

21
24



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

PROYECTO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL INTERIOR
A BASE DE CONTRAVENTEOS METALICOS DEL
HOSPITAL 20 DE NOVIEMBRE, EN LA CIUDAD DE MEXICO

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el titulo de:

INGENIERO CIVIL

Presenta:

LILIANA MIRANDA ALMANZA



México, D.F.

1996

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

A mi familia

**Quiero dedicar el presente trabajo,
porque gracias al apoyo y confianza que siempre me han brindado
pude lograr la terminación del mismo.**

Gracias.

**Eduardo Miranda Salcedo.
Ma. del Refugio Almanza Méndez.
Elena Miranda Almanza.
Eduardo Miranda Almanza.**

A mi novio

**En virtud del entusiasmo, comprensión y apoyo mostrado
en todo momento.**

Rodrigo Caballero Ortega.

A mi asesor

**Gracias por ayudarme en la coordinación del presente trabajo,
ya que debido a sus conocimientos brindados
logre la culminación del mismo.**

Ing. Cesar Urrutia Sánchez

Muchas Gracias

**A todos aquellos que intervinieron directa o indirectamente en la
realización del presente.**

INDICE

INTRODUCCION	1
OBJETIVO	2
CAPITULO I	
DESCRIPCION DEL PROYECTO DE REFUERZO DEL HOSPITAL 20 DE NOVIEMBRE.	
1.1 <i>Antecedentes.</i>	3
1.2 <i>Descripción general de la estructura original.</i>	4
1.3 <i>Descripción general de la estructura reforzada.</i>	8
CAPITULO II	
ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA.	
2.1 <i>Exploración.</i>	11
2.2 <i>Laboratorio.</i>	17
2.3 <i>Estratigrafía.</i>	19
2.4 <i>Discusión del comportamiento de la cimentación.</i>	22
CAPITULO III	
REVISION DE LA ESTRUCTURA ORIGINAL.	
3.1 <i>Investigación de campo.</i>	24
3.2 <i>Evaluación de cargas.</i>	31
3.3 <i>Análisis de la estructura original.</i>	32
3.4 <i>Evaluación de resultados.</i>	56
CAPITULO IV	
REFUERZO ESTRUCTURAL.	
4.1 <i>Alternativas estudiadas.</i>	57
4.2 <i>Proyecto ejecutivo.</i>	59
4.3 <i>Análisis de la estructura reforzada.</i>	67
4.4 <i>Diseño de contravientos.</i>	93
4.5 <i>Diseño de la conexión.</i>	106
CONCLUSIONES	135
GLOSARIO DE TERMINOS	137
BIBLIOGRAFIA	146



*PROYECTO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL INTERIOR
A BASE DE CONTRAVENTEOS METALICOS DEL
HOSPITAL 20 DE NOVIEMBRE, EN LA CIUDAD DE MEXICO*

INTRODUCCION

Los efectos desastrosos del último sismo importante ocurrido en septiembre de 1985 en la Ciudad de México ocasionaron fallas de diversa magnitud en algunas estructuras, siendo causa de la pérdida de vidas humanas, del deterioro de las condiciones de vida y de cuantiosos daños materiales. Por tal situación se modificaron los lineamientos de análisis y diseño establecidos en las Normas para Diseño por Sismo del Reglamento de Construcciones del D.D.F. para que a través de éste, se proyecten los nuevos edificios y se refuercen aquellos que resultaron parcialmente dañados o que debido a su importancia es necesario hacerlos cumplir con el reglamento actual a fin de evitar un posible desastre posterior, como es el caso del edificio del Hospital 20 de Noviembre en cuyo análisis se basa el presente documento.

Este trabajo está organizado en cuatro capítulos, además de un apartado de conclusiones, glosario de términos y anexo bibliográfico.

En el capítulo primero se realiza una descripción general del proyecto de refuerzo del Hospital 20 de Noviembre, iniciando primeramente con una breve reseña histórica del mismo para mencionar las causas que dieron origen al proyecto; posteriormente describir las principales características de la estructura original y complementar con las de la estructura reforzada.

El segundo capítulo contiene lo relativo a los estudios realizados de las características de la zona, haciendo mención de la relevancia que tiene este tema para analizar la estructura en sus diversas fases; se hace referencia a las exploraciones realizadas, a los análisis de laboratorio efectuados, la determinación de la estratigrafía y finalmente al comportamiento esperado de la cimentación una vez efectuado el refuerzo estructural.

El capítulo tercero comprende la revisión de la estructura en su fase original, en donde inicialmente, la recopilación de la información de campo es primordial para tener los elementos suficientes a fin de modelar el sistema y evaluar las cargas existentes; asimismo realizar el análisis estructural y evaluar los resultados obtenidos.

La parte medular del trabajo la constituye el cuarto capítulo, en donde se trata específicamente todo lo relativo al proyecto de refuerzo estructural, partiendo de las alternativas estudiadas para realizar el proyecto ejecutivo de la que fue seleccionada y realizar el análisis estructural correspondiente. En el mismo, queda contenido las características de la conexión más adecuada que llevarán los elementos de refuerzo.

Por lo antes expuesto y analizado se da término a los capítulos con una serie de conclusiones, primeramente de los resultados obtenidos del análisis estructural y posteriormente de la experiencia obtenida en la realización de la tesis.

El glosario de términos constituye una guía adecuada ya que presenta los términos que más frecuentemente se emplean en la materia para tratar las distintas cuestiones relacionadas con el diseño por sismo en la Ciudad de México.

Por último en la sección bibliográfica se hace una relación de las principales fuentes de consulta sobre los temas tratados.

OBJETIVO

Realizar la revisión y el proyecto del refuerzo estructural necesario a base de contraventeos del Hospital 20 de Noviembre, con el fin de que se cumpla con lo establecido en las Normas Técnicas Complementarias y con el Reglamento de Construcciones del D.D.F. vigente.

CAPITULO I

DESCRIPCION DEL PROYECTO DE REFUERZO DEL HOSPITAL 20 DE NOVIEMBRE

1.1 Antecedentes.

En 1946 se construyó el Edificio para destinarlo al Sindicato de Maestros, posteriormente lo adquiriría el ISSSTE en el año de 1960 y después de un convenio funcionaría como el Centro Hospitalario " 20 de Noviembre".

Actualmente el conjunto de edificios del Hospital 20 de Noviembre, se encuentra ubicado en una superficie de 62,000 m² localizada al Sur de la Ciudad de México, colindando al Norte con la Avenida San Lorenzo, al Sur con la Avenida Félix Cuevas hoy Eje 6 Sur, al Oriente con Avenida Coyoacán actualmente Eje 2 Poniente y al Poniente con la calle de Roberto Gayol, como se muestra en la Figura 1.1.

Por las características del proyecto, en cuanto a la magnitud de materiales empleados, fue considerada como una obra de gran importancia.

1.2 Descripción general de la estructura original.

El Hospital 20 de Noviembre está integrado por cinco edificios independientes entre sí, el Edificio Principal "A" ubicado sobre la calle de Félix Cuevas, esta compuesto de 7 cuerpos; el Cuerpo "1" es de 9 niveles y un sótano con dimensiones en planta de 21.20 x 62.50 metros; dos Cuerpos "2" de 8 niveles y un sótano cada uno con dimensiones en planta de 69.25 x 10.95 y 69.95 x 10.95 metros; dos Cuerpos "3" de 7 niveles además del sótano cada uno con dimensiones de 48.05 x 10.95 y 48.75 x 10.95 metros; y dos Cuerpos "4" de 2 niveles y un sótano cada uno con dimensiones de 25.20 x 29.05 y 25.20 x 32.65 metros respectivamente. como se muestra en la Figura 1.2. El Edificio "B" localizado sobre Avenida Coyoacán; el Edificio "C" sobre la Calle Roberto Gayol; y los Edificios "D" y "E" sobre Avenida San Lorenzo.

Desde el punto de vista estructural, la cimentación de los cuerpos está formada por cajones de compensación, contruídos a base de losas y contratraves de concreto reforzado.

La superestructura a su vez está constituida por marcos planos; es decir, a base de trabes de concreto reforzado con secciones de 30 x 80 cm. en el sentido largo y de 25 x 60 cm. en el sentido corto y columnas de concreto reforzado de sección cuadrada que varían de 95 x 95 cm. a 50 x 50 cm. dependiendo del nivel, los entrepisos son de losa de concreto reforzado perimetralmente apoyada, con un espesor de 10 cm.

La división de las diferentes habitaciones de que constaba el inmueble era a base de muros de mampostería, existiendo además en algunos sitios, muros de concreto reforzado de fabricación posterior a los muros de mampostería.

Dada la antigüedad que tiene el inmueble se considera que fue diseñado de acuerdo con el Reglamento de Construcciones existente en ese tiempo, es decir previo al de 1957. En el año de 1985, cuando se presentó el sismo de mayor intensidad en la ciudad de México, se modificaron los lineamientos de análisis y diseño establecidos en las Normas para Diseño por Sismo, estableciendo coeficientes sísmicos considerados aceptables para el diseño de estructuras de esta magnitud e importancia.

De acuerdo a la estructuración y geometría anteriormente descrita sabemos que se trata de un grupo de estructuras muy flexibles que presentan deformaciones ante fuerzas laterales muy por encima de los límites reglamentarios que actualmente se utilizan.

Los cuerpos que integran el conjunto hospitalario podemos considerarlos como edificaciones pesadas, debido a la gran cantidad de muros divisorios de mampostería, las características de sus fachadas, los rellenos y demás acabados utilizados para su construcción original. Estas condiciones aunadas a su poca rigidez los colocaba en una situación poco favorable ante la presencia de sismos importantes.

La decisión de las autoridades correspondientes a fin de realizar la remodelación total del inmueble llevaron a la necesidad del planteamiento de un proyecto ejecutivo de refuerzo, que considerará todas las condiciones desfavorables existentes, adecuación de espacios a fin de brindar mejores servicios hospitalarios y principalmente que hiciera cumplir a la estructura con el Reglamento actual.

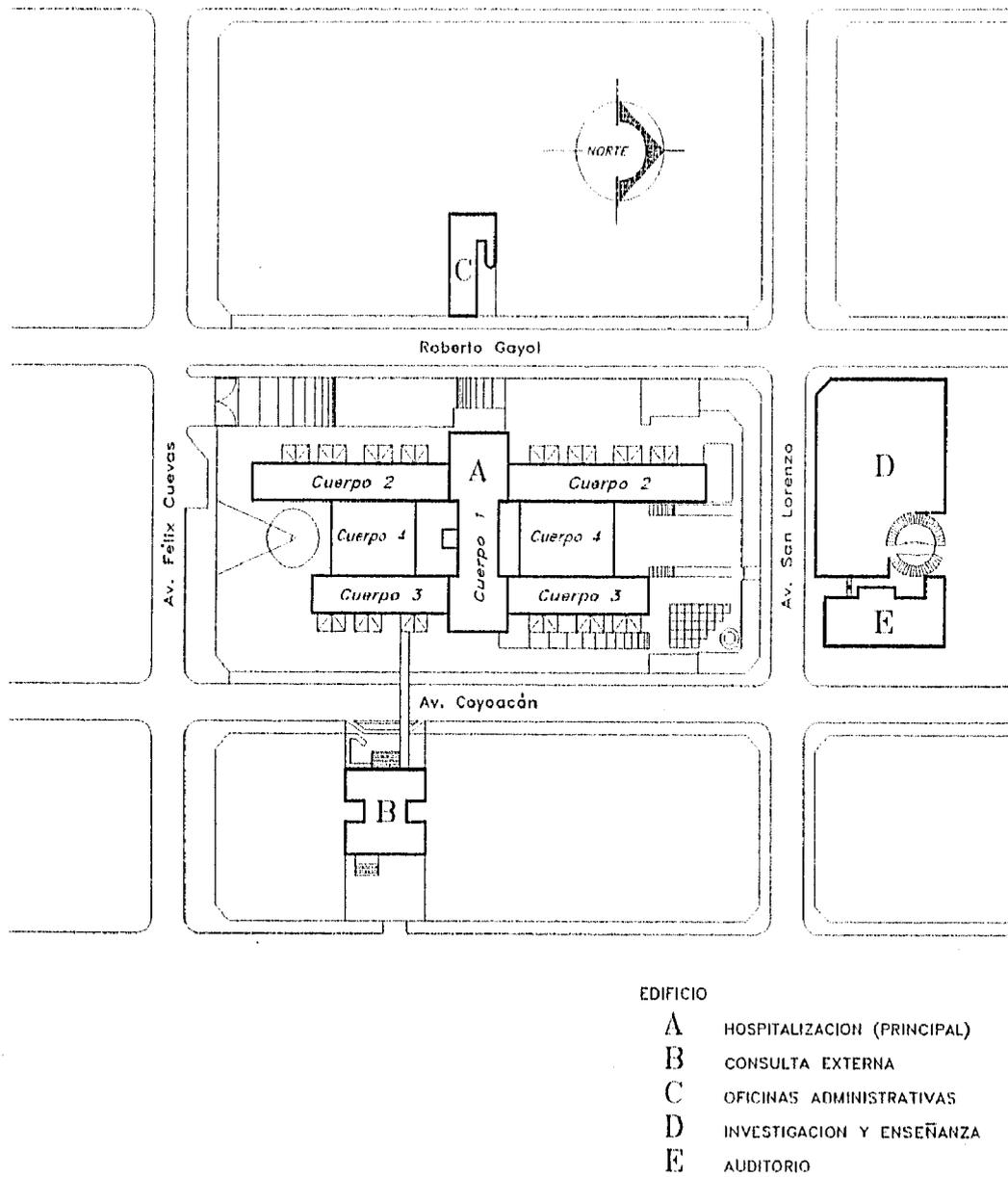


Figura 1.1 Croquis de localización del conjunto de edificios del Hospital 20 de Noviembre.

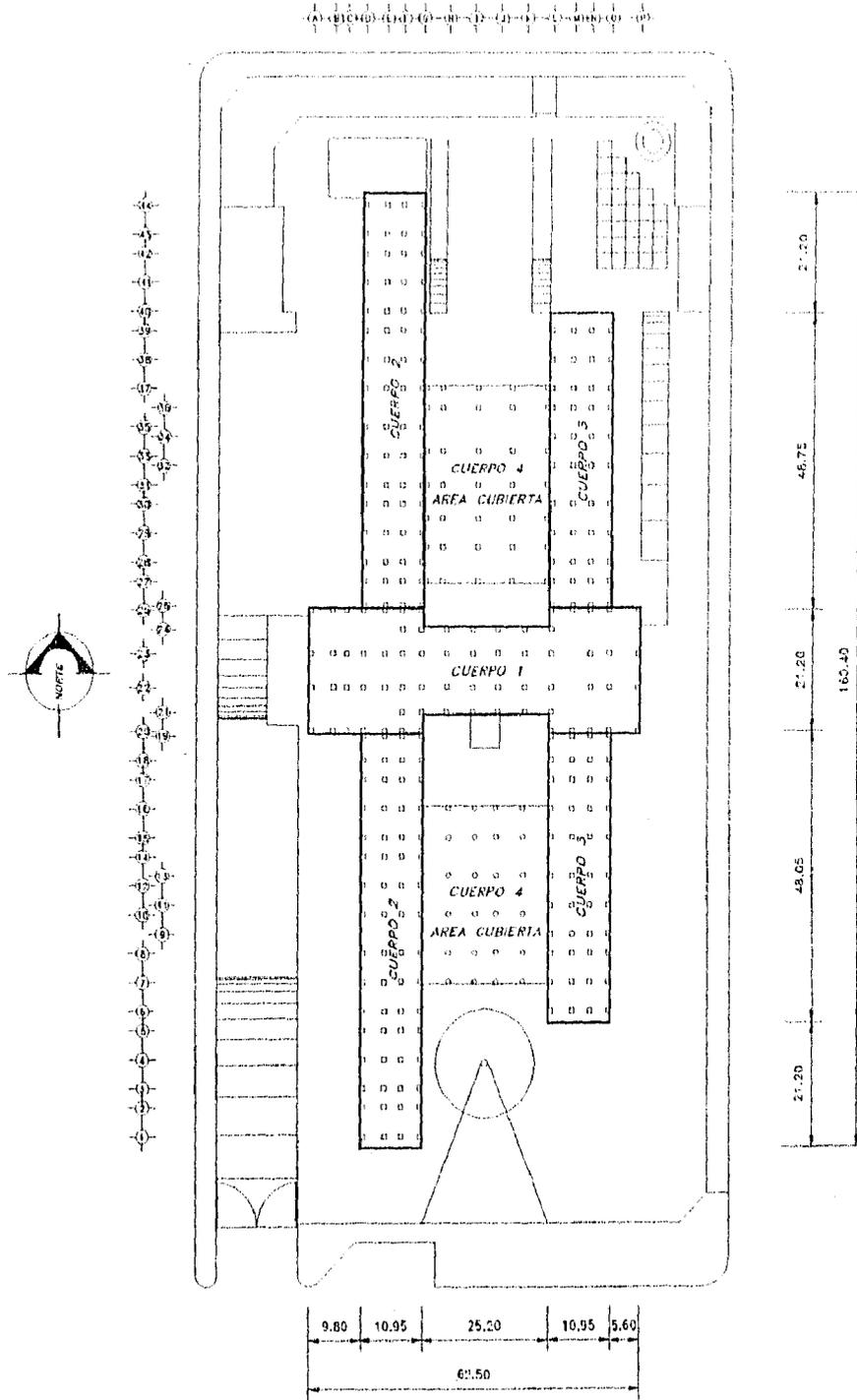


Figura 1.2 Planta y dimensiones del edificio principal "A" del Hospital 20 de Noviembre (Sin Refuerzo).

1.3 Descripción general de la estructura reforzada.

Todas las condiciones expuestas en el capítulo anterior llevaron a la necesidad de lograr una rigidización adecuada de la estructura que además cumpliera con los requisitos establecidos en el Reglamento de Construcciones vigente.

El empleo de diagonales de acero para reforzar estructuras resueltas a base de marcos rígidos de concreto reforzado, es una solución que se aplica comúnmente, como podemos observar en algunos de los edificios y construcciones de la ciudad de México; tales como el edificio de la SARH ubicado en Antonio Caso y Reforma, la Cía. Colinas de Buen en la Plaza de la Villa de Madrid en la colonia Roma y algunos otros más; por lo cual se estimó como solución adecuada para reforzar el conjunto de edificios del Hospital 20 de Noviembre.

La superestructura quedo constituida con los marcos planos originales, permaneciendo las mismas dimensiones de los elementos estructurales que la componen (columnas, trabes y entrepisos), asimismo se colocaron en los edificios del conjunto hospitalario elementos diagonales de acero, ligados a la estructura original con conexiones diseñadas a base de placas y anclas de fijación; los cuerpos 1, 2 y 3 del edificio principal "A" se reforzaron con las diagonales antes mencionadas en sus 9, 8 y 7 niveles respectivamente, como se muestra en la Figura 1.3.

Con la aplicación de este sistema de refuerzo en estructuras ya construidas, se pretende mejorar la rigidez de la construcción ante la acción de las fuerzas horizontales debidas a sismo; así como aumentar la resistencia y capacidad de la estructura, logrando disminuir la magnitud de los efectos de flexión y cortante en los elementos de la estructura de concreto.

Por otra parte, se consideró conveniente conservar las juntas constructivas del cuerpo central "1" con los cuerpos laterales "2" y "3" ya que de acuerdo a la geometría del primero y al refuerzo estructural propuesto (en ambos sentidos), éste presentaba un comportamiento adecuado sin necesidad de aumentar la rigidez de la estructura. En el caso de los cuerpos laterales "2" y "3", estos presentaban en forma independiente, un comportamiento desfavorable en el sentido corto debido a su misma geometría y al refuerzo estructural propuesto (en un solo sentido); por tal motivo se consideró conveniente eliminar las juntas constructivas entre éstos y el cuerpo "4", a fin de obtener un comportamiento estructural adecuado de los tres cuerpos en conjunto.

La cimentación original no fue modificada o reforzada ya que se evito al máximo el incremento de masa en el inmueble; únicamente se construyó cimentación nueva en las zonas en que se colocaron las estructuras externas de rigidez, utilizando para ello 80 pilas cortas de concreto reforzado de 80 cm. de diámetro.

En lo que se refiere a la división de las habitaciones del inmueble se eliminaron los muros divisorios de mampostería y se utilizó para la nueva distribución muros de tablarroca; esto con la finalidad de no incrementar el peso propio de la estructura y evitar al máximo la modificación de la cimentación original.

En cuanto a los materiales y acabados que se utilizaron estos fueron de alta resistencia y bajo mantenimiento, fácilmente reemplazables sin que se note su cambio.

Una vez reforzados y acabados los edificios en cuestión, el uso que se les va a dar es de "Centro Médico Nacional de Alta Especialidad".

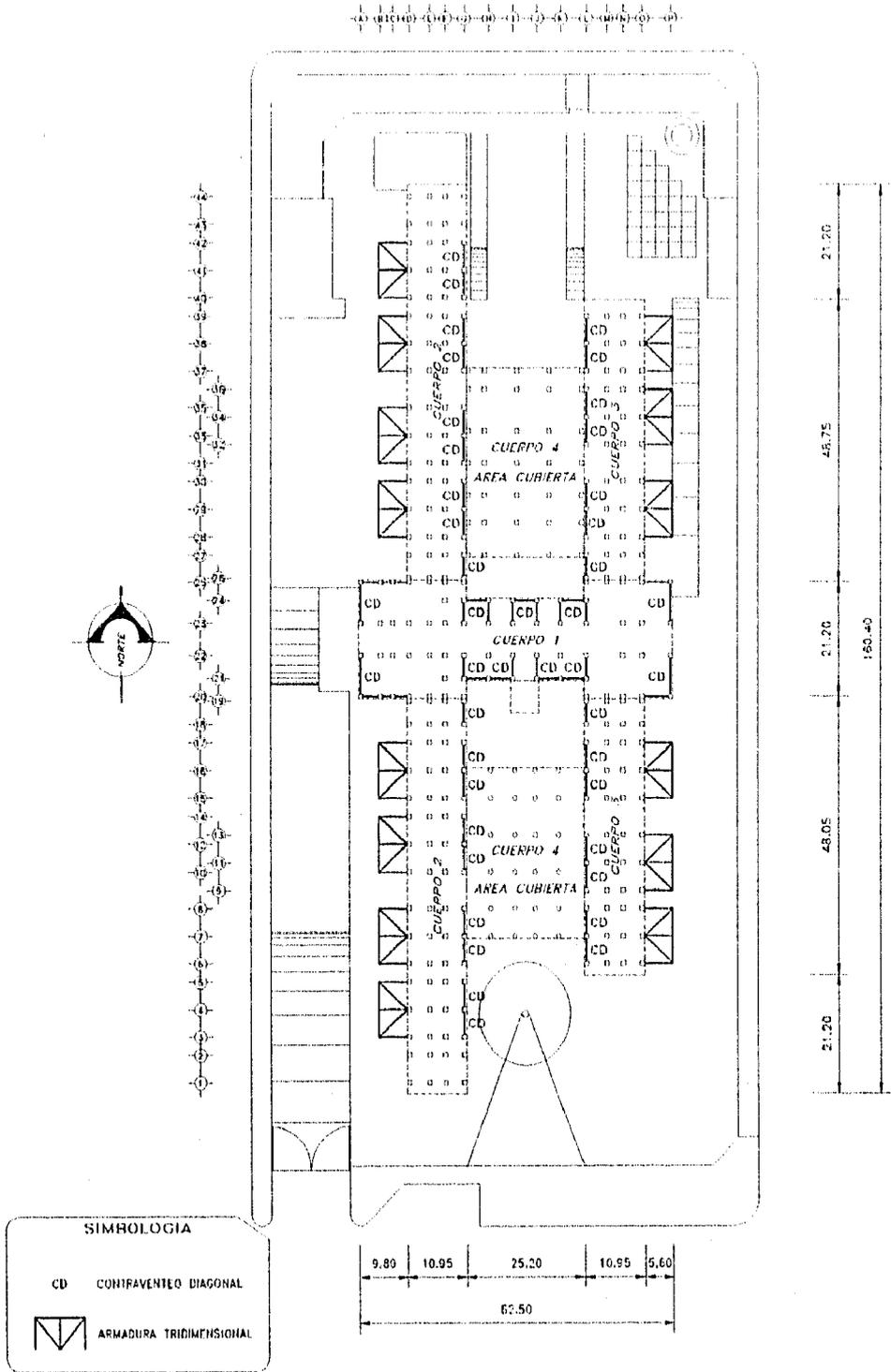


Figura 1.3 Planta y dimensiones con la distribución del refuerzo (estructura rigidizada) en el edificio principal "A" del Hospital 20 de Noviembre.

CAPITULO II

ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA

2.1 Exploración.

Para llevar a cabo la revisión geotécnica de la cimentación se efectuaron trabajos de reconocimiento mediante calas, inspección de las instalaciones mediante un recorrido y trabajos de exploración con muestreo del subsuelo del sitio.

a) Exploración del subsuelo.

Los trabajos de exploración del subsuelo consistieron en la ejecución de dos sondeos de cono eléctrico, un sondeo de penetración estándar y dos sondeos mixtos; uno de ellos selectivo y el otro continuo a partir de los 17.0 m. de profundidad.

El sondeo de cono eléctrico consistió en el hincado de una punta cónica de 60° de ángulo de ataque y 12.22 cm² de área transversal, equipada con deformímetros eléctricos con capacidad de 5 Ton y 5 Kg. de sensibilidad, los cuales permiten conocer la resistencia a la penetración de punta de los diferentes materiales atravesados.

El hincado de dicha punta cónica se realizó mediante el sistema hidráulico de una máquina perforadora convencional, en este caso una Long-Year No. 44 a una velocidad constante de 1 cm/seg.

El sondeo de cono SC-01 se llevó hasta 15.8 m. de profundidad a partir del brocal del sondeo y el sondeo SC-02 se hincó hasta una profundidad de 15.2 m.; con el registro de las lecturas en la consola al momento del hincado, se determinó la resistencia a la penetración de punta mediante la siguiente expresión:

$$q_c = \frac{L F}{A}$$

- q_c = Resistencia a la penetración de punta.
 L = Lectura de la consola.
 F = Factor de conversión.
 A = Area transversal del cono.

Con el sondeo de penetración estándar se obtuvieron muestras representativas alteradas hasta los 25.20 m. de profundidad, a través de un tubo muestreador de media caña conocido como penetrómetro estándar, este muestreador se conecta a un extremo de la tubería de perforación y es hincado a percusión, dejando caer libremente un martinete de 64 Kg. de peso sobre una masa de golpeo, desde una altura de 75 cm.

Se registró el número de golpes requerido para penetrar 60 cm., dividiendo el conteo en tres etapas, la primera de 15 cm., la segunda en los subsecuentes 30 cm. y la última en los 15 cm. restantes, tomándose los datos de la segunda etapa para correlacionar el número de golpes con la resistencia a la penetración y determinar así la compacidad relativa en el caso de arena y la consistencia en el caso de tratarse de material clasificado como limo o arcilla.

El sondeo mixto SM-02 alcanzó los 20.20 m. de profundidad y se realizó combinando la prueba dinámica de penetración estándar para la obtención de muestras alteradas, con el muestreo inalterado con tubo de pared delgada (Shelby), este último se hincó con el sistema hidráulico de una perforadora a una velocidad constante de 15 y 30 cm/seg. y una longitud de 75 cm.

Posteriormente se giró el muestreador para cortar la base de la muestra y se sacó al exterior donde se limpió, clasificó y protegió con manta de cielo y brea.

El sondeo mixto SM-01 se efectuó en dos etapas de 0.0 a 17.20 m. se avanzó sin recuperación con broca tricónica y entre los 17.20 m. y 24.80 m. se muestreo mediante tubo Denisson. El haber recurrido al empleo de tubo Denisson obedece a la presencia de materiales muy compactos y a la necesidad de obtener muestras inalteradas, para determinar propiedades mecánicas del estrato, ya que éste servirá de apoyo en la cimentación que será planteada para las estructuras metálicas rigidizantes.

En la figura 2.1 se muestra la localización de los sondeos antes mencionados.

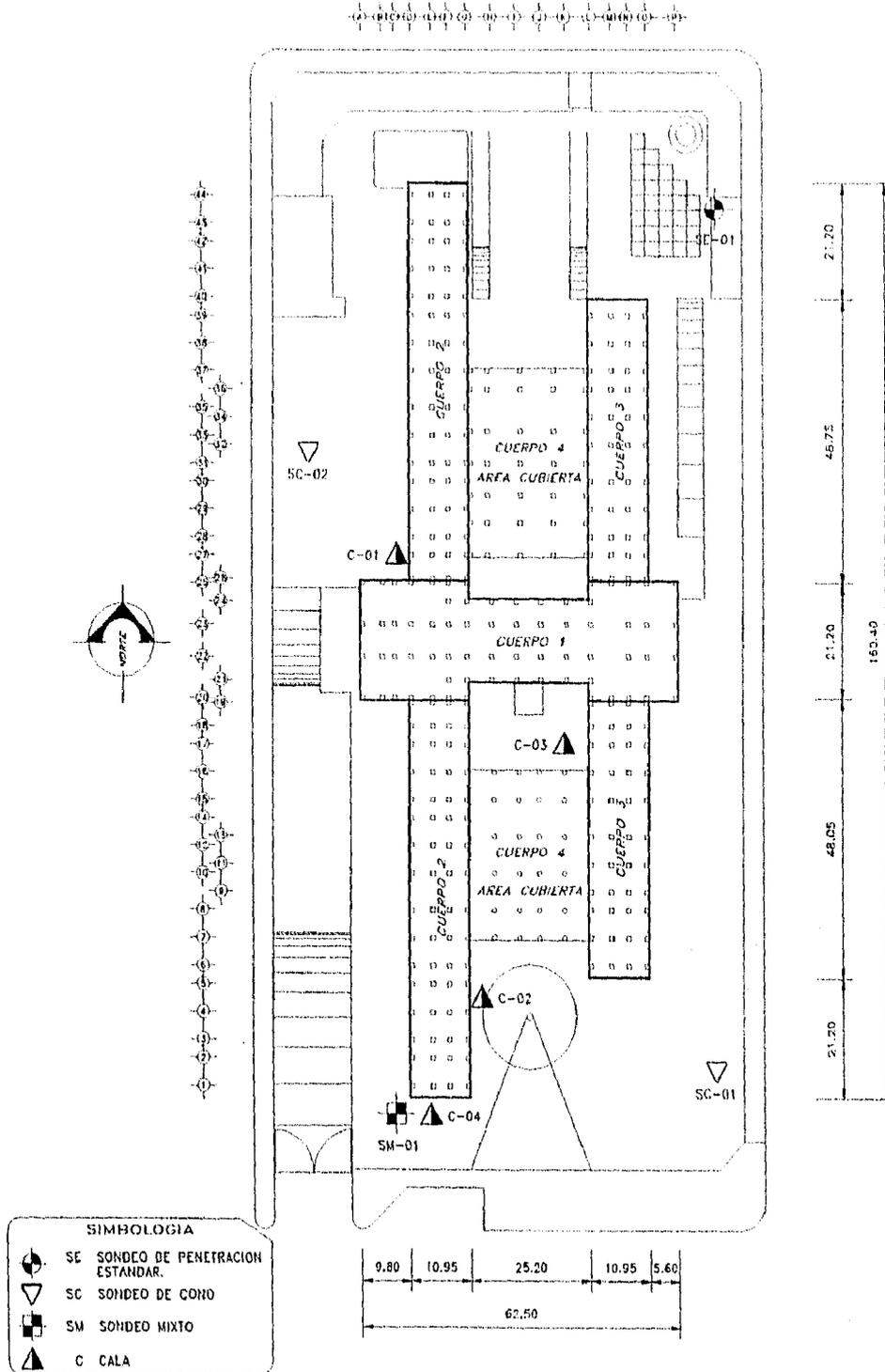


Figura 2.1 Localización de sondeos efectuados

b) Reconocimiento de los inmuebles y su cimentación.

Como parte de la misma exploración se realizaron cinco calas exteriores del inmueble, con la finalidad de determinar el tipo de cimentación actual de la estructura.

La profundidad de las calas varió entre 4.0 y 6.2 m.

De acuerdo con el resultado de estas calas, se concluye que los inmuebles se encuentran cimentados sobre un cajón de compensación desplantado a 6.25 m. de profundidad. En la figura 2.2 se muestra un corte tipo de la cimentación existente.

La losa de fondo de este cajón es de 20 cm. de espesor y se apoya a su vez sobre una cama uniforme de bloques de basalto de forma cúbica.

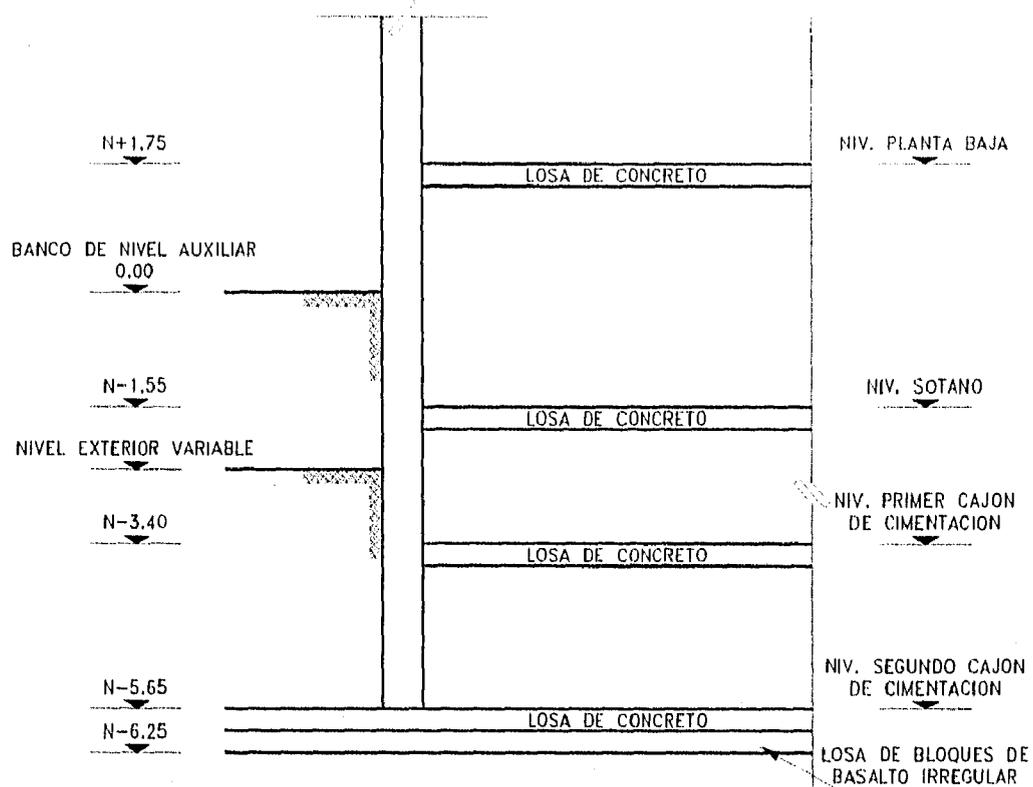


Figura 2.2 Corte tipo de la cimentación existente.

2.2 Laboratorio.

Las muestras obtenidas del sondeo de penetración estándar y del sondeo mixto selectivo fueron sometidas a diferentes pruebas de laboratorio, las cuales permitieron definir la estratigrafía del subsuelo, sus propiedades y características.

Los trabajos realizados consistieron primeramente en una clasificación macroscópica visual y al tacto de los materiales para lo cual se tomaron en cuenta características como textura, color, olor y resistencia tanto en estado natural como en estado seco (tenacidad).

Posteriormente se determinó el contenido natural de cada una de las muestras, (W).

Se practicó un análisis por vía húmeda a fin de obtener el porcentaje de finos, arenas y gravas y se determinaron los límites de consistencia de la fracción fina (LL y LP) por el método de A. Casagrande.

De acuerdo con los resultados de las propiedades antes mencionadas se procedió a clasificar las muestras dentro del sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.).

Por otra parte de las muestras inalteradas, se procedió a labrar probetas para determinar los parámetros de resistencia y deformabilidad de los materiales, estas pruebas fueron: compresión simple, normal y con rebote, ensayos de compresión triaxial U-U convencional y con rebote.

Los parámetros de resistencia obtenidos fueron comparados con la resistencia a la penetración de punta y con el número de golpes, resultando acorde y representativos para suelos de este mismo tipo.

Se realizaron análisis granulométricos de las partículas de suelo retenidas en la malla No. 200 obteniéndose las curvas granulométricas, mismas que permitieron conocer la graduación de los materiales, así como el coeficiente de uniformidad y curvatura.

2.3 Estratigrafía.

De acuerdo a los resultados de los dos sondeos de cono, del sondeo de penetración estándar y de los dos sondeos mixtos, se detectó la siguiente estratigrafía, hasta los 25.2 m. explorados.

Superficialmente se detectó un relleno de 60 cm. de espesor constituido por arcilla arenosa, café oscuro con fragmentos de tabique y algo de limo. Entre los 0.60 m. y 5.40 m. se detectó una arcilla arenosa de baja plasticidad, de consistencia que varía de media a compacta y de color gris claro y café oscuro. Esta arcilla registra alta plasticidad a los 3.60 m. y ocasionalmente presenta gravillas. El contenido de humedad de este estrato presenta un valor medio del orden de 35 % y el número de golpes es muy errático desde 5 hasta 45 golpes.

Bajo esta arcilla y con espesor de 60 cm. se detectó una arena fina con limo color gris verdoso, de compacidad muy alta ($N > 50$).

Entre los 6.0 y los 10.8 se detectó una arcilla de alta plasticidad de color gris oscuro y gris verdoso con muy poca arena, la cual registra la presencia de materia orgánica, el número de golpes de este estrato varía de 1 a 28 predominando los valores cercanos a los 15 golpes. El contenido de humedad más alto para este estrato fue de 227 %, registrando un promedio de 173 %.

Se estima que las propiedades del subsuelo bajo los edificios presentan mejores características debido a la presencia de una sobrecarga durante algún tiempo, misma que induce al subsuelo una preconsolidación.

Entre los 10.8 y 13.6 m. se encontró un estrato de consistencia dura ($N > 59$) constituido por arcilla arenosa café claro de baja plasticidad, con gravillas intercaladas con limo arenoso; la humedad de este estrato es 35 % en promedio.

Bajo este estrato de consistencia dura se registró la presencia de intercalaciones de arena arcillosa y arcilla arenosa, con número de golpes entre 4 y 36. La fracción fina registró baja plasticidad y el contenido de humedad varía entre 21 y 70 %, correspondiendo este último a una intercalación de limo de alta plasticidad con número de golpes menor de 4.

A partir de los 16.2 m. se detectó un estrato de consistencia dura ($N > 50$), constituida por arcilla de baja plasticidad, de color café claro y café verdoso, con gravillas aisladas; la humedad de este estrato tiende a 25 %.

A los 22.2 y hasta la profundidad explorada, se sigue detectando un material con número de golpes mayores de 50, constituido por arena limosa de baja plasticidad, de muy alta compacidad con gravas aisladas. El contenido de humedad de este estrato es en general de 15 %.

A continuación se muestra la tabla 2.1 con las principales características estratigráficas mencionadas.

Tabla 2.1 Estratigrafía.

ESTRATO	CONSTITUCION
Superficialmente existe un relleno de 60 cm.	Arcilla arenosa café obscuro con fragmentos de tabique y algo de limo.
Entre 0.60 m. y 5.40 m.	Arcilla arenosa de baja plasticidad, de consistencia que varia de media a compacta, color gris claro y café obscuro, a los 3.60 m. se registra alta plasticidad.
Entre 5.40 m. y 6.00 m.	Arena fina con limo, color gris verdoso, de compacidad muy alta.
Entre 6.00 m. y 10.80 m.	Arcilla de alta plasticidad de color gris obscuro y gris verdoso con muy poca arena, la cual registra la presencia de materia orgánica.
Entre 10.80 m. y 13.60 m.	Estrato de consistencia dura, constituido por arcilla arenosa café claro de baja plasticidad con gravillas intercaladas con limo arenoso.
Entre 13.60 m. y 16.20 m.	Presencia de intercalaciones de arena arcillosa y arcilla arenosa.
Entre 16.20 m. y 22.20 m.	Estrato de consistencia dura, constituido por arcilla de baja plasticidad de color café claro y café verdoso, con gravillas aisladas.
A partir de 22.20 m. y hasta 25.20 m.	Material constituido por arena limosa de baja plasticidad de muy alta compacidad con grava aislada.

Por otra parte se tiene que la edificación del Hospital 20 de Noviembre se ubica dentro de la llamada Zona II (de transición) de acuerdo con la zonificación sísmica y geotécnica del Reglamento de Construcciones vigente.

2.4 Discusión del comportamiento de la cimentación.

Para efectuar la revisión de cada uno de los cuerpos se consideraron las descargas obtenidas en el análisis que se realizó para cada estructura.

Para todos los edificios el empotramiento considerado para el cajón de cimentación, se tomó como el medio entre la zona más empotrada y la menos empotrada.

El tipo de reestructuración planteada en el cuerpo "1" no induce a la cimentación concentraciones importantes de esfuerzos, debido a que ésta fue planteada a base de contraventeos metálicos; considerando la magnitud de las descargas en condición dinámica, éstas podrán ser tomadas por la cimentación existente.

En los cuerpos "2" y "3" se presentan condiciones de descarga especiales debido a la presencia de estructuras rigidizantes en el exterior, mismas que generan concentraciones importantes de esfuerzos en la cimentación ante condiciones dinámicas.

Bajo estas condiciones, y de acuerdo al valor de las descargas bajo las estructuras mencionadas, resulta necesario contar con una cimentación capaz de tomar las concentraciones de esfuerzos que se presentan durante un sismo en zonas específicas.

La solución de "recimentación" planteada para los cuerpos "2" y "3" consiste en la construcción de seis pilas bajo cada estructura; se optó por una solución a base de pilas desplantadas a 17.5 m. de profundidad por ser esta una solución que tendrá un comportamiento compatible con el cajón de cimentación existente tanto a largo plazo como durante una acción eventual como un sismo.

El peso adicional debido a la reestructuración, está prácticamente concentrado en las zonas que quedarán apoyadas con pilas, por lo que este aspecto no provocará incremento de carga en el cajón existente.

Para toda la estructura reforzada, la exploración efectuada corresponde a una revisión desde el punto de vista de Mecánica de Suelos, sin embargo es necesario revisar estructuralmente la cimentación existente para las condiciones de carga a que estará sujeta tanto en condición estática como dinámica.

CAPITULO III

REVISION DE LA ESTRUCTURA ORIGINAL

3.1 Investigación de campo.

Debido a la antigüedad del edificio, resultó laboriosa la obtención de la información necesaria para la revisión y cálculo del refuerzo de la estructura; lo relativo a los planos del proyecto ejecutivo original, no fue posible obtenerlos. Esta situación, aunada a que en la década de los 60's se realizaron modificaciones, ampliaciones y refuerzos en los elementos estructurales del edificio, indicó que debía realizarse una inspección detallada de la estructura a fin de poder establecer desde el punto de vista estructural, las condiciones físicas, funcionales, de estabilidad y seguridad que en ese momento brindaba el edificio.

Se realizaron diversas visitas al edificio una vez que quedó descubierto, para la medición de los elementos estructurales que lo constituyen y para verificar las condiciones en que se encontraban estos después de los dos últimos sismos importantes ocurridos en la ciudad de México (julio de 1957 y septiembre de 1985); se observó que la apariencia física de las trabes y columnas en general es aceptable gracias al reforzamiento antes mencionado.

De las exploraciones que se realizaron en la obra estas indicaron, a manera de resumen, que el edificio se componía de cinco cuerpos independientes entre si, apoyados sobre cimentaciones formadas por losas y contratrabes de concreto reforzado (cajones de compensación), asimismo en cada uno de estos cuerpos, la superestructura está integrada a base de trabes y columnas de concreto reforzado formando marcos planos, mismos que sirven para apoyar perimetralmente las losas de los entresijos que también son de concreto reforzado. Finalmente se observó que existían en su gran mayoría muros de mampostería como división de las diferentes habitaciones del inmueble y en algunos casos existían muros de concreto reforzado.

Paralelamente con los datos obtenidos en el campo, se trabajo en gabinete para la elaboración de los planos de las diferentes plantas que componen el edificio, con el propósito de tener una visión clara y precisa de las condiciones actuales de los elementos estructurales.

Considerando que es similar el procedimiento de cálculo que se lleva a cabo para la revisión de las estructuras y para determinar el comportamiento en todos los cuerpos que integran el edificio original en cuestión, se ha tomado para esta tesis únicamente la estructura central denominada Cuerpo 1 para realizar dichos cálculos. Motivo por el cual a partir de este capítulo únicamente se tratará lo relacionado con la mencionada estructura.

El procedimiento para la revisión de la estructura es, primeramente la evaluación de cargas (carga muerta, carga viva y cargas accidentales); enseguida se modelan los elementos estructurales en marcos para realizar el análisis estático a fin de determinar sus desplazamientos y rigideces; a continuación se modela el conjunto de elementos estructurales por nivel de entrepiso, para realizar el análisis dinámico, considerando una fuerza aplicada, que para este caso será un sismo de acuerdo con las condicionantes que indica el R.C.D.F. vigente, finalmente se evalúan los resultados obtenidos. Para llevar a cabo esta revisión se presentan a continuación los datos de los elementos estructurales que integran el cuerpo y posteriormente se realizan dichos análisis.

Dimensiones y características de los elementos estructurales.

De los levantamientos realizados se obtuvieron los datos de todos y cada uno de los elementos estructurales que integran el cuerpo central del edificio, es decir, se tomaron las dimensiones y características de columnas, trabes y entrepisos, para posteriormente modelar la estructura y realizar las revisiones y análisis correspondientes.

Columnas.

Las columnas que forman la estructura, son de sección cuadrada con dimensiones variables que van de 95 x 95 cm. en el sótano a 50 x 50 cm. en los niveles superiores.

Las Figuras 3.1 y 3.2 muestran en planta por nivel, las dimensiones de las secciones de cada columna que constituyen la estructura del Cuerpo 1 del Edificio Principal "A".

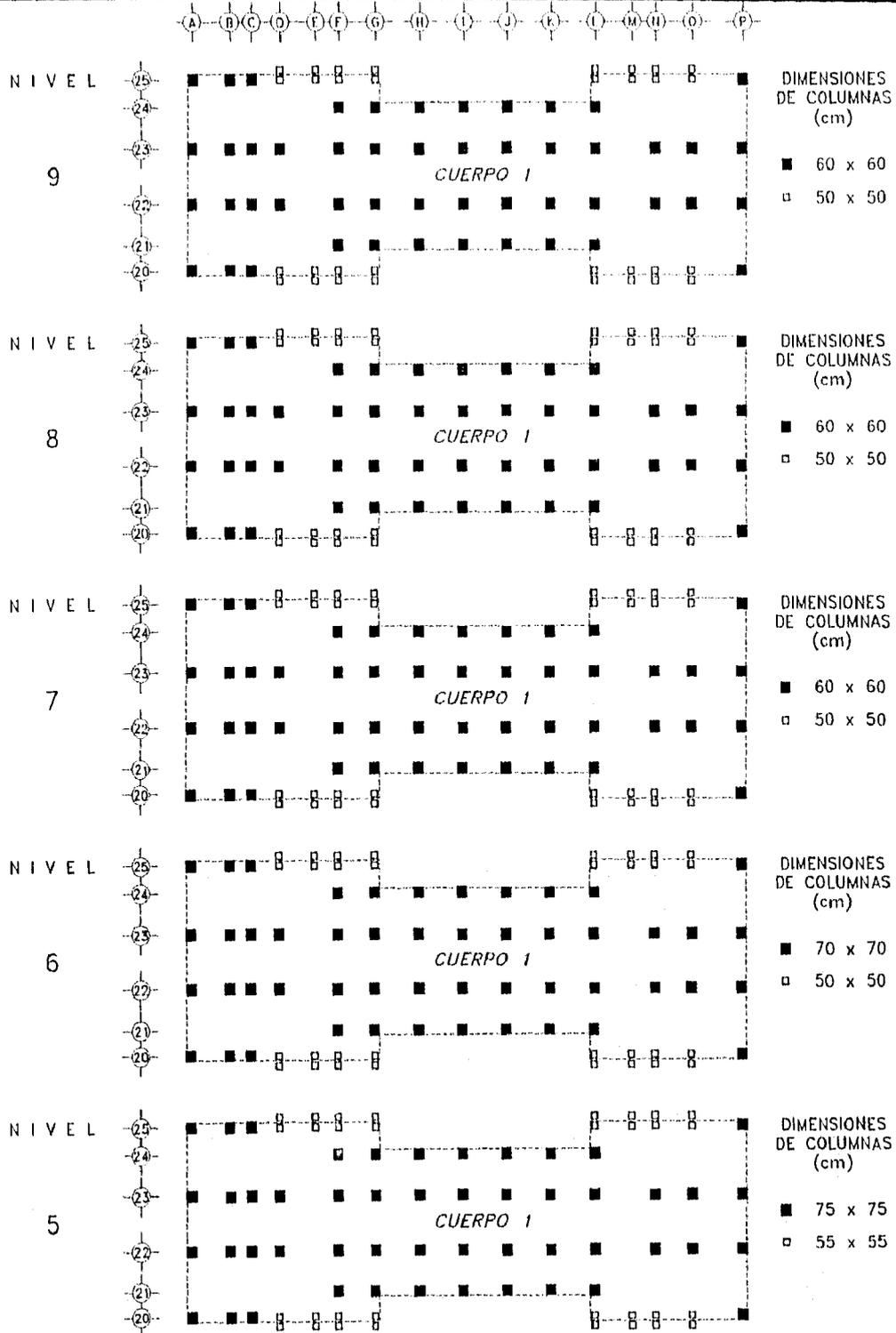


Figura 3.1 Dimensiones de columnas en planta por nivel.

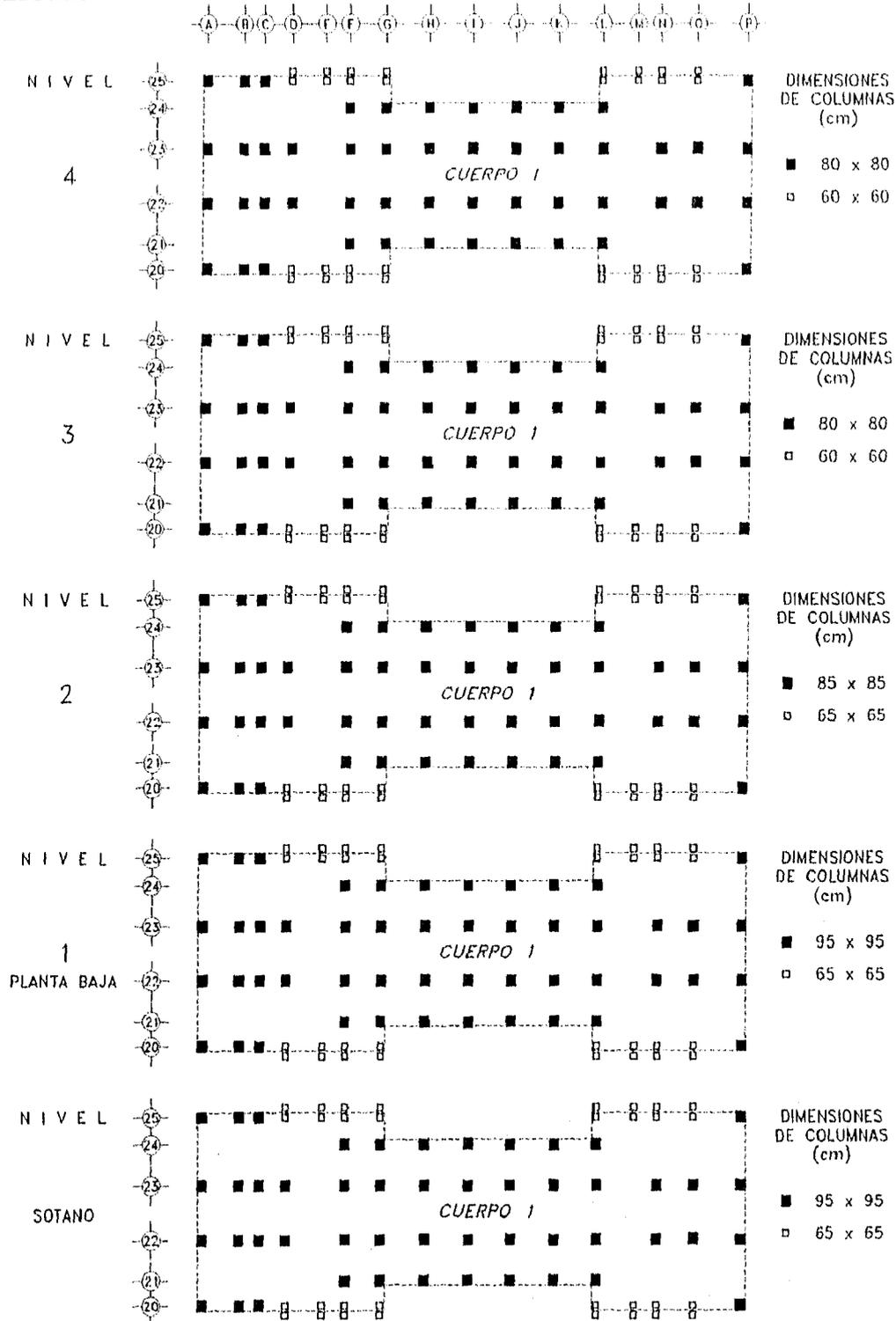
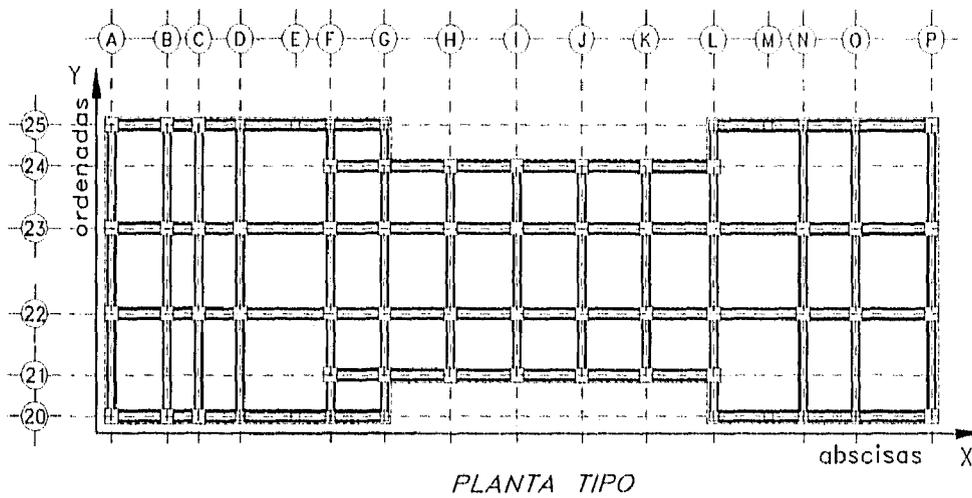


Figura 3.2 Dimensiones de columnas en planta por nivel.

Trabes.

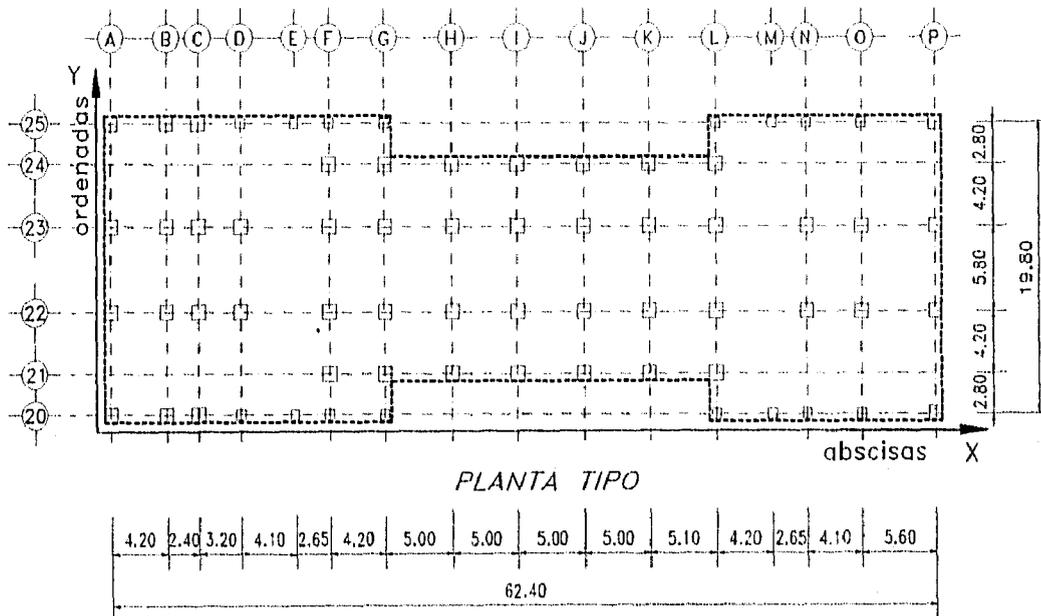
Las trabes que forman los marcos planos de la estructura, son de sección rectangular con dimensiones de 30 x 80 cm. en el sentido largo Oriente-Poniente (eje de las abscisas) y de 25 x 60 cm. en sentido corto Norte-Sur (eje de las ordenadas), dichas secciones son constantes en todos los niveles de la estructura. En la siguiente figura se muestra la planta tipo de las trabes de la estructura.



TRABES	DIMENSIONES (cm)
SENTIDO LARGO	30 x 80
SENTIDO CORTO	25 x 60

Entrepisos.

Los entrepisos de la estructura son a base de losas de concreto reforzado con un espesor promedio de 10 cm., las cuales se apoyan perimetralmente sobre las traveses descritas anteriormente manteniendo estas características en todos los niveles. Los claros de éstas presentan dimensiones variables, existiendo losas pequeñas de 4.20 x 2.80 metros y losas mayores de 6.85 x 7.00 metros como se puede apreciar en la siguiente figura.



TABLERO	DIMENSIONES (m)
MENOR	4.20 x 2.80
MAYOR	6.85 x 7.00

3.2 Evaluación de cargas.

Para llevar a cabo esta evaluación, se estudio primeramente el anteproyecto arquitectónico actualizado del hospital, y conjuntamente con la información analizada de los elementos estructurales que integran el Cuerpo 1, se procedió a calcular la carga total de la estructura en la cimentación, como resultado de la acción de las diferentes cargas que actúan perpendicularmente al plano horizontal de ésta, de acuerdo con los lineamientos del R.C.D.F.-87.

Para obtener la carga actuante en el nivel de azotea se consideró la carga muerta, es decir, el peso propio de los materiales que la integran como son: losa, relleno, entortado, enladrillado, impermeabilizante, acabado interior, instalaciones en general y todo tipo de materiales propios del inmueble; asimismo se consideró la carga viva gravitacional, carga viva por sismo y una carga adicional que establece el reglamento.

Para los niveles restantes de la estructura se consideró como carga muerta, la losa, trabes, columnas, acabado en pisos y techos, instalaciones en general y todos aquellos materiales propios del inmueble; e igualmente se consideró la carga viva gravitacional, carga viva por sismo y la carga adicional que indica el reglamento.

Los resultados de dicha evaluación se muestran a continuación por nivel de entrepiso y acumulada.

Nivel	Altura (h) (m)	Peso Parcial (W) (Ton)	Peso Acumulado (Ton)
9	32.20	980.9	980.9
8	28.35	1,180.7	2,161.6
7	24.50	1,166.1	3,327.7
6	21.20	1,177.6	4,505.3
5	17.90	1,221.3	5,726.6
4	14.60	1,256.9	6,983.5
3	11.30	1,282.4	8,265.9
2	8.00	1,332.7	9,598.6
1	4.00	1,431.9	11,030.5

3.3 Análisis de la estructura original.

Para llevar a buen término el proyecto de refuerzo estructural, se realizó el análisis teórico del funcionamiento de la superestructura del cuerpo en cuestión, este se llevó a cabo siguiendo los lineamientos del Reglamento de Construcciones del D.F. vigente.

Análisis Estático - Rigideces por marco.

Con los datos obtenidos de los elementos estructurales y de la evaluación de cargas, se procedió a analizar la rigidez de los marcos que integran la estructura ante las fuerzas aplicadas, considerando los coeficientes actuales que establece el Reglamento de Construcciones.

El análisis de dichas fuerzas se realizó con la ayuda del programa de computadora denominado M-STRUDL, el cual realiza iteraciones y cálculos basados en el método de las rigideces, mismo que está considerado como un método exacto que acepta las hipótesis de comportamiento elástico-lineal de los materiales. Para tal efecto es necesario alimentar correctamente el programa de acuerdo a los requerimientos del mismo.

Para el procesamiento de datos se utilizaron los siguientes parámetros de análisis, mismos que se describen en forma breve:

- 1) Coordenadas.
- 2) Condiciones de soporte.
- 3) Incidencias.
- 4) Propiedades de los materiales.
- 5) Propiedades de los elementos.
- 6) Condiciones de carga

- 1) Coordenadas. Se fija como eje X el nivel de terreno natural y como eje Y el lado izquierdo de cada marco a analizar, a partir de dichos ejes se obtienen las coordenadas de los nodos que integran la estructura de acuerdo a las distancias entre ejes y a las elevaciones de los entrepisos.
- 2) Condiciones de soporte. Estas se identifican con una letra, indicando aquellos nodos que representan el empotramiento de la estructura en el terreno natural.
- 3) Incidencias. Se indica la disposición de los elementos estructurales que integran el marco (trabes y columnas) en función de la numeración establecida de nodos.
- 4) Propiedades de los materiales. Para este caso se proporciona únicamente el valor del módulo de elasticidad del concreto.
- 5) Propiedades de los elementos. Se indica el área de las diferentes secciones de los elementos estructurales y sus respectivos momentos de inercia.
- 6) Condiciones de carga. A través de un análisis estático previo, se determina la magnitud de las fuerzas que actúan en cada nivel de la estructura en función del peso de los entrepisos y de la geometría de la estructura. Dicho análisis se lleva a cabo a través de la aplicación de la siguiente fórmula en caso de sismo:

$$F = \frac{c W_T}{Q \sum W_i h_i} W_i h_i$$

En donde:

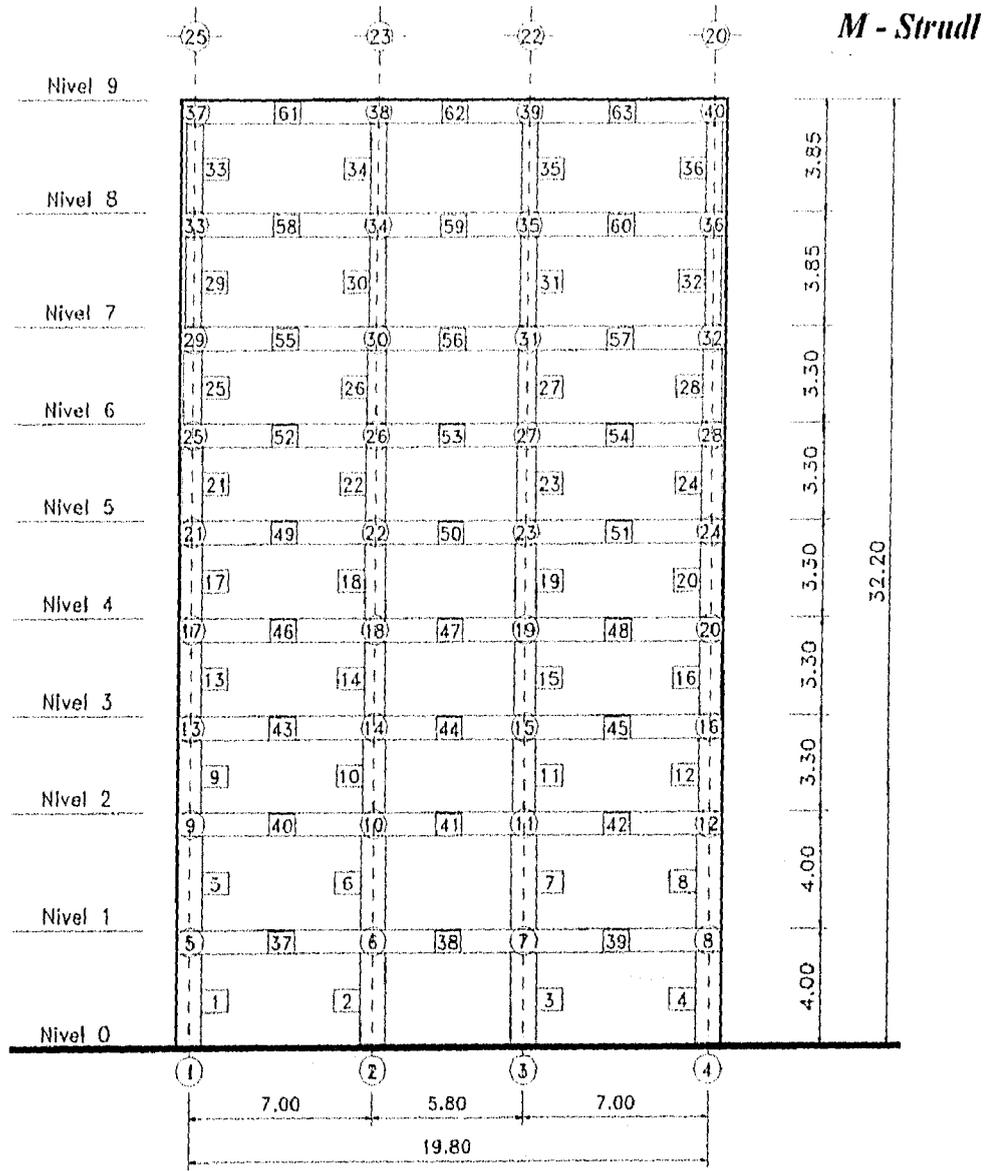
- | | | |
|-------|---|--|
| F | = | Fuerza sísmica. |
| W_T | = | Peso total de la construcción arriba del nivel que se considera. |
| W_i | = | Peso calculado por entrepiso. |
| h_i | = | Altura de cada entrepiso. |
| c | = | Coefficiente de diseño sísmico. |
| Q | = | Factor de comportamiento sísmico. |

El coeficiente de diseño sísmico utilizado en la fórmula es $c = 0.32$ de acuerdo a lo establecido en el artículo 206 del Reglamento de Construcciones, mismo que se afecto por un valor de 1.5 como lo indica el mismo reglamento.

Asimismo, el factor de comportamiento sísmico para la revisión de la estructura se tomó como $Q=2$, considerando que las características de ésta se apegan a lo establecido en las Normas Técnicas Complementarias para diseño por sismo y al artículo 207 del R.C.D.F. para este valor; es decir, se trata de una estructura en donde la resistencia a fuerzas laterales es suministrada por marcos constituidos por trabes y columnas de concreto reforzado no contraventeados, las losas son perimetralmente apoyadas.

A continuación se muestra una corrida completa efectuada para el marco "A" del eje corto, para la aplicación de fuerzas en el sentido "X", a fin de mostrar el procedimiento común que se lleva a cabo en todos los marcos; posteriormente se presentan las tablas correspondientes a los desplazamientos obtenidos por nivel en cada nodo y su desplazamiento máximo total, con la finalidad de poder comparar posteriormente estos resultados con los del análisis dinámico.

Análisis Estático - Rigideces por marco.



ELEMENTO No.	TIPO	SECCION
1 - 4	COLUMNA	95 x 95
5 - 8	COLUMNA	85 x 85
9 - 16	COLUMNA	80 x 80
17 - 20	COLUMNA	75 x 75
21 - 24	COLUMNA	70 x 70
25 - 36	COLUMNA	60 x 60
37 - 63	TRABE	25 x 60

Denominación de elementos estructurales.

Marco "A"

TYPE OF THE STRUCTURE	:	PLANE FRAME
RESTART STATUS	:	NONE GIVEN
DESIGNATED UNITS	:	MTONS METERS DEGREES
No. OF JOINTS DEFINED	:	40
No. OF MEMBERS DEFINED	:	63
No. OF PLATE ELEMENTS DEFINED	:	0
No. OF DIFF. MATERIAL DEFINED	:	1
No. OF DIFF. SECTION PROPERTIES DEFINED	:	7
No. OF DIFF. TYPES OF SPRINGD DEFINED	:	0

LISTING OF THE INPUT FILE

1) TYPE PLANE FRAME	37) 2 TO 34 BY 4 BY 4 J BY 4
2) HOSPITAL 20 DE NOVIEMBRE EDIF. A RIGIDEZ DE EJES A B C P	38) 3 TO 35 BY 4 BY 4 J BY 4
3) UNITS MTONS METERS	39) 4 TO 36 BY 4 BY 4 J BY 4
4) JOINT COORDINATES	40) 37 5 6
5) 1 0 0 S	41) 38 6 7
6) 2 7.0 0 S	42) 39 7 8
7) 3 12.8 0 S	43) 37 TO 61 BY 3 BY 4 J BY 4
8) 4 19.8 0 S	44) 38 TO 62 BY 3 BY 4 J BY 4
9) 5 0 4.0	45) 39 TO 63 BY 3 BY 4 J BY 4
10) 6 7.0 4.0	46) MATERIAL PROPERTY
11) 7 12.8 4.0	47) CONC E 1581139 1 TO 63
12) 8 19.8 4.0	48) MEMBER PROPERTY
13) 9 0 8.0	49) COLPB AX 0.903 IZ 0.068 1 TO 4
14) 10 7.0 8.0	50) COLN1 AX 0.723 IZ 0.044 5 TO 8
15) 11 12.8 8.0	51) COLN2 AX 0.640 IZ 0.034 9 TO 16
16) 12 19.8 8.0	52) COLN4 AX 0.563 IZ 0.026 17 TO 20
17) 29 0 24.5	53) COLN5 AX 0.490 IZ 0.020 21 TO 24
18) 30 7.0 24.5	54) COLN6 AX 0.360 IZ 0.011 25 TO 36
19) 31 12.8 24.5	55) TRA AX 0.15 IZ 0.0045 37 TO 63
20) 32 19.8 24.5	56) BRE
21) 33 0 28.35	57) STIFF ANA
22) 34 7.0 28.35	58) LOAD RIGIDEZ
23) 35 12.8 28.35	59) JOIN LOAD
24) 36 19.8 28.35	60) 5 TO 8 FOR X 8.2
25) 37 0 32.2	61) 9 TO 12 FOR X 7.6
26) 38 7.0 32.2	62) 13 TO 16 FOR X 7.3
27) 39 12.8 32.2	63) 17 TO 20 FOR X 7.2
28) 40 19.8 32.2	64) 21 TO 24 FOR X 7.0
29) 9 TO 29 BY 4	65) 25 TO 28 FOR X 6.7
30) 10 TO 30 BY 4	66) 29 TO 32 FOR X 6.7
31) 11 TO 31 BY 4	67) 33 TO 36 FOR X 6.75
32) 12 TO 32 BY 4	68) 37 TO 40 FOR X 5.6
33) MEM INC	69) REPORT DEVICE PAS
34) 1 1 5	70) PRINT INPUT
35) 1 TO 4	71) LIST DIS
36) 1 TO 33 BY 4 BY 4 J BY 4	72) LIST REAC
	73) FINISH

TYPE OF THE PROBLEM : PLANE FRAME
 RESTART STATUS : NONE GIVEN
 ACTIVE UNITS : MTONS METERS DEGREES

RESULTS OF ANALYSIS
 RESULTANT JOINT DISPLACEMENTS

JOIN No.	GLOBAL DISPLACEMENTS		ROTATION
	X DIRECTION	Y DIRECTION	Z DIRECTION
1	0.0000000	0.0000000	-0.0000000
2	0.0000000	0.0000000	-0.0000000
3	0.0000000	-0.0000000	-0.0000000
4	0.0000000	-0.0000000	-0.0000000
5	0.0198988	0.0003707	-0.4882441
6	0.0200168	0.0001491	-0.4760584
7	0.0200168	-0.0001491	-0.4760584
8	0.0198988	-0.0003707	-0.4882441
9	0.0660295	0.0007825	-0.7336457
10	0.0661551	0.0003131	-0.7044426
11	0.0661551	-0.0003131	-0.7044426
12	0.0660295	-0.0007825	-0.7336457
13	0.1106654	0.0010954	-0.7514721
14	0.1106701	0.0004361	-0.7233779
15	0.1106701	-0.0004361	-0.7233779
16	0.1106654	-0.0010954	-0.7514721
17	0.1538963	0.0013357	-0.6992894
18	0.1538324	0.0005283	-0.6712814
19	0.1538324	-0.0005283	-0.6714281
20	0.1538963	-0.0013357	-0.6992894
21	0.1930812	0.0015323	-0.6081940
22	0.1930359	0.0006012	-0.5775554
23	0.1930359	-0.0006012	-0.5777554
24	0.1930812	-0.0015323	-0.6081940
25	0.2265979	0.0016825	-0.5044897
26	0.2264964	0.0006540	-0.4661675
27	0.2264964	-0.0006540	-0.4661675
28	0.2265979	-0.0016825	-0.5044897
29	0.2540535	0.0018027	-0.3753301
30	0.2539742	0.0006936	-0.3337547
31	0.2539742	-0.0006936	-0.3337547
32	0.2540535	-0.0018027	-0.3753301
33	0.2770085	0.0018719	-0.2404087
34	0.2769765	0.0007149	-0.2173674
35	0.2769765	-0.0007149	-0.2173674
36	0.2770085	-0.0018719	-0.2404087
37	0.2905170	0.0018960	-0.1402878
38	0.2904293	0.0007205	-0.1132650
39	0.2904293	-0.0007205	-0.1132650
40	0.2905170	-0.0018960	-0.1402878

TYPE OF THE PROBLEM	: PLANE FRAME
RESTART STATUS	: NONE GIVEN
ACTIVE UNITS	: MTONS METERS DEGREES

RESULTS OF ANALYSIS
JOINT REACTIONS AT SUPPORTS

JOIN No.	GLOBAL REACTIONS		
	X FORCE	Y FORCE	Z MOMENT
1	-57.5737	-132.3058	344.1989
2	-68.5263	-53.2245	360.3876
3	-68.5263	53.2245	360.3876
4	-57.5737	132.3058	344.1989
TOTAL	-252.2000	0.0000	

**DESPLAZAMIENTOS OBTENIDOS POR NIVEL
(ESTRUCTURA ORIGINAL)**

NIVEL: 9

Desplazamientos en cm.

SENTIDO		DESPLAZAMIENTO MAXIMO (cm)
LONGITUDINAL (EJE X)		20.4
TRANSVERSAL (EJE Y)		32.3

Ejes	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
25 X	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6					20.4	20.4	20.4	20.4	20.4
25 Y	29.0	29.0	29.0	32.3		14.3	14.3					14.3	20.4	32.3	32.3	29.0
24 X						10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2				
24 Y						14.3	14.3	23.4	23.4	23.4	23.4	14.3				
23 X	4.7	4.7	4.7	4.7		4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7		4.7	4.7	4.7
23 Y	28.0	29.0	29.0	32.3		14.3	14.3	23.4	23.4	23.4	23.4	14.3		32.3	32.3	29.0
22 X	4.7	4.7	4.7	4.7		4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7		4.7	4.7	4.7
22 Y	29.0	29.0	29.0	32.3		14.3	14.3	23.4	23.4	23.4	23.4	14.3		32.3	32.3	29.0
21 X						10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2				
21 Y						14.3	14.3	23.4	23.4	23.4	23.4	14.3				
20 X	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6					20.4	20.4	20.4	20.4	20.4
20 Y	29.0	29.0	29.0	32.3		14.3	14.3					14.3	20.4	32.3	32.3	29.0

NIVEL: 8

Desplazamientos en cm.

SENTIDO		DESPLAZAMIENTO MAXIMO (cm)
LONGITUDINAL (EJE X)		19.4
TRANSVERSAL (EJE Y)		31.0

Ejes	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
25 X	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0					10.4	19.4	19.4	19.4	10.4
25 Y	27.7	27.7	27.7	31.0		13.5	13.5					13.5	31.0	31.0	31.0	27.7
24 X						9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7				
24 Y						13.5	13.5	22.2	22.2	22.2	22.2	13.5				
23 X	4.5	4.5	4.5	4.5		4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5		4.5	4.5	4.5
23 Y	27.7	27.7	27.7	31.0		13.5	13.5	22.2	22.2	22.2	22.2	13.5		31.0	31.0	27.7
22 X	4.5	4.5	4.5	4.5		4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5		4.5	4.5	4.5
22 Y	27.7	27.7	27.7	31.0		13.5	13.5	22.2	22.2	22.2	22.2	13.5		31.0	31.0	27.7
21 X						9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7				
21 Y						13.5	13.5	22.2	22.2	22.2	22.2	13.5				
20 X	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0					19.4	10.4	19.4	19.4	10.4
20 Y	27.7	27.7	27.7	31.0		13.5	13.5					13.5	31.0	31.0	31.0	27.7

NIVEL: 7

Desplazamientos en cm.

SENTIDO		DESPLAZAMIENTO MAXIMO (cm)
LONGITUDINAL (EJE X)		17.7
TRANSVERSAL (EJE Y)		28.6

Ejes	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
25 X	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0					17.7	17.7	17.7	17.7	17.7
25 Y	25.4	25.4	25.4	28.6		12.3	12.3					12.3	28.6	28.6	28.6	25.4
24 X						8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9				
24 Y						12.3	12.3	20.3	20.3	20.3	20.3	12.3				
23 X	4.1	4.1	4.1	4.1		4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1		4.1	4.1	4.1
23 Y	25.4	25.4	25.4	28.6		12.3	12.3	20.3	20.3	20.3	20.3	12.3		28.6	28.6	25.4
22 X	4.1	4.1	4.1	4.1		4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1		4.1	4.1	4.1
22 Y	25.4	25.4	25.4	28.6		12.3	12.3	20.3	20.3	20.3	20.3	12.3		28.6	28.6	25.4
21 X						8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9				
21 Y						12.3	12.3	20.3	20.3	20.3	20.3	12.3				
20 X	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0					17.7	17.7	17.7	17.7	17.7
20 Y	25.4	25.4	25.4	28.6		12.3	12.3					12.3	28.6	28.6	28.6	25.4

DESPLAZAMIENTOS OBTENIDOS POR NIVEL
(ESTRUCTURA ORIGINAL)

NIVEL: 6

Desplazamientos en cm.

SENTIDO		DESPLAZAMIENTO MAXIMO (cm)
LONGITUDINAL (EJE X)		15.9
TRANSVERSAL (EJE Y)		25.7

Ejes	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
26 X	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9					15.9	15.9	15.9	15.9	15.9
26 Y	22.7	22.7	22.7	25.7		11.0	11.0					11.0		25.7	25.7	22.7
24 X						8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0				
24 Y						11.0	11.0	18.2	18.2	18.2	18.2	11.0				
23 X	3.6	3.6	3.6	3.6		3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6		3.6	3.6	3.6
23 Y	22.7	22.7	22.7	25.7		11.0	11.0	18.2	18.2	18.2	18.2	11.0		25.7	25.7	22.7
22 X	3.6	3.6	3.6	3.6		3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6		3.6	3.6	3.6
22 Y	22.7	22.7	22.7	25.7		11.0	11.0	18.2	18.2	18.2	18.2	11.0		25.7	25.7	22.7
21 X						8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0				
21 Y						11.0	11.0	18.2	18.2	18.2	18.2	11.0				
20 X	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9					15.9	15.9	15.9	15.9	15.9
20 Y	22.7	22.7	22.7	25.7		11.0	11.0					11.0		25.7	25.7	22.7

NIVEL: 5

Desplazamientos en cm.

SENTIDO		DESPLAZAMIENTO MAXIMO (cm)
LONGITUDINAL (EJE X)		13.6
TRANSVERSAL (EJE Y)		22.2

Ejes	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
26 X	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7					13.6	13.6	13.6	13.6	13.6
26 Y	19.3	19.3	19.3	22.2		9.5	9.5					9.5		22.2	22.2	19.3
24 X						7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0				
24 Y						9.5	9.5	15.6	15.6	15.6	15.6	9.5				
23 X	3.2	3.2	3.2	3.2		3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2		3.2	3.2	3.2
23 Y	19.3	19.3	19.3	22.2		9.5	9.5	15.6	15.6	15.6	15.6	9.5		22.2	22.2	19.3
22 X	3.2	3.2	3.2	3.2		3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2		3.2	3.2	3.2
22 Y	19.3	19.3	19.3	22.2		9.5	9.5	15.6	15.6	15.6	15.6	9.5		22.2	22.2	19.3
21 X						7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0				
21 Y						9.5	9.5	15.6	15.6	15.6	15.6	9.5				
20 X	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7					13.6	13.6	13.6	13.6	13.6
20 Y	19.3	19.3	19.3	22.2		9.5	9.5					9.5		22.2	22.2	19.3

NIVEL: 4

Desplazamientos en cm.

SENTIDO		DESPLAZAMIENTO MAXIMO (cm)
LONGITUDINAL (EJE X)		11.3
TRANSVERSAL (EJE Y)		18.1

Ejes	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
26 X	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3					11.3	11.3	11.3	11.3	11.3
26 Y	15.4	15.4	15.4	18.1		7.7	7.7					7.7		18.1	18.1	15.4
24 X						5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8				
24 Y						7.7	7.7	12.5	12.5	12.5	12.5	7.7				
23 X	2.7	2.7	2.7	2.7		2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7		2.7	2.7	2.7
23 Y	15.4	15.4	15.4	18.1		7.7	7.7	12.5	12.5	12.5	12.5	7.7		18.1	18.1	15.4
22 X	2.7	2.7	2.7	2.7		2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7		2.7	2.7	2.7
22 Y	15.4	15.4	15.4	18.1		7.7	7.7	12.5	12.5	12.5	12.5	7.7		18.1	18.1	15.4
21 X						5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8				
21 Y						7.7	7.7	12.5	12.5	12.5	12.5	7.7				
20 X	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3					11.3	11.3	11.3	11.3	11.3
20 Y	15.4	15.4	15.4	18.1		7.7	7.7					7.7		18.1	18.1	15.4

DESPLAZAMIENTOS OBTENIDOS POR NIVEL
(ESTRUCTURA ORIGINAL)

NIVEL: 3

Desplazamientos en cm.

SENTIDO		DESPLAZAMIENTO MAXIMO (cm)	
LONGITUDINAL (EJE X)		9.0	
TRANSVERSAL (EJE Y)		13.4	

Ejes	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
26 X	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0					9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
26 Y	11.1	11.1	11.1	13.4		5.8	5.8					5.8		13.4	13.4	11.1
24 X						4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5				
24 Y						5.8	5.8	9.2	9.2	8.2	9.2	5.8				
23 X	2.1	2.1	2.1	2.1		2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1		2.1	2.1	2.1
23 Y	11.1	11.1	11.1	13.4		5.8	5.8	9.2	9.2	9.2	9.2	5.8		13.4	13.4	11.1
22 X	2.1	2.1	2.1	2.1		2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1		2.1	2.1	2.1
22 Y	11.1	11.1	11.1	13.4		5.8	5.8	9.2	9.2	9.2	9.2	5.8		13.4	13.4	11.1
21 X						4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5				
21 Y						5.8	5.8	9.2	9.2	9.2	9.2	5.8				
20 X	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0					9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
20 Y	11.1	11.1	11.1	13.4		5.8	5.8					5.8		13.4	13.4	11.1

NIVEL: 2

Desplazamientos en cm.

SENTIDO		DESPLAZAMIENTO MAXIMO (cm)	
LONGITUDINAL (EJE X)		6.3	
TRANSVERSAL (EJE Y)		8.3	

Ejes	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
26 X	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4					6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
26 Y	8.6	9.6	6.6	8.3		3.7	3.7					3.7		8.3	8.3	6.6
24 X						3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0				
24 Y						3.7	3.7	8.6	5.6	5.6	6.8	3.7				
23 X	1.4	1.4	1.4	1.4		1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4		1.4	1.4	1.4
23 Y	6.6	6.6	6.6	8.3		3.7	3.7	5.6	5.6	5.6	5.6	3.7		8.3	8.3	6.6
22 X	1.4	1.4	1.4	1.4		1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4		1.4	1.4	1.4
22 Y	6.6	6.8	6.6	8.3		3.7	3.7	6.6	6.8	8.8	5.6	3.7		8.3	8.3	6.6
21 X						3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0				
21 Y						3.7	3.7	5.6	5.6	5.6	6.6	3.7				
20 X	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4					6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
20 Y	6.6	6.6	6.6	8.3		3.7	3.7					3.7		8.3	8.3	6.6

NIVEL: 1

Desplazamientos en cm.

SENTIDO		DESPLAZAMIENTO MAXIMO (cm)	
LONGITUDINAL (EJE X)		2.6	
TRANSVERSAL (EJE Y)		2.6	

Ejes	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
26 X	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3					2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
26 Y	2.0	2.0	2.0	2.6		1.2	1.2					1.2		2.6	2.6	2.0
24 X						1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0				
24 Y						1.2	1.2	1.7	1.7	1.7	1.7	1.2				
23 X	0.5	0.5	0.5	0.5		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		0.5	0.5	0.5
23 Y	2.0	2.0	2.0	2.6		1.2	1.2	1.7	1.7	1.7	1.7	1.2		2.6	2.6	2.0
22 X	0.5	0.5	0.5	0.5		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		0.5	0.5	0.5
22 Y	2.0	2.0	2.0	2.6		1.2	1.2	1.7	1.7	1.7	1.7	1.2		2.6	2.6	2.0
21 X						1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0				
21 Y						1.2	1.2	1.7	1.7	1.7	1.7	1.2				
20 X	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3					2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
20 Y	2.0	2.0	2.0	2.6		1.2	1.2					1.2		2.6	2.6	2.0

Análisis Dinámico.

Una vez obtenidas las fuerzas sísmicas en el análisis estático previo, se hizo un análisis estructural que contempla las siguientes condiciones de carga:

- 1.- Carga vertical.
- 2.- Sismo sentido X.
- 3.- Sismo sentido Y.
- 4.- Excentricidad accidental en sentido X.
- 5.- Excentricidad accidental en sentido Y.

Para la revisión de la estructura se utilizó el Método de Análisis Dinámico Modal Espectral ya que se evalúa la respuesta de la estructura tomando en cuenta sus propiedades dinámicas como son períodos y formas modales o formas naturales de vibración, las cuales dependen de las características físicas y mecánicas de la estructura.

Una vez que se han obtenido los valores de estas propiedades se determinan las fuerzas sísmicas a partir de un espectro de diseño especificado por el Reglamento de construcciones del D.F.

Para ejecutar este análisis se utilizó el programa denominado SISCO que tiene las siguientes funciones:

- 1.- Calcula los desplazamientos totales de la estructura.
- 2.- Calcula el período de vibración de la estructura para tres primeros modos.
- 3.- Aplica el Artículo 9.3 de las Normas Técnicas Complementarias de Diseño por Sismo.
- 4.- Realiza un análisis por torsión aplicando el Artículo 8.6 de las Normas Técnicas Complementarias.
- 5.- Obtiene finalmente las fuerzas cortantes de diseño para cada marco.

El programa SISCO requiere de los siguientes datos:

- 1.- Pesos de cada nivel.- Los cuales se obtienen a partir de un análisis de carga utilizando las cargas vivas que indica el Reglamento.
- 2.- Centro de Gravedad.- Se obtiene a partir de métodos dados por estática.
- 3.- Rigidez de entrepiso.- Son las relaciones que existen entre la fuerza cortante del entrepiso y el desplazamiento relativo obtenidos a partir de un análisis estático.
- 4.- Dimensiones de cada planta del edificio.
- 5.- Ubicación de los marcos con respecto a un sistema de ejes coordenados (X, Y, Z).
- 6.- Alturas de los entrepisos.
- 7.- Coeficiente por factor de comportamiento sísmico que indica el Reglamento para este caso.

Se realizó el análisis dinámico de la estructura considerando sus 9 niveles de entrepiso, muros de mampostería y sin refuerzo estructural, el cual se muestra a continuación.

MARCOS SIN CONTRAVENTEAR

ANALISIS SISMICO - R.C.D.F. 87

MARCOS PARALELOS AL EJE X

CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA

Nivel	Altura	Peso		
1	4.00	1,431.90	Número de marcos	8
2	4.00	1,332.70	Número de pisos	9
3	3.30	1,282.40	Altura total	32.20
4	3.30	1,256.90	Coefficiente sísmico	0.48
5	3.30	1,221.30	Módulo de elasticidad	1,581,139.00
6	3.30	1,177.60	Fac. de compt. sísmico	2.00
7	3.30	1,166.10	ESTRUCTURA DEL GRUPO: A	
8	3.85	1,180.70	EL COEF. SISMICO SE MULTIPLICO POR 1.5	
9	3.85	980.90	Localización del terreno en zona II	
			La estructura no es regular	

RESULTADOS RELATIVOS A LA FORMA DE VIBRAR DE LA ESTRUCTURA

	MODO 1	MODO 2	MODO 3
Frecuencia natural angular	6.805	17.323	28.229
Periodo expresado en segundos	0.923	0.363	0.222
Coefficiente de participación	1.386	-0.592	0.318

FORMA DE LOS MODOS

NIVEL	MODO 1	MODO 2	MODO 3
1	0.0784	-0.2079	0.3072
2	0.2339	-0.4800	0.7309
3	0.3651	-0.6559	0.7235
4	0.4871	-0.7073	0.3447
5	0.6069	-0.6155	-0.2688
6	0.7223	-0.3660	-0.8047
7	0.8312	0.0351	-0.8685
8	0.9386	0.6005	-0.0608
9	1.0000	1.0000	1.0000

De acuerdo al artículo 9.3 de las N.T.C.
los desplazamientos y cortantes dinámicos
en esta dirección fueron modificados

CORTANTES ESTATICOS Y DINAMICOS, RIGIDECES, DESPLAZAMIENTOS TOTALES Y RELACION DE DESPLAZAMIENTOS RELATIVO A ALTURA DE ENTREPISO DE LA ESTRUCTURA

Entrepiso	Cort - Est (ton)	Cort - Din (ton)	Rigidez (ton/m)	Desplz. Total (m)	D. Rel./Altura
0 - 1	1,654.58	1,323.66	369,689	0.0115	0.0028
1 - 2	1,604.61	1,287.64	182,908	0.0340	0.0055
2 - 3	1,511.62	1,216.95	205,552	0.0529	0.0056
3 - 4	1,385.21	1,114.35	202,964	0.0704	0.0052
4 - 5	1,225.14	966.78	182,674	0.0875	0.0051
5 - 6	1,034.45	836.22	159,371	0.1039	0.0050
6 - 7	816.69	665.11	132,009	0.1195	0.0048
7 - 8	567.48	469.29	91,428	0.1351	0.0042
8 - 9	275.51	230.47	75,113	0.1441	0.0025

Los desplazamientos están ya multiplicados por 0

MARCOS PARALELOS AL EJE Y

CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA

Nivel	Altura	Peso		
1	4.00	1,431.90	Número de marcos	14
2	4.00	1,332.70	Número de pisos	9
3	3.30	1,282.40	Altura total	32.20
4	3.30	1,256.90	Coefficiente sísmico	0.48
5	3.30	1,221.30	Módulo de elasticidad	1,581,139.00
6	3.30	1,177.60	Fac. de compt. sísmico	2.00
7	3.30	1,166.10	ESTRUCTURA DEL GRUPO: A	
8	3.85	1,180.70	EL COEF. SISMICO SE MULTIPLICO POR 1.5	
9	3.85	980.90	Localización del terreno en zona II	
			La estructura no es regular	

RESULTADOS RELATIVOS A LA FORMA DE VIBRAR DE LA ESTRUCTURA

	MODO 1	MODO 2	MODO 3
Frecuencia natural angular	4.237	10.995	17.492
Periodo expresado en segundos	1.482	0.571	0.359
Coefficiente de participación	1.378	-0.606	0.353

FORMA DE LOS MODOS

NIVEL	MODO 1	MODO 2	MODO 3
1	0.0545	-0.1685	0.2449
2	0.1884	-0.4228	0.6573
3	0.3236	-0.6386	0.7514
4	0.4620	-0.7303	0.4185
5	0.5975	-0.6501	-0.2108
6	0.7218	-0.3919	-0.7568
7	0.8326	0.0151	-0.8259
8	0.9352	0.5616	-0.1095
9	1.0000	1.0000	1.0000

De acuerdo al artículo 9.3 de las N.T.C.
los desplazamientos y cortantes dinámicos
en esta dirección fueron modificados

CORTANTES ESTATICOS Y DINAMICOS, RIGIDECES, DESPLAZAMIENTOS TOTALES Y RELACION DE DESPLAZAMIENTOS RELATIVO A ALTURA DE ENTREPISO DE LA ESTRUCTURA

Entrepiso	Cort - Est (ton)	Cort - Din (ton)	Rigidez (ton/m)	Desplz. Total (m)	D. Rel./Altura
0 - 1	1,654.58	1,323.66	199,522	0.0212	0.0050
1 - 2	1,604.61	1,288.83	80,246	0.0726	0.0122
2 - 3	1,511.62	1,229.70	75,991	0.1243	0.0149
3 - 4	1,385.21	1,134.48	68,781	0.1769	0.0152
4 - 5	1,225.14	1,009.56	62,467	0.2281	0.0149
5 - 6	1,034.45	857.32	57,284	0.2750	0.0138
6 - 7	816.69	681.94	50,302	0.3170	0.0125
7 - 8	567.48	481.26	37,075	0.3563	0.0102
8 - 9	275.51	238.90	27,574	0.3816	0.0068

Los desplazamientos están ya multiplicados por Q

DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA

Nivel	Paralelas al eje X	Paralelas al eje Y
1	62.40	19.80
2	62.40	19.80
3	62.40	19.80
4	62.40	19.80
5	62.40	19.80
6	62.40	19.80
7	62.40	19.80
8	62.40	19.80
9	62.40	19.80

CENTROS DE GRAVEDAD DE LAS CARGAS

Nivel	Coordenada X	Coordenada Y
1	30.13	9.90
2	30.25	9.90
3	30.36	9.90
4	30.34	9.90
5	30.38	9.90
6	30.45	9.90
7	30.49	9.90
8	30.47	9.90
9	30.59	9.90

LOCALIZACION DE LOS MARCOS PARALELOS AL EJE - X -

Marco	Coordenada Y
1	0.00
2	0.00
3	2.80
4	7.00
5	12.80
6	17.00
7	19.80
8	19.80

LOCALIZACION DE LOS MARCOS PARALELOS AL EJE - Y -

Marco	Coordenada X
1	0.00
2	4.20
3	6.60
4	9.80
5	16.55
6	20.75
7	25.75
8	30.75
9	35.75
10	40.75
11	45.85
12	52.70
13	56.80
14	62.40

EXCENTRICIDADES Y MOMENTOS ANTES DE REVISAR LAS EXCENTRICIDADES DE DISEÑO

NIVEL	Es - x	Es - y	E1 - x	E2 - x	E1 - y	E2 - y	M1x	M2x	M1y	M2y
1	1.77	0.00	8.90	-4.47	1.98	-1.98	2,620.85	-2,620.85	11,782.77	-5,910.88
2	1.64	0.00	8.71	-4.60	-1.98	1.98	-2,549.54	2,549.54	11,220.93	-5,923.25
3	1.53	0.00	8.54	-4.71	1.98	-1.98	2,409.55	-2,409.55	10,500.75	-5,708.39
4	1.47	0.00	8.44	-4.77	1.98	-1.98	2,206.41	-2,206.41	9,574.69	-5,415.47
5	1.43	0.00	8.39	-4.81	1.98	-1.98	1,953.83	-1,953.83	8,470.63	-4,852.33
6	1.42	0.00	8.36	-4.82	-1.98	1.98	-1,655.72	1,655.72	7,169.75	-4,136.27
7	1.42	0.00	8.37	-4.82	1.98	-1.98	1,316.92	-1,316.92	5,705.37	-3,288.55
8	1.43	0.00	8.39	-4.81	1.98	-1.98	929.20	-929.20	4,038.66	-2,312.71
9	1.48	0.00	8.45	-4.76	1.98	-1.98	456.34	-456.34	2,019.89	-1,138.01

No fue modificado ningún momento torsionante, ni excentricidades de diseño, de acuerdo al artículo 8.6 de las N.T.C.

ENTREPISO 0 - 1

Abscisa del centro de cortantes	30.44 m
Ordenada del centro de cortantes	9.90 m
Abscisa del centro de torsión	28.67 m
Ordenada del centro de torsión	9.90 m

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE X

Cortante estático	1,654.58 ton
Cortante dinámico	1,323.66 ton
Momento torsionante máximo	2,620.85 ton-m
Momento torsionante mínimo	-2,620.85 ton-m
Excentricidad máxima	1.98 m
Excentricidad mínima	-1.98 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE 20	32,910	0.089	147.29	117.83	-10.16	10.16	128.00	13.71	141.71
EJE 20'	16,952	0.046	75.87	60.70	-5.24	5.24	65.93	7.06	72.99
EJE 21	42,816	0.116	191.62	153.30	-9.48	9.48	162.78	12.79	175.57
EJE 22	92,167	0.249	412.50	330.00	-8.34	8.34	338.34	11.25	349.58
EJE 23	92,167	0.249	412.50	330.00	8.34	-8.34	338.34	11.25	349.58
EJE 24	42,816	0.116	191.62	153.30	9.48	-9.48	162.78	12.79	175.57
EJE 25	32,910	0.089	147.29	117.30	10.16	-10.16	128.00	13.71	141.71
EJE 25'	16,952	0.046	75.87	60.70	5.24	-5.24	65.93	7.06	72.99

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE Y

Cortante estático	1,654.58 ton
Cortante dinámico	1,323.66 ton
Momento torsionante máximo	11,782.77 ton-m
Momento torsionante mínimo	-5,910.88 ton-m
Excentricidad máxima	8.90 m
Excentricidad mínima	-4.47 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE A	12,610	0.063	104.57	83.66	-50.70	25.43	109.09	3.38	112.47
EJE B	12,610	0.063	104.57	83.66	-43.27	21.71	105.36	2.89	108.25
EJE C	12,610	0.063	104.57	83.66	-39.03	19.58	103.24	2.60	105.84
EJE D	9,517	0.048	78.92	63.14	-25.18	12.63	75.77	1.68	77.45
EJE F	20,851	0.105	172.91	138.33	-35.44	17.78	156.11	2.36	158.47
EJE G	20,851	0.105	172.91	138.33	-23.16	11.62	149.95	1.55	151.49
EJE H	14,494	0.073	120.20	96.16	-5.93	2.98	99.13	0.40	99.53
EJE I	14,494	0.073	120.20	96.16	4.23	-2.12	100.39	0.28	100.67
EJE J	14,494	0.073	120.20	96.16	14.40	-7.22	110.55	0.96	111.51
EJE K	14,494	0.073	120.20	96.16	24.56	-12.32	120.72	1.64	122.36
EJE L	20,851	0.105	172.91	138.33	50.25	-25.21	188.58	3.35	191.93
EJE N	9,517	0.048	78.92	63.14	32.08	-16.09	95.21	2.14	97.35
EJE O	9,517	0.048	78.92	63.14	37.55	-18.84	100.69	2.51	103.19
EJE P	12,610	0.063	104.57	83.66	59.66	-29.93	143.31	3.98	147.29

ENTREPISO 1 - 2

Abscisa del centro de cortantes	30.45 m
Ordenada del centro de cortantes	9.90 m
Abscisa del centro de torsión	28.81 m
Ordenada del centro de torsión	9.90 m

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE X

Cortante estático	1,604.61 ton
Cortante dinámico	1,287.64 ton
Momento torsionante máximo	-2,549.54 ton-m
Momento torsionante mínimo	2,549.53 ton-m
Excentricidad máxima	-1.98 m
Excentricidad mínima	1.98 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE 20	18,180	0.099	159.49	127.99	13.04	-13.04	141.02	17.21	158.24
EJE 20'	10,344	0.057	90.74	72.82	7.42	-7.42	80.24	9.79	90.03
EJE 21	19,672	0.108	172.58	138.49	10.12	-10.12	148.60	13.36	161.96
EJE 22	43,258	0.237	379.50	304.53	9.09	-9.09	313.62	12.00	325.62
EJE 23	43,258	0.237	379.50	304.53	-9.09	9.09	313.62	12.00	325.62
EJE 24	19,672	0.108	172.58	138.49	-10.12	10.12	148.60	13.36	161.96
EJE 25	18,180	0.099	159.49	127.99	-13.04	13.04	141.02	17.21	158.24
EJE 25'	10,344	0.057	90.74	72.82	-7.42	7.42	80.24	9.79	90.03

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE Y

Cortante estático	1,604.61 ton
Cortante dinámico	1,288.83 ton
Momento torsionante máximo	11,220.93 ton-m
Momento torsionante mínimo	-5,923.25 ton-m
Excentricidad máxima	8.71 m
Excentricidad mínima	-4.60 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE A	4,759	0.059	95.17	76.44	-43.71	23.07	99.51	2.98	102.49
EJE B	4,759	0.059	95.17	76.44	-37.34	19.71	96.15	2.55	98.69
EJE C	4,759	0.059	95.17	76.44	-33.70	17.79	94.22	2.30	96.52
EJE D	3,890	0.048	77.79	62.48	-23.57	12.44	74.92	1.61	76.53
EJE E	8,915	0.111	178.26	143.18	-34.84	18.39	161.57	2.37	163.94
EJE F	8,915	0.111	178.26	143.18	-22.90	12.09	155.27	1.56	156.83
EJE G	5,699	0.071	113.95	91.53	-5.55	2.93	94.46	0.38	94.84
EJE H	5,699	0.071	113.95	91.53	3.53	-1.86	95.06	0.24	95.30
EJE I	5,699	0.071	113.95	91.53	12.61	-6.66	104.14	0.86	105.00
EJE J	5,699	0.071	113.95	91.53	21.70	-11.45	113.23	1.48	114.71
EJE K	8,915	0.111	178.26	143.18	48.44	-25.57	191.62	3.30	194.92
EJE L	3,890	0.048	77.79	62.48	29.63	-15.64	92.11	2.02	94.13
EJE M	3,890	0.048	77.79	62.48	34.72	-18.33	97.20	2.37	99.56
EJE N	4,759	0.059	95.17	76.44	50.97	-26.91	127.41	3.47	130.88

ENTREPISO 1 - 2

Abscisa del centro de cortantes	30.45 m
Ordenada del centro de cortantes	9.90 m
Abscisa del centro de torsión	28.81 m
Ordenada del centro de torsión	9.90 m

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE X

Cortante estático	1,604.61 ton
Cortante dinámico	1,287.64 ton
Momento torsionante máximo	-2,549.54 ton-m
Momento torsionante mínimo	2,549.53 ton-m
Excentricidad máxima	-1.98 m
Excentricidad mínima	1.98 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE 20	18,180	0.099	159.49	127.99	13.04	-13.04	141.02	17.21	158.24
EJE 20'	10,344	0.057	90.74	72.82	7.42	-7.42	80.24	9.79	90.03
EJE 21	19,672	0.108	172.58	138.49	10.12	-10.12	148.60	13.36	161.96
EJE 22	43,258	0.237	379.50	304.53	9.09	-9.09	313.62	12.00	325.62
EJE 23	43,258	0.237	379.50	304.53	-9.09	9.09	313.62	12.00	325.62
EJE 24	19,672	0.108	172.58	138.49	-10.12	10.12	148.60	13.36	161.96
EJE 25	18,180	0.099	159.49	127.99	-13.04	13.04	141.02	17.21	158.24
EJE 25'	10,344	0.057	90.74	72.82	-7.42	7.42	80.24	9.79	90.03

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE Y

Cortante estático	1,604.61 ton
Cortante dinámico	1,288.83 ton
Momento torsionante máximo	11,220.93 ton-m
Momento torsionante mínimo	-5,923.25 ton-m
Excentricidad máxima	8.71 m
Excentricidad mínima	-4.60 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE A	4,759	0.059	95.17	76.44	-43.71	23.07	99.51	2.98	102.49
EJE B	4,759	0.059	95.17	76.44	-37.34	19.71	96.15	2.55	98.69
EJE C	4,759	0.059	95.17	76.44	-33.70	17.79	94.22	2.30	96.52
EJE D	3,890	0.048	77.79	62.48	-23.57	12.44	74.92	1.61	76.53
EJE F	8,915	0.111	178.26	143.18	-34.84	18.39	161.57	2.37	163.94
EJE G	8,915	0.111	178.26	143.18	-22.90	12.09	155.27	1.56	156.83
EJE H	5,699	0.071	113.95	91.53	-5.55	2.93	94.46	0.38	94.84
EJE I	5,699	0.071	113.95	91.53	3.53	-1.86	95.06	0.24	95.30
EJE J	5,699	0.071	113.95	91.53	12.61	-6.66	104.14	0.86	105.00
EJE K	5,699	0.071	113.95	91.53	21.70	-11.45	113.23	1.48	114.71
EJE L	8,915	0.111	178.26	143.18	48.44	-25.57	191.62	3.30	194.92
EJE N	3,890	0.048	77.79	62.48	29.63	-15.64	92.11	2.02	94.13
EJE O	3,890	0.048	77.79	62.48	34.72	-18.33	97.20	2.37	99.56
EJE P	4,759	0.059	95.17	76.44	50.97	-26.91	127.41	3.47	130.88

ENTREPISO 2 - 3

Abscisa del centro de cortantes	30.46 m
Ordenada del centro de cortantes	9.90 m
Abscisa del centro de torsión	28.93 m
Ordenada del centro de torsión	9.90 m

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE X

Cortante estático	1,511.62 ton
Cortante dinámico	1,216.95 ton
Momento torsionante máximo	2,409.55 ton-m
Momento torsionante mínimo	-2,409.55 ton-m
Excentricidad máxima	1.90 m
Excentricidad mínima	-1.90 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE 20	21,595	0.105	158.81	127.85	-14.93	14.93	142.78	19.51	162.29
EJE 20'	12,186	0.059	89.62	72.15	-8.42	8.42	80.57	11.01	91.58
EJE 21	21,595	0.105	158.81	127.85	-10.70	10.70	138.55	13.99	152.55
EJE 22	47,400	0.231	348.58	280.63	-9.60	9.60	290.22	12.55	302.77
EJE 23	47,400	0.231	348.58	280.63	9.60	-9.60	290.22	12.55	302.77
EJE 24	21,595	0.105	158.81	127.85	10.70	-10.70	138.55	13.99	152.55
EJE 25	21,595	0.105	158.81	127.85	14.93	-14.93	142.78	19.51	162.29
EJE 25'	12,186	0.059	89.62	72.15	8.42	-8.42	80.57	11.01	91.58

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE Y

Cortante estático	1,511.62 ton
Cortante dinámico	1,229.70 ton
Momento torsionante máximo	10,500.75 ton-m
Momento torsionante mínimo	-5,788.39 ton-m
Excentricidad máxima	8.54 m
Excentricidad mínima	-4.71 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE A	4,238	0.056	84.30	68.57	-37.30	20.56	89.13	2.57	91.70
EJE B	4,238	0.056	84.30	68.57	-31.88	17.57	86.15	2.19	88.34
EJE C	4,238	0.056	84.30	68.57	-28.79	15.87	84.44	1.98	86.43
EJE D	3,721	0.049	74.01	60.21	-21.65	11.94	72.14	1.49	73.63
EJE F	8,901	0.117	177.06	144.04	-33.52	18.48	162.51	2.31	164.82
EJE G	8,901	0.117	177.06	144.04	-22.15	12.21	156.24	1.52	157.77
EJE H	5,294	0.070	105.31	85.67	-5.12	2.82	88.49	0.35	88.84
EJE I	5,294	0.070	105.31	85.67	2.93	-1.62	88.60	0.20	88.81
EJE J	5,294	0.070	105.31	85.67	10.99	-6.06	96.66	0.76	97.41
EJE K	5,294	0.070	105.31	85.67	19.04	-10.50	104.71	1.31	106.02
EJE L	8,901	0.117	177.06	144.04	45.83	-25.26	189.86	3.15	193.02
EJE N	3,721	0.049	74.01	60.21	26.91	-14.83	87.11	1.85	88.97
EJE O	3,721	0.049	74.01	60.21	31.55	-17.39	91.76	2.17	93.93
EJE P	4,238	0.056	84.30	68.57	43.16	-23.79	111.73	2.97	114.70

ENTREPISO 3 - 4

Abscisa del centro de cortantes	30.47 m
Ordenada del centro de cortantes	9.90 m
Abscisa del centro de torsión	29.00 m
Ordenada del centro de torsión	9.90 m

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE X

Cortante estático	1,385.21 ton
Cortante dinámico	1,114.35 ton
Momento torsionante máximo	2,206.41 ton-m
Momento torsionante mínimo	-2,206.41 ton-m
Excentricidad máxima	1.98 m
Excentricidad mínima	-1.98 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE 20	20,689	0.102	141.20	113.59	-14.27	14.27	127.86	18.57	146.43
EJE 20'	12,015	0.059	82.00	65.97	-8.29	8.29	74.25	10.79	85.09
EJE 21	21,321	0.105	145.51	117.06	-10.54	10.54	127.60	13.73	141.33
EJE 22	47,458	0.234	323.89	260.56	-9.59	9.59	270.15	12.48	282.63
EJE 23	47,458	0.234	323.89	260.56	-9.59	9.59	270.15	12.48	282.63
EJE 24	21,321	0.105	145.51	117.06	10.54	-10.54	127.60	13.73	141.33
EJE 25	20,689	0.102	141.20	113.59	14.27	-14.27	127.86	18.57	146.43
EJE 25'	12,015	0.059	82.00	65.97	8.29	-8.29	74.25	10.79	85.04

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE Y

Cortante estático	1,385.21 ton
Cortante dinámico	1,134.48 ton
Momento torsionante máximo	9,574.69 ton-m
Momento torsionante mínimo	-5,415.47 ton-m
Excentricidad máxima	8.44 m
Excentricidad mínima	-4.77 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE A	3,708	0.054	74.67	61.15	-32.50	18.38	79.54	2.25	81.79
EJE B	3,708	0.054	74.67	61.15	-27.80	15.72	76.88	1.92	78.80
EJE C	3,708	0.054	74.67	61.15	-25.11	14.20	75.36	1.74	77.09
EJE D	3,407	0.050	68.62	56.20	-19.78	11.19	67.38	1.37	68.75
EJE F	8,254	0.120	166.23	136.14	-31.07	17.57	153.71	2.15	155.86
EJE G	8,254	0.120	166.23	136.14	-20.59	11.65	147.79	1.42	149.21
EJE H	4,742	0.069	95.50	78.21	-4.66	2.64	80.85	0.32	81.17
EJE I	4,742	0.069	95.50	78.21	2.50	-1.42	80.72	0.17	80.89
EJE J	4,742	0.069	95.50	78.21	9.67	-5.47	87.88	0.67	88.55
EJE K	4,742	0.069	95.50	78.21	16.84	-9.52	95.05	1.16	96.21
EJE L	8,254	0.120	166.23	136.14	42.03	-23.77	178.17	2.91	181.08
EJE N	3,407	0.050	68.62	56.20	24.41	-13.80	80.60	1.69	82.29
EJE O	3,407	0.050	68.62	56.20	28.63	-16.19	84.83	1.98	86.81
EJE P	3,708	0.054	74.67	61.15	37.43	-21.17	98.58	2.59	101.17

ENTREPISO 4 - 5

Abscisa del centro de cortantes	30.49 m
Ordenada del centro de cortantes	9.90 m
Abscisa del centro de torsión	29.05 m
Ordenada del centro de torsión	9.90 m

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE X

Cortante estático	1,225.14 ton
Cortante dinámico	986.78 ton
Momento torsionante máximo	1,953.83 ton-m
Momento torsionante mínimo	-1,953.83 ton-m
Excentricidad máxima	1.98 m
Excentricidad mínima	-1.98 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE 20	16,468	0.090	110.44	88.96	-11.30	11.30	100.25	14.69	114.95
EJE 20'	9,946	0.054	66.70	53.73	-6.82	6.82	60.55	8.87	69.42
EJE 21	19,904	0.109	133.49	107.52	-9.79	9.79	117.31	12.74	130.05
EJE 22	45,020	0.246	301.93	243.19	-9.05	9.05	252.24	11.77	264.00
EJE 23	45,020	0.246	301.93	243.19	9.05	-9.05	252.24	11.77	264.00
EJE 24	19,904	0.109	133.49	107.52	9.79	-9.79	117.31	12.74	130.05
EJE 25	16,468	0.090	110.44	88.96	11.30	-11.30	100.25	14.69	114.95
EJE 25'	9,946	0.054	66.70	53.73	6.82	-6.82	60.55	8.87	69.42

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE Y

Cortante estático	1,225.14 ton
Cortante dinámico	1,009.56 ton
Momento torsionante máximo	8,470.63 ton-m
Momento torsionante mínimo	-4,852.33 ton-m
Excentricidad máxima	8.39 m
Excentricidad mínima	-4.81 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE A	3,342	0.054	65.55	54.02	-29.17	16.71	70.73	2.02	72.74
EJE B	3,342	0.054	65.55	54.02	-24.95	14.29	68.31	1.73	70.04
EJE C	3,342	0.054	65.55	54.02	-22.54	12.91	66.93	1.56	68.49
EJE D	3,142	0.050	61.62	50.78	-18.17	10.41	61.19	1.26	62.45
EJE F	7,457	0.119	146.28	120.54	-28.01	16.04	136.58	1.94	138.52
EJE G	7,457	0.119	146.28	120.54	-18.60	10.65	131.19	1.29	132.48
EJE H	4,323	0.069	84.81	69.88	-4.29	2.46	72.34	0.30	72.84
EJE I	4,323	0.069	84.81	69.88	2.21	-1.26	72.31	0.15	72.24
EJE J	4,323	0.069	84.81	69.88	8.70	-4.98	78.58	0.60	79.19
EJE K	4,323	0.069	84.81	69.88	15.19	-8.70	85.08	1.05	86.13
EJE L	7,457	0.119	146.28	120.54	37.63	-21.79	158.17	2.60	160.77
EJE N	3,142	0.050	61.62	50.78	22.32	-12.79	73.10	1.54	74.64
EJE O	3,142	0.050	61.62	50.78	26.19	-15.00	76.97	1.81	78.78
EJE P	3,342	0.054	65.55	54.02	33.48	-19.18	87.50	2.32	89.81

ENTREPISO 5 - 6

Abscisa del centro de cortantes	30.50 m
Ordenada del centro de cortantes	9.90 m
Abscisa del centro de torsión	29.09 m
Ordenada del centro de torsión	9.90 m

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE X

Cortante estático	1,034.45 ton
Cortante dinámico	836.22 ton
Momento torsionante máximo	-1,655.72 ton-m
Momento torsionante mínimo	1,655.72 ton-m
Excentricidad máxima	-1.98 m
Excentricidad mínima	1.98 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE 20	14,992	0.094	97.31	78.66	9.57	-9.57	88.23	12.44	100.67
EJE 20'	8,097	0.051	52.56	42.48	5.17	-5.17	47.65	6.72	54.37
EJE 21	18,172	0.114	117.95	95.35	8.32	-8.32	103.67	10.81	114.48
EJE 22	38,426	0.241	249.41	201.62	7.19	-7.19	208.81	9.34	218.14
EJE 23	38,426	0.241	249.41	201.62	-7.19	7.19	208.81	9.34	218.14
EJE 24	18,172	0.114	117.95	95.35	-8.32	8.32	103.67	10.81	114.48
EJE 25	14,992	0.094	97.31	78.66	-9.57	9.57	88.23	12.44	100.67
EJE 25'	8,097	0.051	52.56	42.48	-5.17	5.17	47.65	6.72	54.37

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE Y

Cortante estático	1,034.45 ton
Cortante dinámico	857.32 ton
Momento torsionante máximo	7,169.75 ton-m
Momento torsionante mínimo	-4,136.27 ton-m
Excentricidad máxima	8.36 m
Excentricidad mínima	-4.82 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE A	3,075	0.054	55.52	46.01	-24.98	14.41	60.42	1.73	62.16
EJE B	3,075	0.054	55.52	46.01	-21.37	12.33	58.34	1.48	59.82
EJE C	3,075	0.054	55.52	48.01	-19.31	11.14	57.16	1.34	58.49
EJE D	2,943	0.051	53.14	46.01	-15.85	9.15	53.19	1.10	54.29
EJE F	6,750	0.118	121.89	101.02	-23.64	13.64	114.66	1.64	116.29
EJE G	6,750	0.118	121.89	101.02	-15.72	9.07	110.09	1.09	111.18
EJE H	3,977	0.069	71.81	59.52	-3.71	2.14	61.66	0.26	61.91
EJE I	3,977	0.069	71.81	59.52	1.85	-1.06	61.36	0.13	61.49
EJE J	3,977	0.069	71.81	59.52	7.40	-4.27	66.92	0.51	67.43
EJE K	3,977	0.069	71.81	59.52	12.95	-7.47	72.47	0.90	73.37
EJE L	6,750	0.118	121.89	101.02	31.60	-18.23	132.62	2.19	134.81
EJE N	2,943	0.051	53.14	44.04	19.41	-11.20	63.45	1.34	64.79
EJE O	2,943	0.051	53.14	44.04	22.78	-13.14	66.82	1.58	68.40
EJE P	3,075	0.054	55.52	46.01	28.60	-16.50	74.62	1.98	76.60

ENTREPISO 6 - 7

Abscisa del centro de cortantes	30.52 m
Ordenada del centro de cortantes	9.90 m
Abscisa del centro de torsión	29.10 m
Ordenada del centro de torsión	9.90 m

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE X

Cortante estático	816.69 ton
Cortante dinámico	665.11 ton
Momento torsionante máximo	1,316.92 ton-m
Momento torsionante mínimo	-1,316.92 ton-m
Excentricidad máxima	1.98 m
Excentricidad mínima	-1.98 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE 20	12,547	0.095	77.62	63.22	-7.24	7.24	70.45	9.40	79.86
EJE 20'	7,334	0.056	45.37	36.95	-4.23	4.23	41.18	5.50	46.68
EJE 21	14,457	0.110	89.44	72.84	-5.98	5.98	78.82	7.77	86.59
EJE 22	31,667	0.240	195.91	159.55	-5.35	5.35	164.90	6.95	171.85
EJE 23	31,667	0.240	195.91	159.55	5.35	-5.35	164.90	6.95	171.85
EJE 24	14,457	0.110	89.44	72.84	5.98	-5.98	78.82	7.77	86.59
EJE 25	12,547	0.095	77.62	63.22	7.24	-7.24	70.45	9.40	79.86
EJE 25'	7,334	0.056	45.37	36.95	4.23	-4.23	41.18	5.50	46.68

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE Y

Cortante estático	816.69 ton
Cortante dinámico	681.94 ton
Momento torsionante máximo	5,705.37 ton-m
Momento torsionante mínimo	-3,288.55 ton-m
Excentricidad máxima	8.37 m
Excentricidad mínima	-4.82 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE A	2,781	0.055	45.15	37.70	-20.42	11.77	49.47	1.41	50.89
EJE B	2,781	0.055	45.15	37.70	-17.47	10.07	47.77	1.21	48.98
EJE C	2,781	0.055	45.15	37.70	-15.79	9.10	46.80	1.09	47.90
EJE D	2,693	0.054	43.72	36.50	-13.11	7.56	44.06	0.91	44.97
EJE E	5,727	0.114	92.99	77.64	-18.14	10.45	88.10	1.26	89.36
EJE F	5,727	0.114	92.99	77.64	-12.07	6.96	84.60	0.84	85.44
EJE G	3,480	0.069	56.49	47.17	-2.94	1.70	48.87	0.20	49.07
EJE H	3,480	0.069	56.49	47.17	1.45	-0.83	48.62	0.10	48.72
EJE I	3,480	0.069	56.49	47.17	5.84	-3.37	53.01	0.40	53.41
EJE J	3,480	0.069	56.49	47.17	10.23	-5.90	57.40	0.71	58.11
EJE K	5,727	0.114	92.99	77.64	24.21	-13.95	101.85	1.68	103.53
EJE L	2,693	0.054	43.72	36.50	16.03	-8.24	52.54	1.11	53.65
EJE M	2,693	0.054	43.72	36.50	18.82	-10.85	55.32	1.30	56.63
EJE N	2,781	0.055	45.15	37.70	23.37	-13.47	61.07	1.62	62.69

ENTREPISO 7 - 8

Abscisa del centro de cortantes	30.53 m
Ordenada del centro de cortantes	9.90 m
Abscisa del centro de torsión	29.10 m
Ordenada del centro de torsión	9.90 m

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE X

Cortante estático	567.48 ton
Cortante dinámico	469.29 ton
Momento torsionante máximo	929.20 ton-m
Momento torsionante mínimo	-920.20 ton-m
Excentricidad máxima	1.98 m
Excentricidad mínima	-1.98 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE 20	8,279	0.091	51.39	42.49	-4.58	4.58	47.08	5.98	53.06
EJE 20'	4,929	0.054	30.59	25.30	-2.73	2.73	28.03	3.56	31.59
EJE 21	10,250	0.112	63.62	52.61	-4.07	4.07	56.68	5.31	61.99
EJE 22	22,256	0.243	138.14	114.24	-3.61	3.61	117.85	4.71	122.56
EJE 23	22,256	0.243	138.14	114.24	3.61	-3.61	117.85	4.71	122.56
EJE 24	10,250	0.112	63.62	52.61	4.07	-4.07	56.68	5.31	61.99
EJE 25	8,279	0.091	51.39	42.49	4.58	-4.58	47.08	5.98	53.06
EJE 25'	4,929	0.054	30.59	25.30	2.73	-2.73	28.03	3.56	31.59

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE Y

Cortante estático	567.48 ton
Cortante dinámico	481.26 ton
Momento torsionante máximo	4,038.66 ton-m
Momento torsionante mínimo	-2,312.71 ton-m
Excentricidad máxima	8.39 m
Excentricidad mínima	-4.81 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE A	2,139	0.058	32.73	27.76	-15.13	8.66	36.42	1.04	37.47
EJE B	2,139	0.058	32.73	27.76	-12.94	7.41	35.17	0.89	36.06
EJE C	2,139	0.058	32.73	27.76	-11.69	6.70	34.46	0.81	35.26
EJE D	2,058	0.056	31.51	26.72	-9.66	5.53	32.25	0.67	32.91
EJE E	4,000	0.108	61.23	51.92	-12.20	6.99	58.91	0.84	59.75
EJE F	4,000	0.108	61.23	51.92	-8.12	4.65	56.57	0.56	57.13
EJE H	2,586	0.070	39.59	33.57	-2.10	1.20	34.78	0.15	34.92
EJE I	2,586	0.070	39.59	33.57	1.04	-0.60	34.61	0.07	34.69
EJE J	2,586	0.070	39.59	33.57	4.18	-2.40	37.76	0.29	38.05
EJE K	2,586	0.070	39.59	33.57	7.33	-4.20	40.90	0.51	41.41
EJE L	4,000	0.108	61.23	51.92	16.29	-9.33	68.22	1.12	69.34
EJE N	2,058	0.056	31.51	26.72	11.81	-6.76	38.53	0.82	39.35
EJE O	2,058	0.056	31.51	26.72	13.86	-7.94	40.58	0.96	41.54
EJE P	2,139	0.058	32.73	27.76	17.31	-9.92	45.07	1.20	46.27

ENTREPISO 8 - 9

Abscisa del centro de cortantes	30.59 m
Ordenada del centro de cortantes	9.90 m
Abscisa del centro de torsión	29.11 m
Ordenada del centro de torsión	9.90 m

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE X

Cortante estático	275.51 ton
Cortante dinámico	230.47 ton
Momento torsionante máximo	456.34 ton-m
Momento torsionante mínimo	-456.34 ton-m
Excentricidad máxima	1.98 m
Excentricidad mínima	-1.98 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE 20	6,428	0.086	23.57	19.72	-2.25	2.25	21.97	2.99	24.96
EJE 20'	3,848	0.051	14.11	11.81	-1.35	1.35	13.15	1.79	14.94
EJE 21	8,615	0.115	31.60	26.44	-2.16	2.16	28.60	2.87	31.47
EJE 22	18,667	0.249	68.47	57.28	-1.91	1.91	59.19	2.54	61.73
EJE 23	18,667	0.249	68.47	57.28	1.91	-1.91	59.19	2.54	61.73
EJE 24	8,615	0.115	31.60	26.44	2.16	-2.16	28.60	2.87	31.47
EJE 25	6,428	0.086	23.57	19.72	2.25	-2.25	21.97	2.99	24.96
EJE 25'	3,848	0.051	14.11	11.81	1.35	-1.35	13.15	1.79	14.94

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE Y

Cortante estático	275.51 ton
Cortante dinámico	238.90 ton
Momento torsionante máximo	2,019.89 ton-m
Momento torsionante mínimo	-1,138.01 ton-m
Excentricidad máxima	8.45 m
Excentricidad mínima	-4.76 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE A	1,672	0.061	16.70	14.48	-7.62	4.29	18.78	0.52	19.29
EJE B	1,672	0.061	16.70	14.48	-6.52	3.67	18.16	0.44	18.60
EJE C	1,672	0.061	16.70	14.48	-5.89	3.32	17.80	0.40	18.20
EJE D	1,635	0.059	16.34	14.17	-4.94	2.79	16.95	0.34	17.29
EJE F	2,775	0.101	27.73	24.04	-5.46	3.07	27.12	0.37	27.49
EJE G	2,775	0.101	27.73	24.04	-3.63	2.05	26.09	0.25	26.34
EJE H	1,915	0.069	19.13	16.59	-1.01	0.57	17.16	0.07	17.22
EJE I	1,915	0.069	19.13	16.59	0.49	-0.28	17.08	0.03	17.11
EJE J	1,915	0.069	19.13	16.59	1.99	-1.12	18.58	0.13	18.71
EJE K	1,915	0.069	19.13	16.59	3.49	-1.96	20.07	0.24	20.31
EJE L	2,775	0.101	27.73	24.04	7.27	-4.10	31.31	0.49	31.81
EJE N	1,635	0.059	16.34	14.17	6.04	-3.40	20.20	0.41	20.61
EJE O	1,635	0.059	16.34	14.17	7.09	-3.99	21.25	0.48	21.73
EJE P	1,672	0.061	16.70	14.48	8.71	-4.91	23.19	0.60	23.78

3.4 Evaluación de resultados.

Con la revisión efectuada a la estructura original se detectó en primera instancia los desplazamientos máximos en los diferentes niveles para el análisis estático y dinámico, los cuales se muestran a continuación.

Nivel	DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS (cm)	
	Método Estático	Método Dinámico
	M-STRUDL	SISCO
8 - 9	32.3	38.2
7 - 8	31.0	35.6
6 - 7	28.6	31.7
5 - 6	25.7	27.5
4 - 5	22.2	22.8
3 - 4	18.1	17.7
2 - 3	13.4	12.4
1 - 2	8.3	7.3
0 - 1	2.6	2.1

Considerando que el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal establece un desplazamiento máximo permisible de 0.006 veces la altura de la estructura, tomando en cuenta que existen muros de mampostería, el valor permisible resulta ser de 19.32 cm. Se puede observar que los desplazamientos máximos obtenidos sobrepasan esta limitante, por tal motivo se vio la necesidad de incrementar la rigidez de la estructura ante fuerzas laterales.

Ante esta situación desfavorable se propusieron alternativas de solución para un reforzamiento acorde con las necesidades de costo, funcionalidad y aspecto agradable que exigía el inmueble, análisis que será tratado en el siguiente capítulo.

CAPITULO IV

REFUERZO ESTRUCTURAL

4.1 Alternativas estudiadas.

Una vez realizada la revisión de la estructura original y considerando como punto principal que esta no satisface con los lineamientos que marca el Reglamento de Construcciones vigente en relación a los desplazamientos permisibles para una estructura de su tipo, se planteo la necesidad de rigidizar dicha estructura haciendola solventar cuatro premisas principales:

- Cumplir con los requisitos establecidos en el Reglamento de Construcciones Vigente.
- Mantener las condiciones de funcionalidad propias del inmueble.
- Lograr espacios libres, que puedan ser móviles en un futuro de acuerdo con las necesidades médicas y con los avances tecnológicos.
- Brindar un aspecto arquitectónico agradable.

Estos cuatro puntos principales resultaban un tanto complicado solventarlos debido a que los claros entre columnas son pequeños y por lo tanto las dimensiones interiores son reducidas.

Se analizaron y estudiaron diversas opciones de refuerzo, primeramente se consideró incrementar las dimensiones de las secciones de los elementos estructurales existentes; esta solución sin embargo, lograba aumentar la resistencia pero no la rigidez de los mismos, además el volumen de obras necesario para esta alternativa prácticamente era equivalente a rehacer el edificio, por lo cual no se consideró factible.

Una segunda posibilidad fue la colocación de muros de cortante de concreto reforzado a fin de obtener la rigidez y resistencia necesaria; esta solución presentaba el inconveniente de la difícil ubicación en el interior del inmueble considerando la premisa de lograr espacios libres, aunado a esto su construcción incrementaba sustancialmente el peso y la masa del edificio, situación desfavorable para el análisis sísmico y sus efectos en la cimentación.

Se planteo una tercera alternativa con la utilización de diagonales tubulares como contraventeos, para lograr la rigidización adecuada de la estructura sin aumentar su masa y peso considerablemente; mismos que podrían ser distribuidos principalmente en las fachadas del edificio a fin de lograr mayores espacios en el interior para su óptima utilización; esta solución presentaba el reto de lograr que la distribución de esfuerzos que se ejercieran sobre la cimentación existente, fuera la adecuada para evitar modificarla lo menos posible.

4.2 Proyecto ejecutivo.

Con base en las alternativas estudiadas, así como a las diversas opiniones del personal técnico y directivo involucrado en la realización del proyecto ejecutivo, se decidió hacer la reestructuración con las condiciones que indica la tercera alternativa, con el objeto de garantizar el funcionamiento óptimo de la estructura.

El comportamiento esperado de la estructura es principalmente la rigidización de la construcción existente sin deteriorar su ductilidad y resistencia, así como el mejoramiento del comportamiento de las estructuras de concreto reforzado ante esfuerzos sísmicos; esto se logró a través de una conexión de los elementos metálicos del refuerzo a la estructura existente en condiciones tales que no la dañen localmente, utilizando tornillos de fricción en agujeros oblongos capaces de disipar eficientemente energía cuando la acción sísmica lo exija.

La estructura del cuerpo "1" permaneció independiente de los cuerpos "2" y "3", conservando las juntas constructivas entre estos, ya que de acuerdo a la geometría del primero y al refuerzo estructural propuesto (en ambos sentidos), éste presentaba un comportamiento adecuado sin necesidad de aumentar la rigidez de la estructura.

De acuerdo con lo antes mencionado, se plantearon diversos arreglos en planta y elevación de dicho refuerzo para estudiarlos, analizarlos estructuralmente en forma preliminar y elegir la distribución que cumpliera además, con los cuatro puntos mencionados al inicio del presente capítulo. El arreglo seleccionado representa ahora el proyecto ejecutivo de refuerzo estructural, el cual tiene las características en planta mostradas en la Figura 4.1; la dimensiones de todas la diagonales que se utilizarán se muestran en la Tabla 4.1, agrupadas a cada tres niveles de la estructura.

Se contraventearon en total 29 crujías de dimensiones variables en ambas direcciones, de las cuales 14 corresponden a la dirección transversal y 15 corresponden a la dirección longitudinal.

Estos refuerzos quedaron ubicados en los ejes A, G, H, I, J, K, L y P en el sentido transversal y en los ejes 20, 21, 24 y 25 en el sentido longitudinal, como se describe a continuación.

Sentido Transversal.

En elevación de los ejes A y P (fachadas Poniente y Oriente respectivamente) se contraventearon las 2 crujías exteriores de 7 m. de cada eje, como se puede apreciar en la figura 4.2; asimismo en la tabla 4.2 se enlistan las características de los contraventeos que deberán llevar, indicando sus dimensiones y tipo de conexión agrupados a cada tres niveles de la estructura.

Para los ejes G y L se colocaron diagonales de refuerzo en 2 crujías de 4.20 m. en marcos interiores, como se puede apreciar en la figura 4.2; asimismo en la tabla 4.2 se enlistan las características de los contraventeos que deberán llevar, indicando sus dimensiones y tipo de conexión agrupados a cada tres niveles de la estructura.

En los ejes J e I de igual forma se contraventearon 2 crujías de 4.20 m. en marcos interiores, como se muestra en la figura 4.3; asimismo en la tabla 4.3 se enlistan las características de los contraventeos que deberán llevar, indicando sus dimensiones y tipo de conexión agrupados a cada tres niveles de la estructura.

Con respecto a los ejes H y K se colocaron diagonales de refuerzo en una crujía de 4.20 m. en un marco interior, como se muestra en la figura 4.3; asimismo en la tabla 4.3 se enlistan las características de los contraventeos que deberán llevar, indicando sus dimensiones y tipo de conexión agrupados a cada tres niveles de la estructura.

Sentido longitudinal.

En elevación de los ejes 20 y 21 (fachada Sur) se contraventearon 8 crujías de dimensiones variables acopladas en diversos arreglos como se muestra en la figura 4.4; igualmente en la tabla 4.4 se enlistan las características de los contraventeos que deberán llevar, indicando sus dimensiones y tipo de conexión agrupados a cada tres niveles de la estructura.

Para los ejes 24 y 25 (fachada Norte) se colocaron diagonales de refuerzo en 7 crujías de dimensiones variables acopladas en arreglos diversos como se muestra en la figura 4.5; igualmente en la tabla 4.5 se enlistan las características de los contraventeos que deberán llevar, indicando sus dimensiones y tipo de conexión agrupados a cada tres niveles de la estructura.

Finalmente, la conexión entre la estructura original y los elementos de contraventeo son a base de placas de acero y pernos de anclaje de alta resistencia, las cuales se describen con mayor detalle en el último punto del presente capítulo.

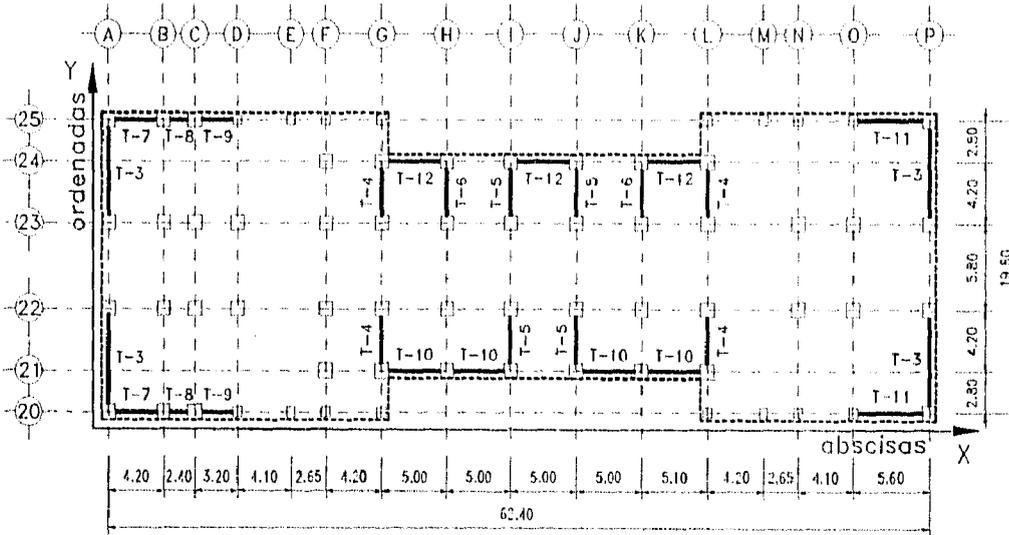


Figura 4.1 Arreglo en planta tipo, refuerzo estructural.

Tabla 4.1 Dimensiones de diagonales.

Eje	Diagonal Tipo	OC x AREA		
		Nivel (1 - 3)	Nivel (4 - 6)	Nivel (7 - 9)
A y P	T - 3	10" x 122.3	10" x 103.9	8" x 82.4
G y L	T - 4	10" x 103.9	8" x 82.4	6" x 69.1
J e I	T - 5	10" x 76.8	8" x 82.4	6" x 36.0
H y K	T - 6	8" x 82.4	8" x 82.4	6" x 36.0
20 y 25	T - 7	8" x 82.4	8" x 46.9	6" x 36.0
20 y 25	T - 8	8" x 82.4	8" x 46.9	6" x 36.0
20 y 25	T - 9	8" x 82.4	8" x 46.9	6" x 36.0
21	T - 10	8" x 82.4	8" x 46.9	6" x 36.0
20 y 25	T - 11	8" x 82.4	8" x 46.9	6" x 36.0
24	T - 12	8" x 82.4	8" x 46.9	6" x 36.0

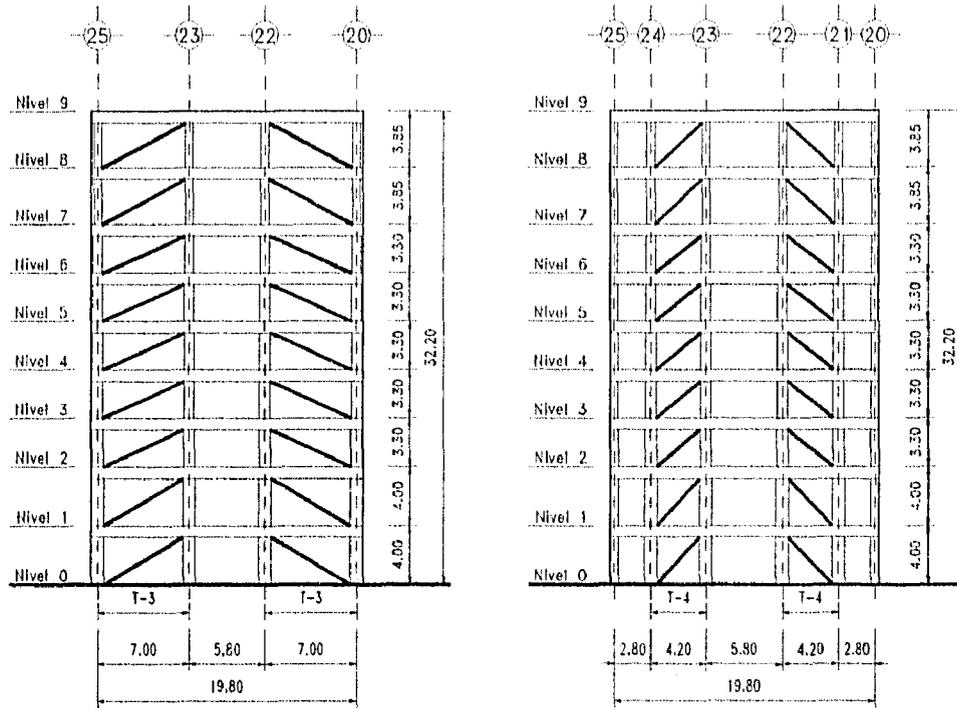


Figura 4.2 Refuerzo estructural en elevación de los ejes A y P ; G y L

Tabla 4.2 Dimensiones de diagonales y tipo de conexión.

Diagonal Tipo	Nivel (1 - 3)		Nivel (4 - 6)		Nivel (7 - 9)	
	OC x Area	Conexión Tipo	OC x Area	Conexión Tipo	OC x Area	Conexión Tipo
T - 3	10" x 122.3	1	10" x 103.9	2	8" x 82.4	3
T - 4	10" x 103.9	4	8" x 82.4	5	6" x 69.1	6

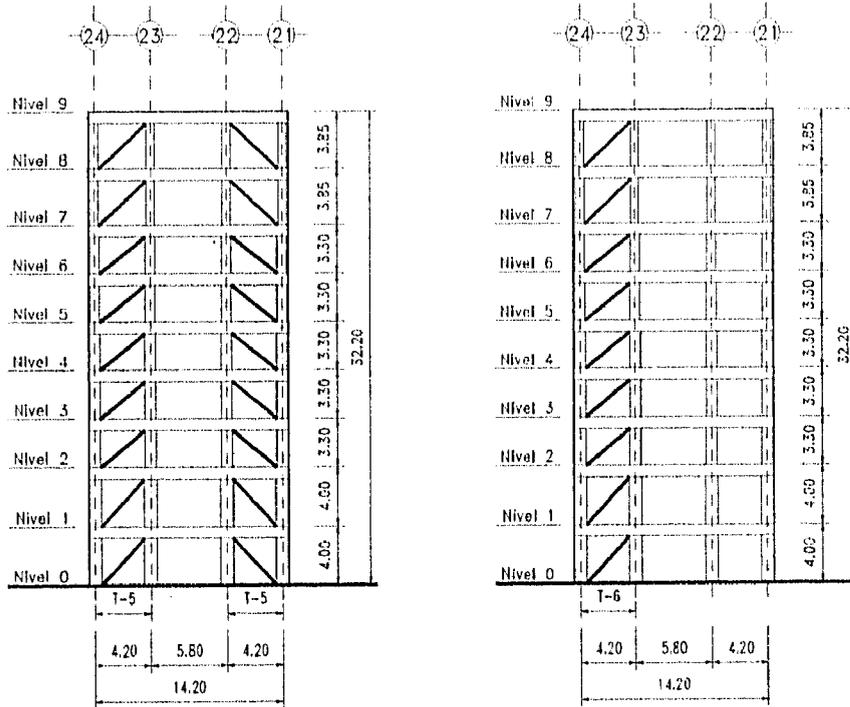


Figura 4.3 Refuerzo estructural en elevación de los ejes J e I ; H y K.

Tabla 4.3 Dimensiones de diagonales y tipo de conexión.

Diagonal Tipo	Nivel (1 - 3)		Nivel (4 - 6)		Nivel (7 - 9)	
	OC x Area	Conexión Tipo	OC x Area	Conexión Tipo	OC x Area	Conexión Tipo
T - 5	10" x 76.8	7	8" x 82.4	8	6" x 36.0	9
T - 6	8" x 82.4	10	8" x 82.4	11	6" x 36.0	12

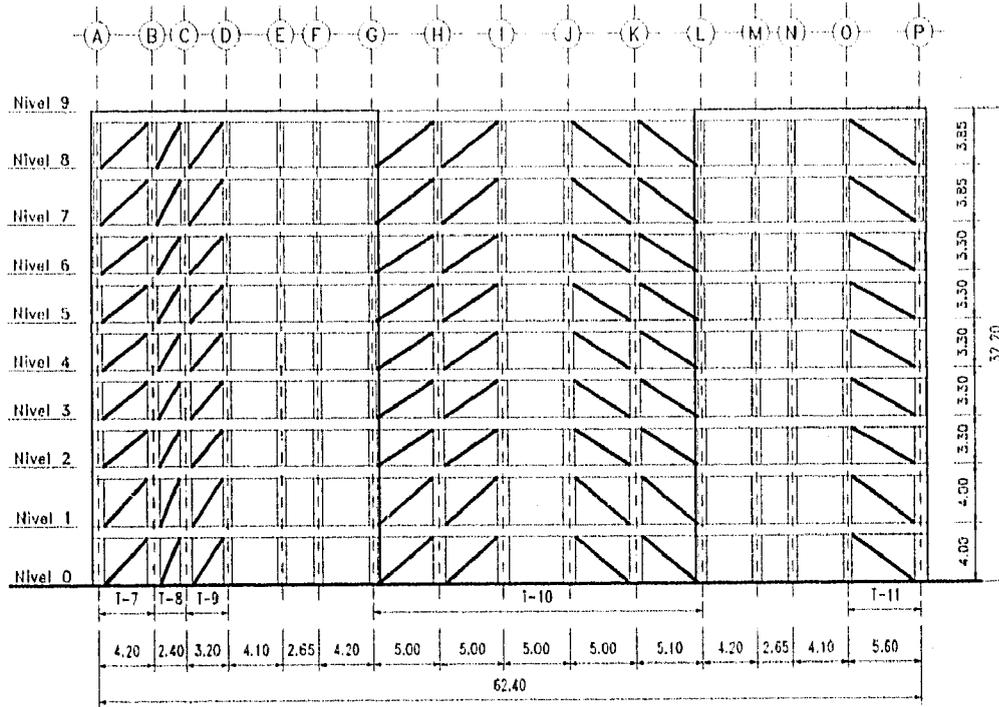


Figura 4.4 Refuerzo estructural en elevación de los ejes 20 y 21.

Tabla 4.4 Dimensiones de diagonales y tipo de conexión.

Diagonal Tipo	Nivel (1 - 3)		Nivel (4 - 6)		Nivel (7 - 9)	
	OC x Area	Conexión Tipo	OC x Area	Conexión Tipo	OC x Area	Conexión Tipo
T - 7	8" x 82.4	13	8" x 46.9	14	6" x 36.0	15
T - 8	8" x 82.4	16	8" x 46.9	17	6" x 36.0	18
T - 9	8" x 82.4	19	8" x 46.9	20	6" x 36.0	21
T - 10	8" x 82.4	22	8" x 46.9	23	6" x 36.0	24
T - 11	8" x 82.4	25	8" x 46.9	26	6" x 36.0	27

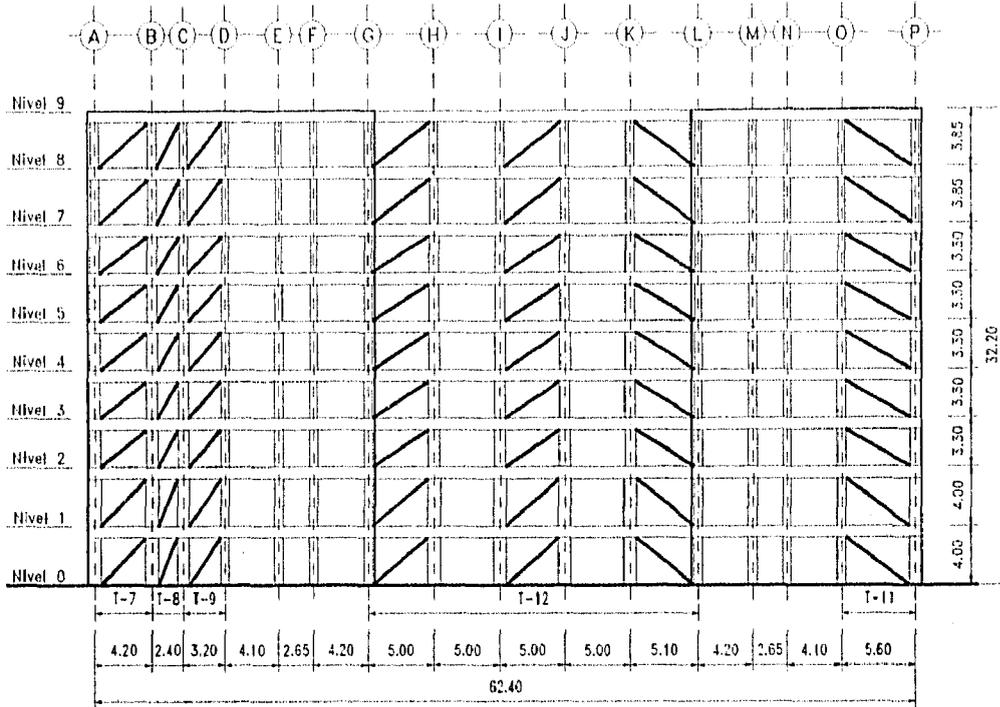


Figura 4.5 Refuerzo estructural en elevación de los ejes 24 y 25.

Tabla 4.5 Dimensiones de diagonales y tipo de conexión.

Diagonal Tipo	Nivel (1 - 3)		Nivel (4 - 6)		Nivel (7 - 9)	
	OC x Area	Conexión Tipo	OC x Area	Conexión Tipo	OC x Area	Conexión Tipo
T - 7	8" x 82.4	13	8" x 46.9	14	6" x 36.0	15
T - 8	8" x 82.4	16	8" x 46.9	17	6" x 36.0	18
T - 9	8" x 82.4	19	8" x 46.9	20	6" x 36.0	21
T - 11	8" x 82.4	25	8" x 46.9	26	6" x 36.0	27
T - 12	8" x 82.4	28	8" x 46.9	29	8" x 36.0	30

4.3 Análisis de la estructura reforzada.

Conocido entonces el proyecto ejecutivo de refuerzo estructural se procedió a realizar el análisis de dicha estructura, siguiendo el mismo procedimiento que se llevo a cabo para la revisión sin refuerzo, es decir, primeramente se obtendrán las rigideces en los marcos con el método estático y posteriormente se analizará con el método dinámico, con el fin de obtener los desplazamientos que ahora experimentaría dicha estructura ante una fuerza sísmica.

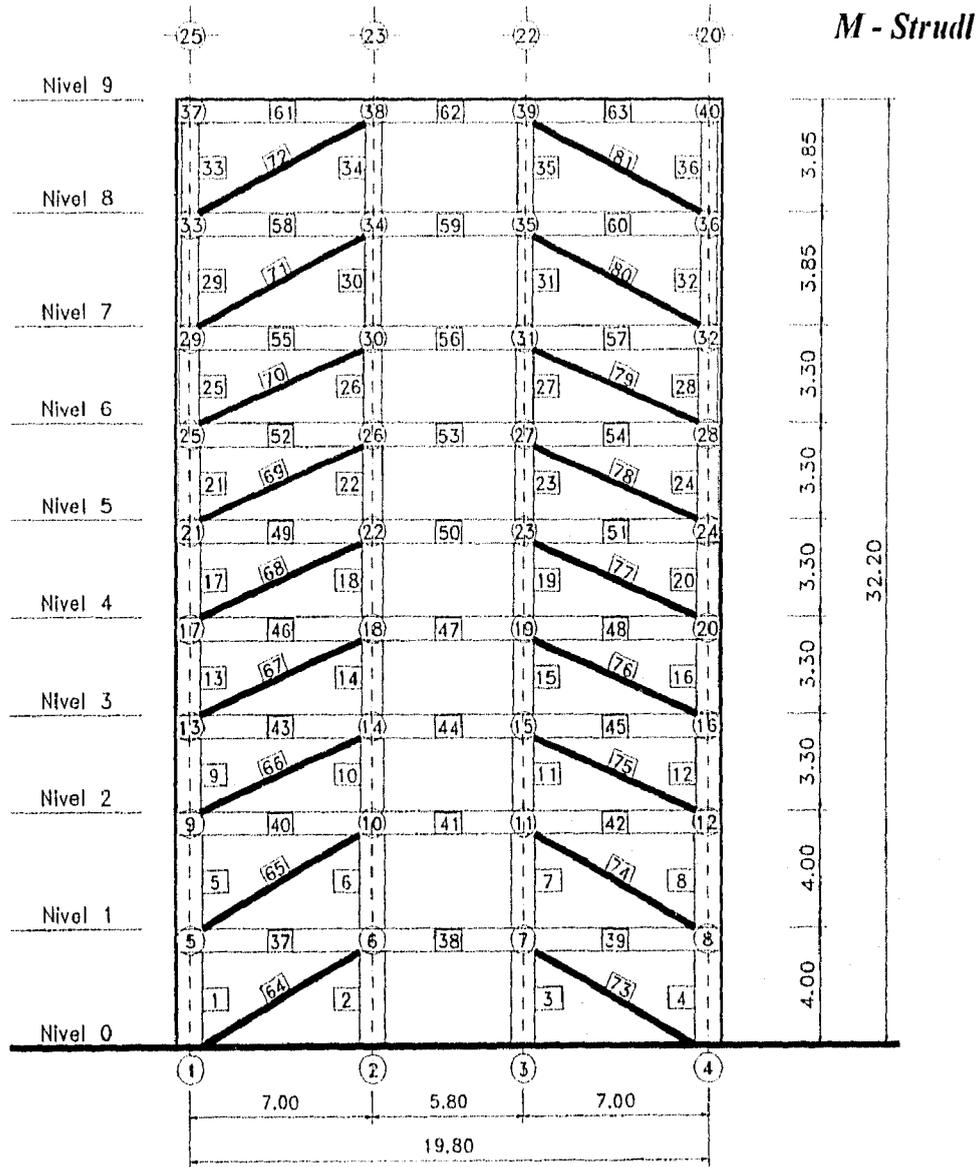
Análisis Estático.

Para realizar el análisis estático se utilizó de igual forma el programa de computadora M-STRU DL, para obtener las rigideces de los marcos considerando ahora, la adición de los elementos de rigidización.

Para el procesamiento de datos, se modelaron en elevación los elementos estructurales de cada uno de los marcos que integran la estructura del cuerpo 1 y se introdujeron al programa las características de cada uno, siguiendo los mismos parámetros de análisis que para la revisión de la estructura original.

La siguiente corrida se muestra como ejemplo de la aplicación de fuerzas en un marco contraventeado, ya que como sabemos, este procedimiento es el mismo para todos los marcos; al igual que en la revisión de la estructura original, el marco "A" se ha tomado como muestra, a fin de mantenerlo como parámetro de comparación para nuestras conclusiones. Enseguida se muestran también las tablas de los desplazamientos obtenidos por nivel en cada nodo y su desplazamiento máximo total, para que posterior al análisis dinámico, se realice la comparación y evaluación de los resultados correspondientes.

Análisis Estático - Rigideces por marco.



Denominación de elementos estructurales.

Marco "A"

TYPE OF THE STRUCTURE	:	PLANE FRAME
RESTART STATUS	:	NONE GIVEN
DESIGNATED UNITS	:	MTONS METERS DEGREES
No. OF JOINTS DEFINED	:	40
No. OF MEMBERS DEFINED	:	81
No. OF PLATE ELEMENTS DEFINED	:	0
No. OF DIFF. MATERIAL DEFINED	:	2
No. OF DIFF. SECTION PROPERTIES DEFINED	:	8
No. OF DIFF. TYPES OF SPRINGD DEFINED	:	0

LISTING OF THE INPUT FILE

1) TYPE PLANE FRAME	40) 37 5 6
2) HOSPITAL 20 DE NOVIEMBRE EDIF. A	41) 38 6 7
SISMO A	42) 39 7 8
3) UNITS MTONS METERS	43) 37 TO 61 BY 3 BY 4 J BY 4
4) JOINT COORDINATES	44) 38 TO 62 BY 3 BY 4 J BY 4
5) 1 0 0 S	45) 39 TO 63 BY 3 BY 4 J BY 4
6) 2 7.0 0 S	46) 64 1 6
7) 3 12.8 0 S	47) 72 33 36
8) 4 19.8 0 S	48) 64 TO 72 BY 4 J BY 4
9) 5 0 4.0	49) 73 4 7
10) 6 7.0 4.0	50) 81 36 39
11) 7 12.8 4.0	51) 73 TO 81 BY 4 J BY 4
12) 8 19.8 4.0	52) MATERIAL PROPERTY
13) 9 0 8.0	53) CONC E 1581139 1 TO 63
14) 10 7.0 8.0	54) ACER E 21000000 64 TO 81
15) 11 12.8 8.0	55) MEMBER PROPERTY
16) 12 19.8 8.0	56) COLPB AX 0.903 IZ 0.068 1 TO 4
17) 29 0 24.5	57) COLN1 AX 0.723 IZ 0.044 5 TO 8
18) 30 7.0 24.5	58) COLN2 AX 0.640 IZ 0.034 9 TO 16
19) 31 12.8 24.5	59) COLN4 AX 0.563 IZ 0.026 17 TO 20
20) 32 19.8 24.5	60) COLN5 AX 0.490 IZ 0.020 21 TO 24
21) 33 0 28.35	61) COLN6 AX 0.360 IZ 0.011 25 TO 36
22) 34 7.0 28.35	62) TRA AX 0.150 IZ 0.0045 37 TO 63
23) 35 12.8 28.35	63) CVENT AX 0.0083 IZ 0.0000001 64 TO 81
24) 36 19.8 28.35	64) BRE
25) 37 0 32.2	65) STIFF ANA
26) 38 7.0 32.2	66) LOAD RIGIDEZ
27) 39 12.8 32.2	67) JOIN LOAD
28) 40 19.8 32.2	68) 5 TO 8 FOR X -6.1
29) 9 TO 29 BY 4	69) 9 TO 12 FOR X 0.9
30) 10 TO 30 BY 4	70) 13 TO 16 FOR X 3.38
31) 11 TO 31 BY 4	71) 17 TO 20 FOR X 3.93
32) 12 TO 32 BY 4	72) 21 TO 24 FOR X 6.04
33) MEM INC	73) 25 TO 28 FOR X 7.50
34) 1 1 5	74) 29 TO 32 FOR X 9.08
35) 1 TO 4	75) 33 TO 36 FOR X 13.24
36) 1 TO 33 BY 4 BY 4 J BY 4	76) 37 TO 40 FOR X 12.91
37) 2 TO 34 BY 4 BY 4 J BY 4	77) REPORT DEVICE REA
38) 3 TO 35 BY 4 BY 4 J BY 4	78) PRINT INPUT
39) 4 TO 36 BY 4 BY 4 J BY 4	79) LIST ALL
	80) FINISH

TYPE OF THE PROBLEM	: PLANE FRAME
RESTART STATUS	: NONE GIVEN
ACTIVE UNITS	: MTONS METERS DEGREES

RESULTS OF ANALYSIS
RESULTANT JOINT DISPLACEMENTS

JOIN No.	GLOBAL DISPLACEMENTS		ROTATION
	X DIRECTION	Y DIRECTION	Z DIRECTION
1	0.000000	0.000000	-0.000000
2	0.000000	-0.000000	-0.000000
3	0.000000	0.000000	-0.000000
4	0.000000	-0.000000	-0.000000
5	0.0059848	0.0008370	-0.1303110
6	0.0040145	-0.0007372	-0.0947605
7	0.0040145	0.0007372	-0.0947605
8	0.0059848	-0.0008370	-0.1303110
9	0.0161723	0.0016758	-0.1533188
10	0.0133643	-0.0015473	-0.1464025
11	0.0133643	0.0015473	-0.1464025
12	0.0161723	-0.0016758	-0.1533188
13	0.0256383	0.0023037	-0.1639659
14	0.0229648	-0.0021328	-0.1595468
15	0.0229648	0.0021328	-0.1595468
16	0.0256383	-0.0023037	-0.1639590
17	0.0352763	0.0027827	-0.1622635
18	0.0327625	-0.0025934	-0.1568896
19	0.0327625	0.0025934	-0.1568896
20	0.0352763	-0.0027827	-0.1622635
21	0.0446863	0.0031713	-0.1547790
22	0.0424320	-0.0029831	-0.1487049
23	0.0423200	0.0029831	-0.1487049
24	0.0446863	-0.0031713	-0.1547790
25	0.0535420	0.0034617	-0.1429357
26	0.0515975	-0.0032927	-0.1324698
27	0.0515975	0.0032927	-0.1324698
28	0.0535420	-0.0034617	-0.1429357
29	0.0615991	0.0036812	-0.1225866
30	0.0600509	-0.0035557	-0.1066887
31	0.0600509	0.0035557	-0.1066887
32	0.0615991	-0.0036812	-0.1225866
33	0.0692418	0.0037609	-0.0936710
34	0.0683173	-0.0037161	-0.0861334
35	0.0683173	0.0037161	-0.0861334
36	0.0692418	-0.0037609	-0.0936710
37	0.0749418	0.0037612	-0.0782013
38	0.0745527	-0.0037533	-0.0477124
39	0.0745527	0.0037533	-0.0477124
40	0.0749418	-0.0037612	-0.0782013

TYPE OF THE PROBLEM : PLANE FRAME
 RESTART STATUS : NONE GIVEN
 ACTIVE UNITS : MTONS METERS DEGREES

RESULTS OF ANALYSIS
 RESULTANT MEMBER FORCES

MEMBER No.	SECTION TAG.	JOIN No.	AXIAL FORCE	LOCAL Y SHEAR FORCE	LOCAL Z MOMENT
1	COLPB	1	-296.7739	28.9510	119.0352
		5	298.7739	-28.9510	-3.2312
2	COLPB	2	263.1486	14.2478	72.9510
		6	-263.1486	-14.2478	-15.9597
3	COLPB	3	-263.1486	14.2478	72.9510
		7	263.1486	-14.2478	-15.9597
4	COLPB	4	298.7739	28.9510	119.0352
		8	-298.7739	-28.9510	-3.2312
5	COLN1	5	-239.7062	3.7436	14.4715
		9	239.7062	-3.7436	0.5031
6	COLN1	6	231.4972	12.1527	39.9817
		10	-231.4972	-12.1527	8.6291
7	COLN1	7	-231.4972	12.1527	39.9817
		11	231.4972	-12.1527	8.6291
8	COLN1	8	239.7062	3.7436	14.4715
		12	-239.7062	-3.7436	0.5031
9	COLN2	9	-192.5406	5.9024	12.7661
		13	192.5406	-5.9024	6.7117
10	COLN2	10	179.5444	14.1768	27.1289
		14	-179.5444	-14.1768	19.6545
11	COLN2	11	-179.5444	14.1768	27.1289
		15	179.5444	-14.1768	19.6545
12	COLN2	12	192.5406	5.9024	12.7661
		16	-192.5406	-5.9024	6.7117
13	COLN2	13	-146.8915	4.3674	6.7222
		17	146.8915	-4.3674	7.6902
14	COLN2	14	141.2532	12.2955	19.5320
		18	-141.2532	-12.2955	21.0430
15	COLN2	15	-141.2532	12.2955	19.5320
		19	141.2532	-12.2955	21.0430
16	COLN2	16	146.8915	4.3674	6.7222
		20	-146.8915	-4.3674	7.6902
17	COLN4	17	-104.8270	3.8406	4.7096
		21	104.8270	-3.8406	7.9642
18	COLN4	18	105.1240	11.9291	17.9035
		22	-105.1240	-11.9291	21.4626
19	COLN4	19	-105.1240	11.9291	17.9035
		23	105.1240	-11.9291	21.4626
20	COLN4	20	104.8270	3.8406	4.7096
		24	-104.8270	-3.8406	7.9642

TYPE OF THE PROBLEM : PLANE FRAME
 RESTART STATUS : NONE GIVEN
 ACTIVE UNITS : MTONS METERS DEGREES

RESULTS OF ANALYSIS
 RESULTANT MEMBER FORCES

MEMBER No.	SECTION TAG.	JOIN No.	AXIAL FORCE	LOCAL Y SHEAR FORCE	LOCAL Z MOMENT
21	COLN5	21	-68.1778	2.9796	2.9356
		25	68.1778	-2.9796	6.8972
22	COLN5	22	72.6897	11.2801	15.8968
		26	-72.6897	-11.2801	21.3274
23	COLN5	23	-72.6297	11.2801	15.8968
		27	72.6897	-11.2801	21.3274
24	COLN5	24	68.1778	2.9796	2.9356
		28	-68.1778	-2.9796	6.8972
25	COLN6	25	-37.8662	2.3847	2.0629
		29	37.8662	-2.3847	5.8066
26	COLN6	26	45.3667	9.0958	12.6366
		30	-45.3667	-9.0958	17.3796
27	COLN6	27	-45.3667	9.0958	12.6366
		31	45.3667	-9.0958	17.3796
28	COLN6	28	37.8662	2.3847	2.0629
		32	-37.8662	-2.3847	5.8066
29	COLN6	29	-11.7708	1.3785	0.3736
		33	11.7708	-1.3785	4.9334
30	COLN6	30	23.7149	6.5393	10.9674
		34	-23.7149	-6.5393	14.2088
31	COLN6	31	-23.7149	6.5393	10.9674
		35	23.7149	-6.5393	14.2088
32	COLN6	32	11.7708	1.3785	0.3736
		36	-11.7708	-1.3785	4.9334
33	COLN6	33	-0.0441	-0.2725	-1.7442
		37	0.0441	0.2725	0.6952
34	COLN6	34	5.4994	6.3583	9.2104
		38	-5.4994	-6.3583	15.2691
35	COLN6	35	-5.4994	6.3583	9.2104
		39	5.4994	-6.3583	15.2691
36	COLN6	36	0.0441	-0.2725	-1.7442
		40	-0.0441	0.2725	0.6952
37	TRA	5	66.7563	-3.0306	-11.2376
		6	-66.7563	3.0306	-9.9763
38	TRA	6	0.0000	-4.8429	-14.0445
		7	0.0000	4.8429	-14.0445
39	TRA	7	-66.7563	-3.0306	-9.9763
		8	66.7563	3.0306	-11.2376
40	TRA	9	95.1396	-3.7553	-13.2661
		10	-95.1396	3.7553	-13.0207

TYPE OF THE PROBLEM : PLANE FRAME
 RESTART STATUS : NONE GIVEN
 ACTIVE UNITS : MTONS METERS DEGREES

RESULTS OF ANALYSIS
 RESULTANT MEMBER FORCES

MEMBER No.	SECTION TAG.	JOIN No.	AXIAL FORCE	LOCAL Y SHEAR FORCE	LOCAL Z MOMENT
41	TRA	10	0.0000	-7.8395	-22.7346
		11	0.0000	7.8395	-22.7346
42	TRA	11	-95.1396	-3.7553	-13.0207
		12	95.1396	3.7553	-13.2661
43	TRA	13	90.5822	-3.8150	-13.4309
		14	-90.5822	3.8150	-13.2741
44	TRA	14	0.0000	-8.9342	-25.9093
		15	0.0000	8.9342	-25.9093
45	TRA	15	-90.5822	-3.8150	-13.2741
		16	90.5822	3.8150	-13.4309
46	TRA	17	85.1735	-3.5148	-12.3971
		18	-85.1735	3.5148	-12.2064
47	TRA	18	0.0000	-9.2197	-26.7371
		19	0.0000	9.2197	-26.7371
48	TRA	19	-85.1735	-3.5148	-12.2064
		20	85.1735	3.5148	-12.3971
49	TRA	21	76.3794	-3.0828	-10.8975
		22	-76.3794	3.0280	-10.6820
50	TRA	22	0.0000	-9.1982	-26.6747
		23	0.0000	9.1982	-26.6747
51	TRA	23	-76.3794	-3.0828	-10.6820
		24	76.3794	3.0828	-10.8750
52	TRA	25	65.8845	-2.5065	-8.9583
		26	-65.8845	2.5065	-8.5870
53	TRA	26	0.0000	-8.7500	-25.3749
		27	0.0000	8.7500	-25.3749
54	TRA	27	-65.8845	-2.5065	-8.5870
		28	65.8845	2.5065	-8.9583
55	TRA	29	52.4560	-1.6849	-6.1792
		30	-52.4560	1.6849	-5.6151
56	TRA	30	0.0000	-7.8381	-22.7305
		31	0.0000	7.8381	-22.7305
57	TRA	31	-52.4560	-1.6849	-5.6151
		32	52.4560	1.6849	-6.1792
58	TRA	33	31.3233	-0.8729	-3.1888
		34	-31.3233	0.8729	-2.9214
59	TRA	34	0.0000	-7.0679	-20.4970
		35	0.0000	7.0679	-20.4970
60	TRA	35	-31.3233	-0.8729	-2.9214
		36	31.3233	0.8729	-3.1888

TYPE OF THE PROBLEM : PLANE FRAME
 RESTART STATUS : NONE GIVEN
 ACTIVE UNITS : MTONS METERS DEGREES

RESULTS OF ANALYSIS
 RESULTANT MEMBER FORCES

MEMBER No.	SECTION TAG.	JOIN No.	AXIAL FORCE	LOCAL Y SHEAR FORCE	LOCAL Z MOMENT
61	TRA	37	13.1825	-0.0441	-0.6952
		38	-13.1825	0.0441	0.3866
62	TRA	38	0.0000	-5.3985	-15.6557
		39	0.0000	5.3985	-15.6557
63	TRA	39	-13.1825	-0.0441	0.3866
		40	13.1825	0.0441	-0.6952
64	CVENT	1	-67.4480	-0.0002	-0.0004
		6	67.4480	0.0002	-0.0012
65	CVENT	5	-112.9453	-0.0007	-0.0026
		10	112.9453	0.0007	-0.0027
66	CVENT	9	-101.8005	-0.0008	-0.0031
		14	101.8005	0.0008	-0.0031
67	CVENT	13	-98.1039	-0.0008	-0.0030
		18	98.1039	0.0008	-0.0030
68	CVENT	17	-90.4017	-0.0007	-0.0027
		22	90.4017	0.0007	-0.0026
69	CVENT	21	-78.7159	-0.0006	-0.0023
		26	78.7159	0.0006	-0.0021
70	CVENT	25	-65.2050	-0.0004	-0.0018
		30	65.2050	0.0004	-0.0015
71	CVENT	29	-50.6523	-0.0002	-0.0011
		34	50.6523	0.0002	-0.0008
72	CVENT	33	-22.5221	0.0000	-0.0004
		38	22.5221	0.0000	0.0001
73	CVENT	4	67.4480	-0.0002	-0.0004
		7	-67.4480	0.0002	-0.0012
74	CVENT	8	112.9453	-0.0007	-0.0026
		11	-112.9453	0.0007	-0.0027
75	CVENT	12	101.8005	-0.0008	-0.0031
		15	-101.8005	0.0008	-0.0031
76	CVENT	16	98.1039	-0.0008	-0.0030
		19	-98.1039	0.0008	-0.0030
77	CVENT	20	90.4017	-0.0007	-0.0027
		23	-90.4017	0.0007	-0.0026
78	CVENT	24	78.7159	-0.0006	-0.0023
		27	-78.7159	0.0006	-0.0021
79	CVENT	28	65.2050	-0.0004	-0.0018
		31	-65.2050	0.0004	-0.0015
80	CVENT	32	50.6523	-0.0002	-0.0011
		35	-50.6523	0.0002	-0.0008
81	CVENT	36	22.5221	0.0000	-0.0004
		39	-22.5221	0.0000	0.0001

TYPE OF THE PROBLEM	: PLANE FRAME
RESTART STATUS	: NONE GIVEN
ACTIVE UNITS	: MTONS METERS DEGREES

RESULTS OF ANALYSIS
JOINT REACTIONS AT SUPPORTS

JOIN No.	GLOBAL REACTION		
	X FORCE	Y FORCE	Z MOMENT
1	-87.5122	-332.2377	119.0349
2	-14.2478	263.1486	72.9510
3	-14.2478	-263.1486	72.9510
4	-87.5122	332.2377	119.0349
TOTAL	-203.5200	0.0000	5436.0160

**DESPLAZAMIENTOS OBTENIDOS POR NIVEL
(ESTRUCTURA REFORZADA)**

NIVEL: 9

Desplazamientos en cm.

SENTIDO		DESPLAZAMIENTO MAXIMO (cm)
LONGITUDINAL (EJE X)		2.9
TRANSVERSAL (EJE Y)		8.0

Ejes	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
25 X	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9					2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
25 Y	7.5	8.0	8.8	8.0		6.1	5.9					5.9	2.8	8.0	8.0	7.5
24 X						2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.6	2.6				
24 Y						6.1	5.9	6.4	6.8	5.8	5.4	5.9				
23 X	2.5	2.5	2.5	2.5		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	7.5		2.5	2.5	2.5
23 Y	7.5	8.0	8.0	8.8		6.1	6.9	5.4	6.8	6.8	5.4	5.9		8.0	8.0	7.5
22 X	2.5	2.5	2.5	2.5		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	7.5		2.5	2.5	2.5
22 Y	7.5	8.0	8.0	8.0		6.1	6.9	6.4	6.8	6.8	5.4	5.9		8.0	8.0	7.5
21 X						2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7				
21 Y						6.1	5.9	5.4	5.8	5.8	5.4	5.9				
20 X	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9					2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
20 Y	7.5	8.0	8.0	8.0		6.1	5.9					5.9	2.8	8.0	8.0	7.5

NIVEL: 8

Desplazamientos en cm.

SENTIDO		DESPLAZAMIENTO MAXIMO (cm)
LONGITUDINAL (EJE X)		2.6
TRANSVERSAL (EJE Y)		7.4

Ejes	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
25 X	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6					2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
25 Y	6.9	7.4	7.4	7.4		5.7	5.3					5.3	7.4	7.4	7.4	6.9
24 X						2.4	2.4	2.4	2.3	2.4	2.4	2.4				
24 Y						5.7	5.3	4.9	5.2	5.2	4.9	5.3				
23 X	2.3	2.3	2.3	2.3		2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3		2.3	2.3	2.3
23 Y	6.8	7.4	7.4	7.4		5.7	5.3	4.9	5.2	5.2	4.9	5.3		7.4	7.4	6.8
22 X	2.3	2.3	2.3	2.3		2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3		2.3	2.3	2.3
22 Y	6.8	7.4	7.4	7.4		5.7	5.3	4.9	5.2	5.2	4.9	5.3		7.4	7.4	6.8
21 X						2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5				
21 Y						5.7	5.3	4.9	5.2	5.2	4.9	5.3				
20 X	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6					2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
20 Y	6.8	7.4	7.4	7.4		5.7	5.3					5.3	7.4	7.4	7.4	6.8

NIVEL: 7

Desplazamientos en cm.

SENTIDO		DESPLAZAMIENTO MAXIMO (cm)
LONGITUDINAL (EJE X)		2.3
TRANSVERSAL (EJE Y)		6.6

Ejes	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
25 X	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3					2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
25 Y	6.2	6.8	6.6	6.6		5.0	4.7					4.7	6.6	6.6	6.6	6.2
24 X						2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.2				
24 Y						5.0	4.7	4.3	4.5	4.5	4.3	4.7				
23 X	2.1	2.1	2.1	2.1		2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1		2.1	2.1	2.1
23 Y	8.0	8.6	8.6	8.6		5.0	4.6	4.3	4.6	4.5	4.3	4.6		8.6	8.6	8.0
22 X	2.1	2.1	2.1	2.1		2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1		2.1	2.1	2.1
22 Y	6.0	6.6	6.6	6.6		5.0	4.6	4.3	4.5	4.5	4.3	4.6		6.6	6.6	6.0
21 X						2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2				
21 Y						5.0	4.7	4.3	4.5	4.5	4.3	4.7				
20 X	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3					2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
20 Y	6.2	6.8	6.6	6.6		5.0	4.7					4.7	6.6	6.6	6.6	6.2

DESPLAZAMIENTOS OBTENIDOS POR NIVEL
(ESTRUCTURA REFORZADA)

NIVEL: 6

Desplazamientos en cm.

SENTIDO		DESPLAZAMIENTO MAXIMO (cm)
LONGITUDINAL (EJE X)		2.0
TRANSVERSAL (EJE Y)		5.7

Ejes	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
25 X	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0					2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
25 Y	5.4	5.7	5.7	5.7		4.3	4.1					4.1		5.7	5.7	5.4
24 X						1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9				
24 Y						4.3	4.1	3.7	3.9	3.9	3.7	4.1				
23 X	1.8	1.8	1.8	1.8		1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8		1.8	1.8	1.8
23 Y	5.2	5.7	5.7	5.7		4.3	4.0	3.8	3.8	3.8	3.6	4.0		5.7	5.7	5.2
22 X	1.8	1.8	1.8	1.8		1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8		1.8	1.8	1.8
22 Y	5.2	5.7	5.7	5.7		4.3	4.0	3.6	3.8	3.8	3.6	4.0		5.7	5.7	5.2
21 X						2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	2.0				
21 Y						4.3	4.1	3.6	3.9	3.9	3.6	4.1				
20 X	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0					2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
20 Y	5.4	5.7	5.7	5.7		4.3	4.1					4.1		5.7	5.7	5.4

NIVEL: 5

Desplazamientos en cm.

SENTIDO		DESPLAZAMIENTO MAXIMO (cm)
LONGITUDINAL (EJE X)		1.7
TRANSVERSAL (EJE Y)		4.8

Ejes	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
25 X	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7					1.7	1.7	1.6	1.6	1.7
25 Y	4.5	4.8	4.8	4.8		3.6	3.4					3.4		4.8	4.8	4.5
24 X						1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6				
24 Y						3.6	3.4	3.1	3.2	3.2	3.1	3.4				
23 X	1.5	1.5	1.5	1.5		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6		1.5	1.5	1.5
23 Y	4.2	4.8	4.8	4.8		3.8	3.3	3.0	3.2	3.2	3.0	3.3		4.8	4.8	4.2
22 X	1.5	1.5	1.5	1.5		1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.5		1.5	1.5	1.5
22 Y	4.2	4.8	4.8	4.8		3.8	3.3	3.8	3.2	3.2	3.0	3.3		4.8	4.8	4.2
21 X						1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6	1.7				
21 Y						3.6	3.4	3.0	3.2	3.2	3.0	3.4				
20 X	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7					1.7	1.7	1.6	1.6	1.7
20 Y	4.5	4.8	4.8	4.8		3.8	3.4					3.4		4.8	4.8	4.5

NIVEL: 4

Desplazamientos en cm.

SENTIDO		DESPLAZAMIENTO MAXIMO (cm)
LONGITUDINAL (EJE X)		1.4
TRANSVERSAL (EJE Y)		3.9

Ejes	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
26 X	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4					1.3	1.3	1.3	1.3	1.4
26 Y	3.5	3.9	3.9	3.9		2.8	2.7					2.7		3.9	3.9	3.5
24 X						1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3				
24 Y						2.8	2.7	2.4	2.5	2.5	2.4	2.7				
23 X	1.2	1.2	1.2	1.2		1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2		1.2	1.2	1.2
23 Y	3.3	3.9	3.9	3.9		2.8	2.6	2.3	2.5	2.5	2.3	2.6		3.9	3.9	3.3
22 X	1.2	1.2	1.2	1.2		1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2		1.2	1.2	1.2
22 Y	3.3	3.9	3.9	3.9		2.8	2.6	2.3	2.5	2.5	2.3	2.6		3.9	3.9	3.3
21 X						1.4	1.4	1.3	1.2	1.2	1.3	1.3				
21 Y						2.8	2.7	2.3	2.5	2.5	2.3	2.7				
20 X	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4					1.3	1.3	1.3	1.3	1.4
20 Y	3.5	3.9	3.9	3.9		2.8	2.7					2.7		3.9	3.9	3.5

DESPLAZAMIENTOS OBTENIDOS POR NIVEL
(ESTRUCTURA REFORZADA)

NIVEL: 3

Desplazamientos en cm.

SENTIDO	DESPLAZAMIENTO MAXIMO (cm)
LONGITUDINAL (EJE X)	1.1
TRANSVERSAL (EJE Y)	2.9

Ejes	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
25 X	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.1					1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
25 Y	2.6	2.9	2.9	2.9		2.1	1.9					1.9		2.9	2.9	2.6
24 X						1.0	1.0	0.9	0.8	0.9	1.0	1.0				
24 Y						2.1	1.9	1.8	1.9	1.9	1.8	1.9				
23 X	0.9	0.9	0.9	0.9		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9		0.9	0.9	0.9
23 Y	2.3	2.9	2.9	2.9		2.1	1.8	1.7	1.8	1.8	1.7	1.8		2.9	2.9	2.3
22 X	0.9	0.9	0.9	0.9		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9		0.9	0.9	0.9
22 Y	2.3	2.9	2.9	2.9		2.1	1.8	1.7	1.8	1.8	1.7	1.9		2.9	2.9	2.3
21 X						1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0				
21 Y						2.1	1.9	1.7	1.9	1.9	1.7	1.9				
20 X	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.1					1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
20 Y	2.6	2.8	2.8	2.9		2.1	1.9					1.9	1.0	2.9	2.6	2.6

NIVEL: 2

Desplazamientos en cm.

SENTIDO	DESPLAZAMIENTO MAXIMO (cm)
LONGITUDINAL (EJE X)	0.7
TRANSVERSAL (EJE Y)	1.8

Ejes	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
25 X	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7					0.6	0.6	0.6	0.6	0.7
25 Y	1.6	1.8	1.8	1.8		1.3	1.2					1.2		1.8	1.8	1.6
24 X						0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.7				
24 Y						1.3	1.2	1.1	1.2	1.2	1.1	1.2				
23 X	0.6	0.6	0.6	0.6		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6		0.6	0.6	0.6
23 Y	1.3	1.8	1.8	1.8		1.3	1.1	1.9	1.1	1.1	1.0	1.1		1.8	1.8	1.3
22 X	0.6	0.6	0.6	0.6		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6		0.6	0.6	0.6
22 Y	1.3	1.8	1.8	1.8		1.3	1.1	1.6	1.1	1.1	1.0	1.1		1.8	1.8	1.3
21 X						0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7				
21 Y						1.3	1.2	1.0	1.2	1.2	1.8	1.2				
20 X	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7					0.6	0.6	0.6	0.6	0.7
20 Y	1.8	1.8	1.8	1.8		1.3	1.2					1.2	0.6	1.8	1.8	1.8

NIVEL: 1

Desplazamientos en cm.

SENTIDO	DESPLAZAMIENTO MAXIMO (cm)
LONGITUDINAL (EJE X)	0.3
TRANSVERSAL (EJE Y)	0.6

Ejes	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
25 X	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3					0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
25 Y	0.6	0.6	0.6	0.6		0.4	0.4					0.4		0.6	0.6	0.6
24 X						0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3				
24 Y						0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4				
23 X	0.2	0.2	0.2	0.2		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2		0.2	0.2	0.2
23 Y	0.4	0.6	0.6	0.6		0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4		0.6	0.6	0.4
22 X	0.2	0.2	0.2	0.2		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2		0.2	0.2	0.2
22 Y	0.4	0.6	0.6	0.6		0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4		0.6	0.6	0.4
21 X						0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3				
21 Y						0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4				
20 X	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3					0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
20 Y	0.6	0.6	0.6	0.6		0.4	0.4					0.4	0.2	0.6	0.6	0.6

Análisis Dinámico.

Para realizar el análisis dinámico se utilizó de igual forma el programa de computadora SISCO, a fin de calcular y obtener los resultados mencionados en la revisión de la estructura original considerando ahora, la adición de los elementos de rigidización.

Para el procesamiento de información, se introdujeron al programa los datos de la estructura reforzada, siguiendo el mismo procedimiento que para la revisión de la estructura original, los cuales se muestran en la siguiente corrida.

MARCOS CONTRAVENTEADOS

ANALISIS SISMICO - R.C.D.F. 87

MARCOS PARALELOS AL EJE X

CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA

Nivel	Altura	Peso		
1	4.00	1,431.90	Número de marcos	8
2	4.00	1,332.70	Número de pisos	9
3	3.30	1,282.40	Altura total	32.20
4	3.30	1,256.90	Coefficiente sísmico	0.48
5	3.30	1,221.30	Módulo de elasticidad	1,581,139.00
6	3.30	1,177.60	Fac. de compl. sísmico	4.00
7	3.30	1,166.10	ESTRUCTURA DEL GRUPO: A	
8	3.85	1,180.70	EL COEF. SISMICO SE MULTIPLICO POR 1.5	
9	3.85	980.90	Localización del terreno en zona II	
			La estructura no es regular	

RESULTADOS RELATIVOS A LA FORMA DE VIBRAR DE LA ESTRUCTURA

	MODO 1	MODO 2	MODO 3
Frecuencia natural angular	9.447	24.203	38.975
Periodo expresado en segundos	0.665	0.259	0.161
Coefficiente de participación	1.384	-0.592	0.328

FORMA DE LOS MODOS

NIVEL	MODO 1	MODO 2	MODO 3
1	0.0950	-0.2169	0.3490
2	0.2532	-0.4071	0.7045
3	0.3804	-0.6513	0.6615
4	0.5017	-0.6864	0.2862
5	0.6207	-0.5812	-0.2877
6	0.7335	-0.3276	-0.7647
7	0.8361	0.0532	-0.8054
8	0.9359	0.5775	-0.0955
9	1.0000	1.0000	1.0000

De acuerdo al artículo 9.3 de las N.T.C.
los desplazamientos y cortantes dinámicos
en esta dirección fueron modificados

CORTANTES ESTATICOS Y DINAMICOS, RIGIDECES, DESPLAZAMIENTOS TOTALES Y RELACION DE DESPLAZAMIENTOS RELATIVO A ALTURA DE ENTREPISO DE LA ESTRUCTURA

Entrepiso	Cort - Est (ton)	Cort - Din (ton)	Rigidez (ton/m)	Desplz. Total (m)	O. Rel./Altura
0 - 1	1,654.58	1,323.66	599,081	0.0071	0.0018
1 - 2	1,604.61	1,288.27	352,124	0.0187	0.0029
2 - 3	1,511.62	1,212.46	413,820	0.0281	0.0028
3 - 4	1,385.21	1,108.06	397,354	0.0370	0.0027
4 - 5	1,225.14	979.06	356,945	0.0457	0.0026
5 - 6	1,034.45	827.28	315,367	0.0539	0.0025
6 - 7	816.69	655.53	270,456	0.0614	0.0023
7 - 8	567.48	460.81	189,371	0.0688	0.0020
8 - 9	275.51	227.35	138,647	0.0736	0.0013

Los desplazamientos están ya multiplicados por Q

MARCOS PARALELOS AL EJE Y

CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA

Nivel	Altura	Peso		
1	4.00	1,431.90	Número de marcos	14
2	4.00	1,332.70	Número de pisos	9
3	3.30	1,282.40	Altura total	32.20
4	3.30	1,256.90	Coefficiente sísmico	0.48
5	3.30	1,221.30	Módulo de elasticidad	1,581,139.00
6	3.30	1,177.60	Fac. de compl. sísmico	4.00
7	3.30	1,166.10	ESTRUCTURA DEL GRUPO: A	
8	3.85	1,180.70	EL COEF. SISMICO SE MULTIPLICO POR 1.5	
9	3.85	980.90	Localización del terreno en zona II	
			La estructura no es regular	

RESULTADOS RELATIVOS A LA FORMA DE VIBRAR DE LA ESTRUCTURA

	MODO 1	MODO 2	MODO 3
Frecuencia natural angular	6.607	16.143	25.388
Periodo expresado en segundos	0.950	0.389	0.247
Coefficiente de participación	1.434	-0.695	0.374

FORMA DE LOS MODOS

NIVEL	MODO 1	MODO 2	MODO 3
1	0.0686	-0.1905	0.2577
2	0.1944	-0.3747	0.5895
3	0.3108	-0.5342	0.6688
4	0.4323	-0.6141	0.4485
5	0.5551	-0.5768	-0.0327
6	0.6750	-0.3995	-0.5680
7	0.7883	-0.0789	-0.8314
8	0.9055	0.4326	-0.4035
9	1.0000	1.0000	1.0000

De acuerdo al artículo 9.3 de las N.T.C.
los desplazamientos y cortantes dinámicos
en esta dirección fueron modificados

CORTANTES ESTATICOS Y DINAMICOS, RIGIDECES, DESPLAZAMIENTOS TOTALES Y RELACION DE DESPLAZAMIENTOS RELATIVO A ALTURA DE ENTREPISO DE LA ESTRUCTURA

Entrepiso	Cort - Est (ton)	Cort - Din (ton)	Rigidez (ton/m)	Desplz. Total (m)	D. Rel./Altura
0 - 1	1,654.58	1,323.66	371,362	0.0114	0.0027
1 - 2	1,604.61	1,276.65	198,833	0.0319	0.0049
2 - 3	1,511.62	1,215.60	205,144	0.0508	0.0055
3 - 4	1,385.21	1,120.52	181,954	0.0705	0.0057
4 - 5	1,225.14	998.86	160,262	0.0902	0.0058
5 - 6	1,034.45	852.51	139,173	0.1094	0.0057
6 - 7	816.69	683.24	115,979	0.1277	0.0055
7 - 8	567.48	488.09	77,470	0.1467	0.0050
8 - 9	275.51	251.03	45,920	0.1625	0.0043

Los desplazamientos están ya multiplicados por Q

DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA

Nivel	Paralelas al eje X	Paralelas al eje Y
1	62.40	19.80
2	62.40	19.80
3	62.40	19.80
4	62.40	19.80
5	62.40	19.80
6	62.40	19.80
7	62.40	19.80
8	62.40	19.80
9	62.40	19.80

CENTROS DE GRAVEDAD DE LAS CARGAS

Nivel	Coordenada X	Coordenada Y
1	30.13	9.90
2	30.25	9.90
3	30.36	9.90
4	30.34	9.90
5	30.38	9.90
6	30.45	9.90
7	30.49	9.90
8	30.47	9.90
9	30.59	9.90

LOCALIZACION DE LOS MARCOS PARALELOS AL EJE - X -

Marco	Coordenada Y
1	0.00
2	0.00
3	2.80
4	7.00
5	12.80
6	17.00
7	19.80
8	19.80

LOCALIZACION DE LOS MARCOS PARALELOS AL EJE - Y -

Marco	Coordenada X
1	0.00
2	4.20
3	6.60
4	9.80
5	16.55
6	20.75
7	25.75
8	30.75
9	35.75
10	40.75
11	45.85
12	52.70
13	56.80
14	62.40

EXCENTRICIDADES Y MOMENTOS ANTES DE REVISAR LAS EXCENTRICIDADES DE DISEÑO

NIVEL	Es - x	Es - y	E1 - x	E2 - x	E1 - y	E2 - y	M1x	M12x	M1y	M12y
1	-0.07	-0.28	-6.35	6.17	-2.40	1.70	-3,175.72	2,250.93	-8,400.84	8,165.51
2	-0.64	-0.34	-7.19	5.60	-2.49	1.64	-3,206.89	2,113.37	-9,184.65	7,154.09
3	-0.79	-0.41	-7.42	5.45	-2.59	1.57	-3,142.06	1,906.41	-9,025.10	6,625.49
4	-0.76	-0.45	-7.38	5.48	-2.66	1.53	-2,945.98	1,692.59	-8,268.20	6,141.32
5	-0.69	-0.52	-7.27	5.55	-2.75	1.46	-2,695.27	1,434.05	-7,264.67	5,545.05
6	-0.58	-0.63	-7.10	5.66	-2.92	1.35	-2,415.41	1,119.74	-6,055.40	4,829.19
7	-0.45	-0.74	-6.92	5.79	-3.09	1.24	-2,025.73	812.76	-4,729.46	3,952.77
8	-0.23	-0.98	-6.58	6.01	-3.45	1.00	-1,589.11	461.27	-3,213.25	2,934.02
9	0.29	-1.30	6.68	-5.95	-3.93	0.68	-894.01	154.24	1,676.67	-1,492.98

No fue modificado ningún momento torsionante, ni excentricidades de diseño, de acuerdo al artículo 8.6 de las N.T.C.

ENTREPISO 0 - 1

Abscisa del centro de cortantes	30.44 m
Ordenada del centro de cortantes	9.90 m
Abscisa del centro de torsión	30.51 m
Ordenada del centro de torsión	10.18 m

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE X

Cortante estático	1,654.58 ton
Cortante dinámico	1,323.66 ton
Momento torsionante máximo	-3,175.72 ton-m
Momento torsionante mínimo	2,250.93 ton-m
Excentricidad máxima	-2.40 m
Excentricidad mínima	1.70 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE 20	67,711	0.113	187.01	149.61	13.50	-9.57	163.11	10.72	173.82
EJE 20'	29,966	0.050	82.76	66.21	5.98	-4.24	72.18	4.74	76.93
EJE 21	97,907	0.163	270.40	216.32	14.15	-10.03	230.48	11.23	241.71
EJE 22	92,167	0.154	254.55	203.64	5.74	-4.07	209.38	4.56	213.94
EJE 23	92,167	0.154	254.55	203.64	-4.73	3.35	206.99	3.75	210.75
EJE 24	121,487	0.203	335.53	268.42	-16.23	11.50	279.93	12.88	292.81
EJE 25	67,711	0.113	187.01	149.61	-12.76	9.04	158.65	10.13	168.78
EJE 25'	29,966	0.050	82.76	66.21	-5.65	4.00	70.21	4.48	74.69

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE Y

Cortante estático	1,654.58 ton
Cortante dinámico	1,323.66 ton
Momento torsionante máximo	-8,400.84 ton-m
Momento torsionante mínimo	8,165.51 ton-m
Excentricidad máxima	-6.35 m
Excentricidad mínima	6.17 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE A	38,212	0.103	170.25	136.20	60.42	-58.73	196.62	6.85	203.47
EJE B	12,610	0.034	56.18	44.95	17.19	-16.71	62.14	1.95	64.09
EJE C	12,610	0.034	56.18	44.95	15.63	-15.19	60.57	1.77	62.34
EJE D	9,517	0.026	42.40	33.92	10.21	-9.93	44.14	1.16	45.29
EJE E	20,851	0.056	92.90	74.32	15.09	-14.66	89.41	1.71	91.12
EJE G	45,054	0.121	200.73	160.59	22.79	-22.15	183.38	2.58	185.96
EJE H	39,437	0.106	175.71	140.57	9.73	-9.46	150.30	1.10	151.40
EJE I	25,667	0.069	114.36	91.49	-0.32	0.31	91.79	0.04	91.83
EJE J	25,667	0.069	114.36	91.49	-6.97	6.77	98.26	0.79	99.05
EJE K	39,437	0.106	175.71	140.57	-20.92	20.34	160.90	2.37	163.28
EJE L	45,054	0.121	200.73	160.59	-35.81	34.81	195.39	4.06	199.45
EJE N	9,517	0.026	42.40	33.92	-10.94	10.64	44.56	1.24	45.80
EJE O	9,517	0.026	42.40	33.92	-12.96	12.60	46.52	1.47	47.99
EJE P	38,212	0.103	170.25	136.20	-63.14	61.37	197.57	7.16	204.74

ENTREPISO 1 - 2

Abscisa del centro de cortantes	30.45 m
Ordenada del centro de cortantes	9.90 m
Abscisa del centro de torsión	31.09 m
Ordenada del centro de torsión	10.24 m

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE X

Cortante estático	1,604.61 ton
Cortante dinámico	1,288.27 ton
Momento torsionante máximo	-3,206.89 ton-m
Momento torsionante mínimo	2,113.37 ton-m
Excentricidad máxima	-2.49 m
Excentricidad mínima	1.64 m

MARCO	RIGIDOEZ (ton/m)	FACTOR OIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE 20	43,813	0.124	199.65	160.29	15.87	-10.46	176.16	13.63	189.79
EJE 20'	20,382	0.058	92.88	74.57	7.38	-4.86	81.95	6.34	88.29
EJE 21	60,189	0.171	274.28	220.21	15.84	-10.44	236.04	13.61	249.65
EJE 22	43,258	0.123	197.13	158.26	4.96	-3.27	163.22	4.26	167.48
EJE 23	43,258	0.123	197.13	158.26	-3.92	2.58	160.85	3.37	164.21
EJE 24	77,028	0.219	351.01	281.81	-18.42	12.14	293.95	15.82	309.77
EJE 25	43,813	0.124	199.65	160.29	-14.81	9.76	170.06	12.73	182.78
EJE 25'	20,382	0.058	92.88	74.57	-6.89	5.54	79.11	5.92	85.03

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE Y

Cortante estático	1,604.61 ton
Cortante dinámico	1,276.65 ton
Momento torsionante máximo	-9,184.65 ton-m
Momento torsionante mínimo	7,154.09 ton-m
Excentricidad máxima	-7.19 m
Excentricidad mínima	5.60 m

MARCO	RIGIDOEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE A	23,022	0.116	185.79	147.82	72.50	-56.47	220.32	7.59	227.91
EJE B	4,759	0.024	38.41	30.56	12.06	-10.10	43.52	1.36	44.88
EJE C	4,759	0.024	38.41	30.56	11.81	-9.20	42.36	1.24	43.60
EJE D	3,890	0.020	31.39	24.98	8.39	-6.53	33.37	0.88	34.24
EJE F	8,915	0.045	71.94	57.24	13.13	-10.23	70.37	1.38	71.74
EJE G	25,800	0.130	208.21	165.65	27.02	-21.05	192.67	2.83	195.50
EJE H	21,788	0.110	175.83	139.89	11.78	-9.18	151.67	1.23	152.91
EJE I	13,756	0.069	111.01	88.32	0.47	-0.37	88.79	0.05	88.84
EJE J	13,756	0.069	111.01	88.32	-6.49	5.06	93.38	0.68	94.06
EJE K	21,788	0.110	175.83	139.89	-21.32	16.61	156.50	2.23	158.73
EJE L	25,800	0.130	208.21	165.65	-38.58	30.05	195.70	4.04	199.74
EJE N	3,890	0.020	31.39	24.98	-8.52	6.63	31.61	0.89	32.50
EJE O	3,890	0.020	31.39	24.98	-10.13	7.89	32.87	1.06	33.93
EJE P	23,022	0.116	185.79	147.82	-73.02	56.87	204.69	7.65	212.34

ENTREPISO 2 - 3

Abscisa del centro de cortantes	30.46 m
Ordenada del centro de cortantes	9.90 m
Abscisa del centro de torsión	31.25 m
Ordenada del centro de torsión	10.31 m

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE X

Cortante estático	1,511.62 ton
Cortante dinámico	1,212.46 ton
Momento torsionante máximo	-3,142.06 ton-m
Momento torsionante mínimo	1,906.41 ton-m
Excentricidad máxima	-2.59 m
Excentricidad mínima	1.57 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE 20	49,299	0.119	180.08	144.44	16.47	-9.99	160.91	14.19	175.10
EJE 20'	23,729	0.057	86.68	69.52	7.93	-4.81	77.45	6.83	84.28
EJE 21	74,603	0.180	272.51	218.58	18.15	-11.01	236.73	15.64	252.38
EJE 22	47,400	0.115	173.14	138.88	5.08	-3.08	143.96	4.38	148.34
EJE 23	47,400	0.115	173.14	138.88	-3.83	2.32	141.20	3.30	144.50
EJE 24	98,363	0.238	359.30	288.20	-21.33	12.94	301.14	18.38	319.52
EJE 25	49,299	0.119	180.08	144.44	-15.17	9.20	153.64	13.07	166.71
EJE 25'	23,729	0.057	86.68	69.52	-7.30	4.43	73.95	6.29	80.24

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE Y

Cortante estático	1,511.62 ton
Cortante dinámico	1,215.60 ton
Momento torsionante máximo	-9,025.10 ton-m
Momento torsionante mínimo	6,625.49 ton-m
Excentricidad máxima	-7.42 m
Excentricidad mínima	5.45 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE A	24,546	0.120	180.87	145.45	71.41	-52.43	216.86	7.46	224.32
EJE B	4,238	0.021	31.23	25.11	10.67	-7.83	35.78	1.11	36.90
EJE C	4,238	0.021	31.23	25.11	9.73	-7.14	34.84	1.02	35.85
EJE D	3,721	0.018	27.41	22.05	7.43	-5.45	29.48	0.78	30.25
EJE F	8,901	0.043	65.59	52.74	12.18	-8.94	64.93	1.27	66.20
EJE G	27,832	0.136	205.08	164.92	27.21	-19.98	192.13	2.84	194.97
EJE H	22,079	0.108	162.69	130.83	11.31	-8.30	142.14	1.18	143.32
EJE I	13,846	0.067	102.03	82.05	0.65	-0.48	82.69	0.07	82.76
EJE J	13,846	0.067	102.03	82.05	-5.80	4.26	86.30	0.61	86.91
EJE K	22,079	0.108	162.69	130.83	-19.52	14.33	145.17	2.04	147.20
EJE L	27,832	0.136	205.08	164.92	-37.82	27.77	192.69	3.95	196.64
EJE N	3,721	0.018	27.41	22.05	-7.43	5.45	27.50	0.78	28.28
EJE O	3,721	0.018	27.41	22.05	-8.85	6.50	28.54	0.92	29.47
EJE P	24,546	0.120	180.87	145.45	-71.17	52.25	197.70	7.43	205.13

ENTREPISO 3 - 4

Abscisa del centro de cortantes	30.47 m
Ordenada del centro de cortantes	9.90 m
Abscisa del centro de torsión	31.23 m
Ordenada del centro de torsión	10.35 m

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE X

Cortante estático	1,385.21 ton
Cortante dinámico	1,108.06 ton
Momento torsionante máximo	-2,945.98 ton-m
Momento torsionante mínimo	1,692.59 ton-m
Excentricidad máxima	-2.66 m
Excentricidad mínima	1.53 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTÁTICO (ton)	CORTANTE DINÁMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MÁXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE 20	44,968	0.113	156.76	125.40	15.46	-8.88	140.86	13.02	153.88
EJE 20'	21,596	0.054	75.28	60.22	7.43	-4.27	67.65	6.25	73.90
EJE 21	71,995	0.181	250.98	200.76	18.06	-10.38	218.82	15.21	234.03
EJE 22	47,458	0.119	165.44	132.34	5.28	-3.04	137.62	4.45	142.07
EJE 23	47,458	0.119	165.44	132.34	-3.86	2.22	134.56	3.25	137.80
EJE 24	97,317	0.245	339.26	271.38	-21.49	12.34	283.72	18.09	301.81
EJE 25	44,968	0.113	156.76	125.40	-14.11	8.11	133.50	11.88	145.38
EJE 25'	215,596	0.054	75.28	60.22	-6.78	3.89	64.11	5.71	69.82

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE Y

Cortante estático	1,385.21 ton
Cortante dinámico	1,120.52 ton
Momento torsionante máximo	-8,268.20 ton-m
Momento torsionante mínimo	6,141.32 ton-m
Excentricidad máxima	-7.38 m
Excentricidad mínima	5.48 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTÁTICO (ton)	CORTANTE DINÁMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MÁXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE A	22,475	0.124	171.10	138.41	65.43	-48.60	203.84	6.99	210.83
EJE B	3,708	0.020	28.23	22.83	9.34	-6.94	32.18	1.00	33.17
EJE C	3,708	0.020	28.23	22.83	8.51	-6.32	31.35	0.91	32.26
EJE D	3,407	0.019	25.94	20.98	6.81	-5.06	27.79	0.73	28.52
EJE E	8,254	0.045	62.84	50.83	11.30	-8.39	62.12	1.21	63.33
EJE G	24,813	0.136	188.90	152.81	24.24	-18.01	177.05	2.59	179.64
EJE H	18,800	0.103	143.12	115.78	9.60	-7.13	125.38	1.03	126.41
EJE I	11,943	0.066	90.92	73.55	0.54	-0.40	74.08	0.06	74.14
EJE J	11,943	0.066	90.92	73.55	-5.03	3.74	77.29	0.54	77.82
EJE K	18,800	0.103	143.12	115.78	-16.68	12.39	128.17	1.78	129.95
EJE L	24,813	0.136	188.90	152.81	-33.81	25.12	177.92	3.61	181.54
EJE N	3,407	0.019	25.94	20.98	-6.82	5.06	26.05	0.73	26.78
EJE O	3,407	0.019	25.94	20.98	-8.12	6.03	27.01	0.87	27.88
EJE P	22,475	0.124	171.10	138.41	-65.30	48.50	186.91	6.98	193.89

ENTREPISO 4 - 5

Abscisa del centro de cortantes	30.49 m
Ordenada del centro de cortantes	9.90 m
Abscisa del centro de torsión	31.18 m
Ordenada del centro de torsión	10.42 m

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE X

Cortante estático	1,225.14 ton
Cortante dinámico	979.06 ton
Momento torsionante máximo	-2,695.27 ton-m
Momento torsionante mínimo	1,434.05 ton-m
Excentricidad máxima	-2.75 m
Excentricidad mínima	1.46 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE 20	36,318	0.102	124.65	99.61	23.76	-6.79	112.37	10.32	122.69
EJE 20'	18,407	0.052	63.18	50.49	6.47	-3.44	56.96	5.23	62.19
EJE 21	65,776	0.184	225.76	180.42	16.90	-8.99	197.31	13.66	210.98
EJE 22	45,020	0.126	154.52	123.48	5.19	-2.76	128.67	4.19	132.86
EJE 23	45,020	0.126	154.52	123.48	-3.62	1.93	125.41	2.93	128.34
EJE 24	91,681	0.257	314.68	251.47	-20.36	10.84	262.31	16.47	278.77
EJE 25	36,318	0.102	124.65	99.61	-11.50	6.12	105.73	9.30	115.03
EJE 25'	18,407	0.052	63.18	50.49	-5.83	3.10	53.59	4.71	58.30

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE Y

Cortante estático	1,225.14 ton
Cortante dinámico	998.86 ton
Momento torsionante máximo	-7,264.67 ton-m
Momento torsionante mínimo	5,545.05 ton-m
Excentricidad máxima	-7.27 m
Excentricidad mínima	5.55 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE A	20,794	0.130	158.96	129.60	58.94	-44.99	188.54	6.56	195.10
EJE B	3,342	0.021	25.55	20.83	8.20	-6.26	29.03	0.91	29.94
EJE C	3,342	0.021	25.55	20.83	7.47	-5.70	28.30	0.83	29.13
EJE D	3,142	0.020	24.02	19.58	6.11	-4.66	25.69	0.68	26.37
EJE F	7,457	0.047	57.01	46.48	9.92	-7.57	56.39	1.10	57.50
EJE G	21,464	0.134	164.08	133.78	20.35	-15.53	154.12	2.26	156.39
EJE H	15,840	0.099	121.09	98.73	7.82	-5.97	106.54	0.87	107.41
EJE I	10,250	0.064	78.36	63.89	0.40	-0.30	64.28	0.04	64.33
EJE J	10,250	0.064	78.36	63.89	-4.26	3.25	67.14	0.47	67.62
EJE K	15,840	0.099	121.09	98.73	-13.79	10.52	109.25	1.53	110.79
EJE L	21,464	0.134	164.08	133.78	-28.64	21.86	155.64	3.19	158.82
EJE N	3,142	0.020	24.02	19.58	-6.15	4.69	24.27	0.68	24.96
EJE O	3,142	0.020	24.02	19.58	-7.32	5.59	25.17	0.81	25.98
EJE P	20,794	0.130	158.96	129.60	-59.03	45.06	174.66	6.57	181.23

ENTREPISO 5 - 6

Abscisa del centro de cortantes	30.51 m
Ordenada del centro de cortantes	9.90 m
Abscisa del centro de torsión	31.08 m
Ordenada del centro de torsión	10.53 m

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE X

Cortante estático	1,034.45 ton
Cortante dinámico	827.28 ton
Momento torsionante máximo	-2,415.41 ton-m
Momento torsionante mínimo	1,119.74 ton-m
Excentricidad máxima	-2.92 m
Excentricidad mínima	1.35 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE 20	29,983	0.095	98.35	78.65	10.68	-4.95	89.33	8.03	97.36
EJE 20'	15,594	0.049	51.15	40.91	5.55	-2.57	46.46	4.18	50.64
EJE 21	59,767	0.190	196.05	156.78	15.62	-7.24	172.41	11.75	184.16
EJE 22	38,426	0.122	126.04	100.80	4.58	-2.13	105.36	3.45	108.83
EJE 23	38,426	0.122	126.04	100.80	-2.96	1.37	102.17	2.22	104.39
EJE 24	87,594	0.278	287.32	229.78	-19.18	8.89	238.67	14.43	253.10
EJE 25	29,983	0.095	98.35	78.65	-9.41	4.36	83.01	7.08	90.09
EJE 25'	15,594	0.049	51.15	40.91	-4.89	2.27	43.17	3.68	46.85

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE Y

Cortante estático	1,034.45 ton
Cortante dinámico	852.51 ton
Momento torsionante máximo	-6,055.40 ton-m
Momento torsionante mínimo	4,829.19 ton-m
Excentricidad máxima	-7.10 m
Excentricidad mínima	5.66 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE A	18,830	0.135	139.96	115.34	49.64	-39.59	164.99	5.94	170.93
EJE B	3,075	0.022	22.85	18.83	7.01	-5.59	25.84	0.84	26.68
EJE C	3,075	0.022	22.85	18.83	6.38	-5.09	25.22	0.76	25.98
EJE D	2,943	0.021	21.87	18.03	5.31	-4.24	23.34	0.64	23.97
EJE E	6,750	0.049	50.17	41.35	8.32	-6.63	49.67	1.00	50.66
EJE G	18,224	0.131	135.45	111.63	15.97	-12.74	127.60	1.91	129.51
EJE H	13,071	0.094	97.16	80.07	5.91	-4.71	85.98	0.71	86.69
EJE I	8,598	0.062	63.91	52.67	0.24	-0.19	52.91	0.03	52.94
EJE J	8,598	0.062	63.91	52.67	-3.40	2.72	55.38	0.41	55.79
EJE K	13,071	0.094	97.16	80.07	-10.72	8.55	88.62	1.28	89.90
EJE L	18,224	0.131	135.45	111.63	-22.83	18.21	129.84	2.73	132.57
EJE N	2,943	0.021	21.87	18.03	-5.40	4.30	22.33	0.65	22.98
EJE O	2,943	0.021	21.87	18.03	-6.42	5.12	23.15	0.77	23.91
EJE P	18,830	0.135	139.96	115.34	-50.02	39.89	155.24	5.99	161.22

ENTREPISO 6 - 7

Abscisa del centro de cortantes	30.52 m
Ordenada del centro de cortantes	9.90 m
Abscisa del centro de torsión	30.97 m
Ordenada del centro de torsión	10.64 m

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE X

Cortante estático	816.69 ton
Cortante dinámico	655.53 ton
Momento torsionante máximo	-2,025.73 ton-m
Momento torsionante mínimo	612.76 ton-m
Excentricidad máxima	-3.09 m
Excentricidad mínima	1.24 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE 20	25,725	0.095	77.68	62.35	8.95	-3.59	71.31	6.27	77.58
EJE 20'	13,360	0.049	40.34	32.38	4.65	-1.87	37.03	3.26	40.29
EJE 21	50,379	0.186	152.13	122.11	12.92	-5.18	135.03	9.05	144.08
EJE 22	31,667	0.117	95.62	76.75	3.77	-1.61	80.52	2.64	83.17
EJE 23	31,667	0.117	95.62	76.75	-2.24	0.90	77.65	1.57	79.22
EJE 24	78,573	0.291	237.26	190.44	16.35	6.56	197.00	11.45	208.45
EJE 25	25,725	0.095	77.68	62.35	-7.71	3.09	65.45	5.40	70.84
EJE 25'	13,360	0.049	40.34	32.38	-4.00	1.61	33.99	2.80	36.79

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE Y

Cortante estático	819.69 ton
Cortante dinámico	683.24 ton
Momento torsionante máximo	-4,729.46 ton-m
Momento torsionante mínimo	3,952.77 ton-m
Excentricidad máxima	-6.92 m
Excentricidad mínima	5.79 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE A	16,458	0.142	115.89	96.96	38.93	-32.64	135.89	5.00	140.89
EJE B	2,781	0.024	19.58	16.38	5.69	-4.75	22.07	0.73	22.80
EJE C	2,781	0.024	19.58	16.38	5.18	-4.33	21.56	0.67	22.23
EJE D	2,693	0.023	18.96	15.86	4.35	-3.64	20.22	0.56	20.78
EJE F	5,727	0.049	40.33	33.74	6.31	-5.27	40.05	0.81	40.86
EJE G	14,766	0.127	103.98	86.99	11.53	-9.40	98.52	1.48	100.00
EJE H	10,242	0.088	72.12	60.34	4.09	-3.42	64.42	0.53	64.95
EJE I	6,840	0.059	48.17	40.30	0.12	-0.10	40.41	0.02	40.43
EJE J	6,840	0.059	48.17	40.30	-2.49	2.09	42.38	0.32	42.70
EJE K	10,242	0.088	72.12	60.34	-7.65	6.39	66.73	0.98	67.71
EJE L	14,766	0.127	103.98	86.99	-16.77	14.02	101.01	2.16	103.16
EJE N	2,693	0.023	18.96	15.86	-4.47	3.73	19.60	0.57	20.17
EJE O	2,693	0.023	18.96	15.86	-5.31	4.44	20.30	0.68	20.98
EJE P	16,458	0.142	115.89	96.96	-39.50	33.01	129.97	5.08	135.04

ENTREPISO 7 - 8

Abscisa del centro de cortantes	30.53 m
Ordenada del centro de cortantes	9.90 m
Abscisa del centro de torsión	30.76 m
Ordenada del centro de torsión	10.88 m

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE X

Cortante estático	567.48 ton
Cortante dinámico	460.81 ton
Momento torsionante máximo	-1,589.11 ton-m
Momento torsionante mínimo	461.27 ton-m
Excentricidad máxima	-3.45 m
Excentricidad mínima	1.00 m

MARGO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE 20	15,320	0.081	45.91	37.28	6.10	-1.77	43.38	3.70	47.08
EJE 20'	8,910	0.047	26.70	21.68	3.55	-1.03	25.23	2.15	27.38
EJE 21	35,143	0.186	105.31	85.52	10.39	-3.02	95.90	6.30	102.20
EJE 22	22,256	0.118	66.70	54.16	3.16	-0.92	57.32	1.92	59.23
EJE 23	22,256	0.118	66.70	54.16	-1.56	0.45	54.61	0.95	55.56
EJE 24	61,255	0.323	183.66	149.06	-13.72	3.98	153.04	8.32	161.36
EJE 25	15,320	0.081	45.91	37.28	-5.00	1.45	38.73	3.03	41.76
EJE 25'	8,910	0.047	26.70	21.68	-2.91	0.84	22.53	1.76	24.29

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE Y

Cortante estático	567.48 ton
Cortante dinámico	488.09 ton
Momento torsionante máximo	-3,213.25 ton-m
Momento torsionante mínimo	2,934.02 ton-m
Excentricidad máxima	-6.58 m
Excentricidad mínima	0.01 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE A	11,734	0.151	85.95	73.93	26.70	-24.38	100.63	3.96	104.59
EJE B	2,139	0.028	15.67	13.47	4.20	-3.84	17.68	0.62	18.30
EJE C	2,139	0.028	15.67	13.47	3.82	-3.49	17.30	0.57	17.86
EJE D	2,058	0.027	15.08	12.97	3.19	-2.91	16.16	0.47	16.63
EJE F	4,000	0.052	29.30	25.20	4.21	-3.84	29.41	0.62	30.03
EJE G	9,283	0.120	68.00	58.49	6.87	-6.28	65.36	1.02	66.38
EJE H	6,230	0.080	45.63	39.25	2.31	-2.11	41.66	0.34	41.90
EJE I	4,262	0.055	31.22	26.85	0.00	0.00	26.86	0.00	26.86
EJE J	4,262	0.055	31.22	26.85	-1.57	1.44	28.29	0.23	28.52
EJE K	6,230	0.080	45.63	39.25	-4.60	4.20	43.45	0.68	44.14
EJE L	9,283	0.120	68.00	58.49	-10.36	9.46	67.95	1.54	69.49
EJE N	2,058	0.027	15.08	12.97	-3.34	3.05	16.02	0.50	16.51
EJE O	2,058	0.027	15.08	12.97	-3.97	3.62	16.59	0.59	17.18
EJE P	11,734	0.151	85.95	73.93	-27.47	25.08	99.01	4.07	103.08

ENTREPISO 8 - 9

Abscisa del centro de cortantes	30.59 m
Ordenada del centro de cortantes	9.90 m
Abscisa del centro de torsión	30.30 m
Ordenada del centro de torsión	11.20 m

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE X

Cortante estático	275.51 ton
Cortante dinámico	227.35 ton
Momento torsionante máximo	-894.01 ton-m
Momento torsionante mínimo	154.24 ton-m
Excentricidad máxima	-3.93 m
Excentricidad mínima	0.68 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE 20	9,538	0.069	18.95	15.64	3.46	-0.60	19.10	1.95	21.05
EJE 20'	5,078	0.037	10.09	8.33	1.84	-0.32	10.17	1.04	11.20
EJE 21	23,333	0.168	46.37	38.26	6.35	-1.10	44.61	3.57	48.18
EJE 22	18,667	0.135	37.09	30.61	2.54	-0.44	33.15	1.43	34.58
EJE 23	18,667	0.135	37.09	30.61	-0.97	0.17	30.78	0.54	31.32
EJE 24	48,750	0.352	96.87	79.94	-9.15	1.58	81.52	5.15	86.67
EJE 25	9,538	0.069	18.95	15.64	-2.66	0.46	16.10	1.49	17.59
EJE 25'	5,078	0.037	10.09	8.33	-1.41	0.24	8.57	0.80	9.37

SISMO ACTUANDO PARALELO AL EJE Y

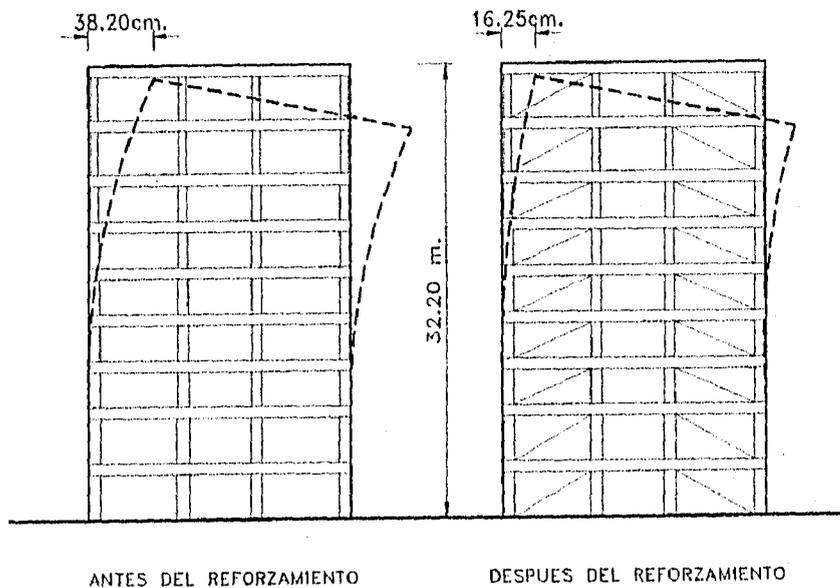
Cortante estático	275.51 ton
Cortante dinámico	251.03 ton
Momento torsionante máximo	1,676.67 ton-m
Momento torsionante mínimo	-1,492.98 ton-m
Excentricidad máxima	6.68 m
Excentricidad mínima	-5.95 m

MARCO	RIGIDEZ (ton/m)	FACTOR DIST.	CORTANTE ESTATICO (ton)	CORTANTE DINAMICO (ton)	EFECTOS DE TORSION		CORTANTE PARCIAL (ton)	30% DE TORSION EN LA OTRA DIREC (ton)	CORTANTE DE DISEÑO (ton)
					MAXIMOS (ton)	MINIMOS (ton)			
EJE A	6,978	0.152	41.87	38.15	-12.84	11.43	49.58	2.05	51.64
EJE B	1,672	0.036	10.03	9.14	-2.65	2.36	11.50	0.42	11.92
EJE C	1,672	0.036	10.03	9.14	-2.41	2.14	11.28	0.38	11.67
EJE D	1,635	0.036	9.81	8.94	-2.04	1.81	10.75	0.33	11.08
EJE F	2,775	0.060	16.65	15.17	-2.32	20.60	17.23	0.37	11.60
EJE G	5,104	0.111	30.62	27.90	-2.96	2.63	30.54	0.47	31.01
EJE H	3,164	0.069	18.98	17.30	-0.87	0.78	18.07	0.14	18.21
EJE I	2,203	0.048	13.22	12.04	0.06	-0.05	12.10	0.01	12.11
EJE J	2,203	0.048	13.22	12.04	0.73	-0.65	12.77	0.12	12.89
EJE K	3,164	0.069	18.98	17.30	2.01	-1.79	19.30	0.32	19.63
EJE L	5,104	0.111	30.62	27.90	4.82	-4.29	32.72	0.77	33.49
EJE N	1,635	0.036	9.81	8.94	2.22	-1.98	11.16	0.36	11.52
EJE O	1,635	0.036	9.81	8.94	2.63	-2.34	11.57	0.42	11.90
EJE P	6,978	0.152	41.87	38.15	13.60	-12.11	51.75	2.18	53.93

Resultados Obtenidos.

Con los análisis efectuados a la estructura reforzada se obtuvieron los desplazamientos máximos en los diferentes niveles para el análisis estático y dinámico, los cuales se muestran a continuación.

Nivel	DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS (cm)	
	Método Estático	Método Dinámico
	M-STRUDL	SISCO
8 - 9	8.0	16.25
7 - 8	7.4	14.67
6 - 7	6.6	12.77
5 - 6	5.7	10.94
4 - 5	4.8	9.02
3 - 4	3.9	7.05
2 - 3	2.9	5.08
1 - 2	1.8	3.19
0 - 1	0.6	1.14



4.4 Diseño de contravientos.

El diseño se realizó con la utilización de hojas de cálculo a fin de obtener por medio de iteraciones el dimensionamiento óptimo de los elementos de refuerzo; en cada una de ellas se muestran los datos y resultados por nivel de entrepiso para cada marco reforzado. Dichos cálculos se muestran en las tablas 4.6 a la 4.15, denominando como diagonales tipo T-3 a las del marco de los ejes A y P, T-4 a las del marco de los ejes G y L, T-5 a las del marco de los ejes J e I y así sucesivamente hasta las diagonales tipo T-12 como se indica en las mismas tablas.

De igual forma y considerando un diseño práctico constructivo, se asociaron los resultados en grupos de tres niveles, es decir, de las dimensiones obtenidas directamente de las hojas de cálculo se tomó la mayor de los niveles 1 a 3, 4 a 6 y 7 a 9 las cuales se muestran en la tabla 4.16; asimismo se formuló la tabla 4.17 con el dimensionamiento definitivo, en la que se buscó uniformizar al máximo las dimensiones de los contravientos de toda la estructura.

Los contravientos se diseñaron a tensión y compresión por el método de esfuerzos admisibles de acuerdo con los siguientes lineamientos.

Con los cálculos realizados en el análisis estático de los marcos contraventeados, se obtuvieron las fuerzas resultantes en los miembros de los elementos estructurales; una de estas es la denominada Fuerza axial (P), la cual se utilizó como dato para el dimensionamiento de las diagonales de refuerzo así como la longitud de cada una de estas.

Se consideró como datos generales, el módulo de elasticidad del acero $E=2,100,000 \text{ Kg/cm}^2$ y un esfuerzo de fluencia mínimo del acero utilizado de $F_y=2,530 \text{ Kg/cm}^2$.

Se propuso primeramente el diámetro nominal del tubo circular (OC) y utilizando el Manual de Construcción en Acero (I.M.C.A.) se tomaron algunas de las áreas que brindan los proveedores y su radio de giro correspondiente para realizar el cálculo del esfuerzo admisible (F_a) a través de la siguiente ecuación:

$$F_a = \frac{\left\{ 1 - \frac{(KL/r)^2}{2CC^2} \right\} F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3(KL/r)}{8CC} - \frac{KL/r}{8CC^3}}$$

En donde:

- F_a = Esfuerzo admisible (Kg/cm^2).
- F_y = Esfuerzo de fluencia mínimo del acero (Kg/cm^2).
- K = Factor de longitud efectiva $K=1$ (adimensional).
- L = Longitud de la diagonal (cm).
- r = Radio de giro del tubo (cm).
- CC = Coeficiente de pandeo = $\sqrt{2\pi^2 E/F_y}$ (adimensional).

Posteriormente se calculó el esfuerzo actuante (F_{ac}) producido por la fuerza axial en la diagonal propuesta a través de la expresión:

$$F_{ac} = \frac{F_{za. Axial}}{\text{Area}}$$

Finalmente, con la determinación de éste último se comparó con el esfuerzo admisible y se realizaron las iteraciones necesarias tratando de obtener una similitud entre estos; es decir, el resultado óptimo será aquel diámetro y área en la que el esfuerzo actuante sea igual o ligeramente menor al esfuerzo admisible, considerando también que este último puede incrementar su valor en un 33%.

TABLA 4.6 DISEÑO DE CONTRAVIENTOS TUBULARES

Eje "A" y "P"

Datos generales: E = 2.100.000 Kg/cm²
 Fy = 2.530 Kg/cm²

T - 3

Nivel	Barra	(L) Long. (cm)	(P) Fza. Axial (Kg)	(Ø) Diam. (pulg)	(A) Area (cm ²)	r (cm)	KL/r	CC	(Fa) Fza. Adm. (Kg/cm ²)	(Fac) Fza. Act. (Kg/cm ²)	(Ø) Diam. X (pulg)	(A) Area (cm ²)
1	64 y 73	806.2	67,448	10	122.31	9.14	88.21	128.0	1,002.20	>	551.45	10 x 76.8
					103.89	9.22	87.44	128.0	1,008.76	>	649.23	
					76.83	9.33	86.41	128.0	1,017.56	>	877.89	
					65.01	9.38	85.95	128.0	1,021.47	<	1,037.50	
2	65 y 74	806.2	112,945	10	122.31	9.14	88.21	128.0	1,002.20	>	923.43	10 x 122.3
					103.89	9.22	87.44	128.0	1,008.76	<	1,087.16	
					76.83	9.33	86.41	128.0	1,017.56	<	1,470.06	
					65.01	9.38	85.95	128.0	1,021.47	<	1,737.35	
3	66 y 75	773.9	101,801	10	122.31	9.14	84.67	128.0	1,032.25	>	832.32	10 x 103.9
					103.89	9.22	83.94	128.0	1,038.41	>	979.89	
					76.83	9.33	82.95	128.0	1,046.67	<	1,325.02	
					65.01	9.38	82.51	128.0	1,050.34	<	1,565.93	
4	67 y 76	773.9	98,104	10	122.31	9.14	84.67	128.0	1,032.25	>	802.09	10 x 103.9
					103.89	9.22	83.94	128.0	1,038.41	>	944.31	
					76.83	9.33	82.95	128.0	1,046.67	<	1,276.90	
					65.01	9.38	82.51	128.0	1,050.34	<	1,509.06	
5	68 y 77	773.9	90,402	10	122.31	9.14	84.67	128.0	1,032.25	>	739.12	10 x 103.9
					103.89	9.22	83.94	128.0	1,038.41	>	870.17	
					76.83	9.33	82.95	128.0	1,046.67	<	1,176.65	
					65.01	9.38	82.51	128.0	1,050.34	<	1,390.59	
6	69 y 78	773.9	78,716	10	122.31	9.14	84.67	128.0	1,032.25	>	643.58	10 x 76.8
					103.89	9.22	83.94	128.0	1,038.41	>	757.69	
					76.83	9.33	82.95	128.0	1,046.87	>	1,024.55	
					65.01	9.38	82.51	128.0	1,050.34	<	1,210.83	
7	70 y 79	773.9	65,205	8	82.35	7.31	105.87	128.0	842.08	>	791.80	8 x 82.4
					54.20	7.46	103.74	128.0	882.23	<	1,203.04	
					46.90	7.50	103.19	128.0	867.43	<	1,390.30	
					42.44	7.53	102.78	128.0	871.28	<	1,536.40	
8	71 y 80	798.9	50,652	8	82.35	7.31	109.29	128.0	809.24	>	615.08	8 x 82.4
					54.20	7.46	107.09	128.0	830.41	<	934.54	
					46.90	7.50	106.52	128.0	835.87	<	1,080.00	
					42.44	7.53	106.10	128.0	839.92	<	1,183.50	
9	72 y 81	798.9	22,522	6	86.07	5.34	149.61	128.0	380.97	>	261.67	6 x 54.2
					69.05	5.47	146.05	128.0	421.61	>	326.17	
					54.22	5.58	143.17	128.0	454.14	>	415.38	
					36.00	5.70	140.16	128.0	487.81	<	625.61	

TABLA 4.7 DISEÑO DE CONTRAVIENTOS TUBULARES

Eje "G" y "L"

Datos generales: E = 2,100,000 Kg/cm²
 Fy = 2,530 Kg/cm²

T - 4

Nivel	Barra	(L) Long. (cm)	(P) Fza. Axial (Kg)	(Ø) Diam. (pulg)	(A) Aroa (cm ²)	r (cm)	KL/r	CC	(Fa) Fza. Adm. (Kg/cm ²)	(Fac) Fza. Act. (Kg/cm ²)	(Ø) Diam. X (pulg)	(A) Aroa (cm ²)
1	100 y 109	580.0	60,818	10	122.31	9.14	63.46	128.0	1,197.85	>	497.24	10 X 65.0
					103.89	9.22	62.91	128.0	1,201.79	>	585.41	
					76.83	9.33	62.17	128.0	1,207.08	>	791.59	
					65.01	9.38	61.83	128.0	1,209.43	>	935.52	
2	101 y 110	580.0	96,018	10	122.31	9.14	63.46	128.0	1,197.85	>	785.04	10 X 103.9
					103.89	9.22	62.91	128.0	1,201.79	>	924.23	
					76.83	9.33	62.17	128.0	1,207.08	<	1,249.75	
					65.01	9.38	61.83	128.0	1,209.43	<	1,476.97	
3	102 y 111	534.1	84,617	10	122.31	9.14	58.44	128.0	1,233.15	>	691.82	10 X 76.8
					103.89	9.22	57.93	128.0	1,236.63	>	814.49	
					76.83	9.33	57.25	128.0	1,241.29	>	1,101.35	
					65.01	9.38	56.94	128.0	1,243.36	<	1,301.60	
4	103 y 112	534.1	75,578	8	82.35	7.31	73.06	128.0	1,126.08	>	917.77	8 X 82.4
					54.20	7.46	71.60	128.0	1,137.41	<	1,394.43	
					46.90	7.50	71.21	128.0	1,140.33	<	1,611.47	
					42.44	7.53	70.93	128.0	1,142.50	<	1,780.82	
5	104 y 113	534.1	65,805	8	82.35	7.31	73.06	128.0	1,126.08	>	799.09	8 X 82.4
					54.20	7.46	71.60	128.0	1,137.41	<	1,214.11	
					46.90	7.50	71.21	128.0	1,140.33	<	1,403.09	
					42.44	7.53	70.93	128.0	1,142.50	<	1,560.54	
6	105 y 114	534.1	53,278	8	82.35	7.31	73.06	128.0	1,126.08	>	646.97	8 X 46.9
					54.20	7.46	71.60	128.0	1,137.41	>	982.99	
					46.90	7.50	71.21	128.0	1,140.33	>	1,135.99	
					42.44	7.53	70.93	128.0	1,142.50	<	1,255.37	
7	106 y 115	534.1	41,219	6	86.07	5.34	100.02	128.0	896.90	>	478.90	6 X 54.2
					69.05	5.47	97.64	128.0	918.67	>	586.94	
					54.22	5.58	95.72	128.0	936.09	>	760.22	
					36.00	5.70	93.70	128.0	954.12	<	1,144.97	
8	107 y 116	569.8	28,473	6	86.07	5.34	106.70	128.0	834.11	>	330.81	6 X 36.0
					69.05	5.47	104.17	128.0	858.19	>	412.35	
					54.22	5.58	102.11	128.0	877.46	>	525.14	
					36.00	5.70	99.96	128.0	897.39	>	790.92	
9	108 y 117	569.8	7,441	6	86.07	5.34	106.70	128.0	834.11	>	86.45	6 X 36.0
					69.05	5.47	104.17	128.0	858.19	>	107.76	
					54.22	5.58	102.11	128.0	877.46	>	137.24	
					36.00	5.70	99.96	128.0	897.39	>	206.69	

TABLA 4.8 DISEÑO DE CONTRAVIENTOS TUBULARES

Eje "J" e "I"

Datos generales: E = 2,100,000 Kg/cm²
 Fy = 2,530 Kg/cm²

T - 5

Nivel	Barra	(L) Long. (cm)	(P) Fza. Axial (Kg)	(Ø) Diam. (pulg)	(A) Area (cm ²)	r (cm)	KL/r	CC	(Fa) Fza. Adm. (Kg/cm ²)	(Fac) Fza. Act. (Kg/cm ²)	(Ø) Diam. X (pulg)	(A) Area (cm ²)
1	64 y 73	580.0	60,737	10	122.31	9.14	63.46	128.0	1,197.85	>	496.58	10 X 65.0
					103.89	9.22	62.91	128.0	1,201.79	>	584.63	
					76.83	9.33	62.17	128.0	1,207.08	>	790.54	
					65.01	9.38	61.83	128.0	1,209.43	>	934.27	
2	65 y 74	580.0	90,267	10	122.31	9.14	63.46	128.0	1,197.85	>	738.02	10 X 76.8
					103.89	9.22	62.91	128.0	1,201.79	>	868.87	
					76.83	9.33	62.17	128.0	1,207.08	>	1,174.89	
					65.01	9.38	61.83	128.0	1,209.43	<	1,388.51	
3	66 y 75	534.1	76,084	10	122.31	9.14	58.44	128.0	1,233.15	>	622.06	10 X 65.0
					103.89	9.22	57.93	128.0	1,236.63	>	732.35	
					76.83	9.33	57.25	128.0	1,241.29	>	990.29	
					65.01	9.38	56.94	128.0	1,243.36	>	1,170.34	
4	67 y 76	534.1	66,169	8	82.35	7.31	73.06	128.0	1,126.08	>	803.51	8 X 82.4
					54.20	7.46	71.60	128.0	1,137.41	<	1,220.83	
					46.90	7.50	71.21	128.0	1,140.33	<	1,410.85	
					42.44	7.53	70.93	128.0	1,142.50	<	1,559.12	
6	68 y 77	534.1	56,005	8	82.35	7.31	73.06	128.0	1,126.08	>	680.09	8 X 54.2
					54.20	7.46	71.60	128.0	1,137.41	>	1,033.30	
					46.90	7.50	71.21	128.0	1,140.33	<	1,194.14	
					42.44	7.53	70.93	128.0	1,142.50	<	1,319.63	
6	69 y 78	534.1	44,328	8	82.35	7.31	73.06	128.0	1,126.08	>	538.26	8 X 42.4
					54.20	7.46	71.60	128.0	1,137.41	>	817.82	
					46.90	7.50	71.21	128.0	1,140.33	>	945.12	
					42.44	7.53	70.93	128.0	1,142.50	>	1,044.44	
7	70 y 79	534.1	33,514	6	86.07	5.34	100.02	128.0	896.90	>	389.38	6 X 36.0
					69.05	5.47	97.84	128.0	918.67	>	485.36	
					54.22	5.58	95.72	128.0	936.09	>	618.11	
					36.00	5.70	93.70	128.0	954.12	>	930.94	
8	71 y 80	569.8	22,477	6	86.07	5.34	106.70	128.0	834.11	>	261.15	6 X 36.0
					69.05	5.47	104.17	128.0	858.19	>	325.62	
					54.22	5.58	102.11	128.0	877.46	>	414.55	
					36.00	5.70	99.96	128.0	897.39	>	624.36	
9	72 y 81	569.8	6,717	6	86.07	5.34	106.70	128.0	834.11	>	78.04	6 X 36.0
					69.05	5.47	104.17	128.0	858.19	>	97.28	
					54.22	5.58	102.11	128.0	877.46	>	123.88	
					36.00	5.70	99.96	128.0	897.39	>	188.58	

TABLA 4.9 DISEÑO DE CONTRAVIENTOS TUBULARES

Eje "H" y "K"

Datos generales: E = 2,100,000 Kg/cm²
 Fy = 2,530 Kg/cm²

T - 6

Nivel	Barra	(L) Long. (cm)	(P) Fza. Axial (Kg)	(Ø) Diam. (pulg)	(A) Araa (cm ²)	r (cm)	KL/r	CC	(Fa) Fza. Adm. (Kg/cm ²)	(Fac) Fza. Act. (Kg/cm ²)	(Ø) (A) Diam. X Araa (pulg) (cm ²)	
1	64	580.0	56,249	8	82.35	7.31	79.34	128.0	1,076.27	>	683.05	8 X 54.2
					54.20	7.46	77.75	128.0	1,089.13	>	1,037.80	
					46.90	7.50	77.33	128.0	1,092.46	<	1,199.34	
					42.44	7.53	77.03	128.0	1,094.92	<	1,325.38	
2	65	580.0	85,296	8	82.35	7.31	79.34	128.0	1,076.27	>	1,035.77	8 X 82.4
					54.20	7.46	77.75	128.0	1,089.13	<	1,573.73	
					46.90	7.50	77.33	128.0	1,092.46	<	1,818.68	
					42.44	7.53	77.03	128.0	1,094.92	<	2,009.80	
3	66	534.1	72,809	8	82.35	7.31	73.06	128.0	1,126.08	>	884.14	8 X 82.4
					54.20	7.46	71.60	128.0	1,137.41	<	1,343.34	
					46.90	7.50	71.21	128.0	1,140.33	<	1,552.43	
					42.44	7.53	70.93	128.0	1,142.50	<	1,715.57	
4	67	534.1	63,306	8	82.35	7.31	73.06	128.0	1,126.08	>	768.74	8 X 82.4
					54.20	7.46	71.60	128.0	1,137.41	<	1,168.01	
					46.90	7.50	71.21	128.0	1,140.33	<	1,349.81	
					42.44	7.53	70.93	128.0	1,142.50	<	1,491.66	
5	68	534.1	53,307	8	82.35	7.31	73.06	128.0	1,126.08	>	647.32	8 X 46.9
					54.20	7.46	71.60	128.0	1,137.41	>	983.52	
					46.90	7.50	71.21	128.0	1,140.33	>	1,136.61	
					42.44	7.53	70.93	128.0	1,142.50	<	1,258.06	
6	69	534.1	41,723	8	82.35	7.31	73.06	128.0	1,126.08	>	506.65	8 X 42.4
					54.20	7.46	71.60	128.0	1,137.41	>	769.80	
					46.90	7.50	71.21	128.0	1,140.33	>	889.62	
					42.44	7.53	70.93	128.0	1,142.50	>	983.11	
7	70	534.1	31,373	6	86.07	5.34	100.02	128.0	896.90	>	364.51	6 X 36.0
					69.05	5.47	97.64	128.0	918.67	>	454.35	
					54.22	5.58	95.72	128.0	936.09	>	578.62	
					36.00	5.70	93.70	128.0	954.12	>	871.47	
8	71	569.8	19,835	6	86.07	5.34	106.70	128.0	834.11	>	230.45	6 X 36.0
					69.05	5.47	104.17	128.0	858.19	>	287.26	
					54.22	5.58	102.11	128.0	877.46	>	365.82	
					36.00	5.70	99.96	128.0	897.39	>	550.97	
9	72	569.8	1,912	6	86.07	5.34	106.70	128.0	834.11	>	22.21	6 X 36.0
					69.05	5.47	104.17	128.0	858.19	>	27.69	
					54.22	5.58	102.11	128.0	877.46	>	35.26	
					36.00	5.70	99.96	128.0	897.39	>	53.11	

TABLA 4.10 DISEÑO DE CONTRAVIENTOS TUBULARES

Eje "20" y "25" de A a G

1er. Crujía

T - 7

Datos generales: E = 2,100,000 Kg/cm²
 Fy = 2,530 Kg/cm²

Nivel	Barra	(L) Long. (cm)	(P) Fza. Axial (Kg)	(Ø) Diam. (pulg)	(A) Area (cm ²)	r (cm)	KL/r	CC	(Fa) Fza. Adm. (Kg/cm ²)	>	(Fac) Fza. Act. (Kg/cm ²)	<	(Ø) Diam. X Area (pulg) X (cm ²)
1	118	580.0	60,557	8	82.35	7.31	79.34	128.0	1,076.27	>	735.36	<	8 X 82.4
					54.20	7.46	77.75	128.0	1,089.13	<	1,117.29		
					46.90	7.50	77.33	128.0	1,092.46	<	1,291.19		
					42.44	7.53	77.03	128.0	1,094.92	<	1,426.89		
2	121	580.0	75,921	8	82.35	7.31	79.34	128.0	1,076.27	>	921.93	<	8 X 82.4
					54.20	7.46	77.75	128.0	1,089.13	<	1,400.76		
					46.90	7.50	77.33	128.0	1,092.46	<	1,618.78		
					42.44	7.53	77.03	128.0	1,094.92	<	1,788.90		
3	124	534.1	55,769	8	82.35	7.31	73.06	128.0	1,126.08	>	677.22	<	8 X 54.2
					54.20	7.46	71.60	128.0	1,137.41	>	1,028.95		
					46.90	7.50	71.21	128.0	1,140.33	<	1,189.10		
					42.44	7.53	70.93	128.0	1,142.50	<	1,314.07		
4	127	534.1	45,551	8	82.35	7.31	73.06	128.0	1,126.08	>	553.14	<	8 X 42.4
					54.20	7.46	71.60	128.0	1,137.41	>	840.42		
					46.90	7.50	71.21	128.0	1,140.33	>	971.24		
					42.44	7.53	70.93	128.0	1,142.50	>	1,073.30		
5	130	534.1	39,353	8	82.35	7.31	73.06	128.0	1,126.08	>	477.87	<	8 X 42.4
					54.20	7.46	71.60	128.0	1,137.41	>	726.07		
					46.90	7.50	71.21	128.0	1,140.33	>	839.08		
					42.44	7.53	70.93	128.0	1,142.50	>	927.26		
6	133	534.1	29,752	8	82.35	7.31	73.06	128.0	1,126.08	>	361.29	<	8 X 42.4
					54.20	7.46	71.60	128.0	1,137.41	>	548.93		
					46.90	7.50	71.21	128.0	1,140.33	>	634.37		
					42.44	7.53	70.93	128.0	1,142.50	>	701.04		
7	136	534.1	22,274	6	86.07	5.34	100.02	128.0	896.90	>	258.79	<	6 X 36.0
					69.05	5.47	97.64	128.0	918.67	>	322.58		
					54.22	5.58	95.72	128.0	936.09	>	410.81		
					36.00	5.70	93.70	128.0	954.12	>	618.72		
8	139	569.8	12,895	6	86.07	5.34	108.70	128.0	834.11	>	149.82	<	6 X 36.0
					69.05	5.47	104.17	128.0	858.19	>	186.75		
					54.22	5.58	102.11	128.0	877.46	>	237.83		
					36.00	5.70	99.96	128.0	897.39	>	358.19		
9	142	569.8	2,917	6	86.07	5.34	106.70	128.0	834.11	>	33.89	<	6 X 36.0
					69.05	5.47	104.17	128.0	858.19	>	42.24		
					54.22	5.58	102.11	128.0	877.46	>	53.80		
					36.00	5.70	99.96	128.0	897.39	>	81.03		

TABLA 4.11 DISEÑO DE CONTRAVIENTOS TUBULARES

Eje "20" y "25" de A a G

2a. Crujía

T - 8

Datos generales: E = 2,100,000 Kg/cm²
 Fy = 2,530 Kg/cm²

Nivel	Barra	(L) Long. (cm)	(P) Fza. Axial (Kg)	(Ø) Diam. (pulg)	(A) Area (cm ²)	r (cm)	KL/r	CC	(Fa) Fza. Adm. (Kg/cm ²)	(Fac) Fza. Act. (Kg/cm ²)	(Ø) Diam. X Area (pulg) (cm ²)	
1	119	466.5	40,365	8	82.35	7.31	63.82	128.0	1,195.26	>	490.16	8 X 42.4
					54.20	7.46	62.53	128.0	1,204.46	>	744.74	
					46.90	7.50	62.20	128.0	1,206.83	>	860.66	
					42.44	7.53	61.95	128.0	1,208.59	>	951.11	
2	122	466.5	58,137	8	82.35	7.31	63.82	128.0	1,195.26	>	705.97	8 X 54.2
					54.20	7.46	62.53	128.0	1,204.46	>	1,072.64	
					46.90	7.50	62.20	128.0	1,206.83	<	1,239.59	
					42.44	7.53	61.95	128.0	1,208.59	<	1,369.86	
3	125	408.0	50,590	8	82.35	7.31	55.81	128.0	1,250.96	>	614.33	8 X 42.4
					54.20	7.46	54.69	128.0	1,258.45	>	933.39	
					46.90	7.50	54.40	128.0	1,260.39	>	1,078.68	
					42.44	7.53	54.18	128.0	1,261.82	>	1,192.04	
4	128	408.0	40,826	8	82.35	7.31	55.81	128.0	1,250.96	>	495.76	8 X 42.4
					54.20	7.46	54.69	128.0	1,258.45	>	753.25	
					46.90	7.50	54.40	128.0	1,260.39	>	870.49	
					42.44	7.53	54.18	128.0	1,261.82	>	961.97	
5	131	408.0	33,104	8	82.35	7.31	55.81	128.0	1,250.96	>	401.99	8 X 42.4
					54.20	7.46	54.69	128.0	1,258.45	>	610.77	
					46.90	7.50	54.40	128.0	1,260.39	>	705.84	
					42.44	7.53	54.18	128.0	1,261.82	>	780.02	
6	134	408.0	24,833	8	82.35	7.31	55.81	128.0	1,250.96	>	301.55	8 X 42.4
					54.20	7.46	54.69	128.0	1,258.45	>	458.17	
					46.90	7.50	54.40	128.0	1,260.39	>	529.49	
					42.44	7.53	54.18	128.0	1,261.82	>	585.13	
7	137	408.0	19,218	6	86.07	5.34	76.40	128.0	1,099.86	>	223.28	6 X 36.0
					69.05	5.47	74.59	128.0	1,114.19	>	270.32	
					54.22	5.58	73.12	128.0	1,125.66	>	354.44	
					36.00	5.70	71.58	128.0	1,137.53	>	533.83	
8	140	453.7	10,514	6	86.07	5.34	84.96	128.0	1,029.80	>	122.16	6 X 36.0
					69.05	5.47	82.94	128.0	1,046.70	>	152.27	
					54.22	5.58	81.31	128.0	1,060.22	>	193.91	
					36.00	5.70	79.60	128.0	1,074.21	>	292.06	
9	143	453.7	784	6	86.07	5.34	84.96	128.0	1,029.80	>	9.11	6 X 36.0
					69.05	5.47	82.94	128.0	1,046.70	>	11.35	
					54.22	5.58	81.31	128.0	1,060.22	>	14.46	
					36.00	5.70	79.60	128.0	1,074.21	>	21.78	

TABLA 4.12 DISEÑO DE CONTRAVIENTOS TUBULARES

Eje "20" y "25" de A a G

3a. Crujía

T - 9

Datos generales: E = 2,100,000 Kg/cm²
 Fy = 2,530 Kg/cm²

Nivel	Barra	(L) Long. (cm)	(P) Fza. Axial (Kg)	(Ø) Diam. (pulg)	(A) Area (cm ²)	r (cm)	KL/r	CC	(Fa) Fza. Adm. (Kg/cm ²)	(Fac) Fza. Act. (Kg/cm ²)	(Ø) Diam. X (pulg)	(A) Area (cm ²)
1	120	512.2	28,948	8	82.35	7.31	70.07	128.0	1,149.04	>	351.52	8 X 42.4
					54.20	7.46	68.66	128.0	1,159.66	>	534.10	
					46.90	7.50	68.29	128.0	1,162.40	>	617.23	
					42.44	7.53	68.02	128.0	1,164.43	>	682.09	
2	123	512.2	52,546	8	82.35	7.31	70.07	128.0	1,149.04	>	638.08	8 X 46.9
					54.20	7.46	68.66	128.0	1,159.66	>	969.48	
					46.90	7.50	68.29	128.0	1,162.40	>	1,120.38	
					42.44	7.53	68.02	128.0	1,164.43	<	1,238.12	
3	126	459.7	47,233	8	82.35	7.31	62.89	128.0	1,201.94	>	573.58	8 X 42.4
					54.20	7.46	61.62	128.0	1,210.93	>	871.46	
					46.90	7.50	61.29	128.0	1,213.25	>	1,007.10	
					42.44	7.53	61.05	128.0	1,214.97	>	1,112.94	
4	129	459.7	40,344	8	82.35	7.31	62.89	128.0	1,201.94	>	489.91	8 X 42.4
					54.20	7.46	61.62	128.0	1,210.93	>	744.35	
					46.90	7.50	61.29	128.0	1,213.25	>	860.21	
					42.44	7.53	61.05	128.0	1,214.97	>	950.61	
5	132	459.7	37,364	8	82.35	7.31	62.89	128.0	1,201.94	>	453.72	8 X 42.4
					54.20	7.46	61.62	128.0	1,210.93	>	689.37	
					46.90	7.50	61.29	128.0	1,213.25	>	796.67	
					42.44	7.53	61.05	128.0	1,214.97	>	880.40	
6	135	459.7	31,999	8	82.35	7.31	62.89	128.0	1,201.94	>	388.57	8 X 42.4
					54.20	7.46	61.62	128.0	1,210.93	>	590.39	
					46.90	7.50	61.29	128.0	1,213.25	>	682.28	
					42.44	7.53	61.05	128.0	1,214.97	>	753.98	
7	138	459.7	27,332	6	86.07	5.34	86.09	128.0	1,020.30	>	317.56	6 X 36.0
					69.05	5.47	84.04	128.0	1,037.55	>	395.83	
					54.22	5.58	82.38	128.0	1,051.35	>	504.09	
					36.00	5.70	80.65	128.0	1,065.63	>	759.22	
8	141	500.6	20,654	6	86.07	5.34	93.75	128.0	953.73	>	239.97	6 X 36.0
					69.05	5.47	91.52	128.0	973.42	>	299.12	
					54.22	5.58	89.71	128.0	989.17	>	380.93	
					36.00	5.70	87.82	128.0	1,005.47	>	573.72	
9	144	500.6	9,399	6	86.07	5.34	93.75	128.0	953.73	>	109.20	6 X 36.0
					69.05	5.47	91.52	128.0	973.42	>	136.12	
					54.22	5.58	89.71	128.0	989.17	>	173.35	
					36.00	5.70	87.82	128.0	1,005.47	>	261.08	

TABLA 4.13 DISEÑO DE CONTRAVIENTOS TUBULARES

Eje "20" y "25" de L a P

Datos generales: E = 2,100,000 Kg/cm²
 Fy = 2,530 Kg/cm²

T - 11

Nivel	Barra	(L) Long. (cm)	(P) Fza. Axial (Kg)	(Ø) Diam. (pulg)	(A) Area (cm ²)	r (cm)	KL/r	CC	(Fa) Fza. Adm. (Kg/cm ²)	(Fac) Fza. Act. (Kg/cm ²)	(Ø) Diam. X (pulg)	(A) Area (cm ²)
1	82	688.2	37,280	8	82.35	7.31	94.15	128.0	950.17	>	452.70	8 X 42.4
					54.20	7.46	92.25	128.0	966.96	>	687.82	
					46.90	7.50	91.76	128.0	971.29	>	794.88	
					42.44	7.53	91.39	128.0	974.50	>	878.42	
2	83	688.2	52,447	8	82.35	7.31	94.15	128.0	950.17	>	636.88	8 X 82.4
					54.20	7.46	92.25	128.0	966.96	<	967.66	
					46.90	7.50	91.76	128.0	971.29	<	1,118.27	
					42.44	7.53	91.39	128.0	974.50	<	1,235.79	
3	84	650.0	44,390	8	82.35	7.31	88.92	128.0	996.05	>	539.04	8 X 46.9
					54.20	7.46	87.13	128.0	1,011.41	>	819.00	
					46.90	7.50	86.67	128.0	1,015.37	>	946.48	
					42.44	7.53	86.32	128.0	1,018.31	<	1,045.95	
4	85	650.0	37,164	8	82.35	7.31	88.92	128.0	996.05	>	451.29	8 X 42.4
					54.20	7.46	87.13	128.0	1,011.41	>	685.68	
					46.90	7.50	86.67	128.0	1,015.37	>	792.41	
					42.44	7.53	86.32	128.0	1,018.31	>	875.68	
5	86	650.0	33,284	8	82.35	7.31	88.92	128.0	996.05	>	404.18	8 X 42.4
					54.20	7.46	87.13	128.0	1,011.41	>	614.10	
					46.90	7.50	86.67	128.0	1,015.37	>	709.68	
					42.44	7.53	86.32	128.0	1,018.31	>	784.26	
6	87	650.0	29,549	8	82.35	7.31	88.92	128.0	996.05	>	358.82	8 X 42.4
					54.20	7.46	87.13	128.0	1,011.41	>	545.18	
					46.90	7.50	86.67	128.0	1,015.37	>	630.04	
					42.44	7.53	86.32	128.0	1,018.31	>	696.25	
7	88	650.0	21,896	6	86.07	5.34	121.72	128.0	685.06	>	254.40	6 X 36.0
					69.05	5.47	118.83	128.0	714.61	>	317.10	
					54.22	5.58	116.49	128.0	738.24	>	403.84	
					36.00	5.70	114.04	128.0	762.71	>	608.22	
8	89	679.6	15,931	6	86.07	5.34	127.27	128.0	627.35	>	185.00	6 X 36.0
					69.05	5.47	124.24	128.0	659.02	>	230.72	
					54.22	5.58	121.79	128.0	684.34	>	293.82	
					36.00	5.70	119.23	128.0	710.56	>	442.53	
9	90	679.6	2,869	6	86.07	5.34	127.27	128.0	627.35	>	33.33	6 X 36.0
					69.05	5.47	124.24	128.0	659.02	>	41.55	
					54.22	5.58	121.79	128.0	684.34	>	52.91	
					36.00	5.70	119.23	128.0	710.56	>	79.69	

TABLA 4.14 DISEÑO DE CONTRAVIENTOS TUBULARES

Eje "21"

Datos generales: E = 2,100,000 Kg/cm²
 Fy = 2,530 Kg/cm²

T - 10

Nivel	Barra	(L) Long. (cm)	(P) Fza. Axial (Kg)	(Ø) Diam. (pulg)	(A) Area (cm ²)	r (cm)	KL/r	CC	(Fa) Fza. Adm. (Kg/cm ²)	(Fac) Fza. Act. (Kg/cm ²)	(Ø) Diam. X (pulg)	(A) Area (cm ²)
1	145	648.2	48,215	8	82.35	7.31	88.67	128.0	998.17	>	585.49	8 X 54.2
					54.20	7.46	86.89	128.0	1,013.46	>	889.58	
					46.90	7.50	86.43	128.0	1,017.41	<	1,028.04	
					42.44	7.53	86.08	128.0	1,020.34	<	1,136.07	
2	146	648.2	61,749	8	82.35	7.31	88.67	128.0	998.17	>	749.84	8 X 82.4
					54.20	7.46	86.89	128.0	1,013.46	<	1,139.28	
					46.90	7.50	86.43	128.0	1,017.41	<	1,316.61	
					42.44	7.53	86.08	128.0	1,020.34	<	1,454.97	
3	147	607.5	50,864	8	82.35	7.31	83.11	128.0	1,045.35	>	617.66	8 X 54.2
					54.20	7.46	81.43	128.0	1,059.18	>	938.45	
					46.90	7.50	81.00	128.0	1,062.75	<	1,084.52	
					42.44	7.53	80.68	128.0	1,065.40	<	1,198.49	
4	148	607.5	45,328	8	82.35	7.31	83.11	128.0	1,045.35	>	550.43	8 X 46.9
					54.20	7.46	81.43	128.0	1,059.18	>	836.31	
					46.90	7.50	81.00	128.0	1,062.75	>	966.48	
					42.44	7.53	80.68	128.0	1,065.40	<	1,068.05	
5	149	607.5	39,956	8	82.35	7.31	83.11	128.0	1,045.35	>	485.20	8 X 42.4
					54.20	7.46	81.43	128.0	1,059.18	>	737.20	
					46.90	7.50	81.00	128.0	1,062.75	>	851.94	
					42.44	7.53	80.68	128.0	1,065.40	>	941.47	
6	150	607.5	33,359	8	82.35	7.31	83.11	128.0	1,045.35	>	405.09	8 X 42.4
					54.20	7.46	81.43	128.0	1,059.18	>	615.48	
					46.90	7.50	81.00	128.0	1,062.75	>	711.28	
					42.44	7.53	80.68	128.0	1,065.40	>	786.03	
7	151	607.5	25,902	6	86.07	5.34	113.76	128.0	765.40	>	300.94	6 X 36.0
					69.05	5.47	111.06	128.0	792.00	>	375.12	
					54.22	5.58	108.87	128.0	813.28	>	477.72	
					36.00	5.70	106.58	128.0	835.31	>	719.50	
8	152	639.0	16,856	6	86.07	5.34	119.66	128.0	706.14	>	195.84	6 X 36.0
					69.05	5.47	116.82	128.0	734.91	>	244.11	
					54.22	5.58	114.52	128.0	757.93	>	310.88	
					36.00	5.70	112.11	128.0	781.76	>	468.22	
9	153	639.0	3,448	6	86.07	5.34	119.66	128.0	706.14	>	40.06	6 X 36.0
					69.05	5.47	116.82	128.0	734.91	>	49.93	
					54.22	5.58	114.52	128.0	757.93	>	63.59	
					36.00	5.70	112.11	128.0	781.76	>	95.78	

TABLA 4.15 DISEÑO DE CONTRAVIENTOS TUBULARES

Eje "24"

Datos generales: E = 2,100,000 Kg/cm²
 Fy = 2,530 Kg/cm²

T - 12

Nivel	Barra	(L) Long. (cm)	(P) Fza. Axial (Kg)	(Ø) Diam. (pulg)	(A) Area (cm ²)	r (cm)	KL/r	CC	(Fa) Fza. Adm. (Kg/cm ²)	(Fac) Fza. Act. (Kg/cm ²)	(Ø) Diam. X (pulg)	(A) Area (cm ²)
1	154	648.2	55,067	8	82.35	7.31	88.67	128.0	998.17	>	668.69	8 X 82.4
					54.20	7.46	86.89	128.0	1,013.46	<	1,016.00	
					46.90	7.50	86.43	128.0	1,017.41	<	1,174.14	
					42.44	7.53	86.08	128.0	1,020.34	<	1,297.53	
2	155	648.2	65,815	8	82.35	7.31	88.67	128.0	998.17	>	799.21	8 X 82.4
					54.20	7.46	86.89	128.0	1,013.46	<	1,214.30	
					46.90	7.50	86.43	128.0	1,017.41	<	1,403.30	
					42.44	7.53	86.08	128.0	1,020.34	<	1,550.78	
3	156	607.5	52,618	8	82.35	7.31	83.11	128.0	1,045.35	>	638.96	8 X 54.2
					54.20	7.46	81.43	128.0	1,059.18	>	970.81	
					46.90	7.50	81.00	128.0	1,062.75	<	1,121.92	
					42.44	7.53	80.68	128.0	1,065.40	<	1,239.82	
4	157	607.5	46,826	8	82.35	7.31	83.11	128.0	1,045.35	>	568.62	8 X 46.9
					54.20	7.46	81.43	128.0	1,059.18	>	863.95	
					46.90	7.50	81.00	128.0	1,062.75	>	998.42	
					42.44	7.53	80.68	128.0	1,065.40	<	1,103.35	
5	158	607.5	41,679	8	82.35	7.31	83.11	128.0	1,045.35	>	506.12	8 X 42.4
					54.20	7.46	81.43	128.0	1,059.18	>	768.99	
					46.90	7.50	81.00	128.0	1,062.75	>	888.68	
					42.44	7.53	80.68	128.0	1,065.40	>	982.07	
6	159	607.5	35,662	8	82.35	7.31	83.11	128.0	1,045.35	>	433.05	8 X 42.4
					54.20	7.46	81.43	128.0	1,059.18	>	657.97	
					46.90	7.50	81.00	128.0	1,062.75	>	760.38	
					42.44	7.53	80.68	128.0	1,065.40	>	840.29	
7	160	607.5	27,959	6	86.07	5.34	113.76	128.0	765.40	>	324.84	6 X 36.0
					69.05	5.47	111.06	128.0	792.00	>	404.91	
					54.22	5.58	108.87	128.0	813.28	>	515.66	
					36.00	5.70	106.58	128.0	835.31	>	776.64	
8	161	639.0	19,091	6	86.07	5.34	119.66	128.0	706.14	>	221.81	6 X 36.0
					69.05	5.47	116.82	128.0	734.91	>	276.48	
					54.22	5.58	114.52	128.0	757.93	>	352.10	
					38.00	5.70	112.11	128.0	781.76	>	530.31	
9	162	639.0	4,163	6	86.07	5.34	119.66	128.0	706.14	>	48.60	6 X 36.0
					69.05	5.47	116.82	128.0	734.91	>	60.58	
					54.22	5.58	114.52	128.0	757.93	>	77.15	
					36.00	5.70	112.11	128.0	781.76	>	116.19	

Tabla 4.16 Dimensiones de diagonales obtenidas.

Eje	Diagonal Tipo	OC x AREA		
		Nivel (1 - 3)	Nivel (4 - 6)	Nivel (7 - 9)
A y P	T - 3	10" x 122.3	10" x 103.9	8" x 82.4
G y L	T - 4	10" x 103.9	8" x 82.4	6" x 54.2
J e I	T - 5	10" x 76.8	8" x 82.4	6" x 36.0
H y K	T - 6	8" x 82.4	8" x 82.4	6" x 36.0
20 y 25	T - 7	8" x 82.4	8" x 42.4	6" x 36.0
20 y 25	T - 8	8" x 54.2	8" x 42.4	6" x 36.0
20 y 25	T - 9	8" x 46.9	8" x 42.4	6" x 36.0
21	T - 10	8" x 82.4	8" x 46.9	6" x 36.0
20 y 25	T - 11	8" x 82.4	8" x 42.4	6" x 36.0
24	T - 12	8" x 82.4	8" x 46.9	6" x 36.0

Tabla 4.17 Dimensiones de diagonales ajustadas.

Eje	Diagonal Tipo	OC x AREA		
		Nivel (1 - 3)	Nivel (4 - 6)	Nivel (7 - 9)
A y P	T - 3	10" x 122.3	10" x 103.9	8" x 82.4
G y L	T - 4	10" x 103.9	8" x 82.4	6" x 69.1
J e I	T - 5	10" x 76.8	8" x 82.4	6" x 36.0
H y K	T - 6	8" x 82.4	8" x 82.4	6" x 36.0
20 y 25	T - 7	8" x 82.4	8" x 46.9	6" x 36.0
20 y 25	T - 8	8" x 82.4	8" x 46.9	6" x 36.0
20 y 25	T - 9	8" x 82.4	8" x 46.9	6" x 36.0
21	T - 10	8" x 82.4	8" x 46.9	6" x 36.0
20 y 25	T - 11	8" x 82.4	8" x 46.9	6" x 36.0
24	T - 12	8" x 82.4	8" x 46.9	6" x 36.0

4.5 Diseño de la conexión.

Para poder lograr el adecuado funcionamiento de las diagonales de refuerzo con los marcos de concreto de la estructura existente, se debe diseñar una conexión que cumpla las siguientes características:

- El diseño de la conexión debe ser capaz de transmitir solamente las fuerzas de compresión o de tensión que se producen en las diagonales de refuerzo.
- Evitar que, por deficiencia de la conexión, se produzcan fuerzas cortantes en las trabes o columnas que concurran al nudo.
- Lograr que el proceso constructivo de la conexión sea fácil y económico.

La conexión que se presenta en la Figura 4.6 pretende atender los problemas que se mencionan con anterioridad y adicionalmente proporcionar la posibilidad de deformarse ante acciones extraordinarias y disipar energía en forma sustancial amortiguando los efectos de dichas acciones.

El sistema que forma la conexión está compuesto por seis placas de acero A-36, siete anclas tipo SAE 9840 con un esfuerzo de fluencia de $F_y=8,000 \text{ Kg/cm}^2$ y cuatro o seis tornillos tipo A-325 ó A-490 de alta resistencia; los cuales se acoplan de la siguiente forma:

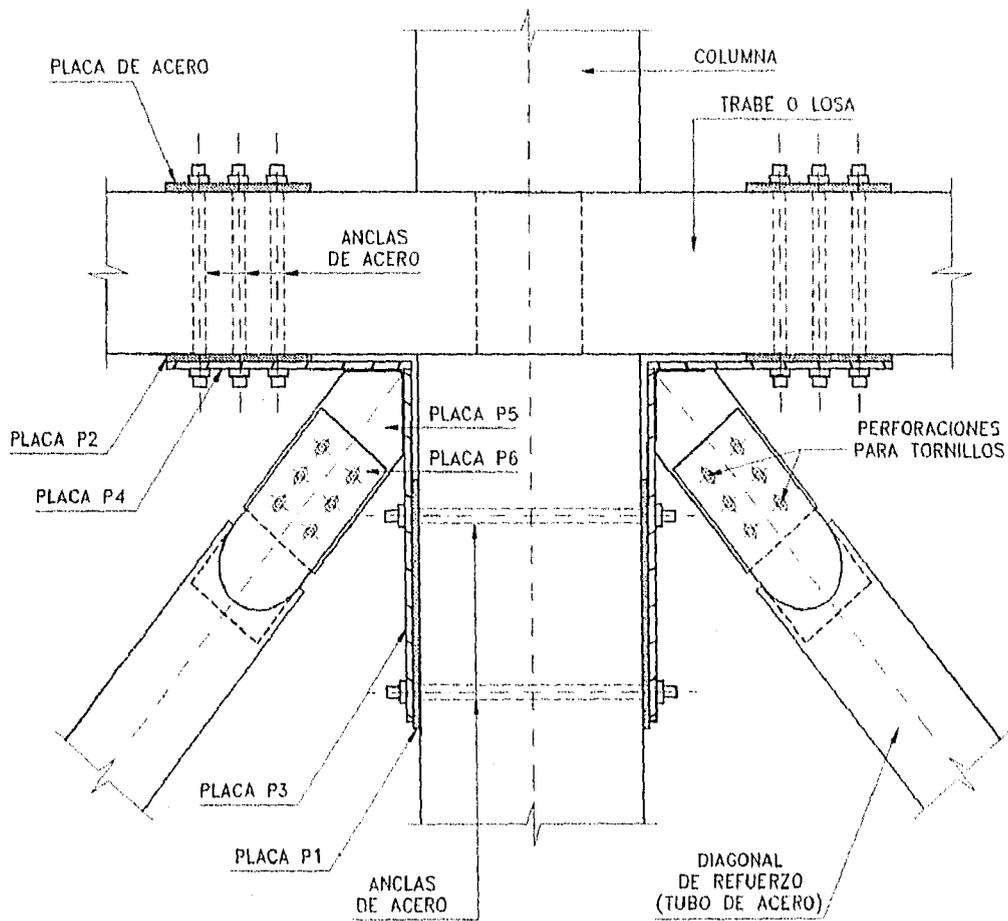


Figura 4.6 Conexión tipo del contraventeo diagonal tubular

Dos placas de acero de alta resistencia, una vertical, en el sentido paralelo a la dirección de la columna y una horizontal, en el sentido paralelo a la dirección de la trabe o losa.

Un extremo de la placa, apoyada sobre una calza metálica, ésta conectada por medio de anclas de acero de alta resistencia al elemento estructural de concreto. El extremo opuesto de las placas está conectado a la diagonal de refuerzo por medio de una placa metálica con agujeros ovalados, esta conexión es atornillada.

La función de estas placas es transmitir las fuerzas de tensión o de compresión hacia la columna o trabe producidas por la diagonal de refuerzo.

La función de las anclas después de haber sido tensados con un gato hidráulico, es transmitir sobre la placa y su calza, una fuerza de compresión sobre la superficie en contacto con el elemento de concreto.

Este sistema pretende garantizar que las fuerzas transmitidas de la diagonal de refuerzo en el nudo de la estructura de concreto, ocurra de acuerdo con la idealización hecha para el análisis de la estructura mostrado en la Figura 4.7.

Cabe mencionar que la construcción de esta conexión debe ser sencilla y económica si se hace en forma adecuada.

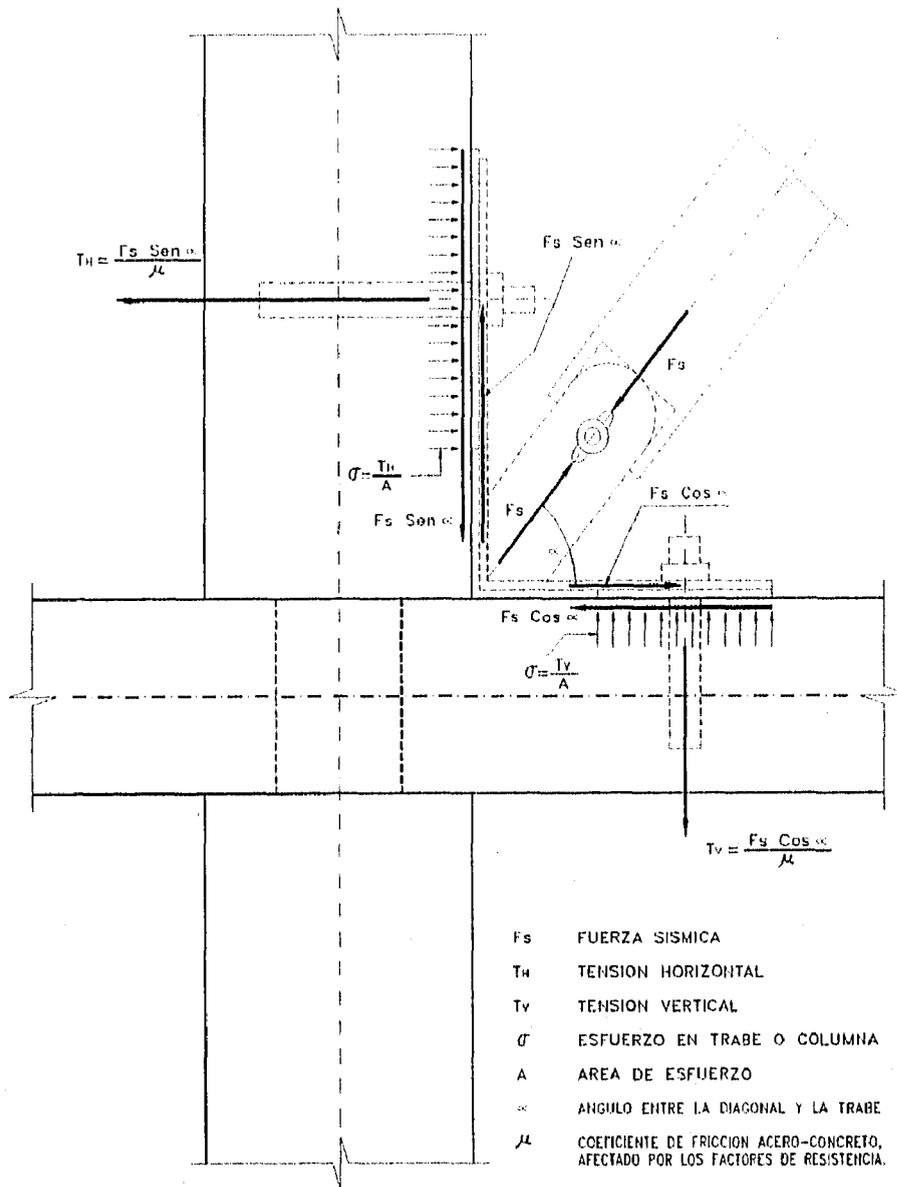


Figura 4.7 Acciones y reacciones en la conexión.

El diseño de la conexión se realizó por el método de esfuerzos admisibles, elaborando hojas de cálculo para cada elemento de que consta ésta, con el objeto de realizar iteraciones con los diferentes espesores de placas comerciales y diámetros de tornillos existentes, para de esta forma obtener las dimensiones más adecuadas de dichos elementos.

Diseño de placas P1 y P2.

Primeramente se realizó el cálculo de las placas denominadas P1 y P2 para columna y trabe respectivamente, mostradas en la Figura 4.6, que actúan como calza metálica entre la placa superior y el elemento de concreto reforzado existente. Estas placas se diseñaron a compresión como se muestra en la tabla 4.18 con el siguiente procedimiento.

Al igual que para el cálculo de las diagonales de refuerzo, la Fuerza axial (**P**) constituyó el factor principal para diseñar las placas; se tomaron las fuerzas correspondientes para cada nivel del marco analizado y a continuación se determinó la Fuerza ejercida (**F**) hacia cada placa, es decir, para las columnas se utilizó la expresión $F=P(\text{Sen } \alpha)/\mu$ y para las trabes la expresión $F=P(\text{Cos } \alpha)/\mu$, utilizando como α el ángulo formado entre la diagonal y la trabe, y como coeficiente de fricción entre el acero y el concreto $\mu=0.45$.

Se propuso entonces, las secciones de placas más adecuadas, tomando en consideración las dimensiones de los elementos estructurales existentes, que cumpliera con el cálculo estructural y que además resultara fácil su colocación en la obra, de esta forma las dimensiones de las placas se propusieron con un ancho (**b**) constante de 25 cm. y una longitud que varía de 95 cm. en los primeros niveles hasta 35 cm. en los niveles superiores.

También se propuso que debían colocarse cuatro anclas en las placas de columnas y tres anclas en las placas de trabes, esto considerando que las dimensiones de las columnas van de 95 a 50 cm. y las de las trabes son de 30 y 25 cm., es decir su fijación por medio de anclas resulta más conveniente colocar cuatro de ellas en un ancho mayor y tres en el menor.

Conocida la sección de las placas y el número de anclas que deberá llevar, se calculo el momento producido (**M**) debido a la Fuerza ejercida (**F**) y se determinó el espesor (**t**) de placa necesario para absorber dicha fuerza a través de la expresión:

$$t = \sqrt{6 * M / 1900 * 1.33 * b}$$

Dicho espesor se obtuvo en centímetros y se determinó el que correspondiera a las de dimensiones comerciales de placas en pulgadas.

Diseño de placas P3 y P4.

A continuación se elaboró la tabla 4.19, que corresponde al cálculo de las placas P3 y P4 para columna y trabe respectivamente, mostradas en la Figura 4.6, que actúan como transmisoras de las fuerzas de tensión o de compresión producidas por la diagonal de refuerzo hacia la columna o trabe.

Al igual que para el cálculo de las placas P1 y P2, se tomó la Fuerza axial (**P**) para la obtención de las Fuerzas ejercidas (**F**) hacia cada placa para cada nivel del marco analizado; asimismo se utilizó la expresión $F=P(\text{Seno } \alpha)$ para columnas y la expresión $F=P(\text{Cos } \alpha)$ para las trabes, siendo α el ángulo formado entre la diagonal y la trabe, en este caso no se afectó por el coeficiente de fricción (μ) ya que estas placas son las que van apoyadas sobre las calzas metálicas.

Se propuso el ancho de la sección de placa a utilizar, tomando en consideración las dimensiones propuestas anteriormente (placas P1 y P2), ya que debe existir un acoplamiento adecuado para su correcta colocación, fijación y funcionamiento en conjunto. Así, se propuso un ancho (**b**) constante de 23 cm. en todos los niveles del marco analizado.

Se consideró un esfuerzo de fluencia mínimo del acero de $F_y=2,530 \text{ Kg/cm}^2$, tomando de este valor un 60% para determinar el espesor (**t**) de placa de diseño a través de la siguiente expresión:

$$t = \frac{F}{1.33(b)0.6F_y}$$

Dicho espesor se obtuvo en centímetros y se determinó el que correspondiera a las de dimensiones comerciales de placas en pulgadas.

TABLA 4.18 DISEÑO A COMPRESION DE PLACAS BASE, EJES "A" y "P"

Nivel	Placa	Elem.	P (Kg)	Altura (cm)	Ancho (cm)	alfa (°)	F (Kg)	Sección (cm)	Area (cm ²)	b (cm)	F/A (Kg/cm ²)	w (Kg/cm)	M (Kg-cm)	Espesor (t)	
														(cm)	(pulg)
1	P1	Columna	67,448	400	700	29.74	74,363.51	25 x 70	1,750	25	42.49	1,062.34	20,748.75	1.40	5/8
	P2	Trabe	67,448	400	700	29.74	130,136.14	25 x 95	2,375	25	54.79	1,369.85	107,019.85	3.19	1 3/8
2	P1	Columna	112,945	400	700	29.74	124,525.36	25 x 70	1,750	25	71.16	1,778.93	34,744.80	1.82	3/4
	P2	Trabe	112,945	400	700	29.74	217,919.38	25 x 95	2,375	25	91.76	2,293.89	179,210.02	4.13	1 3/4
3	P1	Columna	101,801	330	700	25.24	96,400.45	25 x 70	1,750	25	55.12	1,378.09	26,915.86	1.00	3/4
	P2	Trabe	101,801	330	700	25.24	204,625.81	25 x 95	2,375	25	86.16	2,153.96	168,277.81	4.00	1 3/4
4	P1	Columna	98,104	330	700	25.24	92,963.18	25 x 55	1,375	25	67.61	1,690.24	33,012.40	1.77	3/4
	P2	Trabe	98,104	330	700	25.24	197,104.03	25 x 95	2,375	25	83.03	2,075.73	162,166.64	3.92	1 3/4
5	P1	Columna	90,402	330	700	25.24	95,664.78	25 x 55	1,375	25	62.30	1,557.54	30,420.73	1.70	3/4
	P2	Trabe	90,402	330	700	25.24	181,713.17	25 x 95	2,375	25	76.51	1,912.77	149,435.17	3.77	1 1/2
6	P1	Columna	78,716	330	700	25.24	74,591.16	25 x 55	1,375	25	54.25	1,350.20	26,488.33	1.50	3/4
	P2	Trabe	78,716	330	700	25.24	158,223.05	25 x 95	2,375	25	66.62	1,665.51	130,118.13	3.52	1 1/2
7	P1	Columna	65,205	330	700	25.24	61,788.15	25 x 35	875	25	70.62	1,765.38	34,478.99	1.81	3/4
	P2	Trabe	65,205	330	700	25.24	131,065.77	25 x 55	1,375	25	95.32	2,383.01	186,172.96	4.20	1 3/4
8	P1	Columna	50,652	385	700	28.81	54,244.77	25 x 35	875	25	61.99	1,549.85	30,270.52	1.70	3/4
	P2	Trabe	50,652	385	700	28.81	98,626.86	25 x 55	1,375	25	71.73	1,793.22	140,094.98	3.65	1 1/2
9	P1	Columna	22,522	385	700	28.81	24,119.50	25 x 35	875	25	27.57	689.13	13,459.54	1.13	1/2
	P2	Trabe	22,522	385	700	28.81	43,053.63	25 x 55	1,375	25	31.89	797.34	62,292.09	2.43	1

TABLA 4.19 DISEÑO A TENSION DE PLACAS QUE FORMAN ANGULO, EJES "A" y "P"

Nivel	Placa	Elem.	P (Kg)	Altura (cm)	Ancho (cm)	alfa (°)	F (Kg)	Sección (cm)	b (cm)	0.6 Fy (Kg/cm ²)	Espesor (t)	
											(cm)	(pulg)
1	P3	Columna	87,448	400	700	29.74	33,403.58	23 x L	23	1,518.00	0.72	3/8
	P4	Trabe	87,448	400	700	29.74	58,561.26	23 x L	23	1,518.00	1.28	1/2
2	P3	Columna	112,945	400	700	29.74	56,038.41	23 x L	23	1,518.00	1.21	1/2
	P4	Trabe	112,945	400	700	29.74	98,083.72	23 x L	23	1,518.00	2.11	7/8
3	P3	Columna	101,801	330	700	25.24	43,400.90	23 x L	23	1,518.00	0.93	3/8
	P4	Trabe	101,801	330	700	25.24	82,081.61	23 x L	23	1,518.00	1.98	7/8
4	P3	Columna	98,104	330	700	25.24	41,833.43	23 x L	23	1,518.00	0.90	3/8
	P4	Trabe	98,104	330	700	25.24	88,737.58	23 x L	23	1,518.00	1.91	7/8
5	P3	Columna	90,402	330	700	25.24	38,549.15	23 x L	23	1,518.00	0.83	3/8
	P4	Trabe	90,402	330	700	25.24	81,770.93	23 x L	23	1,518.00	1.76	3/4
6	P3	Columna	78,716	330	700	25.24	33,568.02	23 x L	23	1,518.00	0.72	3/8
	P4	Trabe	78,716	330	700	25.24	71,200.64	23 x L	23	1,518.00	1.53	5/8
7	P3	Columna	65,205	330	700	25.24	27,804.67	23 x L	23	1,518.00	0.60	1/4
	P4	Trabe	65,205	330	700	25.24	56,979.59	23 x L	23	1,518.00	1.27	5/8
8	P3	Columna	50,652	385	700	28.81	24,410.15	23 x L	23	1,518.00	0.53	1/4
	P4	Trabe	50,652	385	700	28.81	44,382.09	23 x L	23	1,518.00	0.96	1/2
9	P3	Columna	22,522	385	700	28.81	10,853.77	23 x L	23	1,518.00	0.23	1/8
	P4	Trabe	22,522	385	700	28.81	19,734.13	23 x L	23	1,518.00	0.42	1/4

Diseño de placas P5 y P6.

Enseguida se calculó en las Tablas 4.20.A a la 4.20.C las últimas dos placas denominadas P5 y P6, como se muestran en la Figura 4.6, que sirven para ligar el tubo de la diagonal de contraventeo con las placas de transmisión de fuerzas P3 y P4, estas placas se diseñaron a tensión considerando fijarlas en sus extremos con soldadura y entre sí a base de tornillos con agujeros ovalados en una y redondos en la otra.

En este caso se determinó el ancho de placa (**b**) en función de los diámetros nominales de tubo (OC x Area) diseñados en el punto 4.4 y mostrados en la tabla 4.17 del presente capítulo; es decir, utilizando el Manual de Construcción en Acero (I.M.C.A) y con base en el diámetro nominal de diseño se tomó el diámetro interior del tubo correspondiente al área requerida, siendo finalmente este valor el ancho de la placa (**b**) a utilizar.

Se propuso el diámetro de tornillos a utilizar y el número de agujeros por hilera para determinar en función de los espesores propuestos de placa, el área efectiva de cada una, la cual al ser multiplicada por un porcentaje del esfuerzo de fluencia del acero (**Fy**) se obtendría la Tensión admisible (**T**) para cada espesor, utilizando la siguiente expresión.

$$T = \{b * t - N_{a/h} * t * (\varnothing_{tor.} + 1/8)\} * ft$$

Donde:

T	=	Tensión admisible (Kg).
b	=	Ancho de placa (cm).
t	=	Espesor de placa (cm).
$N_{a/h}$	=	Número de agujeros por hilera.
$\varnothing_{tor.}$	=	Diámetro de tornillos propuestos más holgura (cm).
ft	=	0.6 Fy (Kg/cm ²).
Fy	=	Esfuerzo de fluencia del acero Fy=2,530 Kg/cm ² .

De esta forma se tomaría como espesor de diseño aquel que su tensión admisible sea igual o mayor que la Fuerza axial (**P**).

TABLA 4.20.A DISEÑO A TENSION DE PLACAS DEL CONTRAVIENTO, EJES "A" y "P"

Datos generales: Fy = 2,530 Kg/cm²

Nivel	Placa	P (Kg)	OC x Area (pulg x cm ²)	b (cm)	Ø tor.		N a/h por Hilera	0.6 Fy (Kg/cm ²)	Espesor (t)		T (Kg)
					(pulg)	(cm)			(pulg)	(cm)	
1	P5 y P6	67,448	10" x 122.3	24.29	1 1/2	3.81	2	1,518	1/2	1.27	30,913.24
									5/8	1.59	38,641.54
									3/4	1.91	46,369.85
									7/8	2.22	54,098.16
									1	2.54	61,826.47
									1 1/8	2.86	69,554.78
									1 1/4	3.18	77,283.09
									1 3/8	3.49	85,011.40
									1 1/2	3.81	92,739.71
									1 3/4	4.45	108,196.32
									1 7/8	4.76	115,924.63
									2	5.08	123,652.94
									2	P5 y P6	112,945
5/8	1.59	38,641.54									
3/4	1.91	46,369.85									
7/8	2.22	54,098.16									
1	2.54	61,826.47									
1 1/8	2.86	69,554.78									
1 1/4	3.18	77,283.09									
1 3/8	3.49	85,011.40									
1 1/2	3.81	92,739.71									
1 3/4	4.45	108,196.32									
1 7/8	4.76	115,924.63									
2	5.08	123,652.94									
3	P5 y P6	101,801	10" x 122.3	24.29	1 1/2	3.81	2	1,518			
									5/8	1.59	38,641.54
									3/4	1.91	46,369.85
									7/8	2.22	54,098.16
									1	2.54	61,826.47
									1 1/8	2.86	69,554.78
									1 1/4	3.18	77,283.09
									1 3/8	3.49	85,011.40
									1 1/2	3.81	92,739.71
									1 3/4	4.45	108,196.32
									1 7/8	4.76	115,924.63
									2	5.08	123,652.94

 Espesor de diseño óptimo.

TABLA 4.20.B DISEÑO A TENSION DE PLACAS DEL CONTRAVIENTO, EJES "A" y "P"

Datos generales: $F_y = 2,530 \text{ Kg/cm}^2$

Nivel	Placa	P (Kg)	OC x Area (pulg x cm ²)	b (cm)	Ø tor.		N a/h por Hilera	0.6 Fy (Kg/cm ²)	Espesor (t)		T (Kg)
					(pulg)	(cm)			(pulg)	(cm)	
4	P5 y P6	98,104	10" x 103.9	24.77	1 1/2	3.81	2	1,518	1/2	1.27	31,838.61
									5/8	1.59	39,798.26
									3/4	1.91	47,757.91
									7/8	2.22	55,717.56
									1	2.54	63,677.22
									1 1/8	2.86	71,636.87
									1 1/4	3.18	79,596.52
									1 3/8	3.49	87,556.17
									1 1/2	3.81	95,515.82
									1 3/4	4.45	111,435.13
									1 7/8	4.76	119,394.78
									2	5.08	127,354.43
5	P5 y P6	90,402	10" x 103.9	24.77	1 1/2	3.81	2	1,518	1/2	1.27	31,838.61
									5/8	1.59	39,798.26
									3/4	1.91	47,757.91
									7/8	2.22	55,717.56
									1	2.54	63,677.22
									1 1/8	2.86	71,636.87
									1 1/4	3.18	79,596.52
									1 3/8	3.49	87,556.17
									1 1/2	3.81	95,515.82
									1 3/4	4.45	111,435.13
									1 7/8	4.76	119,394.78
									2	5.08	127,354.43
6	P5 y P6	78,716	10" x 103.9	24.77	1 1/2	3.81	2	1,518	1/2	1.27	31,838.61
									5/8	1.59	39,798.26
									3/4	1.91	47,757.91
									7/8	2.22	55,717.56
									1	2.54	63,677.22
									1 1/8	2.86	71,636.87
									1 1/4	3.18	79,596.52
									1 3/8	3.49	87,556.17
									1 1/2	3.81	95,515.82
									1 3/4	4.45	111,435.13
									1 7/8	4.76	119,394.78
									2	5.08	127,354.43

Espesor de diseño óptimo.

TABLA 4.20.C DISEÑO A TENSION DE PLACAS DEL CONTRAVIENTO, EJES "A" y "P"

Datos generales: $F_y = 2,530 \text{ Kg/cm}^2$

Nivel	Placa	P (Kg)	OC x Area (pulg x cm ²)	b (cm)	Ø tor.		N a/h por Hileras	0.6 F _y (Kg/cm ²)	Espesor (t)		T (Kg)
					(pulg)	(cm)			(pulg)	(cm)	
7	P5 y P6	65,205	8" x 82.4	19.37	1 1/2	3.81	2	1,518	1/2	1.27	21,428.16
									5/8	1.59	26,785.20
									3/4	1.91	32,142.25
									7/8	2.22	37,499.29
									1	2.54	42,856.33
									1 1/8	2.86	48,213.37
									1 1/4	3.18	53,570.41
									1 3/8	3.49	58,927.45
									1 1/2	3.81	64,284.49
									1 3/4	4.45	74,998.57
									1 7/8	4.76	80,355.61
									2	5.08	85,712.66
8	P5 y P6	50,652	8" x 82.4	19.37	1 1/2	3.81	2	1,518	1/2	1.27	21,428.16
									5/8	1.59	26,785.20
									3/4	1.91	32,142.25
									7/8	2.22	37,499.29
									1	2.54	42,856.33
									1 1/8	2.86	48,213.37
									1 1/4	3.18	53,570.41
									1 3/8	3.49	58,927.45
									1 1/2	3.81	64,284.49
									1 3/4	4.45	74,998.57
									1 7/8	4.76	80,355.61
									2	5.08	85,712.66
9	P5 y P6	22,522	8" x 82.4	19.37	1 1/2	3.81	2	1,518	1/2	1.27	21,428.16
									5/8	1.59	26,785.20
									3/4	1.91	32,142.25
									7/8	2.22	37,499.29
									1	2.54	42,856.33
									1 1/8	2.86	48,213.37
									1 1/4	3.18	53,570.41
									1 3/8	3.49	58,927.45
									1 1/2	3.81	64,284.49
									1 3/4	4.45	74,998.57
									1 7/8	4.76	80,355.61
									2	5.08	85,712.66

 Espesor de diseño óptimo.

Diseño de anclas.

Una vez realizado el cálculo de las placas, se elaboraron las tablas 4.21A a la 4.21.F en las cuales se diseñó el diámetro y número de anclas para cada par de placa en la conexión por nivel de entrepiso, utilizando el método de esfuerzos admisibles; considerando lo siguiente.

El número de anclas necesario y funcional para fijar las placas P1 y P3 correspondientes a las columnas se tomó de 4; asimismo el número de anclas para fijar las placas P2 y P4 ubicadas en las traveses o losas se tomó de 3 como se muestra en la Figura 4.6, esta decisión se tomó, por las mismas consideraciones que se hicieron para el diseño de estas.

De la misma forma que para los cálculos anteriores se tomó la Fuerza axial (**P**) como fuerza de diseño, con sus correspondientes Fuerzas ejercidas (**F**) hacia cada grupo de anclas, es decir, para las columnas se utilizó la expresión $F=P(\text{Seno } \alpha)/\mu$ y para las traveses la expresión $F=P(\text{Cos } \alpha)/\mu$, utilizando como α el ángulo formado entre la diagonal y la trabe, y como coeficiente de fricción entre el acero y el concreto $\mu=0.45$.

En este caso se realizaron los cálculos del número de anclas necesario en función de la Fuerza ejercida (**F**) sobre estas, del área neta (**An**) de los diámetros comerciales ($\varnothing_{\text{anc.}}$) y de un porcentaje del esfuerzo de fluencia del material de las anclas (**ft**), de acuerdo con la siguiente expresión.

$$\text{No. Anclas} = \frac{F}{ft * An}$$

Donde:

- F = Fuerza ejercida (Kg).
- ft = $0.6 F_y$ (Kg/cm²).
- F_y = Esfuerzo de fluencia del acero F_y=8,000 Kg/cm².
- An = Área neta An=A/1.4 (cm²).
- A = Área del diámetro de ancla (cm²).

El diámetro de anclas de diseño será el que corresponda a 4 anclas para columnas y 3 para traveses.

TABLA 4.21.A DISEÑO DE ANCLAS, EJES "A" y "P"

Datos generales: Anclas $F_y = 8,000 \text{ Kg/cm}^2$

Nivel	Placa	Elem.	P (Kg)	Ø Anc. (pulg)	A (cm ²)	An (cm ²)	Altura (cm)	Ancho (cm)	alfa (°)	F (Kg)	0.6 F _y (Kg/cm ²)	No. Anclas
1	P1 y P3	Columna	67,448	1/2	1.27	0.90	400	700	29.74	74,363.51	4,800	17
				5/8	1.98	1.41						11
				3/4	2.85	2.04						8
				7/8	3.88	2.77						6
				1	5.07	3.82						4
				1 1/8	6.41	4.58						3
				1 1/4	7.92	5.66						3
				1 3/8	9.58	6.84						2
				1 1/2	11.40	8.14						2
				1 3/4	15.52	11.08						1
				1 7/8	17.81	12.72						1
				2	20.27	14.48						1
				2	P1 y P3	Columna						112,945
5/8	1.98	1.41	18									
3/4	2.85	2.04	13									
7/8	3.88	2.77	9									
1	5.07	3.62	7									
1 1/8	6.41	4.58	6									
1 1/4	7.92	5.66	5									
1 3/8	9.58	6.84	4									
1 1/2	11.40	8.14	3									
1 3/4	15.52	11.08	2									
1 7/8	17.81	12.72	2									
2	20.27	14.48	2									
3	P1 y P3	Columna	101,801				1/2	1.27	0.90	330	700	
				5/8	1.98	1.41	14					
				3/4	2.85	2.04	10					
				7/8	3.88	2.77	7					
				1	5.07	3.62	6					
				1 1/8	6.41	4.58	4					
				1 1/4	7.92	5.66	4					
				1 3/8	9.58	6.84	3					
				1 1/2	11.40	8.14	2					
				1 3/4	15.52	11.08	2					
				1 7/8	17.81	12.72	2					
				2	20.27	14.48	1					

 Diámetro de diseño óptimo.

TABLA 4.21.B DISEÑO DE ANCLAS, EJES "A" y "P"

Datos generales: Anclas $F_y = 8,000 \text{ Kg/cm}^2$

Nivel	Placa	Elem.	P (Kg)	Ø Anc. (pulg)	A (cm ²)	An (cm ²)	Altura (cm)	Ancho (cm)	alfa (°)	F (Kg)	0,6 F _y (Kg/cm ²)	No. Anclas	
4	P1 y P3	Columna	98,104	1/2	1.27	0.90	330	700	25.24		92,963.18	4,800	21
				5/8	1.98	1.41							14
				3/4	2.85	2.04							10
				7/8	3.88	2.77							7
				1	5.07	3.62							5
				1 1/8	6.41	4.58							4
				1 1/4	7.92	5.68							3
				1 3/8	9.58	6.84							3
				1 1/2	11.40	8.14							2
				1 3/4	15.52	11.08							2
				1 7/8	17.81	12.72							2
				2	20.27	14.48							1
				5	P1 y P3	Columna							90,402
5/8	1.98	1.41	13										
3/4	2.85	2.04	9										
7/8	3.88	2.77	6										
1	5.07	3.62	5										
1 1/8	6.41	4.58	4										
1 1/4	7.92	5.86	3										
1 3/8	9.58	6.84	3										
1 1/2	11.40	8.14	2										
1 3/4	15.52	11.08	2										
1 7/8	17.81	12.72	1										
2	20.27	14.48	1										
6	P1 y P3	Columna	78,716				1/2	1.27	0.90	330	700	25.24	
				5/8	1.98	1.41	11						
				3/4	2.85	2.04	8						
				7/8	3.88	2.77	6						
				1	5.07	3.62	4						
				1 1/8	6.41	4.58	3						
				1 1/4	7.92	5.66	3						
				1 3/8	9.58	6.84	2						
				1 1/2	11.40	8.14	2						
				1 3/4	15.52	11.08	1						
				1 7/8	17.81	12.72	1						
				2	20.27	14.48	1						

 Diámetro de diseño óptimo.

TABLA 4.21.C DISEÑO DE ANCLAS, EJES "A" y "P"

Datos generales: Anclas $F_y = 8,000 \text{ Kg/cm}^2$

Nivel	Placa	Elem.	P (Kg)	Ø Anc. (pulg)	A (cm ²)	An (cm ²)	Altura (cm)	Ancho (cm)	alfa (°)	F (Kg)	0.6 F _y (Kg/cm ²)	No. Anclas
7	P1 y P3	Columna	65,205	1/2	1.27	0.90	330	700	25.24	61,788.15	4,800	14
				5/8	1.98	1.41						9
				3/4	2.85	2.04						6
				7/8	3.88	2.77						5
				1	5.07	3.62						4
				1 1/8	6.41	4.58						3
				1 1/4	7.92	5.66						2
				1 3/8	9.58	6.84						2
				1 1/2	11.40	8.14						2
				1 3/4	15.52	11.08						1
				1 7/8	17.81	12.72						1
				2	20.27	14.48						1
				8	P1 y P3	Columna						50,652
5/8	1.98	1.41	8									
3/4	2.85	2.04	6									
7/8	3.88	2.77	4									
1	5.07	3.62	3									
1 1/8	6.41	4.58	2									
1 1/4	7.92	5.66	2									
1 3/8	9.58	6.84	2									
1 1/2	11.40	8.14	1									
1 3/4	15.52	11.08	1									
1 7/8	17.81	12.72	1									
2	20.27	14.48	1									
9	P1 y P3	Columna	22,522				1/2	1.27	0.90	385	700	
				5/8	1.98	1.41	4					
				3/4	2.85	2.04	2					
				7/8	3.88	2.77	2					
				1	5.07	3.62	1					
				1 1/8	6.41	4.58	1					
				1 1/4	7.92	5.66	1					
				1 3/8	9.58	6.84	1					
				1 1/2	11.40	8.14	1					
				1 3/4	15.52	11.08	0					
				1 7/8	17.81	12.72	0					
				2	20.27	14.48	0					

 Diámetro de diseño óptimo.

TABLA 4.21.D DISEÑO DE ANCLAS, EJES "A" y "P"

Datos generales: Anclas $F_y = 8,000 \text{ Kg/cm}^2$

Nivel	Placa	Elem.	P (Kg)	Ø Anc. (pulg)	A (cm ²)	An (cm ²)	Altura (cm)	Ancho (cm)	alfa (°)	F (Kg)	0.6 F _y (Kg/cm ²)	No. Anclas
1	P2 y P4	Trabe	67,448	1/2	1.27	0.90	400	700	29.74	130,136.14	4,800	30
				5/8	1.98	1.41						19
				3/4	2.85	2.04						13
				7/8	3.88	2.77						10
				1	5.07	3.62						7
				1 1/8	6.41	4.58						6
				1 1/4	7.92	5.66						5
				1 3/8	9.58	6.84						4
				1 1/2	11.40	8.14						3
				1 3/4	15.52	11.08						2
				1 7/8	17.81	12.72						2
				2	20.27	14.48						2
2	P2 y P4	Trabe	112,945	1/2	1.27	0.90	400	700	29.74	217,919.38	4,800	50
				5/8	1.98	1.41						32
				3/4	2.85	2.04						22
				7/8	3.88	2.77						16
				1	5.07	3.62						13
				1 1/8	6.41	4.58						10
				1 1/4	7.92	5.66						8
				1 3/8	9.59	6.84						7
				1 1/2	11.40	8.14						6
				1 3/4	15.52	11.08						4
				1 7/8	17.81	12.72						4
				2	20.27	14.48						3
3	P2 y P4	Trabe	101,801	1/2	1.27	0.90	330	700	25.24	204,625.81	4,800	47
				5/8	1.98	1.41						30
				3/4	2.85	2.04						21
				7/8	3.88	2.77						15
				1	5.07	3.62						12
				1 1/8	6.41	4.58						9
				1 1/4	7.92	5.66						8
				1 3/8	9.58	6.84						6
				1 1/2	11.40	8.14						5
				1 3/4	15.52	11.08						4
				1 7/8	17.81	12.72						3
				2	20.27	14.48						3

 Diámetro de diseño óptimo.

TABLA 4.21.E DISEÑO DE ANCLAS, EJES "A" y "P"

Datos generales: Anclas $F_y = 8,000 \text{ Kg/cm}^2$

Nivel	Placa	Elem.	P (Kg)	Ø Anc. (pulg)	A (cm ²)	An (cm ²)	Altura (cm)	Ancho (cm)	alfa (°)	F (Kg)	0.6 F_y (Kg/cm ²)	No. Anclas
4	P2 y P4	Trabe	98,104	1/2	1.27	0.90	330	700	25.24	197,194.63	4,800	45
				5/8	1.98	1.41						29
				3/4	2.85	2.04						20
				7/8	3.88	2.77						16
				1	5.07	3.62						11
				1 1/8	6.41	4.58						9
				1 1/4	7.92	5.66						7
				1 3/8	9.58	6.84						6
				1 1/2	11.40	8.14						5
				1 3/4	15.52	11.08						4
				1 7/8	17.81	12.72						3
				2	20.27	14.48						3
				5	P2 y P4	Trabe						90,402
5/8	1.98	1.41	27									
3/4	2.85	2.04	19									
7/8	3.88	2.77	14									
1	5.07	3.62	10									
1 1/8	6.41	4.58	8									
1 1/4	7.92	5.66	7									
1 3/8	9.58	6.84	6									
1 1/2	11.40	8.14	6									
1 3/4	16.52	11.08	3									
1 7/8	17.81	12.72	3									
2	20.27	14.48	3									
6	P2 y P4	Trabe	78,716				1/2	1.27	0.90	330	700	
				5/8	1.98	1.41	23					
				3/4	2.85	2.04	16					
				7/8	3.88	2.77	12					
				1	5.07	3.62	9					
				1 1/8	6.41	4.58	7					
				1 1/4	7.92	5.66	6					
				1 3/8	9.58	6.84	5					
				1 1/2	11.40	8.14	4					
				1 3/4	16.52	11.08	3					
				1 7/8	17.81	12.72	3					
				2	20.27	14.48	2					



Diámetro de diseño óptimo.

TABLA 4.21.F DISEÑO DE ANCLAS, EJES "A" y "P"

Datos generales: Anclas $F_y = 8,000 \text{ Kg/cm}^2$

Nivel	Placa	Elem.	P (Kg)	Ø Anc. (pulg)	A (cm ²)	An (cm ²)	Altura (cm)	Ancho (cm)	alfa (°)	F (Kg)	0.6 F _y (Kg/cm ²)	No. Anclas									
7	P2 y P4	Trabe	65,205	1/2	1.27	0.90	330	700	25.24	131,065.77	4,800	30									
				5/8	1.98	1.41						19									
				3/4	2.85	2.04						13									
				7/8	3.88	2.77						10									
				1	5.07	3.62						8									
				1 1/8	6.41	4.58						6									
				1 1/4	7.92	5.66						5									
				1 3/8	9.58	6.84						4									
				1 1/2	11.40	8.14						3									
				1 3/4	15.52	11.08						2									
				1 7/8	17.81	12.72						2									
				2	20.27	14.48						2									
				8	P2 y P4	Trabe						50,652	1/2	1.27	0.90	365	700	28.81	98,626.86	4,800	23
													5/8	1.98	1.41						15
3/4	2.85	2.04	10																		
7/8	3.88	2.77	7																		
1	5.07	3.62	6																		
1 1/8	6.41	4.58	4																		
1 1/4	7.92	5.66	4																		
1 3/8	9.58	6.84	3																		
1 1/2	11.40	8.14	3																		
1 3/4	15.52	11.08	2																		
1 7/8	17.81	12.72	2																		
2	20.27	14.48	1																		
9	P2 y P4	Trabe	22,522				1/2	1.27	0.90	385	700		28.81	43,853.63	4,800						10
							5/8	1.98	1.41												6
				3/4	2.85	2.04	4														
				7/8	3.88	2.77	3														
				1	5.07	3.62	3														
				1 1/8	6.41	4.58	2														
				1 1/4	7.92	5.66	2														
				1 3/8	9.58	6.84	1														
				1 1/2	11.40	8.14	1														
				1 3/4	15.52	11.08	1														
				1 7/8	17.81	12.72	1														
				2	20.27	14.48	1														

 Diámetro de diseño óptimo.

Diseño de tornillos.

Para el caso de los tornillos de fijación de las placas P5 y P6 se elaboraron las tablas 4.22A a la 4.22.C en las que se diseño igualmente el diámetro y número de tornillos para cada par de placas en la conexión por nivel de entepiso, utilizando el método de esfuerzos admisibles; considerando lo siguiente.

Se realizaron los cálculos utilizando tornillos de alta resistencia con dos tipos de esfuerzo permisible, los de $F_v=840 \text{ Kg/cm}^2$ y los de $F_v=1,120 \text{ Kg/cm}^2$; asimismo se utilizó un rango conveniente de diámetros comerciales para elegir el grupo de tornillos más adecuado.

El número de tornillos necesario para resistir la Fuerza axial (**P**) se calculó con la relación de esta fuerza y la capacidad total por cortante de los tornillos (**Cpv_{total}**), esta última es obtenida con el producto del área del tornillo (**A**) por el esfuerzo permisible (**Fv**) y por el número de secciones de corte (**N**), afectado también por un factor de 0.85 por tratarse de agujeros ovalados y por otro factor de 1.33 que se utiliza para el diseño por sismo, como se muestra en las siguientes expresiones.

$$\text{No. Tornillos} = \frac{P}{Cpv_{total}}$$

$$Cpv_{total} = 0.85 * 1.33 * Cpv$$

$$Cpv = A * Fv * N$$

Donde:

P	=	Fuerza axial (Kg).
Cpv _{total}	=	Cpv afectada por dos constantes, una por tratarse de agujeros ovalados y otra para diseño por sismo (Kg).
Cpv	=	Capacidad por cortante de los tornillos (Kg).
A	=	Area del diámetro del tornillo (cm ²).
Fv	=	Esfuerzo permisible de tornillos a fricción (Kg/cm ²).
N	=	Número de secciones de corte.

El diámetro de diseño será el que corresponda al grupo de 4 ó 6 tornillos, dependiendo del diámetro correspondiente obtenido , como se aprecia en la Figura 4.6.

TABLA 4.22.A DISEÑO DE TORNILLOS, EJES "A" y "P"

Tornillos alla resistencia	Fv (Kg/cm2)
A - 325	840
A - 490	1,120

Nivel	Placa	Elem.	P (Kg)	Ø tor. (pulg)	A (cm2)	N	Cpv (Kg)		Cpv total (Kg)		No. Tornillos					
							Fv=840	Fv=1,120	Fv=840	Fv=1,120	Fv=840	Fv=1,120				
1	P5 y P6	Diagonal	67,448	1/2	1.27	2	2,128.17	2,837.56	2,405.90	3,207.86	28	21				
				5/8	1.98	2	3,325.27	4,433.69	3,759.22	5,012.29	18	13				
				3/4	2.85	2	4,788.39	6,384.51	5,413.27	7,217.69	12	9				
				7/8	3.88	2	6,517.52	8,690.03	7,368.06	9,824.08	9	7				
				1	5.07	2	8,512.69	11,350.25	9,623.59	12,831.45	7	5				
				1 1/8	6.41	2	10,773.87	14,365.16	12,179.86	16,239.81	6	4				
				1 1/4	7.92	2	13,301.07	17,734.76	15,036.86	20,049.15	4	3				
				1 3/8	9.58	2	16,094.30	21,459.06	18,194.60	24,259.47	4	3				
				1 1/2	11.40	2	19,153.54	25,538.06	21,653.08	28,870.77	3	2				
				1 3/4	15.52	2	26,070.10	34,760.13	29,472.25	39,296.33	2	2				
				1 7/8	17.81	2	29,927.41	39,903.21	33,832.94	45,110.58	2	1				
				2	20.27	2	34,050.74	45,400.99	38,494.36	51,325.82	2	1				
				2	P5 y P6	Diagonal	112,945	1/2	1.27	2	2,128.17	2,837.56	2,405.90	3,207.86	47	35
								5/8	1.98	2	3,325.27	4,433.69	3,759.22	5,012.29	30	23
3/4	2.85	2	4,788.39					6,384.51	5,413.27	7,217.69	21	16				
7/8	3.88	2	6,517.52					8,690.03	7,368.06	9,824.08	15	11				
1	5.07	2	8,512.69					11,350.25	9,623.59	12,831.45	12	9				
1 1/8	6.41	2	10,773.87					14,365.16	12,179.86	16,239.81	9	7				
1 1/4	7.92	2	13,301.07					17,734.76	15,036.86	20,049.15	8	6				
1 3/8	9.58	2	16,094.30					21,459.06	18,194.60	24,259.47	6	5				
1 1/2	11.40	2	19,153.54					25,538.06	21,653.08	28,870.77	5	4				
1 3/4	15.52	2	26,070.10					34,760.13	29,472.25	39,296.33	4	3				
1 7/8	17.81	2	29,927.41					39,903.21	33,832.94	45,110.58	3	3				
2	20.27	2	34,050.74					45,400.99	38,494.36	51,325.82	3	2				
3	P5 y P6	Diagonal	101,801					1/2	1.27	2	2,128.17	2,837.56	2,405.90	3,207.86	42	32
								5/8	1.98	2	3,325.27	4,433.69	3,759.22	5,012.29	27	20
				3/4	2.85	2	4,788.39	6,384.51	5,413.27	7,217.69	19	14				
				7/8	3.88	2	6,517.52	8,690.03	7,368.06	9,824.08	14	10				
				1	5.07	2	8,512.69	11,350.25	9,623.59	12,831.45	11	8				
				1 1/8	6.41	2	10,773.87	14,365.16	12,179.86	16,239.81	8	6				
				1 1/4	7.92	2	13,301.07	17,734.76	15,036.86	20,049.15	7	5				
				1 3/8	9.58	2	16,094.30	21,459.06	18,194.60	24,259.47	6	4				
				1 1/2	11.40	2	19,153.54	25,538.06	21,653.08	28,870.77	5	4				
				1 3/4	15.52	2	26,070.10	34,760.13	29,472.25	39,296.33	3	3				
				1 7/8	17.81	2	29,927.41	39,903.21	33,832.94	45,110.58	3	2				
				2	20.27	2	34,050.74	45,400.99	38,494.36	51,325.82	3	2				

 No. de tornillos para diámetro de diseño óptimo.

TABLA 4.22.B DISEÑO DE TORNILLOS, EJES "A" y "P"

Tornillos alta resistencia	Fv (Kg/cm2)
A - 325	840
A - 490	1,120

Nivel	Placa	Elem.	P (Kg)	Ø tor. (pulg)	A (cm2)	N	Cpv (Kg)		Cpv total (Kg)		No. Tornillos	
							Fv=840	Fv=1,120	Fv=840	Fv=1,120	Fv=840	Fv=1,120
4	P5 y P6	Diagonal	98,104	1/2	1.27	2	2,128.17	2,837.56	2,405.90	3,207.86	41	31
				5/8	1.98	2	3,325.27	4,433.69	3,759.22	5,012.29	26	20
				3/4	2.85	2	4,788.39	6,384.51	5,413.27	7,217.69	18	14
				7/8	3.88	2	6,517.52	8,690.03	7,368.06	9,824.08	13	10
				1	5.07	2	8,512.69	11,350.25	9,623.59	12,831.45	10	8
				1 1/8	6.41	2	10,773.87	14,365.16	12,179.86	16,239.81	8	6
				1 1/4	7.92	2	13,301.07	17,734.76	15,036.86	20,049.15	7	5
				1 3/8	9.58	2	16,094.30	21,459.06	18,194.60	24,259.47	5	4
				1 1/2	11.40	2	19,153.54	25,538.06	21,653.08	28,870.77	5	3
				1 3/4	15.52	2	26,070.10	34,760.13	29,472.25	39,296.33	3	2
				1 7/8	17.81	2	29,927.41	39,903.21	33,832.94	45,110.58	3	2
				2	20.27	2	34,050.74	45,400.99	38,494.36	51,325.82	3	2
				5	P5 y P6	Diagonal	90,402	1/2	1.27	2	2,128.17	2,837.56
5/8	1.98	2	3,325.27					4,433.69	3,759.22	5,012.29	24	18
3/4	2.85	2	4,788.39					6,384.51	5,413.27	7,217.69	17	13
7/8	3.88	2	6,517.52					8,690.03	7,368.06	9,824.08	12	9
1	5.07	2	8,512.69					11,350.25	9,623.59	12,831.45	9	7
1 1/8	6.41	2	10,773.87					14,365.16	12,179.86	16,239.81	7	6
1 1/4	7.92	2	13,301.07					17,734.76	15,036.86	20,049.15	6	5
1 3/8	9.58	2	16,094.30					21,459.06	18,194.60	24,259.47	5	4
1 1/2	11.40	2	19,153.54					25,538.06	21,653.08	28,870.77	4	3
1 3/4	15.52	2	26,070.10					34,760.13	29,472.25	39,286.33	3	2
1 7/8	17.81	2	29,927.41					39,903.21	33,832.94	45,110.58	3	2
2	20.27	2	34,050.74					45,400.99	38,494.36	51,325.82	2	2
6	P5 y P6	Diagonal	78,716					1/2	1.27	2	2,128.17	2,837.56
				5/8	1.98	2	3,325.27	4,433.69	3,759.22	5,012.29	21	16
				3/4	2.85	2	4,788.39	6,384.51	5,413.27	7,217.69	15	11
				7/8	3.88	2	6,517.52	8,890.03	7,368.06	9,824.08	11	8
				1	5.07	2	8,512.69	11,350.25	9,623.59	12,831.45	8	6
				1 1/8	6.41	2	10,773.87	14,365.16	12,179.86	16,239.81	6	5
				1 1/4	7.92	2	13,301.07	17,734.76	15,036.86	20,049.15	5	4
				1 3/8	9.58	2	16,094.30	21,459.06	18,194.60	24,259.47	4	3
				1 1/2	11.40	2	19,153.54	25,538.06	21,653.08	28,870.77	4	3
				1 3/4	15.52	2	26,070.10	34,760.13	29,472.25	39,296.33	3	2
				1 7/8	17.81	2	29,927.41	39,903.21	33,832.94	45,110.58	2	2
				2	20.27	2	34,050.74	45,400.99	38,494.36	51,325.82	2	2

 No. de tornillos para diámetro de diseño óptimo.

TABLA 4.22.C DISEÑO DE TORNILLOS, EJES "A" y "P"

Tornillos alta resistencia	Fv (Kg/cm ²)
A - 325	840
A - 490	1,120

Nivel	Placa	Elem.	P (Kg)	Ø tor. (pulg)	A (cm ²)	N	Cpv (Kg)		Cpv total (Kg)		No. Tornillos	
							Fv=840	Fv=1,120	Fv=840	Fv=1,120	Fv=840	Fv=1,120
7	P5 y P6	Diagonal	62,205	1/2	1.27	2	2,128.17	2,837.56	2,405.90	3,207.86	26	19
				5/8	1.98	2	3,325.27	4,433.69	3,759.22	5,012.29	17	12
				3/4	2.85	2	4,788.39	6,384.51	5,413.27	7,217.69	11	9
				7/8	3.88	2	6,517.52	8,690.03	7,368.06	9,824.08	8	6
				1	5.07	2	8,512.69	11,350.25	9,623.59	12,831.45	6	5
				1 1/8	6.41	2	10,773.87	14,365.16	12,179.86	16,239.81	5	4
				1 1/4	7.92	2	13,301.07	17,734.76	15,036.86	20,049.15	4	3
				1 3/8	9.58	2	16,094.30	21,459.06	18,194.60	24,259.47	3	3
				1 1/2	11.40	2	19,153.54	25,538.06	21,653.08	28,870.77	3	2
				1 3/4	15.52	2	26,070.10	34,760.13	29,472.25	39,296.33	2	2
				1 7/8	17.81	2	29,927.41	39,903.21	33,832.94	45,110.58	2	1
				2	20.27	2	34,050.74	45,400.99	38,494.36	51,325.82	2	1
				8	P5 y P6	Diagonal	50,652	1/2	1.27	2	2,128.17	2,837.56
5/8	1.98	2	3,325.27					4,433.69	3,759.22	5,012.29	13	10
3/4	2.85	2	4,788.39					6,384.51	5,413.27	7,217.69	9	7
7/8	3.88	2	6,517.52					8,690.03	7,368.06	9,824.08	7	6
1	5.07	2	8,512.69					11,350.25	9,623.59	12,831.45	6	4
1 1/8	6.41	2	10,773.87					14,365.16	12,179.86	16,239.81	4	3
1 1/4	7.92	2	13,301.07					17,734.76	15,036.86	20,049.15	3	3
1 3/8	9.58	2	16,094.30					21,459.06	18,194.60	24,259.47	3	2
1 1/2	11.40	2	19,153.54					25,538.06	21,653.08	28,870.77	2	2
1 3/4	15.52	2	26,070.10					34,760.13	29,472.25	39,296.33	2	1
1 7/8	17.81	2	29,927.41					39,903.21	33,832.94	45,110.58	1	1
2	20.27	2	34,050.74					45,400.99	38,494.36	51,325.82	1	1
9	P5 y P6	Diagonal	22,522					1/2	1.27	2	2,128.17	2,837.56
				5/8	1.98	2	3,325.27	4,433.69	3,759.22	5,012.29	6	4
				3/4	2.85	2	4,788.39	6,384.51	5,413.27	7,217.69	4	3
				7/8	3.88	2	6,517.52	8,690.03	7,368.06	9,824.08	3	2
				1	5.07	2	8,512.69	11,350.25	9,623.59	12,831.45	2	2
				1 1/8	6.41	2	10,773.87	14,365.16	12,179.86	16,239.81	2	1
				1 1/4	7.92	2	13,301.07	17,734.76	15,036.86	20,049.15	1	1
				1 3/8	9.58	2	16,094.30	21,459.06	18,194.60	24,259.47	1	1
				1 1/2	11.40	2	19,153.54	25,538.06	21,653.08	28,870.77	1	1
				1 3/4	15.52	2	26,070.10	34,760.13	29,472.25	39,296.33	1	1
				1 7/8	17.81	2	29,927.41	39,903.21	33,832.94	45,110.58	1	0
				2	20.27	2	34,050.74	45,400.99	38,494.36	51,325.82	1	0

No. de tornillos para diámetro de diseño óptimo.

Diseño de soldadura en placas de columnas y trabes.

En las tablas 4.23.A y 4.23.B se realizó el cálculo de las soldaduras para armar la conexión con todos sus elementos, siguiendo el procedimiento que a continuación se describe.

Se consideró como dato general utilizar electrodos tipo E-70XX debido a la magnitud de las fuerzas de diseño, esta nomenclatura corresponde a soldaduras de arco eléctrico con una resistencia de 70,000 lb/pulg²; asimismo el tamaño del filete se tomó de 1/2 pulgada para los primeros tres niveles y de 5/16 para los niveles restantes.

Se determinaron las Fuerzas ejercidas (**F**) hacia cada par de placas por nivel de entrepiso, utilizando las expresiones conocidas **F=P(Seno α)** para columnas y **F=P(Cos α)** para trabes, siendo **P** la Fuerza axial y **α** el ángulo formado entre la diagonal y la trabe; igualmente se calculó la capacidad de la soldadura (**Cap_{sold.}**) en kilogramos por unidad de longitud con la siguiente expresión.

$$(\text{Cap}_{\text{sold.}}) = F_v * t * 0.7071$$

Donde:

- $F_v = 0.3 F_u'$ (Kg/cm²).
- $F_u' =$ Resistencia de la soldadura 70,000 lb/pulg² o su equivalente en Kg/cm².
- $t =$ Espesor del filete de soldadura (cm).
- 0.7071 Factor que toma en constante el tamaño efectivo.

Con este valor calculado se determinó la longitud (**L**) necesaria de soldadura para cada par de placas con la siguiente expresión.

$$L = \frac{F}{\text{Cap}_{\text{sold.}}}$$

Donde:

- $L =$ Longitud necesaria de soldadura (cm).
- $F =$ Fuerza ejercida en cada par de placas (Kg).
- $\text{Cap}_{\text{sold.}} =$ Capacidad de la soldadura (Kg/cm).

TABLA 4.23.A DISEÑO DE SOLDADURA, EJES "A" y "P"
PLACAS EN COLUMNAS

Tipo de electrodos: E - 70XX

Nivel	Placa	Elem.	P (Kg)	Altura (cm)	Ancho (cm)	alfa (°)	F (Kg)	Esp. sold. (t)		Fu' E-70		Fv (Kg/cm2)	Cap. sold. (Kg/cm)	L (cm)
								(pulg)	(cm)	(lb/pulg2)	(Kg/cm2)			
1	P1 y P3	Columna	67,448	400	700	29.74	33,463.58	1/2	1.27	70,000	4,925.90	1,477.77	1,327.06	25
2	P1 y P3	Columna	112,945	400	700	29.74	56,036.41	1/2	1.27	70,000	4,925.90	1,477.77	1,327.06	42
3	P1 y P3	Columna	101,801	330	700	25.24	43,409.90	1/2	1.27	70,000	4,925.90	1,477.77	1,327.06	33
4	P1 y P3	Columna	98,104	330	700	25.24	41,833.43	5/16	0.79	70,000	4,925.90	1,477.77	829.41	50
5	P1 y P3	Columna	90,402	330	700	25.24	38,549.15	5/16	0.79	70,000	4,925.90	1,477.77	829.41	46
6	P1 y P3	Columna	78,716	330	700	25.24	33,566.02	5/16	0.79	70,000	4,925.90	1,477.77	829.41	40
7	P1 y P3	Columna	65,205	330	700	25.24	27,804.67	5/16	0.79	70,000	4,925.90	1,477.77	829.41	34
8	P1 y P3	Columna	50,652	385	700	28.81	24,410.15	5/16	0.79	70,000	4,925.90	1,477.77	829.41	29
9	P1 y P3	Columna	22,522	385	700	28.81	10,853.77	5/16	0.79	70,000	4,925.90	1,477.77	829.41	13

TABLA 4.23.B DISEÑO DE SOLDADURA, EJES "A" y "P"
PLACAS EN TRABES

Tipo de electrodos: E - 70XX

Nivel	Placa	Elem.	P (Kg)	Altura (cm)	Ancho (cm)	alfa (°)	F (Kg)	Esp. sold. (t)		Fu'		Fv (Kg/cm2)	Cap. sold. (Kg/cm)	L (cm)
								(pulg)	(cm)	(lb/pulg2)	(Kg/cm2)			
1	P2 y P4	Trabe	67,448	400	700	29.74	58,561.26	1/2	1.27	70,000	4,925.90	1,477.77	1,327.06	44
2	P2 y P4	Trabe	112,945	400	700	29.74	98,063.72	1/2	1.27	70,000	4,925.90	1,477.77	1,327.06	74
3	P2 y P4	Trabe	101,801	330	700	25.24	92,081.61	1/2	1.27	70,000	4,925.90	1,477.77	1,327.06	69
4	P2 y P4	Trabe	98,104	330	700	25.24	88,737.58	5/16	0.79	70,000	4,925.90	1,477.77	829.41	107
5	P2 y P4	Trabe	90,402	330	700	25.24	81,770.93	5/16	0.79	70,000	4,925.90	1,477.77	829.41	99
6	P2 y P4	Trabe	78,716	330	700	25.24	71,200.64	5/16	0.79	70,000	4,925.90	1,477.77	829.41	86
7	P2 y P4	Trabe	65,205	330	700	25.24	58,979.59	5/16	0.79	70,000	4,925.90	1,477.77	829.41	71
8	P2 y P4	Trabe	50,652	385	700	28.81	44,382.09	5/16	0.79	70,000	4,925.90	1,477.77	829.41	54
9	P2 y P4	Trabe	22,522	385	700	28.81	19,734.13	5/16	0.79	70,000	4,925.90	1,477.77	829.41	24

Diseño de soldadura en placas de diagonales .

Finalmente se elaboró la tabla 4.24 para el cálculo de la longitud (**L**) de soldadura de las dos últimas placas, utilizando las mismas expresiones que para las anteriores, la única diferencia consistió en que ahora se tomaría la Fuerza axial (**P**) y no la Fuerza ejercida (**F**), por tratarse de la soldadura que unirá la placa P5 con las placas de transmisión y la placa P6 con la diagonal de refuerzo; de esta forma, la expresión quedaría como sigue.

$$L = \frac{P}{\text{Cap}_{\text{sold.}}}$$

Donde:

- L = Longitud necesaria de soldadura (cm).
- P = Fuerza axial en el par de placas (Kg).
- Cap_{sold.} = Capacidad de la soldadura (Kg/cm).

Al igual que para el diseño de los contravientos tubulares se consideró un diseño práctico constructivo de las conexiones; con el dimensionamiento obtenido de las hojas de cálculo se formuló la tabla 4.25 y posteriormente se asociaron los resultados en grupos de tres niveles formando tipos de conexión, a fin de uniformizar los espesores y diámetros obtenidos en el marco analizado, es decir, se tomaron las mayores de entre los niveles 1 a 3, 4 a 6 y 7 a 9 las cuales se muestran en la tabla 4.26; quedando ésta como definitiva para las conexiones del marco "A".

Es importante señalar, que de contar con el cálculo de todos los tipos de conexión existentes, se elaboraría una tabla adicional tratando de uniformizar los dimensionamientos obtenidos en los mismos grupos de niveles, pero entre todos los marcos contraventeados del edificio, para de esta forma optimizar al máximo los materiales y tiempo de ejecución de la obra.

**TABLA 4.24 DISEÑO DE SOLDADURA, EJES "A" y "P"
PLACAS EN DIAGONALES**

Tipo de electrodos: E - 70XX

Nivel	Placa	Elem.	P (Kg)	Esp. sold. (t)		Fu' E-70		Fv (Kg/cm ²)	Cap. sold. (Kg/cm)	L (cm)
				(pulg)	(cm)	(lb/pulg ²)	(Kg/cm ²)			
1	P5 y P6	Diagonal	67,448	1/2	1.27	70,000.00	12,511.80	3,753.54	3,370.74	20
2	P5 y P6	Diagonal	112,946	1/2	1.27	70,000.00	12,511.80	3,753.54	3,370.74	34
3	P5 y P8	Diagonal	101,801	1/2	1.27	70,000.00	12,511.80	3,753.54	3,370.74	30
4	P5 y P8	Diagonal	98,104	5/16	0.79	70,000.00	12,511.80	3,753.54	2,106.71	47
5	P5 y P6	Diagonal	90,402	5/16	0.79	70,000.00	12,511.80	3,753.54	2,106.71	43
6	P5 y P6	Diagonal	78,716	5/16	0.79	70,000.00	12,511.80	3,753.54	2,106.71	37
7	P5 y P6	Diagonal	65,205	5/16	0.79	70,000.00	12,511.80	3,753.54	2,106.71	31
8	P5 y P6	Diagonal	50,652	5/16	0.79	70,000.00	12,511.80	3,753.54	2,106.71	24
9	P5 y P6	Diagonal	22,522	5/16	0.79	70,000.00	12,511.80	3,753.54	2,100.71	11

TABLA 4.25 DIMENSIONAMIENTO CALCULADO DE LAS CONEXIONES.

Nivel	P L A C A S					
	P1 b x L x t (cm x cm x pulg)	P2 b x L x t (cm x cm x pulg)	P3 b x L x t (cm x cm x pulg)	P4 b x L x t (cm x cm x pulg)	P5 b x L x t (cm x cm x pulg)	P6 b x L x t (cm x cm x pulg)
1	25 x 70 x 5/8	25 x 95 x 1 3/8	23 x L x 3/8	23 x L x 1/2	24.3 x L x 1 1/8	24.3 x L x 1 1/8
2	25 x 70 x 3/4	25 x 95 x 1 3/4	23 x L x 1/2	23 x L x 7/8	24.3 x L x 1 7/8	24.3 x L x 1 7/8
3	25 x 70 x 3/4	25 x 95 x 1 3/4	23 x L x 3/8	23 x L x 7/8	24.3 x L x 1 3/4	24.3 x L x 1 3/4
4	25 x 55 x 3/4	25 x 95 x 1 3/4	23 x L x 3/8	23 x L x 7/8	24.8 x L x 1 3/4	24.8 x L x 1 3/4
5	25 x 55 x 3/4	25 x 95 x 1 1/2	23 x L x 3/8	23 x L x 3/4	24.8 x L x 1 1/2	24.8 x L x 1 1/2
6	25 x 55 x 3/4	25 x 95 x 1 1/2	23 x L x 3/8	23 x L x 5/8	24.8 x L x 1 1/4	24.8 x L x 1 1/4
7	25 x 35 x 3/4	25 x 55 x 1 3/4	23 x L x 1/4	23 x L x 5/8	19.4 x L x 1 3/4	19.4 x L x 1 3/4
8	25 x 35 x 3/4	25 x 55 x 1 1/2	23 x L x 1/4	23 x L x 1/2	19.4 x L x 1 1/4	19.4 x L x 1 1/4
9	25 x 35 x 1/2	25 x 55 x 1	23 x L x 1/8	23 x L x 1/4	19.4 x L x 5/8	19.4 x L x 5/8

Nivel	ANCLAS			TORNILLOS A-325				TORNILLOS A-490				SOLDADURA		
	COLUMNA		TRABE	DIAGONAL				COLUMNA		TRABE		DIAGONAL		
	No.	Ø (pulg)	No. Ø (pulg)	No.	Ø (pulg)	No.	Ø (pulg)	No.	Ø (pulg)	No.	Ø (pulg)	t x L (pulg x cm)	t x L (pulg x cm)	t x L (pulg x cm)
1	4	1	3 1 1/2	4	1 1/4	6	1 1/8	4	1 1/8	6	1	1/2 x 25	1/2 x 44	1/2 x 20
2	4	1 3/8	3 2	4	1 3/4	6	1 3/8	4	1 1/2	6	1 1/4	1/2 x 42	1/2 x 74	1/2 x 34
3	4	1 1/8	3 1 7/8	4	1 1/2	6	1 3/8	4	1 3/8	6	1 1/8	1/2 x 33	1/2 x 69	1/2 x 30
4	4	1 1/8	3 1 7/8	4	1 3/8	6	1 3/8	4	1 3/8	8	1 1/8	5/16 x 50	5/16 x 107	5/16 x 47
5	4	1 1/8	3 1 3/4	4	1 1/2	6	1 1/4	4	1 3/8	6	1 1/8	5/16 x 46	5/16 x 99	5/16 x 43
6	4	1	3 1 3/4	4	1 3/8	8	1 1/8	4	1 1/4	6	1	5/16 x 40	5/16 x 88	5/16 x 37
7	4	1	3 1 1/2	4	1 1/4	6	1	4	1 1/8	6	7/8	5/16 x 34	5/16 x 71	5/16 x 31
8	4	7/8	3 1 3/8	4	1 1/8	6	1	4	1	6	7/8	5/16 x 29	5/16 x 54	5/16 x 24
9	4	5/8	3 7/8	4	3/4	6	5/8	4	5/8	6	1/2	5/16 x 13	5/16 x 24	5/16 x 11

TABLA 4.26 DIMENSIONAMIENTO RESUMEN DE LAS CONEXIONES.

Conexión Tipo	Nivel	P L A C A S					
		P1 b x L x t (cm x cm x pulg)	P2 b x L x t (cm x cm x pulg)	P3 b x L x t (cm x cm x pulg)	P4 b x L x t (cm x cm x pulg)	P5 b x L x t (cm x cm x pulg)	P6 b x L x t (cm x cm x pulg)
1	1 - 3	25 x 70 x 5/8	25 x 95 x 1 3/4	23 x L x 1/2	23 x L x 7/8	24.3 x L x 1 7/8	24.3 x L x 1 7/8
2	4 - 6	25 x 55 x 3/4	25 x 95 x 3/8	23 x L x 3/8	23 x L x 7/8	24.8 x L x 1 3/4	24.8 x L x 1 3/4
3	7 - 9	25 x 35 x 3/4	25 x 55 x 1 3/4	23 x L x 1/4	23 x L x 5/8	19.4 x L x 1 3/4	19.4 x L x 1 3/4

Conexión Tipo	Nivel	A N C L A S				TORNILLOS A-325				TORNILLOS A-490				S O L D A D U R A		
		COLUMNA		TRABE		DIAGONAL				COLUMNA	TRABE	DIAGONAL				
		No.	Ø (pulg)	No.	Ø (pulg)	No.	Ø (pulg)	No.	Ø (pulg)	No.	Ø (pulg)	No.	Ø (pulg)	t x L (pulg x cm)	t x L (pulg x cm)	t x L (pulg x cm)
1	1 - 3	4	1 3/8	3	2	4	1 3/4	6	1 3/8	4	1 1/2	6	1 1/4	1/2 x 42	1/2 x 74	1/2 x 34
2	4 - 6	4	1 1/8	3	1 7/8	4	1 1/2	6	1 1/4	4	1 3/8	6	1 1/8	5/16 x 50	5/16 x 107	5/16 x 47
3	7 - 9	4	1	3	1 1/2	4	1 1/4	6	1	4	1 1/8	6	7/8	5/16 x 34	5/16 x 71	5/16 x 31

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos del análisis estructural.

Durante la realización de este trabajo se presentaron algunas dificultades propias de cualquier diseño estructural, las cuales fueron analizadas y solventadas favorablemente; de esta forma una vez terminados todos los capítulos se presentan las siguientes conclusiones.

- Con respecto a la revisión de la estructura original se pudo observar que al analizar la superestructura del edificio, los desplazamientos máximos obtenidos del análisis estático con el programa de computadora M-Strudl, se apegan en un 85% a los resultados del análisis dinámico obtenidos con el programa SISCO, lo que sirvió para evaluar correctamente el comportamiento de la estructura y diseñar posteriormente los elementos de refuerzo en forma confiable.
- La colocación de diagonales de refuerzo en los marcos como medida correctiva, brindan un efecto altamente benéfico para contrarrestar los desplazamientos producidos por fuerzas sísmicas, garantizando así la seguridad de la estructura.
- Asimismo, además de garantizar el buen comportamiento de la estructura se logró resolver las necesidades de espacios mayores disponibles y móviles para una mejor operación del inmueble en condiciones de desastre; recomendando para esto, implantar un estricto programa de mantenimiento preventivo y correctivo del mismo.
- La utilización de este tipo de refuerzo a base de diagonales en lugar de ampliar y reforzar las columnas o colocar muros de cortante, constituye ventajas de costo-beneficio, ya que evita reforzar la cimentación considerablemente, reduciendo el tiempo de ejecución de la obra.
- La decisión de proyectar una conexión a base de 6 placas ancladas y atornilladas como la que se diseñó, ayuda a evitar que se produzcan fuerzas cortantes en trabes y columnas existentes.

- En general se logró que la estructura cumpliera con lo establecido en el Reglamento de Construcciones del D.F. Vigente y sus Normas Técnicas Complementarias.

De la experiencia obtenida en la realización de esta tesis.

- Adicionalmente a las conclusiones anteriores, considero que el Reglamento debería agregar un Artículo en el que se estableciera la revisión de las estructuras antiguas que se consideran importantes, cuyo funcionamiento es esencial posterior a la acción de un sismo, como es el caso del edificio presentado en este trabajo, ya que el Reglamento actual únicamente indica realizar el reforzamiento de las estructuras si éstas resultaron dañadas o parcialmente dañadas a consecuencia de una acción eventual. Lo anterior con la finalidad de hacerlas cumplir con el Reglamento vigente conservandolas en mejores condiciones de funcionalidad para ofrecer una mayor seguridad.
- Los daños ocasionados a los edificios de las grandes ciudades por la presencia de un sismo, llevan a la tarea de buscar una solución tratando de evitar su demolición total; para esto, el recurso más conveniente ha sido la implementación de un reforzamiento de acuerdo a las condiciones de la edificación, es decir estará en función del tipo de estructura, materiales de construcción, uso del inmueble, importancia ante la sociedad, etc.; es por ello que recomiendo formular un buen soporte técnico de la solución más conveniente para resolver realmente el problema, disminuyendo al máximo consecuencias posteriores.
- Finalmente quiero hacer mención, que la elaboración del presente trabajo se llevó a cabo gracias a los conocimientos adquiridos en la escuela a lo largo de mi formación profesional. Las materias cursadas en la preespecialidad de estructuras en los últimos semestres, me brindaron un amplio panorama para poder elegir el tema de tesis y para el desarrollo del mismo, aplicando en forma práctica fórmulas, análisis y razonamientos adquiridos teóricamente; sin embargo, aún cuando se hayan impartido estas materias en particular, considero que el Ingeniero Civil egresado de esta Facultad esta preparado para enfrentar y dar solución a los problemas en cualquier área de la Ingeniería.

GLOSARIO DE TERMINOS

A ANALISIS GRANULOMETRICO. Al cribar un suelo, la obtención del porcentaje de partículas tiene un tamaño para obtener la curva granulométrica.

B BROCA TRICONICA. Sirve para cortar el suelo.

C CAJON DE COMPENSACION. Este tipo de cimentaciones nos da una relación entre los pesos del edificio y del suelo, si bien se realiza a base de una excavación para sacar la tierra con cierto peso y luego es ocupado con el peso del edificio.

CALA. Es la excavación o el retiro de materiales que se realiza localmente, las dimensiones de dicha excavación son limitadas (< 1.00 m.).

CARGA ACCIDENTAL. Son aquellas que tienen pequeños lapsos de duración sobre la estructura y por lo general no corresponden al funcionamiento propio de la construcción.

Se pueden mencionar: sismo, viento, nieve, explosiones, incendios y otros agentes que pueden ocurrir en casos extraordinarios.

CARGA MUERTA. Se consideran como cargas muertas los pesos de todos los elementos constructivos, de los acabados y de todos los elementos que ocupan una posición permanente y tienen un peso que no cambia substancialmente con el tiempo.

CARGA VIVA. Se consideran como cargas vivas las fuerzas que se producen por el uso y ocupación de las construcciones y que no tienen carácter permanente.

COEFICIENTE DE CURVATURA. Se utiliza para definir la graduación del suelo, se define con la expresión:

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

Donde:

D_{60} : Tamaño tal, que el 60 %, en peso, del suelo, sea igual o menor.

D_{10} : Llamado por Hazen diámetro efectivo; es el tamaño tal que sea igual o mayor que el 10 %, en peso, del suelo.

D_{30} : Se define análogamente que los D_{10} y D_{60} anteriores.

COEFICIENTE SISMICO (c). Es el cociente de la fuerza cortante horizontal que debe considerarse que actúa en la base de la construcción por efecto del sismo, entre el peso de ésta sobre dicho nivel.

COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD. Esta dado en función de la relación de diámetros de partículas (D_{30} , D_{50}).

COMPACIDAD RELATIVA. El término compacidad se refiere al grado de acomodo alcanzado por las partículas del suelo, dejando más o menos vacíos entre ellas.

Para medir la compacidad de un manto, Terzaghi introdujo una relación empírica, determinable en laboratorio, llamada compacidad relativa (Cr).

$$Cr (\%) = \frac{e_{max} - e_{nat}}{e_{max} - e_{min}}$$

Donde:

e_{max} = Relación de vacíos correspondiente al estado más suelto del suelo.

e_{min} = Relación de vacíos correspondiente al estado más compacto del mismo.

e_{nat} = Relación de vacíos de la muestra en estado natural.

CONCRETO REFORZADO. El concreto es un material pétreo, artificial, obtenido de la mezcla, en proporciones determinadas, de cemento, agregados (arena, grava) y agua.

El concreto simple, sin refuerzo, es resistente a la compresión, pero es débil en tensión, lo que limita su aplicabilidad como material estructural. Para resistir tensiones se emplea refuerzo de acero, generalmente en forma de barras, colocado en las zonas donde se prevé que se desarrollarán tensiones bajo las acciones de servicio. El acero restringe el desarrollo de las grietas originadas por la poca resistencia a la tensión del concreto.

El uso del refuerzo no está limitado a la finalidad anterior. También se emplea en zonas de compresión para aumentar la resistencia del elemento reforzado para reducir las deformaciones debidas a cargas de larga duración y para proporcionar confinamiento lateral al concreto, lo que indirectamente aumenta su resistencia a la compresión.

La combinación de concreto simple con refuerzo constituye lo que se llama concreto reforzado.

CONTRAVIENTO. Elemento diagonal que sirve de refuerzo a una construcción.

CONTENIDO NATURAL DE AGUA (W). Es una propiedad índice de los suelos que se determina con la relación entre el peso del agua contenido en el mismo y el peso de su fase sólida. Suele expresarse como un porcentaje.

CRUJIA. Espacio entre dos muros de carga.

D DEFORMIMETRO ELECTRICO. Es un aparato que va dentro del cono eléctrico (censor) que en conjunto con otros mecanismos en serie al final logran medir la resistencia del suelo.

E ELEMENTOS ESTRUCTURALES. Son todos aquellos que componen los marcos de una estructura (trabes, columnas, losas, muros).

ESTRATIGRAFIA DEL SUBSUELO. Son las características que se le dan a un suelo.

ESTRUCTURA. Se encuentra conformada por la superestructura y la subestructura.

F FACTOR DE COMPORTAMIENTO SISMICO. Cuando se aplique el método estático o un método dinámico para análisis sísmico, podrán reducirse con fines de diseño las fuerzas sísmicas calculadas.

G GRADUACION DE LOS MATERIALES. Cuando un suelo tiene una gran variedad en tamaños, significa que es un suelo bien graduado. Cuando un suelo solamente tiene una variedad en tamaños, significa que es un suelo mal graduado.

L LIMITE DE CONSISTENCIA (LL). Tiene las propiedades y apariencia de una suspensión. Fue llamado por Atterberg límite líquido, lo definió en términos de una cierta técnica de laboratorio que consistía en colocar el suelo remoldeado en una cápsula, formando en el una ranura y hacer cerrar la ranura golpeando secamente la cápsula contra una superficie dura; el suelo tenía el contenido de agua correspondiente al límite líquido, según Atterberg, cuando los bordes inferiores de la ranura se tocaban, sin mezclarse, al cabo de un cierto número de golpes.

LIMITE DE CONSISTENCIA (LP). El suelo se comporta plásticamente. La frontera convencional entre los estados plástico y semisólido fue llamada por Atterberg límite plástico y definida también en términos de una manipulación de laboratorio. Atterberg rolaba un fragmento de suelo hasta convertirlo en un cilindro de espesor no especificado; el agrietamiento y desmoronamiento del rollito, en un cierto momento, indicaba que se había alcanzado el límite plástico y el contenido de agua en tal momento era la frontera deseada.

LOSA PERIMETRALMENTE APOYADA. Son aquellas que están apoyadas sobre vigas o muros en sus cuatro lados.

M MAMPOSTERIA. Elementos estructurales que se constituyen con piedras punteadas o sin puntear con mortero de cemento o de cal.

MARCO. Estructura plana compuesta de varias barras rectas.

MORTERO. Mezcla formada por arena, aglutinante (calhidra o cemento), agua. Sirve para el junteo de materiales o aplanado.

MUESTRA ALTERADA. Es un suelo remodelado del cual se rompió su estructura.

MUESTRA INALTERADA. Muestra obtenida por cierto procedimiento que trata de hacer mínimos los cambios en las condiciones de la muestra "in situ".

N NODO. Punto de intersección de dos elementos estructurales.

P PARAMETROS DE DEFORMABILIDAD DE LOS MATERIALES.

- Cohesivo.
- Friccionante.
- Cohesivo - Friccionante.

PARAMETROS DE RESISTENCIA DE LOS MATERIALES.

- Módulo de elasticidad.
- Coeficiente de compresibilidad.

PENETROMETRO ESTANDAR. Es normal que el penetrómetro sea de 1/2 caña, para facilitar la extracción de la muestra que haya penetrado en su interior.

El penetrómetro se enrosca al extremo de la tubería de perforación y la prueba consiste en hacerlo penetrar a golpes dados por un martinete de 63.5 Kg. que cae desde 76 cm., contando el número de golpes necesario para lograr una penetración de 30 cm. El martinete, hueco y guiado por la misma tubería de perforación, es elevado por un cable que pasa por la polea del trípode y dejado caer desde la altura requerida contra en ensanchamiento de la misma tubería de perforación hecho al efecto, en cada avance de 60 cm. debe retirarse el penetrómetro removiendo al suelo de su interior, el cual constituye la muestra.

PILA. Cuando a una cierta profundidad aceptable no existe una capa de terreno de resistencia adecuada para soportar el peso del edificio, o sea, a varios metros por debajo del sótano previsto, es preciso profundizar aún más el terreno hasta encontrar la capa conveniente. Sin embargo, resultaría muy costoso tener que descender los muros de cimentación a tales profundidades y en muchos casos tampoco resolvería el problema. El principio consiste en trasladar la carga hasta el terreno resistente a través de puntos de apoyo separados, o sea mediante pilas (sus dimensiones usuales son > 60 cm. - 2 mts.).

PLASTICIDAD. En mecánica de suelos puede definirse la plasticidad como la propiedad de un material por la cual es capaz de soportar deformaciones rápidas, sin rebote elástico, sin variación volumétrica apreciable y sin desmoronarse ni agrietarse.

PRECONSOLIDACION. Es la presión máxima que el suelo ha soportado en su historia geológica.

PROPIEDADES DEL SUBSUELO. Suelos gruesos el comportamiento mecánico e hidráulica esta principalmente definido por la compacidad de los granos y su orientación, características que destruye, por la misma manera de realizarse, la prueba de granulometría, de modo que en sus resultados finales se ha tenido que perder toda huella de aquellas propiedades tan decisivas.

En suelos finos en estado inalterado, las propiedades mecánicas e hidráulicas dependen en tal grado de su estructuración e historia geológica, que el conocimiento de su granulometría, resulta totalmente inútil.

PROPIEDADES MECANICAS.

- Compresibilidad.
- Resistencia al esfuerzo cortante.

Estas tienden a cuantificar.

PRUEBA DE COMPRESION CON REBOTE. Se realiza con ciclos de descarga.

PRUEBA DE COMPRESION NORMAL. Se realiza sin ciclos de descarga.

PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE. Esta prueba se realiza aplicando un esfuerzo axial a un espécimen, sin la etapa previa de presión hidrostática. Prácticamente solo existe la etapa de carga, que conduce al suelo a la falla; sin embargo, en vías de simplificación, podría considerarse como primera etapa el estado inicial de la muestra, sin esfuerzos exteriores. En esta primera etapa los esfuerzos totales son nulos y el agua adquiere una tensión de magnitud igual, teóricamente a la presión de preconsolidación que el suelo tuviere en la naturaleza; esta tensión del agua comunica a la estructura sólida los esfuerzos efectivos necesarios para que la muestra mantenga su volumen.

En la segunda etapa la muestra es llevada a la falla con la aplicación del esfuerzo axial que mide su resistencia en este tipo de prueba, originando a la vez una presión neutral adicional.

PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL CONVENCIONAL (U-U). Son Pruebas rápidas sin proceso de consolidación, ni tampoco drenaje.

Nota: La compresión se realiza en 3 direcciones, por eso es triaxial.

(U - U) significa no drenada y no consolidada.

R RESISTENCIA A LA PENETRACION DE PUNTA. Es la resistencia que tiene el suelo al atravesarlo con el cono eléctrico.

RESISTENCIA EN ESTADO NATURAL. Es la resistencia que tiene el suelo al encontrarse en la naturaleza sin que haya sido remoldeado.

S SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (S.U.C.S). Según se dijo este sistema esta basado en el de Aeropuertos, hasta el grado que puede decirse que es el mismo con ligeras modificaciones.

El sistema cubre los suelos gruesos y los finos, distinguiéndolos ambos por el cribado a través de la malla 200; las partículas gruesas son mayores que dicha malla y las finas, menores. Un suelo se considera grueso si más del 50 % de sus partículas son gruesas y fino, si más de la mitad de sus partículas, en peso, son finas.

Nota: Suelo grueso.- gravas y arenas. Suelo fino.- limos.

SONDEO DE CONO ELECTRICO. Es un método de exploración detallado, el cual permite conocer la estratigrafía y resistencia del suelo.

SONDEO MIXTO CONTINUO. Esta técnica de muestreo se aplica en toda la profundidad del subsuelo.

Nota: Se le llama sondeo mixto; porque se aplica más de una vez la técnica de exploración.

SONDEO MIXTO SELECTIVO. Es una técnica de muestreo en el subsuelo; el cual se realiza con información preliminar de cono o de otro tipo de sondeo para reducir el número de muestras.

Nota: Se le llama sondeo mixto; porque se aplica más de una vez la técnica de exploración.

SONDEO DE PENETRACION ESTANDAR. Este procedimiento es, entre todos los exploratorios preliminares, quizá el que rinde mejores resultados en la práctica y proporciona más útil información en torno al subsuelo y no solo en lo referente a descripción; probablemente es también el más ampliamente usado para esos fines en México.

SUBESTRUCTURA. Conjunto de elementos estructurales ubicados por debajo del nivel de terreno natural (cimentación).

SUELO COHESIVO. Son aquellos suelos que sin presión normal exterior apreciable, presentan características de resistencia a los esfuerzos cortantes.

SUELO FRICCIONANTE. Es una muestra de suelo, aún no existiendo presiones exteriores, la estructura esta sujeta a presiones intergranulares, a causa de efectos capilares; estas presiones hacen posible la generación de un mecanismo de fricción entre las partículas sólidas del material.

SUPERESTRUCTURA. Conjunto de elementos estructurales ubicados por encima del nivel de terreno natural.

T **TUBO DENISSON.** Es una variante de muestreo en suelos firmes, el cual tiene en su parte inferior una broca que permite cortar al suelo para que éste se introduzca dentro.

TUBO SHELBY. Desde luego de ningún modo y bajo ninguna circunstancia puede obtenerse una muestra de suelo que pueda ser rigurosamente considerada como inalterada; además una vez la muestra dentro del muestreador no se ha encontrado hasta hoy y es dudoso que jamás llegue a encontrarse un método que proporcione a la muestra sobre todo en su cara superior e inferior los mismos esfuerzos que tenía in situ.

Un estudio exhaustivo moderno que condujo a procedimientos de muestreo con tubos de pared delgada (Shelby) que por lo menos en suelos cohesivos, se usan actualmente en forma prácticamente única.

Muestreadores de tal tipo existen en muchos modelos y es frecuente que cada Institución especializada desarrolle el suyo propio.

El grado de perturbación que produce el muestreador depende principalmente del procedimiento usado para su hincado; las experiencias han comprobado que si se desea un grado de alteración mínimo aceptable, ese hincado debe efectuarse ejerciendo presión continuada y nunca a golpes ni con algún otro método dinámico. Hincado el tubo a presión, a velocidad constante y para un cierto diámetro de tubo, el grado de alteración parece depender esencialmente de la llamada relación de áreas.

BIBLIOGRAFIA

Manual de Diseño Sísmico de Edificios.

E. Bazán.
Roberto Meli.
Editorial: Limusa.
México, 1985.

Mecánica de Suelos y Cimentaciones.

Peck.
Editorial: Limusa.

Fundamentos de la Mecánica de Suelos.

Eulalio Juárez Badillo.
Alfonso Rico Rodríguez.
Editorial: Limusa.
Tomo I y II

Fundamentos de Ingeniería Sísmica.

N. M. Newmark.
E. Rosenblu.
Editorial: Diana.

Diseño Estructural.

Roberto Meli.
Editorial: Limusa.
México, 1985

Manual del AISC.

American Institute of Steel Construction
9a. Edición. ASD.

Manual de Construcción en Acero.

Instituto Mexicano de la Construcción en Acero, A.C.
Editorial: Limusa.
México, 1987.

Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

Editorial: Alco, S.A.
México, 1987.

Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo.

Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal.
México, 1987.

Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.

Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal.
México, 1987.

Diario Oficial de la Federación.