



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA  
INGENIERÍA CIVIL – ESTRUCTURAS

**COMPARACIÓN DE MARCOS DE ACERO CONTRAVENTEADOS DE  
CONFIGURACIÓN CONCÉNTRICA Y EXCÉNTRICA, EN ZONAS DE SUELO  
BLANDO Y FIRME, PARA EL DISTRITO FEDERAL**

**REPORTE ESCRITO**  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
**MAESTRO EN INGENIERÍA**  
BAJO LA MODALIDAD DE EXAMEN GENERAL DE CONOCIMIENTOS

PRESENTA:  
**SAÚL REYES REYES**

TUTOR  
**Dr. DAVID DE LEÓN ESCOBEDO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA UAEM

MÉXICO, D. F. AGOSTO 2013

**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: Dr. Luis Esteva Maraboto  
Secretario: Dr. Roberto Meli Piralla  
Vocal: Dr. David de León Escobedo  
1<sup>er</sup>. Suplente: Dr. Óscar López Bátiz  
2<sup>d o</sup>. Suplente: Dr. Orlando Javier Díaz López

Lugar o lugares donde se realizó el reporte escrito: Saltillo Coahuila, México.

**TUTOR DEL REPORTE ESCRITO:**

Dr. David de León Escobedo

-----  
**FIRMA**

**Nombre del programa: Maestría en Ingeniería (Estructuras)**

**Modalidad del trabajo: Reporte escrito**

**Que para obtener el grado de Maestro en Ingeniería (Estructuras)  
Bajo la modalidad de Examen General de Conocimientos**

**Nombre del sustentante:**

**Saúl Reyes Reyes.**

## 1 Resumen

En el presente trabajo se plantea para el estudio de contraventeos a compresión, mediante el análisis modal espectral de marcos rígidos de acero contraventeados, con el criterio asociado al estado límite de servicio de elementos no estructurales, para contraventeos comprimidos sujetos a fenómenos de pandeo, usando las especificaciones de diseño del AISC ASD.

Conocido el fenómeno de pandeo con presencia de esfuerzos de compresión, se elaboraron curvas de capacidad que relacionan deformación lateral con la altura de estrepiso en marcos de tres niveles contraventeados concéntricos, excéntricos en “V”, y sin contraventeos. En el diseño se propusieron marcos clasificados en el grupo “A” de las NTCDF, ubicados en las zonas de suelo blando y firme, se utilizaron para los contraventeos secciones de perfiles estructurales rolados en caliente, en los distintos marcos planos sometidos a la acción de sismo y carga lateral.

Los resultados de los desplazamientos de cada marco se graficaron para comparar los desplazamientos de los entrepisos, con la fórmula de demandas de deformación lateral de sistemas inelásticos Ref [1], y se encontró que el sistema de contraventeo para marcos con mayor capacidad de deformación resultó ser el contraventeado excéntricamente en V, y que las columnas diseñadas por las especificaciones del AISC ASD resultaron ser adecuadas en la contribución de la rigidez lateral del marco, y comportamiento inelástico de disipación de energía por ductilidad.

<b>Nombre de Jurado</b>	<b>Entidad de adscripción</b>
Presidente: Dr. Luis Esteva Maraboto	Posgrado Ingeniería UNAM
Vocal: Dr. David de León Escobedo	Facultad de Ingeniería UAEM
Secretario: Dr. Roberto Meli Piralla	Posgrado Ingeniería UNAM
Suplente: Dr. Óscar López Bátiz	Posgrado Ingeniería UNAM
Suplente: Dr. Orlando Javier Díaz López	Posgrado Ingeniería UNAM

**COMPARACIÓN DE MARCOS DE ACERO CONTRAVENTEADOS DE CONFIGURACIÓN CONCÉNTRICA Y EXCÉNTRICA .EN ZONAS DE SUELO BLANDO Y FIRME, PARA EL DISTRITO FEDERAL.**

<b>ÍNDICE</b>		<b>Página</b>
	<b>Resumen</b>	2
<b>1</b>	<b>Introducción</b>	5
<b>2</b>	<b>Antecedentes del problema</b>	8
	<b>2.1 Definición de pandeo</b>	9
	<b>2.2 Planteamiento del problema</b>	9
	<b>2.3 Objetivo</b>	10
	<b>2.4 Justificación</b>	10
	<b>2.5 Alcance</b>	10
<b>MARCO TEÓRICO</b>		11
<b>3</b>	<b>Diseño de marcos de acero contraventeados</b>	11
	<b>3.1 Contraventeo excéntrico</b>	11
	<b>3.2 Configuraciones excéntricas de contraventeo</b>	12
	<b>3.3 Efectos de cargas gravitacionales en los marcos contraventeados</b>	13
	<b>3.4 Efectos de fuerzas laterales en marcos contraventeados</b>	13
	<b>3.5 Diseño de elementos de contraventeo</b>	14
	<b>3.6 Diseño de otros elementos en marcos contraventeados</b>	14
	<b>3.7 Vigas de eslabón en marcos contraventeados excéntricos</b>	15
<b>4</b>	<b>Diseño de conexiones de acero estructural</b>	16
	<b>4.1 Conexiones de contraventeo en marcos contraventeados concéntricos</b>	16
	<b>4.2 Conexiones de contraventeo en marcos contraventeados excéntricos</b>	18
	<b>4.3 Resistencia de miembros a tensión de acuerdo a las normas técnicas complementarias del 2004 (NTCM 2004).</b>	19

	4.4	Resistencia de miembros a compresión de acuerdo a las normas técnicas complementarias del 2004 (NTCM 2004).	20
	4.5	Estado límite de pandeo de torsión o flexotorsión de acuerdo a las NTCM 2004	22
	4.6	Estado límite de flexión, torsión o flexotorsión y pandeo local combinados según las NTCM 2004.	23
5	<b>Fórmulas de demanda de deformación lateral sísmica</b>		24
	5.1 Relación del factor de comportamiento sísmico $Q$ , al factor reductivo $Q'$ .		26
6	<b>Capacidad de fuerza lateral cortante en un sistema de marco contraventeado</b>		27
7	<b>Sistemas de contraviento restringidos contra pandeo</b>		30
8	<b>Capacidad de compresión post pandeo de contraviento</b>		33
9	<b>Resultados</b>		34
	9.1 Obtención de desplazamiento último.		34
	Giros de eslabón de marco en V excéntrico.		38
10	<b>CONCLUSIONES</b>		41
11	<b>Trabajo futuro</b>		43
12	<b>Beneficios de los resultados</b>		43
13	<b>Simbología</b>		44
14	<b>Referencias</b>		45
ANEXO A	<b>Gráficas de alturas contra desplazamientos de los marcos analizados, en suelo firme y suelo blando.</b>		48
ANEXO B	<b>Resultados de programa de diseño CYPE CAD</b>		50
ANEXO C	<b>Materias cursadas en la Maestría relacionadas con el reporte presentado.</b>		

# 1 Introducción

En el diseño por estado límite de servicio se asegura que la estructura sea capaz de resistir los efectos de un sismo, limitando las deformaciones laterales evitando el daño en elementos no estructurales. Se proporciona a la estructura rigidez y resistencia adecuada en el diseño, para que permanezca en el comportamiento elástico cuando sea sujeta a sismo moderado, pero durante sismos de gran intensidad, sea capaz de presentar fluencia en elementos estructurales, y sea disipada parte de la energía a la cual se encuentre sujeta la estructura en los sismos intensos. Esto resulta en la mínima acción de efectos en la respuesta elástica, que puede dar la opción de diseño más económica de la estructura.

En la mayoría de los reglamentos modernos de diseño por sismo establecen como objetivo evitar el colapso, pero aceptan daño en los casos de sismo excepcionalmente severo que se pueda presentar en la estructura, y evitar daños de cualquier tipo ante sismos moderados que tengan una probabilidad significativa de presentarse en el lapso de vida de la estructura. Aunado al diseño de la estructura para que sea capaz de resistir fuerzas laterales, debe darse a la estructura la habilidad de disipar la energía introducida por el sismo, que en el caso de sismos severos es aceptable la disipación de energía mediante deformaciones inelásticas que implican daño, siempre y cuando no se alcancen condiciones de colapso. El cumplimiento en que no se excedan los estados límites de servicio, de integridad estructural, y de límite de supervivencia, para sismo de intensidad moderada, sismo severo, y sismo extraordinario respectivamente, implica que la estructura posea una rigidez adecuada para limitar sus desplazamientos laterales y para proporcionarle características dinámicas que eviten amplificaciones excesivas de vibración, tal que la resistencia por carga lateral sea suficiente para absorber las fuerzas de inercia inducidas por el sismo, y que la estructura posea alta capacidad para disipar la energía mediante deformaciones inelásticas, lo cual se logra al proporcionarse ductilidad. El procedimiento de diseño de los códigos actuales consiste en un diseño elástico con fuerzas reducidas, aceptando que parte de la energía sísmica se disipe por deformaciones inelásticas, tal que las fuerzas resistidas por la estructura son menores a las que se

introdujeran si su comportamiento fuera elástico-lineal. Las NTCS especifican espectros de diseño, en los cuales se permite que las deformaciones elásticas se reduzcan por un factor de comportamiento  $Q$ ; que depende del tipo de estructura en función de su capacidad de disipación de energía, o de la ductilidad. Con las fuerzas reducidas se analiza un modelo lineal de la estructura y se revisa que no se rebasen estados límite de resistencia de sus secciones.

Los criterios de diseño por cargas últimas toman en cuenta factores de carga para amplificar las cargas, con el fin de considerar la probabilidad de la excedencia en el valor de dichas cargas en las condiciones normales de trabajo de la estructura. Para considerar los probables defectos de los materiales, y de construcción se utilizan factores de reducción menores de la unidad, que afectan la capacidad de resistencia de los elementos. Con los factores de cargas y de resistencia a partir de las cargas últimas, se obtienen factores de seguridad para el diseño económico y confiable de la estructura.

Los marcos continuos especiales son marcos resistentes a cargas laterales que desarrollan inelasticidad en el material, sin colapso o pérdida de la estabilidad, y son ideales para zonas sísmicas, porque disipan gran cantidad de energía de deformación mediante la formación de articulaciones plásticas. A dichos marcos les corresponden los factores de comportamiento sísmico o factores de reducción por ductilidad máximos de los Reglamentos Ref [2].

Los marcos en los que existen algunos impedimentos para generarse articulaciones plásticas en todos los puntos necesarios para la formación de mecanismos, en los cuales tenga lugar una redistribución plástica de las cargas con incrementos de las mismas sin colapso, son denominados marcos continuos ordinarios, y admiten valores menores de factores de comportamiento sísmico o de ductilidad Ref [2].

Los marcos contraventeados concéntricamente tienen menor capacidad de disipar energía, que se presenta en las incursiones inelásticas que pueden tener dichos contraventeos. Considerando a los contraventeos trabajando únicamente a carga axial de



compresión o de tensión, se limitan en su comportamiento a la capacidad última de fluencia en tensión, al pandeo elástico del elemento, o a la fluencia a la compresión, con lo cual no existe redistribución plástica en los elementos del marco Ref [2].

A los marcos contraventados con capacidad de carga lateral, aún sin las diagonales se les denomina sistema dual, por la doble acción de resistencia ante cargas laterales, la primera por los contraventeos con rigidez mayor a la del marco, y una vez iniciada la fluencia en ellos, los marcos desarrollan su resistencia hasta la carga última. A los sistemas duales se les asigna un valor mayor de factores reductivos por ductilidad que a los marcos contraventados ordinarios, y en ocasiones menores que los marcos continuos especiales Ref [2].

## 2. Antecedentes del problema

Los perfiles de acero estructural contienen esfuerzos residuales que resultan principalmente del irregular enfriamiento en el rolado de dichos perfiles. En el análisis de los resultados de ensayos en columnas llevados a cabo por Howard Ref [3], los esfuerzos residuales debidos al enfriamiento de columnas de acero, roladas en caliente fueron citados como la causa probable en la reducción del esfuerzo para relaciones de esbeltez intermedias.

La posible influencia de los esfuerzos residuales en los esfuerzos de pandeo tanto en elementos viga rolados en caliente, como en placas soldadas fueron posteriormente citados por Salmon, Ref [4], y Madsen Ref [5]. Una metódica investigación sobre el efecto de los esfuerzos residuales en columnas se inició después de los años 40, bajo la supervisión del Comité de Investigación A del Comité de Investigación de Columnas ("Research Committee A of the Column Research Council") Ref [6], Ref [7], y Ref [8].

Al principios de los 60's (1960), la curva de la carga crítica para el módulo tangente estaba basada en el efecto típico de distribución de esfuerzos residuales, en perfiles rolados en caliente, visto como una base propia en la determinación de esfuerzos permisibles de diseño en columnas. La teoría de esfuerzos en columnas se consolidó, y el concepto de módulo tangente, como modificación en perfiles de acero estructural, con esfuerzos residuales se extendió a todos los metales. La curva de la teoría de esfuerzos en columnas del Comité de Investigación de Columnas ("Column Research Council"), basada en el cálculo de curvas para columnas con perfiles H rolados en caliente, fue tomada como la media aproximada de las curvas generadas tanto en el pandeo alrededor del eje mayor, como el correspondiente alrededor del eje menor, y sirvió como base en el diseño de columnas en las especificaciones del Instituto Americano de la Construcción con Acero (AISC) y de la Asociación de Estándares Canadienses (CSA).

Posteriormente (1966) se incrementó el uso de columnas fabricadas con aceros de alta resistencia, en que el límite de fluencia era mayor a 70 ksi, con aceros rolados en

caliente y límites de fluencia mayores a 100 ksi. Fue notoria la importancia de imperfecciones iniciales tales como los esfuerzos residuales, para la determinación de esfuerzos en columnas simplemente apoyadas fabricadas para resistencias superiores.

Dichos trabajos continuaron con extensas investigaciones, al principio, en la Universidad de Lehigh en el inicio de los años 70 Ref. [9], en los cuales se reveló una posible forma de hacer distinciones entre las diferentes categorías de los esfuerzos de las columnas, mediante el uso de múltiples curvas de columnas, así como en los casos investigados en Europa Ref [10]. Adicionalmente se ha llevado a cabo un gran número de pruebas en columnas, para dar certidumbre a los resultados teóricos obtenidos por estudios de cálculo. El estudio más numeroso en columnas es probablemente el efectuado en más de 1,000 pruebas, que se hicieron en laboratorios y universidades europeas, así como otro número de pruebas en perfiles de gran espesor en la universidad de Lehigh, bajo el auspicio de la Convención Europea para Construcción de Marcos de Acero ( European Convention for Constructional Steelworks ) Ref [11]. Años después se han realizado numerosas pruebas, y los resultados han sido resumidos por Fukumoto et al Ref [12].

## 2.1 Definición de pandeo

## 2.2 Planteamiento del problema

El presente trabajo consiste en el estudio del efecto en el pandeo en contravientos para marcos con tres niveles, de configuración en V concéntricos, en V excéntricos, contravientos concéntricos en X, y sin contravientos, para la determinación de cuánta carga resulta en los apoyos, que pudiera causar problemas en la cimentación de suelos blandos en la Ciudad de México.

El fenómeno de **pandeo** es la súbita pérdida de la rigidez de algún elemento estructural esbelto, para resistir esfuerzos por el efecto de grandes deformaciones, alcance o no el punto de fluencia, y en presencia de desplazamientos laterales que pueden

presentarse, por el efecto P- $\Delta$ , incrementar rápidamente los esfuerzos, los cuales, a su vez, incrementan las deformaciones generándose una secuencia que lleva progresivamente a la falla.

### **2.3 Objetivo**

El objeto de este trabajo es determinar cuatro curvas, que relacionen valores del radio de alturas de entrepisos ( $z/h$ ), contra deformaciones de desplazamiento lateral del marco ( $\delta$ ), para determinar el tipo de contraventeo adecuado en el cual puede presentarse ductilidad máxima, para suelos blandos y suelos firmes en el Distrito Federal.

### **2.4 Justificación**

Debido a que el trabajo presente se encuentra vinculado a la rehabilitación de edificios con estructura de marcos de acero con poca altura dañados por sismo severo, a los cuales se adaptan configuraciones de contraventeo, que influyen en la estructura para disipar energía de sismos intensos, sin la presencia de pandeos locales en los elementos de contraventeo, ubicados en la zona aluvial y de suelo firme del Distrito Federal. Es por eso, que en el presente trabajo resulta importante se determinen mediante el análisis modal espectral con el registro SCT 85, los posibles efectos de desplazamientos últimos de la estructura, con las cuales resulte una configuración estructural de contraventeo más favorable, tal que influya en la disipación de energía para el caso en que se presente un sismo severo.

### **2.5 Alcance**

Se pretende cubrir el estudio de la columna aislada considerada inicialmente recta, sometida a esfuerzos uniformes axiales de compresión, mediante el uso de perfiles estructurales, para el caso de carga axial en que las condiciones de los apoyos extremos se encuentran articulados. Se incluye el pandeo inelástico de la columna, en el cual se considera la posibilidad de que prevalezca o no la flexotorsión del perfil. El análisis se

dirige a su posible aplicación en el diseño de contraventeos a compresión, con los cuales se pretenda incrementar la rigidez lateral de marcos existentes.

## **MARCO TEÓRICO**

### **3 Diseño de marcos de acero contraventeados**

#### **3.1 Contraventeo excéntrico**

La resistencia a cargas laterales para un marco formado por la unión continua de vigas y columnas se da por su resistencia a cortante, y flexión de los elementos que lo conforman. Considerando un marco contraventeado, la resistencia a cargas laterales se desarrolla principalmente por la resistencia axial de los contraventeos. En marcos con contraventeos excéntricos se desarrollan las resistencias a cargas laterales, por la resistencia a corte y flexión de los elementos del marco, y por la carga axial de los contraventeos sin la pérdida de la ductilidad.

El sistema estructural de contraventeo excéntrico se llevó a cabo en la Universidad de Berkeley California por Roeder y Popov Ref [13], en el sistema se denomina con el término eslabón “link”, al tramo de viga comprendido entre el punto donde se intersectan las líneas centroidales de las vigas, con los contravientos, y el eje de la columna. Dicho elemento funciona como “fusible”, limitando la fuerza axial en el contraviento para evitar la falla no dúctil o pandeo de la diagonal, y fluye por cortante antes que se presente la falla no dúctil. El eslabón actúa como principal disipador de energía en el comportamiento histerético durante un sismo intenso. Cuando fluye plásticamente existe un balance del sistema de algunos incrementos de carga, a excepción de efectos secundarios como los de endurecimiento por deformación.

Al reducir la longitud del eslabón el marco se vuelve más rígido lateralmente, tendiendo a aproximarse a la rigidez del marco con contraventeos concéntricos. Si se aumenta la longitud del eslabón entonces el marco se vuelve más flexible, aproximando su rigidez a la del marco continuo.

Es de esperarse que en sismos extraordinarios se presenten deformaciones permanentes o cierto grado de daño estructural, tanto en el eslabón como en los elementos estructurales que lo conectan. Algunos daños estructurales por mencionar son el pandeo por inestabilidad en columnas de algunos niveles inferiores, por el efecto del incremento en las cargas axiales, Goel y Tang Ref [14].

### **3.2 Configuraciones excéntricas de contraventeo.**

En los marcos concéntricos son estructuras en que los ejes neutros de varios elementos (columnas, vigas y elementos de contraventeo) se intersectan en un punto en común.

Las configuraciones excéntricas de contraventeo se presentan debido a limitaciones físicas

En el diseño de sistemas concéntricos de contraventeo, se asume usualmente que los elementos de contraventeo están simplemente apoyados (se diseñan por tensión axial o compresión). Columnas y vigas en el contraventeo se asumen como simplemente apoyadas, pero las uniones viga-columna son soldadas usualmente con continuidad completa.

El marco contraventeado excéntricamente tiene varias características deseables como un sistema resistente de fuerzas sísmicas Ref [15]:

- El sistema se puede diseñar por rigidez, o por control de desplazamiento, comparable al que se obtiene por contraventeo concéntrico.
- El eslabón se diseña a la fluencia por cortante o por flexión previo a la iniciación del pandeo o cedencia del miembro de contraventeo.
- La cedencia del eslabón de viga se conoce como fenómeno dúctil (opuesto a la falla frágil por compresión de en contraventeo concéntrico), que absorbe la energía sísmica y reduce la respuesta estructural dinámica mediante el incremento del amortiguamiento y el periodo natural de vibración del edificio.

### **3.3 Efectos de cargas gravitacionales en los marcos contraventeados.**

Para el caso de contraventeo en X o de contraventeo en diagonal, los efectos gravitacionales (carga muerta y carga viva) se ignoran usualmente en los elementos de contraventeo. De cualquier forma para el caso de contraventeo en Chevrón concéntrico invertido, el contraventeo actúa como un soporte vertical de la viga, a la cual está enmarcándose, y debe considerarse la gravedad tributaria que interviene en las cargas. La misma analogía se aplica al contraventeo excéntrico, que debe considerar al punto que enmarca a la viga para diseñar el elemento de contraventeo.

El acortamiento elástico de las columnas, bajo compresión axial le imponen esfuerzos de compresión adicionales a los elementos de contraventeo. De cualquier forma este esfuerzo secundario se omite usualmente a menos que se incluya en un análisis de desempeño utilizando un programa de análisis estructural por computadora con elementos de contraventeo, considerándolos como columnas inclinadas.

### **3.4 Efectos de fuerzas laterales en marcos contraventeados.**

Si todos los elementos de un marco contraventeado se asumen como simplemente apoyados, el cortante en cada nivel se puede distribuir a los elementos de contraventeo, en cada dirección de acuerdo a sus rigideces relativas (proporcional al tamaño, longitud y ángulo de inclinación de cada elemento). Cuando el contraventeo es parte de un sistema dual y al mismo tiempo junto a un marco de momentos, la distribución se vuelve más compleja para edificios de uno y dos niveles.

El sistema de contraventeos concéntricos se puede hacer como un análisis de armadura, considerando el equilibrio estático en cada unión. Con la fuerza cortante conocida (componente horizontal) en un elemento de contraventeo, la componente vertical del elemento puede ser calculada, y estas dos componentes se pueden usar entonces para encontrar las fuerzas en los elementos del marco en cada unión.

En el análisis de sistema de contraventeo excéntrico, el asumir una simplificación puede hacer que el cortante del entrepiso entero sea resistido por el contraventeo. Esta suposición puede ser considerada en edificios de poca altura, pero no es válida para

estimar el cortante distribuido entre los marcos contraventeados y los marcos de momentos para un edificio alto.

### **3.5 Diseño de elementos de contraventeo.**

Los elementos de contraventeo se diseñan como columnas con esfuerzos permisibles que se determinan con las ecuaciones de las Fuerzas Requeridas Recomendadas, Subcomité de Sismología, de la Asociación de Ingenieros Estructurales de California, Sacramento California 1986.

Los factores de longitud efectiva para contraventeo en X se toman generalmente como la distancia desde un extremo del contraventeo a la intersección de dos contraventeos ( $K = 0.5$ ) en la dirección del plano.

Para la dirección fuera del plano, se ha mostrado que el contraventeo de tensión provee un soporte lateral al contraventeo en compresión, tal que el factor de longitud efectiva es mayor a 0.5, pero menor que 1.0. Un valor de  $K = 0.67$  se ha utilizado por algunos diseñadores.

Investigaciones recientes, Anderson y Naeim Ref [16], han mostrado que en el caso de un ligero contraventeo (elementos de ángulos simples y dobles), las conexiones típicas proveen una restricción significativa en la dirección del plano, tal que los valores de K se aproximan a aquellos elementos empotrados al extremo (1.5 de la longitud entre las conexiones), la K se asume con un valor de 1.0, aunque puede haber justificación en el uso de valores menores en la dirección del plano-

### **3.6 Diseño de otros elementos en marcos contraventeados.**

El diseño de columnas en marcos contraventeados sigue las mismas previsiones que en los marcos de momentos, y los esfuerzos admisibles que se dan en la referencia Ref [17]. El diseño de vigas de marcos contraventeados concéntricos sigue las previsiones para vigas columnas según la referencia Ref [17], porque la tensión axial o compresión que resisten estos elementos son parte del sistema de marco contraventeado, adicionalmente a cortantes y momentos de las cargas de gravedad supuestas.



### 3.7 Vigas de eslabón en marcos contraventeados excéntricos.

En marcos contraventeados excéntricos, la porción de la viga que se diseña a cortante o flexión es diseñada como una viga de eslabón, según Popov y Engelhardt Ref. [18], recomiendan las siguientes previsiones para vigas de eslabón:

1. El radio de ancho-espesor del patín,  $b_f/2t_f$  no deberá exceder  $52/\sqrt{F_y}$ .
2. Donde la resistencia del eslabón viga esté gobernada por la capacidad de corte del alma, la capacidad axial y de flexión en el eslabón se calculará tomando en cuenta las alas de la viga.
3. La resistencia a la flexión reducida,  $M_{rs}$  por cedencia a la flexión se define como:

$$M_{rs} = Z (F_y - R_a) \quad (1)$$

Si  $F_a$  es menor que  $0.15F_y$ , entonces la reducción de la fuerza axial se debe omitir.

- 4 La rotación de la viga eslabón relativa al resto de la viga,  $\gamma_p$  ver figura (2), con un desplazamiento total del marco de  $3R_w / 8$  el desplazamiento calculado de las fuerzas sísmicas prescritas, no deberá exceder lo siguiente:
  - 0.06 rad de los segmentos de eslabón que tenga un claro de longitud de 1.6  $M_s/V_s$  o menos.
  - 0.015 rad para segmentos de eslabón en los que se tenga un claro de longitud de 2.6  $M_s/V_s$  o más
  - El valor de  $\gamma_p$  se puede interpretar para valores de  $M_s / V_s$  intermedios de los valores que aparecen anteriormente.
- 5 El alma del eslabón viga será de espesor simple sin doble placa o de otros refuerzos. Las penetraciones no deberán permitirse en el alma, y el cortante del alma no excederá de 0.8  $V_s$  bajo cargas laterales prescritas.
- 6 Las conexiones viga-columna deberán desarrollar la resistencia a compresión del contraventeo, y deberán transferir dichas fuerzas al eslabón de la viga, pero ninguna parte de dicha conexión se extenderá al alma o viga-eslabón.

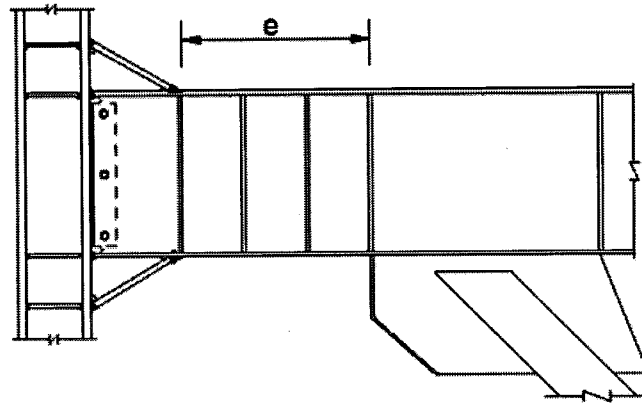
- 7 Las vigas eslabón tendrán atiesadores del alma de profundidad completa en ambos lados del alma de la viga, al extremo final del contraventeo de la viga eslabón.
- 8 Los atiesadores del alma intermedios serán de profundidad completa de acuerdo a lo siguiente:
  - La resistencia de la viga-eslabón está controlada por  $V_s$
  - La resistencia de la viga eslabón esté controlada por flexión el cortante asociado con la capacidad de momento reducida  $M_{rs}$  exceda de  $0.45 F_y * d * t$ .
- 9 El espaciamiento intermedio de los atiesadores del alma deberán ser como sigue:
  - Para vigas eslabón con rotación del ángulo  $\gamma$  de 0.06 rad. El espaciamiento no deberá exceder  $38 t_w - d/5$ .
  - Para vigas eslabón con una rotación de ángulo de 0.003 rad. o menos, el segmento el segmento no excederá de  $56 t_w - d/5$ .
  - Para valores intermedios de  $\gamma$  el espaciamiento deberá ser interpolado.
  - Para vigas eslabón con peralte de 24 pulg o más, los atiesadores del alma de profundidad completa, si son requeridos, deberán disponerse en ambos lados del alma, de profundidad completa, si son requeridos, se dispondrán en ambos lados del alma. Para vigas menores que 24 pulg (635 mm) de peralte, los atiesadores intermedios se requieren solo en un lado del alma.

## **4 Diseño de conexiones de acero estructural**

### **4.1 Conexiones de contraventeo en marcos contraventeados concéntricos**

Los elementos de contraventeo en marcos contraventeados concéntricos usualmente se diseñan como simplemente apoyados. Las conexiones se pueden diseñar tanto soldadas, como atornilladas utilizando tornillos de alta resistencia A325. Ángulos

dobles o elementos de contraventeo en doble canal son atornillados frecuentemente por su facilidad y simetría en la conexión, mientras los elementos tubulares son soldados frecuentemente debido a las mismas razones mencionadas. La figura (1) muestra las conexiones típicas de contraventeo.



**Figura (1).** Conexión típica de contraventeo y de viga-columna.

1. El Uniform Building Code 1985 (UBC 1985 por sus siglas en inglés), especifica que en zonas sísmicas 3 y 4, en edificios de la zona 2, con un factor de importancia  $I$  mayor que 1.0, todos los elementos de contraventeo se diseñarán 1.25 veces la fuerza sísmica básica prescrita, y todas las conexiones para dichos elementos se diseñan para desarrollar toda la capacidad de los elementos o basarse en el incremento de las fuerzas sin que dicho incremento sea un tercio del esfuerzo permitido por fuerzas sísmicas.
2. Las recomendaciones de UBC-88 especifican que el contraventeo concéntrico en configuraciones Chevron, sea diseñado 1.5 veces, de lo contrario debe diseñarse de acuerdo a las fuerzas sísmicas obligatorias.

El contraventeo en K se permite para proveer las fuerzas que se requieren especificadas de contraventeo en la parte mencionada anteriormente.

Todos los elementos de contraventeo para fuerzas sísmicas resistentes en compresión se diseñan utilizando el esfuerzo de compresión admisible  $F_a$  para elementos a compresión, con un tercio de factor multiplicador por el factor de reducción de esfuerzo  $\beta$  como sigue:

$$\beta = \frac{1}{1 + \frac{KL/r}{2Cc}} \quad (2)$$

Las conexiones de contraventeo se diseñarán para los valores mínimos siguientes:

- La resistencia a tensión del contraventeo
- $3 R_w / 8$  la fuerza del contraventeo debida a las fuerzas sísmicas.
- La fuerza máxima que se puede transferir al contraventeo por el sistema estructural.

En conexiones de contraventeo atornillado, el radio efectivo del área de sección al área gruesa deberá satisfacer la siguiente fórmula:

$$\frac{A_e}{A_g} = \frac{1.2\alpha F^*}{F_u} \quad (3)$$

Donde:

$A_e$  = El área neta efectiva (varía de 0.75 a 0.9 veces el área neta  $A_n$ ).

$A_g$  = Área gruesa de los elementos de contraventeo

$\alpha$  = Fracción de la fuerza del miembro que se transmite en toda la sección neta en particular.

$F^*$  = Esfuerzo en el contraviento de la fuerza de contraventeo calculada.

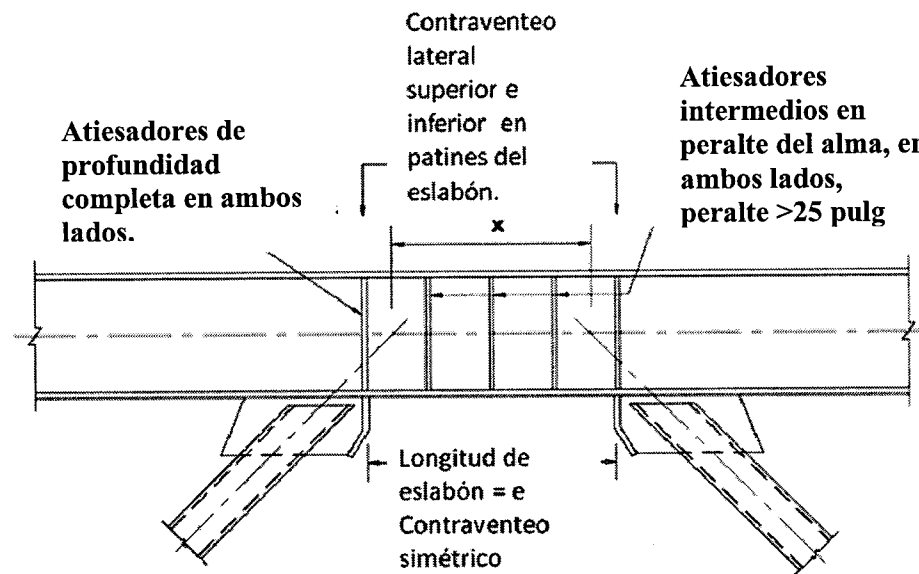
$F_u$  = Esfuerzo mínimo de ruptura a la tensión del contraviento.

#### 4.2 Conexiones de contraventeo en marcos contraventeados excéntricos

Las especificaciones para las conexiones de contraventeo propuestas por la UBC-88, para marcos contraventeados excéntricos, estipulan que el contraviento sea diseñado por resistencia a compresión, con al menos 1.5 veces el valor de la fuerza axial correspondiente a la resistencia controlada del eslabón-viga.

La conexión entre el contraventeo y la viga se requiere que desarrolle la resistencia a compresión del contraventeo, y transfiera dicha fuerza al alma de la viga.

La conexión contraventeo-viga no se permite que se extienda a la parte del eslabón de la viga, ver figura (2) de conexión típica de contraventeo excéntrico.



**Figura (2)** Conexión típica de contraventeo excéntrico.

#### 4.3 Resistencia de miembros a tensión de acuerdo a las normas técnicas complementarias del 2004 (NTCM 2004).

Considerando los estados límites del flujo plástico en la sección total y de fractura en el área neta, la resistencia de diseño en tensión  $R_t$  en tensión del elemento estructural es la menor de las calculadas con las siguientes ecuaciones:

- Estado límite del flujo plástico en la sección total ( $F_R = 0.9$ ):

$$R_t = F_R * A_t * F_y \quad (4)$$

- Estado límite de fractura en la sección neta ( $F_R = 0.75$ ):

$$R_t = F_R * A_e * F_u \quad (5)$$

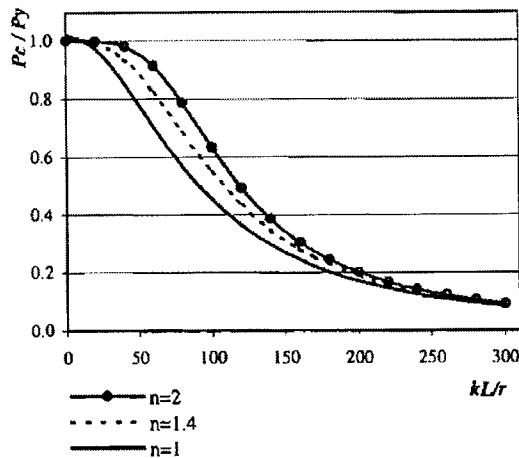
$A_t$  es el área total de la sección del miembro,  $A_e$  es el área neta efectiva,  $F_y$  es el esfuerzo mínimo correspondiente al límite inferior de fluencia del material y  $F_u$  el esfuerzo mínimo especificado de ruptura en tensión.

Cuando los miembros están conectados por soldaduras colocadas en todas las partes que componen una sección transversal, el área neta efectiva de la ecuación anterior es igual al área total.

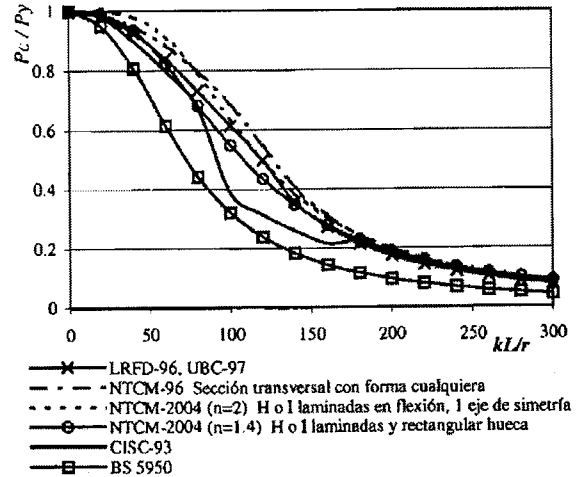
#### 4.4 Resistencia de miembros a compresión de acuerdo a las normas técnicas complementarias del 2004 (NTCM 2004).

Las NTCM 2004 solo toman en cuenta una ecuación, en que varía únicamente el valor del coeficiente adimensional  $n$ , el comportamiento de las ecuaciones se grafica en la figura (3), donde se aprecia atenuación de la curva al disminuirse el valor de  $n$ , con un valor de relación de esbeltez que fluctúa entre los valores de 20 a 120.

Referente a la relación de esbeltez el comportamiento de dicha gráfica es muy similar y está basado en el principio de Euler, el cual se parece a la gráfica que se genera por las especificaciones de Load and Resistance Factor Design de 1996 (LRFD-96 por sus siglas en inglés), y del Canadian Institute of Steel Construction 1993 (CISC-93) figura (4), en la cual el valor de  $n = 1.4$  para las NTCM 2004 resulta ser más conservador que el de NTCM 96, para secciones en H o I.



**Figura (3)** Curvas para elementos a compresión de acuerdo a las NTCM.



**Figura(4)** Curvas de elementos a compresión de códigos internacionales.

Las fórmulas para determinar el esfuerzo crítico son las siguientes:

Para sección H o I

$$R_c = \frac{F_y * A_t * F_R}{[1 + \lambda^{2n} - 0.15^{2n}]^{1/n}} \quad (6)$$

$$R_c \leq F_y * A_t * F_R \quad (7)$$

Para cualquier otra sección

$$R_c = \frac{F_y * A_t * F_R}{[1 + \lambda^{2.8} - 0.15^{2.8}]^{1/1.4}} \quad (8)$$

$$R_c \leq F_y * A_t * F_R \quad (9)$$

Relación de esbeltez

$$\lambda = \frac{KL}{r} \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2 E}} \quad (10)$$

Parámetro de valor n

n = 2 para perfiles laminados o soldados con secciones de área respecto su eje neutro.

n = 1.4 para perfil laminado o soldado cortado por el proceso de oxiacetileno.

n = 1 otros.

El planteamiento de las NTCM 2004 para elementos a compresión de secciones tipo 1, 2 o 3, con dos ejes de simetría, en cajón o de cualquier otra forma en los que no sea crítico el pandeo por torsión o flexotorsión, se considera el estado límite de inestabilidad por flexión.

La resistencia de diseño a compresión  $R_c$  de un elemento estructural de eje recto y de sección transversal constante sometido a compresión se calcula con las ecuaciones 6 a 10 para cada caso particular se deben revisar los límites pertinentes para identificar el más crítico.

$$F_R = 0.9$$

$A_t$  = Área total de la sección transversal de la columna

$\lambda$  = Parámetro adimensional de esbeltez

$\frac{KL}{r}$  es la relación de esbeltez de la columna.

#### 4.5 Estado límite de pandeo de torsión o flexotorsión de acuerdo a las NTCM 2004

La revisión por torsión o por flexotorsión debe revisarse en elementos comprimidos con sección transversal de uno o ningún eje de simetría, tales como ángulos y secciones en Te, o con dos ejes de simetría pero muy baja rigidez torsional, como las secciones en cruz con placas muy delgadas sustituyendo  $\lambda$  por  $\lambda_c$  la ecuación 10 tomará la forma siguiente:

$$\lambda_e = \sqrt{\frac{F_y}{F_e}} \quad (11)$$

Para columnas con secciones de dos ejes de simetría se tendrá lo siguiente:

$$F_e = \left[ \frac{\pi^2 * E * C_u}{K_z * L_z} + GJ \right] * \frac{1}{I_x + I_y} \quad (12)$$

Para columnas con sección transversal de un eje de simetría se tomará la siguiente fórmula:

$$F_e = \frac{F_{ey} + F_{ez}}{2H} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{4F_{ey} * F_{ez} * H}{(F_{ey} + F_{ez})^2}} \right] \quad (13)$$

Columnas para secciones transversales que no tienen eje de simetría,  $F_e$  será el menor de las raíces de la ecuación cúbica siguiente:

$$(F_e - F_{ex})(F_e - F_{ey})(F_e - F_{ez}) - F_e^2 * (F_e - F_{ey}) \left( \frac{x_o}{r_o} \right)^2 - F_e^2 (F_e - F_{ex}) \left( \frac{y_o}{r_o} \right)^2 = 0 \quad (14)$$

Donde:

$$r_o = x_o^2 + y_o^2 + \frac{I_x + I_y}{A} \quad (15)$$

$$H = 1 - \left( \frac{x_o^2 + y_o^2}{r_o^2} \right) \quad (16)$$

$$F_{ex} = \frac{\pi^2 * E}{(K_x * L_x / r_x)^2} \quad (17)$$

$$F_{ey} = \frac{\pi^2 * E}{(K_y * L_y / r_y)^2} \quad (18)$$



$$F_{ey} = \frac{\pi^2 * E}{(K_y * L_y / r_y)^2} \quad (19)$$

$$F_{ez} = \left[ GJ + \frac{\pi^2 * E * C_a}{(K_z * L_z)^2} \right] \frac{1}{A * r_o^2} \quad (20)$$

Donde:

$F_{ex}, F_{ey}$ , se calculan respecto a los ejes centroidales y principales.

E es el módulo de elasticidad

G es el módulo de elasticidad por cortante

J es la constante de torsión por Saint Venant

$C_a$  es la constante de torsión por alabeo

$I_x, I_y$  son los momentos de inercia de la sección

$L_x, L_y, L_z$  son las longitudes libres para pandeo por flexión alrededor de los ejes x, y y de torsión.

$K_x, K_y, K_z$  son los factores de longitud efectiva para pandeo por flexión

$x_o$ , es la coordenada en x del centro de torsión respecto al sistema de ejes centroidales principales.

$y_o$  es la coordenada en y del centro de torsión respecto al sistema de ejes centroidales principales

$r_x, r_y$  son los radios de giro de la sección transversal

$r_o$  es el radio de giro respecto al centro de torsión.

#### 4.6 Estado límite de flexión, torsión o flexotorsión y pandeo local combinados según las NTCM 2004.

El correspondiente esfuerzo  $F_n$  se calcula con la fórmula siguiente:

$$F_n = \frac{F_y}{[1 + \lambda^{2.8} - 0.15^{2.8}]^{1.4}} \quad (21)$$

Columnas de sección transversal con dos ejes de simetría, en cajón o cualquier otra sección en que se demuestre que el pandeo de flexión o flexotorsión no es crítico:

$$F_e = \frac{\pi^2 * E}{(K * L / r)^2} \quad (22)$$

Para columnas de sección transversal con dos ejes de simetría, sujetas a pandeo por torsión  $F_e$  será el menor de los valores calculados en las ecuaciones (12) y (22).

Para columnas con un eje de simetría sujetas a pandeo por flexotorsión  $F_e$  será el menor de los valores calculados en las ecuaciones (13) y (22)

Para columnas que no tienen ningún eje de simetría  $F_e$  se calcula con la ecuación (14).

## 5 Fórmulas de demanda de deformación lateral sísmica

Las fórmulas para la demanda de deformación lateral se basaron en un método en el cual los edificios son modelados como estructuras continuas equivalentes, consistentes en la combinación de una viga en voladizo (cantilever) a flexión, y en una viga en voladizo a cortante, que son deformables en una configuración por pandeo y cortante respectivamente. Dichas vigas sujetas a flexión y cortante se asumen conectadas por elementos axialmente rígidos, de forma que transmitan fuerzas horizontales, en que los voladizos se combinan flexionándose lateralmente en la misma cantidad Miranda et al Ref [1], para lo cual hicieron las siguientes simplificaciones:

- 1) Solo se considera la contribución del primer modo
- 2) La distribución de las masas a lo largo del edificio se considera constante.
- 3) Para obtener el factor de participación se emplea una función de la forma de desplazamiento aproximada en lugar del primer modo.
- 4) La rigidez lateral se asume uniforme a lo largo de la estructura.

El máximo desplazamiento lateral de entrepiso se obtiene de la siguiente fórmula:

$$u_{\text{máx}} = \beta_1 S_d \quad (23)$$

Donde  $\beta_1$  es el factor de amplificación que representa el radio de desplazamiento máximo de entrepiso al desplazamiento espectral.

$$\beta_1 = \frac{3N}{2N+1} \quad (24)$$

Donde  $N$  es el número de niveles de la estructura.

Para tomar en cuenta las demandas de desplazamiento en edificios de periodo corto, y comportamiento inelástico se propone que el máximo desplazamiento inelástico se calcule de la siguiente fórmula:

$$u_{m\acute{a}x} = \beta_1 \beta_3 S_d \quad (25)$$

Donde  $\beta_3$  es el radio de desplazamiento inelástico definido como la relación del máximo desplazamiento inelástico,  $u_i$ , al máximo desplazamiento elástico,  $u_e$ . Para sitios con suelos aluviales firmes  $\beta_3$  puede estimarse como sigue:

$$\beta_3 = \frac{u_i}{u_e} = \left[ 1 + \left( \frac{1}{\mu} - 1 \right) \exp(-12T\mu^{-0.8}) \right]^{-1} \quad (26)$$

Donde  $T$  es el periodo de vibración de la estructura, y  $\mu$  la ductilidad de desplazamiento.

Para valuar la efectividad de la fórmula (25) para estimar las distorsiones máximas de edificios se aplicó el método en tres edificios de concreto de 8, 12, y 16 niveles diseñados de acuerdo al Reglamento de Construcciones del D.F. Los tres presentaron la misma planta consistente en tres crujeas en cada dirección, las columnas tenían una sección constante de 80x80cm, 85x85cm y 90x90cm, para los edificios de 8,12 y 16 niveles respectivamente. Los periodos fundamentales de cada edificio son de 1.19s, 1.57s, y 1.82s, para edificios de 8, 12, y 16 niveles. Se emplearon tres registros, el registro E-W del acelerograma registrado el 19 de septiembre de 1985 en Michoacán, el registro de la estación E-W de Xochipilli registrado el 25 de abril de 1989 en Guerrero, el componente N-S de la estación Roma del sismo de Michoacán, el 19 de septiembre de 1985.

Concluyeron que el método presentó las siguientes ventajas:

- 1) Permitió estimar las demandas de desplazamiento máximo de azotea y distorsiones de entrepiso globales y locales, para sistemas con comportamiento elástico e inelástico de una forma sencilla y rápida.
- 2) Las demandas de desplazamiento obtenidas de este método al ser comparadas con análisis inelásticos paso a paso de algunos registros sísmicos indican que la estimación que se obtiene con este método es excelente para sistemas elásticos.
- 3) Para sistemas con comportamiento inelástico el método produce aproximaciones relativamente buenas tanto del desplazamiento máximo en el techo como de las distorsiones máximas del entrepiso, lo que hacen de este método una herramienta útil en el diseño preliminar de nuevas estructuras y en la evaluación sísmica de estructuras existentes.

### **5.1 Relación del factor de comportamiento sísmico $Q$ , al factor reductivo $Q'$ .**

Respecto a cómo se obtendría el valor de  $\beta_3$ , para una estructura específica si no contara con la ecuación 26 se haría de la siguiente manera:

Si se analizan los efectos de sismo en una estructura mediante un análisis elástico – lineal con fuerzas horizontales cuya amplitud total corresponde a un porcentaje del peso de la estructura, dicho porcentaje está definido por el coeficiente sísmico  $a$ , obtenido del espectro elástico de diseño, el cual está determinado por la zona en donde se encuentre ubicado el edificio, el tipo de suelo y la importancia de la construcción. Las ordenadas del espectro elástico se pueden modificar por medio de un factor reductivo  $Q'$  que se usa para dividir las fuerzas elásticas de diseño, en las cuales su valor está en función de las características de estructuración y del material estructural del edificio, su valor varía de 1 a 4, y divide al coeficiente sísmico  $a$ .

Los desplazamientos laterales calculados con estas fuerzas reducidas deben ser multiplicados por el factor de comportamiento sísmico  $Q$  para obtener una estimación de

las deformaciones inelásticas a la que puede estar sujeta la estructura durante el sismo. En los reglamentos mexicanos el factor reductivo  $Q'$  está en función del periodo fundamental de la estructura (excepto en las zonas sísmicas C y D del MDOC – CFE 93) y el factor de amplificación es independiente del periodo de vibración (constante para cualquier periodo). Por lo tanto, los desplazamientos son producto de una reducción de fuerzas por el factor  $Q'$  y una amplificación de desplazamientos por el factor  $Q$ , por lo que el efecto neto de los desplazamientos inelásticos calculados con respecto a los que se calcularían con un análisis elástico lineal pero con fuerzas sísmicas no reducidas es entonces el factor con la siguiente relación:

$$\frac{Q}{Q'} \quad (27)$$

Esta relación de factores representa la relación de los desplazamientos máximos inelásticos a los desplazamientos máximos elásticos.

Donde: 
$$Q' = 1 + \frac{T}{T_a} (Q - 1) \quad (28)$$

que es válida únicamente para  $T < T_a$

Para  $T \geq T_a$ ,  $Q' = Q$

$T$  = es el periodo de la estructura.

$T_a$  = valor de límite inferior de periodo del espectro de diseño.

$Q$  = *factor de amplificación desplazamientos*

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{\Delta_{inelástico}}{\Delta_{elástico}} \quad (29)$$

## 6 Capacidad de fuerza lateral cortante en un sistema de marco contraventeado.

Estudios en edificios regulares de trece niveles de marcos dúctiles de acero con contraventeo concéntrico tipo Chevrón, se llevaron a cabo por Tapia y Colunga Ref [19].

Basaron sus estudios en análisis estáticos no lineales ante carga monótonica creciente, en modelos de edificios regulares estructurados con marcos dúctiles de acero con contraventeo concéntrico de 4, 8, 12 y 16 niveles, y de acuerdo a sus resultados sugirieron una relación entre la altura de la estructura y la relación entre la contribución al cortante lateral resistente de las columnas del marco y el sistema de contravientos con el mecanismo de colapso desarrollado no considerado en los reglamentos vigentes.

Propusieron una estrategia de diseño que involucra el cortante lateral resistente mínimo, de las columnas del marco en relación al sistema de contravientos, en un mecanismo de colapso columna fuerte-viga débil-contraviento más débil, y lo propusieron en función de la relación de esbeltez del edificio y de los esfuerzos de fluencia de los elementos conforme a la siguiente ecuación:

$$\frac{V_{RCol}}{V_{Tot}} = 0.5 + 0.05 \frac{H}{B} \sqrt{\frac{F_{yCol}}{F_{yDiag}}} \quad (30)$$

Donde H = Altura del edificio

B = Mínima dimensión en planta de la dirección en interés

$F_{yDiag}$  = Esfuerzo de fluencia de los contravientos

$F_{yCol}$  = Esfuerzo de fluencia de las columnas

$V_{RCol}$  = Fuerza cortante resistente de la columna

$V_{Tot}$  = Fuerza cortante total de entrepiso.

La ecuación (30) se propuso a fin de obtener un mecanismo de colapso columna fuerte-viga débil-contraventeo más débil, que está en función de la relación de esbeltez del edificio y de los esfuerzos de fluencia de los elementos, dicha ecuación estima el porcentaje mínimo de carga sísmica que las columnas deben tomar, para obtener poco o nulo daño y concentrar las deformaciones inelásticas en el sistema de contravientos primeramente y en las trabes.

Con base en los resultados que obtuvieron propusieron una ecuación simplificada para la determinación del factor de reducción en marcos dúctiles de acero con

contraventeo concéntrico en función de la relación de esbeltez  $H/B$  de la estructura como sigue:

$$\left\{ \begin{array}{ll} \frac{H}{B} \leq 1 & Q = 3 \\ 1 < \frac{H}{B} \leq 1.6 & Q = 3 - \frac{5}{3} \left( \frac{H}{B} - 1 \right) \\ 1.6 < \frac{H}{B} & Q = 2 \end{array} \right.$$

Encontraron resultados de sobrerresistencia global de los modelos para los sistemas estructurales estudiados iguales a  $\Omega = 4.72$ , y  $\Omega = 4.55$  en modelos de 15 niveles, con lo cual se sugiere que las magnitudes de los factores por sobrerresistencia establecidos en los reglamentos no son representativas de la sobrerresistencia que pueden desarrollarse en estos sistemas estructurales si se diseñan conforme a esos mismos reglamentos, pese a que la magnitud de dicho factor varía en función de la configuración y el criterio de diseño sísmico.

Demostraron que el límite de deformación por fluencia (revisión del estado límite de servicio) propuesto por el RCDF-04 era aproximado al obtenido del análisis no lineal, pero las distorsiones últimas promedio obtenidas, sugerían una revisión de la distorsión límite establecida en las Normas Técnicas para revisar el estado de prevención de colapso, debido a que en la mayoría de los modelos resultó menor a  $\delta_{u-perm} = 0.015$ . No se observó una relación directa entre  $\delta_u$  y el porcentaje de contribución al cortante sísmico que resisten las columnas ó la altura total y/o esbeltez de los edificios.

A raíz de los estudios se recomendaron realizar experimentos a escala natural con base en marcos contraventeados con varias crujías que se pudieran realizar en el laboratorio E-Defense de Kobe, Japón.

Demostraron que el factor de reducción debido al comportamiento no lineal de la estructura tenía una dependencia con la esbeltez de los modelos (ancho con altura), coincide con otras investigaciones realizadas (Miranda 1994), que ilustra la dependencia de las demandas de ductilidad con el periodo fundamental del edificio.

Presentaron una metodología para definir un factor de reducción por ductilidad en función de la relación de esbeltez, a fin de proporcionar una mayor certidumbre del control de demanda de ductilidad en los sistemas estructurales estudiados.

## 7 Sistemas de contraviento restringidos contra pandeo

Terán y Virto Ref [20], realizaron investigaciones en contravientos estables a la compresión, con la capacidad de disipar grandes cantidades de energía, en la cual propusieron una metodología para el diseño sísmico de edificios de cinco pisos ubicada en la zona del lago del D.F. Dichos contravientos se componían por acero dúctil en el centro para disipar energía durante la deformación axial, mortero de concreto para restringir el pandeo del núcleo del contraviento, y la camisa Figura (5), que confina al mortero de concreto y aporta mayor restricción contra pandeo, con la finalidad que solo fluyera el núcleo del contraviento en la presencia de sismo severo ver figura (6)

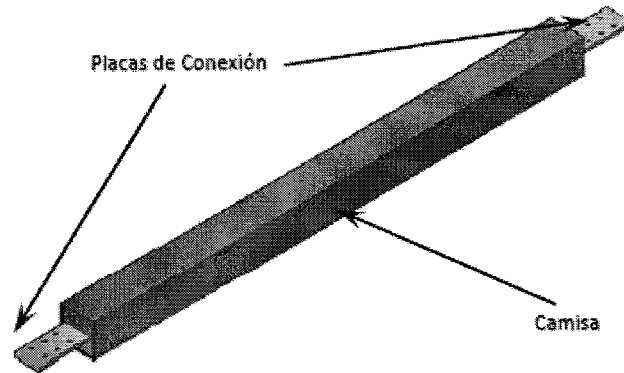


Figura (5) Camisa del contraviento

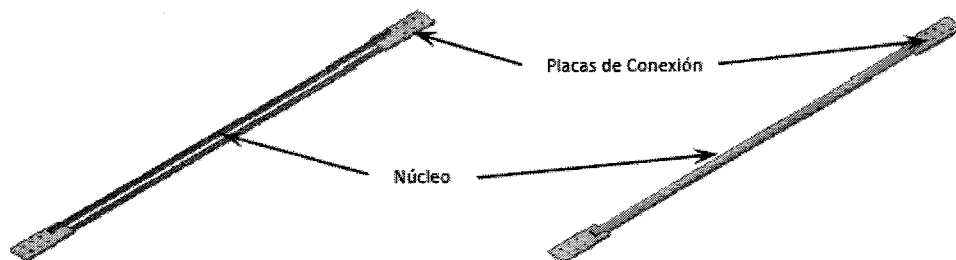


Figura (6) Núcleos de contraviento sin camisa y sin mortero.



Basaron los estudios en expresiones que consideraban la oposición de la deformación global por flexión (producida por la deformación axial de las columnas que los soportan), considerando la deformación global por cortante debida a la deformación axial de los contravientos, y que implicaban que dichas relaciones no se aplicarían a edificios esbeltos o altos.

La rigidez lateral  $K_L$  que contribuye a la restricción por pandeo del contraviento, que interviene en el entrepiso, se relaciona con el área del núcleo de acero  $A$ , mediante la siguiente expresión dada por Tremblay y colaboradores, Ref [21]:

$$\frac{K_L}{(A/L)} = \frac{E^* \cos^2 \theta}{\gamma^* \eta (1 - \gamma)} \quad (31)$$

Donde  $L$  = Longitud total del contraviento

$E$  = Módulo de elasticidad

$\theta$  = Ángulo de inclinación del contraviento

$\gamma$  = Radio de longitud del segmento del núcleo en el contraviento ( $L_c$ ) a la longitud total del contraviento ( $L$ ).

$\eta$  = radio del esfuerzo axial promedio en el contraviento en la camisa al esfuerzo en el núcleo del contraviento.

La ecuación (31) se puede utilizar para estimar el área de los contravientos en un entrepiso determinado en función de la geometría del sistema de contraviento y de la rigidez lateral que puede aportar dicho entrepiso.

Considerando el desplazamiento del entrepiso a la fluencia

$$IDI_y = \left( \frac{\Delta_L}{h} \right) = \frac{f_y [\gamma + \eta (1 - \gamma)]}{E \sin \theta \cos \theta} \quad (32)$$

Donde  $IDI_y$  = deformación de entrepiso

$\Delta_L$  = Deformación de entrepiso

$h$  = Altura de entrepiso

$F_y$  = Esfuerzo de fluencia del núcleo

La ecuación (29) relaciona el esfuerzo requerido a la fluencia de los contravientos, en función del desplazamiento del edificio en el cual el sistema de contravientos podría fluir.

Finalmente se estableció la relación entre el núcleo de acero y la fuerza lateral  $V_L$ , en que interviene el contraviento al cortante de entrepiso.

$$V_L = A * f_y * \cos\theta \quad (33)$$

La ecuación (33) estableció el área requerida del contraviento en términos de la geometría del sistema de contraventeo, el esfuerzo de fluencia de los contravientos, y el cortante de diseño de entrepiso.

Se aplicó la metodología edificios cuyas cargas gravitacionales estaban resistidas por marcos de concreto reforzado, en los cuales la sismorresistencia se aportaba por un sistema de contravientos desadheridos para proporcionar rigidez lateral, con la ventaja de funcionar como un sistema disipador de energía. Bajo excitación sísmica leve el sistema implicaría que tanto el sistema gravitacional como el sistema de contravientos no presentara daño estructural, y bajo efecto sísmico severo el sistema de contravientos desarrolle comportamiento plástico que disipe una cantidad elevada de energía.

El primer paso de la metodología propuesta consistió en establecer una definición cualitativa del comportamiento deseado de la estructura. El segundo paso fue establecer umbrales de respuesta global para la estructura con la ayuda de índices de daño. El tercer paso consistió en definir las características de la estructura a nivel global, con la ayuda de espectros de resistencia y desplazamiento, el cortante basal, que cuantifica la resistencia lateral de diseño y el periodo natural de vibración que cuantifica los requerimientos de diseño de rigidez lateral, dicha metodología no maneja la capacidad de deformación última del sistema de contravientos. La metodología limita la demanda de distorsión en el edificio para protección del sistema gravitacional y de elementos no estructurales, tal que la capacidad de deformación de los contravientos no rige el diseño.

Concluyeron que pruebas experimentales en los contravientos restringidos a pandeo mostraron estabilidad bajo ciclos de carga, por lo cual resulta relevante en la capacidad de disipación de energía en edificios sujetos a cargas cíclicas de movimiento, y la metodología propuesta daba lugar a un nivel adecuado de diseño sismorresistente por desempeño basada en el control del desplazamiento lateral, que se basó en el diseño

sísmico del sistema de contravientos y la estructura que contenía a dichos contravientos, con la limitante que la metodología utilizada solo debía utilizarse en edificaciones cuyo comportamiento global no estuviera influido de manera significativamente por componentes de deformación global por flexión.

## 8 Capacidad de compresión post pandeo de contraviento.

La capacidad de carga axial a compresión de un contraviento que resulta de las cargas sísmicas a las cuales se somete un marco contraventado, y basado en la resistencia a la compresión se expresa como sigue:

$$N_{brace}^* \leq \phi * N_c \quad (34)$$

La ecuación (31) se contempla en las especificaciones de New Zealand Specifications (NZS 3004 1997 por sus siglas en inglés)

Donde  $N_{brace}^*$  es la fuerza axial que actúa en el elemento de contraviento.

$N_c$  = la fuerza nominal de resistencia a compresión del contraviento

$\phi$  = factor de resistencia

El diseño de los contravientos se limita de la siguiente manera:

- La relación de esbeltez  $\frac{K_e L}{r}$  de los contravientos se limita al valor máximo de

$$\frac{120}{\sqrt{f_y / 250}} \text{ donde } f_y \text{ es el esfuerzo de cedencia.}$$

- La relación de esbeltez mayor a  $\frac{120}{\sqrt{f_y / 250}}$  no se considera como efectiva en un contraviento a compresión y por lo tanto no debe usarse en estos sistemas.
- Los perfiles de acero estructural que resulten en un diseño en el cual la fuerza de compresión resistente es significativamente mayor que la requerida para la resistencia, entonces el parámetro  $\alpha$  de sobrediseño se incluye como sigue:

$$\alpha = \frac{N_c}{N_{brace}^*} \quad (35)$$

El parámetro de la ecuación (32) se utiliza cuando los contravientos se someten a una severa carga sísmica.

Trabajos experimentales han demostrado que, después que un contraviento se pandea, la resistencia post pandeo se reduce rápidamente, especialmente en comportamiento de cargas de pandeo que se aproximan a la carga de pandeo de Euler.

Iragashi e Inoue Ref [22], concluyeron que los ciclos de histéresis estable podían desarrollarse si la relación de esbeltez era menor a 30. Un ciclo de histéresis estable presenta una máxima resistencia a compresión en el primer ciclo y en los subsecuentes, para lo cual se debe determinar la capacidad de compresión. Feeney y Clifton Ref [23], recomendaron multiplicar la resistencia de compresión previa al pandeo por el término  $\alpha_c$ , como sigue:

$$N^{Pb}_{brace} = \alpha_c N^{oc}_{brace} \quad (36)$$

Donde  $\alpha_c$  es el factor reductor de resistencia a post-pandeo.

Rennenikov y Walpole Ref [24], propusieron la siguiente expresión analítica para  $\alpha_c$ , que permite una constante aproximada de de resistencia postpandeo.

$$1.0 \text{ Para } 0 \leq \lambda_n < 30 \quad (37)$$

$$42.15 * \lambda_n^{-1.1} \text{ Para } 0 \leq \lambda_n < 120 \quad (38)$$

De las expresiones (34) y (35) la resistencia postpandeo a compresión varía de 0.2 a 1.0 veces en el primer ciclo, y se puede deducir que para relaciones de esbeltez en contraviento menores a 30, se obtienen ciclos histeréticos estables, y no existe reducción de la resistencia a compresión en los ciclos subsecuentes.

## 9 Resultados

### 9.1 Obtención de desplazamiento último

Los desplazamientos se determinaron del análisis modal espectral para terreno blando y terreno firme.

### Estructuración de marcos estudiados.

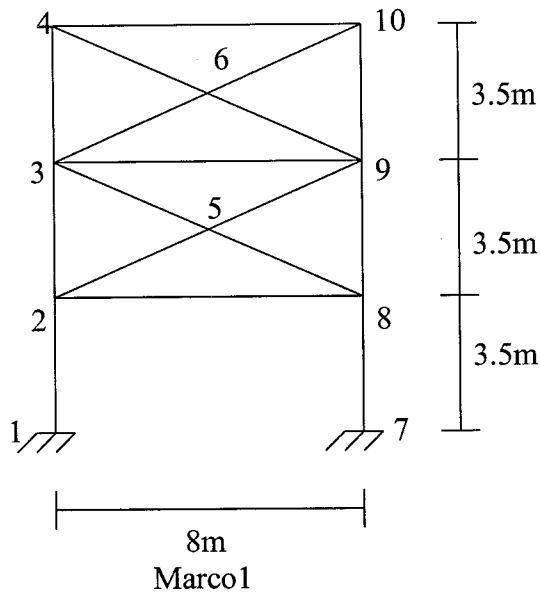


Figura (7) Marco en X concéntrico

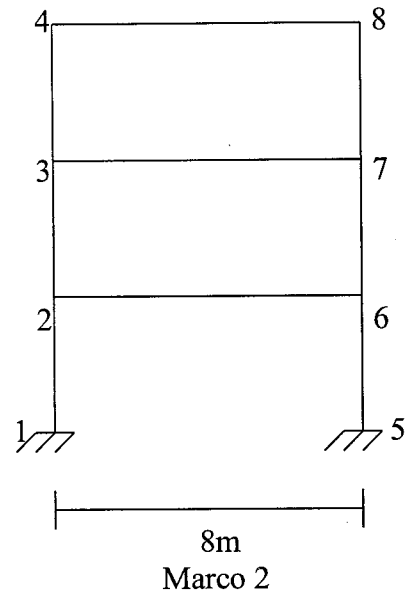


Figura (8) Marco sin contraviento

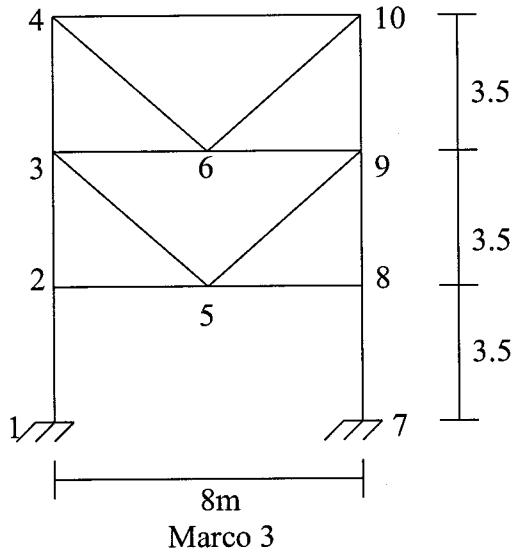
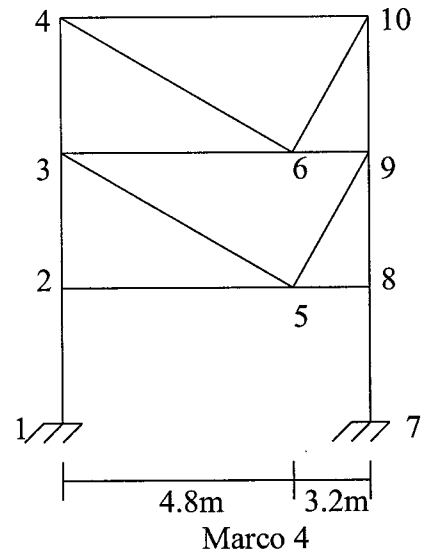
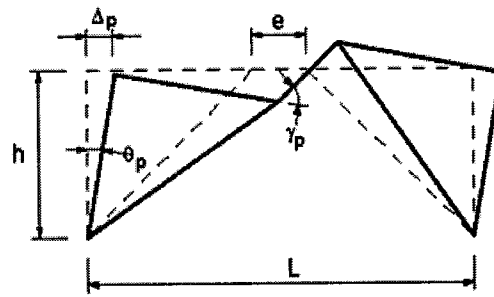


Figura (9) Marco en V concéntrico



Figura(10) Marco contraviento excéntrico



$$\gamma_p = \frac{L}{e} \theta_p$$

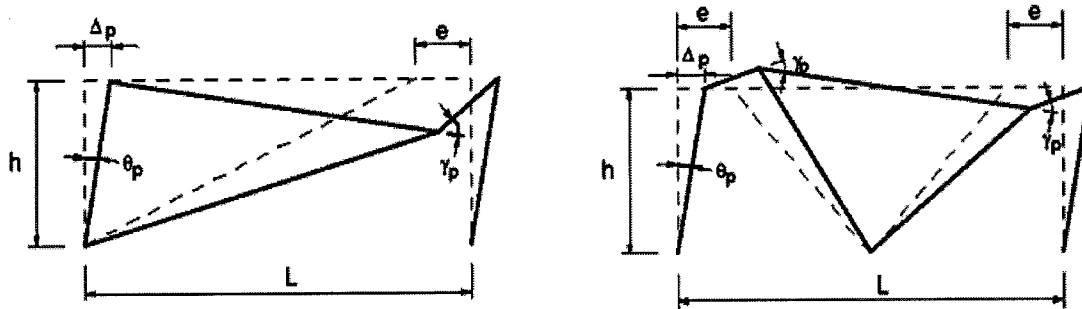


Figura (11) Marco deformado excéntrico.

**Marcos en suelo blando, zona sísmica Tipo III:**

Marco 1,  $*A = 0.56 \text{ m/seg}^2$ ,  $T = 0.178 \text{ seg}$

Relación de alturas $z/h$	desplazamiento de entrepiso	Desplazamiento ec.(29)
0.333	0.0045 m	0.0085 m
0.667	0.0046 m	0.0087 m
1	0.0047 m	0.0089 m

Marco 2,  $*A = 0.502 \text{ m/seg}^2$ ,  $T = 0.604 \text{ seg}$

Relación de alturas z/h	desplazamiento de entrepiso	Desplazamiento ec.(29)
0.333	0.0071 m	0.0071 m
0.667	0.0159 m	0.0159 m
1	0.0212 m	0.0212 m

Marco 3,  $*A = 0.56 \text{ m/seg}^2$ ,  $T = 0.501 \text{ seg}$

Relación de alturas z/h	desplazamiento de entrepiso	Desplazamiento ec.(29)
0.333	0.0101 m	0.027 m
0.667	0.0111 m	0.0296 m
1	0.0113 m	0.03 m

Marco 4,  $*A = 0.56 \text{ m/seg}^2$ ,  $T = 0.534 \text{ seg}$

Relación de alturas z/h	desplazamiento de entrepiso	Desplazamiento ec.(29)
0.333	0.0134 m	0.037 m
0.667	0.0154 m	0.043 m
1	0.016 m	0.044 m

**Marcos en suelo firme, zona sísmica Tipo I:**

Marco 1,  $*A = 0.523 \text{ m/seg}^2$ ,  $T = 0.283 \text{ seg}$

Relación de alturas z/h	desplazamiento de entrepiso	Desplazamiento ec.(29)
0.333	0.0026 m	0.0026 m
0.667	0.0034 m	0.0034 m
1	0.0037 m	0.0037 m

Marco 2,  $*A = 2.25 \text{ m/seg}^2$ ,  $T = 0.448 \text{ seg}$

Relación de alturas z/h	desplazamiento de entrepiso	Desplazamiento ec.(29)
0.333	0.0031 m	0.0031 m
0.667	0.0077 m	0.0077 m
1	0.0113 m	0.0113 m

Marco 3,  $*A = 0.523 \text{ m/seg}^2$ ,  $T = 0.288 \text{ seg}$

Relación de alturas z/h	desplazamiento de entrepiso	Desplazamiento ec.(29)
0.333	0.0028 m	0.0028 m
0.667	0.0036 m	0.0036 m
1	0.0038 m	0.0038

Marco 4,  $*A = 0.523 \text{ m/seg}^2$ ,  $T = 0.379 \text{ seg}$

Relación de alturas z/h	desplazamiento de entrepiso	Desplazamiento ec.(29)
0.333	0.0065 m	0.0065 m
0.667	0.0086 m	0.0086 m
1	0.0094 m	0.0094 m

## 9.2 Giros de eslabón de marco en V excéntrico

**Giro de viga eslabón caso de contraenteo en V excéntrico para terreno blando:**  
0.0557 radianes en el primer piso.

**Giro de viga eslabón caso de contraenteo en V excéntrico para terreno blando:**  
0.0508 radianes en el segundo piso

**Giro de viga eslabón caso de contraenteo en V excéntrico para terreno firme:**  
0.0445 radianes en el primer piso.

**Giro de viga eslabón caso de contraenteo en V excéntrico para terreno firme:**  
0.068 radianes en el segundo piso.



Cargas sobre el terreno.

Los marcos con contraventeo en V excéntrico presentaron cargas que actúan en el terreno de 30.881 Ton y 30.287 Ton para, los casos de terreno firme y terreno blando respectivamente.

Los marcos con contraventeo en V concéntrico presentaron cargas que actúan en el terreno de 29.66 Ton y 29.14 Ton para, los casos de terreno firme y terreno blando respectivamente.

Los marcos con contraventeo en X presentaron cargas de 30.034 Ton y 23.998 Ton, para los casos de terreno firme y terreno blando respectivamente.

Los marcos sin contraventeo presentaron cargas de 30.23 Ton y 30.08 Ton, para los casos de terreno firme y terreno blando respectivamente.

**Tomando la ecuación ec. (26) para el caso de Zona III**

	Factor ec (26): $\beta_3 = u_i / u_e$		
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Marco 1	0.0085/0.0045=1.89	0.0087/0.0046=1.89	0.0089/0.0047=1.89
Marco 2	0.0071/0.0071=1	0.0159/0.0159=1	0.0212/0.0212=1
Marco 3	0.027/0.0101=2.67	0.0296/0.0111=2.67	0.03/0.0113=2.65
Marco 4	0.037/0.0134=2.76	0.043/0.0154=2.79	0.044/0.016=2.75

**Tomando la ecuación ec. (26) para el caso de Zona I**

	Factor ec. (26): $\beta_3 = u_i / u_e$		
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Marco 1	0.0026/0.0026=1	0.0034/0.0034=1	0.0037/0.0037=1
Marco 2	0.0031/0.0031=1	0.0077/0.0077=1	0.0113/0.0113=1
Marco 3	0.0028/0.0028=1	0.0036/0.0036=1	0.0038/0.0038=1
Marco 4	0.0065/0.0065=1	0.0086/0.0086=1	0.0094/0.0094=1

Cálculo de  $\beta_1$ :

$$\beta_1 = \frac{3N}{2N + 1} = \frac{3(3)}{2(3) + 1} = \frac{9}{7} = 1.29$$

Tomando la **ecuación ec. (25)** para respuesta inelástica máxima en **Zona III**

	Ecuación (25) $u_{\max} = \beta_1 \beta_3 S_d$		
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Marco 1	$1.89 * 1.29 S_d = 2.4 S_d$	$1.89 * 1.29 S_d = 2.4 S_d$	$1.89 * 1.29 S_d = 2.4 S_d$
Marco 2	$1 * 1.29 S_d = 1.29 S_d$	$1 * 1.29 S_d = 1.29 S_d$	$1 * 1.29 S_d = 1.29 S_d$
Marco 3	$2.67 * 1.29 S_d = 3.4 S_d$	$2.67 * 1.29 S_d = 3.4 S_d$	$2.65 * 1.29 S_d = 3.4 S_d$
Marco 4	$2.62 * 1.29 S_d = 3.4 S_d$	$2.79 * 1.29 S_d = 3.6 S_d$	$2.75 * 1.29 S_d = 3.6 S_d$

Tomando la **ecuación ec. (25)** para respuesta inelástica máxima en **Zona I**

	Ecuación (25) $u_{\max} = \beta_1 \beta_3 S_d$		
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Marco 1	$1 * 1.29 S_d = 1.29 S_d$	$1 * 1.29 S_d = 1.29 S_d$	$1 * 1.29 S_d = 1.29 S_d$
Marco 2	$1 * 1.29 S_d = 1.29 S_d$	$1 * 1.29 S_d = 1.29 S_d$	$1 * 1.29 S_d = 1.29 S_d$
Marco 3	$1 * 1.29 S_d = 1.29 S_d$	$1 * 1.29 S_d = 1.29 S_d$	$1 * 1.29 S_d = 1.29 S_d$
Marco 4	$1 * 1.29 S_d = 1.29 S_d$	$1 * 1.29 S_d = 1.29 S_d$	$1 * 1.29 S_d = 1.29 S_d$

## 10 Conclusiones

Los desplazamientos del análisis modal espectral son menores a los estimados por la fórmula de demandas de desplazamiento lateral de la ecuación (29), por lo que en suelos blandos todos los marcos tienen capacidad de deformación, para incursionar en el rango inelástico. El marco con mayor capacidad de deformación es el marco con contraventeo en V excéntrico como se muestra en la Gráfica (1) del Anexo A.

Con el análisis modal espectral en suelo firme todos estos los marcos desarrollaron desplazamientos menores al desplazamiento del incursionamiento inelástico, porque se presentaron deformaciones iguales a las estimadas por la ecuación (29), con lo cual los marcos que se encuentran en suelo firme, no podrían desarrollar la deformación máxima de entrepiso, como la que se podría generar si se ubicaran en la zona sísmica III de suelo blando, por lo cual se concluye presentaron menor rigidez lateral. Se presentó sobrecarga en la cimentación, con una excedencia de  $30.034 - 29.66 = 0.374$  Ton , sobre suelo firme para el caso del contraventeado en V, con respecto al marco contraventeado en X, lo cual implica revisar que dicha sobrecarga no pudiera causar problemas en la cimentación, y puede revisarse aunque se trate de estratos firmes de suelo suficientemente resistentes a la compresión.

Para los dos casos anteriores los contraventeos concéntricos en V se presentan como la estructuración óptima, porque generan la menor carga en los apoyos desplantados en suelo blando, y por desarrollar significativamente las mismas deformaciones, que las correspondientes al último entrepiso del marco contraventeado en X, para suelo firme. La capacidad de deformación entre marcos en suelos firme y blando del marco con contraventeo en V excéntrico comparada con el marco en X es 3.9 veces mayor, como se aprecia en las gráficas del Anexo A.

Los marcos contraventeados en V concéntrico y en X, generaron las menores reacciones en cada apoyo, el contraventeado en V concéntrico generó la carga de 29.14

toneladas para suelo blando, y el contraventeado en X generó la carga de 23.998 toneladas para suelo blando.

## **11 Trabajo futuro**

Con el estudio de marcos para el sistema de contraventeos en V figuras (7,9 y 11), faltaría por estudiar el tipo de conexión, que pudiera influir en el desarrollo de las fuerzas cortantes y momentos flexionantes, al unirse con los demás elementos, para evaluar la forma en cómo influye en la longitud de pandeo equivalente del elemento, y en la rigidez lateral de la estructura.

## **12 Beneficios de los resultados**

Los resultados aportan una estructuración óptima de contraventeo en V, que resulta ser una opción de estructuración por tener mayor capacidad de deformación, para la restauración de edificios dañados por sismo, y para las necesidades arquitectónicas, que a diferencia de otro tipo de contraventeo, en la cual pudiera hacerse impráctica la colocación de dichos elementos en el primer entrepiso.

## 13 Simbología

$A$	Aceleración espectral
$N$	Número de pisos del marco
$S_d$	Desplazamiento espectral
$T$	Periodo de vibración de la estructura
$u_i$	Desplazamiento inelástico
$u_e$	Desplazamiento elástico
$\beta_1$	Factor aproximado de amplificación
$\beta_3$	Radio de desplazamiento inelástico
$\mu$	Ductilidad de desplazamiento de la estructura
$\mu_{max}$	Ductilidad máxima
$z/h$	Relación de alturas
$L$	Ancho del marco
$h$	Altura de entrepiso
$\Delta_p$	Desplazamiento plástico de entrepiso (Conservadoramente tomar $\Delta_p$ , igual al desplazamiento de entrepiso de diseño).
$\theta_p$	Ángulo plástico de desplazamiento del entrepiso, en radianes ( $= \Delta_p / h$ )
$\gamma_p$	Ángulo de rotación del eslabón.
$T$	Periodo de vibración de la estructura.
$Q$	Factor de comportamiento sísmico.
$Q'$	Factor reductivo de ordenadas de espectro.
$x_o$	Coordenada en x del centro de torsión respecto al sistema de ejes centroidales principales.
$y_o$	Coordenada en y del centro de torsión respecto al sistema de ejes centroidales principales

## 14 Referencias

- [1] Miranda E. (1999) "Approximate Seismic Lateral Deformation Demands in Multistory Buildings," *ASCE Journal of Structural Engineering*, Vol 125, No 4, April, pp. 417-425
- [2] Martínez Romero E. (1995) "Contraventeos Excéntricos, Teoría y práctica de diseño" *IV Simposio Internacional de Estructuras de Acero y I Reunión Nacional de Profesores de Estructuras de Acero*, Guanajuato Gto.
- [3] Howard, J. E. (1908), "Some Results of the Tests of Steel Columns in Progress at the Watertown Arsenal," *Proc. A. S. T. M.*, Vol. 8, p. 336.
- [4] Salmon, E. H. (1921), *Columns*, Oxford Technical Publishers, London.
- [5] Madsen, I. (1941), "Report of Crane Girder Tests," *Iron Steel Engineering.*, Vol. 18, No. 11, p. 47.
- [6] Osgood, W. R. (1951), "The Effect of Residual Stress in Column Strength," *Proceedings of First U. S. National Congress. of Applied Mechanics.*, June, p. 415.
- [7] Yang, H., Beedle, L. S., and Johnston, B. G. (1952), "Residual Stress and Yield Strength of Steel Beams," *Welding Journal, Research Supplement*, Vol. 31, pp. 224-225.
- [8] Beedle, L. S., and Tall, L. (1960), "Basic Column Strength," *ASCE Journal of Structural Division.*, Vol. 86, No. ST5, pp. 139-173.
- [9] Bjorhovde, R. (1972), "Deterministic and Probabilistic Approaches to the Strength of Steel Columns," Philosophy Doctor dissertation, Lehigh University, Bethlehem, Pennsylvania, May.

[10] Beer, H., and Schultz, G. (1970), "Theoretical Basis for the European Column Curves," *Construction Metalics No. 3*, p. 58.

[11] Sfintesco, D. (1970), "Experimental Basis for the European Column Curves," *Construction Metalics No. 3*, p. 5.

[12] Fukumoto, Y., Nethercot, D. A., and Galambos, T. V. (1983), "Experimental Data for the Buckling of Steel Structures-NDSS Stability of Metal Structures," *Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Colloquy SSRC*, Toronto, Ontario, Canada, May, pp.609-630.

[13] Roeder, C., W., Popov, E., P., (1978) "Excentrically Braced Steel Frames for Earthquakes", *Journal of Structural Engineering*, American Society of Civil Engineers, Vol. 104, No. 3, March

[14] Goel, S. C., and Tang, X., (1987), "Brace Failures and Column Buckling in Steel Structures," *Proc. SSRC Annu. Tech. Session*, pp. 175-190.

[15] Nicoletti Joseph P., S:E Senior Vicepresident, URS / Blume John A. and Associates, San Francisco, California (Seismic Design of Steel Structures).

[16] Anderson J.C. and Naeim, F. "Design Criteria and Ground Motion Effects on the Seismic Response of Multistory Buildings", ATC 10-1, Critical Aspects of Earthquake Ground Motion and Building Damage Potential, Applied Technology Council, Palo Alto, CA, 1984.

[17] Specification for the Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Buildings, with Commentary, American Institute of Steel Construction, Chicago, 1978.

[18] Popov, E.P. and Engelhardt, M.D., "Seismic Eccentrically Braced Frames", J. Constructional Steel Research, London 1987.



[19] Tapia y Colunga, (2011), Factores de Ductilidad y Sobrerresistencia en Marcos de Acero con Contraventeo Chevron, Revista de Ingeniería Sísmica, No. 84, pp 47-68, México D.F.

[20] Terán Amador, Virto Neftalí, (2009), Preliminary Design of Low-Rise Buildings Stifened with Buckling-Restrained Braces by a Displacement-Based Approach, Earthquake Spectra, Volume 25, No. 1, pp 185-211, Berkeley CA, USA

[21] Tremblay, R, Degrange, G y J Blouin, (1999), "Seismic rehabilitation of a four-story building with a stiffened bracing system", 8th Canadian Conference on Earthquake Engineering.

[22] Iragashi, S., Inoue, K., Shimizu, N., Katayama, T., Watanabe, T., Segawa, T., and Hisatoku, T., (1986), Experimental Study on Plastic Strength of K and VK-type braced steel frames, Summaries Technical Papers of Annual meeting, A.I.J., pp. 1003-1006.

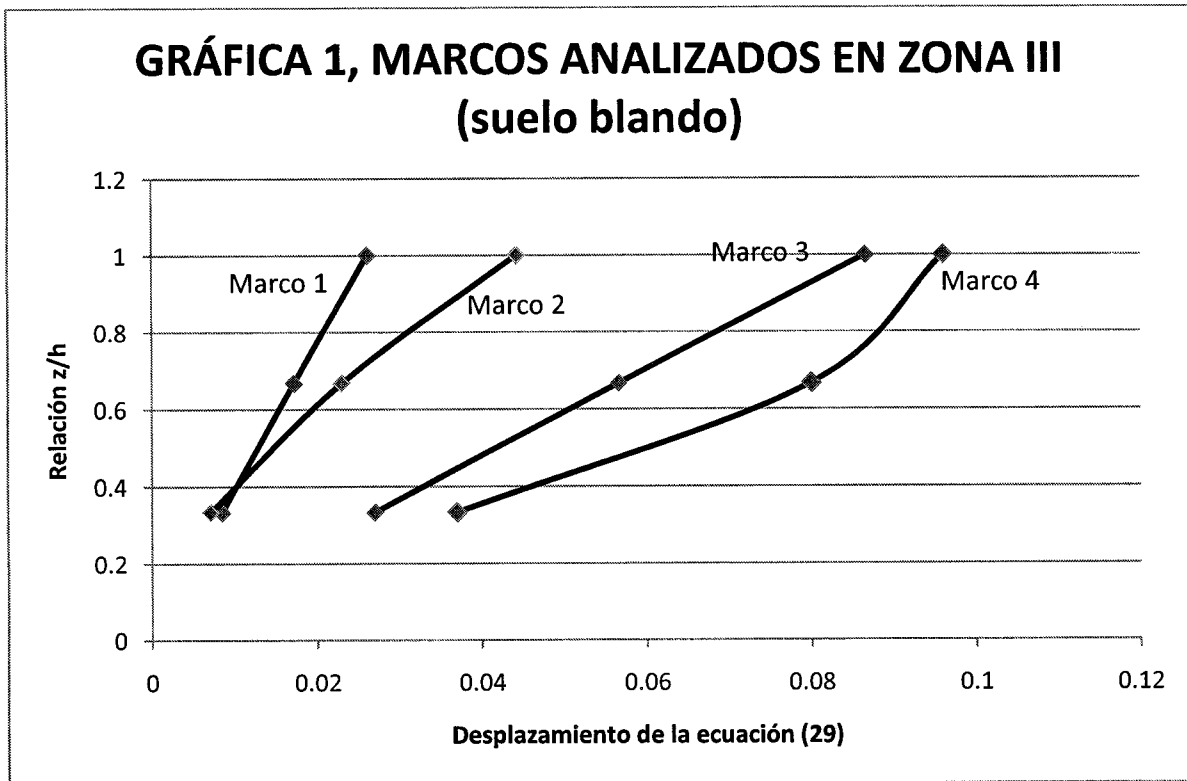
[23] Feeney, M.J. and Clifton, G. C., (1994), Design of V Braced Steel Framed Seismic Resisting Systems: NZ Nat. Soc. For Earthquake Engineering Conference, Wairakei, New Zealand, pp. 76-85.

[24] Remennikov, A. M. and Walpole, W. R., 1998, A note on Compression Strength Reduction Factor for a Buckled Strut in Seismic Restrained Braced System, Engineering Structures, 20, pp. 779-782.

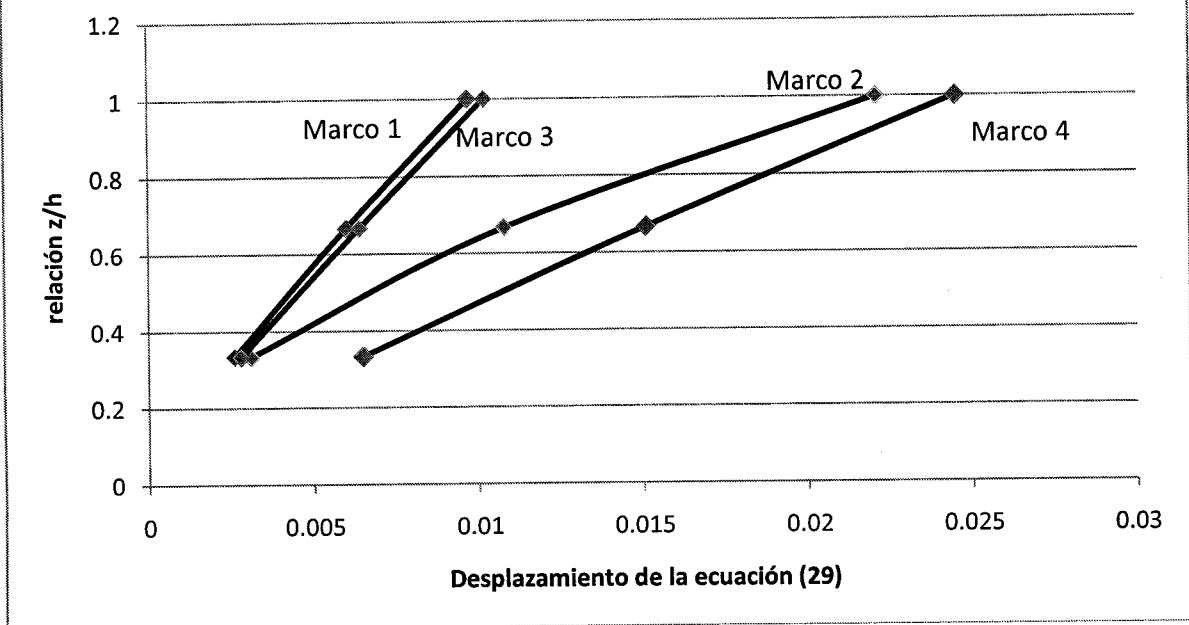
# ANEXO A

## GRÁFICAS

### GRAFICAS RELACIÓN DE ALTURAS (z/h) Vs DESPLAZAMIENTOS (Desp.) DE LA ECUACIÓN (29).



## GRÁFICA 2, MARCOS ANALIZADOS EN ZONA I (suelo firme)



## **ANEXO B**

### **Resultados de programa de diseño CYPE CAD**

## ANEXO C

### **Materias cursadas en la Maestría en Estructuras relacionadas con el reporte presentado.**

<b>Materias cursadas relacionadas con el reporte presentado.</b>
Dinámica Estructural Aplicada
Teoría General de las Estructuras I
Diseño Avanzado de Estructuras de Acero I

**MARCO CONCÉNTRICO EN X  
EN SUELO BLANDO**

#####

19:05:02, 02/04/2004

Archivo: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Metal 3D\Marco2A.EM3

Descripción: Ejemplo sin contraviento maest

#####

Características mecánicas de las barras

Inerc.Tor. cm4	Inerc.y cm4	Inerc.z cm4	Sección cm2	
91.200	22200.000	7290.000	123.000	Acero, W12x65, Perfil simple (W)
57.500	11300.000	3880.000	92.800	Acero, W10x49, Perfil simple (W)
40.900	8730.000	1880.000	74.200	Acero, W10x39, Perfil simple (W)
22.100	4550.000	1530.000	58.600	Acero, W8x31, Perfil simple (W)

Resumen cuantificación(Acero)

Peso(Kg)			Longitud(m)			
	Perfil	Serie	Acero	Perfil	Serie	Acero
	W12x65, Perfil simple		1351.76	14.00		
	W10x49, Perfil simple		837.75	11.50		
	W10x39, Perfil simple		931.96	16.00		
	W8x31, Perfil simple		161.00	3.50		
W		3282.47			45.00	
cero (A36)			3282.47			45.00
			-----			-----
			3282.47 Kg			45.00 m

Barras

Descripción

	Peso (Kg)	Volumen (m3)	Longitud (m)	Co.pand.xy	Co.pand.xz	Dist.arr.sup. (m)	Dist.arr.inf. (m)
1/2	Acero (A36), W12x65 (W) 337.94	0.043	3.50	2.00	1.00	-	3.50
2/3	Acero (A36), W12x65 (W) 337.94	0.043	3.50	3.32	1.26	-	3.50
2/6	Acero (A36), W10x39 (W) 465.98	0.059	8.00	1.00	0.56	8.00	-
3/4	Acero (A36), W12x65 (W) 337.94	0.043	3.50	4.22	1.67	-	3.50
3/7	Acero (A36), W10x39 (W) 465.98	0.059	8.00	1.00	0.58	8.00	-
4/8	Acero (A36), W10x49 (W) 582.78	0.074	8.00	1.36	0.64	8.00	-
5/6	Acero (A36), W8x31 (W) 161.00	0.021	3.50	2.00	1.00	-	3.50
6/7	Acero (A36), W10x49 (W) 254.97	0.032	3.50	3.32	1.26	-	3.50
7/8	Acero (A36), W12x65 (W) 337.94	0.043	3.50	4.22	1.67	-	3.50

Ejemplo sin contraviento maest

Según N.T.C. (México, D.F.)

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden  
 Acción sísmica según X  
 Acción sísmica según Y

Grupo B (grado de seguridad intermedio)  
 Zona sísmica: Tipo III: Terreno blando  
 Factor de comportamiento sísmico: 3.00  
 Periodo dominante más largo del terreno: 0.45

	T	Lx	Ly	Mx	My	Condición de carga X(1)	Condición de carga Y(1)
Modo 1	0.604	1	0	94.08 %	0 %	R = 3 A = 0.502 m/s <sup>2</sup> D = 4.63322 mm	R = 3 A = 0.502 m/s <sup>2</sup> D = 4.63322 mm
Modo 2	3.839	0	1	0 %	77.97 %	R = 3 A = 0.079 m/s <sup>2</sup> D = 29.4226 mm	R = 3 A = 0.079 m/s <sup>2</sup> D = 29.4226 mm
Modo 3	1.91	0	1	0 %	19.63 %	R = 3 A = 0.158 m/s <sup>2</sup> D = 14.6383 mm	R = 3 A = 0.158 m/s <sup>2</sup> D = 14.6383 mm
Modo 4	0.169	1	0	5.55 %	0 %	R = 3 A = 0.56 m/s <sup>2</sup> D = 0.40599 mm	R = 3 A = 0.56 m/s <sup>2</sup> D = 0.40599 mm
Modo 5	0.521	0	1	0 %	1.71 %	R = 3 A = 0.56 m/s <sup>2</sup> D = 3.85011 mm	R = 3 A = 0.56 m/s <sup>2</sup> D = 3.85011 mm
Modo 6	0.342	0	1	0 %	0.61 %	R = 3 A = 0.56 m/s <sup>2</sup> D = 1.65841 mm	R = 3 A = 0.56 m/s <sup>2</sup> D = 1.65841 mm

- T = Periodo de vibración en segundos.
- Lx, Ly = Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.
- Mx, My = Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.
- R = Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.
- A = Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.
- D = Coeficiente del modo, equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

	Masa total desplazada
Masa X	99.62 %
Masa Y	99.91 %



Barras		Cargas					
	Cond.	Tipo	P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Dirección
1/2	1 (PP 1)	Uniforme	0.097 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	3 (V 1)	Uniforme	0.200 Tn/m	-	-	-	( 1.000, 0.000, 0.000)
2/3	1 (PP 1)	Uniforme	0.097 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	3 (V 1)	Uniforme	0.200 Tn/m	-	-	-	( 1.000, 0.000, 0.000)
2/6	1 (PP 1)	Uniforme	0.058 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	2 (CV 1)	Uniforme	2.000 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
3/4	1 (PP 1)	Uniforme	0.097 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	3 (V 1)	Uniforme	0.200 Tn/m	-	-	-	( 1.000, 0.000, 0.000)
3/7	1 (PP 1)	Uniforme	0.058 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	2 (CV 1)	Uniforme	2.000 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
4/8	1 (PP 1)	Uniforme	0.073 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	2 (CV 1)	Uniforme	0.890 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
5/6	1 (PP 1)	Uniforme	0.046 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
6/7	1 (PP 1)	Uniforme	0.073 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
7/8	1 (PP 1)	Uniforme	0.097 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)

Nudos	DESPLAZAMIENTOS (EJES GENERALES)						
		DX (m)	DY (m)	DZ (m)	GX (rad)	GY (rad)	GZ (rad)
1	Envolvente (Desplazam.)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	Envolvente (Desplazam.)	-0.0058	-0.0106	-0.0003	-0.0055	-0.0021	-0.0035
		0.0071	0.0106	0.0000	0.0055	0.0035	0.0035
3	Envolvente (Desplazam.)	-0.0138	-0.0347	-0.0005	-0.0080	-0.0018	-0.0104
		0.0159	0.0347	0.0000	0.0080	0.0027	0.0104
4	Envolvente (Desplazam.)	-0.0190	-0.0642	-0.0006	-0.0088	-0.0009	-0.0181
		0.0212	0.0642	0.0000	0.0088	0.0017	0.0181
5	Envolvente (Desplazam.)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	Envolvente (Desplazam.)	-0.0059	-0.0259	-0.0006	-0.0131	-0.0039	-0.0035
		0.0073	0.0259	0.0000	0.0131	0.0017	0.0035
7	Envolvente (Desplazam.)	-0.0138	-0.0758	-0.0009	-0.0156	-0.0025	-0.0104
		0.0159	0.0758	0.0000	0.0156	0.0016	0.0104
8	Envolvente (Desplazam.)	-0.0190	-0.1308	-0.0009	-0.0160	-0.0017	-0.0181
		0.0211	0.1308	0.0000	0.0160	0.0010	0.0181

Nudos		REACCIONES (EJES GENERALES)					
		RX (Tn)	RY (Tn)	RZ (Tn)	MX (Tn·m)	MY (Tn·m)	MZ (Tn·m)
1	Envolvente (Cim.equil.)	-1.8367	-0.2160	0.7670	-1.1818	-4.4298	-0.0027
		1.7536	0.2160	30.0880	1.1818	2.7017	0.0027
	Envolvente (Cim.esf.terr.)	-1.6630	-0.1963	1.0202	-1.0744	-4.0254	-0.0025
		2.0116	0.1963	22.0432	1.0744	2.6038	0.0025
5	Envolvente (Cim.equil.)	-1.7536	-0.1794	0.7489	-0.6491	-2.2475	-0.0007
		0.2171	0.1794	29.2755	0.6491	0.5745	0.0007
	Envolvente (Cim.esf.terr.)	-1.6526	-0.1631	0.9547	-0.5901	-2.5494	-0.0006
		0.1907	0.1631	21.6668	0.5901	0.5137	0.0006

Barras		ESFUERZO MÁXIMO							
	ESF. ( )	APROV. (%)	Pos. (m)	N (Tn)	Ty (Tn)	Tz (Tn)	Mt (Tn·m)	My (Tn·m)	Mz (Tn·m)
1/2	0.1909	19.09	3.500	-29.6148	0.0000	1.7536	0.0000	-5.6843	0.0000
2/3	0.3268	32.68	0.000	-17.8959	0.0000	4.7893	0.0000	9.3156	0.0000
2/6	0.8672	86.72	0.000	3.0357	0.0000	-11.7189	0.0000	-14.9998	0.0000
3/4	0.2286	22.86	0.000	-5.8764	0.0000	4.0284	0.0000	7.4248	0.0000
3/7	0.8569	85.69	0.000	-0.7609	0.0000	-11.5464	0.0000	-14.8717	0.0000
4/8	0.3211	32.11	0.000	-4.0284	0.0000	-5.4033	0.0000	-6.6745	0.0000
5/6	0.9355	93.55	3.500	-29.0501	0.0000	-1.7536	0.0000	3.8900	0.0000
6/7	0.6871	68.71	0.000	-17.7167	0.0000	-4.7893	0.0000	-9.5680	0.0000
7/8	0.2313	23.13	0.000	-5.8537	0.0000	-4.0284	0.0000	-7.5155	0.0000

Barras	Flecha máxima Absoluta y Flecha máxima Relativa y		Flecha máxima Absoluta z Flecha máxima Relativa z		Flecha activa Absoluta y Flecha activa Relativa y		Flecha activa Absoluta z Flecha activa Relativa z	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
1/2	3.500	11.40	1.750	1.56	3.500	22.79	1.750	2.78
	3.500	L/921	----	L/(>1000)	3.500	L/460	----	L/(>1000)
2/3	0.875	11.79	3.500	1.94	0.875	23.59	3.500	3.24
	0.875	L/890	----	L/(>1000)	0.875	L/445	----	L/(>1000)
2/6	2.000	0.02	3.600	17.15	2.000	0.05	3.600	17.41
	----	L/(>1000)	3.600	L/466	----	L/(>1000)	3.600	L/459
3/4	0.000	9.05	0.350	2.03	0.000	18.10	0.350	3.29
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	0.000	L/580	----	L/(>1000)
3/7	4.800	0.06	3.600	15.21	4.800	0.11	3.600	15.28
	----	L/(>1000)	3.600	L/525	----	L/(>1000)	3.600	L/523
4/8	1.600	0.02	4.400	6.36	1.600	0.04	4.800	6.18
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)

Barras	Flecha máxima	Absoluta y	Flecha máxima	Absoluta z	Flecha activa	Absoluta y	Flecha activa	Absoluta z
	Flecha máxima	Relativa y	Flecha máxima	Relativa z	Flecha activa	Relativa y	Flecha activa	Relativa z
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
5/6	1.750	5.71	2.188	1.74	1.750	11.42	1.750	2.47
	1.750	L/612	----	L/(>1000)	1.750	L/306	----	L/(>1000)
6/7	1.750	1.74	0.875	1.02	1.750	3.48	0.875	1.12
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
7/8	1.313	0.42	1.313	0.45	1.313	0.84	1.313	0.69
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)

**MARCO CONTRAVENTEADO EN V CONCÉNTRICO  
EN SUELO BLANDO**

#####

19:06:38, 02/04/2004

Archivo: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Metal 3D\Marco3A.EM3

Descripción: Marco con cvt en V al centro.

#####

Características mecánicas de las barras

Inerc.Tor. cm4	Inerc.y cm4	Inerc.z cm4	Sección cm2	
91.200	22200.000	7290.000	123.000	Acero, W310x97, Perfil simple (W)
57.500	11300.000	3880.000	92.800	Acero, W250x73, Perfil simple (W)
6.500	3420.000	149.000	32.300	Acero, W250x25.3, Perfil simple (W)
2.300	2250.000	91.900	22.800	Acero, W250x17.9, Perfil simple (W)
22.100	4550.000	1530.000	58.600	Acero, W200x46.1, Perfil simple (W)
3.580	141.000	165.000	16.900	Acero, WT100x13.3, Perfil simple (WT)

Resumen cuantificación(Acero)

Peso(Kg)			Longitud(m)		
Perfil	Serie	Acero	Perfil	Serie	Acero
W310x97, Perfil simple		675.88	7.00		
W250x73, Perfil simple		509.94	7.00		
W250x25.3, Perfil simple		202.84	8.00		
W250x17.9, Perfil simple		143.18	8.00		
W200x46.1, Perfil simple		690.01	15.00		
W		2221.85		45.00	
WT		282.04	21.28		
Acero (A36)				21.28	
		2503.89			66.28
		2503.89 Kg			66.28 m

Barras

Descripción

	Peso (Kg)	Volumen (m3)	Longitud (m)	Co.pand.xy	Co.pand.xz	Dist.arr.sup. (m)	Dist.arr.inf. (m)
1/2	Acero (A36), W200x46.1 (W)						
	161.00	0.021	3.50	2.00	1.06	-	-
2/3	Acero (A36), W250x73 (W)						
	254.97	0.032	3.50	3.27	1.23	-	-
2/5	Acero (A36), W250x17.9 (W)						
	71.59	0.009	4.00	1.00	1.00	4.00	-
3/4	Acero (A36), W310x97 (W)						
	337.94	0.043	3.50	4.15	1.39	-	-
5/3	Acero (A36), WT100x13.3 (WT)						
	70.51	0.009	5.32	1.00	1.00	-	-
3/6	Acero (A36), W250x25.3 (W)						
	101.42	0.013	4.00	1.00	1.00	4.00	-
6/4	Acero (A36), WT100x13.3 (WT)						
	70.51	0.009	5.32	1.00	1.00	-	-

Marco con cvt en V al centro.

Según N.T.C. (México, D.F.)

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

Grupo B (grado de seguridad intermedio)

Zona sísmica: Tipo III: Terreno blando

Factor de comportamiento sísmico: 3.00

Periodo dominante más largo del terreno: 0.45

	T	Lx	Ly	Mx	My	Condición de carga X(1)	Condición de carga Y(1)
Modo 1	0.501	1	0	97.58 %	0 %	R = 3 A = 0.56 m/s <sup>2</sup> D = 3.55755 mm	R = 3 A = 0.56 m/s <sup>2</sup> D = 3.55755 mm
Modo 2	4.006	0	1	0 %	92.02 %	R = 3 A = 0.076 m/s <sup>2</sup> D = 30.7014 mm	R = 3 A = 0.076 m/s <sup>2</sup> D = 30.7014 mm
Modo 3	3.096	0	1	0 %	1.26 %	R = 3 A = 0.098 m/s <sup>2</sup> D = 23.7299 mm	R = 3 A = 0.098 m/s <sup>2</sup> D = 23.7299 mm
Modo 4	2.424	0	1	0 %	5.13 %	R = 3 A = 0.125 m/s <sup>2</sup> D = 18.5785 mm	R = 3 A = 0.125 m/s <sup>2</sup> D = 18.5785 mm
Modo 5	1.375	0	1	0 %	0.86 %	R = 3 A = 0.22 m/s <sup>2</sup> D = 10.5421 mm	R = 3 A = 0.22 m/s <sup>2</sup> D = 10.5421 mm
Modo 6	0.4	0	1	0 %	0.01 %	R = 3 A = 0.56 m/s <sup>2</sup> D = 2.27438 mm	R = 3 A = 0.56 m/s <sup>2</sup> D = 2.27438 mm

- T = Periodo de vibración en segundos.
- Lx, Ly = Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.
- Mx, My = Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.
- R = Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.
- A = Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.
- D = Coeficiente del modo, equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

	Masa total desplazada
Masa X	97.58 %
Masa Y	99.28 %

Barras	Descripción							
	Peso (Kg)	Volumen (m3)	Longitud (m)	Co.pand.xy	Co.pand.xz	Dist.arr.sup. (m)	Dist.arr.inf. (m)	
4/10	Acero (A36), W200x46.1 (W)	368.01	0.047	8.00	1.00	1.00	8.00	-
5/8	Acero (A36), W250x17.9 (W)	71.59	0.009	4.00	1.00	1.00	4.00	-
5/9	Acero (A36), WT100x13.3 (WT)	70.51	0.009	5.32	1.00	1.00	-	-
6/9	Acero (A36), W250x25.3 (W)	101.42	0.013	4.00	1.00	1.00	4.00	-
6/10	Acero (A36), WT100x13.3 (WT)	70.51	0.009	5.32	1.00	1.00	-	-
7/8	Acero (A36), W200x46.1 (W)	161.00	0.021	3.50	2.00	1.06	-	-
8/9	Acero (A36), W250x73 (W)	254.97	0.032	3.50	3.27	1.23	-	-
9/10	Acero (A36), W310x97 (W)	337.94	0.043	3.50	4.15	1.39	-	-

Barras	Cargas						
	Cond.	Tipo	P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Dirección
1/2	1 (PP 1)	Uniforme	0.046 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	3 (V 1)	Uniforme	0.200 Tn/m	-	-	-	( 1.000, 0.000, 0.000)
2/3	1 (PP 1)	Uniforme	0.073 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	3 (V 1)	Uniforme	0.200 Tn/m	-	-	-	( 1.000, 0.000, 0.000)
2/5	1 (PP 1)	Uniforme	0.018 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	2 (CV 1)	Uniforme	2.000 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
3/4	1 (PP 1)	Uniforme	0.097 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	3 (V 1)	Uniforme	0.200 Tn/m	-	-	-	( 1.000, 0.000, 0.000)
5/3	1 (PP 1)	Uniforme	0.013 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
3/6	1 (PP 1)	Uniforme	0.025 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	2 (CV 1)	Uniforme	2.000 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
6/4	1 (PP 1)	Uniforme	0.013 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
4/10	1 (PP 1)	Uniforme	0.046 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	2 (CV 1)	Uniforme	0.890 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
5/8	1 (PP 1)	Uniforme	0.018 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	2 (CV 1)	Uniforme	2.000 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
5/9	1 (PP 1)	Uniforme	0.013 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
6/9	1 (PP 1)	Uniforme	0.025 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	2 (CV 1)	Uniforme	2.000 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
6/10	1 (PP 1)	Uniforme	0.013 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
7/8	1 (PP 1)	Uniforme	0.046 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)

Barras	Cargas						
	Cond.	Tipo	P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Dirección
8/9	1 (PP 1)	Uniforme	0.073 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
9/10	1 (PP 1)	Uniforme	0.097 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)

Puntos	DESPLAZAMIENTOS (EJES GENERALES)						
		DX (m)	DY (m)	DZ (m)	GX (rad)	GY (rad)	GZ (rad)
1	Envolvente (Desplazam.)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	Envolvente (Desplazam.)	0.0101	0.0250	0.0000	0.0130	0.0022	0.0133
3	Envolvente (Desplazam.)	-0.0101	-0.0250	-0.0006	-0.0130	-0.0014	-0.0133
4	Envolvente (Desplazam.)	0.0111	0.0751	0.0000	0.0153	0.0001	0.0087
5	Envolvente (Desplazam.)	0.0113	0.1292	0.0000	0.0155	0.0011	0.0009
5 (2,8)	Envolvente (Desplazam.)	0.0103	0.0580	-0.0001	0.0130	0.0006	0.0001
5 (3)	Envolvente (Desplazam.)	0.0103	0.0606	-0.0001	0.0157	-0.0006	0.0097
5 (9)	Envolvente (Desplazam.)	0.0103	0.0606	-0.0001	0.0157	0.0012	0.0097
(3,9)	Envolvente (Desplazam.)	0.0109	0.0971	-0.0001	0.0153	0.0001	0.0001
(4)	Envolvente (Desplazam.)	0.0109	0.0976	-0.0001	0.0122	-0.0012	-0.0052
6 (10)	Envolvente (Desplazam.)	0.0109	0.0976	-0.0001	0.0122	0.0011	-0.0052
7	Envolvente (Desplazam.)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8	Envolvente (Desplazam.)	0.0101	0.0250	0.0000	0.0130	0.0014	0.0133
9	Envolvente (Desplazam.)	0.0101	0.0250	0.0000	0.0130	0.0014	0.0133
10	Envolvente (Desplazam.)	0.0111	0.0751	0.0000	0.0153	0.0001	0.0087
11	Envolvente (Desplazam.)	0.0113	0.1292	0.0000	0.0155	0.0011	0.0009
12	Envolvente (Desplazam.)	0.0111	0.1292	0.0000	0.0155	0.0000	0.0009



Nudos	REACCIONES (EJES GENERALES)					
	RX (Tn)	RY (Tn)	RZ (Tn)	MX (Tn·m)	MY (Tn·m)	MZ (Tn·m)
1						
Envolvente (Cim.equil.)	-1.3506	-0.0781	0.1073	-0.5678	-2.1066	-0.0025
Envolvente (Cim.esf.terr.)	0.8940	0.0781	29.1367	0.5678	1.5715	0.0025
	-1.2272	-0.0710	0.3252	-0.5162	-1.9143	-0.0023
	0.9764	0.0710	21.5081	0.5162	1.6125	0.0023
7						
Envolvente (Cim.equil.)	-1.1631	-0.0781	0.3610	-0.5676	-2.0944	-0.0025
Envolvente (Cim.esf.terr.)	0.6836	0.0781	29.1367	0.5676	1.3351	0.0025
	-1.2209	-0.0710	0.5558	-0.5160	-2.0879	-0.0023
	0.6208	0.0710	21.7387	0.5160	1.2130	0.0023

Barras	ESFUERZO MÁXIMO								
	ESF. (.)	APROV. (%)	Pos. (m)	N (Tn)	Ty (Tn)	Tz (Tn)	Mt (Tn·m)	My (Tn·m)	Mz (Tn·m)
1/2	0.6199	61.99	0.000	-29.1367	0.0000	0.4925	0.0000	0.5536	0.0000
2/3	0.4778	47.78	0.000	-23.2252	0.0000	1.0547	0.0000	2.5250	0.0000
2/5	0.7875	78.75	0.000	0.5621	0.0000	-5.6862	0.0000	-3.7754	0.0000
3/4	0.2266	22.66	3.500	-10.7372	0.0000	2.8250	0.0000	-6.6817	0.0000
5/3	0.3432	34.32	5.315	8.6215	0.0000	0.0472	0.0000	-0.0534	0.0000
3/6	0.8906	89.06	0.000	-4.6869	0.0000	-5.9451	0.0000	-4.3086	0.0000
6/4	0.2909	29.09	1.993	8.2557	0.0000	-0.0034	0.0000	0.0345	0.0000
4/10	0.8253	82.53	0.000	-9.0403	0.0000	-5.2416	0.0000	-6.6502	0.0000
5/8	0.7875	78.75	4.000	0.5621	0.0000	5.6862	0.0000	-3.7054	0.0000
5/9	0.3432	34.32	5.315	8.6215	0.0000	0.0472	0.0000	-0.0534	0.0000
6/9	0.8906	89.06	4.000	-4.6869	0.0000	5.9451	0.0000	-4.3086	0.0000
6/10	0.2909	29.09	1.993	8.2557	0.0000	-0.0034	0.0000	0.0345	0.0000
7/8	0.6199	61.99	0.000	-29.1367	0.0000	-0.4925	0.0000	-0.5536	0.0000
8/9	0.4778	47.78	0.000	-23.2252	0.0000	-1.0547	0.0000	-2.5350	0.0000
9/10	0.2266	22.66	3.500	-10.7372	0.0000	-2.8250	0.0000	6.6817	0.0000

Barras	Flecha máxima Absoluta y Flecha máxima Relativa y		Flecha máxima Absoluta z Flecha máxima Relativa z		Flecha activa Absoluta y Flecha activa Relativa y		Flecha activa Absoluta z Flecha activa Relativa z	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
	1/2	1.750	5.67	1.050	1.28	1.750	11.33	1.050
	1.750	L/617	----	L/(>1000)	1.750	L/308	----	L/(>1000)
2/3	1.575	1.03	1.225	1.02	1.575	2.06	1.400	1.67
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
2/5	4.000	37.36	2.000	5.69	4.000	74.72	2.000	6.64
	4.000	L/214	----	L/(>1000)	4.000	L/107	----	L/(>1000)
3/4	1.400	0.11	2.275	0.53	1.400	0.23	2.100	0.55
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)

Barras	Flecha máxima Absoluta y Flecha máxima Relativa y		Flecha máxima Absoluta z Flecha máxima Relativa z		Flecha activa Absoluta y Flecha activa Relativa y		Flecha activa Absoluta z Flecha activa Relativa z	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
5/3	3.322	2.08	1.993	1.57	3.322	4.15	3.322	0.47
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
3/6	4.000	23.69	2.200	3.28	4.000	47.38	2.200	3.30
	4.000	L/337	----	L/(>1000)	4.000	L/168	----	L/(>1000)
6/4	3.322	3.85	2.658	2.23	3.322	7.71	3.322	0.83
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	3.322	L/689	----	L/(>1000)
4/10	4.000	1.80	4.000	13.26	4.000	3.60	4.000	12.64
	----	L/(>1000)	4.000	L/603	----	L/(>1000)	4.000	L/632
5/8	0.000	37.36	2.000	5.69	0.000	74.72	2.000	6.64
	0.000	L/214	----	L/(>1000)	0.000	L/107	----	L/(>1000)
5/9	3.322	2.07	1.993	1.57	3.322	4.15	3.322	0.47
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
6/9	0.000	23.69	1.800	3.28	0.000	47.38	1.800	3.30
	0.000	L/337	----	L/(>1000)	0.000	L/168	----	L/(>1000)
6/10	3.322	3.85	2.658	2.23	3.322	7.70	3.322	0.83
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	3.322	L/689	----	L/(>1000)
7/8	1.750	5.67	0.875	1.25	1.750	11.33	0.875	2.35
	1.750	L/617	----	L/(>1000)	1.750	L/308	----	L/(>1000)
8/9	1.750	1.02	1.313	1.02	1.750	2.05	1.313	1.68
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
9/10	1.313	0.11	2.188	0.53	1.313	0.22	2.188	0.55
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)

**MARCO CONTRAVENTEADO EN V EXCÉNTRICO  
EN SUELO BLANDO**

#####

19:08:36, 02/04/2004

Archivo: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Metal 3D\Marco4A.EM3  
 Descripción: Marco contraventeado en V excé

#####

Características mecánicas de las barras

Inerc.Tor. cm4	Inerc.y cm4	Inerc.z cm4	Sección cm2	
516.000	60100.000	16600.000	218.000	Acero, WT550x171, Perfil simple (WT)
0.830	39.500	45.600	8.600	Acero, WT75x6.8, Perfil simple (WT)
3.700	920.000	124.000	22.900	Acero, IR 152x18.0, Perfil simple (IR)
4.200	1211.000	388.000	28.600	Acero, IR 152x22.4, Perfil simple (IR)
7.100	2576.000	332.000	33.900	Acero, IR 203x26.6, Perfil simple (IR)
14.600	3446.000	762.000	45.700	Acero, IR 203x35.9, Perfil simple (IR)
22.500	4079.000	903.000	53.200	Acero, IR 203x41.8, Perfil simple (IR)
22.500	4579.000	1544.000	58.900	Acero, IR 203x46.2, Perfil simple (IR)
6.700	3409.000	148.000	32.200	Acero, IR 254x25.3, Perfil simple (IR)
57.900	11321.000	3888.000	92.900	Acero, IR 254x72.9, Perfil simple (IR)
8.700	8283.000	291.000	41.900	Acero, IR 356x32.9, Perfil simple (IR)
21.200	21228.000	637.000	66.500	Acero, IR 457x52.2, Perfil simple (IR)
32.000	35088.000	862.000	83.900	Acero, IR 533x65.8, Perfil simple (IR)

Resumen cuantificación (Acero)

	Peso (Kg)			Longitud (m)		
	Perfil	Serie	Acero	Perfil	Serie	Acero
WT	WT550x171, Perfil simple	1016.60		5.94		
	WT75x6.8, Perfil simple	32.02		4.74		
			1048.62		10.68	
	IR 152x18.0, Perfil s...	62.92		3.50		
	IR 152x22.4, Perfil s...	106.47		4.74		
	IR 203x26.6, Perfil s...	93.14		3.50		
	IR 203x35.9, Perfil s...	125.56		3.50		
	IR 203x41.8, Perfil s...	146.17		3.50		
	IR 203x46.2, Perfil s...	161.83		3.50		
	IR 254x25.3, Perfil s...	88.47		3.50		
	IR 254x72.9, Perfil s...	583.41		8.00		
	IR 356x32.9, Perfil s...	263.13		8.00		
	IR 457x52.2, Perfil s...	417.62		8.00		
	IR 533x65.8, Perfil s...	391.25		5.94		
IR			2439.97		55.68	
Acero (A36)			3488.59			66.36
			3488.59 Kg			66.36 m

Marco contraventado en V excé

Según N.T.C. (México, D.F.)

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

Grupo B (grado de seguridad intermedio)

Zona sísmica: Tipo III: Terreno blando

Factor de comportamiento sísmico: 3.00

Periodo dominante más largo del terreno: 0.45

	T	Lx	Ly	Mx	My	Condición de carga X(1)	Condición de carga Y(1)
Modo 1	0.534	1	0	98.11 %	0 %	R = 3 A = 0.56 m/s <sup>2</sup> D = 4.04962 mm	R = 3 A = 0.56 m/s <sup>2</sup> D = 4.04962 mm
Modo 2	8.449	0	1	0 %	87.49 %	R = 3 A = 0.061 m/s <sup>2</sup> D = 109.413 mm	R = 3 A = 0.061 m/s <sup>2</sup> D = 109.413 mm
Modo 3	3.461	0	1	0 %	4.81 %	R = 3 A = 0.087 m/s <sup>2</sup> D = 26.5229 mm	R = 3 A = 0.087 m/s <sup>2</sup> D = 26.5229 mm
Modo 4	0.078	1	0	1.24 %	0 %	R = 1.99 A = 0.525 m/s <sup>2</sup> D = 0.08115 mm	R = 1.99 A = 0.525 m/s <sup>2</sup> D = 0.08115 mm
Modo 5	1.855	0	1	0 %	7.06 %	R = 3 A = 0.163 m/s <sup>2</sup> D = 14.2166 mm	R = 3 A = 0.163 m/s <sup>2</sup> D = 14.2166 mm
Modo 6	1.167	0	1	0 %	0.1 %	R = 3 A = 0.259 m/s <sup>2</sup> D = 8.94245 mm	R = 3 A = 0.259 m/s <sup>2</sup> D = 8.94245 mm
Modo 7	0.904	0	1	0 %	0.02 %	R = 3 A = 0.335 m/s <sup>2</sup> D = 6.92993 mm	R = 3 A = 0.335 m/s <sup>2</sup> D = 6.92993 mm
Modo 8	0.66	0	1	0 %	0.47 %	R = 3 A = 0.459 m/s <sup>2</sup> D = 5.06253 mm	R = 3 A = 0.459 m/s <sup>2</sup> D = 5.06253 mm
Modo 9	0.044	1	0	0.21 %	0 %	R = 1.56 A = 0.496 m/s <sup>2</sup> D = 0.02456 mm	R = 1.56 A = 0.496 m/s <sup>2</sup> D = 0.02456 mm

- T = Periodo de vibración en segundos.

- Lx, Ly = Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

- Mx, My = Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

- R = Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.

- A = Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

- D = Coeficiente del modo, equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

	Masa total desplazada
Masa X	99.56 %
Masa Y	99.96 %

Barras	Descripción							
	Peso (Kg)	Volumen (m3)	Longitud (m)	Co.pand.xy	Co.pand.xz	Dist.arr.sup. (m)	Dist.arr.inf. (m)	
1/2	Acero (A36), IR 203x46.2 (IR)	161.83	0.021	3.50	1.88	1.17	-	3.50
2/3	Acero (A36), IR 203x41.8 (IR)	146.17	0.019	3.50	2.00	0.70	-	3.50
2/5	Acero (A36), IR 356x32.9 (IR)	157.88	0.020	4.80	0.59	5.52	4.80	4.80
3/4	Acero (A36), IR 152x18.0 (IR)	62.92	0.008	3.50	1.00	1.00	-	-
5/3	Acero (A36), WT550x171 (WT)	1016.60	0.130	5.94	0.59	5.52	5.94	5.94
3/6	Acero (A36), IR 457x52.2 (IR)	250.57	0.032	4.80	0.59	6.83	4.80	4.80
6/4	Acero (A36), IR 533x65.8 (IR)	391.25	0.050	5.94	0.59	6.83	5.94	5.94
4/10	Acero (A36), IR 254x72.9 (IR)	583.41	0.074	8.00	1.34	0.59	8.00	8.00
5/8	Acero (A36), IR 356x32.9 (IR)	105.25	0.013	3.20	0.59	5.55	3.20	3.20
5/9	Acero (A36), WT75x6.8 (WT)	32.02	0.004	4.74	0.80	0.70	4.74	-
6/9	Acero (A36), IR 457x52.2 (IR)	167.05	0.021	3.20	0.59	7.19	3.20	3.20
6/10	Acero (A36), IR 152x22.4 (IR)	106.47	0.014	4.74	1.12	0.70	4.74	-
7/8	Acero (A36), IR 254x25.3 (IR)	88.47	0.011	3.50	0.58	2.00	3.50	-
8/9	Acero (A36), IR 203x35.9 (IR)	125.56	0.016	3.50	1.79	0.70	3.50	-
9/10	Acero (A36), IR 203x26.6 (IR)	93.14	0.012	3.50	1.00	1.00	-	-

Barras	Cargas						
	Cond.	Tipo	P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Dirección
1/2	1 (PP 1)	Uniforme	0.046 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
2/3	1 (PP 1)	Uniforme	0.042 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
2/5	1 (PP 1)	Uniforme	0.033 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	2 (CV 1)	Uniforme	2.000 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
3/4	1 (PP 1)	Uniforme	0.018 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
5/3	1 (PP 1)	Uniforme	0.171 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
3/6	1 (PP 1)	Uniforme	0.052 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	2 (CV 1)	Uniforme	2.000 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
6/4	1 (PP 1)	Uniforme	0.066 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
4/10	1 (PP 1)	Uniforme	0.073 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	2 (CV 1)	Uniforme	0.890 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
5/8	1 (PP 1)	Uniforme	0.033 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)



Nudos		DESPLAZAMIENTOS (EJES GENERALES)					
		DX (m)	DY (m)	DZ (m)	GX (rad)	GY (rad)	GZ (rad)
1	Envolvente (Desplazam.)	-0.0118	-0.1344	-0.0012	-0.0646	-0.0017	-0.0109
		0.0135	0.1344	0.0000	0.0646	0.0012	0.0109
9	Envolvente (Desplazam.)	-0.0122	-0.3669	-0.0019	-0.0678	-0.0003	-0.0391
		0.0152	0.3669	0.0001	0.0678	0.0000	0.0391
10	Envolvente (Desplazam.)	-0.0124	-0.6050	-0.0024	-0.0667	-0.0031	-0.0476
		0.0157	0.6050	0.0000	0.0667	-0.0002	0.0476

Nudos		REACCIONES (EJES GENERALES)					
		RX (Tn)	RY (Tn)	RZ (Tn)	MX (Tn·m)	MY (Tn·m)	MZ (Tn·m)
1	Envolvente (Cim.equil.)	-0.7641	-0.0727	1.0147	-0.5045	-1.5264	-0.0046
		1.3181	0.0727	30.2874	0.5045	2.2103	0.0046
	Envolvente (Cim.esf.terr.)	-0.6920	-0.0661	1.2892	-0.4586	-1.3854	-0.0042
		1.4114	0.0661	22.5625	0.4586	2.1261	0.0042
2	Envolvente (Cim.equil.)	-0.9421	-0.0831	0.3029	-0.3555	-1.6833	-0.0006
		1.2592	0.0831	29.3646	0.3555	1.8866	0.0006
	Envolvente (Cim.esf.terr.)	-1.0696	-0.0755	0.5429	-0.3232	-1.8606	-0.0006
		1.1421	0.0755	21.7026	0.3232	1.7115	0.0006

Barras		ESFUERZO MÁXIMO							
	ESF. ( )	APROV. (%)	Pos. (m)	N (Tn)	Ty (Tn)	Tz (Tn)	Mt (Tn·m)	My (Tn·m)	Mz (Tn·m)
1/2	0.5816	58.16	0.000	-30.2874	0.0000	0.6552	0.0000	0.3650	0.0000
2/3	0.9932	99.32	0.000	-23.0667	0.0000	1.0853	0.0000	2.3026	0.0000
2/5	0.3564	35.64	2.400	0.4301	0.0000	-0.1637	0.0000	4.3586	0.0000
3/4	0.6663	66.63	0.000	-10.5529	0.0000	0.2871	0.0000	0.4482	0.0000
5/3	0.1321	13.21	5.941	8.1137	0.0000	-0.1022	0.0000	2.8032	0.0000
3/6	0.3164	31.64	0.000	-7.5646	0.0000	-7.2289	0.0000	-4.6571	0.0000
6/4	0.2328	23.28	5.941	9.0206	0.0000	-0.9004	0.0000	6.6634	0.0000
4/10	0.4399	43.99	0.000	-8.1063	0.0000	-5.8776	0.0000	-7.2199	0.0000
5/8	0.3641	36.41	0.000	-0.0158	0.0000	-4.8453	0.0000	-3.4557	0.0000
5/9	0.6380	63.80	4.742	10.7018	0.0000	0.0186	0.0000	-0.0164	0.0000
6/9	0.1762	17.62	0.000	-6.6400	0.0000	-4.7526	0.0000	-3.0562	0.0000
6/10	0.3539	35.39	4.742	10.1314	0.0000	-0.0788	0.0000	0.6123	0.0000
7/8	0.7679	76.79	3.500	-29.2407	0.0000	-0.6552	0.0000	1.2522	0.0000
8/9	0.8190	81.90	0.000	-24.9895	0.0000	-0.6442	0.0000	-1.1352	0.0000
9/10	0.6661	66.61	3.500	-12.3313	0.0000	-1.2117	0.0000	2.7258	0.0000



Barras	Flecha máxima Absoluta y Flecha máxima Relativa y		Flecha máxima Absoluta z Flecha máxima Relativa z		Flecha activa Absoluta y Flecha activa Relativa y		Flecha activa Absoluta z Flecha activa Relativa z	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
1/2	1.750	5.23	1.313	1.92	1.750	10.46	0.875	3.13
	1.750	L/668	----	L/(>1000)	1.750	L/334	----	L/(>1000)
2/3	1.750	6.71	1.313	1.53	1.750	13.42	1.313	2.39
	1.750	L/521	----	L/(>1000)	1.750	L/260	----	L/(>1000)
2/5	4.320	34.03	2.640	6.84	4.320	68.06	2.400	8.29
	4.320	L/235	----	L/(>1000)	4.320	L/117	2.400	L/965
3/4	1.750	13.36	2.625	0.59	1.750	26.73	2.625	0.53
	1.750	L/261	----	L/(>1000)	1.750	L/130	----	L/(>1000)
5/3	3.713	0.57	2.970	0.62	3.713	1.14	3.713	0.56
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
3/6	3.360	18.88	2.880	2.32	3.360	37.76	2.880	2.18
	3.360	L/247	----	L/(>1000)	3.360	L/211	----	L/(>1000)
6/4	3.713	3.93	3.713	1.56	3.713	7.86	3.713	1.37
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	3.713	L/755	----	L/(>1000)
4/10	2.800	0.77	4.400	9.49	2.800	1.54	4.400	8.82
	----	L/(>1000)	4.400	L/842	----	L/(>1000)	4.400	L/906
5/8	0.000	33.12	0.000	2.77	0.000	66.23	0.000	2.93
	0.000	L/241	----	L/(>1000)	0.000	L/120	----	L/(>1000)
5/9	2.964	19.56	1.778	1.69	2.964	39.12	2.964	0.30
	2.964	L/242	----	L/(>1000)	2.964	L/121	----	L/(>1000)
6/9	0.000	16.78	0.000	1.24	0.000	33.57	0.000	1.18
	0.000	L/197	----	L/(>1000)	0.000	L/238	----	L/(>1000)
6/10	2.964	3.98	2.964	2.84	2.964	7.95	2.964	2.56
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	2.964	L/596	----	L/(>1000)
7/8	1.575	28.47	0.875	1.32	1.575	56.93	0.875	2.58
	1.575	L/122	----	L/(>1000)	1.575	L/61	----	L/(>1000)
8/9	1.750	2.63	1.050	0.88	1.750	5.26	1.225	1.46
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	1.750	L/665	----	L/(>1000)

Barras	Flecha máxima Absoluta y Flecha máxima Relativa y		Flecha máxima Absoluta z Flecha máxima Relativa z		Flecha activa Absoluta y Flecha activa Relativa y		Flecha activa Absoluta z Flecha activa Relativa z	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
9/10	1.575	2.89	2.275	1.53	1.575	5.79	2.275	1.59
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	1.575	L/604	----	L/(>1000)

**MARCO CONCÉNTRICO EN X**  
**EN SUELO BLANDO**

#####  
 19:01:46, 02/04/2004  
 Archivo: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Metal 3D\SRRMA.EM3  
 Descripción: Ejemplo de la Maestria.  
 #####

Características mecánicas de las barras

Inerc.Tor. cm4	Inerc.y cm4	Inerc.z cm4	Sección cm2	
11.700	3134.000	407.000	39.700	Acero, IR 203x31.2, Perfil simple (IR)
14.600	3446.000	762.000	45.700	Acero, IR 203x35.9, Perfil simple (IR)
22.500	4079.000	903.000	53.200	Acero, IR 203x41.8, Perfil simple (IR)
22.500	4579.000	1544.000	58.900	Acero, IR 203x46.2, Perfil simple (IR)
32.000	5286.000	1773.000	66.500	Acero, IR 203x52.2, Perfil simple (IR)
46.600	6077.000	2044.000	75.500	Acero, IR 203x59.3, Perfil simple (IR)
40.800	8699.000	1873.000	74.200	Acero, IR 254x58.2, Perfil simple (IR)
43.142	25.639	25.639	8.060	Acero, LI 44x5, Doble en cajón soldado (LI)
568.532	350.942	350.942	26.960	Acero, LI 89x8, Doble en cajón soldado (LI)

Resumen cuantificación(Acero)

Peso(Kg)			Longitud(m)		
Perfil	Serie	Acero	Perfil	Serie	Acero
IR 203x31.2, Perfil s...		109.08			3.50
IR 203x35.9, Perfil s...		538.12			15.00
IR 203x41.8, Perfil s...		146.17			3.50
IR 203x46.2, Perfil s...		161.83			3.50
IR 203x52.2, Perfil s...		182.71			3.50
IR 203x59.3, Perfil s...		474.14			8.00
IR 254x58.2, Perfil s...		465.98			8.00
IR		2078.03		45.00	
LI 44x5, Doble en caj...		110.48		17.48	
LI 89x8, Doble en caj...		369.60		17.48	
LI		480.08		34.96	
Acero (A36)			2558.11		79.96
			2558.11 Kg		79.96 m

Barras Descripción

	Peso (Kg)	Volumen (m3)	Longitud (m)	Co.pand.xy	Co.pand.xz	Dist.arr.sup. (m)	Dist.arr.inf. (m)
1/2	Acero (A36), IR 203x31.2 (IR)						
	109.08	0.014	3.50	0.81	2.00	-	3.50
2/3	Acero (A36), IR 203x52.2 (IR)						
	182.71	0.023	3.50	0.62	3.45	-	3.50
2/5	Acero (A36), 2xLI 89x8({}) (LI)						
	92.40	0.012	4.37	0.70	0.59	-	4.37
2/8	Acero (A36), IR 254x58.2 (IR)						
	465.98	0.059	8.00	0.82	0.65	-	8.00

Ejemplo de la Maestria.

Según N.T.C. (México, D.F.)

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

Grupo B (grado de seguridad intermedio)

Zona sísmica: Tipo III: Terreno blando

Factor de comportamiento sísmico: 3.00

Periodo dominante más largo del terreno: 0.45

	T	Lx	Ly	Mx	My	Condición de carga X(1)	Condición de carga Y(1)
Modo 1	0.178	1	0	98.72 %	0 %	R = 3 A = 0.56 m/s <sup>2</sup> D = 0.45113 mm	R = 3 A = 0.56 m/s <sup>2</sup> D = 0.45113 mm
Modo 2	2.077	0	1	0 %	98.28 %	R = 3 A = 0.146 m/s <sup>2</sup> D = 15.9187 mm	R = 3 A = 0.146 m/s <sup>2</sup> D = 15.9187 mm
Modo 3	0.025	1	0	0.96 %	0 %	R = 1.31 A = 0.47 m/s <sup>2</sup> D = 0.00718 mm	R = 1.31 A = 0.47 m/s <sup>2</sup> D = 0.00718 mm
Modo 4	1.302	0	1	0 %	0.67 %	R = 3 A = 0.232 m/s <sup>2</sup> D = 9.97762 mm	R = 3 A = 0.232 m/s <sup>2</sup> D = 9.97762 mm
Modo 5	0.315	0	1	0 %	0.62 %	R = 3 A = 0.56 m/s <sup>2</sup> D = 1.4038 mm	R = 3 A = 0.56 m/s <sup>2</sup> D = 1.4038 mm
Modo 6	0.013	1	0	0.04 %	0 %	R = 1.16 A = 0.449 m/s <sup>2</sup> D = 0.0018 mm	R = 1.16 A = 0.449 m/s <sup>2</sup> D = 0.0018 mm

- T = Periodo de vibración en segundos.
- Lx, Ly = Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.
- Mx, My = Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.
- R = Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.
- A = Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.
- D = Coeficiente del modo, equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

	Masa total desplazada
Masa X	99.72 %
Masa Y	99.58 %

Barras		Descripción					
	Peso (Kg)	Volumen (m3)	Longitud (m)	Co.pand.xy	Co.pand.xz	Dist.arr.sup. (m)	Dist.arr.inf. (m)
3/4	Acero (A36), IR 203x35.9 (IR)						
	125.56	0.016	3.50	0.70	4.50	-	3.50
5/3	Acero (A36), 2xLI 89x8([]) (LI)						
	92.40	0.012	4.37	0.70	0.59	-	4.37
3/6	Acero (A36), 2xLI 44x5([]) (LI)						
	27.62	0.004	4.37	0.70	0.59	-	4.37
3/9	Acero (A36), IR 203x59.3 (IR)						
	474.14	0.060	8.00	0.70	0.63	-	8.00
6/4	Acero (A36), 2xLI 44x5([]) (LI)						
	27.62	0.004	4.37	0.80	0.60	-	4.37
4/10	Acero (A36), IR 203x35.9 (IR)						
	287.00	0.037	8.00	0.83	0.62	-	8.00
8/5	Acero (A36), 2xLI 89x8([]) (LI)						
	92.40	0.012	4.37	0.70	0.59	-	4.37
5/9	Acero (A36), 2xLI 89x8([]) (LI)						
	92.40	0.012	4.37	0.70	0.59	-	4.37
9/6	Acero (A36), 2xLI 44x5([]) (LI)						
	27.62	0.004	4.37	0.70	0.59	-	4.37
6/10	Acero (A36), 2xLI 44x5([]) (LI)						
	27.62	0.004	4.37	0.80	0.60	-	4.37
7/8	Acero (A36), IR 203x41.8 (IR)						
	146.17	0.019	3.50	0.81	2.00	-	3.50
8/9	Acero (A36), IR 203x46.2 (IR)						
	161.83	0.021	3.50	0.62	3.45	-	3.50
9/10	Acero (A36), IR 203x35.9 (IR)						
	125.56	0.016	3.50	0.70	4.50	-	3.50

Barras		Cargas					
	Cond.	Tipo	P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Dirección
1/2	1 (PP 1)	Uniforme	0.031 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	3 (V 1)	Uniforme	0.200 Tn/m	-	-	-	( 1.000, 0.000, 0.000)
2/3	1 (PP 1)	Uniforme	0.052 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	3 (V 1)	Uniforme	0.200 Tn/m	-	-	-	( 1.000, 0.000, 0.000)
2/5	1 (PP 1)	Uniforme	0.021 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	3 (V 1)	Uniforme	2.000 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
3/4	1 (PP 1)	Uniforme	0.036 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	3 (V 1)	Uniforme	0.200 Tn/m	-	-	-	( 1.000, 0.000, 0.000)
5/3	1 (PP 1)	Uniforme	0.021 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	3 (V 1)	Uniforme	0.006 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
3/6	1 (PP 1)	Uniforme	0.006 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	3 (V 1)	Uniforme	2.000 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
3/9	1 (PP 1)	Uniforme	0.059 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	3 (V 1)	Uniforme	2.000 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
6/4	1 (PP 1)	Uniforme	0.006 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	3 (V 1)	Uniforme	0.036 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
4/10	1 (PP 1)	Uniforme	0.036 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)

Barras	Cargas						
	Cond.	Tipo	P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Dirección
4/10	3 (V 1)	Uniforme	0.890 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
8/5	1 (PP 1)	Uniforme	0.021 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
5/9	1 (PP 1)	Uniforme	0.021 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
9/6	1 (PP 1)	Uniforme	0.006 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
6/10	1 (PP 1)	Uniforme	0.006 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
7/8	1 (PP 1)	Uniforme	0.042 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
8/9	1 (PP 1)	Uniforme	0.046 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
9/10	1 (PP 1)	Uniforme	0.036 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)

Nudos	DESPLAZAMIENTOS (EJES GENERALES)						
		DX (m)	DY (m)	DZ (m)	GX (rad)	GY (rad)	GZ (rad)
1	Envolvente (Desplazam.)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	Envolvente (Desplazam.)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	Envolvente (Desplazam.)	-0.0014	-0.0180	-0.0008	-0.0089	0.0000	-0.0013
4	Envolvente (Desplazam.)	0.0045	0.0180	0.0000	0.0089	0.0042	0.0013
5	Envolvente (Desplazam.)	-0.0014	-0.0510	-0.0011	-0.0098	0.0001	-0.0033
6	Envolvente (Desplazam.)	0.0046	0.0510	-0.0001	0.0098	0.0032	0.0033
5 (8,3)	Envolvente (Desplazam.)	-0.0014	-0.0869	-0.0013	-0.0105	0.0002	-0.0055
5 (2,9)	Envolvente (Desplazam.)	0.0047	0.0869	-0.0001	0.0105	0.0037	0.0055
6 (3,10)	Envolvente (Desplazam.)	-0.0014	-0.0252	-0.0011	-0.0070	-0.0001	-0.0024
6 (9,4)	Envolvente (Desplazam.)	0.0046	0.0252	-0.0001	0.0070	0.0000	0.0024
7	Envolvente (Desplazam.)	-0.0014	-0.0252	-0.0011	-0.0072	-0.0001	-0.0023
8	Envolvente (Desplazam.)	0.0046	0.0252	-0.0001	0.0072	0.0000	0.0023
9	Envolvente (Desplazam.)	-0.0014	-0.0527	-0.0013	-0.0079	0.0000	-0.0044
10	Envolvente (Desplazam.)	0.0046	0.0527	-0.0001	0.0079	0.0001	0.0044
10	Envolvente (Desplazam.)	-0.0014	-0.0527	-0.0013	-0.0080	0.0000	-0.0045
10	Envolvente (Desplazam.)	0.0046	0.0527	-0.0001	0.0080	0.0000	0.0045
10	Envolvente (Desplazam.)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	Envolvente (Desplazam.)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	Envolvente (Desplazam.)	-0.0013	-0.0089	-0.0007	-0.0047	-0.0032	-0.0014
10	Envolvente (Desplazam.)	0.0046	0.0089	0.0000	0.0047	0.0000	0.0014
10	Envolvente (Desplazam.)	-0.0014	-0.0280	-0.0010	-0.0060	-0.0036	-0.0034
10	Envolvente (Desplazam.)	0.0046	0.0280	0.0000	0.0060	-0.0001	0.0034
10	Envolvente (Desplazam.)	-0.0014	-0.0501	-0.0012	-0.0065	-0.0038	-0.0056
10	Envolvente (Desplazam.)	0.0046	0.0501	-0.0001	0.0065	-0.0002	0.0056

Nudos	REACCIONES (EJES GENERALES)					
	RX (Tn)	RY (Tn)	RZ (Tn)	MX (Tn·m)	MY (Tn·m)	MZ (Tn·m)
1						
Envolvente (Cim.equil.)	-0.0324	-0.0254	1.0579	-0.1238	-0.1380	-0.0001
Envolvente (Cim.esf.terr.)	0.1703	0.0254	21.8480	0.1238	0.1859	0.0001
	-0.0220	-0.0231	1.1926	-0.1126	-0.1163	-0.0001
	0.1548	0.0231	19.8618	0.1126	0.1690	0.0001
7						
Envolvente (Cim.equil.)	-2.4803	-0.0140	1.0744	-0.1233	-3.4713	-0.0003
Envolvente (Cim.esf.terr.)	0.0459	0.0140	23.9979	0.1233	0.1225	0.0003
	-2.2548	-0.0127	1.2109	-0.1121	-3.1558	-0.0002
	0.0342	0.0127	21.8163	0.1121	0.1037	0.0002

Barras	ESFUERZO MÁXIMO								
	ESF. (.)	APROV. (%)	Pos. (m)	N (Tn)	Ty (Tn)	Tz (Tn)	Mt (Tn·m)	My (Tn·m)	Mz (Tn·m)
1/2	0.6173	61.73	3.500	-21.7280	0.0000	0.9403	0.0000	-2.0714	0.0000
2/3	0.8881	88.81	0.000	-12.9309	0.0000	3.6015	0.0000	7.0376	0.0000
2/5	0.1264	12.64	0.000	0.0766	0.0000	0.0633	0.0000	0.2737	0.0000
2/8	0.8554	85.54	8.000	2.6430	0.0000	9.2471	0.0000	-10.9648	0.0000
3/4	0.7944	79.44	3.500	-3.9235	0.0000	2.8666	0.0000	-4.6800	0.0000
5/3	0.1371	13.71	4.366	-1.3431	0.0000	-0.0423	0.0000	0.2088	0.0000
3/6	0.1133	11.33	4.366	-0.2664	0.0000	0.0201	0.0000	-0.0194	0.0000
3/9	0.9057	90.57	0.000	-0.8256	0.0000	-9.1108	0.0000	-11.0722	0.0000
6/4	0.1645	16.45	0.000	-0.4069	0.0000	-0.0207	0.0000	-0.0199	0.0000
4/10	0.5977	59.77	0.000	-2.5021	0.0000	-4.0752	0.0000	-4.6899	0.0000
8/5	0.1440	14.40	0.000	-1.9983	0.0000	0.0410	0.0000	0.2032	0.0000
5/9	0.1228	12.28	4.366	0.7158	0.0000	-0.0566	0.0000	0.2445	0.0000
9/6	0.1636	16.36	4.366	-0.5006	0.0000	0.0206	0.0000	-0.0139	0.0000
6/10	0.1024	10.24	0.000	-0.1725	0.0000	-0.0206	0.0000	-0.0194	0.0000
7/8	0.8519	85.19	3.500	-23.8371	0.0000	-2.4803	0.0000	5.2097	0.0000
8/9	0.9389	93.89	3.500	-13.6275	0.0000	-3.2479	0.0000	5.8111	0.0000
9/10	0.8011	80.11	0.000	-4.1530	0.0000	-2.6518	0.0000	-4.6120	0.0000

Barras	Flecha máxima Absoluta y		Flecha máxima Absoluta z		Flecha activa Absoluta y		Flecha activa Absoluta z	
	Flecha máxima Relativa y		Flecha máxima Relativa z		Flecha activa Relativa y		Flecha activa Relativa z	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
1/2	1.575	3.85	2.100	1.77	1.575	7.70	1.925	1.72
	1.575	L/908	----	L/(>1000)	1.575	L/454	----	L/(>1000)
2/3	1.575	0.51	0.875	1.48	1.575	1.01	0.875	1.50
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
2/5	4.366	4.05	1.637	3.00	4.366	8.11	1.637	2.78
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
2/8	5.200	0.15	4.000	20.74	5.200	0.30	4.000	20.16
	----	L/(>1000)	4.000	L/385	----	L/(>1000)	4.000	L/396



Barras	Flecha máxima	Absoluta y	Flecha máxima	Absoluta z	Flecha activa	Absoluta y	Flecha activa	Absoluta z
	Flecha máxima	Relativa y	Flecha máxima	Relativa z	Flecha activa	Relativa y	Flecha activa	Relativa z
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
3/4	1.400	0.54	2.800	1.14	1.400	1.09	2.800	1.08
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
5/3	0.000	4.52	2.729	2.38	0.000	9.05	2.729	2.09
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	0.000	L/965	----	L/(>1000)
3/6	4.366	4.99	1.637	2.96	4.366	9.98	1.637	2.00
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	4.366	L/874	----	L/(>1000)
3/9	3.200	0.11	4.000	25.47	3.200	0.22	4.000	24.74
	----	L/(>1000)	4.000	L/314	----	L/(>1000)	4.000	L/323
6/4	0.000	3.94	2.729	3.35	0.000	7.88	2.729	2.33
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
4/10	3.200	0.07	4.000	22.07	3.200	0.14	4.000	21.17
	----	L/(>1000)	4.000	L/362	----	L/(>1000)	4.000	L/377
8/5	4.366	4.52	1.637	2.30	4.366	9.05	1.637	2.11
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	4.366	L/965	----	L/(>1000)
5/9	0.000	4.05	2.729	2.57	0.000	8.11	2.729	2.27
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
9/6	4.366	3.94	1.637	3.25	4.366	7.88	1.637	2.30
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
6/10	0.000	4.99	2.729	3.40	0.000	9.98	2.729	2.39
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	0.000	L/874	----	L/(>1000)
7/8	1.750	2.07	2.625	1.94	1.750	4.13	2.625	1.92
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	1.750	L/846	----	L/(>1000)
8/9	1.750	0.56	2.625	1.17	1.750	1.12	2.625	1.18
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
9/10	1.313	0.27	2.625	1.16	1.313	0.54	2.625	1.10
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)

**MARCO CONCÉNTRICO EN X**  
**EN SUELO FIRME**

19:10:18, 02/04/2004

Archivo: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Metal 3D\SRRMB.EM3  
 Descripción: Ejemplo de la Maestria.

Características mecánicas de las barras

Inerc.Tor. cm4	Inerc.y cm4	Inerc.z cm4	Sección cm2	
40.800	8699.000	1873.000	74.200	Acero, IR 254x58.2, Perfil simple (IR)
90.700	22185.000	7242.000	123.200	Acero, IR 305x96.7, Perfil simple (IR)
43.700	17815.000	1881.000	81.300	Acero, IR 356x63.8, Perfil simple (IR)
105.267	66.100	66.100	9.760	Acero, LI 64x4, Doble en cajón soldado (LI)

Resumen cuantificación(Acero)

Peso(Kg)			Longitud(m)			
	Perfil	Serie	Acero	Perfil	Serie	Acero
	IR 254x58.2, Perfil s...	465.98		8.00		
	IR 305x96.7, Perfil s...	2030.94		21.00		
	IR 356x63.8, Perfil s...	1021.12		16.00		
IR			3518.04		45.00	
	LI 64x4, Doble en caj...	267.60		34.96		
LI			267.60		34.96	
Acero (A36)			3785.64			79.96
			-----			-----
			3785.64 Kg			79.96 m

Barras Descripción

	Peso (Kg)	Volumen (m3)	Longitud (m)	Co.pand.xy	Co.pand.xz	Dist.arr.sup. (m)	Dist.arr.inf. (m)
1/2	Acero (A36), IR 305x96.7 (IR)						
	338.49	0.043	3.50	2.00	0.90	-	3.50
2/3	Acero (A36), IR 305x96.7 (IR)						
	338.49	0.043	3.50	3.18	0.70	-	3.50
2/5	Acero (A36), 2xLI 64x4 ([]) (LI)						
	33.45	0.004	4.37	0.70	0.59	-	4.37
2/8	Acero (A36), IR 356x63.8 (IR)						
	510.56	0.065	8.00	0.82	0.57	-	8.00
3/4	Acero (A36), IR 305x96.7 (IR)						
	338.49	0.043	3.50	4.12	0.77	-	3.50
5/3	Acero (A36), 2xLI 64x4 ([]) (LI)						
	33.45	0.004	4.37	0.77	0.59	-	4.37
3/6	Acero (A36), 2xLI 64x4 ([]) (LI)						
	33.45	0.004	4.37	0.83	0.59	-	4.37
3/9	Acero (A36), IR 356x63.8 (IR)						
	510.56	0.065	8.00	0.76	0.56	-	8.00
6/4	Acero (A36), 2xLI 64x4 ([]) (LI)						
	33.45	0.004	4.37	1.14	0.59	-	4.37

Ejemplo de la Maestria.

Según N.T.C. (México, D.F.)

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

Grupo B (grado de seguridad intermedio)

Zona sísmica: Tipo I: Terreno firme

Factor de comportamiento sísmico: 3.00

Periodo dominante más largo del terreno: 0.45

	T	Lx	Ly	Mx	My	Condición de carga X(1)	Condición de carga Y(1)
Modo 1	0.283	1	0	96.58 %	0 %	R = 3 A = 0.523 m/s <sup>2</sup> D = 1.06009 mm	R = 3 A = 0.523 m/s <sup>2</sup> D = 1.06009 mm
Modo 2	1.926	0	1	0 %	94.53 %	R = 3 A = 0.292 m/s <sup>2</sup> D = 27.4381 mm	R = 3 A = 0.292 m/s <sup>2</sup> D = 27.4381 mm
Modo 3	1.861	0	1	0 %	3.13 %	R = 3 A = 0.297 m/s <sup>2</sup> D = 26.0702 mm	R = 3 A = 0.297 m/s <sup>2</sup> D = 26.0702 mm
Modo 4	0.344	0	1	0 %	2.1 %	R = 3 A = 0.523 m/s <sup>2</sup> D = 1.56977 mm	R = 3 A = 0.523 m/s <sup>2</sup> D = 1.56977 mm
Modo 5	0.071	1	0	2.79 %	0 %	R = 1.71 A = 0.474 m/s <sup>2</sup> D = 0.06079 mm	R = 1.71 A = 0.474 m/s <sup>2</sup> D = 0.06079 mm
Modo 6	0.044	1	0	0 %	0 %	R = 1.44 A = 0.452 m/s <sup>2</sup> D = 0.02235 mm	R = 1.44 A = 0.452 m/s <sup>2</sup> D = 0.02235 mm

- T = Periodo de vibración en segundos.
- Lx, Ly = Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.
- Mx, My = Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.
- R = Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.
- A = Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.
- D = Coeficiente del modo, equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

Masa total desplazada	
Masa X	99.37 %
Masa Y	99.77 %

Barras		Descripción					
	Peso (Kg)	Volumen (m3)	Longitud (m)	Co.pand.xy	Co.pand.xz	Dist.arr.sup. (m)	Dist.arr.inf. (m)
4/10	Acero (A36), IR 254x58.2 (IR) 465.98	0.059	8.00	0.84	0.55	-	8.00
8/5	Acero (A36), 2xLI 64x4({}) (LI) 33.45	0.004	4.37	0.70	0.59	-	4.37
5/9	Acero (A36), 2xLI 64x4({}) (LI) 33.45	0.004	4.37	0.77	0.59	-	4.37
9/6	Acero (A36), 2xLI 64x4({}) (LI) 33.45	0.004	4.37	0.83	0.59	-	4.37
6/10	Acero (A36), 2xLI 64x4({}) (LI) 33.45	0.004	4.37	1.14	0.59	-	4.37
7/8	Acero (A36), IR 305x96.7 (IR) 338.49	0.043	3.50	2.00	0.90	3.50	-
8/9	Acero (A36), IR 305x96.7 (IR) 338.49	0.043	3.50	3.18	0.70	3.50	-
9/10	Acero (A36), IR 305x96.7 (IR) 338.49	0.043	3.50	4.12	0.77	3.50	-

Barras		Cargas					
	Cond.	Tipo	P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Dirección
1/2	1 (PP 1)	Uniforme	0.097 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	3 (V 1)	Uniforme	0.200 Tn/m	-	-	-	( 1.000, 0.000, 0.000)
2/3	1 (PP 1)	Uniforme	0.097 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	3 (V 1)	Uniforme	0.200 Tn/m	-	-	-	( 1.000, 0.000, 0.000)
2/5	1 (PP 1)	Uniforme	0.008 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
2/8	1 (PP 1)	Uniforme	0.064 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	2 (CV 1)	Uniforme	2.000 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
3/4	1 (PP 1)	Uniforme	0.097 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	3 (V 1)	Uniforme	0.200 Tn/m	-	-	-	( 1.000, 0.000, 0.000)
5/3	1 (PP 1)	Uniforme	0.008 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
3/6	1 (PP 1)	Uniforme	0.008 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
3/9	1 (PP 1)	Uniforme	0.064 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	2 (CV 1)	Uniforme	2.000 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
6/4	1 (PP 1)	Uniforme	0.008 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
4/10	1 (PP 1)	Uniforme	0.058 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	2 (CV 1)	Uniforme	0.890 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
8/5	1 (PP 1)	Uniforme	0.008 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
5/9	1 (PP 1)	Uniforme	0.008 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
9/6	1 (PP 1)	Uniforme	0.008 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
6/10	1 (PP 1)	Uniforme	0.008 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)

Barras	Cargas						
	Cond.	Tipo	P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Dirección
7/8	1 (PP 1)	Uniforme	0.097 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
8/9	1 (PP 1)	Uniforme	0.097 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
9/10	1 (PP 1)	Uniforme	0.097 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)

Puntos	DESPLAZAMIENTOS (EJES GENERALES)						
		DX (m)	DY (m)	DZ (m)	GX (rad)	GY (rad)	GZ (rad)
1	Envolvente (Desplazam.)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	Envolvente (Desplazam.)	-0.0027	-0.0200	-0.0003	-0.0104	-0.0005	-0.0001
3	Envolvente (Desplazam.)	0.0026	0.0200	0.0000	0.0104	0.0015	0.0001
4	Envolvente (Desplazam.)	-0.0034	-0.0667	-0.0005	-0.0153	0.0000	-0.0001
5	Envolvente (Desplazam.)	0.0034	0.0667	0.0000	0.0153	0.0009	0.0001
5 (2,9)	Envolvente (Desplazam.)	-0.0036	-0.1225	-0.0006	-0.0165	0.0000	0.0000
5 (8,3)	Envolvente (Desplazam.)	0.0037	0.1225	0.0000	0.0165	0.0008	0.0000
5 (9,4)	Envolvente (Desplazam.)	-0.0030	-0.0416	-0.0004	-0.0129	-0.0001	-0.0002
6	Envolvente (Desplazam.)	0.0030	0.0416	-0.0001	0.0129	0.0001	0.0002
6 (3,10)	Envolvente (Desplazam.)	-0.0030	-0.0416	-0.0004	-0.0129	-0.0001	-0.0003
7	Envolvente (Desplazam.)	0.0030	0.0416	-0.0001	0.0129	0.0001	0.0003
8	Envolvente (Desplazam.)	-0.0035	-0.0946	-0.0006	-0.0163	0.0000	-0.0002
9	Envolvente (Desplazam.)	0.0035	0.0946	-0.0001	0.0163	0.0000	0.0002
10	Envolvente (Desplazam.)	-0.0035	-0.0946	-0.0006	-0.0164	0.0000	-0.0001
11	Envolvente (Desplazam.)	0.0035	0.0946	-0.0001	0.0164	0.0000	0.0001
12	Envolvente (Desplazam.)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13	Envolvente (Desplazam.)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14	Envolvente (Desplazam.)	-0.0026	-0.0207	-0.0003	-0.0106	-0.0015	-0.0001
15	Envolvente (Desplazam.)	0.0027	0.0207	0.0000	0.0106	0.0005	0.0001
16	Envolvente (Desplazam.)	-0.0034	-0.0664	-0.0005	-0.0152	-0.0009	-0.0001
17	Envolvente (Desplazam.)	0.0034	0.0664	0.0000	0.0152	0.0000	0.0001
18	Envolvente (Desplazam.)	-0.0037	-0.1223	-0.0006	-0.0165	-0.0008	-0.0001
19	Envolvente (Desplazam.)	0.0036	0.1223	0.0000	0.0165	0.0000	0.0001

Nudos	REACCIONES (EJES GENERALES)					
	RX (Tn)	RY (Tn)	RZ (Tn)	MX (Tn·m)	MY (Tn·m)	MZ (Tn·m)
Envolvente (Cim.equil.)	-1.3012	-0.3090	0.7274	-2.2183	-2.2285	0.0000
	2.4973	0.3090	30.0340	2.2183	2.6183	0.0000
Envolvente (Cim.esf.terr.)	-1.1722	-0.2809	1.0055	-2.0167	-2.0146	0.0000
	2.3862	0.2809	22.1272	2.0167	3.1555	0.0000
Envolvente (Cim.equil.)	-2.4973	-0.3282	0.9617	-2.2597	-3.1565	0.0000
	0.6096	0.3282	30.0340	2.2597	1.3578	0.0000
Envolvente (Cim.esf.terr.)	-2.6526	-0.2984	1.2184	-2.0543	-3.7192	0.0000
	0.5434	0.2984	22.3402	2.0543	1.2230	0.0000

Barras	ESFUERZO MÁXIMO								
	ESF. ( )	APROV. (%)	Pos. (m)	N (Tn)	Ty (Tn)	Tz (Tn)	Mt (Tn·m)	My (Tn·m)	Mz (Tn·m)
1/2	0.2058	20.58	3.500	-29.5601	0.0000	2.4973	0.0000	-6.1223	0.0000
2/3	0.2769	27.69	0.000	-17.9045	0.0000	4.4467	0.0000	8.0565	0.0000
2/5	0.0937	9.37	4.366	-0.6896	0.0000	0.0185	0.0000	-0.0148	0.0000
2/8	0.5532	55.32	0.000	2.1333	0.0000	-11.5574	0.0000	-14.1788	0.0000
3/4	0.2096	20.96	0.000	-5.7177	0.0000	3.8537	0.0000	6.8686	0.0000
5/3	0.1211	12.11	0.000	-0.8492	0.0000	-0.0187	0.0000	-0.0146	0.0000
3/6	0.0811	8.11	4.366	-0.3417	0.0000	0.0259	0.0000	-0.0217	0.0000
3/9	0.5509	55.09	0.000	-0.2181	0.0000	-11.5574	0.0000	-14.3719	0.0000
6/4	0.0862	8.62	0.000	-0.2238	0.0000	-0.0257	0.0000	-0.0217	0.0000
4/10	0.5413	54.13	0.000	-3.6590	0.0000	-5.3102	0.0000	-6.6162	0.0000
8/5	0.1174	11.74	4.366	-0.9365	0.0000	0.0183	0.0000	-0.0146	0.0000
5/9	0.0936	9.36	0.000	-0.6005	0.0000	-0.0188	0.0000	-0.0148	0.0000
9/6	0.0811	8.11	4.366	-0.3417	0.0000	0.0259	0.0000	-0.0217	0.0000
6/10	0.0862	8.62	0.000	-0.2238	0.0000	-0.0257	0.0000	-0.0217	0.0000
7/8	0.2058	20.58	3.500	-29.5601	0.0000	-2.4973	0.0000	6.1223	0.0000
8/9	0.2769	27.69	0.000	-17.9045	0.0000	-4.4467	0.0000	-8.0565	0.0000
9/10	0.2096	20.96	0.000	-5.7177	0.0000	-3.8537	0.0000	-6.8686	0.0000

Barras	Flecha máxima Absoluta y Flecha máxima Relativa y		Flecha máxima Absoluta z Flecha máxima Relativa z		Flecha activa Absoluta y Flecha activa Relativa y		Flecha activa Absoluta z Flecha activa Relativa z	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
1/2	1.750	4.54	1.750	0.64	1.750	9.08	1.400	0.89
	1.750	L/770	----	L/(>1000)	1.750	L/385	----	L/(>1000)
2/3	1.575	2.24	0.875	0.45	1.575	4.48	1.050	0.62
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	1.575	L/781	----	L/(>1000)
2/5	4.366	2.44	1.637	1.40	4.366	4.88	1.637	1.30
	4.366	L/904	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
2/8	4.000	0.11	4.000	8.68	4.000	0.23	3.600	8.46
	----	L/(>1000)	4.000	L/922	----	L/(>1000)	3.600	L/945

Barras	Flecha máxima Absoluta y Flecha máxima Relativa y		Flecha máxima Absoluta z Flecha máxima Relativa z		Flecha activa Absoluta y Flecha activa Relativa y		Flecha activa Absoluta z Flecha activa Relativa z	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
3/4	1.400	0.66	0.875	0.25	1.400	1.33	0.875	0.26
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
5/3	0.000	2.47	2.183	1.03	0.000	4.93	2.729	0.64
	0.000	L/671	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
3/6	4.366	0.61	2.183	1.01	4.366	1.21	1.637	0.60
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
3/9	4.000	0.12	4.000	8.39	4.000	0.23	4.000	8.14
	----	L/(>1000)	4.000	L/953	----	L/(>1000)	4.000	L/983
6/4	0.000	0.59	2.183	0.95	0.000	1.17	2.729	0.50
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
4/10	4.000	0.06	4.000	7.57	4.000	0.12	4.000	7.12
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
8/5	4.366	2.47	1.637	1.40	4.366	4.93	1.637	1.30
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
5/9	0.000	2.44	2.183	1.03	0.000	4.88	2.729	0.64
	0.000	L/904	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
9/6	4.366	0.59	2.183	1.01	4.366	1.17	1.637	0.60
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
6/10	0.000	0.61	2.183	0.95	0.000	1.21	2.729	0.50
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
7/8	1.750	4.53	1.750	0.64	1.750	9.07	1.313	0.89
	1.750	L/771	----	L/(>1000)	1.750	L/385	----	L/(>1000)
8/9	1.750	2.22	0.875	0.45	1.750	4.45	0.875	0.60
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	1.750	L/787	----	L/(>1000)
9/10	1.313	0.66	0.875	0.22	1.313	1.31	0.875	0.23
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)



**MARCO SIN CONTRAVENTEO  
EN SUELO FIRME**

#####  
 19:12:15, 02/04/2004  
 Archivo: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Metal 3D\Marco2B.EM3  
 Descripción: Ejemplo sin contraviento maest  
 #####

Características mecánicas de las barras

Inerc.Tor. cm4	Inerc.y cm4	Inerc.z cm4	Sección cm2	
43.800	17800.000	1880.000	81.400	Acero, W14x43, Perfil simple (W)
160.000	27500.000	9020.000	150.000	Acero, W12x79, Perfil simple (W)
57.500	11300.000	3880.000	92.800	Acero, W10x49, Perfil simple (W)

Resumen cuantificación(Acero)

Peso(Kg)			Longitud(m)		
Perfil	Serie	Acero	Perfil	Serie	Acero
W14x43, Perfil simple		1022.38	16.00		
W12x79, Perfil simple		2472.72	21.00		
W10x49, Perfil simple		582.78	8.00		
W	4077.88		45.00		
Acero (A36)		4077.88			45.00
		-----			-----
		4077.88 Kg			45.00 m

Barras Descripción

	Peso (Kg)	Volumen (m3)	Longitud (m)	Co.pand.xy	Co.pand.xz	Dist.arr.sup. (m)	Dist.arr.inf. (m)
1/2	Acero (A36), W12x79 (W) 412.12	0.053	3.50	2.00	1.00	-	3.50
2/3	Acero (A36), W12x79 (W) 412.12	0.053	3.50	3.32	1.26	-	3.50
2/6	Acero (A36), W14x43 (W) 511.19	0.065	8.00	1.00	0.56	8.00	-
3/4	Acero (A36), W12x79 (W) 412.12	0.053	3.50	4.22	1.67	-	3.50
3/7	Acero (A36), W14x43 (W) 511.19	0.065	8.00	1.00	0.58	8.00	-
4/8	Acero (A36), W10x49 (W) 582.78	0.074	8.00	1.36	0.64	8.00	-
5/6	Acero (A36), W12x79 (W) 412.12	0.053	3.50	2.00	1.00	-	3.50
6/7	Acero (A36), W12x79 (W) 412.12	0.053	3.50	3.32	1.26	-	3.50
7/8	Acero (A36), W12x79 (W) 412.12	0.053	3.50	4.22	1.67	-	3.50

Ejemplo sin contraviento maest

Según N.T.C. (México, D.F.)

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden  
 Acción sísmica según X  
 Acción sísmica según Y

Grupo B (grado de seguridad intermedio)  
 Zona sísmica: Tipo I: Terreno firme  
 Factor de comportamiento sísmico: 3.00  
 Periodo dominante más largo del terreno: 0.45

	T	Lx	Ly	Mx	My	Condición de carga X(1)	Condición de carga Y(1)
Modo 1	0.448	1	0	93.6 %	0 %	R = 3 A = 0.523 m/s <sup>2</sup> D = 2.66172 mm	R = 3 A = 0.523 m/s <sup>2</sup> D = 2.66172 mm
Modo 2	1.742	0	1	0 %	96.88 %	R = 3 A = 0.307 m/s <sup>2</sup> D = 23.6021 mm	R = 3 A = 0.307 m/s <sup>2</sup> D = 23.6021 mm
Modo 3	1.72	0	1	0 %	0 %	R = 3 A = 0.309 m/s <sup>2</sup> D = 23.159 mm	R = 3 A = 0.309 m/s <sup>2</sup> D = 23.159 mm
Modo 4	0.311	0	1	0 %	2.93 %	R = 3 A = 0.523 m/s <sup>2</sup> D = 1.27892 mm	R = 3 A = 0.523 m/s <sup>2</sup> D = 1.27892 mm
Modo 5	0.136	1	0	5.69 %	0 %	R = 2.36 A = 0.505 m/s <sup>2</sup> D = 0.23658 mm	R = 2.36 A = 0.505 m/s <sup>2</sup> D = 0.23658 mm
Modo 6	0.074	1	0	0.49 %	0 %	R = 1.74 A = 0.476 m/s <sup>2</sup> D = 0.06549 mm	R = 1.74 A = 0.476 m/s <sup>2</sup> D = 0.06549 mm

T = Periodo de vibración en segundos.

- Lx, Ly = Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.
- Mx, My = Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.
- R = Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.
- A = Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.
- D = Coeficiente del modo, equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

	Masa total desplazada
Masa X	99.78 %
Masa Y	99.81 %

Barras		Cargas					
Cond.	Tipo	P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Dirección	
1/2	1 (PP 1)	Uniforme	0.118 Tn/m	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)	
	3 (V 1)	Uniforme	0.200 Tn/m	-	-	( 1.000, 0.000, 0.000)	
2/3	1 (PP 1)	Uniforme	0.118 Tn/m	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)	
	3 (V 1)	Uniforme	0.200 Tn/m	-	-	( 1.000, 0.000, 0.000)	
2/6	1 (PP 1)	Uniforme	0.064 Tn/m	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)	
	2 (CV 1)	Uniforme	2.000 Tn/m	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)	
3/4	1 (PP 1)	Uniforme	0.118 Tn/m	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)	
	3 (V 1)	Uniforme	0.200 Tn/m	-	-	( 1.000, 0.000, 0.000)	
3/7	1 (PP 1)	Uniforme	0.064 Tn/m	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)	
	2 (CV 1)	Uniforme	2.000 Tn/m	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)	
4/8	1 (PP 1)	Uniforme	0.073 Tn/m	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)	
	2 (CV 1)	Uniforme	0.890 Tn/m	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)	
5/6	1 (PP 1)	Uniforme	0.118 Tn/m	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)	
6/7	1 (PP 1)	Uniforme	0.118 Tn/m	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)	
7/8	1 (PP 1)	Uniforme	0.118 Tn/m	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)	

Audos		DESPLAZAMIENTOS (EJES GENERALES)					
		DX (m)	DY (m)	DZ (m)	GX (rad)	GY (rad)	GZ (rad)
1	Envolvente (Desplazam.)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	Envolvente (Desplazam.)	-0.0031	-0.0172	-0.0003	-0.0089	-0.0011	0.0000
		0.0031	0.0172	0.0000	0.0089	0.0019	0.0000
3	Envolvente (Desplazam.)	-0.0077	-0.0569	-0.0004	-0.0131	-0.0010	-0.0001
		0.0077	0.0569	0.0000	0.0131	0.0017	0.0001
4	Envolvente (Desplazam.)	-0.0112	-0.1052	-0.0005	-0.0142	-0.0007	-0.0001
		0.0113	0.1052	0.0000	0.0142	0.0014	0.0001
5	Envolvente (Desplazam.)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	Envolvente (Desplazam.)	-0.0031	-0.0170	-0.0003	-0.0089	-0.0019	0.0000
		0.0031	0.0170	0.0000	0.0089	0.0011	0.0000
7	Envolvente (Desplazam.)	-0.0077	-0.0566	-0.0004	-0.0131	-0.0017	-0.0001
		0.0077	0.0566	0.0000	0.0131	0.0010	0.0001
8	Envolvente (Desplazam.)	-0.0113	-0.1047	-0.0005	-0.0141	-0.0014	-0.0001
		0.0112	0.1047	0.0000	0.0141	0.0007	0.0001

Nudos	REACCIONES (EJES GENERALES)					
	RX (Tn)	RY (Tn)	RZ (Tn)	MX (Tn·m)	MY (Tn·m)	MZ (Tn·m)
Envolvente (Cim.equil.)	-1.3032	-0.3258	1.0071	-2.3598	-2.8261	0.0000
	2.5436	0.3258	30.2385	2.3598	2.7831	0.0000
Envolvente (Cim.esf.terr.)	-1.1741	-0.2961	1.2862	-2.1453	-2.5581	0.0000
	2.3296	0.2961	22.1788	2.1453	3.3944	0.0000
Envolvente (Cim.equil.)	-2.5436	-0.3220	1.1972	-2.3425	-3.7619	0.0000
	0.5114	0.3220	30.2385	2.3425	1.5893	0.0000
Envolvente (Cim.esf.terr.)	-2.6843	-0.2927	1.4591	-2.1295	-4.2843	0.0000
	0.4543	0.2927	22.3517	2.1295	1.4338	0.0000

Barras	ESFUERZO MÁXIMO								
	ESF. (.)	APROV. (%)	Pos. (m)	N (Tn)	Ty (Tn)	Tz (Tn)	Mt (Tn·m)	My (Tn·m)	Mz (Tn·m)
1/2	0.1642	16.42	3.500	-29.6616	0.0000	2.5436	0.0000	-6.2429	0.0000
2/3	0.2221	22.21	0.000	-18.1037	0.0000	4.4968	0.0000	8.1529	0.0000
2/6	0.5610	56.10	0.000	1.9532	0.0000	-11.5578	0.0000	-14.3958	0.0000
3/4	0.1713	17.13	0.000	-5.9689	0.0000	3.9048	0.0000	6.9705	0.0000
3/7	0.5640	56.40	0.000	-0.5920	0.0000	-11.5578	0.0000	-14.5564	0.0000
4/8	0.3213	32.13	0.000	-3.9048	0.0000	-5.3919	0.0000	-6.6964	0.0000
5/6	0.1642	16.42	3.500	-29.6616	0.0000	-2.5436	0.0000	6.2429	0.0000
6/7	0.2221	22.21	0.000	-18.1037	0.0000	-4.4968	0.0000	-8.1529	0.0000
7/8	0.1713	17.13	0.000	-5.9689	0.0000	-3.9048	0.0000	-6.9705	0.0000

Barras	Flecha máxima Absoluta y Flecha máxima Relativa y		Flecha máxima Absoluta z Flecha máxima Relativa z		Flecha activa Absoluta y Flecha activa Relativa y		Flecha activa Absoluta z Flecha activa Relativa z	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
1/2	3.500	18.17	2.275	1.25	3.500	36.33	2.275	2.07
	3.500	L/577	----	L/(>1000)	3.500	L/288	----	L/(>1000)
2/3	0.700	18.59	0.525	0.85	0.700	37.17	0.000	1.55
	0.700	L/564	----	L/(>1000)	0.700	L/282	----	L/(>1000)
2/6	----	0.00	3.600	8.43	----	0.00	3.600	8.37
	----	L/(>1000)	4.400	L/949	----	L/(>1000)	3.600	L/955
3/4	0.000	13.64	0.700	0.52	0.000	27.29	0.525	0.90
	0.000	L/769	----	L/(>1000)	0.000	L/384	----	L/(>1000)
3/7	----	0.00	3.600	8.17	----	0.00	3.600	8.13
	----	L/(>1000)	4.400	L/979	----	L/(>1000)	3.600	L/983
4/8	----	0.00	3.600	6.11	----	0.00	3.600	5.78
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)

Barras	Flecha máxima Absoluta y Flecha máxima Relativa y		Flecha máxima Absoluta z Flecha máxima Relativa z		Flecha activa Absoluta y Flecha activa Relativa y		Flecha activa Absoluta z Flecha activa Relativa z	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
5/6	1.750	3.87	1.750	0.81	1.750	7.75	1.750	1.28
	1.750	L/903	----	L/(>1000)	1.750	L/451	----	L/(>1000)
6/7	1.750	1.90	0.875	0.29	1.750	3.81	0.875	0.34
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	1.750	L/919	----	L/(>1000)
7/8	1.313	0.56	2.625	0.25	1.313	1.11	2.625	0.34
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)

**MARCO CONTRAVENTEADO EN V CONCÉNTRICO  
EN SUELO FIRME**

#####

19:13:49, 02/04/2004

Archivo: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Metal 3D\Marco3B.EM3

Descripción: Marco con cvt en V al centro.

#####

Características mecánicas de las barras

Inerc.Tor. cm4	Inerc.y cm4	Inerc.z cm4	Sección cm2	
8.600	8270.000	291.000	41.800	Acero, W360x32.9, Perfil simple (W)
91.200	22200.000	7290.000	123.000	Acero, W310x97, Perfil simple (W)
39.700	12900.000	1830.000	75.900	Acero, W310x60, Perfil simple (W)
6.500	3420.000	149.000	32.300	Acero, W250x25.3, Perfil simple (W)
3.580	141.000	165.000	16.900	Acero, WT100x13.3, Perfil simple (WT)

Resumen cuantificación(Acero)

Peso(Kg)			Longitud(m)		
Perfil	Serie	Acero	Perfil	Serie	Acero
W360x32.9, Perfil simple		262.50	8.00		
W310x97, Perfil simple		2027.64	21.00		
W310x60, Perfil simple		476.65	8.00		
W250x25.3, Perfil simple		202.84	8.00		
W	2969.63		45.00		
WT	282.04		21.28		
Acero (A36)		3251.67		21.28	66.28
		3251.67 Kg			66.28 m

Barras Descripción

	Peso (Kg)	Volumen (m3)	Longitud (m)	Co.pand.xy	Co.pand.xz	Dist.arr.sup. (m)	Dist.arr.inf. (m)
1/2	Acero (A36), W310x97 (W)						
	337.94	0.043	3.50	2.00	1.06	-	-
2/3	Acero (A36), W310x97 (W)						
	337.94	0.043	3.50	3.27	1.23	-	-
2/5	Acero (A36), W250x25.3 (W)						
	101.42	0.013	4.00	1.00	1.00	4.00	-
3/4	Acero (A36), W310x97 (W)						
	337.94	0.043	3.50	4.15	1.39	-	-
5/3	Acero (A36), WT100x13.3 (WT)						
	70.51	0.009	5.32	1.00	1.00	-	-
3/6	Acero (A36), W360x32.9 (W)						
	131.25	0.017	4.00	1.00	1.00	4.00	-
6/4	Acero (A36), WT100x13.3 (WT)						
	70.51	0.009	5.32	1.00	1.00	-	-
4/10	Acero (A36), W310x60 (W)						
	476.65	0.061	8.00	1.00	1.00	8.00	-



Marco con cvt en V al centro.

Según N.T.C. (México, D.F.)

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

Grupo B (grado de seguridad intermedio)

Zona sísmica: Tipo I: Terreno firme

Factor de comportamiento sísmico: 3.00

Periodo dominante más largo del terreno: 0.45

	T	Lx	Ly	Mx	My	Condición de carga X(1)	Condición de carga Y(1)
Modo 1	0.288	1	0	95.91 %	0 %	R = 3 A = 0.523 m/s <sup>2</sup> D = 1.1004 mm	R = 3 A = 0.523 m/s <sup>2</sup> D = 1.1004 mm
Modo 2	2.197	0	1	0 %	96.59 %	R = 3 A = 0.273 m/s <sup>2</sup> D = 33.4265 mm	R = 3 A = 0.273 m/s <sup>2</sup> D = 33.4265 mm
Modo 3	1.76	0	1	0 %	0.6 %	R = 3 A = 0.305 m/s <sup>2</sup> D = 23.9716 mm	R = 3 A = 0.305 m/s <sup>2</sup> D = 23.9716 mm
Modo 4	1.664	0	1	0 %	0.57 %	R = 3 A = 0.314 m/s <sup>2</sup> D = 22.0434 mm	R = 3 A = 0.314 m/s <sup>2</sup> D = 22.0434 mm
Modo 5	1.106	0	1	0 %	1.37 %	R = 3 A = 0.385 m/s <sup>2</sup> D = 11.9426 mm	R = 3 A = 0.385 m/s <sup>2</sup> D = 11.9426 mm
Modo 6	0.269	0	1	0 %	0 %	R = 3 A = 0.523 m/s <sup>2</sup> D = 0.96016 mm	R = 3 A = 0.523 m/s <sup>2</sup> D = 0.96016 mm

- T = Periodo de vibración en segundos.

- Lx, Ly = Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

- Mx, My = Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

- R = Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.

- A = Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

- D = Coeficiente del modo, equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

	Masa total desplazada
Masa X	95.91 %
Masa Y	99.14 %

Barras		Descripción					
	Peso (Kg)	Volumen (m3)	Longitud (m)	Co.pand.xy	Co.pand.xz	Dist.arr.sup. (m)	Dist.arr.inf. (m)
5/8	Acero (A36), 101.42	W250x25.3 (W) 0.013	4.00	1.00	1.00	4.00	-
5/9	Acero (A36), 70.51	WT100x13.3 (WT) 0.009	5.32	1.00	1.00	-	-
6/9	Acero (A36), 131.25	W360x32.9 (W) 0.017	4.00	1.00	1.00	4.00	-
6/10	Acero (A36), 70.51	WT100x13.3 (WT) 0.009	5.32	1.00	1.00	-	-
7/8	Acero (A36), 337.94	W310x97 (W) 0.043	3.50	2.00	1.06	-	-
8/9	Acero (A36), 337.94	W310x97 (W) 0.043	3.50	3.27	1.23	-	-
9/10	Acero (A36), 337.94	W310x97 (W) 0.043	3.50	4.15	1.39	-	-

Barras		Cargas					
	Cond.	Tipo	P1	P2	L1(m)	L2(m)	Dirección
1/2	1 (PP 1)	Uniforme	0.097 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	3 (V 1)	Uniforme	0.200 Tn/m	-	-	-	( 1.000, 0.000, 0.000)
2/3	1 (PP 1)	Uniforme	0.097 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	3 (V 1)	Uniforme	0.200 Tn/m	-	-	-	( 1.000, 0.000, 0.000)
2/5	1 (PP 1)	Uniforme	0.025 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	2 (CV 1)	Uniforme	2.000 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
3/4	1 (PP 1)	Uniforme	0.097 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	3 (V 1)	Uniforme	0.200 Tn/m	-	-	-	( 1.000, 0.000, 0.000)
5/3	1 (PP 1)	Uniforme	0.013 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	3/6						
3/6	1 (PP 1)	Uniforme	0.033 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	2 (CV 1)	Uniforme	2.000 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
6/4	1 (PP 1)	Uniforme	0.013 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	4/10						
4/10	1 (PP 1)	Uniforme	0.060 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	2 (CV 1)	Uniforme	0.890 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
5/8	1 (PP 1)	Uniforme	0.025 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	2 (CV 1)	Uniforme	2.000 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
5/9	1 (PP 1)	Uniforme	0.013 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	6/9						
6/9	1 (PP 1)	Uniforme	0.033 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	2 (CV 1)	Uniforme	2.000 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
6/10	1 (PP 1)	Uniforme	0.013 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	7/8						
7/8	1 (PP 1)	Uniforme	0.097 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	8/9						
8/9	1 (PP 1)	Uniforme	0.097 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)

Barras		Cargas					
	Cond.	Tipo	P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Dirección
9/10	1 (PP 1)	Uniforme	0.097 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)

Nudos		DESPLAZAMIENTOS (EJES GENERALES)					
		DX (m)	DY (m)	DZ (m)	GX (rad)	GY (rad)	GZ (rad)
1	Envolvente (Desplazam.)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	Envolvente (Desplazam.)	-0.0028	-0.0165	-0.0003	-0.0084	-0.0007	-0.0420
		0.0028	0.0165	0.0000	0.0084	0.0010	0.0420
3	Envolvente (Desplazam.)	-0.0035	-0.0531	-0.0006	-0.0118	0.0000	-0.0247
		0.0036	0.0531	0.0000	0.0118	0.0002	0.0247
4	Envolvente (Desplazam.)	-0.0036	-0.0962	-0.0007	-0.0124	0.0000	-0.0021
		0.0038	0.0962	0.0000	0.0124	0.0010	0.0021
5 (2,8)	Envolvente (Desplazam.)	-0.0030	-0.1372	-0.0021	-0.0084	-0.0003	0.0000
		0.0030	0.1372	-0.0001	0.0084	0.0003	0.0000
5 (3)	Envolvente (Desplazam.)	-0.0030	-0.1372	-0.0021	-0.0103	-0.0011	-0.0305
		0.0030	0.1372	-0.0001	0.0103	-0.0007	0.0305
6 (9)	Envolvente (Desplazam.)	-0.0030	-0.1372	-0.0021	-0.0103	0.0007	-0.0305
		0.0030	0.1372	-0.0001	0.0103	0.0011	0.0305
6 (3,9)	Envolvente (Desplazam.)	-0.0035	-0.1149	-0.0021	-0.0118	0.0000	0.0000
		0.0035	0.1149	-0.0001	0.0118	0.0000	0.0000
6 (4)	Envolvente (Desplazam.)	-0.0035	-0.1149	-0.0021	-0.0042	-0.0012	-0.0139
		0.0035	0.1149	-0.0001	0.0042	-0.0011	0.0139
6 (10)	Envolvente (Desplazam.)	-0.0035	-0.1149	-0.0021	-0.0042	0.0011	-0.0139
		0.0035	0.1149	-0.0001	0.0042	0.0012	0.0139
7	Envolvente (Desplazam.)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8	Envolvente (Desplazam.)	-0.0028	-0.0165	-0.0003	-0.0084	-0.0010	-0.0420
		0.0028	0.0165	0.0000	0.0084	0.0007	0.0420
9	Envolvente (Desplazam.)	-0.0036	-0.0531	-0.0006	-0.0118	-0.0002	-0.0247
		0.0035	0.0531	0.0000	0.0118	0.0000	0.0247
10	Envolvente (Desplazam.)	-0.0038	-0.0962	-0.0007	-0.0124	-0.0010	-0.0021
		0.0036	0.0962	0.0000	0.0124	0.0000	0.0021

Nudos	REACCIONES (EJES GENERALES)					
	RX (Tn)	RY (Tn)	RZ (Tn)	MX (Tn·m)	MY (Tn·m)	MZ (Tn·m)
Envolvente (Cim.equil.)	-1.3548	-0.2709	0.5134	-1.8164	-2.4002	-0.0324
	1.0060	0.2709	29.6602	1.8164	1.8327	0.0324
Envolvente (Cim.esf.terr.)	-1.2301	-0.2463	0.7623	-1.6512	-2.1805	-0.0294
	1.1914	0.2463	21.8235	1.6512	1.9545	0.0294
Envolvente (Cim.equil.)	-1.3004	-0.2709	0.7619	-1.8162	-2.4876	-0.0324
	0.6452	0.2709	29.6602	1.8162	1.4574	0.0324
Envolvente (Cim.esf.terr.)	-1.4590	-0.2462	0.9882	-1.6511	-2.5499	-0.0294
	0.5850	0.2462	22.0494	1.6511	1.3233	0.0294

Barras	ESFUERZO MÁXIMO								
	ESF. ( )	APROV. (%)	Pos. (m)	N (Tn)	Ty (Tn)	Tz (Tn)	Mt (Tn·m)	My (Tn·m)	Mz (Tn·m)
1/2	0.1762	17.62	0.000	-29.6602	0.0000	0.8369	0.0000	0.8714	0.0000
2/3	0.2696	26.96	0.000	-23.3159	0.0000	0.9882	0.0000	2.0434	0.0000
2/5	0.5864	58.64	0.000	0.1513	0.0000	-5.8712	0.0000	-4.1011	0.0000
3/4	0.2114	21.14	3.500	-10.5792	0.0000	2.7580	0.0000	-6.2552	0.0000
5/3	0.3329	33.29	5.315	8.4044	0.0000	0.0468	0.0000	-0.0513	0.0000
3/6	0.4609	46.09	0.000	-4.5242	0.0000	-6.2209	0.0000	-4.7618	0.0000
6/4	0.2803	28.03	1.993	7.8999	0.0000	-0.0030	0.0000	0.0338	0.0000
4/10	0.3643	36.43	0.000	-8.7053	0.0000	-5.3177	0.0000	-6.2220	0.0000
5/8	0.5864	58.64	4.000	0.1513	0.0000	5.8712	0.0000	-4.1011	0.0000
5/9	0.3329	33.29	5.315	8.4044	0.0000	0.0468	0.0000	-0.0513	0.0000
6/9	0.4609	46.09	4.000	-4.5242	0.0000	6.2209	0.0000	-4.7618	0.0000
6/10	0.2803	28.03	1.993	7.8999	0.0000	-0.0030	0.0000	0.0338	0.0000
7/8	0.1762	17.62	0.000	-29.6602	0.0000	-0.8369	0.0000	-0.8714	0.0000
8/9	0.2696	26.96	0.000	-23.3159	0.0000	-0.9882	0.0000	-2.0434	0.0000
9/10	0.2114	21.14	3.500	-10.5792	0.0000	-2.7580	0.0000	6.2552	0.0000

Barras	Flecha máxima Absoluta y Flecha máxima Relativa y		Flecha máxima Absoluta z Flecha máxima Relativa z		Flecha activa Absoluta y Flecha activa Relativa y		Flecha activa Absoluta z Flecha activa Relativa z	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
1/2	1.575	3.68	1.400	0.45	1.575	7.35	1.225	0.81
	1.575	L/951	----	L/(>1000)	1.575	L/475	----	L/(>1000)
2/3	1.575	1.52	1.225	0.39	1.575	3.04	1.400	0.68
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
2/5	4.000	122.72	2.200	3.83	4.000	245.44	2.200	4.24
	4.000	L/65	----	L/(>1000)	4.000	L/32	----	L/(>1000)
3/4	1.400	0.29	2.275	0.42	1.400	0.58	2.275	0.43
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)

Barras	Flecha máxima Absoluta y Flecha máxima Relativa y		Flecha máxima Absoluta z Flecha máxima Relativa z		Flecha activa Absoluta y Flecha activa Relativa y		Flecha activa Absoluta z Flecha activa Relativa z	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
5/3	3.322	6.96	1.993	1.49	3.322	13.93	3.322	0.20
	3.322	L/763	----	L/(>1000)	3.322	L/381	----	L/(>1000)
3/6	4.000	63.46	2.600	2.08	4.000	126.92	2.600	2.04
	4.000	L/126	----	L/(>1000)	4.000	L/63	----	L/(>1000)
6/4	3.322	10.55	2.658	2.12	3.322	21.10	3.322	0.69
	3.322	L/503	----	L/(>1000)	3.322	L/251	----	L/(>1000)
4/10	4.000	4.18	4.000	6.07	4.000	8.36	4.000	5.72
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	4.000	L/956	----	L/(>1000)
5/8	0.000	122.72	1.800	3.83	0.000	245.44	1.800	4.24
	0.000	L/65	----	L/(>1000)	0.000	L/32	----	L/(>1000)
5/9	3.322	6.96	1.993	1.49	3.322	13.93	3.322	0.20
	3.322	L/763	----	L/(>1000)	3.322	L/381	----	L/(>1000)
6/9	0.000	63.46	1.400	2.08	0.000	126.92	1.400	2.04
	0.000	L/126	----	L/(>1000)	0.000	L/63	----	L/(>1000)
6/10	3.322	10.55	2.658	2.12	3.322	21.10	3.322	0.68
	3.322	L/503	----	L/(>1000)	3.322	L/251	----	L/(>1000)
7/8	1.750	3.67	1.313	0.45	1.750	7.34	1.313	0.80
	1.750	L/953	----	L/(>1000)	1.750	L/476	----	L/(>1000)
8/9	1.750	1.51	1.313	0.39	1.750	3.01	1.313	0.68
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
9/10	1.313	0.29	2.188	0.41	1.313	0.57	2.188	0.39
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)

**MARCO CONTRAVENTEADO EN V EXCÉNTRICO  
EN SUELO FIRME**

#####  
 19:15:37, 02/04/2004  
 Archivo: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Metal 3D\Marco4B.EM3  
 Descripción: Marco contraventeado en V excé  
 #####

Características mecánicas de las barras

Inerc.Tor. cm4	Inerc.y cm4	Inerc.z cm4	Sección cm2	
516.000	60100.000	16600.000	218.000	Acero, WT550x171, Perfil simple (WT)
0.830	39.500	45.600	8.600	Acero, WT75x6.8, Perfil simple (WT)
6.200	470.000	161.000	24.700	Acero, IR 102x19.4, Perfil simple (IR)
14.600	3446.000	762.000	45.700	Acero, IR 203x35.9, Perfil simple (IR)
57.900	11321.000	3888.000	92.900	Acero, IR 254x72.9, Perfil simple (IR)
8.700	8283.000	291.000	41.900	Acero, IR 356x32.9, Perfil simple (IR)
33.300	16025.000	1111.000	72.300	Acero, IR 356x56.7, Perfil simple (IR)
43.700	17815.000	1881.000	81.300	Acero, IR 356x63.8, Perfil simple (IR)
21.200	21228.000	637.000	66.500	Acero, IR 457x52.2, Perfil simple (IR)
76.200	55359.000	2393.000	118.100	Acero, IR 533x92.7, Perfil simple (IR)

Resumen cuantificación(Acero)

	Peso (Kg)			Longitud (m)		
	Perfil	Serie	Acero	Perfil	Serie	Acero
WT	WT550x171, Perfil simple	1016.60		5.94		
	WT75x6.8, Perfil simple	32.02		4.74		
			1048.62		10.68	
	IR 102x19.4, Perfil s...	91.95		4.74		
	IR 203x35.9, Perfil s...	376.68		10.50		
	IR 254x72.9, Perfil s...	583.41		8.00		
	IR 356x32.9, Perfil s...	263.13		8.00		
	IR 356x56.7, Perfil s...	397.28		7.00		
	IR 356x63.8, Perfil s...	223.37		3.50		
	IR 457x52.2, Perfil s...	417.62		8.00		
	IR 533x92.7, Perfil s...	550.74		5.94		
IR			2904.18		55.68	
Acero (A36)			3952.80			66.36
			-----			-----
			3952.80 Kg			66.36 m

Barras

Descripción

	Peso (Kg)	Volumen (m3)	Longitud (m)	Co.pand.xy	Co.pand.xz	Dist.arr.sup. (m)	Dist.arr.inf. (m)
1/2	Acero (A36), IR 356x63.8 (IR)						
	223.37	0.028	3.50	1.88	1.17	-	3.50
2/3	Acero (A36), IR 356x56.7 (IR)						
	198.64	0.025	3.50	2.00	0.70	-	3.50
2/5	Acero (A36), IR 356x32.9 (IR)						
	157.88	0.020	4.80	0.59	5.52	4.80	4.80

Marco contraventeado en V excé

Según N.T.C. (México, D.F.)

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden  
 Acción sísmica según X  
 Acción sísmica según Y

Grupo B (grado de seguridad intermedio)  
 Zona sísmica: Tipo I: Terreno firme  
 Factor de comportamiento sísmico: 3.00  
 Periodo dominante más largo del terreno: 0.45

	T	Lx	Ly	Mx	My	Condición de carga X(1)	Condición de carga Y(1)
Modo 1	0.379	1	0	97.35 %	0 %	R = 3 A = 0.523 m/s <sup>2</sup> D = 1.90064 mm	R = 3 A = 0.523 m/s <sup>2</sup> D = 1.90064 mm
Modo 2	5.126	0	1	0 %	87.1 %	R = 3 A = 0.181 m/s <sup>2</sup> D = 120.611 mm	R = 3 A = 0.181 m/s <sup>2</sup> D = 120.611 mm
Modo 3	2.842	0	1	0 %	2.08 %	R = 3 A = 0.24 m/s <sup>2</sup> D = 49.1809 mm	R = 3 A = 0.24 m/s <sup>2</sup> D = 49.1809 mm
Modo 4	1.586	0	1	0 %	9.82 %	R = 3 A = 0.322 m/s <sup>2</sup> D = 20.5011 mm	R = 3 A = 0.322 m/s <sup>2</sup> D = 20.5011 mm
Modo 5	0.843	0	1	0 %	0 %	R = 3 A = 0.442 m/s <sup>2</sup> D = 7.94102 mm	R = 3 A = 0.442 m/s <sup>2</sup> D = 7.94102 mm
Modo 6	0.608	0	1	0 %	0 %	R = 3 A = 0.52 m/s <sup>2</sup> D = 4.86625 mm	R = 3 A = 0.52 m/s <sup>2</sup> D = 4.86625 mm
Modo 7	0.073	1	0	1.61 %	0 %	R = 1.73 A = 0.475 m/s <sup>2</sup> D = 0.06455 mm	R = 1.73 A = 0.475 m/s <sup>2</sup> D = 0.06455 mm
Modo 8	0.043	1	0	0.23 %	0 %	R = 1.43 A = 0.451 m/s <sup>2</sup> D = 0.02112 mm	R = 1.43 A = 0.451 m/s <sup>2</sup> D = 0.02112 mm
Modo 9	0.025	1	0	0.7 %	0 %	R = 1.25 A = 0.431 m/s <sup>2</sup> D = 0.0066 mm	R = 1.25 A = 0.431 m/s <sup>2</sup> D = 0.0066 mm

- T = Periodo de vibración en segundos.
- Lx, Ly = Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.
- Mx, My = Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.
- R = Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.
- A = Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.
- D = Coeficiente del modo, equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

	Masa total desplazada
Masa X	99.88 %
Masa Y	99 %



Barras		Descripción					
	Peso (Kg)	Volumen (m3)	Longitud (m)	Co.pand.xy	Co.pand.xz	Dist.arr.sup. (m)	Dist.arr.inf. (m)
3/4	Acero (A36), IR 356x56.7 (IR)	198.64	0.025	3.50	1.00	1.00	-
5/3	Acero (A36), WT550x171 (WT)	1016.60	0.130	5.94	0.59	5.52	5.94
3/6	Acero (A36), IR 457x52.2 (IR)	250.57	0.032	4.80	0.59	6.83	4.80
6/4	Acero (A36), IR 533x92.7 (IR)	550.74	0.070	5.94	0.59	6.83	5.94
4/10	Acero (A36), IR 254x72.9 (IR)	583.41	0.074	8.00	1.34	0.59	8.00
5/8	Acero (A36), IR 356x32.9 (IR)	105.25	0.013	3.20	0.59	5.55	3.20
5/9	Acero (A36), WT75x6.8 (WT)	32.02	0.004	4.74	0.80	0.70	4.74
6/9	Acero (A36), IR 457x52.2 (IR)	167.05	0.021	3.20	0.59	7.19	3.20
6/10	Acero (A36), IR 102x19.4 (IR)	91.95	0.012	4.74	1.12	0.70	4.74
7/8	Acero (A36), IR 203x35.9 (IR)	125.56	0.016	3.50	0.58	2.00	3.50
8/9	Acero (A36), IR 203x35.9 (IR)	125.56	0.016	3.50	1.79	0.70	3.50
9/10	Acero (A36), IR 203x35.9 (IR)	125.56	0.016	3.50	1.00	1.00	-

Barras		Cargas					
	Cond.	Tipo	P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Dirección
1/2	1 (PP 1)	Uniforme	0.064 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
2/3	1 (PP 1)	Uniforme	0.057 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
2/5	1 (PP 1)	Uniforme	0.033 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	2 (CV 1)	Uniforme	2.000 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
3/4	1 (PP 1)	Uniforme	0.057 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
5/3	1 (PP 1)	Uniforme	0.171 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
3/6	1 (PP 1)	Uniforme	0.052 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	2 (CV 1)	Uniforme	2.000 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
6/4	1 (PP 1)	Uniforme	0.093 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
4/10	1 (PP 1)	Uniforme	0.073 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	2 (CV 1)	Uniforme	0.890 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
5/8	1 (PP 1)	Uniforme	0.033 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	2 (CV 1)	Uniforme	2.000 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
5/9	1 (PP 1)	Uniforme	0.007 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
6/9	1 (PP 1)	Uniforme	0.052 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	2 (CV 1)	Uniforme	2.000 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)

Nudos	DESPLAZAMIENTOS (EJES GENERALES)					
	DX (m)	DY (m)	DZ (m)	GX (rad)	GY (rad)	GZ (rad)
10						
Envolvente (Desplazam.)	-0.0059	-0.6484	-0.0019	-0.0824	-0.0027	-0.0349
	0.0091	0.6484	0.0000	0.0824	-0.0001	0.0349

Nudos	REACCIONES (EJES GENERALES)					
	RX (Tn)	RY (Tn)	RZ (Tn)	MX (Tn·m)	MY (Tn·m)	MZ (Tn·m)
1						
Envolvente (Cim.equil.)	-1.0481	-0.1701	1.3850	-1.3943	-2.4877	-0.0088
Envolvente (Cim.esf.terr.)	1.7512	0.1701	30.8813	1.3943	3.2111	0.0088
	-0.9502	-0.1546	1.6913	-1.2676	-2.4271	-0.0080
	1.7856	0.1546	22.9535	1.2676	2.9191	0.0080
7						
Envolvente (Cim.equil.)	-0.5971	-0.2032	0.4331	-1.3154	-0.9517	-0.0025
Envolvente (Cim.esf.terr.)	0.8018	0.2032	29.4206	1.3154	1.0189	0.0025
	-0.7018	-0.1848	0.6803	-1.1958	-1.1543	-0.0023
	0.7263	0.1848	21.7006	1.1958	0.9227	0.0023

Barras	ESFUERZO MÁXIMO								
	ESF. ( )	APROV. (%)	Pos. (m)	N (Tn)	Ty (Tn)	Tz (Tn)	Mt (Tn·m)	My (Tn·m)	Mz (Tn·m)
1/2	0.4721	47.21	0.000	-30.8813	0.0000	0.5971	0.0000	-0.4932	0.0000
2/3	0.6772	67.72	0.000	-23.1690	0.0000	1.4936	0.0000	3.2368	0.0000
2/5	0.4792	47.92	0.000	0.8965	0.0000	-7.3996	0.0000	-5.8200	0.0000
3/4	0.1903	19.03	3.500	-10.1718	0.0000	2.0541	0.0000	-3.9389	0.0000
5/3	0.0542	5.42	3.713	7.4518	0.0000	0.0745	0.0000	1.0575	0.0000
3/6	0.3255	32.55	0.000	-5.4167	0.0000	-7.4566	0.0000	-5.6525	0.0000
6/4	0.1359	13.59	5.941	7.6428	0.0000	-0.3979	0.0000	4.2144	0.0000
4/10	0.5008	50.08	0.000	-8.4640	0.0000	-5.9905	0.0000	-8.1533	0.0000
5/8	0.3267	32.67	0.000	0.0289	0.0000	-4.7538	0.0000	-3.1001	0.0000
5/9	0.6134	61.34	4.742	10.1582	0.0000	0.0187	0.0000	-0.0169	0.0000
6/9	0.1672	16.72	0.000	-6.0528	0.0000	-4.6630	0.0000	-2.9587	0.0000
6/10	0.2747	27.47	4.742	10.1926	0.0000	-0.0118	0.0000	0.1663	0.0000
7/8	0.5835	58.35	0.000	-13.0662	-0.2032	-0.2562	0.0006	-0.3803	-1.3154
8/9	0.8161	81.61	0.000	-24.9020	0.0000	-0.6302	0.0000	-1.2126	0.0000
9/10	0.4627	46.27	3.500	-12.5099	0.0000	-1.4180	0.0000	3.1916	0.0000

Barras	Flecha máxima Absoluta y		Flecha máxima Absoluta z		Flecha activa Absoluta y		Flecha activa Absoluta z	
	Flecha máxima Relativa y		Flecha máxima Relativa z		Flecha activa Relativa y		Flecha activa Relativa z	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
1/2	1.750	11.24	1.313	1.00	1.750	22.48	1.313	1.60
	1.750	L/311	----	L/(>1000)	1.750	L/155	----	L/(>1000)

Barras	Cargas						
	Cond.	Tipo	P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Dirección
6/10	1 (PP 1)	Uniforme	0.019 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
7/8	1 (PP 1)	Uniforme	0.036 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	3 (V 1)	Uniforme	0.200 Tn/m	-	-	-	(-1.000, 0.000, 0.000)
8/9	1 (PP 1)	Uniforme	0.036 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	3 (V 1)	Uniforme	0.200 Tn/m	-	-	-	(-1.000, 0.000, 0.000)
9/10	1 (PP 1)	Uniforme	0.036 Tn/m	-	-	-	( 0.000, 0.000,-1.000)
	3 (V 1)	Uniforme	0.200 Tn/m	-	-	-	(-1.000, 0.000, 0.000)

Nudos	DESPLAZAMIENTOS (EJES GENERALES)						
		DX (m)	DY (m)	DZ (m)	GX (rad)	GY (rad)	GZ (rad)
1	Envolvente (Desplazam.)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	Envolvente (Desplazam.)	-0.0052	-0.0487	-0.0005	-0.0258	-0.0011	-0.0238
3	Envolvente (Desplazam.)	-0.0057	-0.1867	-0.0009	-0.0509	0.0000	-0.0229
(2,8)	Envolvente (Desplazam.)	-0.0054	-0.1218	-0.0033	-0.0445	-0.0014	-0.0078
5 (3)	Envolvente (Desplazam.)	-0.0054	-0.1218	-0.0033	-0.0512	-0.0002	-0.0230
5 (9)	Envolvente (Desplazam.)	-0.0054	-0.1218	-0.0033	-0.0617	0.0012	-0.0106
6 (3,9)	Envolvente (Desplazam.)	-0.0058	-0.3005	-0.0023	-0.0680	-0.0004	-0.0230
(4)	Envolvente (Desplazam.)	-0.0058	-0.3005	-0.0023	-0.0635	-0.0001	-0.0282
(10)	Envolvente (Desplazam.)	-0.0058	-0.3005	-0.0023	-0.0709	0.0003	-0.0244
8	Envolvente (Desplazam.)	-0.0054	-0.1117	-0.0008	-0.0571	-0.0011	-0.0203
9	Envolvente (Desplazam.)	-0.0057	-0.3619	-0.0015	-0.0808	-0.0002	-0.0183

Barras	Flecha máxima Absoluta y Flecha máxima Relativa y		Flecha máxima Absoluta z Flecha máxima Relativa z		Flecha activa Absoluta y Flecha activa Relativa y		Flecha activa Absoluta z Flecha activa Relativa z	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
2/3	1.750	11.32	1.313	0.76	1.750	22.64	1.313	1.28
	1.750	L/309	----	L/(>1000)	1.750	L/154	----	L/(>1000)
2/5	4.320	55.51	2.640	5.55	4.320	111.02	2.640	6.47
	4.320	L/144	----	L/(>1000)	4.320	L/72	----	L/(>1000)
3/4	1.750	4.65	2.625	0.23	1.750	9.29	2.625	0.21
	1.750	L/753	----	L/(>1000)	1.750	L/376	----	L/(>1000)
5/3	3.713	0.51	2.970	0.35	3.713	1.03	3.713	0.34
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
3/6	4.320	18.50	2.880	2.03	4.320	37.00	2.880	1.93
	4.320	L/432	----	L/(>1000)	4.320	L/216	----	L/(>1000)
6/4	3.713	4.19	3.713	0.69	3.713	8.38	3.713	0.58
	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)	3.713	L/708	----	L/(>1000)
4/10	3.200	3.30	4.400	8.37	3.200	6.59	4.400	7.80
	----	L/(>1000)	4.400	L/956	----	L/(>1000)	----	L/(>1000)
5/8	0.000	54.04	0.000	2.66	0.000	108.09	0.000	2.92
	0.000	L/148	----	L/(>1000)	0.000	L/74	----	L/(>1000)
5/9	2.964	15.68	1.778	1.60	2.964	31.35	2.964	0.15
	2.964	L/302	----	L/(>1000)	2.964	L/151	----	L/(>1000)
6/9	0.000	18.02	0.000	1.06	0.000	36.03	0.000	1.01
	0.000	L/444	----	L/(>1000)	0.000	L/222	----	L/(>1000)
6/10	2.964	9.63	2.371	2.69	2.964	19.25	2.964	2.26
	2.964	L/492	----	L/(>1000)	2.964	L/246	----	L/(>1000)
7/8	1.575	25.00	0.700	0.60	1.575	50.01	0.875	1.15
	1.575	L/139	----	L/(>1000)	1.575	L/69	----	L/(>1000)
8/9	1.575	10.21	1.050	0.56	1.575	20.42	1.050	0.78
	1.575	L/342	----	L/(>1000)	1.575	L/171	----	L/(>1000)
9/10	1.400	1.87	2.450	1.33	1.400	3.73	2.275	1.38
	1.225	L/707	----	L/(>1000)	1.400	L/937	----	L/(>1000)

# Agradecimientos

A Dios por darme vida y salud.

A mis Padres Juan Reyes Cerecero y Elsa Eglantina Reyes Reyes por su apoyo incondicional y moral para continuar con mi preparación profesional.

A mis hermanos Juan y Elí por sus consejos que me motivaron a continuar con mis metas de la Maestría en Estructuras.

A mis amigos por su apoyo y sus atenciones durante mis actividades relacionadas con la Maestría.

A mi tutor académico el Dr. David de León Escobedo, por su asesoría para la realización de mi reporte escrito.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por los conocimientos que recibí durante mis estudios en el Posgrado de Ingeniería.