla 7 Tabla de Pesos de materiales EMPESA realizada por la Arq. Arely Trujillo

6.1 RAM Advanse

RAM Advanse es un software utilizado en la industria de la construcción y la ingeniería civil para el diseño y análisis de estructuras de hormigón, acero y mampostería. A continuación, se presenta una ficha técnica con información relevante acerca de este software:

Nombre del software: RAM Advanse

Desarrollador: Bentley Systems, Incorporated

Última versión: 14.06.01.00

Lanzamiento inicial: 1984

Sistemas operativos compatibles: Windows 10, Windows 8, Windows 7

Idiomas disponibles: inglés, francés, español, alemán, italiano, chino, japonés, coreano y portugués

Licencia: Propietaria

Funciones principales:

- Diseño y análisis de estructuras de hormigón, acero y mampostería
- Modelado tridimensional de estructuras complejas
- Análisis de carga sísmica y viento
- Generación de planos y especificaciones técnicas
- Integración con otros programas de diseño y análisis estructural
- Cálculo de elementos estructurales según los códigos de diseño internacional
- Optimización de la estructura para reducir el consumo de materiales
- Análisis de deformaciones y esfuerzos
- Evaluación de la estabilidad de la estructura
- Generación de informes técnicos detallados

Requisitos mínimos del sistema:

Procesador Intel o AMD de doble núcleo a 2 GHz o superior

4 GB de memoria RAM

1 GB de espacio libre en disco duro

Tarjeta de video compatible con OpenGL

Es importante destacar que esta ficha técnica puede estar sujeta a cambios en versiones futuras del software y que se recomienda verificar los requisitos del sistema y las funciones específicas de la versión actual antes de su instalación.

Limitaciones

Disponibilidad de datos y materiales: El software de ingeniería depende de la disponibilidad y precisión de los datos de entrada como es la ductilidad que tiene un material.

Licencias y costos: Dependiendo del software y su versión, es posible que RAM Advanse 9.5 tenga ciertas limitaciones relacionadas con las licencias y costos asociados. Esto puede incluir limitaciones en el número de usuarios o en la duración de la licencia, lo cual puede afectar la accesibilidad y el uso del software.

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
15	30x41x6 1/4x1/4	30x41x6 1/4x1/4	10.69	28.30	37.77	4.67	9.34	0.0104	69.19	10.73	28.30	37.92	0.063	1.24	6.25	19.84
16	30x41x6 1/4x1/4	30x41x6 1/4x1/4	12.40	28.30	43.82	5.14	10.28	0.0114	76.15	12.40	28.30	43.82	0.067	1.60	6.67	24.00
17	30x41x6 1/4x1/4	30x41x6 1/4x1/4	14.27	28.30	50.42	5.81	11.62	0.0129	86.07	14.27	28.30	50.42	0.071	1.94	7.08	27.39
18	35x62x6 8x3/16	35x46x6 8x3/16	18.56	34.80	53.33	3.23	6.46	0.0072	47.85	10.32	24.20	42.64	0.075	1.40	7.50	18.67
19	35x62x6 8x3/16	35x46x6 8x3/16	19.24	34.80	55.29	3.52	7.04	0.0078	52.15	10.39	24.20	42.93	0.079	1.30	7.92	16.42
20	35x62x6 8x3/16	35x46x6 8x3/16	23.26	34.80	66.84	3.98	7.96	0.0088	58.96	12.22	24.20	50.50	0.083	2	8.33	24.00
21	35x62x6 8x3/16	35x46x6 8x3/16	26.17	34.80	75.20	4.44	8.88	0.0099	65.78	13.41	24.20	55.41	0.088	2.40	8.75	27.43
22	35x77x6 3/16x1/4	35x62x6 3/16x3/16	29.47	58.00	50.81	2.5	5.00	0.0056	37.04	14.39	35.60	40.42	0.092	1.5	9.17	16.36
23	35x77x6 3/16x1/4	35x62x6 3/16x3/16	32.47	58.00	55.98	2.66	5.32	0.0059	39.41	15.49	35.60	43.51	0.096	1.7	9.58	17.74
24	35x77x6 3/16x1/4	35x62x6 3/16x3/16	35.44	58.00	61.10	2.88	5.76	0.0064	42.67	16.48	35.60	46.29	0.100	2	10.00	20.00
25	35x77x6 3/16x1/4	35x62x6 3/16x3/16	36.91	58.00	63.64	2.84	5.68	0.0063	42.07	16.3	35.60	45.79	0.104	2.02	10.42	19.39

Tabla 8 Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, C=0.30 y altura de 9m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
26	35x77x6 3/16x1/4	35x62x6 3/16x3/16	40.06	58.00	69.07	3.10	6.2	0.0069	45.93	17.39	35.60	48.85	0.108	2.32	10.83	21.42
27	35x77x6 3/16x1/4	35x62x6 3/16x3/16	43.3	58.00	74.66	3.36	6.72	0.0075	49.78	18.48	35.60	51.91	0.113	2.50	11.25	22.22
28	35x77x6 3/16x1/4	35x62x6 3/16x3/16	46.63	58.00	80.40	3.64	7.28	0.0081	53.93	19.53	35.60	54.86	0.117	3	11.67	25.71
29	35x77x6 3/16x1/4	35x62x6 3/16x3/16	50.04	58.00	86.28	3.96	7.92	0.0088	58.67	20.58	35.60	57.81	0.121	3.4	12.08	28.14
30	35x92x6 3/16x1/4	35x62x6 8x3/16	56.34	70.60	79.80	3.30	6.60	0.0073	48.89	17.86	34.80	51.32	0.125	3	12.50	24.00
31	35x92x6 3/16x1/4	35x62x6 8x3/16	60.32	70.60	85.44	3.61	7.22	0.0080	53.48	19.02	34.80	54.66	0.129	3.3	12.92	25.55
32	35x92x6 3/16x1/4	35x62x6 8x3/16	64.10	70.60	90.79	3.92	7.84	0.0087	58.07	20.00	34.80	57.47	0.133	3.7	13.33	27.75
33	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 3/16x1/4	69.32	89.90	77.11	3.48	6.96	0.0077	51.56	21.63	44.60	48.50	0.138	3.42	13.75	24.87
34	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 3/16x1/4	73.49	89.90	81.75	3.73	7.46	0.0083	55.26	22.84	44.60	51.21	0.142	3.82	14.17	26.96
35	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 3/16x1/4	77.46	89.90	86.16	3.41	6.82	0.0076	50.52	21.34	44.60	47.85	0.146	3.81	14.58	26.13
36	35x122x6 1/4x5/16	35x92x6 1/4x1/4	81.85	125.50	65.22	2.10	4.2	0.0047	31.11	29.70	77.30	38.42	0.150	2.44	15.00	16.27
37	35x122x6 1/4x5/16	35x92x6 1/4x1/4	86.24	125.50	68.72	2.25	4.50	0.0050	33.33	30.97	77.30	40.06	0.154	2.7	15.42	17.51

Tabla 9 Continuación de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, C=0.30 y altura de 9m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
38	35x122x6 1/4x5/16	35x92x6 1/4x1/4	92.15	125.50	73.43	2.26	4.52	0.0050	33.48	31.21	77.30	40.38	0.158	2.90	15.83	18.32
39	35x122x6 1/4x5/16	35x92x6 1/4x1/4	96.9	125.50	77.21	2.41	4.82	0.0054	35.70	32.54	77.30	42.10	0.163	3.14	16.25	19.32
40	35x122x6 1/4x5/16	35x92x6 1/4x1/4	101.69	125.50	81.03	2.80	5.60	0.0062	41.48	28.75	57.00	50.44	0.167	3.44	16.67	20.64
41	35x122x6 1/4x5/16	35x92x6 1/4x1/4	106.54	125.50	84.89	2.74	5.48	0.0061	40.59	34.98	77.30	45.25	0.171	3.71	17.08	21.72
42	35x122x6 1/4x5/16	35x92x6 1/4x1/4	111.64	125.50	88.96	2.9	5.8	0.0064	42.96	36.56	77.30	47.30	0.175	4.04	17.50	23.09
43	35x122x6 1/4x5/16	35x92x6 1/4x1/4	114.06	125.50	90.88	2.9	5.8	0.0064	42.96	36.51	77.30	47.23	0.179	4.2	17.92	23.44
44	35x122x6 1/4x5/16	35x92x6 1/4x1/4	119.29	125.50	95.05	3.07	6.14	0.0068	45.48	38.11	77.30	49.30	0.183	4.53	18.33	24.71
45	35x122x6 1/4x5/16	35x92x6 1/4x1/4	124.52	125.50	99.22	3.30	6.60	0.0073	48.89	39.54	77.30	51.15	0.188	5	18.75	26.67
46	35x123x6 5/16x3/8	35x92x6 1/4x1/4	132.79	156.20	85.01	3.1	6.2	0.0069	45.93	39.95	77.30	51.68	0.192	4.63	19.17	24.16
47	35x123x6 5/16x3/8	35x92x6 1/4x1/4	138.11	156.20	88.42	3.28	6.56	0.0073	48.59	43.1	77.30	55.76	0.196	5	19.58	25.53
48	35x123x6 5/16x3/8	35x92x6 1/4x1/4	143.76	156.20	92.04	3.47	6.94	0.0077	51.41	46.66	77.30	60.36	0.200	5.4	20.00	27.00
49	35x123x6 5/16x3/8	35x92x6 1/4x1/4	149.39	156.20	95.64	3.66	7.32	0.0081	54.22	50.19	77.30	64.93	0.204	5.8	20.42	28.41

Tabla 10 Continuación de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, C=0.30 y altura de 9m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	y _{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (y _{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
50	35x123x6 5/16x3/8	35x92x6 1/4x1/4	154.8	156.20	99.10	3.86	7.72	0.0086	57.19	53.54	77.30	69.26	0.208	6.2	20.83	29.76
51	40x153x6 5/16x5/16	35x92x6 1/4x1/4	165.74	193.70	85.57	3.28	6.56	0.0073	48.59	62.55	77.30	80.92	0.213	5.1	21.25	24.00
52	40x153x6 5/16x5/16	35x92x6 1/4x1/4	171.47	193.70	88.52	3.50	7	0.0078	51.85	66.17	77.30	85.60	0.217	5.41	21.67	24.97
53	40x153x6 5/16x5/16	35x92x6 1/4x1/4	177.83	193.70	91.81	3.67	7.34	0.0082	54.37	70.56	77.30	91.28	0.221	5.9	22.08	26.72
54	40x153x6 5/16x5/16	35x92x6 1/4x1/4	183.78	193.70	94.88	3.89	7.78	0.0086	57.63	74.43	77.30	96.29	0.225	6.3	22.50	28.00
55	40x153x6 5/16x3/8	35x92x6 1/4x5/16	192.27	217.90	88.24	3.63	7.26	0.0081	53.78	79.2	89.90	88.10	0.229	6.11	22.92	26.66
56	40x153x6 5/16x3/8	35x92x6 1/4x5/16	198.75	217.90	91.21	3.85	7.70	0.0086	57.04	83.55	89.90	92.94	0.233	6.53	23.33	27.99
57	40x153x6 5/16x3/8	35x92x6 1/4x5/16	205.16	217.90	94.15	4.06	8.12	0.0090	60.15	87.91	89.90	97.79	0.238	7	23.75	29.47
58	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	207.95	239.20	86.94	3.14	6.28	0.0070	46.52	86.84	108.50	80.04	0.242	6	24.17	24.83
59	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	214.58	239.20	89.71	3.30	6.6	0.0073	48.89	91.44	108.50	84.28	0.246	6.23	24.58	25.34
60	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	212.98	239.20	89.04	3.30	6.6	0.0073	48.89	93.08	108.50	85.79	0.250	6.2	25.00	24.80

Tabla 11 Final de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, C=0.30 y altura de 9m

En las tablas que se mostraron anteriormente, se observa los resultados de cada marco únicamente empleando los siguientes parámetros: Claro de 15 metros a 60 metros, coeficiente sísmico de C=0.30 y una altura de 9 metros. En ellas observamos, momento resistente de la sección, momento último, desplazamiento horizontales, y desplazamientos verticales, respecto a los elementos estructurales que son: columna, rodilla y cabezal.

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
15.00	35x46x6 1/4x5/16	35x46x6 1/4x5/16	11.95	42.30	28.25	4.20	8.40	0.0093	62.22	11.95	42.30	28.25	0.063	0.78	6.25	12.48
16.00	35x46x6 1/4x5/16	35x46x6 1/4x5/16	13.24	42.30	31.30	4.60	9.20	0.0102	68.15	13.24	42.30	31.30	0.067	1.00	6.67	15.00
17.00	35x46x6 1/4x5/16	35x46x6 1/4x5/16	14.72	42.30	34.80	5.20	10.40	0.0116	77.04	14.72	42.30	34.80	0.071	1.23	7.08	17.36
18.00	35x62x6 1/4x1/4	35x46x6 8x3/16	19.86	52.60	37.76	3.80	7.60	0.0084	56.30	8.96	24.20	37.02	0.075	1.14	7.50	15.20
19.00	35x62x6 1/4x1/4	35x46x6 8x3/16	20.41	52.60	38.80	4.20	8.40	0.0093	62.22	9.03	24.20	37.31	0.079	1.10	7.92	13.89
20.00	35x62x6 1/4x1/4	35x46x6 8x3/16	24.72	52.60	47.00	4.70	9.40	0.0104	69.63	10.65	24.20	44.01	0.083	1.64	8.33	19.68
21.00	35x62x6 1/4x1/4	35x46x6 8x3/16	27.73	52.60	52.72	5.30	10.60	0.0118	78.52	11.73	24.20	48.47	0.088	2.00	8.75	22.86
22.00	35x77x6 3/16x1/4	35x62x6 3/16x3/16	29.47	58.00	50.81	3.51	7.02	0.0078	52.00	14.39	35.60	40.42	0.092	1.5	9.17	16.36
23.00	35x77x6 3/16x1/4	35x62x6 3/16x3/16	32.47	58.00	55.98	3.8	7.60	0.0084	56.30	15.49	35.60	43.51	0.096	1.7	9.58	17.74
24.00	35x77x6 3/16x1/4	35x62x6 3/16x3/16	35.44	58.00	61.10	4.1	8.20	0.0091	60.74	16.48	35.60	46.29	0.100	2	10.00	20.00

Tabla 12 Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, C=0.45 y altura a rodilla de 9m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
25.00	35x77x6 3/16x1/4	35x62x6 3/16x3/16	36.91	58.00	63.64	4.00	8.00	0.0089	59.26	16.3	35.60	45.79	0.104	2.02	10.42	19.39
26.00	35x77x6 3/16x1/4	35x62x6 3/16x3/16	40.06	58.00	69.07	4.30	8.60	0.0096	63.70	17.39	35.60	48.85	0.108	2.32	10.83	21.42
27.00	35x77x6 3/16x1/4	35x62x6 3/16x3/16	43.3	58.00	74.66	4.7	9.40	0.0104	69.63	18.48	35.60	51.91	0.113	2.64	11.25	23.47
28.00	35x77x6 3/16x1/4	35x62x6 3/16x3/16	46.63	58.00	80.40	5.03	10.06	0.0112	74.52	19.53	35.60	54.86	0.117	3	11.67	25.71
29.00	35x77x6 3/16x1/4	35x62x6 3/16x3/16	50.04	58.00	86.28	5.44	10.88	0.0121	80.59	20.58	35.60	57.81	0.121	3.4	12.08	28.14
30.00	35x92x6 3/16x1/4	35x62x6 8x3/16	56.34	70.60	79.80	4.54	9.08	0.0101	67.26	17.86	34.80	51.32	0.125	2.91	12.50	23.28
31.00	35x92x6 3/16x1/4	35x62x6 8x3/16	60.32	70.60	85.44	4.94	9.88	0.0110	73.19	19.02	34.80	54.66	0.129	3.3	12.92	25.55
32.00	35x92x6 3/16x1/4	35x62x6 8x3/16	64.10	70.60	90.79	5.33	10.66	0.0118	78.96	20.00	34.80	57.47	0.133	3.66	13.33	27.45
33.00	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 3/16x1/4	69.32	89.90	77.11	4.80	9.60	0.0107	71.11	21.63	44.60	48.50	0.138	3.42	13.75	24.87
34.00	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 3/16x1/4	73.49	89.90	81.75	5.1	10.20	0.0113	75.56	22.84	44.60	51.21	0.142	3.82	14.17	26.96

Tabla 13 Continuación de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, C=0.45 y altura a rodilla de 9m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	y	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	y _{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (y _{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
35.00	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 3/16x1/4	77.46	89.90	86.16	2.34	4.68	0.0052	34.67	21.34	44.60	47.85	0.146	3.81	14.58	26.13
36.00	35x122x6 1/4x5/16	35x92x6 1/4x1/4	81.85	125.50	65.22	2.82	5.64	0.0063	41.78	29.70	77.30	38.42	0.150	2.44	15.00	16.27
37.00	35x122x6 1/4x5/16	35x92x6 1/4x1/4	86.24	125.50	68.72	3.02	6.04	0.0067	44.74	30.97	77.30	40.06	0.154	2.7	15.42	17.51
38.00	35x122x6 1/4x5/16	35x92x6 1/4x1/4	92.15	125.50	73.43	3.02	6.04	0.0067	44.74	31.21	77.30	40.38	0.158	3.00	15.83	18.95
39.00	35x122x6 1/4x5/16	35x92x6 1/4x1/4	96.90	125.50	77.21	3.21	6.42	0.0071	47.56	32.54	77.30	42.10	0.163	3.14	16.25	19.32
40.00	35x122x6 1/4x5/16	35x92x6 1/4x1/4	101.69	125.50	81.03	3.41	6.82	0.0076	50.52	33.78	77.30	43.70	0.167	3.42	16.67	20.52
41.00	35x122x6 1/4x5/16	35x92x6 1/4x1/4	106.54	125.50	84.89	3.62	7.24	0.0080	53.63	34.98	77.30	45.25	0.171	3.71	17.08	21.72
42.00	35x122x6 1/4x5/16	35x92x6 1/4x1/4	111.64	125.50	88.96	3.84	7.68	0.0085	56.89	36.56	77.30	47.30	0.175	4.04	17.50	23.09
43.00	35x122x6 1/4x5/16	35x92x6 1/4x1/4	114.06	125.50	90.88	3.83	7.66	0.0085	56.74	36.51	77.30	47.23	0.179	4.2	17.92	23.44
44.00	35x122x6 1/4x5/16	35x92x6 1/4x1/4	119.29	125.50	95.05	4.04	8.08	0.0090	59.85	38.11	77.30	49.30	0.183	4.53	18.33	24.71
45.00	35x122x6 1/4x5/16	35x92x6 1/4x1/4	124.52	125.50	99.22	4.30	8.60	0.0096	63.70	39.54	77.30	51.15	0.188	5	18.75	26.67

Tabla 14 Continuación de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, C=0.45 y altura a rodilla de 9m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
46.00	35x123x6 5/16x3/8	35x92x6 1/4x1/4	132.79	156.20	85.01	4.1	8.20	0.0091	60.74	39.95	77.30	51.68	0.192	4.63	19.17	24.16
47.00	35x123x6 5/16x3/8	35x92x6 1/4x1/4	138.11	156.20	88.42	4.30	8.60	0.0096	63.70	43.1	77.30	55.76	0.196	5	19.58	25.53
48.00	35x123x6 5/16x3/8	35x92x6 1/4x1/4	143.76	156.20	92.04	4.53	9.06	0.0101	67.11	46.66	77.30	60.36	0.200	5.4	20.00	27.00
49.00	35x123x6 5/16x3/8	35x92x6 1/4x1/4	149.39	156.20	95.64	4.80	9.60	0.0107	71.11	50.19	77.30	64.93	0.204	5.8	20.42	28.41
50.00	35x123x6 5/16x3/8	35x92x6 1/4x1/4	154.8	156.20	99.10	5.02	10.04	0.0112	74.37	53.54	77.30	69.26	0.208	6.2	20.83	29.76
51.00	40x153x6 5/16x5/16	35x92x6 1/4x1/4	165.74	193.70	85.57	4.40	8.80	0.0098	65.19	62.55	77.30	80.92	0.213	5.1	21.25	24.00
52.00	40x153x6 5/16x5/16	35x92x6 1/4x1/4	171.47	193.70	88.52	4.65	9.30	0.0103	68.89	66.17	77.30	85.60	0.217	5.41	21.67	24.97
53.00	40x153x6 5/16x5/16	35x92x6 1/4x1/4	177.83	193.70	91.81	4.90	9.80	0.0109	72.59	70.56	77.30	91.28	0.221	5.9	22.08	26.72
54.00	40x153x6 5/16x5/16	35x92x6 1/4x1/4	183.78	193.70	94.88	5.20	10.40	0.0116	77.04	74.43	77.30	96.29	0.225	6.3	22.50	28.00
55.00	40x153x6 5/16x3/8	35x92x6 1/4x5/16	192.27	217.90	88.24	4.90	9.80	0.0109	72.59	79.2	89.90	88.10	0.229	6.11	22.92	26.66
56.00	40x153x6 5/16x3/8	35x92x6 1/4x5/16	198.75	217.90	91.21	5.10	10.20	0.0113	75.56	83.55	89.90	92.94	0.233	6.53	23.33	27.99

Tabla 15 Continuación de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, C=0.45 y altura a rodilla de 9m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	y	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	y _{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (y _{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
57.00	40x153x6 5/16x3/8	35x92x6 1/4x5/16	205.16	217.90	94.15	5.40	10.80	0.0120	80.00	87.91	89.90	97.79	0.238	7	23.75	29.47
58.00	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	207.95	239.20	86.94	4.10	8.20	0.0091	60.74	86.84	108.50	80.04	0.242	5.9	24.17	24.41
59.00	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	214.58	239.20	89.71	4.25	8.50	0.0094	62.96	91.44	108.50	84.28	0.246	6.23	24.58	25.34
60.00	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	212.98	239.20	89.04	4.23	8.46	0.0094	62.67	93.08	108.50	85.79	0.250	6.2	25.00	24.80

Tabla 16 Final de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, C=0.45 y altura a rodilla de 9m

En las tablas que se mostraron anteriormente, se observa los resultados de cada marco únicamente empleando los siguientes parámetros: Claro de 15 metros a 60 metros, coeficiente sísmico de $C=0.45$ y una altura de 9 metros. En ellas observamos, momento resistente de la sección, momento último, desplazamiento horizontales, y desplazamientos verticales, respecto a los elementos estructurales que son: columna, rodilla y cabezal.

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
15	35x62x6 1/4x1/4	35x62x6 1/4x1/4	16.04	52.60	30.49	4.14	8.28	0.0092	61.33	16.04	52.60	30.49	0.063	0.50	6.25	8.00
16	35x62x6 1/4x1/4	35x62x6 1/4x1/4	17.64	52.60	33.54	4.60	9.20	0.0102	68.15	17.64	52.60	33.54	0.067	0.61	6.67	9.15
17	35x62x6 1/4x1/4	35x62x6 1/4x1/4	19.35	52.60	36.79	5.11	10.22	0.0114	75.70	19.35	52.60	36.79	0.071	0.75	7.08	10.59
18	35x77x6 1/4x1/4	35x62x6 3/16x3/16	21.44	61.50	34.86	3.70	7.40	0.0082	54.81	9.98	35.60	28.03	0.075	0.70	7.50	9.33
19	35x77x6 1/4x1/4	35x62x6 3/16x3/16	21.49	61.50	34.94	4.01	8.02	0.0089	59.41	9.92	35.60	27.87	0.079	0.62	7.92	7.83
20	35x77x6 1/4x1/4	35x62x6 3/16x3/16	25.05	61.50	40.73	4.50	9.00	0.0100	66.67	11.83	35.60	33.23	0.083	1.00	8.33	12.00
21	35x77x6 1/4x1/4	35x62x6 3/16x3/16	27.15	61.50	44.15	5.00	10.00	0.0111	74.07	12.99	35.60	36.49	0.088	1.20	8.75	13.71
22	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 1/4x5/16	31.75	89.90	35.32	3.45	6.90	0.0077	51.11	14.96	61.30	24.40	0.092	0.94	9.17	10.25
23	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 1/4x5/16	34.93	89.90	38.85	3.80	7.60	0.0084	56.30	16.5	61.30	26.92	0.096	1.10	9.58	11.48
24	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 1/4x5/16	38.08	89.90	42.36	4.1	8.20	0.0091	60.74	18.1	61.30	29.53	0.100	1.26	10.00	12.60

Tabla 17 Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, $C=0.75$ y altura a rodilla de 9m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
25	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 1/4x5/16	39.74	89.90	44.20	3.72	7.44	0.0083	55.11	15.54	61.30	25.35	0.104	1.29	10.42	12.38
26	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 1/4x5/16	43.09	89.90	47.93	4.03	8.06	0.0090	59.70	16.6	61.30	27.08	0.108	1.50	10.83	13.85
27	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 1/4x5/16	46.53	89.90	51.76	4.4	8.80	0.0098	65.19	17.65	61.30	28.79	0.113	1.70	11.25	15.11
28	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 1/4x5/16	50.06	89.90	55.68	4.74	9.48	0.0105	70.22	18.68	61.30	30.47	0.117	1.92	11.67	16.46
29	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 1/4x5/16	53.67	89.90	59.70	5.13	10.26	0.0114	76.00	19.7	61.30	32.14	0.121	2.20	12.08	18.21
30	35x122x6 1/4x1/4	35x92x6 3/16x1/4	55.34	108.50	51.00	3.14	6.28	0.0070	46.52	22.53	70.60	31.91	0.125	1.40	12.50	11.20
31	35x122x6 1/4x1/4	35x92x6 3/16x1/4	59.36	108.50	54.71	3.40	6.80	0.0076	50.37	23.86	70.60	33.80	0.129	1.57	12.92	12.15
32	35x122x6 1/4x1/4	35x92x6 3/16x1/4	63.20	108.50	58.25	3.63	7.26	0.0081	53.78	25.01	70.60	35.42	0.133	1.75	13.33	13.13
33	35x122x6 1/4x1/4	35x92x6 3/16x1/4	67.14	108.50	61.88	3.90	7.80	0.0087	57.78	26.18	70.60	37.08	0.138	1.94	13.75	14.11
34	35x122x6 1/4x1/4	35x92x6 3/16x1/4	71.28	108.50	65.70	4.15	8.30	0.0092	61.48	27.56	70.60	39.04	0.142	2.16	14.17	15.25

Tabla 18 Continuación de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, $C=0.75$ y altura a rodilla de 9m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
35	35x122x6 1/4x1/4	35x92x6 3/16x1/4	74.83	108.50	68.97	3.90	7.80	0.0087	57.78	26.63	70.60	37.72	0.146	2.21	14.58	15.15
36	35x122x6 1/4x1/4	35x92x6 3/16x1/4	79.71	108.50	73.47	4.71	9.42	0.0105	69.78	30.24	70.60	42.83	0.150	2.63	15.00	17.53
37	35x122x6 1/4x1/4	35x92x6 3/16x1/4	84.01	108.50	77.43	5.03	10.06	0.0112	74.52	36.38	70.60	51.53	0.154	2.88	15.42	18.68
38	35x122x6 1/4x1/4	35x92x6 3/16x1/4	89.71	108.50	82.68	5.00	10.00	0.0111	74.07	31.91	70.60	45.20	0.158	3.11	15.83	19.64
39	35x122x6 1/4x1/4	35x92x6 3/16x1/4	94.35	108.50	86.96	5.3	10.60	0.0118	78.52	33.26	70.60	47.11	0.163	3.40	16.25	20.92
40	40x123x6 3/8x3/8	35x92x6 1/4x1/4	106.27	178.10	59.67	4.36	8.72	0.0097	64.59	32.11	77.30	41.54	0.167	2.75	16.67	16.50
41	40x123x6 3/8x3/8	35x92x6 1/4x1/4	111.18	178.10	62.43	4.64	9.28	0.0103	68.74	34.05	77.30	44.05	0.171	2.98	17.08	17.44
42	40x123x6 3/8x3/8	35x92x6 1/4x1/4	116.36	178.10	65.33	4.92	9.84	0.0109	72.89	36.28	77.30	46.93	0.175	3.30	17.50	18.86
43	40x123x6 3/8x3/8	35x92x6 1/4x1/4	118.79	178.10	66.70	4.90	9.80	0.0109	72.59	36.3	77.30	46.96	0.179	3.40	17.92	18.98
44	40x123x6 3/8x3/8	35x92x6 1/4x1/4	124.09	178.10	69.67	5.2	10.40	0.0116	77.04	38.58	77.30	49.91	0.183	3.70	18.33	20.18
45	40x123x6 3/8x3/8	35x92x6 1/4x1/4	129.39	178.10	72.65	5.50	11.00	0.0122	81.48	40.79	77.30	52.77	0.188	4.00	18.75	21.33

Tabla 19 Continuación de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, C=0.75 y altura a rodilla de 9m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
46	40x153x6 5/16x5/16	35x92x6 1/4x5/16	138.15	193.70	71.32	4.64	9.28	0.0103	68.74	44.74	89.90	49.77	0.192	3.40	19.17	17.74
47	40x153x6 5/16x5/16	35x92x6 1/4x5/16	143.58	193.70	74.12	4.92	9.84	0.0109	72.89	47.46	89.90	52.79	0.196	3.70	19.58	18.89
48	40x153x6 5/16x5/16	35x92x6 1/4x5/16	149.37	193.70	77.11	5.2	10.40	0.0116	77.04	51.14	89.90	56.89	0.200	4.00	20.00	20.00
49	40x153x6 5/16x5/16	35x122x6 1/4x1/4	150.00	193.70	77.44	4.20	8.40	0.0093	62.22	49.22	108.50	45.36	0.204	3.63	20.42	17.78
50	40x153x6 5/16x5/16	35x122x6 1/4x1/4	155.51	193.70	80.28	4.41	8.82	0.0098	65.33	51.71	108.50	47.66	0.208	4.00	20.83	19.20
51	40x153x6 5/16x5/16	35x122x6 1/4x1/4	161.44	193.70	83.35	4.64	9.28	0.0103	68.74	60.95	108.50	56.18	0.213	4.15	21.25	19.53
52	40x153x6 5/16x5/16	35x122x6 1/4x1/4	167.25	193.70	86.34	4.90	9.80	0.0109	72.59	63.52	108.50	58.54	0.217	4.42	21.67	20.40
53	40x153x6 5/16x5/16	35x122x6 1/4x1/4	173.6	193.70	89.62	5.10	10.20	0.0113	75.56	66.63	108.50	61.41	0.221	4.80	22.08	21.74
54	40x153x6 5/16x5/16	35x122x6 1/4x1/4	179.62	193.70	92.73	5.40	10.80	0.0120	80.00	69.33	108.50	63.90	0.225	5.10	22.50	22.67
55	50x153x6 1/2x1/2	35x122x6 1/4x1/4	194.74	328.90	59.21	4.63	9.26	0.0103	68.59	78.65	108.50	72.49	0.229	4.00	22.92	17.45
56	50x153x6 1/2x1/2	35x122x6 1/4x1/4	201.27	328.90	61.19	4.90	9.80	0.0109	72.59	83.01	108.50	76.51	0.233	4.20	23.33	18.00

Tabla 20 Continuación de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, C=0.75 y altura a rodilla de 9m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
57	50x153x6 1/2x1/2	35x122x6 1/4x1/4	207.7	328.90	63.15	5.10	10.20	0.0113	75.56	87.38	108.50	80.53	0.238	4.50	23.75	18.95
58	50x153x6 1/2x1/2	35x122x6 1/4x1/4	214.07	328.90	65.09	5.33	10.66	0.0118	78.96	91.66	108.50	84.48	0.242	4.73	24.17	19.57
59	50x153x6 1/2x1/2	35x122x6 1/4x1/4	220.74	328.90	67.11	5.60	11.20	0.0124	82.96	96.3	108.50	88.76	0.246	5.04	24.58	20.50
60	50x153x6 1/2x1/2	35x122x6 1/4x1/4	218.86	328.90	66.54	5.54	11.08	0.0123	82.07	97.77	108.50	90.11	0.250	5.02	25.00	20.08

Tabla 21 Fin de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, $C=0.75$ y altura a rodilla de 9m

En las tablas que se mostraron anteriormente, se observa los resultados de cada marco únicamente empleando los siguientes parámetros: Claro de 15 metros a 60 metros, coeficiente sísmico de $C=0.75$ y una altura de 9 metros. En ellas observamos, momento resistente de la sección, momento último, desplazamiento horizontales, y desplazamientos verticales, respecto a los elementos estructurales que son: columna, rodilla y cabezal.

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsionH orz.	Mu	Mr	Ratio	y _{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (y _{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
15.00	30x41x8 1/4x1/4	30x41x8 1/4x1/4	10.64	29.80	35.70	6.19	12.38	0.0124	82.53	11.49	29.80	38.56	0.06	1.33	6.25	21.28
16.00	30x41x8 1/4x1/4	30x41x8 1/4x1/4	12.34	29.80	41.41	6.71	13.42	0.0134	89.47	12.82	29.80	43.02	0.07	0.01	6.67	0.15
17.00	30x41x8 1/4x1/4	30x41x8 1/4x1/4	14.19	29.80	47.62	7.41	14.82	0.0148	98.80	14.19	29.80	47.62	0.07	2.10	7.08	29.65
18.00	30x46x6 1/4x1/4	30x46x6 1/4x1/4	15.79	32.70	48.29	6.25	12.50	0.0125	83.33	15.79	32.70	48.29	0.08	2.00	7.50	26.67
19.00	30x46x6 1/4x1/4	30x46x6 1/4x1/4	16.16	19.60	82.45	6.75	13.50	0.0135	90.00	16.16	32.70	49.42	0.08	1.80	7.92	22.74
20.00	30x46x6 1/4x1/4	30x46x6 1/4x1/4	20.05	32.70	61.31	7.48	14.96	0.0150	99.73	20.05	32.70	61.31	0.08	2.44	8.33	29.28
21.00	30x77x6 1/4x1/4	25x41x3 8x8	30.74	56.00	54.89	2.56	5.12	0.0051	34.13	9.73	15.20	64.01	0.09	2.01	8.75	22.97
22.00	30x77x6 1/4x1/4	25x41x3 8x8	33.59	56.00	59.98	5.92	11.84	0.0118	78.93	11.46	15.20	75.39	0.09	2.41	9.17	26.29
23.00	30x77x6 1/4x1/4	25x41x3 8x8	36.53	56.00	65.23	6.70	13.4	0.0134	89.33	13.27	15.20	87.30	0.10	3.00	9.58	31.30
24.00	30x77x6 1/4x1/4	25x41x3 8x8	39.61	56.00	70.73	7.41	14.82	0.0148	98.80	14.94	15.20	98.29	0.10	3.38	10.00	33.80
25.00	30x77x6 1/4x1/4	25x41x3 8x8	44.57	56.00	79.59	6.36	12.72	0.0127	84.80	9.4	15.20	61.84	0.10	3.40	10.42	32.64
26.00	30x77x6 1/4x1/4	25x41x3 8x8	47.08	56.00	84.07	6.76	13.52	0.0135	90.13	10.57	15.20	69.54	0.11	3.75	10.83	34.62
27.00	30x77x6 1/4x1/4	25x41x3 8x8	50.51	56.00	90.20	7.50	15.00	0.0150	100.00	12.36	15.20	81.32	0.11	4.32	11.25	38.40

Tabla 22 Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, C=0.30 y altura a rodilla de 10m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsionH orz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
28.00	30x92x6 1/4x5/16	30x60x6 3/16x3/16	52.02	81.70	63.67	3.54	7.08	0.0071	47.20	15.08	31.00	48.65	0.12	2.43	11.67	20.83
29.00	30x92x6 1/4x5/16	30x60x6 3/16x3/16	54.83	81.70	67.11	3.70	7.40	0.0074	49.33	15.57	31.00	50.23	0.12	2.65	12.08	21.93
30.00	30x92x6 1/4x5/16	30x60x6 3/16x3/16	58.57	81.70	71.69	4.04	8.08	0.0081	53.87	16.69	31.00	53.84	0.13	3.00	12.50	24.00
31.00	30x92x6 1/4x5/16	30x60x6 3/16x3/16	62.39	81.70	76.36	4.39	8.78	0.0088	58.53	17.73	31.00	57.19	0.13	3.40	12.92	26.32
32.00	30x92x6 1/4x5/16	30x60x6 3/16x3/16	66.3	81.70	81.15	4.76	9.52	0.0095	63.47	18.79	31.00	60.61	0.13	3.80	13.33	28.50
33.00	30x92x6 1/4x5/16	30x60x6 3/16x3/16	70.32	81.70	86.07	5.15	10.30	0.0103	68.67	21.17	31.00	68.29	0.14	4.24	13.75	30.84
34.00	30x92x6 1/4x5/16	30x60x6 3/16x3/16	74.42	81.70	91.09	5.58	11.16	0.0112	74.40	23.63	31.00	76.23	0.14	4.73	14.17	33.39
35.00	30x92x6 1/4x5/16	30x60x6 3/16x3/16	80.43	81.70	98.45	5.37	10.74	0.0107	71.60	20.38	31.00	65.74	0.15	5.00	14.58	34.29
36.00	35x122x6 1/4x5/16	30x77x6 3/16x3/16	87.14	125.50	69.43	3.04	6.08	0.0061	40.53	20.09	42.60	47.16	0.15	3.00	15.00	20.00
37.00	35x122x6 1/4x5/16	30x77x6 3/16x3/16	89.11	125.50	71.00	3.07	6.14	0.0061	40.93	20.21	42.60	47.44	0.15	2.98	15.42	19.33
38.00	35x122x6 1/4x5/16	30x77x6 3/16x3/16	93.63	125.50	74.61	3.30	6.60	0.0066	44.00	22.17	42.60	52.04	0.16	3.30	15.83	20.84
39.00	35x122x6 1/4x5/16	30x77x6 3/16x3/16	98.27	125.50	78.30	3.55	7.10	0.0071	47.33	24.69	42.60	57.96	0.16	3.62	16.25	22.28
40.00	35x122x6 1/4x5/16	30x77x6 3/16x3/16	103.02	125.50	82.09	3.80	7.60	0.0076	50.67	27.35	42.60	64.20	0.17	4.00	16.67	24.00

Tabla 23 Continuación de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, C=0.30 y altura a rodilla de 10m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsionH orz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
41.00	35x122x6 1/4x5/16	30x77x6 3/16x3/16	107.83	125.50	85.92	4.08	8.16	0.0082	54.40	30.07	42.60	70.59	0.17	4.34	17.08	25.40
42.00	35x122x6 1/4x5/16	30x77x6 3/16x3/16	112.76	125.50	89.85	4.35	8.7	0.0087	58.00	32.92	42.60	77.28	0.18	4.80	17.50	27.43
43.00	35x122x6 1/4x5/16	30x77x6 3/16x3/16	117.75	125.50	93.82	4.65	9.3	0.0093	62.00	35.84	42.60	84.13	0.18	5.18	17.92	28.91
44.00	35x122x6 1/4x5/16	30x77x6 3/16x3/16	122.85	125.50	97.89	4.96	9.92	0.0099	66.13	38.89	42.60	91.29	0.18	5.70	18.33	31.09
45.00	40x123x6 1/4x3/8	30x92x6 1/4x5/16	128.34	156.90	81.80	3.41	6.82	0.0068	45.47	39.29	81.70	48.09	0.19	4.50	18.75	24.00
46.00	40x123x6 1/4x3/8	30x92x6 1/4x5/16	133.84	156.90	85.30	3.61	7.22	0.0072	48.13	40.77	81.70	49.90	0.19	4.90	19.17	25.57
47.00	40x123x6 1/4x3/8	30x92x6 1/4x5/16	140.26	156.90	89.39	3.80	7.6	0.0076	50.67	43.51	81.70	53.26	0.20	5.30	19.58	27.06
48.00	40x123x6 1/4x3/8	30x92x6 1/4x5/16	145.92	156.90	93.00	4.02	8.04	0.0080	53.60	46.98	81.70	57.50	0.20	5.70	20.00	28.50
49.00	40x123x6 1/4x3/8	30x92x6 1/4x5/16	151.71	156.90	96.69	4.24	8.48	0.0085	56.53	50.6	81.70	61.93	0.20	6.10	20.42	29.88
50.00	40X153X6 3/8x3/8	35x92x8 5/16x3/8	169.39	239.20	70.82	3.01	6.02	0.0060	40.13	61.07	113.00	54.04	0.21	4.50	20.83	21.60
51.00	40X153X6 3/8x3/8	35x92x8 5/16x3/8	170.08	239.20	71.10	3.03	6.06	0.0061	40.40	62.8	113.00	55.58	0.21	4.54	21.25	21.36
52.00	40X153X6 3/8x3/8	35x92x8 5/16x3/8	176.27	239.20	73.69	3.20	6.4	0.0064	42.67	66.82	113.00	59.13	0.22	4.90	21.67	22.62
53.00	40X153X6 3/8x3/8	35x92x8 5/16x3/8	182.59	239.20	76.33	3.37	6.74	0.0067	44.93	71.01	113.00	62.84	0.22	5.22	22.08	23.64

Tabla 24 Continuación de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, C=0.30 y altura a rodilla de 10m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsionH orz.	Mu	Mr	Ratio	y_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (y_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
54.00	40X153X6 3/8x3/8	35x92x8 5/16x3/8	188.94	239.20	78.99	3.55	7.10	0.0071	47.33	75.23	113.00	66.58	0.23	5.60	22.50	24.89
55.00	40X153X6 3/8x3/8	35x92x8 5/16x3/8	195.44	239.20	81.71	3.74	7.48	0.0075	49.87	79.61	113.00	70.45	0.23	6.00	22.92	26.18
56.00	40X153X6 3/8x3/8	35x92x8 5/16x3/8	201.97	239.20	84.44	3.93	7.86	0.0079	52.40	84.02	113.00	74.35	0.23	6.40	23.33	27.43
57.00	40X153X6 3/8x3/8	35x92x8 5/16x3/8	208.64	239.20	87.22	4.13	8.26	0.0083	55.07	88.61	113.00	78.42	0.24	6.90	23.75	29.05
58.00	40X153X6 3/8x3/8	35x92x8 5/16x3/8	215.33	239.20	90.02	4.35	8.7	0.0087	58.00	93.21	113.00	82.49	0.24	7.30	24.17	30.21
59.00	40X153X6 3/8x3/8	35x92x8 5/16x3/8	222.17	239.20	92.88	4.57	9.14	0.0091	60.93	97.99	113.00	86.72	0.25	7.74	24.58	31.48
60.00	40X153X6 3/8x3/8	35x92x8 5/16x3/8	229.02	239.20	95.74	4.81	9.62	0.0096	64.13	102.78	113.00	90.96	0.25	8.23	25.00	32.92

Tabla 25 Fin de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, $C=0.30$ y altura a rodilla de 10m

En las tablas que se mostraron anteriormente, se observa los resultados de cada marco únicamente empleando los siguientes parámetros: Claro de 15 metros a 60 metros, coeficiente sísmico de $C=0.30$ y una altura a rodilla de 10 metros. En ellas observamos, momento resistente de la sección, momento último, desplazamiento horizontales, y desplazamientos verticales, respecto a los elementos estructurales que son: columna, rodilla y cabezal.

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion horizontal	Mu	Mr	Ratio	y_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (y_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
15.00	30x60x6 8X3/16	30x46x6 8X3/16	12.25	30.20	40.56	5.01	10.02	0.0100	66.80	8.36	21.80	38.35	0.06	0.88	6.25	14.08
16.00	30x60x8 3/16x1/4	30x46x6 1/4x1/4	14.19	40.60	34.95	4.40	8.80	0.0088	58.67	9.46	32.70	28.93	0.07	0.89	6.67	13.35
17.00	30x60x8 3/16x1/4	30x46x6 1/4x1/4	16.24	40.60	40.00	4.85	9.70	0.0097	64.67	10.42	32.70	31.87	0.071	1.10	7.08	15.53
18.00	30x60x8 3/16x1/4	30x46x6 1/4x1/4	18.76	40.60	46.21	5.61	11.22	0.0112	74.80	11.61	32.70	35.50	0.08	1.40	7.50	18.67
19.00	35x62x6 1/4x5/16	30x46x6 5/16x5/16	21.88	61.30	35.69	4.55	9.10	0.0091	60.67	11.90	40.00	29.75	0.08	1.30	7.92	16.42
20.00	35x62x6 1/4x5/16	30x46x6 5/16x5/16	24.42	61.30	39.84	5.00	10.00	0.0100	66.67	12.92	40.00	32.30	0.08	1.52	8.33	18.24
21.00	35x62x6 1/4x5/16	30x46x6 5/16x5/16	27.65	61.30	45.11	5.80	11.60	0.0116	77.33	14.28	40.00	35.70	0.088	1.9	8.75	21.71
22.00	35x62x6 1/4x5/16	30x46x6 5/16x5/16	30.06	61.30	49.04	6.2	12.4	0.0124	82.67	16.38	40.00	40.95	0.09	2.17	9.17	23.67
23.00	35x77x6 1/4x1/4	30x62x6 8x3/16	33.03	61.50	53.71	5.00	10	0.0100	66.67	15.00	31.50	47.62	0.10	1.8	9.58	18.78
24.00	35x77x6 1/4x1/4	30x62x6 8x3/16	36.03	61.50	58.59	5.45	10.9	0.0109	72.67	16.08	31.50	51.05	0.10	2.1	10.00	21.00
25.00	35x77x6 1/4x1/4	30x62x6 8x3/16	39.83	61.50	64.76	5.44	10.88	0.0109	72.53	16.55	31.50	52.54	0.10	2.4	10.42	23.04
26.00	35x77x6 1/4x1/4	30x62x6 8x3/16	42.32	61.50	68.81	5.7	11.4	0.0114	76.00	17.3	31.50	54.92	0.11	2.6	10.83	24.00
27.00	35x77x6 1/4x1/4	30x62x6 8x3/16	45.67	61.50	74.26	6.20	12.40	0.0124	82.67	18.36	31.50	58.29	0.11	3	11.25	26.67
28.00	35x92x6 3/16x1/4	30x62x6 1/4x1/4	49.89	70.60	70.67	4.84	9.68	0.0097	64.53	19.32	48.20	40.08	0.12	2.54	11.67	21.77

Tabla 26 Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, $C=0.45$ y altura a rodilla de 10m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion orz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
29.00	35x92x6 3/16x1/4	30x62x6 1/4x1/4	52.73	70.60	74.69	5.02	10.04	0.0100	66.93	20.01	48.20	41.51	0.12	2.8	12.08	23.17
30.00	35x92x6 3/16x1/4	30x62x6 1/4x1/4	56.47	70.60	79.99	5.42	10.84	0.0108	72.27	21.22	48.20	44.02	0.13	3.13	12.50	25.04
31.00	35x92x6 3/16x1/4	30x62x6 1/4x1/4	60.30	70.60	85.41	5.84	11.68	0.0117	77.87	22.43	48.20	46.54	0.13	3.51	12.92	27.17
32.00	35x92x6 3/16x1/4	30x62x6 1/4x1/4	64.23	70.60	90.98	6.30	12.60	0.0126	84.00	23.63	48.20	49.02	0.13	3.92	13.33	29.40
33.00	35x122x6 1/4x5/16	30x77x6 3/16x3/16	72.14	125.50	57.48	3.90	7.80	0.0078	52.00	23.18	42.60	54.41	0.14	2.26	13.75	16.44
34.00	35x122x6 1/4x5/16	30x77x6 3/16x3/16	76.3	125.50	60.80	4.2	8.4	0.0084	56.00	24.89	42.60	58.43	0.14	2.52	14.17	17.79
35.00	35x122x6 1/4x5/16	30x77x6 3/16x3/16	82.68	125.50	65.88	4.00	8.00	0.0080	53.33	19.83	42.60	46.55	0.15	2.62	14.58	17.97
36.00	35x122x6 1/4x5/16	30x77x6 3/16x3/16	87.14	125.50	69.43	4.18	8.36	0.0084	55.73	20.09	42.60	47.16	0.15	2.98	15.00	19.87
37.00	35x122x6 1/4x5/16	30x77x6 3/16x3/16	89.11	125.50	71.00	4.20	8.40	0.0084	56.00	21.84	42.60	51.27	0.15	3	15.42	19.46
38.00	35x122x6 1/4x5/16	30x77x6 3/16x3/16	93.63	125.50	74.61	4.50	9.00	0.0090	60.00	23.58	42.60	55.35	0.16	3.3	15.83	20.84
39.00	35x122x6 1/4x5/16	30x77x6 3/16x3/16	98.27	125.50	78.30	4.90	9.80	0.0098	65.33	25.28	42.60	59.34	0.16	3.62	16.25	22.28
40.00	35x122x6 1/4x5/16	30x77x6 3/16x3/16	103.02	125.50	82.09	5.20	10.40	0.0104	69.33	27.35	42.60	64.20	0.17	4	16.67	24.00

Tabla 27 Continuación de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, $C=0.45$ y altura a rodilla de 10m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion horizontal	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion vertical
41.00	35x122x6 1/4x5/16	30x77x6 3/16x3/16	107.83	125.50	85.92	5.60	11.20	0.0112	74.67	30.07	42.60	70.59	0.17	4.34	17.08	25.40
42.00	35x122x6 1/4x5/16	30x77x6 3/16x3/16	112.76	125.50	89.85	6	12	0.0120	80.00	32.92	42.60	77.28	0.18	4.75	17.50	27.14
43.00	35x122x6 1/4x5/16	30x77x6 3/16x3/16	117.75	125.50	93.82	6.4	12.8	0.0128	85.33	35.84	42.60	84.13	0.18	5.2	17.92	29.02
44.00	40x123x6 1/4x3/8	35x92x6 3/16x1/4	122.02	156.90	77.77	4.4	8.8	0.0088	58.67	34.98	70.60	49.55	0.18	4.12	18.33	22.47
45.00	40x123x6 1/4x3/8	35x92x6 3/16x1/4	127.27	156.90	81.12	4.70	9.40	0.0094	62.67	38.12	70.60	53.99	0.19	4.5	18.75	24.00
46.00	40x123x6 1/4x3/8	35x92x6 3/16x1/4	132.68	156.90	84.56	5	10	0.0100	66.67	41.28	70.60	58.47	0.19	4.82	19.17	25.15
47.00	40x123x6 1/4x3/8	35x92x6 3/16x1/4	138.99	156.90	88.59	5.20	10.4	0.0104	69.33	44.24	70.60	62.66	0.20	5.23	19.58	26.71
48.00	40x123x6 1/4x3/8	35x92x6 3/16x1/4	144.55	156.90	92.13	5.5	11	0.0110	73.33	47.65	70.60	67.49	0.20	5.63	20.00	28.15
49.00	40x123x6 1/4x3/8	35x92x6 3/16x1/4	150.23	156.90	95.75	5.80	11.6	0.0116	77.33	51.21	70.60	72.54	0.20	6.1	20.42	29.88
50.00	40X153X6 3/8x3/8	35x92x8 5/16x3/8	169.39	239.20	70.82	4.02	8.04	0.0080	53.60	61.07	113.00	54.04	0.21	4.5	20.83	21.60
51.00	40X153X6 3/8x3/8	35x92x8 5/16x3/8	170.08	239.20	71.10	4.04	8.08	0.0081	53.87	62.8	113.00	55.58	0.21	4.54	21.25	21.36
52.00	40X153X6 3/8x3/8	35x92x8 5/16x3/8	176.27	239.20	73.69	4.26	8.52	0.0085	56.80	66.82	113.00	59.13	0.22	4.9	21.67	22.62
53.00	40X153X6 3/8x3/8	35x92x8 5/16x3/8	182.59	239.20	76.33	4.50	9	0.0090	60.00	71.01	113.00	62.84	0.22	5.22	22.08	23.64
54.00	40X153X6 3/8x3/8	35x92x8 5/16x3/8	188.94	239.20	78.99	4.73	9.46	0.0095	63.07	75.23	113.00	66.58	0.23	5.6	22.50	24.89
55.00	40X153X6 3/8x3/8	35x92x8 5/16x3/8	195.44	239.20	81.71	5.00	10	0.0100	66.67	79.61	113.00	70.45	0.23	6	22.92	26.18

Tabla 28 Continuación de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, C=0.45 y altura a rodilla de 10m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion h orz.	Mu	Mr	Ratio	y_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (ymax) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
56.00	40X153X6 3/8x3/8	35x92x8 5/16x3/8	201.97	239.20	84.44	5.23	10.46	0.0105	69.73	84.02	113.00	74.35	0.23	6.4	23.33	27.43
57.00	40X153X6 3/8x3/8	35x92x8 5/16x3/8	208.64	239.20	87.22	5.50	11.00	0.0110	73.33	88.61	113.00	78.42	0.24	6.82	23.75	28.72
58.00	40X153X6 3/8x3/8	35x92x8 5/16x3/8	215.33	239.20	90.02	5.80	11.6	0.0116	77.33	93.21	113.00	82.49	0.24	7.26	24.17	30.04
59.00	40X153X6 3/8x3/8	35x92x8 5/16x3/8	222.17	239.20	92.88	6.10	12.2	0.0122	81.33	97.99	113.00	86.72	0.25	7.74	24.58	31.48
60.00	40X153X6 3/8x3/8	35x92x8 5/16x3/8	229.02	239.20	95.74	6.40	12.8	0.0128	85.33	102.78	113.00	90.96	0.25	8.23	25.00	32.92

Tabla 29 Fin de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, C=0.45 y altura a rodilla de 10m

En las tablas que se mostraron anteriormente, se observa los resultados de cada marco únicamente empleando los siguientes parámetros: Claro de 15 metros a 60 metros, coeficiente sísmico de C=0.45 y una altura a rodilla de 10 metros. En ellas observamos, momento resistente de la sección, momento último, desplazamiento horizontales, y desplazamientos verticales, respecto a los elementos estructurales que son: columna, rodilla y cabezal.

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
15	35x62x6 5/16x5/16	35x46x6 5/16x5/16	18.31	64.50	28.39	4.65	9.30	0.0093	62.00	8.56	44.10	19.41	0.06	0.54	6.25	8.64
16	35x62x6 5/16x5/16	35x46x6 5/16x5/16	20.08	64.50	31.13	5.20	10.40	0.0104	69.33	9.46	44.10	21.45	0.07	0.70	6.67	10.50
17	35x62x6 5/16x5/16	35x46x6 5/16x5/16	21.96	64.50	34.05	5.80	11.60	0.0116	77.33	10.41	44.10	23.61	0.071	0.84	7.08	11.86
18	35x92x6 3/16x1/4	35x62x6 8x3/16	23.63	70.60	33.47	3.90	7.80	0.0078	52.00	10.01	34.80	28.76	0.08	0.61	7.50	8.13
19	35x92x6 3/16x1/4	35x62x6 8x3/16	25.08	70.60	35.52	4.10	8.20	0.0082	54.67	10.88	34.80	31.26	0.08	0.71	7.92	8.97
20	35x92x6 3/16x1/4	35x62x6 8x3/16	27.00	70.60	38.24	4.53	9.06	0.0091	60.40	12.24	34.80	35.17	0.08	0.84	8.33	10.08
21	35x92x6 3/16x1/4	35x62x6 8x3/16	29.58	70.60	41.90	5.30	10.60	0.0106	70.67	14.35	34.80	41.24	0.088	1.04	8.75	11.89
22	35x92x6 3/16x1/4	35x62x6 8x3/16	31.65	70.60	44.83	5.8	11.6	0.0116	77.33	15.89	34.80	45.66	0.09	1.22	9.17	13.31
23	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 1/4x5/16	35.78	89.90	39.80	5.00	10	0.0100	66.67	18.18	61.30	29.66	0.10	1.2	9.58	12.52
24	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 1/4x5/16	38.1	89.90	42.38	5.4	10.8	0.0108	72.00	19.68	61.30	32.10	0.10	1.4	10.00	14.00
25	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 1/4x5/16	41.79	89.90	46.48	5.30	10.60	0.0106	70.67	17.47	61.30	28.50	0.10	1.6	10.42	15.36
26	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 1/4x5/16	44.41	89.90	49.40	5.52	11.04	0.0110	73.60	18.26	61.30	29.79	0.11	1.71	10.83	15.78

Tabla 30 Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, C=0.75 y altura a rodilla de 10m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	y	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	y _{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (y _{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
27	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 1/4x5/16	47.95	89.90	53.34	6	12.00	0.0120	80.00	19.38	61.30	31.62	0.11	1.94	11.25	17.24
28	35x122x6 1/4x1/4	35x92x6 8x8	50.97	108.50	46.98	4.14	8.28	0.0083	55.20	18.27	48.30	37.83	0.12	1.3	11.67	11.14
29	35x122x6 1/4x1/4	35x92x6 8x8	53.76	108.50	49.55	4.28	8.56	0.0086	57.07	19.18	48.30	39.71	0.12	1.41	12.08	11.67
30	35x122x6 1/4x1/4	35x92x6 8x8	57.45	108.50	52.95	6.64	13.28	0.0133	88.53	20.86	48.30	43.19	0.13	1.6	12.50	12.80
31	35x122x6 1/4x1/4	35x92x6 8x8	61.22	108.50	56.42	5.02	10.04	0.0100	66.93	22.6	48.30	46.79	0.13	1.8	12.92	13.94
32	35x122x6 1/4x1/4	35x92x6 8x8	65.09	108.50	59.99	5.42	10.84	0.0108	72.27	24.33	48.30	50.37	0.13	2	13.33	15.00
33	40x122x6 1/4x1/4	40x77x6 5/16x5/16	71.26	117.30	60.75	5.01	10.02	0.0100	66.80	27.74	92.60	29.96	0.14	2.23	13.75	16.22
34	40x122x6 1/4x1/4	40x77x6 5/16x5/16	75.61	117.30	64.46	5.4	10.8	0.0108	72.00	29.79	92.60	32.17	0.14	2.5	14.17	17.65
35	40x122x6 1/4x1/4	40x77x6 5/16x5/16	80.95	117.30	69.01	5.27	10.54	0.0105	70.27	29.26	92.60	31.60	0.15	2.7	14.58	18.51
36	40x122x6 1/4x1/4	40x77x6 5/16x5/16	85.6	117.30	72.98	5.61	11.22	0.0112	74.80	30.57	92.60	33.01	0.15	3	15.00	20.00
37	40x122x6 1/4x1/4	40x77x6 5/16x5/16	87.77	117.30	74.83	5.60	11.20	0.0112	74.67	30.77	92.60	33.23	0.15	3.1	15.42	20.11

Tabla 31 Continuación de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, C=0.75 y altura a rodilla de 10m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	ymax	Mu Dist. RAM cm	Mr (ymax) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
38	40x122x6 1/4x1/4	40x77x6 5/16x5/16	92.5	117.30	78.86	6.00	12.00	0.0120	80.00	32.18	92.60	34.75	0.16	3.4	15.83	21.47
39	40x122x6 5/16x3/8	40x92x6 5/16x5/16	98.26	167.60	58.63	4.60	9.20	0.0092	61.33	35.23	102.80	34.27	0.16	2.7	16.25	16.62
40	40x122x6 5/16x3/8	40x92x6 5/16x5/16	103.28	167.60	61.62	4.90	9.80	0.0098	65.33	36.71	102.80	35.71	0.17	2.93	16.67	17.58
41	40x122x6 5/16x3/8	40x92x6 5/16x5/16	108.38	167.60	64.67	5.14	10.28	0.0103	68.53	38.17	102.80	37.13	0.17	3.2	17.08	18.73
42	40x122x6 5/16x3/8	40x92x6 5/16x5/16	113.61	167.60	67.79	5.44	10.88	0.0109	72.53	39.71	102.80	38.63	0.18	3.5	17.50	20.00
43	40x122x6 5/16x3/8	40x92x6 5/16x5/16	118.91	167.60	70.95	5.80	11.6	0.0116	77.33	41.22	102.80	40.10	0.18	3.8	17.92	21.21
44	40x123x6 3/8x1/2	40x92x6 3/8x3/8	129.87	214.80	60.46	5.15	10.3	0.0103	68.67	44.28	139.30	31.79	0.18	3.5	18.33	19.09
45	40x123x6 3/8x1/2	40x92x6 3/8x3/8	135.56	214.80	63.11	5.43	10.86	0.0109	72.40	46.8	139.30	33.60	0.19	3.8	18.75	20.27
46	40x123x6 3/8x1/2	40x92x6 3/8x3/8	141.4	214.80	65.83	5.73	11.46	0.0115	76.40	49.36	139.30	35.43	0.19	4.1	19.17	21.39
47	40x123x6 3/8x1/2	40x92x6 3/8x3/8	148.21	214.80	69.00	6.00	12.00	0.0120	80.00	51.71	139.30	37.12	0.20	4.43	19.58	22.62
48	40X153X6 3/8x3/8	40x122x6 1/4x1/4	149.1	239.20	62.33	4.50	9.00	0.0090	60.00	51.59	117.30	43.98	0.20	3.24	20.00	16.20
49	40X153X6 3/8x3/8	40x122x6 1/4x1/4	155	239.20	64.80	4.70	9.4	0.0094	62.67	54.22	117.30	46.22	0.20	3.5	20.42	17.14

Tabla 32 Continuación de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, C=0.75 y altura a rodilla de 10m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
50	40X153X6 3/8x3/8	40x122x6 1/4x1/4	160.96	239.20	67.29	4.92	9.84	0.0098	65.60	56.82	117.30	48.44	0.21	3.73	20.83	17.90
51	40X153X6 3/8x3/8	40x122x6 1/4x1/4	161.77	239.20	67.63	5.00	10.00	0.0100	66.67	57.64	117.30	49.14	0.21	3.8	21.25	17.88
52	40X153X6 3/8x3/8	40x122x6 1/4x1/4	167.75	239.20	70.13	5.16	10.32	0.0103	68.80	60.32	117.30	51.42	0.22	4.04	21.67	18.65
53	40X153X6 3/8x3/8	40x122x6 1/4x1/4	173.85	239.20	72.68	5.41	10.82	0.0108	72.13	63.95	117.30	54.52	0.22	4.33	22.08	19.61
54	50X153X6 1/2x1/2	40x123x6 1/4x5/16	187.49	306.80	61.11	4.60	9.20	0.0092	61.33	72.4	137.50	52.65	0.23	3.6	22.50	16.00
55	50X153X6 1/2x1/2	40x123x6 1/4x5/16	193.91	306.80	63.20	4.80	9.6	0.0096	64.00	76.73	137.50	55.80	0.23	3.81	22.92	16.63
56	50X153X6 1/2x1/2	40x123x6 1/4x5/16	200.36	306.80	65.31	5.00	10.00	0.0100	66.67	81.08	137.50	58.97	0.23	4.1	23.33	17.57
57	50X153X6 1/2x1/2	40x123x6 1/4x5/16	206.95	306.80	67.45	5.24	10.48	0.0105	69.87	85.6	137.50	62.25	0.24	4.33	23.75	18.23
58	50X153X6 1/2x1/2	40x123x6 1/4x5/16	213.57	306.80	69.61	5.50	11	0.0110	73.33	90.14	137.50	65.56	0.24	4.6	24.17	19.03
59	50X153X6 1/2x1/2	40x123x6 1/4x5/16	220.33	306.80	71.82	5.72	11.44	0.0114	76.27	94.86	137.50	68.99	0.25	5	24.58	20.34
60	50X153X6 1/2x1/2	40x123x6 1/4x5/16	227.11	306.80	74.03	6.00	12	0.0120	80.00	99.58	137.50	72.42	0.25	5.2	25.00	20.80

Tabla 33 Fin de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, $C=0.75$ y altura a rodilla de 10m

En las tablas que se mostraron anteriormente, se observa los resultados de cada marco únicamente empleando los siguientes parámetros: Claro de 15 metros a 60 metros, coeficiente sísmico de $C=0.75$ y una altura a rodilla de 10 metros. En ellas observamos, momento resistente de la sección, momento último, desplazamiento horizontales, y desplazamientos verticales, respecto a los elementos estructurales que son: columna, rodilla y cabezal.

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
15.00	30x46x6 1/4x1/4	30x46x6 1/4x1/4	9.81	32.70	30.00	7.40	14.80	0.0123	82.22	11.97	32.70	36.61	0.06	1.11	6.25	17.76
16.00	30x46x6 1/4x1/4	30x46x6 1/4x1/4	11.44	32.70	34.98	8.14	16.28	0.0136	90.44	13.34	32.70	40.80	0.07	1.40	6.67	21.00
17.00	30x46x6 1/4x1/4	30x46x6 1/4x1/4	13.20	32.70	40.37	8.94	17.88	0.0149	99.33	14.77	32.70	45.17	0.07	1.74	7.08	24.56
18.00	30x60x6 10x3/16	30x46x6 8x8	17.68	29.10	60.76	7.72	15.44	0.0129	85.78	11.70	19.60	59.69	0.08	1.94	7.50	25.87
19.00	30x60x6 10x3/16	30x46x6 8x8	18.60	29.10	63.92	8.40	16.80	0.0140	93.33	11.93	19.60	60.87	0.08	2.00	7.92	25.26
20.00	30x60x6 10x3/16	30x46x6 8x8	22.23	29.10	76.39	8.50	17.00	0.0142	94.44	14.01	19.60	71.48	0.08	2.81	8.33	33.72
21.00	30X77X6 3/16X1/4	25x41x3 8x8	30.53	52.50	58.15	5.54	11.08	0.0092	61.56	7.3	15.20	48.03	0.09	2.00	8.75	22.86
22.00	30X77X6 3/16X1/4	25x41x3 8x8	33.50	52.50	63.81	6.30	12.60	0.0105	70.00	7.93	15.20	52.17	0.09	2.34	9.17	25.53
23.00	30X77X6 3/16X1/4	25x41x3 8x8	36.56	52.50	69.64	7.02	14.04	0.0117	78.00	8.6	15.20	56.58	0.10	2.73	9.58	28.49
24.00	30X77X6 3/16X1/4	25x41x3 8x8	39.73	52.50	75.68	7.88	15.76	0.0131	87.56	9.33	15.20	61.38	0.10	3.20	10.00	32.00
25.00	30X77X6 3/16X1/4	25x41x3 8x8	44	52.50	83.81	7.30	14.60	0.0122	81.11	9.36	15.20	61.58	0.10	3.60	10.42	34.56
26.00	30X77X6 3/16X1/4	25x41x3 8x8	47.54	52.50	90.55	8.05	16.10	0.0134	89.44	10	15.20	65.79	0.11	4.11	10.83	37.94

Tabla 34 Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, $C=0.30$ y altura a rodilla de 12m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH_{ram}	Δ	γ	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
27.00	30X77X6 3/16X1/4	25x41x3 8x8	51.17	52.50	97.47	8.88	17.76	0.0148	98.67	10.65	15.20	70.07	0.11	4.66	11.25	41.42
28.00	30x92x6 1/4x5/16	30x60x6 3/16x3/16	51.65	81.70	63.22	5	10.00	0.0083	55.56	16.24	31.00	52.39	0.12	2.66	11.67	22.80
29.00	30x92x6 1/4x5/16	30x60x6 3/16x3/16	53.37	81.70	65.32	5.42	10.84	0.0090	60.22	17.3	31.00	55.81	0.12	3.02	12.08	24.99
30.00	30x92x6 1/4x5/16	30x60x6 3/16x3/16	59.18	81.70	72.44	5.90	11.80	0.0098	65.56	18.37	31.00	59.26	0.13	3.40	12.50	27.20
31.00	30x92x6 1/4x5/16	30x60x6 3/16x3/16	63.11	81.70	77.25	6.40	12.80	0.0107	71.11	19.51	31.00	62.94	0.13	3.83	12.92	29.65
32.00	30x92x6 1/4x5/16	30x60x6 3/16x3/16	67.14	81.70	82.18	6.90	13.80	0.0115	76.67	20.65	31.00	66.61	0.13	4.30	13.33	32.25
33.00	30x92x6 1/4x5/16	30x60x6 3/16x3/16	71.28	81.70	87.25	7.50	15.00	0.0125	83.33	21.86	31.00	70.52	0.14	5.00	13.75	36.36
34.00	30x92x6 1/4x5/16	30x60x6 3/16x3/16	75.51	81.70	92.42	8.04	16.08	0.0134	89.33	23.52	31.00	75.87	0.14	5.40	14.17	38.12
35.00	30x92x6 1/4x5/16	30x60x6 3/16x3/16	81.73	81.70	100.04	7.70	15.40	0.0128	85.56	22.69	31.00	73.19	0.15	5.70	14.58	39.09
36.00	35x122x6 1/4x5/16	35x77x6 3/16x3/16	86.06	125.50	68.57	4	8.00	0.0067	44.44	22.55	46.80	48.18	0.15	3.10	15.00	20.67
37.00	35x122x6 1/4x5/16	35x77x6 3/16x3/16	90.71	125.50	72.28	4.30	8.60	0.0072	47.78	23.68	46.80	50.60	0.15	3.40	15.42	22.05

Tabla 35 Continuación de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, C=0.30 y altura a rodilla de 12m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
38.00	35x122x6 1/4x5/16	35x77x6 3/16x3/16	95.47	125.50	76.07	4.60	9.20	0.0077	51.11	24.88	46.80	53.16	0.16	3.80	15.83	24.00
39.00	35x122x6 1/4x5/16	35x77x6 3/16x3/16	100.32	125.50	79.94	5	10.00	0.0083	55.56	26.07	46.80	55.71	0.16	4.10	16.25	25.23
40.00	35x122x6 1/4x5/16	35x77x6 3/16x3/16	105.28	125.50	83.89	5.24	10.48	0.0087	58.22	27.34	46.80	58.42	0.17	4.50	16.67	27.00
41.00	35x122x6 1/4x5/16	35x77x6 3/16x3/16	110.31	125.50	87.90	5.6	11.20	0.0093	62.22	29.79	46.80	63.65	0.17	5.00	17.08	29.27
42.00	35x122x6 1/4x5/16	35x77x6 3/16x3/16	115.47	125.50	92.01	6	12.00	0.0100	66.67	32.77	46.80	70.02	0.18	5.34	17.50	30.51
43.00	35x122x6 1/4x5/16	35x77x6 3/16x3/16	120.7	125.50	96.18	6.4	12.80	0.0107	71.11	35.82	46.80	76.54	0.18	6.00	17.92	33.49
44.00	35x122x6 1/4x5/16	35x77x6 3/16x3/16	126.21	125.50	100.57	6.8	13.60	0.0113	75.56	38.99	46.80	83.31	0.18	6.40	18.33	34.91
45.00	40x123x6 5/16x3/8	35x92x6 3/16x3/16	132.58	169.40	78.26	5.21	10.42	0.0087	57.89	40.67	57.00	71.35	0.19	5.13	18.75	27.36
46.00	40x123x6 5/16x3/8	35x92x6 3/16x3/16	138.18	169.40	81.57	5.52	11.04	0.0092	61.33	44.07	57.00	77.32	0.19	5.60	19.17	29.22
47.00	40x123x6 5/16x3/8	35x92x6 3/16x3/16	143.84	169.40	84.91	5.84	11.68	0.0097	64.89	47.52	57.00	83.37	0.20	6.01	19.58	30.69
48.00	40x123x6 5/16x3/8	35x92x6 3/16x3/16	149.62	169.40	88.32	6.2	12.40	0.0103	68.89	51.12	57.00	89.68	0.20	6.50	20.00	32.50

Tabla 36 Continuación de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, C=0.30 y altura a rodilla de 12m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
49.00	40x123x6 5/16x3/8	35x92x6 3/16x3/16	155.46	169.40	91.77	6.52	13.04	0.0109	72.44	54.78	57.00	96.11	0.20	7.00	20.42	34.29
50.00	40x123x6 5/16x3/8	35x92x6 3/16x3/16	158.9	169.40	93.80	6.53	13.06	0.0109	72.56	55.61	57.00	97.56	0.21	7.20	20.83	34.56
51.00	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	168.66	239.20	70.51	3.60	7.20	0.0060	40.00	56.8	108.50	52.35	0.21	4.44	21.25	20.89
52.00	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	175.02	239.20	73.17	3.73	7.46	0.0062	41.44	60.86	108.50	56.09	0.22	4.80	21.67	22.15
53.00	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	181.45	239.20	75.86	3.92	7.84	0.0065	43.56	64.97	108.50	59.88	0.22	5.10	22.08	23.09
54.00	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	188.01	239.20	78.60	4.11	8.22	0.0069	45.67	69.24	108.50	63.82	0.23	5.44	22.50	24.18
55.00	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	194.62	239.20	81.36	4.32	8.64	0.0072	48.00	73.56	108.50	67.80	0.23	5.80	22.92	25.31
56.00	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	201.37	239.20	84.18	4.52	9.04	0.0075	50.22	78.04	108.50	71.93	0.23	6.20	23.33	26.57
57.00	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	208.17	239.20	87.03	4.74	9.48	0.0079	52.67	82.56	108.50	76.09	0.24	6.60	23.75	27.79
58.00	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	215.1	239.20	89.92	4.96	9.92	0.0083	55.11	87.24	108.50	80.41	0.24	7.01	24.17	29.01
59.00	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	222.08	239.20	92.84	5.20	10.40	0.0087	57.78	91.97	108.50	84.76	0.25	7.50	24.58	30.51
60.00	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	226.38	239.20	94.64	5.50	11.00	0.0092	61.11	98.09	108.50	90.41	0.25	7.85	25.00	31.40

Tabla 37 Fin de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, C=0.30 y altura a rodilla de 12m

En las tablas que se mostraron anteriormente, se observa los resultados de cada marco únicamente empleando los siguientes parámetros: Claro de 15 metros a 60 metros, coeficiente sísmico de C=0.30 y una altura a rodilla de 12 metros. En ellas observamos, momento resistente de la sección, momento último, desplazamiento horizontales, y desplazamientos verticales, respecto a los elementos estructurales que son: columna, rodilla y cabezal.

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
15.00	35x62x6 3/16x3/16	35x46x6 3/16x3/16	13.70	35.60	38.48	6.70	13.40	0.0112	74.44	8.86	24.70	35.87	0.06	1.00	6.25	16.00
16.00	35x62x6 3/16x3/16	35x46x6 3/16x3/16	15.19	35.60	42.67	7.50	15.00	0.0125	83.33	9.80	24.70	39.68	0.07	1.10	6.67	16.50
17.00	35x62x6 3/16x3/16	35x46x6 3/16x3/16	16.67	35.60	46.83	8.25	16.50	0.0138	91.67	10.79	24.70	43.68	0.07	1.31	7.08	18.49
18.00	35x62x6 1/4x1/4	35x46x6 3/16x1/4	18.96	52.60	36.05	7.24	14.48	0.0121	80.44	11.83	33.50	35.31	0.08	1.32	7.50	17.60
19.00	35x62x6 1/4x1/4	35x46x6 3/16x1/4	19.01	52.60	36.14	8.00	16.00	0.0133	88.89	11.68	33.50	34.87	0.08	1.20	7.92	15.16
20.00	35x62x6 1/4x1/4	35x46x6 3/16x1/4	23.30	52.60	44.30	8.32	16.64	0.0139	92.44	14.17	33.50	42.30	0.08	2.00	8.33	24.00
21.00	35x62x6 1/4x1/4	35x46x6 3/16x1/4	25.99	52.60	49.41	9.08	18.16	0.0151	100.89	15.24	33.50	45.49	0.09	2.25	8.75	25.71
22.00	35x77x6 1/4x1/4	35x46x6 3/16x1/4	31.28	61.50	50.86	6.50	13.00	0.0108	72.22	12.43	33.50	37.10	0.09	1.83	9.17	19.96
23.00	35x77x6 1/4x1/4	35x46x6 3/16x1/4	34.35	61.50	55.85	7.12	14.24	0.0119	79.11	13.33	33.50	39.79	0.10	2.13	9.58	22.23
24.00	35x77x6 1/4x1/4	35x46x6 3/16x1/4	37.54	61.50	61.04	7.8	15.60	0.0130	86.67	14.25	33.50	42.54	0.10	2.50	10.00	25.00
25.00	35x77x6 1/4x1/4	35x46x6 3/16x1/4	41.07	61.50	66.78	7.80	15.60	0.0130	86.67	15.26	33.50	45.55	0.10	2.90	10.42	27.84
26.00	35x77x6 1/4x1/4	35x46x6 3/16x1/4	44.62	61.50	72.55	8.5	17.00	0.0142	94.44	16.11	33.50	48.09	0.11	3.30	10.83	30.46

Tabla 38 Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, $C=0.45$ y altura a rodilla de 12m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
27.00	35x77x6 1/4x1/4	35x46x6 3/16x1/4	48.28	61.50	78.50	9.15	18.30	0.0153	101.67	17.03	33.50	50.84	0.11	3.70	11.25	32.89
28.00	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 3/16x3/16	52.41	89.90	58.30	5.71	11.42	0.0095	63.44	16.44	35.60	46.18	0.12	2.41	11.67	20.66
29.00	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 3/16x3/16	56.27	89.90	62.59	6.20	12.40	0.0103	68.89	17.37	35.60	48.79	0.12	2.71	12.08	22.43
30.00	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 3/16x3/16	60.23	89.90	67.00	6.70	13.40	0.0112	74.44	18.31	35.60	51.43	0.13	3.04	12.50	24.32
31.00	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 3/16x3/16	64.3	89.90	71.52	7.22	14.44	0.0120	80.22	19.32	35.60	54.27	0.13	3.40	12.92	26.32
32.00	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 3/16x3/16	68.46	89.90	76.15	7.80	15.60	0.0130	86.67	20.34	35.60	57.13	0.13	3.80	13.33	28.50
33.00	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 3/16x3/16	72.73	89.90	80.90	8.35	16.70	0.0139	92.78	21.43	35.60	60.20	0.14	4.21	13.75	30.62
34.00	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 3/16x3/16	77.09	89.90	85.75	9.00	18.00	0.0150	100.00	22.48	35.60	63.15	0.14	4.70	14.17	33.18
35.00	35x122x6 1/4x1/4	35x77x6 8x8	80.47	108.50	74.17	5.81	11.62	0.0097	64.56	21.43	40.50	52.91	0.15	3.10	14.58	21.26
36.00	35x122x6 1/4x1/4	35x77x6 8x8	84.85	108.50	78.20	6.23	12.46	0.0104	69.22	22.53	40.50	55.63	0.15	3.41	15.00	22.73
37.00	35x122x6 1/4x1/4	35x77x6 8x8	88.25	108.50	81.34	7.13	14.26	0.0119	79.22	24.98	40.50	61.68	0.15	4.10	15.42	26.59
38.00	35x122x6 1/4x1/4	35x77x6 8x8	94.15	108.50	86.77	7.14	14.28	0.0119	79.33	24.85	40.50	61.36	0.16	4.14	15.83	26.15
39.00	35x122x6 1/4x1/4	35x77x6 8x8	98.94	108.50	91.19	7.63	15.26	0.0127	84.78	26.03	40.50	64.27	0.16	4.54	16.25	27.94
40.00	35x122x6 5/16x5/16	35x77x6 3/16x3/16	106.16	137.60	77.15	7.10	14.20	0.0118	78.89	27.54	46.80	58.85	0.17	4.30	16.67	25.80
41.00	35x122x6 5/16x5/16	35x77x6 3/16x3/16	111.21	137.60	80.82	7.6	15.20	0.0127	84.44	30.39	46.80	64.94	0.17	4.70	17.08	27.51

Tabla 39 Continuación de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, $C=0.45$ y altura a rodilla de 12m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
42.00	35x122x6 5/16x5/16	35x77x6 3/16x3/16	116.37	137.60	84.57	8.1	16.20	0.0135	90.00	33.37	46.80	71.30	0.18	5.13	17.50	29.31
43.00	35x122x6 5/16x5/16	35x77x6 3/16x3/16	121.61	137.60	88.38	8.61	17.22	0.0144	95.67	36.43	46.80	77.84	0.18	5.60	17.92	31.26
44.00	35x122x6 5/16x5/16	35x77x6 3/16x3/16	127.13	137.60	92.39	9.1	18.20	0.0152	101.11	39.61	46.80	84.64	0.18	6.10	18.33	33.27
45.00	40x123x6 5/16x3/8	35x92x6 3/16x3/16	132.58	169.40	78.26	7.20	14.40	0.0120	80.00	40.67	57.00	71.35	0.19	5.13	18.75	27.36
46.00	40x123x6 5/16x3/8	35x92x6 3/16x3/16	138.18	169.40	81.57	7.6	15.20	0.0127	84.44	44.07	57.00	77.32	0.19	5.60	19.17	29.22
47.00	40x123x6 5/16x3/8	35x92x6 3/16x3/16	143.84	169.40	84.91	8.01	16.02	0.0134	89.00	47.52	57.00	83.37	0.20	6.01	19.58	30.69
48.00	40x123x6 5/16x3/8	35x92x6 3/16x3/16	149.62	169.40	88.32	8.5	17.00	0.0142	94.44	51.12	57.00	89.68	0.20	6.50	20.00	32.50
49.00	40x123x6 5/16x3/8	35x92x6 3/16x3/16	155.46	169.40	91.77	8.94	17.88	0.0149	99.33	54.78	57.00	96.11	0.20	7.00	20.42	34.29
50.00	40x123x6 5/16x3/8	35x92x6 3/16x3/16	158.9	169.40	93.80	8.93	17.86	0.0149	99.22	55.61	57.00	97.56	0.21	7.20	20.83	34.56
51.00	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	168.66	239.20	70.51	4.80	9.60	0.0080	53.33	56.8	108.50	52.35	0.21	4.44	21.25	20.89
52.00	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	175.02	239.20	73.17	5.02	10.04	0.0084	55.78	60.86	108.50	56.09	0.22	4.80	21.67	22.15

Tabla 40 Continuación de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, C=0.45 y altura a rodilla de 12m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
53.00	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	181.45	239.20	75.86	5.30	10.60	0.0088	58.89	64.97	108.50	59.88	0.22	5.10	22.08	23.09
54.00	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	188.01	239.20	78.60	5.51	11.02	0.0092	61.22	69.24	108.50	63.82	0.23	5.44	22.50	24.18
55.00	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	194.62	239.20	81.36	5.80	11.60	0.0097	64.44	73.56	108.50	67.80	0.23	5.80	22.92	25.31
56.00	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	201.37	239.20	84.18	6.04	12.08	0.0101	67.11	78.04	108.50	71.93	0.23	6.20	23.33	26.57
57.00	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	208.17	239.20	87.03	6.31	12.62	0.0105	70.11	82.56	108.50	76.09	0.24	6.60	23.75	27.79
58.00	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	215.1	239.20	89.92	6.60	13.20	0.0110	73.33	87.24	108.50	80.41	0.24	7.01	24.17	29.01
59.00	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	222.08	239.20	92.84	6.90	13.80	0.0115	76.67	91.97	108.50	84.76	0.25	7.50	24.58	30.51
60.00	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	226.38	239.20	94.64	7.25	14.50	0.0121	80.56	98.09	108.50	90.41	0.25	8.00	25.00	32.00

Tabla 41 Fin de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, C=0.45 y altura a rodilla de 12m

En las tablas que se mostraron anteriormente, se observa los resultados de cada marco únicamente empleando los siguientes parámetros: Claro de 15 metros a 60 metros, coeficiente sísmico de C=0.45 y una altura a rodilla de 12 metros. En ellas observamos, momento resistente de la sección, momento último, desplazamiento horizontales, y desplazamientos verticales, respecto a los elementos estructurales que son: columna, rodilla y cabezal.

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	y_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (y_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
15	30x77x6 3/16x1/4	30x46x6 3/16x3/16	20.05	52.50	38.19	6.82	13.64	0.0114	75.78	7.86	24.90	31.57	0.06	0.60	6.25	9.60
16	30x77x6 3/16x1/4	30x46x6 3/16x3/16	21.92	52.50	41.75	7.75	15.50	0.0129	86.11	8.57	24.90	34.42	0.07	0.75	6.67	11.25
17	30x77x6 3/16x1/4	30x46x6 3/16x3/16	23.85	52.50	45.43	8.80	17.60	0.0147	97.78	9.94	24.90	39.92	0.07	0.92	7.08	12.99
18	30x92x6 3/16x3/16	30x62x6 8x8	25.21	52.10	48.39	7.31	14.62	0.0122	81.22	10.73	40.10	26.76	0.08	0.83	7.50	11.07
19	30x92x6 3/16x3/16	30x62x6 8x8	25.77	52.10	49.46	8.10	16.20	0.0135	90.00	12.03	40.10	30.00	0.08	0.80	7.92	10.11
20	30x92x6 3/16x3/16	30x62x6 8x8	29.45	52.10	56.53	8.05	16.10	0.0134	89.44	11.85	40.10	29.55	0.08	1.20	8.33	14.40
21	30x92x6 3/16x3/16	30x62x6 8x8	31.67	52.10	60.79	8.85	17.70	0.0148	98.33	12.73	40.10	31.75	0.09	1.41	8.75	16.11
22	35x92x6 3/16x1/4	35x62x6 3/16x1/4	34.23	70.60	48.48	7.01	14.02	0.0117	77.89	14.78	44.60	33.14	0.09	1.22	9.17	13.31
23	35x92x6 3/16x1/4	35x62x6 3/16x1/4	36.57	70.60	51.80	7.63	15.26	0.0127	84.78	15.83	44.60	35.49	0.10	1.42	9.58	14.82
24	35x92x6 3/16x1/4	35x62x6 3/16x1/4	38.97	70.60	55.20	8.3	16.60	0.0138	92.22	16.9	44.60	37.89	0.10	1.64	10.00	16.40
25	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 5/16x5/16	43.86	89.90	48.79	7.11	14.22	0.0119	79.00	19.28	64.50	29.89	0.10	1.65	10.42	15.84

Tabla 42 Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, $C=0.75$ y altura a rodilla de 12m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
26	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 5/16x5/16	46.57	89.90	51.80	7.7	15.40	0.0128	85.56	20.37	64.50	31.58	0.11	2.00	10.83	18.46
27	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 5/16x5/16	49.35	89.90	54.89	8.30	16.60	0.0138	92.22	21.53	64.50	33.38	0.11	2.14	11.25	19.02
28	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 5/16x5/16	51.42	89.90	57.20	8.6	17.20	0.0143	95.56	22.37	64.50	34.68	0.12	2.40	11.67	20.57
29	35x92x6 1/4x5/16	35x62x6 5/16x5/16	54.16	89.90	60.24	9.19	18.38	0.0153	102.11	23.59	64.50	36.57	0.12	2.70	12.08	22.34
30	35x122x6 1/4x1/4	35x92x6 8x8	59.08	108.50	54.45	6.26	12.52	0.0104	69.56	18.94	48.30	39.21	0.13	1.80	12.50	14.40
31	35x122x6 1/4x1/4	35x92x6 8x8	63.08	108.50	58.14	6.73	13.46	0.0112	74.78	19.96	48.30	41.33	0.13	2.00	12.92	15.48
32	35x122x6 1/4x1/4	35x92x6 8x8	67.18	108.50	61.92	7.22	14.44	0.0120	80.22	21	48.30	43.48	0.13	2.23	13.33	16.73
33	35x122x6 1/4x1/4	35x92x6 8x8	71.38	108.50	65.79	7.75	15.50	0.0129	86.11	22.1	48.30	45.76	0.14	2.50	13.75	18.18
34	35x122x6 1/4x1/4	35x92x6 8x8	75.63	108.50	69.71	8.32	16.64	0.0139	92.44	23.96	48.30	49.61	0.14	2.73	14.17	19.27
35	40X122X6 5/16X3/8	35X77X6 1/4X1/4	83.41	167.60	49.77	6.92	13.84	0.0115	76.89	27.25	61.50	44.31	0.15	2.45	14.58	16.80
36	40X122X6 5/16X3/8	35X77X6 1/4X1/4	88.83	167.60	53.00	7.12	14.24	0.0119	79.11	29.82	61.50	48.49	0.15	2.55	15.00	17.00
37	40X122X6 5/16X3/8	35X77X6 1/4X1/4	93.63	167.60	55.87	7.63	15.26	0.0127	84.78	31.92	61.50	51.90	0.15	2.81	15.42	18.23
38	40X122X6 5/16X3/8	35X77X6 1/4X1/4	98.54	167.60	58.79	8.18	16.36	0.0136	90.89	34.13	61.50	55.50	0.16	3.10	15.83	19.58
39	40X122X6 5/16X3/8	35X77X6 1/4X1/4	103.53	167.60	61.77	8.73	17.46	0.0146	97.00	36.33	61.50	59.07	0.16	3.40	16.25	20.92
40	40x123x6 3/8x3/8	35x92x6 1/4x1/4	109.34	178.10	61.39	6.60	13.20	0.0110	73.33	31.76	77.30	41.09	0.17	3.22	16.67	19.32

Tabla 43 Continuación de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, C=0.75 y altura a rodilla de 12m

MARCO			COLUMNA							CABEZAL						
CLARO	SECCION RODILLA Y COLUMNA	SECCION CABEZAL	Mu	Mr	Ratio	ΔH ram	Δ	γ	Ratio de distorsion Horz.	Mu	Mr	Ratio	γ_{max}	Mu Dist. RAM cm	Mr (γ_{max}) vert. cm	Ratio de distorsion Vert
41	40x123x6 3/8x3/8	35x92x6 1/4x1/4	114.75	178.10	64.43	6.98	13.96	0.0116	77.56	32.88	77.30	42.54	0.17	3.50	17.08	20.49
42	40x123x6 3/8x3/8	35x92x6 1/4x1/4	120.26	178.10	67.52	7.4	14.80	0.0123	82.22	34.08	77.30	44.09	0.18	3.80	17.50	21.71
43	40x123x6 3/8x3/8	35x92x6 1/4x1/4	125.86	178.10	70.67	7.8	15.60	0.0130	86.67	35.26	77.30	45.61	0.18	4.10	17.92	22.88
44	40x123x6 3/8x3/8	35x92x6 1/4x1/4	131.74	178.10	73.97	8.21	16.42	0.0137	91.22	36.58	77.30	47.32	0.18	4.40	18.33	24.00
45	40x123x6 3/8x3/8	35x92x6 1/4x1/4	137.98	178.10	77.47	8.61	17.22	0.0144	95.67	37.96	77.30	49.11	0.19	4.80	18.75	25.60
46	40x123x6 3/8x3/8	35x92x6 1/4x1/4	143.91	178.10	80.80	9.06	18.12	0.0151	100.67	39.29	77.30	50.83	0.19	5.13	19.17	26.77
47	40x153x6 5/16x5/16	35x92x6 3/16x5/16	149	193.70	76.92	7.00	14.00	0.0117	77.78	34.59	83.30	41.52	0.20	4.00	19.58	20.43
48	40x153x6 5/16x5/16	35x92x6 3/16x5/16	155.04	193.70	80.04	7.4	14.80	0.0123	82.22	36.72	83.30	44.08	0.20	4.30	20.00	21.50
49	40x153x6 5/16x5/16	35x92x6 3/16x5/16	161.35	193.70	83.30	7.80	15.60	0.0130	86.67	38.96	83.30	46.77	0.20	4.60	20.42	22.53
50	40x153x6 5/16x5/16	35x92x6 3/16x5/16	167.37	193.70	86.41	8.20	16.40	0.0137	91.11	41.38	83.30	49.68	0.21	5.00	20.83	24.00
51	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	173.22	239.20	72.42	6.52	13.04	0.0109	72.44	49.72	108.50	45.82	0.21	4.30	21.25	20.24
52	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	179.74	239.20	75.14	6.82	13.64	0.0114	75.78	51.29	108.50	47.27	0.22	4.60	21.67	21.23
53	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	186.33	239.20	77.90	7.13	14.26	0.0119	79.22	52.82	108.50	48.68	0.22	4.90	22.08	22.19
54	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	193.04	239.20	80.70	7.50	15.00	0.0125	83.33	54.45	108.50	50.18	0.23	5.21	22.50	23.16
55	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	199.81	239.20	83.53	7.80	15.60	0.0130	86.67	56.02	108.50	51.63	0.23	5.53	22.92	24.13
56	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	206.7	239.20	86.41	8.14	16.28	0.0136	90.44	57.7	108.50	53.18	0.23	5.90	23.33	25.29
57	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	213.65	239.20	89.32	8.50	17.00	0.0142	94.44	59.32	108.50	54.67	0.24	6.30	23.75	26.53
58	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	220.73	239.20	92.28	8.80	17.60	0.0147	97.78	61.05	108.50	56.27	0.24	6.63	24.17	27.43
59	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	227.85	239.20	95.26	9.20	18.40	0.0153	102.22	62.7	108.50	57.79	0.25	7.02	24.58	28.56
60	40x153x6 3/8x3/8	35x122x6 1/4x1/4	239.7	239.20	100.21	8.50	17.00	0.0142	94.44	67.52	108.50	62.23	0.25	6.55	25.00	26.20

Tabla 44 Final de Base de datos para marcos de claro 15m a 60m, $C=0.75$ y altura a rodilla de 12m

En las tablas que se mostraron anteriormente, se observa los resultados de cada marco únicamente empleando los siguientes parámetros: Claro de 15 metros a 60 metros, coeficiente sísmico de $C=0.75$ y una altura a rodilla de 12 metros. En ellas observamos, momento resistente de la sección, momento último, desplazamiento horizontales, y desplazamientos verticales, respecto a los elementos estructurales que son: columna, rodilla y cabezal.

Capítulo 7. Referencias Bibliográficas

López, E. J. A., Carlos, G. A. C., Espinoza, C. G., & Lira, J. E. (2004). Normas técnicas complementarias para diseño por sismo.

Villegas Valencia, O. A. (2019). Análisis comparativo de las modificaciones a las normas técnicas complementarias para diseño por viento 2004 y 2017.

Gaceta Oficial De La Ciudad De México (2017). Normas técnicas complementarias sobre criterios y acciones para el diseño estructural de las edificaciones.

Tapia Hernández, E., & García Carrera, J. S. (2019). Comportamiento de estructuras de acero durante los sismos de septiembre de 2017. Ingeniería sísmica, (101), 36-52.

Navarrete Bautista, J. C. (2003). Secciones compuestas de acero-concreto (método LRFD) (Doctoral dissertation).

McCORMAC, J. (2013). Diseño de estructuras de acero. Alfaomega grupo editor.

De La Infraestructura Física Educativa, I. N. (s. f.). Tomo II, Análisis para Diseño por Sismo. Recuperado de gob.mx. <https://www.gob.mx/inifed/documentos/tomo-ii-analisis-para-diseno-por-sismo>

Gaceta Oficial De La Ciudad De México (2020). Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras metálicas.

Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras metálicas - PDF Free Download. (s. f.). Recuperado de <https://docplayer.es/75973082-Normas-tecnicas-complementarias-para-diseno-y-construccion-de-estructuras-metalicas.html>