

1 ej.
693



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

“ANÁLISIS DE UN EDIFICIO
CONSIDERANDO LA DEFORMACION
DE LA LOSA EN SU PLANO”

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A
ALBERTO ARTURO LOPEZ JIMENEZ



MEXICO, D. F.,

1989

FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

C O N T E N I D O

I.- Introducción	4
I.1.- Planteamiento del problema	6
II.- Descripción del Edificio y Estructuración	11
III.- Análisis Estático y Sísmico	15
III.1.- Análisis Estático	15
III.2.- Análisis Sísmico Dinámico	21
IV.- Efecto de la Deformación de la Losa en su Plano	63
IV.1.- Edificio de Un Nivel con Euros de Cortante	63
IV.2.- Corrección del Coeficiente de Distribución de Cortantes	75
IV.3.- Edificios de Varios Niveles	80
IV.4.- Consideraciones al Método	91
V.- Comparación de Resultados	107
VI.- Conclusiones	124
Referencias	128

C A P I T U L O I

Las grandes caminatas
se inician con el
primer paso.

INTRODUCCION

El diseño es un proceso creativo mediante el cual se definen las características de una estructura para que cumpla en forma óptima con la finalidad para la cual fue creada.

Dentro del proceso de diseño existen varias etapas que van desde la plena y correcta identificación del problema, hasta la elaboración de detalles para planos constructivos.

Aunque algunos autores dan mayor importancia a ciertas etapas del diseño (como al análisis ó a la elaboración de detalles), a mi juicio creo que no se puede decir que una es de mayor o menor importancia que otra, pues ya que de la correcta ejecución de todas y cada una de las etapas se logrará al final la creación ó concepción de una estructura en la cual su comportamiento sea el mejor posible.

Una de las etapas en el proceso de diseño es el análisis, el cual, para poder realizarlo se hacen algunas simplificaciones ó idealizaciones de la estructura, las cuales en algunas ocasiones por falta de criterio o experiencia no se ajustan a la realidad y el no considerar esos aspectos puede conducir a errores graves.

Generalmente en las estructuras que se cometen errores en sus idealizaciones ó no se consideran ciertos factores en su comportamiento son aquellas cuyas plantas son muy alargadas, en las cuales su comportamiento no se ajusta a las hipótesis tradicionales ó convencionales de análisis (ver figura I.a), cuando los elementos resistentes que forman los marcos no están dispuestos en forma perpendicular ó son de ejes muy curvos, cuando los marcos tampoco están dispuestos en forma perpendicular

entre ellos (ver figura 1.b),en estructuras uonde existen huecos considerables en los sistemas de piso (ver figura 1.c) ó también en torres múltiples con niveles inferiores comunes (ver figura 1.a).

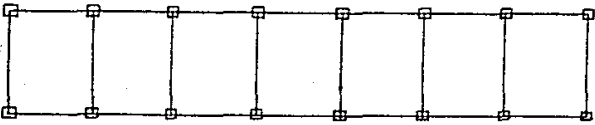


Figura 1.a

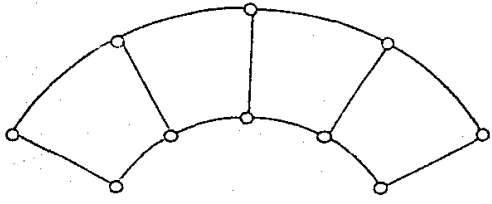


Figura 1.b

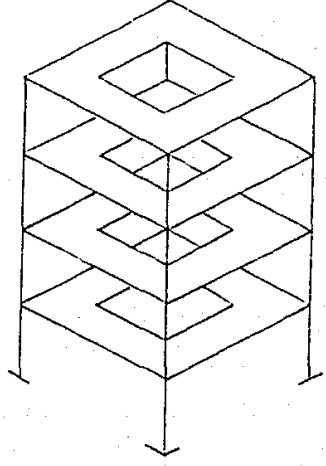


Figura 1.c

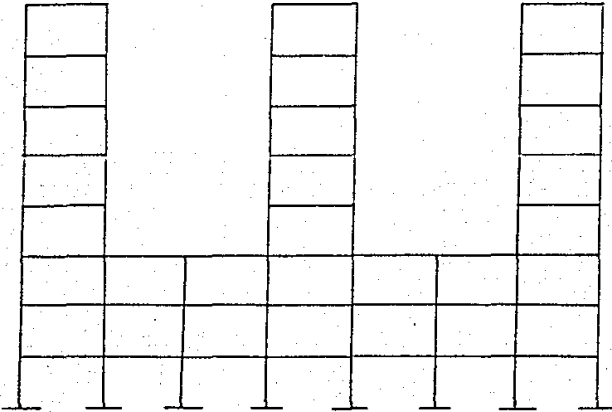


Figura 1.d

Esta tesis tratará el caso de los edificios con plantas muy alargadas, y para abordarlo se planteará un poco más adelante de una manera formal el problema.

En el segundo capítulo se mostrará el edificio con todas sus características que se utilizará para el análisis.

En el tercer capítulo se realizará el análisis estático y sísmico en forma tradicional, sin tomar en cuenta el efecto que produce la deformación de la losa en su plano cuando se ve sujeta a la acción de fuerzas laterales.

En el capítulo cuarto se toma en cuenta la deformación de la losa en su plano y contiene el planteamiento teórico necesario para poder considerar el comportamiento real de la estructura.

El capítulo quinto está enfocado hacia un nuevo análisis de la estructura en el cual ya estará considerada la deformación del sistema de piso en su plano, para poder comparar los resultados obtenidos con respecto al análisis convencional.

Finalmente en el sexto capítulo en base a los resultados obtenidos en el capítulo anterior se formularán algunas conclusiones y recomendaciones.

I.1.-) Planteamiento del problema:

Como es bien sabido, en la etapa de análisis se realiza la determinación de la respuesta estructural, o sea, los efectos que las acciones producen en la estructura. (Estos efectos se describen en términos de fuerzas internas, desplazamientos y deformaciones.)

El análisis estructural ha tenido una evolución extraordinaria en las últimas décadas gracias al desarrollo y empleo tanto de las computadoras como de programas cada vez más complejos y elaborados. Sin embargo, no hay que olvidar que por muy precisa

que sea la solución analítica, los resultados sólo serán indicativos de la respuesta de la estructura real en la medida en que el modelo analizado represente verazmente las propiedades de la estructura real.

Es importante reconocer que lo primordial no es el análisis del modelo matemático en sí, ya que por muy bien hecho que este, empleando las mejores herramientas disponibles, si no existe concordancia entre el modelo y la estructura real, los resultados de dicho análisis y seguramente el proporcionamiento de los elementos será inadecuado.

Para poder plantear el modelo de la estructura se hacen una serie de hipótesis, dentro de las cuales mencionaré algunas de las más tradicionales ó convencionales:

- 1".- La estructura se considera formada por una serie de marcos planos en dos direcciones. (De este modo se reduce el problema tridimensional a uno bidimensional)
- 2".- Las propiedades geométricas de los elementos de cada marco están concentradas a lo largo de sus ejes.
- 3".- Se supone una relación lineal entre carga y deformación. Lo anterior implica un análisis elástico.
- 4".- Ante la acción de cargas ó fuerzas laterales el sistema de piso se deforma como un diafragma infinitamente rígido.
- 5".- Las acciones internas de los miembros, al llegar a cierto valor crítico de la acción, son independientes de las deformaciones.

Dentro de la estructura el sistema de piso desempeña un papel muy importante, dado que es el encargado de distribuir y transmitir las fuerzas laterales a las trabes y columnas, que son los elementos sismo-resistentes, además de conectar todos

los elementos entre sí y lograr que la estructura se comporte como un solo cuerpo. Por lo tanto, de las hipótesis anteriores, la que estudiaremos en esta tesis es la cuarta, ya que en estructuras en las cuales la relación largo - ancho es grande, esta hipótesis ya no se cumple pues la losa sufre deformaciones en su plano. El no considerar estas deformaciones puede conducir a errores, debido a que la distribución de fuerzas sísmicas en varios elementos puede ser marcadamente ó notoriamente diferente del caso de la suposición de diafragma rígido.

El Reglamento de Construcciones del D.F. no especifica como atacar este problema, pues solo se limita a establecer ciertas condiciones con las que debe cumplir un edificio para considerarse una estructura regular.

Dichas condiciones de regularidad para un edificio se establecen en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo al Reglamento de Construcciones para el D.F. y son:

- + Su planta es sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales por lo que toca a masas así como a muros y otros elementos resistentes.
- + La relación de altura a la dimensión menor de su base no pasa de 2.5 .
- + La relación de largo a ancho de la base no excede de 2.5 .
- + En planta no tiene entrantes ni salientes cuya dimensión exceda de 20 % de la dimensión de la planta medida paralelamente a la dirección que se considera de la entrante ó saliente.
- + En cada nivel tiene un sistema de piso o techo rígido y resistente.
- + No tiene aberturas en sus sistemas de techo o piso cuya

dimensión exceda de 20 % de la dimensión en planta medida paralelamente a la dimensión que se considere de la apertura, y el área total de apertura no exceda en ningún nivel de el 20 % del área de la planta.

- + El peso de cada nivel, incluyendo la carga viva que debe considerarse para diseño sísmico, no es mayor que el del piso inmediato inferior ni, excepción hecha del último nivel de la construcción, es menor que 70 % de dicho peso.
- + Ningun piso tiene un área, delimitada por los paños exteriores de sus elementos resistentes verticales, mayor que la del piso inmediato inferior ni menor que 70 % de este. Se exige de este último requisito únicamente al último piso de la construcción.
- + Todas las columnas están restringidas en todos los pisos en dos direcciones ortogonales.

Si no se cumplen con todas las condiciones anteriores, las mismas Normas Técnicas Complementarias especifican que se deben incrementar en un 20 % los coeficientes sísmicos, lo cual, para el caso que se está tratando, no resuelve el problema, pues al incrementar los coeficientes algunos marcos quedarían sobrados en su proporcionamiento y otros seguirían quedando escasos, lo cual se verá más adelante.

C A P I T U L O I I

Aunque un hombre pueda
conquistar mil veces
a mil hombres en batalla,
aquel que se conquista
a sí mismo es el más
grande de los guerreros.

ESTRUCTURACION Y DESCRIPCION DEL EDIFICIO

En la etapa de estructuración se seleccionarán los elementos que trabajarán como estructurales y los que serán no estructurales, se definirá el arreglo y distribución de sus elementos resistentes así como la forma en que trabajarán ante la acción de las diferentes solicitaciones, es decir, en términos generales se establecen las características básicas de la estructura.

Este edificio fué estructurado a base de marcos de concreto reforzado tanto en dirección longitudinal como en dirección transversal, y el sistema de piso esta integrado por una losa plana reticular.

En seguida se mencionará de una forma muy breve la manera en que trabajan sus elementos estructurales y posteriormente se hace la descripción del edificio.

Los marcos son los elementos que representan la parte resistente de la estructura, principalmente ante fuerzas laterales. Son además los encargados de transmitir las solicitaciones estáticas y sísmicas de la estructura a la cimentación, están formados por las trabes principales de ejes y las columnas actuando como elementos continuos.

En la figura II.1 se muestra una planta tipo del edificio donde se pueden apreciar once marcos en dirección transversal (del Marco Y-1 al Marco Y-11) y tres marcos en dirección longitudinal (del Marco X-1 al Marco X-3).

La distancia entre marcos en sentido longitudinal es de 6 metros y 5 metros en sentido transversal, siendo sus dimensiones totales en planta de 60 metros de largo y 10 metros de ancho (todas las medidas a ejes), por lo cual su relación de

aspecto (largo - ancho) es igual a 6, y su relación de cru-
jías es de 2 a 10 (2 crujiás transversales por 10 longitudi-
nales).

La planta de la figura II.1 corresponde de la primera a la
tercera losa, para el resto de los niveles lo único que cambia
es la dimensión de las columnas, pues en la figura mostrada se
tienen columnas de 0.50 x 0.70 metros, del cuarto al sexto ni-
vel columnas de 0.40 x 0.60 metros y para los últimos niveles
son de 0.30 x 0.50 metros.

Por lo que respecta al sistema de piso este tiene la función
de transmitir las cargas verticales hacia los apoyos que a su
vez las bajarán hasta la cimentación, además es casi siempre ne-
cesario que se encargue de conectar los elementos verticales y
distribuir entre ellos las fuerzas horizontales.

El sistema de piso adoptado para este edificio, dada la di-
mensión entre sus claros, fue una losa reticular de 0.40 metros
de altura total. La losa consta ó cuenta en sentido transversal
con nervaduras de 0.50 metros en los ejes, y las nervaduras ad-
yacentes a la de eje son de 0.30 metros (estas 3 nervaduras
son las que practicamente forman el marco) y el resto son de
0.10 metros con espaciamientos entre ellas de 0.60 metros.

En sentido longitudinal se tienen nervaduras de eje de 0.40
metros y las adyacentes de 0.20 metros (en este sentido tam-
bién estas 3 nervaduras son las que forman el marco), las res-
tantes son de 0.10 metros con huecos entre ellas de 0.60 metros.

En la figura II.2 se tiene una planta tipo del edificio en
la cual se puede observar toda la distribución completa de
nervaduras, incluyendo los capiteles y las nervaduras que se
considera forman los marcos en las dos direcciones.

En las figuras II.3 y II.4 se muestra un corte de la estruc-

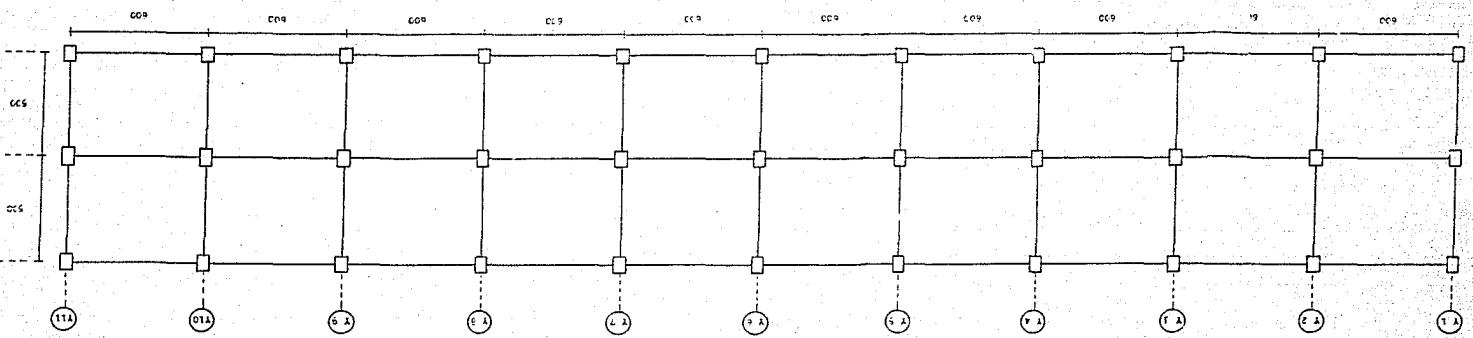
tura en sentido longitudinal y transversal respectivamente, en dichos cortes se pueden apreciar los marcos típicos, los cuales constan de 8 niveles (losas con posibilidad de desplazamiento) con una altura de entrepiso de 3 metros, siendo la altura total del edificio de 24 metros.

Su relación de esteliter (relación entre la altura y dimensión menor de la base) en sentido longitudinal es de 0.4 y en sentido transversal es de 2.4 .

La estructura se considerará desplantada en terreno de alta compresibilidad, es decir, Zona III.

Z I R F W I I I

FORM 1 1 1
DO NOT WRITE IN THESE SPACES



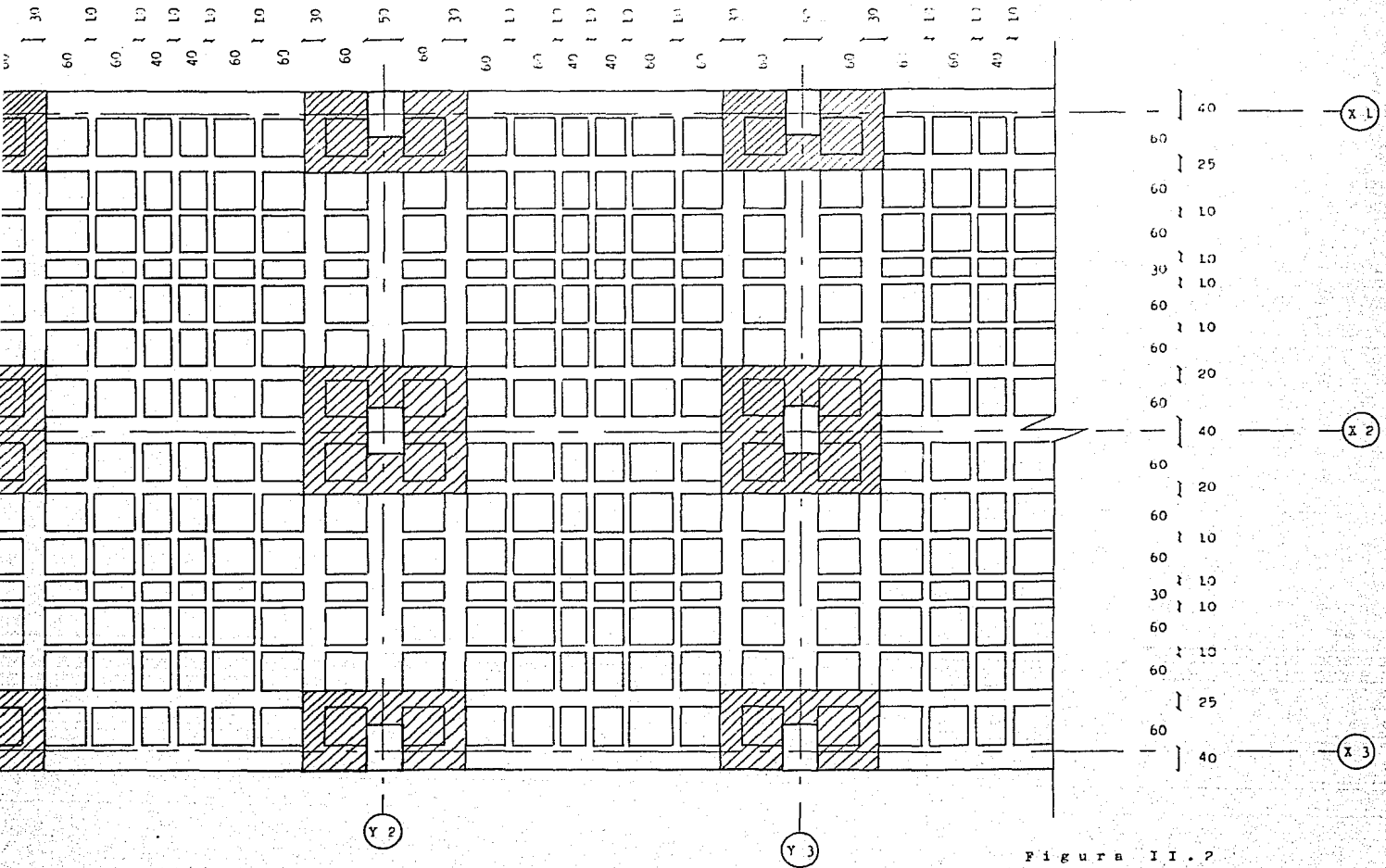


Figura I I . 2

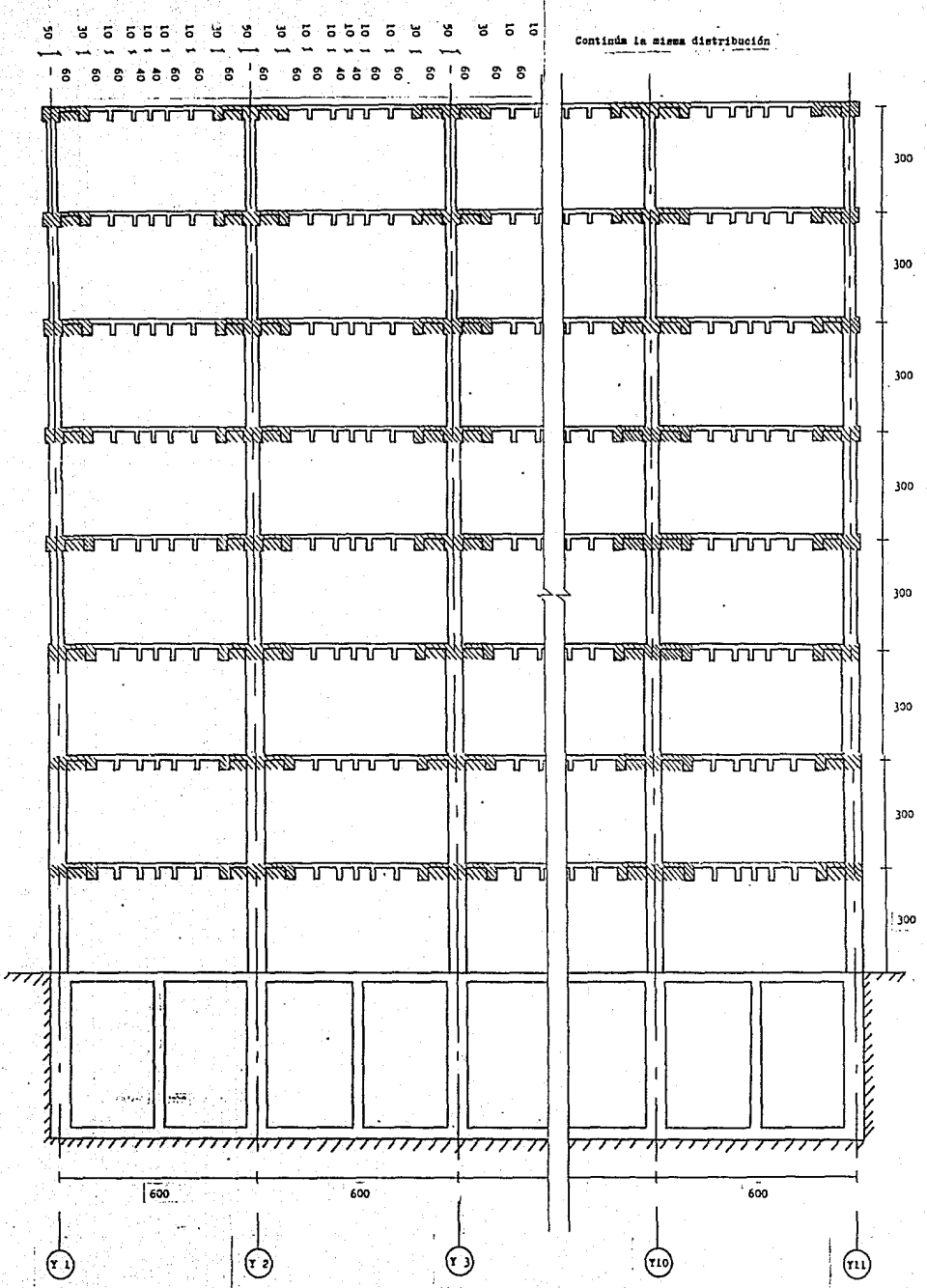
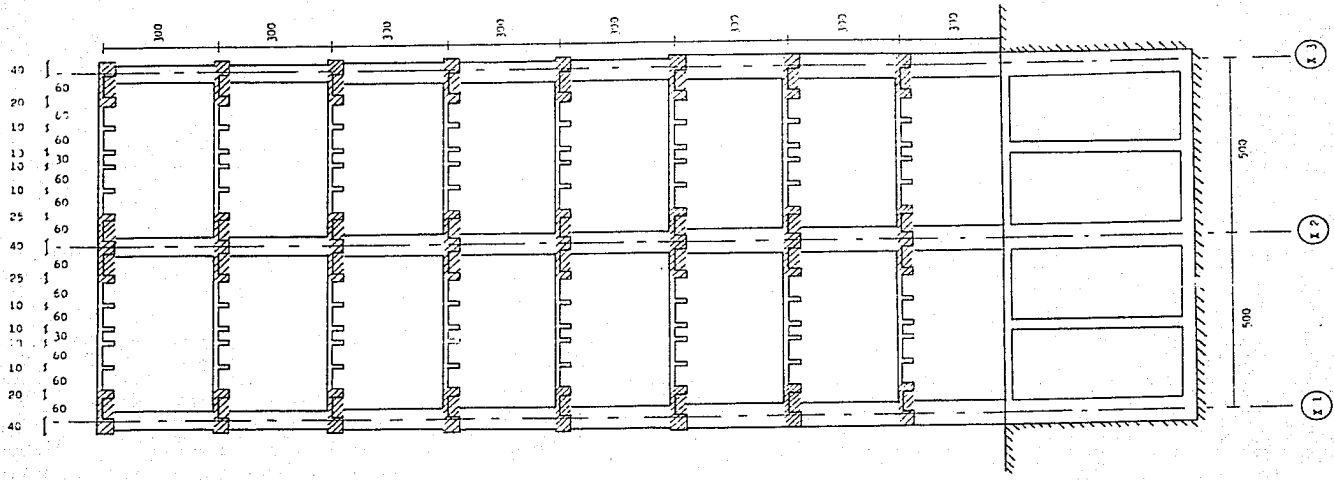


Figura II.3



Escalas Lit. 75
 Colores cm.

FIGURA II. 4

C A P I T U L O I I I

La utilidad de una jarra
reside en el vacío donde
puede caber el agua, no en el
material con que está hecha.
El vacío es poderoso porque
lo contiene todo.

ANALISIS ESTADICO Y SISMICO

En los últimos años, el uso de la computadora como herramienta de trabajo y el desarrollo de paquetes para análisis de estructuras han tenido un auge impresionante, pues anteriormente el poder disponer de una máquina y tener acceso a un programa de análisis estaba al alcance solamente de instituciones ó grandes empresas debido al costo tan considerable de ambas cosas, pero actualmente, tanto computadoras como programas estan al alcance de casi cualquier firma de ingeniería.

Con el advenimiento y uso de las computadoras en la disciplina de la ingeniería, estructuras que por su tamaño anteriormente tomarían mucho tiempo el resolverlas, hoy en día gracias a la capacidad que tienen las máquinas para almacenar grandes cantidades de información, realizar un gran número de operaciones especificadas y operar a tan alta velocidad, es posible realizar el análisis en muy poco tiempo.

En esta tesis, tanto el análisis estático como el sísmico fueron realizados con un paquete, y los resultados del análisis se presentan al final de cada inciso.

III.1.- Análisis Estático

III.1.a.- Especificaciones de carga:

El análisis estático tiene como finalidad conocer los efectos que producen las cargas vivas y muertas en la estructura, por lo cual es necesario fijar ó especificar la magnitud de las cargas que obrarán sobre la estructura.

Para determinar las cargas muertas que producirán los ele-

mentos estructurales y los acabados arquitectónicos se utilizarán los pesos volumétricos que especifican los Requisitos de Seguridad y Servicio para las Estructuras (julio 1977) en el artículo 223, y se partirá de las dimensiones ya establecidas para cada elemento en el capítulo anterior.

En seguida se hace un desglose en el cual se indica cada concepto por separado y sus pesos producidos para poder determinar la carga muerta total.

+ Losa de azotea:

- Losa reticular con aligeramiento de poliestireno(h=40 cm)

$$W = 0.443 \text{ T/m}^2$$

- Relleno de tezontle para dar pendiente(h=10 cm.)

$$W = 0.140 \text{ T/m}^2$$

- Enladrillado

$$W = 0.044 \text{ T/m}^2$$

- Entortado de mortero(h=5 cm.)

$$W = 0.084 \text{ T/m}^2$$

- Impermeabilizado, aplanado de yeso en el lecho inferior de la losa e instalaciones para iluminación

$$W = 0.05 \text{ T/m}^2$$

- Sobrecarga (R.D.F)

$$W = 0.04 \text{ T/m}^2$$

+ Losa de entrepiso (tipo):

- Losa reticular con aligeramiento de poliestireno(h=40 cm)

$$W = 0.443 \text{ T/m}^2$$

- Firme de cemento - arena(h=4 cm.)

$$W = 0.084 \text{ T/m}^2$$

- Densidad de muros (tabique rojo recocido)

$$W = 0.2 \text{ T/m}^2$$

- Alfombra, aplanado de yeso en el lecho inferior e instalaciones para iluminación

$$\bar{w} = 0.066 \text{ T/m}^2$$

- Sobrecarga (R.D.F)

$$\bar{w} = 0.04 \text{ T/m}^2$$

El valor que se fije para la carga viva esta en función del uso que se pretenda dar a la estructura, para lo cual, el Título 6° de las Leyes y Reglamentaciones Relacionadas con la Construcción en el D.F., en el capítulo I y en el Artículo 199, fija valores mínimos de carga. Para poder fijar la carga se supondrá que el uso de la estructura será para oficinas.

+ Resumen de Cargas:

- Losa de azotea

$$C.M = 0.80 \text{ T/m}^2 \quad C.V = 0.1 \text{ T/m}^2 \quad C.T = 0.90 \text{ T/m}^2$$

- Losa de entrepiso (tipo)

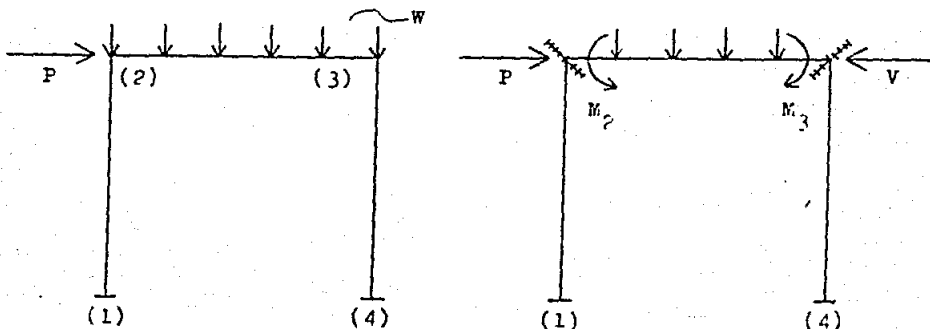
$$C.M = 0.83 \text{ T/m}^2 \quad C.V = 0.25 \text{ T/m}^2 \quad C.T = 1.08 \text{ T/m}^2$$

III.1.b.- Método de análisis:

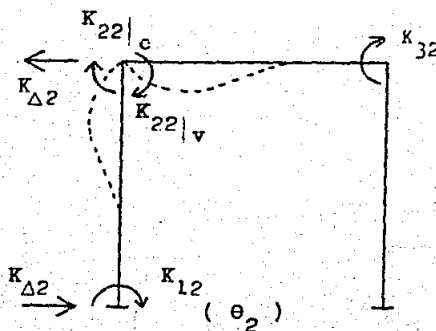
Como ya se mencionó, en esta tesis los análisis fueron hechos con computadora para abreviar tiempo. El método empleado para el análisis fué el método de rigideces, el cual se describe a continuación:

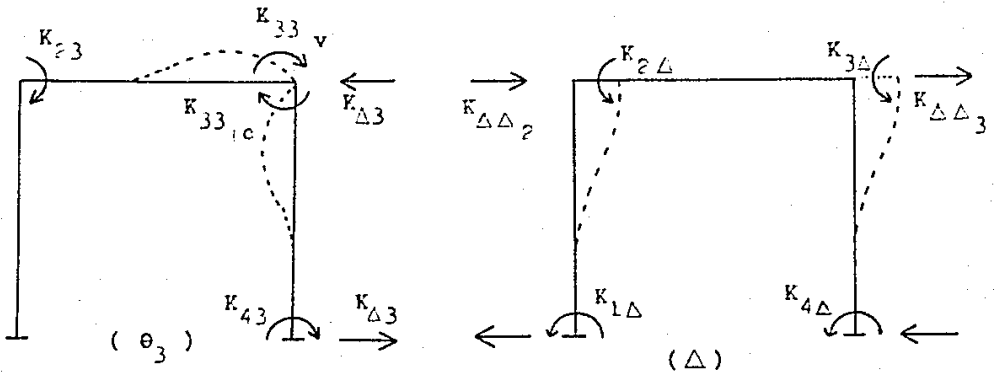
- 1) Primero se determina el número total de componentes de desplazamiento desconocidas, y por cada componente se introducen fuerzas restringentes para impedir el desplazamiento de los nodos. (El valor de estas fuerzas ó momentos de empotramiento se pueden calcular ó obtenerse directamente de tablas)

- 2) Se suman las fuerzas restringentes del extremo de todas las barras concurrentes en un nudo.



- 3) Se supone ahora que la estructura esta deformada de tal modo que un desplazamiento en uno de los nudos es igual a la unidad y todos los demás desplazamientos tienen valor nulo, y se determinan las fuerzas necesarias para mantener la estructura en esta configuración. Estas fuerzas se aplican en los nodos que representan los grados de libertad y se repite el procedimiento para un valor unitario de desplazamiento en cada nodo por separado.





- 4) Se determinan los valores de los desplazamientos necesarios para eliminar las fuerzas restringentes introducidas en el paso número 2).

Esto demanda el uso de ecuaciones de superposición en que se suman los efectos de los desplazamientos separados sobre las fuerzas restringentes. Aquí se forma un sistema de ecuaciones cuyo número es igual al número de componentes de desplazamiento desconocidas.

La solución del sistema de ecuaciones permite conocer los valores de los desplazamientos ó giros, con los cuales se pueden calcular las fuerzas sobre la estructura original.

- Ecuaciones de equilibrio

$$M_2 + K_{22} \theta_2 + K_{23} \theta_3 + K_{2\Delta} \Delta = 0$$

$$M_3 + K_{32} \theta_2 + K_{33} \theta_3 + K_{3\Delta} \Delta = 0$$

$$V + K_{\Delta 2} \theta_2 + K_{\Delta 3} \theta_3 + K_{\Delta \Delta} \Delta = 0$$

- Expresado matricialmente

$$\begin{bmatrix} K_{22} & K_{23} & K_{2\Delta} \\ K_{32} & K_{33} & K_{3\Delta} \\ K_{\Delta 2} & K_{\Delta 3} & K_{\Delta\Delta} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_2 \\ \theta_3 \\ \Delta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -M_2 \\ -M_3 \\ -P \end{bmatrix}$$

De aquí se obtienen los valores de los giros y desplazamientos.

- 5) Finalmente se obtienen las fuerzas sobre la estructura original sumando las fuerzas aplicadas sobre la estructura restringida a las fuerzas producidas por los desplazamientos o giros de los nudos en el paso 4).

- Momentos reales en los nudos

$$M_{12} = K_{12} \theta_2 - K_{1\Delta} \Delta$$

$$M_{21} = K_{22}|_c \theta_2 - K_{2\Delta} \Delta$$

$$M_{23} = -M_2 + K_{22}|_v \theta_2 + K_{23} \theta_3$$

$$M_{32} = M_3 + K_{32} \theta_2 + K_{33}|_v \theta_3$$

$$M_{34} = K_{33}|_c \theta_3 - K_{3\Delta} \Delta$$

$$M_{43} = K_{43} \theta_3 - K_{4\Delta} \Delta$$

El mismo procedimiento mostrado anteriormente se aplica a una estructura de cualquier tamaño siempre y cuando cumpla con

las suposiciones ó idealizaciones mencionadas en la introducción.

El paquete de análisis para operar requiere como información la identificación del número total de barras ó elementos del marco, número de ejes verticales, número de niveles (losas con posibilidad de desplazamiento), distancia entre ejes, alturas de entrepiso, propiedades geométricas de todas las barras y cargas sobre los miembros.

En las figuras III.1 y III.2 se ilustran un marco longitudinal y transversal respectivamente idealizado con la información necesaria para cargarlos en la computadora, y al final del capítulo se presentan los listados con los resultados del análisis.

III.2.- Análisis Sísmico Dinámico

Como ya se mencionó al inicio de esta tesis, la estructura se supondrá desplantada en zona III, lo cual implica un suelo arcilloso de consistencia blanda con espesor aproximado de 23 m. sobre la capa dura, el cual vibra al ser excitada la base dura por las ondas sísmicas que llegan al valle desde las zonas de falla donde se generan ó producen las liberaciones de energía.

A la base firme del lago llegan ondas con distintos períodos, longitudes y velocidades, las cuales producirán movimientos, pero solamente las ondas que tengan el mismo período que el suelo lograrán que se produzcan los máximos desplazamientos generando así fuerzas dinámicas a la estructura.

Las fuerzas dinámicas comprenden cualquier carga que varía con el tiempo, y la carga sísmica es la variante más compleja de estas fuerzas.

La forma en que una estructura responde a una excitación

dinámica dada, depende de la excitación y las características dinámicas de la estructura, es decir, de la manera como almacena y disipa la energía. La excitación sísmica puede ser descrita en términos de desplazamiento, velocidad ó aceleración que varía con el tiempo, y cuando esta excitación es aplicada a la base de la estructura, produce una respuesta que puede ser descrita en términos de fuerzas ó desplazamientos.

Dentro de las técnicas existentes de análisis dinámico para valuar la respuesta de la estructura se encuentran el método de integración directa "paso a paso" de las ecuaciones de movimiento y el análisis modal espectral.

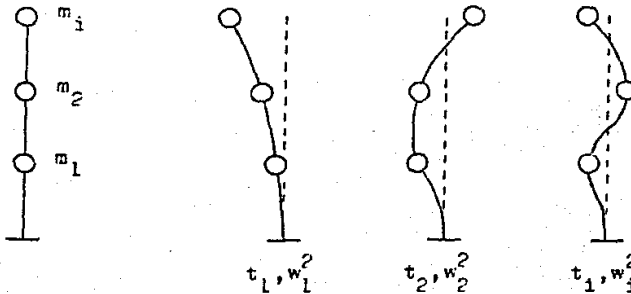
La integración directa proporciona el análisis más completo de cualquier movimiento sísmico, y consiste en aplicar una función excitadora dependiente del tiempo (acelerograma del sismo) y se calcula la correspondiente historia de respuestas de la estructura en cada uno de los intervalos de tiempo através del movimiento.

El análisis modal espectral es una técnica más limitada que la integración directa, ya que depende de la separación artificial de los modos naturales de vibrar y de la combinación de los modos naturales de vibrar y de la combinación de fuerzas y desplazamientos asociados por superposición con un número elegido de ellos. El análisis modal puede proporcionar cualquier grado de precisión para el rango de comportamiento lineal, incorporando todas las respuestas modales, y a este respecto las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo especifican en la sección 9.1 que deberán incluirse todos los modos con período mayor o igual a 0.4 seg. y en ningún caso podrán considerarse menos de los tres primeros modos.

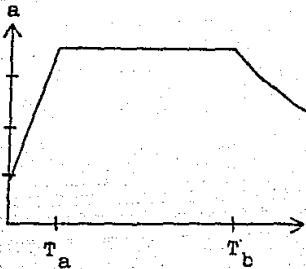
El método empleado por el paquete de análisis es el modal

espectral, el cual se describe a continuación un poco más detallado.

- 1.-) Se determinan las configuraciones, períodos y frecuencias circulares de cada uno de los diferentes modos de vibrar de la estructura.



- 2.-) Se fija el espectro de diseño a utilizar y se obtienen los valores de la aceleración "a" dependiendo del valor del período natural de la estructura y la zona donde se encuentre.



$$a = (1 + 3t/T_a) c/4 \quad \text{si } t < T_a$$

$$a = c \quad \text{si } T_a < t < T_b$$

$$a = c (T_b/t)^r \quad \text{si } t > T_b$$

- t.- período natural de interés.
 c.- coeficiente sísmico obtenido del artículo 206 del Reglamento de Construcciones para el D.F.
 r.- exponente que depende de la zona donde se encuentre la estructura (sección 3 de las Normas Técnicas Complementarias.)

- 3.-) Se hace la correspondiente reducción de fuerzas sísmicas dividiéndolas entre el factor reductivo Q' dependiendo también del período natural de la estructura.

$$Q' = Q \quad \text{si} \quad t \geq T_a$$

$$Q' = 1 + (t/T_a) (Q - 1) \quad \text{si} \quad t < T_a$$

- 4.-) Dado que las aceleraciones "a" están expresadas como un porcentaje de la aceleración de la gravedad, se obtienen las aceleraciones espectrales de diseño " A_i ", las cuales están dadas por:

$$A_i = \frac{a_i g}{Q'}$$

- 5.-) Como el desplazamiento de cualquiera de las masas en un instante dado puede expresarse como la suma de los desplazamientos debidos a la participación de cada uno de los modos, por lo tanto se deben determinar los coeficientes de participación para cada uno de los modos.

$$C_n = \frac{\sum m_i z_{in}}{\sum m_i z_{in}^2}$$

C_n .- coeficiente de participación del modo "n"

z_{in} .- amplitud del desplazamiento de la masa " m_i " en el modo "n".

- 6.-) Se obtienen los desplazamientos máximos de las masas para cada modo.

$$U_{ni \max} = \frac{A_n C_n Z_{in}}{W_n^2}$$

7.-) Se estima la respuesta debida a la combinación ó a la participación de todos los modos.

$$R_i = \sqrt{\sum_n R_{in}^2}$$

R_{in} .- representa cualquier respuesta de la estructura, es decir, cortante, desplazamientos relativos en cada entrepiso ó desplazamientos totales para el nivel "i" del modo "n".

R_i .- respuesta máxima del nivel "i".

Una vez obtenidas las fuerzas, el siguiente paso fué distribuir las entre los marcos, para lo cual se toman en consideración las disposiciones planteadas en las secciones 8.6 y 8.8 de las Normas Técnicas Complementarias y el procedimiento es el siguiente:

- + Se obtiene el centro de gravedad para cada nivel y el centro de cortantes para cada entrepiso.
- + Se determina la posición del centro de torsión en cada entrepiso, ya que este es el punto por donde debe pasar la fuerza cortante para que el desplazamiento de los niveles que limitan el entrepiso sea exclusivamente de traslación.
- + Se obtienen las excentricidades de diseño según la sección 8.6 de las Normas Técnicas Complementarias.

$$e_{d1} = 1.5 e_s + 0.1 b$$

$$e_{d2} = e_s - 0.1 b$$

e_s .- excentricidad calculada.

b .- dimensión en planta del entrepiso medida perpendicularmente a la dirección de análisis.

+ Se distribuyen las fuerzas cortantes entre los marcos debido al efecto de torsión. Para valuar dichas fuerzas se utilizan las siguientes expresiones.

$$V_{ix} = \frac{R_{ix} Y_{it} M_t}{\left(\sum R_{ix} Y_{it}^2 + \sum R_{iy} X_{it}^2 \right)}$$

$$V_{iy} = \frac{R_{iy} X_{it} M_t}{\left(\sum R_{ix} Y_{it}^2 + \sum R_{iy} X_{it}^2 \right)}$$

V_{ix}, V_{iy} .- fuerza cortante sísmica en el entrepiso "i", considerado en las direcciones "x" y "y" respectivamente.

X_{it}, Y_{it} .- distancia de los elementos resistentes con respecto al centro de torsión en el entrepiso "i".

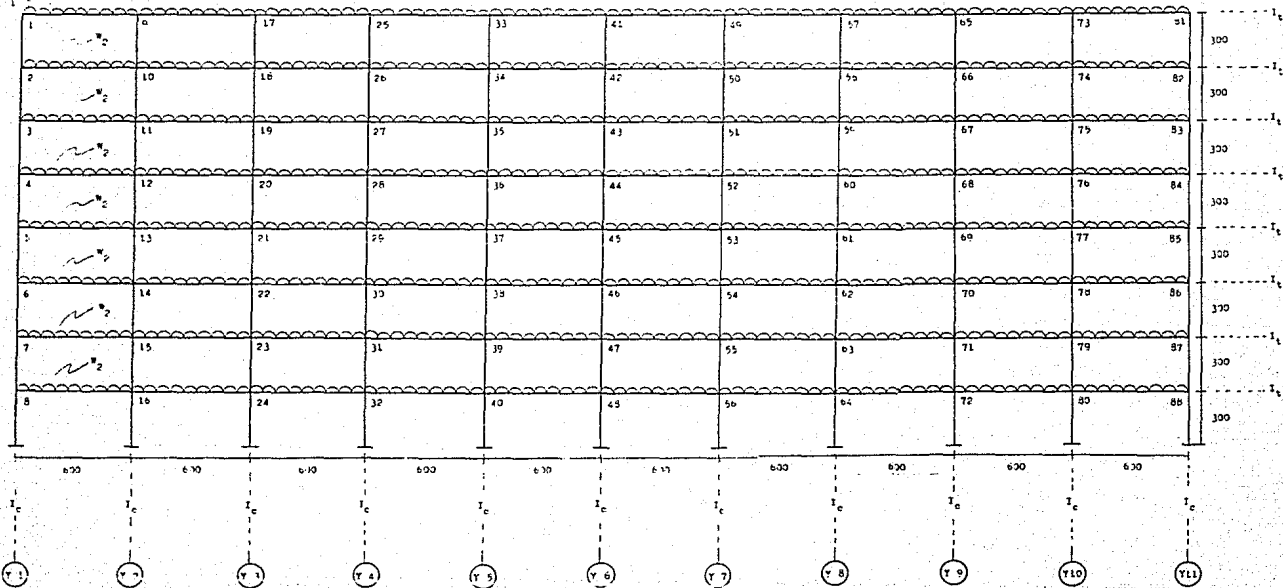
M_t .- momento torsionante en el entrepiso considerado, siendo igual al producto de la fuerza cortante del entrepiso multiplicada por la más desfavorable de las excentricidades calculadas anteriormente.

+ A los cortantes obtenidos por el efecto de torsión se suman los cortantes debidos a efecto directo, y de acuerdo

con la sección 8.8 de las Normas Técnicas Complementarias se combinarán los efectos de ambas componentes horizontales del movimiento, tomando en cada dirección que se analice la estructura el 100 % de los efectos de la componente que obra en esa dirección y el 30 % de los efectos producidos por el sismo actuando en la dirección perpendicular.

Hasta aquí, se han descrito los métodos empleados por el paquete para el análisis y los listados de resultados se presentan al final de este capítulo.

Nota.- no se incluyen los listados de todos los marcos, pues el formato de presentación es el mismo y solo cambian los valores de los elementos mecánicos dependiendo de las fuerzas laterales actuantes en cada marco. Únicamente se presentan los listados de los marcos del Eje Y-1 y el Eje Y-5.



• Marco centrali

$W_1 = 2.40 \text{ T/m}$

$I_1 = 0.003474 \text{ m}^4$

$W_2 = 3.16 \text{ T/m}$

$I_2 = 0.014 \text{ m}^4$

• Marco perimetrali

$W_1 = 1.23 \text{ T/m}$

$I_1 = 0.0032 \text{ m}^4$

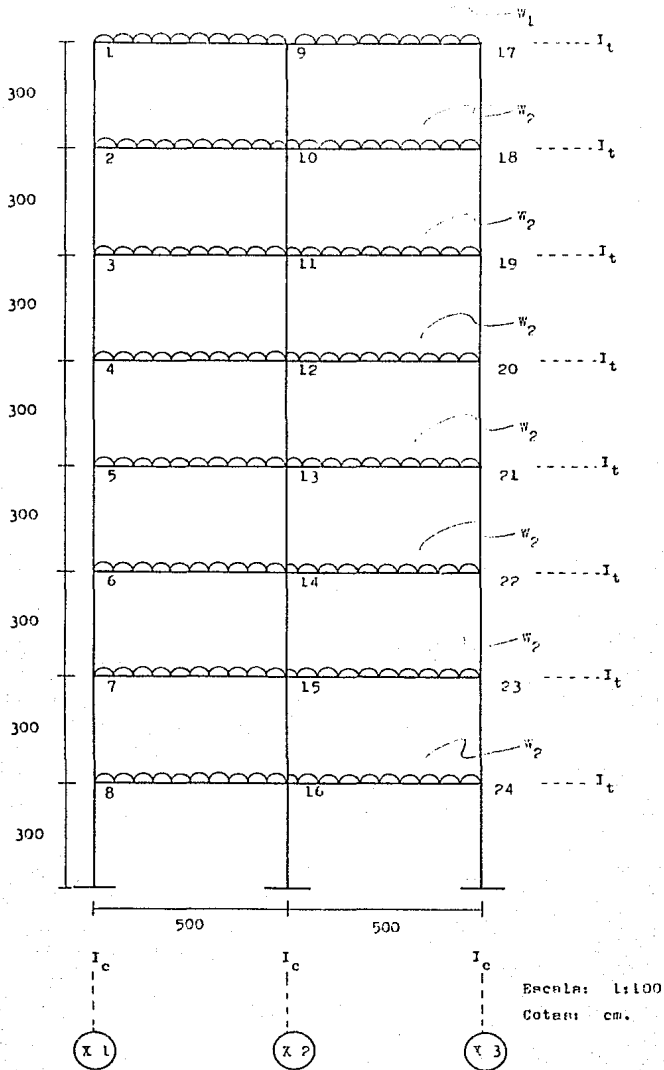
$W_2 = 1.58 \text{ T/m}$

$I_2 = 0.014 \text{ m}^4$

Figura III.1

Scala: 1:125

Cotura: cm.



* Marcos perimetrales:

$w_1 = 1.056 \text{ T/m}$

$I_t = 0.0033 \text{ m}^4$

$w_2 = 1.354 \text{ T/m}$

$I_c = 0.0256 \text{ m}^4$

* Marcos interiores:

$w_1 = 2.112 \text{ T/m}$

$I_t = 0.003823 \text{ m}^4$

$w_2 = 2.71 \text{ T/m}$

$I_c = 0.0256 \text{ m}^4$

Figura III.2

" PESOS Y CENTROS DE GRAVEDAD POR NIVEL "

=====

Nivel	Peso	x del c.g.	Y del c.g.
1	677.1998	30	5.000002
2	677.1997	30	5
3	677.2014	30	5
4	677.1964	30	4.999997
5	677.2	30.00001	5.00001
6	677.2012	29.99999	4.999988
7	677.1998	29.99999	5.000001
8	533.2	30.00002	5.000001

TOTAL DE PESOS: 5273.599 Ton.

FUERZAS TOTALES EN LAS COLUMNAS INFERIORES DE CADA NODO

En la interseccion del Eje Y 1

Con el Eje X 1, la carga en la columna inferior es -66.94067
 Con el Eje X 2, la carga en la columna inferior es -127.8913
 Con el Eje X 3, la carga en la columna inferior es -66.94066

En la interseccion del Eje Y 2

Con el Eje X 1, la carga en la columna inferior es -136.8526
 Con el Eje X 2, la carga en la columna inferior es -255.3566
 Con el Eje X 3, la carga en la columna inferior es -136.8526

En la interseccion del Eje Y 3

Con el Eje X 1, la carga en la columna inferior es -136.4697
 Con el Eje X 2, la carga en la columna inferior es -254.6352
 Con el Eje X 3, la carga en la columna inferior es -136.4697

En la interseccion del Eje Y 4

Con el Eje X 1, la carga en la columna inferior es -136.4194
 Con el Eje X 2, la carga en la columna inferior es -254.5123
 Con el Eje X 3, la carga en la columna inferior es -136.4193

En la interseccion del Eje Y 5

Con el Eje X 1, la carga en la columna inferior es -136.421
 Con el Eje X 2, la carga en la columna inferior es -254.517
 Con el Eje X 3, la carga en la columna inferior es -136.4209

En la interseccion del Eje Y 6

Con el Eje X 1, la carga en la columna inferior es -136.4213
 Con el Eje X 2, la carga en la columna inferior es -254.5177
 Con el Eje X 3, la carga en la columna inferior es -136.4213

En la interseccion del Eje Y 7

Con el Eje X 1, la carga en la columna inferior es -136.4209

Con el Eje X 2, la carga en la columna inferior es -254.5171

Con el Eje X 3, la carga en la columna inferior es -136.4209

En la interseccion del Eje Y 8

Con el Eje X 1, la carga en la columna inferior es -136.4193

Con el Eje X 2, la carga en la columna inferior es -254.5121

Con el Eje X 3, la carga en la columna inferior es -136.4193

En la interseccion del Eje Y 9

Con el Eje X 1, la carga en la columna inferior es -136.4697

Con el Eje X 2, la carga en la columna inferior es -254.6353

Con el Eje X 3, la carga en la columna inferior es -136.4696

En la interseccion del Eje Y 10

Con el Eje X 1, la carga en la columna inferior es -136.8526

Con el Eje X 2, la carga en la columna inferior es -255.3567

Con el Eje X 3, la carga en la columna inferior es -136.8526

En la interseccion del Eje Y 11

Con el Eje X 1, la carga en la columna inferior es -66.94069

Con el Eje X 2, la carga en la columna inferior es -127.8913

Con el Eje X 3, la carga en la columna inferior es -66.94069

TOTAL DE CARGAS EN COLUMNAS INFERIORES: -5273.599 Ton.

" PERIODOS Y CONFIGURACIONES "

 CALCULO PARA LA DIRECCION X

 MOD0 NUMERO 1

PERIODO (SEGS.) = 1.30
 $W^2 = .233E+02$
 VECTOR ASOCIADO:
 NIVEL 1: 1.000
 NIVEL 2: 2.706
 NIVEL 3: 4.487
 NIVEL 4: 6.558
 NIVEL 5: 8.341
 NIVEL 6: 9.762
 NIVEL 7: 11.351
 NIVEL 8: 12.113

 MOD0 NUMERO 2

PERIODO (SEGS.) = .471
 $W^2 = .178E+03$
 VECTOR ASOCIADO:
 NIVEL 1: 1.000
 NIVEL 2: 2.473
 NIVEL 3: 3.521
 NIVEL 4: 3.751
 NIVEL 5: 2.742
 NIVEL 6: .840
 NIVEL 7: -2.773
 NIVEL 8: -5.001

 MOD0 NUMERO 3

PERIODO (SEGS.) = .279
 $W^2 = .508E+03$
 VECTOR ASOCIADO:
 NIVEL 1: 1.000
 NIVEL 2: 2.079
 NIVEL 3: 2.063
 NIVEL 4: .402
 NIVEL 5: -1.649
 NIVEL 6: -2.408
 NIVEL 7: -.328
 NIVEL 8: 2.356

 MOD0 NUMERO 4

PERIODO (SEGS.) = .191
 $W \wedge 2 = .108E+04$
 VECTOR ASOCIADO:
 NIVEL 1: 1.000
 NIVEL 2: 1.574
 NIVEL 3: .571
 NIVEL 4: -1.549
 NIVEL 5: -1.457
 NIVEL 6: .803
 NIVEL 7: 2.600
 NIVEL 8: -2.397

 MOD0 NUMERO 5

PERIODO (SEGS.) = .153
 $W \wedge 2 = .168E+04$
 VECTOR ASOCIADO:
 NIVEL 1: 1.000
 NIVEL 2: 1.174
 NIVEL 3: -.284
 NIVEL 4: -1.636
 NIVEL 5: .249
 NIVEL 6: 1.686
 NIVEL 7: -1.719
 NIVEL 8: .923

 MOD0 NUMERO 6

PERIODO (SEGS.) = .113
 $W \wedge 2 = .309E+04$
 VECTOR ASOCIADO:
 NIVEL 1: 1.000
 NIVEL 2: .495
 NIVEL 3: -1.029
 NIVEL 4: -.112
 NIVEL 5: 1.162
 NIVEL 6: -.986
 NIVEL 7: .351
 NIVEL 8: -.110

 MOD0 NUMERO 7

PERIODO (SEGS.) = .091
 $W \wedge 2 = .474E+04$

VECTOR ASOCIADO:

NIVEL 1: 1.000
 NIVEL 2: -1.060
 NIVEL 3: -1.951
 NIVEL 4: 1.265
 NIVEL 5: -1.065
 NIVEL 6: 1.500
 NIVEL 7: -1.126
 NIVEL 8: 1.000

 MODO NUMERO 8

PERIODO (SEGS.) = .066

 $W \cdot 2 = .915E+04$

VECTOR ASOCIADO:

NIVEL 1: 1.000
 NIVEL 2: -1.027
 NIVEL 3: .646
 NIVEL 4: -1.258
 NIVEL 5: .098
 NIVEL 6: -1.029
 NIVEL 7: .004
 NIVEL 8: -1.001

 CALCULO PARA LA DIRECCION Y

 MODO NUMERO 1

PERIODO (SEGS.) = .996

 $W \cdot 2 = .398E+02$

VECTOR ASOCIADO:

NIVEL 1: 1.000
 NIVEL 2: 2.751
 NIVEL 3: 4.627
 NIVEL 4: 6.726
 NIVEL 5: 8.588
 NIVEL 6: 10.127
 NIVEL 7: 11.606
 NIVEL 8: 12.432

 MOD0 NUMERO 2

PERIODO (SEGS.) = .343
 $W \wedge 2 = .036E+03$
 VECTOR ASOCIADO:
 NIVEL 1: 1.000
 NIVEL 2: 2.465
 NIVEL 3: 3.465
 NIVEL 4: 3.560
 NIVEL 5: 2.428
 NIVEL 6: .050
 NIVEL 7: -2.530
 NIVEL 8: -4.475

 MOD0 NUMERO 3

PERIODO (SEGS.) = .198
 $W \wedge 2 = .101E+04$
 VECTOR ASOCIADO:
 NIVEL 1: 1.000
 NIVEL 2: 2.032
 NIVEL 3: 1.888
 NIVEL 4: .168
 NIVEL 5: -1.756
 NIVEL 6: -2.232
 NIVEL 7: -1.144
 NIVEL 8: 2.340

 MOD0 NUMERO 4

PERIODO (SEGS.) = .133
 $W \wedge 2 = .224E+04$
 VECTOR ASOCIADO:
 NIVEL 1: 1.000
 NIVEL 2: 1.459
 NIVEL 3: .288
 NIVEL 4: -1.572
 NIVEL 5: -1.071
 NIVEL 6: 1.124
 NIVEL 7: 1.718
 NIVEL 8: -1.828

 MOD0 NUMERO 5

PERIODO (SEGS.) = .104
 $W \wedge 2 = .368E+04$
 VECTOR ASOCIADO:
 NIVEL 1: 1.000
 NIVEL 2: .986
 NIVEL 3: -.580
 NIVEL 4: -1.298
 NIVEL 5: .736
 NIVEL 6: 1.235
 NIVEL 7: -1.912
 NIVEL 8: 1.130

 MOD0 NUMERO 6

PERIODO (SEGS.) = .080
 $W \wedge 2 = .622E+04$
 VECTOR ASOCIADO:
 NIVEL 1: 1.000
 NIVEL 2: .374
 NIVEL 3: -1.059
 NIVEL 4: .152
 NIVEL 5: .958
 NIVEL 6: -1.048
 NIVEL 7: .533
 NIVEL 8: -.199

 MOD0 NUMERO 7

PERIODO (SEGS.) = .064
 $W \wedge 2 = .966E+04$
 VECTOR ASOCIADO:
 NIVEL 1: 1.000
 NIVEL 2: -.209
 NIVEL 3: -.816
 NIVEL 4: 1.299
 NIVEL 5: -1.201
 NIVEL 6: .675
 NIVEL 7: -.217
 NIVEL 8: .062

MODO NUMERO 8

PERIODO (SEGS.) = .048
W ^ 2 = .171E+05
VECTOR ASOCIADO:
NIVEL 1: 1.000
NIVEL 2: -1.053
NIVEL 3: .712
NIVEL 4: -.331
NIVEL 5: .144
NIVEL 6: -.050
NIVEL 7: .011
NIVEL 8: -.003

" FUERZAS SISMICAS "

(ANALISIS MODAL ESPECTRAL)

LA ZONA DONDE SE CLASIFICA EL TERRENO ES? (1,2, o 3) 3
 EL TIPO DE ESTRUCTURA ES ? (1=TIPO A, 2=TIPO B) 2
 EL COEFICIENTE DE DUCTILIDAD Q EN LA DIRECCION -X- ES? 3
 EL COEFICIENTE DE DUCTILIDAD Q EN LA DIRECCION -Y- ES? 3
 EL NUMERO DE MODOS A CONSIDERAR EN LA DIRECCION -X- ES? 7
 EL NUMERO DE MODOS A CONSIDERAR EN LA DIRECCION -Y- ES? 7

CALCULO PARA LA DIRECCION: X

MODO NUMERO 1 , PERIODO = 1.300484 SEG.

DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS MAXIMOS Y CORTANTES POR NIVEL

NIVEL	DESPL.	CORT.
1	62.64E-04	54.33E+01
2	10.69E-03	53.27E+01
3	11.16E-03	50.49E+01
4	12.97E-03	45.88E+01
5	11.17E-03	39.31E+01
6	89.04E-04	30.94E+01
7	99.54E-04	21.13E+01
8	47.73E-04	97.64E+00

MODO NUMERO 2 , PERIODO = .471402 SEG.

DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS MAXIMOS Y CORTANTES POR NIVEL

NIVEL	DESPL.	CORT.
1	79.37E-05	68.83E+00
2	11.69E-04	58.30E+00
3	83.17E-05	37.63E+00
4	18.28E-05	64.66E-01
5	-80.09E-05	-28.18E+00
6	-15.10E-04	-52.46E+00
7	-28.68E-04	-60.88E+00
8	-17.68E-04	-36.18E+00

MODO NUMERO 3 , PERIODO = .2787778 SEG.

DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS MAXIMOS Y CORTANTES POR NIVEL

NIVEL	DESPL.	CORT.
1	31.76E-05	27.55E+00
2	34.26E-05	17.08E+00
3	-50.46E-07	-22.83E-02
4	-52.74E-05	-18.65E+00
5	-65.18E-05	-22.94E+00
6	-24.09E-05	-83.71E-01
7	66.08E-05	14.03E+00
8	85.23E-05	17.44E+00

MODO NUMERO 4 , PERIODO = .1913644 SEG.

DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS MAXIMOS Y CORTANTES POR NIVEL

NIVEL	DESPL.	CORT.
1	88.82E-06	77.03E-01
2	50.96E-06	25.40E-01
3	-89.02E-06	-40.28E-01
4	-18.83E-05	-68.62E-01
5	81.49E-07	28.68E-02
6	20.07E-05	69.76E-01
7	15.96E-05	33.88E-01
8	-44.38E-05	-90.79E-01

MODO NUMERO 5 , PERIODO = .1533434 SEG.

DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS MAXIMOS Y CORTANTES POR NIVEL

NIVEL	DESPL.	CORT.
1	70.09E-06	60.79E-01
2	12.19E-06	60.76E-02
3	-10.22E-05	-46.24E-01
4	-94.74E-06	-33.51E-01
5	13.21E-05	46.48E-01
6	10.07E-05	35.01E-01
7	-23.87E-05	-50.67E-01
8	18.52E-05	37.88E-01

MODO NUMERO 6 , PERIODO = .1129761 SEG.

DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS MAXIMOS Y CORTANTES POR NIVEL

NIVEL	DESPL.	CORT.
1	60.14E-06	52.15E-01
2	-30.36E-06	-15.14E-01
3	-91.63E-06	-41.46E-01
4	55.13E-06	19.50E-01
5	76.62E-06	26.96E-01
6	-12.92E-05	-44.88E-01
7	80.40E-06	17.07E-01
8	-27.73E-06	-56.72E-02

MODO NUMERO 7 , PERIODO = 9.126891E-02 SEG.

DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS MAXIMOS Y CORTANTES POR NIVEL

NIVEL	DESPL.	CORT.
1	28.80E-06	24.97E-01
2	-30.52E-06	-15.21E-01
3	-25.66E-06	-11.61E-01
4	63.77E-06	22.56E-01
5	-67.06E-06	-23.60E-01
6	45.94E-06	15.96E-01
7	-18.89E-06	-40.10E-02
8	44.81E-07	91.66E-03

CALCULO PARA LA DIRECCION: Y

MODO NUMERO 1 , PERIODO = .9963859 SEG.

DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS MAXIMOS Y CORTANTES POR NIVEL

NIVEL	DESPL.	CORT.
1	35.76E-04	53.79E+01
2	62.60E-04	53.36E+01
3	67.11E-04	50.79E+01
4	75.05E-04	45.66E+01
5	66.58E-04	39.29E+01
6	55.01E-04	31.07E+01
7	52.89E-04	20.99E+01
8	29.55E-04	98.69E+00

MODO NUMERO 2 , PERIODO = .3427019 SEG.

DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS MAXIMOS Y CORTANTES POR NIVEL

NIVEL	DESPL.	CORT.
1	45.05E-05	67.76E+00
2	65.98E-05	56.25E+00
3	45.05E-05	34.10E+00
4	42.77E-06	26.02E-01
5	-50.99E-05	-30.09E+00
6	-89.08E-05	-50.31E+00
7	-13.43E-04	-53.30E+00
8	-87.59E-05	-27.25E+00

MODO NUMERO 3 , PERIODO = .1979551 SEG.

DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS MAXIMOS Y CORTANTES POR NIVEL

NIVEL	DESPL.	CORT.
1	15.46E-05	23.26E+00
2	15.96E-05	13.61E+00
3	-22.33E-06	-16.90E-01
4	-26.60E-05	-16.18E+00
5	-29.74E-05	-17.55E+00
6	-73.72E-06	-41.63E-01
7	32.30E-05	12.82E+00
8	38.41E-05	12.83E+00

MODO NUMERO 4 , PERIODO = .132787 SEG.

DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS MAXIMOS Y CORTANTES POR NIVEL

NIVEL	DESPL.	CORT.
1	55.67E-06	83.75E-01
2	25.56E-06	21.79E-01
3	-65.19E-06	-49.34E-01
4	-10.36E-05	-63.00E-01
5	27.91E-06	16.47E-01
6	12.22E-05	69.02E-01
7	33.05E-06	13.12E-01
8	-19.74E-05	-65.93E-01

MOD0 NUMERO 5 , PERIODO = 1.103198 SEG.

DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS MAXIMOS Y CORTANTES POR NIVEL

NIVEL	DESPL.	CORT.
1	25.88E-06	44.85E-01
2	-42.43E-06	-38.17E-02
3	-46.46E-06	-35.16E-01
4	-21.31E-06	-12.98E-01
5	30.35E-06	35.81E-01
6	14.31E-06	83.64E-02
7	-33.39E-06	-37.87E-01
8	90.24E-06	30.15E-01

MOD0 NUMERO 6 , PERIODO = 7.764048E-01 SEG.

DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS MAXIMOS Y CORTANTES POR NIVEL

NIVEL	DESPL.	CORT.
1	28.41E-06	42.14E-01
2	-17.80E-06	-15.17E-01
3	-40.69E-06	-30.80E-01
4	34.38E-06	20.92E-01
5	22.91E-06	13.52E-01
6	-56.99E-06	-32.18E-01
7	44.91E-06	17.83E-01
8	-20.80E-06	-69.46E-02

MOD0 NUMERO 7 , PERIODO = 6.393498E-02 SEG.

DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS MAXIMOS Y CORTANTES POR NIVEL

NIVEL	DESPL.	CORT.
1	11.99E-06	18.04E-01
2	-14.50E-06	-12.36E-01
3	-72.78E-07	-55.08E-02
4	25.37E-06	15.43E-01
5	-29.98E-06	-17.69E-01
6	22.49E-06	12.70E-01
7	-10.89E-06	-42.43E-02
8	33.43E-07	11.16E-02

CORTANTES, FUERZAS POR NIVEL Y POSICION DEL CORTANTE SISMICO

NIVEL	CORTANTE	FUERZA-X	Y DEL CORT. SISMICO
1	54.84E+01	+122.E-01	+500.E-02
2	53.62E+01	+298.E-01	+500.E-02

3	50.60E+01	+471.E-01	+500.E-02
4	48.93E+01	+645.E-01	+500.E-02
5	35.48E+01	+807.E-01	+500.E-02
6	31.41E+01	+938.E-01	+500.E-02
7	22.05E+01	+114.E+00	+500.E-02
8	10.80E+01	+106.E+00	+500.E-02

NIVEL	COEFICIENTE	FUERZA-Y	DEL CORTE SISMICO
1	54.27E+01	+596.E-02	+500.E-01
2	53.86E+01	+277.E-01	+500.E-01
3	50.91E+01	+522.E-01	+500.E-01
4	45.67E+01	+625.E-01	+500.E-01
5	39.44E+01	+796.E-01	+500.E-01
6	31.48E+01	+878.E-01	+500.E-01
7	21.70E+01	+113.E+00	+500.E-01
8	10.40E+01	+104.E+00	+500.E-01

" D I S T R I B U C I O N D E F U E R Z A S S I S M I C A S "

```

El nombre del marco num. 1 paralelo al eje X es MARCO EJE X 1
Las rigideces de entrepiso (iniciando con el nivel 1) son:
28.6E+03 16.3E+03 14.7E+03 11.6E+03 11.5E+03 11.4E+03 70.1E+02 67.4E+02

El nombre del marco num. 2 paralelo al eje X es MARCO EJE X 2
Las rigideces de entrepiso (iniciando con el nivel 1) son:
29.5E+03 17.3E+03 15.8E+03 12.2E+03 12.2E+03 12.0E+03 72.2E+02 69.8E+02

El nombre del marco num. 3 paralelo al eje X es MARCO EJE X 3
Las rigideces de entrepiso (iniciando con el nivel 1) son:
28.6E+03 16.3E+03 14.7E+03 11.6E+03 11.5E+03 11.4E+03 70.1E+02 67.4E+02

El nombre del marco num. 1 paralelo al eje Y es MARCO EJE Y 1
Las rigideces de entrepiso (iniciando con el nivel 1) son:
10.6E+03 46.4E+02 36.9E+02 34.2E+02 32.2E+02 29.7E+02 26.2E+02 21.4E+02

El nombre del marco num. 2 paralelo al eje Y es MARCO EJE Y 2
Las rigideces de entrepiso (iniciando con el nivel 1) son:
14.3E+03 84.5E+02 76.1E+02 59.9E+02 58.4E+02 56.2E+02 38.2E+02 32.3E+02

El nombre del marco num. 3 paralelo al eje Y es MARCO EJE Y 3
Las rigideces de entrepiso (iniciando con el nivel 1) son:
14.3E+03 84.4E+02 76.0E+02 60.0E+02 58.4E+02 56.2E+02 38.3E+02 32.3E+02

El nombre del marco num. 4 paralelo al eje Y es MARCO EJE Y 4
Las rigideces de entrepiso (iniciando con el nivel 1) son:
14.4E+03 84.4E+02 75.9E+02 60.0E+02 58.4E+02 56.1E+02 38.3E+02 32.3E+02

El nombre del marco num. 5 paralelo al eje Y es MARCO EJE Y 5
Las rigideces de entrepiso (iniciando con el nivel 1) son:
14.4E+03 84.3E+02 75.8E+02 60.0E+02 58.4E+02 56.1E+02 38.3E+02 32.4E+02

El nombre del marco num. 6 paralelo al eje Y es MARCO EJE Y 6
Las rigideces de entrepiso (iniciando con el nivel 1) son:
14.5E+03 84.3E+02 75.6E+02 60.1E+02 58.4E+02 56.0E+02 38.4E+02 32.4E+02

El nombre del marco num. 7 paralelo al eje Y es MARCO EJE Y 7
Las rigideces de entrepiso (iniciando con el nivel 1) son:
14.4E+03 84.3E+02 75.8E+02 60.0E+02 58.4E+02 56.1E+02 38.3E+02 32.4E+02

El nombre del marco num. 8 paralelo al eje Y es MARCO EJE Y 8
Las rigideces de entrepiso (iniciando con el nivel 1) son:
14.4E+03 84.4E+02 75.9E+02 60.0E+02 58.4E+02 56.1E+02 38.3E+02 32.3E+02

El nombre del marco num. 9 paralelo al eje Y es MARCO EJE Y 9
Las rigideces de entrepiso (iniciando con el nivel 1) son:
14.3E+03 84.4E+02 76.0E+02 60.0E+02 58.4E+02 56.2E+02 38.3E+02 32.3E+02

```


El nombre del marco num. 10 paralelo al eje Y es MARCO EJE Y 10
 Las rigideces de entrepiso (iniciando con el nivel 1) son:
 14.3E+03 84.5E+02 76.1E+02 59.9E+02 58.4E+02 56.2E+02 39.2E+02 32.3E+02

El nombre del marco num. 11 paralelo al eje Y es MARCO EJE Y 11
 Las rigideces de entrepiso (iniciando con el nivel 1) son:
 10.6E+03 46.4E+02 36.9E+02 34.2E+02 32.2E+02 29.7E+02 26.2E+02 21.4E+02

DIMENSIONES MAXIMAS EN PLANTA POR NIVEL

NIVEL	BX	BY
1	60	10
2	60	10
3	60	10
4	60	10
5	60	10
6	60	10
7	60	10
8	60	10

==== ENTREPISO 1 ====

SENTIDO	V	es	b	e1	e2	Mt1	Mt2
X	+548.42	+0.00	+10.00	+1.00	-1.00	+54.8E+01	-54.8E+01
Y	+542.71	+0.00	+60.00	+6.00	-6.00	+32.6E+02	-32.6E+02

xv = 30 xt = 30
 mom. polar = 5.137568E+07
 yv = 5 yt = 5

MARCOS PARALELOS A X:

E F E C T O D E V X E F E C T O D E V Y

MARCO	DIRECTO	TORSION	TOTAL	TORSION	VX+0.3VY	0.3VX+VY
MarcoX1	+180.80	+1.53	+182.33	+9.06	+185.04	+63.76
MarcoX2	+186.82	+0.00	+186.82	+0.00	+186.82	+56.05
MarcoX3	+180.80	+1.53	+182.33	+9.06	+185.04	+63.76

MARCOS PARALELOS A Y:

E F E C T O D E V Y E F E C T O D E V X

MARCO	DIRECTO	TORSION	TOTAL	TORSION	VY+0.3VX	0.3VY+VX
MarcoY1	+38.07	+20.06	+58.13	+3.38	+59.15	+20.82
MarcoY2	+51.63	+21.77	+73.40	+3.67	+74.50	+25.69
MarcoY3	+51.73	+16.36	+68.09	+2.75	+68.91	+23.18
MarcoY4	+51.85	+10.93	+62.78	+1.84	+63.33	+20.67
MarcoY5	+51.99	+5.48	+57.47	+0.92	+57.75	+18.17
MarcoY6	+52.17	+0.00	+52.17	+0.00	+52.17	+15.65
MarcoY7	+51.99	+5.48	+57.47	+0.92	+57.75	+18.17
MarcoY8	+51.85	+10.93	+62.78	+1.84	+63.33	+20.67
MarcoY9	+51.73	+16.36	+68.09	+2.75	+68.91	+23.18
MarcoY10	+51.63	+21.77	+73.40	+3.67	+74.50	+25.69
MarcoY11	+38.07	+20.06	+58.13	+3.38	+59.15	+20.82

==== ENTREPISO 2 ====

SENTIDO	V	es	b	e1	e2	Mt1	Mt2
X	+536.20	+0.00	+10.00	+1.00	-1.00	+53.6E+01	+53.6E+01
Y	+536.76	+0.00	+60.00	+6.00	-6.00	+32.2E+02	-32.2E+02

xv = 30 xt = 30
 mom. polar = 2.741527E+07
 yv = 5 yt = 5

MARCOS PARALELOS A X:

E F E C T O D E V X E F E C T O D E V Y

MARCO	DIRECTO	TORSION	TOTAL	TORSION	VX+0.3VY	0.3VX+VY
MarcoX1	+175.06	+1.59	+176.65	+9.56	+179.52	+62.56
MarcoX2	+186.08	+0.00	+186.08	+0.00	+186.08	+55.82
MarcoX3	+175.06	+1.59	+176.65	+9.56	+179.52	+62.56

MARCOS PARALELOS A Y:

MARCO	E F E C T O D E V Y			E F E C T O D E V X		
	DIRECTO	TORSION	TOTAL	TORSION	VY+0.3VX	0.3VY+VX
MarcoY1	+29.24	+16.37	+45.60	+2.72	+46.42	+16.41
MarcoY2	+53.19	+23.82	+77.01	+3.97	+78.20	+27.07
MarcoY3	+53.17	+17.86	+71.03	+2.97	+71.92	+24.28
MarcoY4	+53.14	+11.90	+65.04	+1.98	+65.63	+21.49
MarcoY5	+53.11	+5.94	+59.05	+0.99	+59.35	+18.70
MarcoY6	+53.06	+0.00	+53.06	+0.00	+53.06	+18.92
MarcoY7	+53.11	+5.94	+59.05	+0.99	+59.35	+18.70
MarcoY8	+53.14	+11.90	+65.04	+1.98	+65.63	+21.49
MarcoY9	+53.17	+17.86	+71.03	+2.97	+71.92	+24.28
MarcoY10	+53.19	+23.82	+77.01	+3.97	+78.20	+27.07
MarcoY11	+29.24	+16.37	+45.60	+2.72	+46.42	+16.41

==== ENTREPISO 3 ====

SENTIDO	V	es	b	e1	e2	Mt1	Mt2
X	+506.41	+0.00	+10.00	+1.00	-1.00	+50.6E+01	-50.6E+01
Y	+509.08	+0.00	+60.00	+6.00	-6.00	+30.5E+02	-30.5E+02

$\alpha v = 30$ $\alpha t = 30$
 mom. polar = 2.379177E+07
 $\gamma v = 4.999999$ $\gamma t = 5$

MARCOS PARALELOS A X:

MARCO	E F E C T O D E V X			E F E C T O D E V Y		
	DIRECTO	TORSION	TOTAL	TORSION	VX+0.3VY	0.3VX+VY
MarcoX1	+164.73	+1.57	+166.29	+9.45	+169.13	+59.34
MarcoX2	+176.95	+0.00	+176.95	+0.00	+176.95	+53.08
MarcoX3	+164.73	+1.57	+166.29	+9.45	+169.13	+59.34

MARCOS PARALELOS A Y:

MARCO	E F E C T O D E V Y			E F E C T O D E V X		
	DIRECTO	TORSION	TOTAL	TORSION	VY+0.3VX	0.3VY+VX
MarcoY1	+24.80	+14.20	+38.99	+2.35	+39.70	+14.05
MarcoY2	+51.18	+23.44	+74.62	+3.89	+75.79	+26.27
MarcoY3	+51.12	+17.56	+68.68	+2.91	+69.56	+23.52
MarcoY4	+51.05	+11.69	+62.74	+1.94	+63.32	+20.76
MarcoY5	+50.97	+5.84	+56.80	+0.97	+57.09	+18.01
MarcoY6	+50.86	+0.00	+50.86	+0.00	+50.86	+15.26
MarcoY7	+50.97	+5.84	+56.80	+0.97	+57.09	+18.01
MarcoY8	+51.05	+11.69	+62.74	+1.94	+63.32	+20.76
MarcoY9	+51.12	+17.56	+68.68	+2.91	+69.56	+23.52
MarcoY10	+51.18	+23.44	+74.62	+3.89	+75.79	+26.27
MarcoY11	+24.80	+14.20	+38.99	+2.35	+39.70	+14.05

==== ENTREPISO 4 ====

SENTIDO	V	es	b	e1	e2	Mt1	Mt2
X	+459.34	+0.00	+10.00	+1.00	-1.00	+45.9E+01	-45.9E+01
Y	+456.90	+0.00	+60.00	+6.00	-6.00	+27.4E+02	-27.4E+02

xv = 30 xt = 30
 mom. polar = 1.96852E+07
 yv = 5 yt = 5

MARCOS PARALELOS A X:

MARCO	E F E C T O D E V X			E F E C T O D E V Y		
	DIRECTO	TORSION	TOTAL	TORSION	VX+0.3VY	0.3VX+VY
MarcoX1	+150.57	+1.35	+151.92	+8.07	+154.34	+53.65
MarcoX2	+158.20	+0.00	+158.20	+0.00	+158.20	+47.46
MarcoX3	+150.57	+1.35	+151.92	+8.07	+154.34	+53.65

MARCOS PARALELOS A Y:

MARCO	E F E C T O D E V Y			E F E C T O D E V X		
	DIRECTO	TORSION	TOTAL	TORSION	VY+0.3VX	0.3VY+VX
MarcoY1	+25.69	+14.29	+39.98	+2.39	+40.70	+14.39
MarcoY2	+45.01	+20.03	+65.04	+3.36	+66.04	+22.87
MarcoY3	+45.03	+15.03	+60.06	+2.52	+60.82	+20.54
MarcoY4	+45.06	+10.03	+55.09	+1.68	+55.59	+18.21
MarcoY5	+45.09	+5.02	+50.11	+0.84	+50.36	+15.87
MarcoY6	+45.13	+0.00	+45.13	+0.00	+45.13	+13.54
MarcoY7	+45.09	+5.02	+50.11	+0.84	+50.36	+15.87
MarcoY8	+45.06	+10.03	+55.09	+1.68	+55.59	+18.21
MarcoY9	+45.03	+15.03	+60.06	+2.52	+60.82	+20.54
MarcoY10	+45.01	+20.03	+65.04	+3.36	+66.04	+22.87
MarcoY11	+25.69	+14.29	+39.98	+2.39	+40.70	+14.39

==== ENTREPISO 5 ====

SENTIDO	V	es	b	e1	e2	Mt1	Mt2
X	+394.81	+0.00	+10.00	+1.00	-1.00	+39.5E+01	-39.5E+01
Y	+394.44	+0.00	+60.00	+6.00	-6.00	+23.7E+02	-23.7E+02

xv = 30 xt = 30
 mom. polar = 1.899108E+07
 yv = 5 yt = 5

MARCOS PARALELOS A X:

MARCO	E F E C T O D E V X			E F E C T O D E V Y		
	DIRECTO	TORSION	TOTAL	TORSION	VX+0.3VY	0.3VX+VY
MarcoX1	+129.22	+1.20	+130.42	+7.18	+132.57	+46.30
MarcoX2	+136.36	+0.00	+136.36	+0.00	+136.36	+40.91
MarcoX3	+129.22	+1.20	+130.42	+7.18	+132.57	+46.30

MARCOS PARALELOS A Y:

MARCO	E F E C T O D E V Y			E F E C T O D E V X		
	DIRECTO	TORSION	TOTAL	TORSION	VY+0.3VX	0.3VX+VY
MarcoY1	+21.53	+12.04	+33.58	+2.01	+34.18	+12.08
MarcoY2	+39.04	+17.47	+56.51	+2.91	+57.39	+19.87
MarcoY3	+39.04	+17.10	+52.14	+2.19	+52.80	+17.83
MarcoY4	+39.04	+8.73	+47.76	+1.48	+48.21	+15.79
MarcoY5	+39.04	+4.37	+43.41	+0.73	+43.62	+13.75
MarcoY6	+39.04	+0.00	+39.04	+0.00	+39.04	+11.71
MarcoY7	+39.04	+4.37	+43.41	+0.73	+43.62	+13.75
MarcoY8	+39.04	+8.73	+47.76	+1.48	+48.21	+15.79
MarcoY9	+39.04	+13.10	+52.14	+2.19	+52.80	+17.83
MarcoY10	+39.04	+17.47	+56.51	+2.91	+57.39	+19.87
MarcoY11	+21.53	+12.04	+33.58	+2.01	+34.18	+12.08

==== ENTREPISO a ====

SENTIDO	V	es	b	e1	e2	Mt1	Mt2
x	+314.07	+0.00	+10.00	+1.00	-1.00	+31.4E+01	-31.4E+01
y	+314.83	-0.00	+60.00	-6.00	+6.00	-18.9E+02	+18.9E+02

$xv = 30$ $xt = 30$
 $mom. polar = 1.80556E+07$
 $yv = 4.999997$ $yt = 5$

MARCOS PARALELOS A X:

MARCO	E F E C T O D E V X			E F E C T O D E V Y		
	DIRECTO	TORSION	TOTAL	TORSION	VX+0.3VY	0.3VX+VY
MarcoX1	+102.65	+0.99	+103.64	+5.94	+105.42	+37.03
MarcoX2	+108.78	+0.00	+108.78	+0.00	+108.78	+32.63
MarcoX3	+102.65	+0.99	+103.64	+5.94	+105.42	+37.03

MARCOS PARALELOS A Y:

MARCO	E F E C T O D E V Y			E F E C T O D E V X		
	DIRECTO	TORSION	TOTAL	TORSION	VY+0.3VX	0.3VY+VX
MarcoY1	+16.57	+9.33	+25.90	+1.55	+26.36	+9.32
MarcoY2	+31.34	+14.12	+45.46	+2.35	+46.16	+15.98
MarcoY3	+31.32	+10.58	+41.90	+1.76	+42.43	+14.33
MarcoY4	+31.30	+7.05	+38.35	+1.17	+38.70	+12.68
MarcoY5	+31.27	+3.52	+34.79	+0.59	+34.96	+11.02
MarcoY6	+31.25	+0.00	+31.25	+0.00	+31.25	+9.37
MarcoY7	+31.27	+3.52	+34.79	+0.59	+34.96	+11.02
MarcoY8	+31.30	+7.05	+38.35	+1.17	+38.70	+12.68
MarcoY9	+31.32	+10.58	+41.90	+1.76	+42.43	+14.33
MarcoY10	+31.34	+14.12	+45.46	+2.35	+46.16	+15.98
MarcoY11	+16.57	+9.33	+25.90	+1.55	+26.36	+9.32

==== ENTREPISO 7 ====

SENTIDO	V	es	b	e1	e2	Mt1	Mt2
X	+220.46	-0.00	+10.00	-1.00	+1.00	-22.0E+01	+22.0E+01
Y	+217.02	+0.00	+60.00	+6.00	-6.00	+13.0E+02	-13.0E+02

xv = 30 xt = 30
 mom. polar = 1.332034E+07
 yv = 5.000001 yt = 5

MARCOS PARALELOS A X:

MARCO	E F E C T O D E V X			E F E C T O D E V Y		
	DIRECTO	TORSION	TOTAL	TORSION	VX+0.3VY	0.3VX+VY
MarcoX1	+72.77	+0.58	+73.35	+3.42	+74.37	+25.43
MarcoX2	+74.93	+0.00	+74.93	+0.00	+74.93	+22.48
MarcoX3	+72.77	+0.58	+73.35	+3.42	+74.37	+25.43

MARCOS PARALELOS A Y:

MARCO	E F E C T O D E V Y			E F E C T O D E V X		
	DIRECTO	TORSION	TOTAL	TORSION	VY+0.3VX	0.3VY+VX
MarcoY1	+14.31	+7.67	+21.98	+1.30	+22.37	+7.89
MarcoY2	+20.89	+8.97	+29.86	+1.52	+30.31	+10.47
MarcoY3	+20.91	+6.73	+27.64	+1.14	+27.98	+9.43
MarcoY4	+20.94	+4.49	+25.43	+0.76	+25.66	+8.39
MarcoY5	+20.97	+2.25	+23.21	+0.38	+23.33	+7.35
MarcoY6	+21.00	+0.00	+21.00	+0.00	+21.00	+6.30
MarcoY7	+20.97	+2.25	+23.21	+0.38	+23.33	+7.35
MarcoY8	+20.94	+4.49	+25.43	+0.76	+25.66	+8.39
MarcoY9	+20.91	+6.73	+27.64	+1.14	+27.98	+9.43
MarcoY10	+20.89	+8.97	+29.86	+1.52	+30.31	+10.47
MarcoY11	+14.31	+7.67	+21.98	+1.30	+22.37	+7.89

==== ENTREPISO 8 ====

SENTIDO	V	es	b	e1	e2	Mt1	Mt2
X	+106.04	-0.00	+10.00	-1.00	+1.00	-10.6E+01	+10.6E+01
Y	+103.98	-0.00	+60.00	-6.00	+6.00	-62.4E+01	+62.4E+01

rv = 30.00002 xt = 29.99999
 mom. polar = 1.11744E+07
 yv = 5.000001 yt = 5

MARCOS PARALELOS A X:

MARCO	E F E C T O D E V X			E F E C T O D E V Y		
	DIRECTO	TORSION	TOTAL	TORSION	VX+0.3VY	0.3VX+VY
MarcoX1	+34.94	+0.32	+35.26	+1.88	+35.82	+12.46
MarcoX2	+36.16	+0.00	+36.16	+0.00	+36.16	+10.85
MarcoX3	+34.94	+0.32	+35.26	+1.88	+35.82	+12.46

MARCOS PARALELOS A Y:

E F E C T O D E V Y E F E C T O D E V X

MARCO	DIRECTO	TORSION	TOTAL	TORSION	VY+0.3VX	0.3VY+VX
MarcoY1	+6.67	+3.59	+10.26	+0.61	+10.45	+3.69
MarcoY2	+10.06	+4.33	+14.38	+0.74	+14.61	+5.05
MarcoY3	+10.06	+3.25	+13.31	+0.55	+13.48	+4.55
MarcoY4	+10.07	+2.17	+12.24	+0.37	+12.35	+4.04
MarcoY5	+10.08	+1.08	+11.17	+0.18	+11.22	+3.53
MarcoY6	+10.09	+0.00	+10.09	+0.00	+10.09	+3.03
MarcoY7	+10.08	+1.08	+11.17	+0.18	+11.22	+3.53
MarcoY8	+10.07	+2.17	+12.24	+0.37	+12.35	+4.04
MarcoY9	+10.06	+3.25	+13.31	+0.55	+13.48	+4.55
MarcoY10	+10.06	+4.33	+14.38	+0.74	+14.61	+5.05
MarcoY11	+6.67	+3.59	+10.26	+0.61	+10.45	+3.69

FUERZAS LATERALES POR NIVEL INICIANDO CON EL NIVEL 1):

MarcoX1	+5.52	+10.39	+14.79	+21.77	+27.16	+31.04	+36.55	+35.82
MarcoX2	+0.74	+9.13	+18.75	+21.84	+27.58	+33.85	+38.76	+36.16
MarcoX3	+5.52	+10.39	+14.79	+21.77	+27.16	+31.04	+36.55	+35.82
MarcoY1	+12.73	+6.72	-1.00	+6.52	+7.82	+5.99	+11.92	+10.45
MarcoY2	-3.71	+2.42	+9.74	+8.66	+11.23	+15.85	+15.71	+14.61
MarcoY3	-3.00	+2.36	+8.74	+8.02	+10.37	+14.45	+14.51	+13.48
MarcoY4	-2.30	+2.31	+7.73	+7.38	+9.52	+13.04	+13.31	+12.35
MarcoY5	-1.60	+2.25	+6.73	+6.74	+8.66	+11.64	+12.11	+11.22

MarcoY6	-0.89	+2.20	+5.73	+6.10	+7.81	+10.23	+10.91	+10.09
MarcoY7	-1.60	+2.25	+6.73	+6.74	+8.66	+11.64	+12.11	+11.22
MarcoY8	-2.30	+3.31	+7.73	+7.38	+9.52	+13.04	+13.31	+12.35
MarcoY9	-3.00	+2.36	+6.74	+8.02	+10.37	+14.45	+14.51	+13.48
MarcoY10	-3.71	+2.42	+9.74	+8.66	+11.23	+15.05	+15.71	+14.61
MarcoY11	+12.73	+6.72	-1.00	+6.52	+7.82	+3.99	+11.92	+10.45

" H A M C O E J E V I "

=====

DATOS DE CARGAS LATERALES EN LOS NIVELES

(EL NIVEL INFERIOR ES EL 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ARRIBA)

FUERZA LATERAL EN NIVEL	1 :	12.72647
FUERZA LATERAL EN NIVEL	2 :	6.720997
FUERZA LATERAL EN NIVEL	3 :	- .9953117
FUERZA LATERAL EN NIVEL	4 :	6.516258
FUERZA LATERAL EN NIVEL	5 :	7.817967
FUERZA LATERAL EN NIVEL	6 :	3.992054
FUERZA LATERAL EN NIVEL	7 :	11.92377
FUERZA LATERAL EN NIVEL	8 :	10.44631

DESPLAZAMIENTOS LATERALES DE LOS NIVELES

(EL NIVEL INFERIOR ES EL 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ARRIBA)

DEBIDOS A: 1* VERTICAL 1* SISMO

NIVEL	DESPLAZAMIENTO
1	+5.565E-03
2	+1.560E-02
3	+2.648E-02
4	+3.832E-02
5	+4.895E-02
6	+5.788E-02
7	+6.639E-02
8	+7.130E-02

DEBIDOS A: 1* VERTICAL -1* SISMO

NIVEL	DESPLAZAMIENTO
1	-5.565E-03
2	-1.560E-02
3	-2.648E-02
4	-3.832E-02
5	-4.895E-02
6	-5.788E-02
7	-6.639E-02
8	-7.130E-02

ELEMENTOS MECANICOS EN TRABES DEBIDOS A: 1* VERTICAL

(LA TRABE SUPERIOR IZQ. ES LA 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ABAJO)

TRABE	CORT. IZQ.	MOM. IZQ.	CORT. DER.	MOM. DER.
1	+2.79	+2.10	+2.71	-1.91
2	+3.65	+3.12	+3.35	-2.36
3	+3.68	+3.24	+3.32	-2.35

4	+3.66	+3.32	+3.31	-2.59
5	+3.63	+3.16	+3.37	-2.49
6	+3.61	+3.14	+3.39	-2.52
7	+3.58	+3.09	+3.42	-2.67
8	+3.51	+2.89	+3.49	-2.84
9	+2.71	+1.91	+2.79	-2.10
10	+3.35	+2.36	+3.65	-3.12
11	+3.32	+2.35	+3.68	-3.24
12	+3.31	+2.35	+3.69	-3.32
13	+3.37	+2.49	+3.63	-3.16
14	+3.39	+2.58	+3.61	-3.14
15	+3.42	+2.67	+3.58	-3.09
16	+3.49	+2.84	+3.51	-2.89

ELEMENTOS MECANICOS EN COLUMNAS DEBIDOS A: 1* VERTICAL

(LA COLUMNA SUPERIOR IZQ. ES LA 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ABAJO)

COLUMNA	CORT. SUP.	MDM. SUP.	AXIAL SUP.	MDM. INF.
1	-1.29	-2.10	-2.79	-1.77
2	-0.84	-1.34	-6.44	-1.18
3	-1.27	-2.06	-10.12	-1.76
4	-1.07	-1.57	-13.81	-1.64
5	-0.93	-1.51	-17.44	-1.28
6	-1.15	-1.86	-21.05	-1.59
7	-1.05	-1.50	-24.64	-1.66
8	-0.59	-1.23	-28.15	-0.55
9	-0.00	-0.00	-5.42	-0.00
10	-0.00	-0.00	-12.12	-0.00
11	-0.00	-0.00	-18.77	-0.00
12	-0.00	-0.00	-25.38	-0.00
13	-0.00	-0.00	-32.11	-0.00
14	-0.00	-0.00	-38.89	-0.00
15	-0.00	-0.00	-45.72	-0.00
16	-0.00	-0.00	-52.70	-0.00
17	+1.29	+2.10	-2.79	+1.77
18	+0.84	+1.34	-6.44	+1.18
19	+1.27	+2.06	-10.12	+1.76
20	+1.07	+1.57	-13.81	+1.64
21	+0.93	+1.51	-17.44	+1.28
22	+1.15	+1.86	-21.05	+1.59
23	+1.05	+1.50	-24.64	+1.66
24	+0.59	+1.23	-28.15	+0.55

ELEMENTOS MECANICOS EN TRABES DEBIDOS A: 1* VERTICAL 1* SISMO

(LA TRABE SUPERIOR IZQ. ES LA 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ABAJO)

TRABE	CORT. IZQ.	MOM. IZQ.	CORT. DER.	MOM. DER.
1	+0.69	-3.56	+4.81	-8.76
2	-1.22	-9.71	+8.22	-13.88
3	-3.81	-16.13	+10.81	-20.41
4	-5.43	-20.01	+12.43	-24.65
5	-7.13	-24.48	+14.13	-28.66
6	-7.92	-26.19	+14.92	-30.89
7	-7.78	-25.69	+14.78	-30.73
8	-5.86	-20.90	+12.86	-25.89
9	+0.61	-2.94	+4.89	-7.76
10	-1.52	-9.16	+8.52	-15.94
11	-4.16	-15.72	+11.16	-22.60
12	-5.82	-19.94	+12.82	-26.65
13	-7.39	-23.67	+14.39	-30.79
14	-8.14	-25.73	+15.14	-32.47
15	-7.95	-25.39	+14.95	-31.87
16	-5.88	-20.20	+12.88	-26.68

ELEMENTOS MECANICOS EN COLUMNAS DEBIDOS A: 1* VERTICAL 1* SISMO

(LA COLUMNA SUPERIOR IZQ. ES LA 1 , Y LA NUMERACION CRECE HACIA ABAJO)

COLUMNA	CORT. SUP.	MOM. SUP.	AXIAL SUP.	MOM. INF.
1	+1.21	+3.56	-0.69	+0.07
2	+5.41	+9.64	+0.53	+6.59
3	+5.10	+9.54	+4.34	+5.77
4	+7.74	+14.24	+9.77	+8.99
5	+10.07	+15.49	+16.90	+14.70
6	+8.65	+11.49	+24.82	+14.46
7	+11.53	+11.24	+32.60	+23.35
8	+17.65	-2.45	+38.46	+55.40
9	+5.44	+9.70	-5.42	+6.63
10	+9.87	+16.41	-12.12	+13.20
11	+13.61	+22.93	-18.77	+17.92
12	+16.56	+26.67	-25.38	+23.00
13	+18.70	+29.34	-32.11	+26.77
14	+20.11	+29.85	-38.89	+30.47
15	+21.26	+25.66	-45.72	+36.12
16	+22.66	+7.97	-52.70	+60.02
17	+3.79	+7.76	-4.89	+3.62
18	+7.09	+12.32	-13.41	+8.95
19	+7.64	+13.66	-24.57	+9.28
20	+9.88	+17.37	-37.39	+12.27
21	+11.93	+18.52	-51.79	+17.26
22	+10.95	+15.21	-66.93	+17.63
23	+13.63	+14.23	-81.88	+26.67
24	+18.84	+0.02	-94.76	+56.49

ELEMENTOS MECANICOS EN TRABES DEBIDOS A: 1* VERTICAL -1* SISMO

(LA TRABE SUPERIOR IZQ. ES LA 1. Y LA NUMERACION CRECE HACIA ABAJO)

TRABE	CORT. IZQ.	MOM. IZQ.	CORT. DER.	MOM. DER.
1	+4.89	+7.78	+0.61	+2.94
2	+8.52	+15.94	-1.52	+9.16
3	+11.16	+22.60	-4.16	+15.72
4	+12.82	+26.65	-5.82	+19.94
5	+14.39	+30.79	-7.39	+23.67
6	+15.14	+32.47	-8.14	+25.73
7	+14.95	+31.87	-7.95	+25.39
8	+12.88	+28.68	-5.88	+20.20
9	+4.81	+6.76	+0.69	+3.56
10	+8.22	+13.88	-1.22	+9.71
11	+10.81	+20.41	-3.81	+16.13
12	+12.43	+24.65	-5.43	+20.01
13	+14.13	+28.66	-7.13	+24.48
14	+14.92	+30.89	-7.92	+26.19
15	+14.78	+30.73	-7.78	+25.69
16	+12.86	+25.89	-5.86	+20.90

ELEMENTOS MECANICOS EN COLUMNAS DEBIDOS A: 1* VERTICAL -1* SISMO

(LA COLUMNA SUPERIOR IZQ. ES LA 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ABAJO)

COLUMNA	CORT. SUP.	MOM. SUP.	AXIAL SUP.	MOM. INF.
1	-3.79	-7.76	-4.89	-3.62
2	-7.09	-12.32	-13.41	-8.95
3	-7.64	-13.66	-24.57	-9.28
4	-9.88	-17.37	-37.39	-12.27
5	-11.93	-18.52	-51.79	-17.26
6	-10.95	-15.21	-66.93	-17.63
7	-13.63	-14.23	-81.88	-26.67
8	-18.84	-0.02	-94.76	-56.49
9	-5.44	-9.70	-5.42	-6.63
10	-9.87	-16.41	-12.12	-13.20
11	-13.61	-22.93	-18.77	-17.92
12	-14.56	-26.67	-25.38	-23.00
13	-16.70	-29.34	-32.11	-26.77
14	-20.11	-29.85	-38.89	-30.47
15	-21.26	-25.66	-45.72	-38.12
16	-22.66	-7.97	-52.70	-60.02
17	-1.21	-3.56	-0.69	-0.07
18	-5.41	-9.64	+0.53	-6.59
19	-5.10	-9.54	+4.34	-5.77
20	-7.74	-14.24	+9.77	-8.99
21	-10.07	-15.49	+16.90	-14.70

22	-9.65	-11.49	+24.82	-14.46
23	-11.53	-11.24	+32.60	-23.35
24	-17.65	+2.45	+78.46	-55.40

" M A R C O E J E Y S "

 DATOS DE CARGAS LATERALES EN LOS NIVELES

(EL NIVEL INFERIOR ES EL 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ARRIBA)

FUERZA LATERAL EN NIVEL	1 :	-1.59626
FUERZA LATERAL EN NIVEL	2 :	2.252571
FUERZA LATERAL EN NIVEL	3 :	6.732510
FUERZA LATERAL EN NIVEL	4 :	6.737179
FUERZA LATERAL EN NIVEL	5 :	8.660111
FUERZA LATERAL EN NIVEL	6 :	11.63559
FUERZA LATERAL EN NIVEL	7 :	12.10658
FUERZA LATERAL EN NIVEL	8 :	11.22036

 DESPLAZAMIENTOS LATERALES DE LOS NIVELES

(EL NIVEL INFERIOR ES EL 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ARRIBA)

DEBIDOS A: 1* VERTICAL 1* SISMO

NIVEL DESPLAZAMIENTO

1	+4.013E-03
2	+1.104E-02
3	+1.856E-02
4	+2.695E-02
5	+3.442E-02
6	+4.065E-02
7	+4.673E-02
8	+5.020E-02

DEBIDOS A: 1* VERTICAL -1* SISMO

NIVEL DESPLAZAMIENTO

1	-4.013E-03
2	-1.104E-02
3	-1.856E-02
4	-2.695E-02
5	-3.442E-02
6	-4.065E-02
7	-4.673E-02
8	-5.020E-02

 ELEMENTOS MECANICOS EN TRABES DEBIDOS A: 1* VERTICAL

(LA TRABE SUPERIOR IZQ. ES LA 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ABAJO)

TRABE CORT. IZQ.	MOM. IZQ.	CORT. DER.	MOM. DER.
1	+5.69	+3.83	+5.31
2	+7.51	+6.20	+6.49
			-2.87
			-3.66

3	+7.66	+6.83	+6.34	-3.55
4	+7.73	+7.23	+6.27	-3.55
5	+7.80	+6.61	+6.50	-4.12
6	+7.42	+6.61	+6.57	-4.45
7	+7.33	+6.46	+6.67	-4.80
8	+7.03	+5.66	+6.97	-5.53
9	+5.31	+2.87	+5.69	-3.83
10	+6.49	+3.66	+7.51	-6.20
11	+6.34	+3.55	+7.66	-6.83
12	+6.27	+3.55	+7.73	-7.23
13	+6.50	+4.12	+7.50	-6.61
14	+6.57	+4.45	+7.43	-6.61
15	+6.67	+4.80	+7.33	-6.46
16	+6.97	+5.53	+7.03	-5.66

ELEMENTOS MECANICOS EN COLUMNAS DEBIDOS A: 1* VERTICAL

(LA COLUMNA SUPERIOR IZQ. ES LA 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ABAJO)

COLUMNA	CORT. SUP.	MDM. SUP.	AXIAL SUP.	MDM. INF.
1	-2.42	-3.83	-5.69	-3.42
2	-1.75	-2.78	-13.20	-2.46
3	-2.73	-4.37	-20.86	-3.82
4	-2.29	-3.41	-28.59	-3.47
5	-1.94	-3.14	-36.09	-2.68
6	-2.44	-3.93	-43.52	-3.37
7	-2.12	-3.09	-50.85	-3.28
8	-1.15	-2.38	-57.88	-1.06
9	-0.00	-0.00	-10.62	-0.00
10	-0.00	-0.00	-23.60	-0.00
11	-0.00	-0.00	-36.29	-0.00
12	-0.00	-0.00	-48.82	-0.00
13	-0.00	-0.00	-61.82	-0.00
14	-0.00	-0.00	-74.95	-0.00
15	-0.00	-0.00	-88.29	-0.00
16	-0.00	-0.00	-102.24	-0.00
17	+2.42	+3.83	-5.69	+3.42
18	+1.75	+2.78	-13.20	+2.46
19	+2.73	+4.37	-20.86	+3.82
20	+2.29	+3.41	-28.59	+3.47
21	+1.94	+3.14	-36.09	+2.68
22	+2.44	+3.93	-43.52	+3.37
23	+2.12	+3.09	-50.85	+3.28
24	+1.15	+2.38	-57.88	+1.06

ELEMENTOS MECANICOS EN TRABES DEBIDOS A: 1* VERTICAL 1* SISMO

(LA TRABE SUPERIOR IZQ. ES LA 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ABAJO)

TRABE	CORT. IZQ.	MOM. IZQ.	CORT. DER.	MOM. DER.
1	+3.74	-1.69	+7.26	-7.11
2	+2.31	-8.17	+11.69	-15.26
3	-1.26	-17.09	+15.26	-24.21
4	-3.98	-23.59	+17.98	-31.30
5	-6.45	-30.31	+20.45	-36.84
6	-8.43	-34.66	+22.43	-42.49
7	-9.00	-35.63	+23.02	-44.45
8	-6.56	-29.53	+20.56	-38.25
9	+3.36	-1.37	+7.64	-9.34
10	+1.29	-7.95	+12.71	-20.58
11	-2.57	-17.10	+16.57	-30.76
12	-5.45	-24.19	+19.45	-38.04
13	-7.45	-28.70	+21.45	-43.54
14	-9.29	-33.59	+23.29	-47.88
15	-9.68	-34.85	+23.68	-48.55
16	-6.61	-27.19	+20.61	-40.86

ELEMENTOS MECANICOS EN COLUMNAS DEBIDOS A: 1* VERTICAL 1* SISMO

(LA COLUMNA SUPERIOR IZQ. ES LA 1 , Y LA NUMERACION CRECE HACIA ABAJO)

COLUMNA	CORT. SUP.	MOM. SUP.	AXIAL SUP.	MOM. INF.
1	+0.56	+1.69	-3.74	-0.00
2	+4.89	+8.17	-8.05	+6.51
3	+6.26	+10.58	-4.79	+8.20
4	+9.24	+15.39	-0.81	+12.32
5	+11.77	+17.99	+5.64	+17.33
6	+12.04	+17.33	+14.07	+18.78
7	+13.70	+16.85	+23.08	+24.26
8	+16.12	+5.28	+29.64	+43.07
9	+5.26	+8.48	-10.62	+7.30
10	+10.05	+15.91	-23.60	+14.23
11	+16.98	+27.08	-36.29	+23.86
12	+20.56	+31.63	-48.82	+30.06
13	+22.94	+35.58	-61.82	+33.23
14	+28.15	+42.86	-74.95	+41.59
15	+27.70	+37.71	-88.29	+45.38
16	+23.23	+20.06	-102.24	+49.62
17	+5.40	+9.34	-7.64	+6.85
18	+8.39	+13.73	-20.35	+11.42
19	+11.72	+19.33	-36.92	+15.84
20	+13.82	+22.21	-56.37	+19.26
21	+15.65	+24.27	-77.82	+22.68
22	+16.91	+25.20	-101.11	+25.53
23	+17.95	+23.02	-124.79	+30.82
24	+18.41	+10.04	-145.40	+45.18

ELEMENTOS MECANICOS EN TRABES DEBIDOS A: 1* VERTICAL -1* SISMO

(LA TRABE SUPERIOR IZQ. ES LA 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ABAJO)

TRABE	CORT. IZQ.	MOM. IZQ.	CORT. DER.	MOM. DER.
1	+7.64	+9.34	+3.36	+1.37
2	+12.71	+20.58	+1.29	+7.95
3	+15.57	+30.76	-2.57	+17.10
4	+19.45	+38.04	-5.45	+24.19
5	+21.45	+43.54	-7.45	+28.70
6	+22.2	+47.88	-9.29	+33.59
7	+22.8	+48.55	-9.68	+34.85
8	+20.8	+40.86	-6.61	+27.19
9	+7.26	+7.11	+3.74	+1.69
10	+11.68	+15.26	+2.31	+8.17
11	+15.26	+24.21	-1.26	+17.09
12	+17.98	+31.30	-3.98	+23.59
13	+20.45	+36.94	-6.45	+30.31
14	+22.43	+42.49	-8.43	+34.66
15	+23.02	+44.45	-9.02	+35.63
16	+20.56	+38.25	-6.56	+29.53

ELEMENTOS MECANICOS EN COLUMNAS DEBIDOS A: 1* VERTICAL -1* SISMO

(LA COLUMNA SUPERIOR IZQ. ES LA 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ABAJO)

COLUMNA	CORT. SUP.	MOM. SUP.	AXIAL SUP.	MOM. INF.
1	-5.40	-9.34	-7.64	-6.85
2	-8.39	-13.73	-20.35	-11.42
3	-11.72	-19.33	-36.92	-15.84
4	-13.82	-22.21	-56.37	-19.26
5	-15.65	-24.27	-77.82	-22.68
6	-16.91	-25.20	-101.11	-25.53
7	-17.95	-23.02	-124.79	-30.82
8	-18.41	-10.04	-145.40	-45.18
9	-5.26	-8.48	-10.62	-7.30
10	-10.05	-15.91	-23.60	-14.23
11	-16.98	-27.08	-36.29	-23.86
12	-20.56	-31.63	-48.82	-30.06
13	-22.94	-35.58	-61.82	-33.23
14	-28.15	-42.86	-74.95	-41.59
15	-27.70	-37.71	-88.29	-45.38
16	-23.23	-20.06	-102.24	-49.62
17	-0.56	-1.69	-3.74	+0.00
18	-4.89	-8.17	-6.05	-6.51
19	-6.26	-10.58	-4.79	-8.20
20	-9.24	-15.39	-0.81	-12.32
21	-11.77	-17.99	+5.64	-17.33

ELEMENTOS MECANICOS EN TRABES DEBIDOS A: 1* VERTICAL -1* SISMO

(LA TRABE SUPERIOR IZQ. ES LA 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ABAJO)

TRABE	CORT. IZQ.	MOM. IZQ.	CORT. DER.	MOM. DER.
1	+7.64	+9.34	+3.36	+1.37
2	+12.71	+20.58	+1.29	+7.95
3	+16.57	+30.76	-2.57	+17.10
4	+19.45	+38.04	-5.45	+24.19
5	+21.45	+43.54	-7.45	+28.70
6	+22.72	+47.88	-9.29	+33.59
7	+23.17	+48.55	-9.68	+34.85
8	+20.81	+40.86	-6.61	+27.19
9	+7.26	+7.11	+3.74	+1.69
10	+11.69	+15.26	+2.31	+8.17
11	+15.26	+24.21	-1.26	+17.09
12	+17.98	+31.30	-3.98	+23.59
13	+20.45	+36.94	-6.45	+30.31
14	+22.43	+42.49	-8.43	+34.66
15	+23.02	+44.45	-9.02	+35.63
16	+20.56	+38.25	-6.56	+29.53

ELEMENTOS MECANICOS EN COLUMNAS DEBIDOS A: 1* VERTICAL -1* SISMO

(LA COLUMNA SUPERIOR IZQ. ES LA 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ABAJO)

COLUMNA	CORT. SUP.	MOM. SUP.	AXIAL SUP.	MOM. INF.
1	-5.40	-9.34	-7.64	-6.85
2	-8.39	-13.73	-20.35	-11.42
3	-11.72	-19.33	-36.92	-15.84
4	-13.82	-22.21	-56.37	-19.26
5	-15.65	-24.27	-77.82	-22.68
6	-16.91	-25.20	-101.11	-25.53
7	-17.95	-23.02	-124.79	-30.82
8	-18.41	-10.04	-145.40	-45.18
9	-5.26	-8.48	-10.62	-7.30
10	-10.05	-15.91	-23.60	-14.23
11	-16.98	-27.08	-36.29	-23.86
12	-20.56	-31.63	-48.82	-30.06
13	-22.94	-35.58	-61.82	-33.23
14	-28.15	-42.86	-74.95	-41.59
15	-27.70	-37.71	-88.29	-45.38
16	-23.23	-20.06	-102.24	-49.62
17	-0.56	-1.69	-3.74	+0.00
18	-4.89	-8.17	-6.05	-6.51
19	-6.26	-10.58	-4.79	-8.20
20	-9.24	-15.39	-0.81	-12.32
21	-11.77	-17.99	+5.64	-17.33

22	-12.04	-17.33	+14.07	-18.78
23	-10.76	-16.95	+25.08	-24.26
24	-16.12	-8.28	+25.64	-43.07

C A P I T U L O I V

Quién eres tú,
Yo soy tú, . . .
Pasa, no hay lugar
para dos yo.

EFFECTO DE LA DEFORMACION DE LA LOSA EN SU PLANO

Como se mencionó en la introducción de esta tesis, en los análisis convencionales el sistema de piso es manejado como un diafragma infinitamente rígido, sin embargo, en edificios con plantas muy largas, la deformación de la losa puede llegar a tal grado que no puede ser despreciada, pues origina que la distribución de fuerzas cortantes varíe considerablemente.

El problema de la deformación de la losa de piso será tratado en este capítulo. Inicialmente se planteará el problema para edificios de un sólo nivel y posteriormente se hará para edificios de varios niveles. Una vez desarrollada la teoría se proporcionará un método muy práctico para corregir la distribución de cortantes para los marcos intermedios y finalmente se hacen algunas consideraciones al método planteado, pues toda la teoría está desarrollada para estructuras en las cuales existen muros de rigidez en los extremos ó en alguna zona del edificio, y en el caso de la estructura que estamos analizando no existen tales muros.

IV.1.- Edificio de un Nivel con Muros de Cortante en Dirección Transversal

Quando en un edificio estructurado a base de muros y marcos, la distancia entre muros es grande, las deformaciones que sufren los marcos centrales al estar la estructura sujeta a fuerzas laterales, son mayores que las de los muros o que las deformaciones de los marcos cercanos a los muros, de modo que las fuerzas para estos marcos se incrementa.

En este inciso se partirá de una ecuación diferencial para

la deformación del piso y se dan soluciones a dicha ecuación considerando los siguientes casos:

- a.-) Estructura simétrica con muros en ambos extremos
- b.-) Estructura simétrica con muros en ambos extremos y al centro
- c.-) Estructura en la cual existe una excentricidad en el arreglo de los muros

Posteriormente se presentan los resultados de un estudio numérico para estructuras en las cuales varían el número de cruces tanto longitudinal como transversalmente.

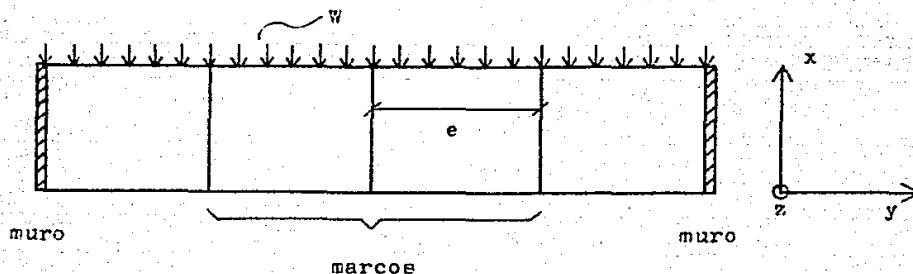
IV.I.1.- Ecuación fundamental para la deformación de la losa:

Considerando que la carga horizontal uniformemente distribuida, W , es soportada por los marcos y la losa, se puede expresar como

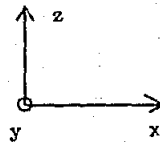
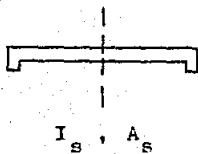
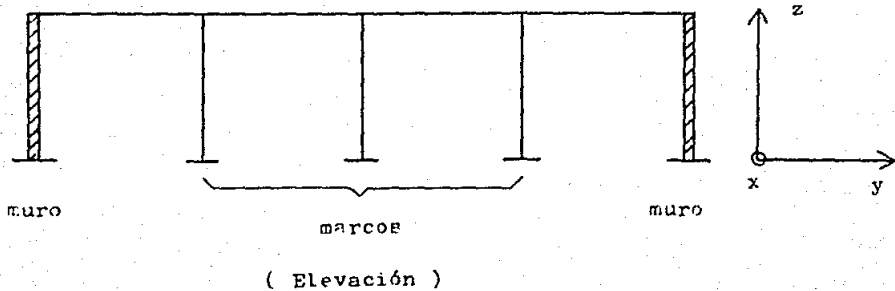
$$W = w_S + w_F$$

w_S .- carga soportada por la losa

w_F .- carga soportada por los marcos



(Planta)



Sección transversal
de losa

Partiendo de la ecuación fundamental para la deformación de losas

$$\frac{\partial^4 z}{\partial x^4} + \frac{2 \partial^4 z}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 z}{\partial y^4} = \frac{W}{EI / 1-2\nu k}$$

(La deducción de esta ecuación se encuentra en el libro "Theory of Plates and Shells", por Timoshenko.)

y teniendo en cuenta el aporte de cada elemento se llega a la siguiente ecuación diferencial

$$\frac{d^4 y}{dx^4} - 2b^2 \frac{d^2 y}{dx^2} + c^4 y = \frac{W}{EI_s}$$

$$2b^2 = \frac{k \epsilon_F}{GA_S}$$

$$c^4 = \frac{\epsilon_F}{EI_S}$$

Donde:

E, G.- módulos de elasticidad y cortante respectivamente

I_S .- momento de inercia de la losa

A_S .- área de la losa

k .- coeficiente elastoplástico

ϵ_F .- rigidez del marco por unidad de longitud

$$\epsilon_F = \frac{1}{e} \sum a k_c \frac{12EK}{h^2}$$

$$a = \frac{\bar{K}}{\bar{K}+1}$$

$$\bar{K} = \frac{I_v/L}{I_c/h}$$

k_c .- rigidez de la columna

La solución a la ecuación diferencial anterior es:

$$Y = e^{-dx} (A \cos f_x + B \sin f_x) + e^{dx} (C \cos f_x + D \sin f_x) + \frac{w}{\epsilon_F}$$

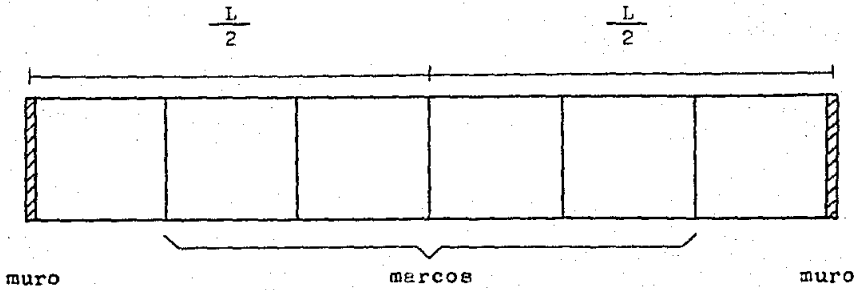
donde

$$d = \sqrt{\frac{c^2 + b^2}{2}}$$

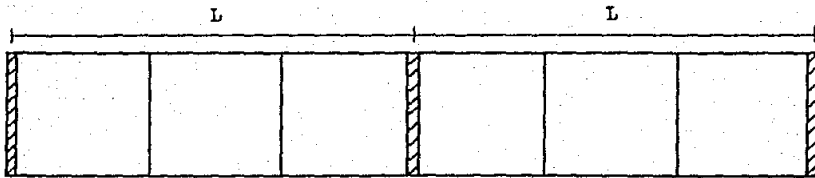
$$f = \sqrt{\frac{c^2 - b^2}{2}}$$

A continuación se presentan los resultados de soluciones numéricas a la ecuación anterior. Los casos estudiados fueron para los siguientes arreglos ó distribuciones de muros:

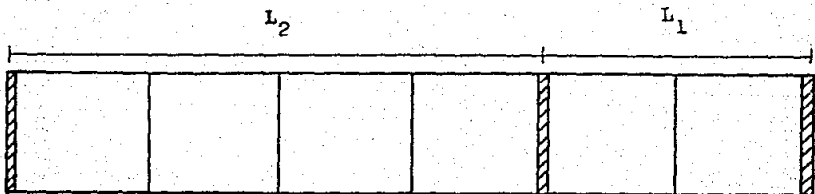
I.-) Estructuras simétricas con muros en ambos extremos



II.-) Estructuras simétricas con muros en ambos extremos y al centro



III.-) Estructuras con arreglo excéntrico de muros



Las dimensiones y arreglos de los elementos para los 3 casos anteriores fué la siguiente:

- Losa de 0.1 m. de espesor
- Los marcos tienen vigas de 6 m. de longitud en ambas direcciones y la combinación de marcos es de 3 tipos; en dirección transversal se tienen 1, 2 y 4 crujeas, a las cuales respectivamente corresponden 2, 4 y 8 en dirección longitudinal.

La rigidez del marco (ϵ_F) se asume en forma proporcional al número de marcos en dirección transversal.

$$\epsilon_F = \frac{1}{e} \sum a_k c \frac{12EK}{h^2} n g_{F_0}$$

ϵ_{F_0} .- es la rigidez en dirección transversal correspondiendo a una columna de 50 cm² de sección transversal y 4 m. de altura.

- Los muros son de 0.2 m. de espesor y se consideran los 3 casos en seguida indicados:
 - 1.- Rigidez determinada únicamente por la deformación de cortante (D_{w_0})
 - 2.- Reducción en la rigidez debido a la influencia de aberturas ó huecos en el muro.
 - 3.- Reducción adicional de la rigidez debido a deformaciones por flexión y rotación de la base.

En la figura IV.1.1 se muestra la forma en que fueron presentados los resultados para cada uno de los casos. En dicha figura se aprecia la deformación de la losa (desplazamientos relativos de los marcos) en unidades de W/ϵ_F , y para la distribución de cortantes el diagrama de deformaciones puede

ser manejado en unidades de W .

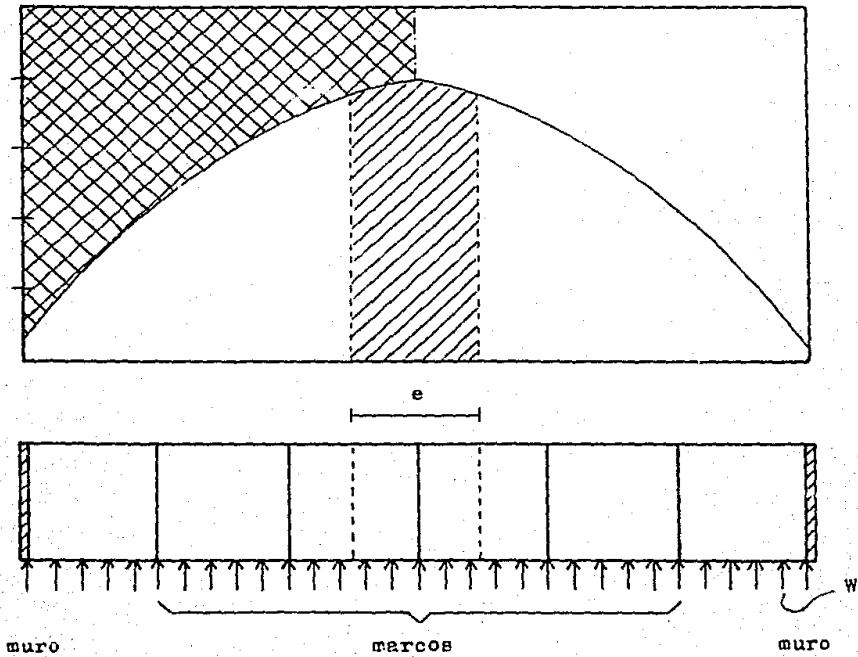
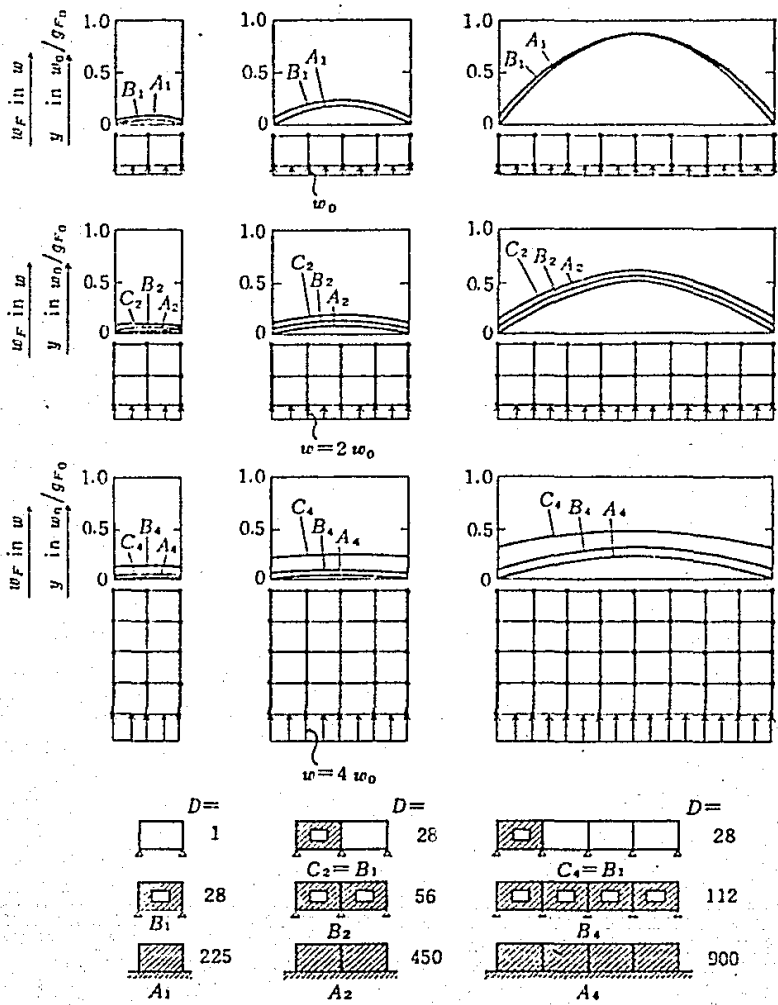


Figura IV.1.1

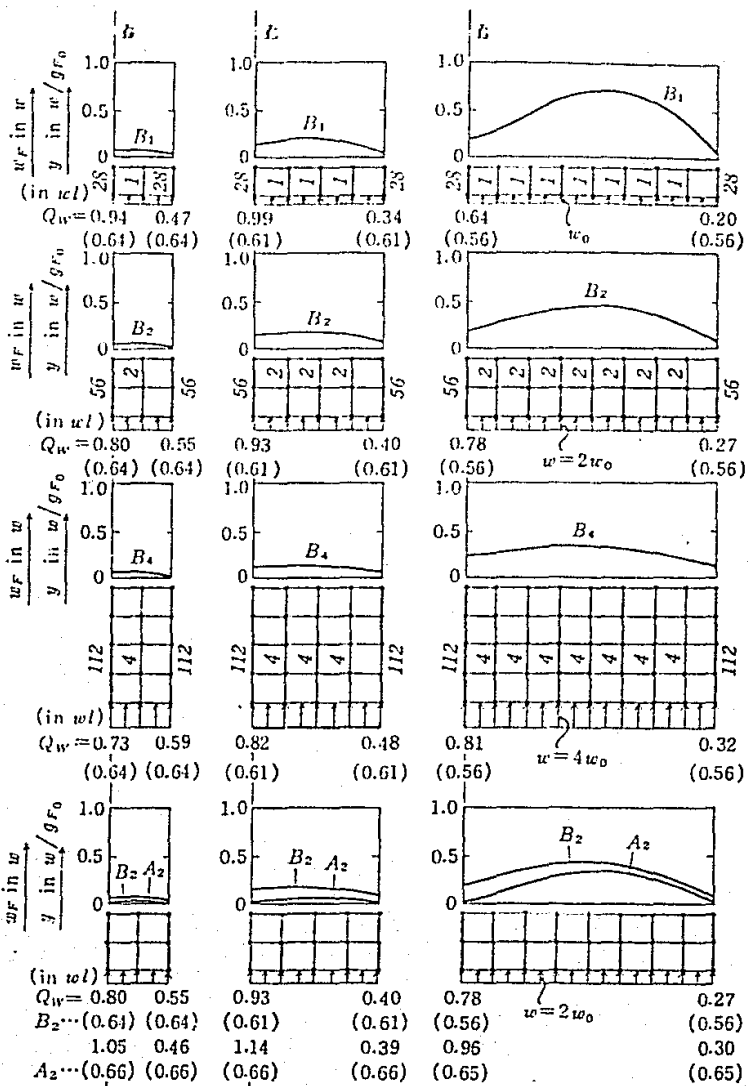
En el dibujo, el área con ashure simple representa la fuerza sísmica tomada ó soportada por el marco en cuestión, y el área con doble ashure indica la fuerza tomada por el muro.

En las figuras IV.1.2, IV.1.3 y IV.1.4 se muestran los resultados para cada tipo de distribución de muros estudiada.



Los valores indican la rigidez para los muros, considerando el marco de una cruzía como la unidad.

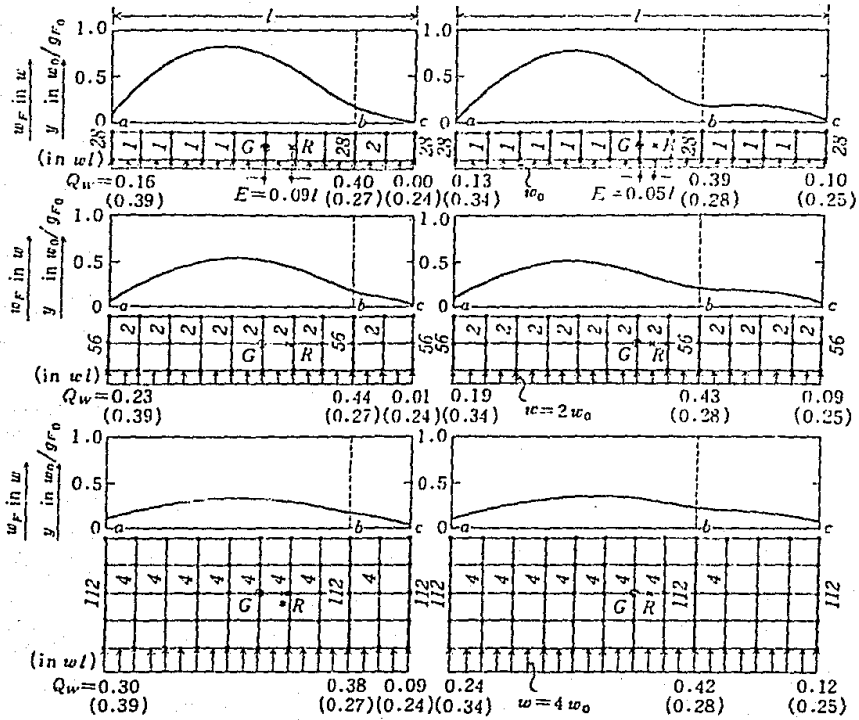
Figura IV.I.2.-Estructura simétrica con muros en ambos extremos.



Los valores indican la rigidez de muros y marcos.

Los valores indican la distribución de cortantes en muros
(En paréntesis suponiendo la losa como diafragma rígido)

Figura IV.1.3.-Estructura simétrica con muros en ambos extremos y al centro.



Los valores indican la distribución de muros y marcos.

G: center of gravity, R: centroid of rigidity

Los valores indican la distribución de cortantes en muros
(En paréntesis suponiendo la losa como diafragma rígido)

Figura IV.I.4.-Estructura con arreglo
excéntrico en los muros.

Comentarios a las Figuras:

Figura IV.1.2

- La deformación de los marcos es mayor conforme se alejan de los muros y se acercan al centro de la planta.
- El marco central es el que sufre las mayores deformaciones y por lo tanto, el que tiene un mayor incremento en la distribución de fuerzas cortantes.
- La deformación de la losa en su plano es mayor entre más alargada y delgada sea la forma de la planta de la estructura.
- El cortante tomado por los muros es menor que en el caso cuando se supone el comportamiento de la losa como un diafragma rígido.

Figura IV.1.3

- La deformación de la losa también es mayor en los marcos ubicados al centro del espaciamiento entre muros que a los extremos, aunque la tendencia no es tan marcada como en el caso anterior.
- La deformación del muro central también es mayor que la deformación de los muros extremos, por lo tanto, la distribución de cortantes para el muro central es mayor que la supuesta por la hipótesis que considera la losa como un diafragma rígido (valores entre paréntesis).
- En este caso la tendencia también es mayor entre más larga y angosta sea la planta de la estructura.

- Para los muros extremos la fuerza cortante tomada es menor que la obtenida con la suposición de losa como diafragma rígido.

Figura IV.I.4

- Para la zona con el espaciamiento mayor entre los muros de cortante hay un incremento en la distribución de cortantes para los marcos localizados al centro de esta zona al igual que en los dos casos anteriores.
- La influencia de la excentricidad en el arreglo de los muros se puede apreciar en el tramo más corto de la losa (tramo entre los muros "b" y "c") donde se puede observar un cambio de curvatura en la elástica de la losa.
- La fuerza cortante tomada por el muro es mayor que la su- puesta con la hipótesis de diafragma rígido, mientras que lo contrario ocurre para el muro del extremo "c". donde la fuerza decrece de una manera considerable, y para el muro del extremo "a" la fuerza también decrece pero moderadamente.

Los límites, en cuanto a dimensiones en planta, del comportamiento de la losa como diafragma rígido serían difíciles de establecer, ya que también influyen las dimensiones de la losa, pero lo que sí es notorio en las tres figuras anteriores es que entre más cuadrada sea la planta de la estructura, el comportamiento como diafragma rígido de la losa es más real.

IV.2.- Corrección del Coeficiente de Distribución de Cor-- tantes

Como pudo apreciarse en los párrafos anteriores, la influencia de la deformación de la losa es grande en los marcos intermedios y en especial para el marco central, por lo tanto, en este inciso, se dará una expresión aproximada para valuar la distribución de la fuerza cortante considerando la rigidez real de la losa.

El bosquejo general de este inciso es:

- a.-) Se define la rigidez de la losa de las características de su deformación.
- b.-) Se propone un método aproximado para calcular la fuerza cortante para el marco intermedio.

a.-) Rigidez de la losa:

Para definir la rigidez en base a las deformaciones, se considera que la losa se comporta como una viga continua la cual está simplemente apoyada en los sitios donde se localizan los muros. (ver figura IV.2.1).

Tomando en cuenta las deformaciones por flexión y cortante en dirección transversal, la siguiente ecuación proporciona errores pequeños para el desplazamiento del centro de la losa (δ_{s_0}).

$$\delta_{s_0} = \frac{w (mL)^4}{384 EI_s} (1 + 2d) + \frac{kW (mL)^2}{8GA_s} \quad \text{Ecc. IV.2.1}$$

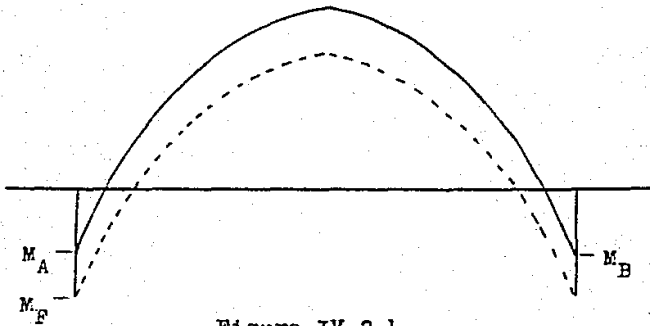
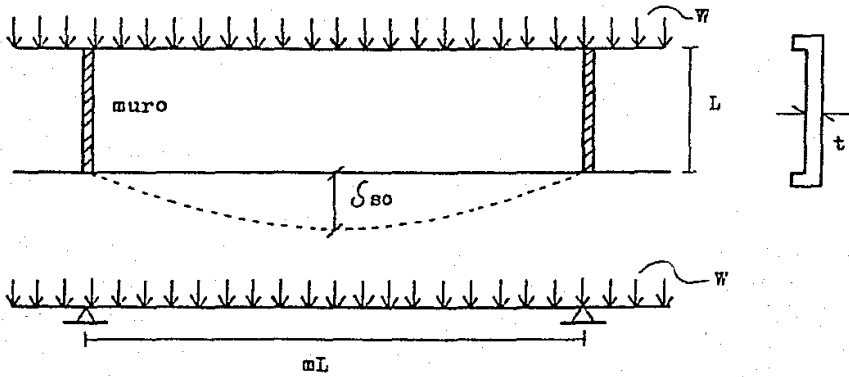


Figura IV.2.1

$$I_s = \frac{tL^3}{12} \cdot c \quad (c. - \text{efecto de patin})$$

$$d = 2 - \frac{M_A + M_B}{M_F} \quad (M_F. - \text{momento en apoyo final})$$

$$E / G = 2.3$$

$$W = w \cdot mL$$

$$A_s = tL$$

$k = 1.2$ (influencia del confinamiento de la losa en la distribución de cortante)

Sustituyendo los valores anteriores en la ecuación IV.2.1 se llega a la siguiente expresión para la deformación al centro de la losa:

$$\delta_{s_0} = \left(0.375 \frac{m^2}{c} (1 + 2d) + 4.14 \right) \frac{mW}{12Et} \quad \text{Ecc. IV.2.2}$$

La rigidez de la losa (D_{s_0}) se considera como el cociente entre la fuerza cortante y el desplazamiento al centro de la losa

$$D_{s_0} = \frac{W}{\delta_{s_0}}$$

Sustituyendo el valor de δ_{s_0} y expresando la rigidez en términos de ($12 EK/h^2$) se llega a:

$$D_{s_0} = \left(0.375 \frac{m^2}{c} (1 + 2d) + 4.14 \right)^{-1} \frac{th^2}{mK} \quad \text{Ecc. IV.2.3}$$

Para una losa con muros únicamente en los extremos, estos actúan como apoyos simples extremos, originando que los valores de los momentos extremos sean nulos, es decir:

$$M_A = M_B = 0$$

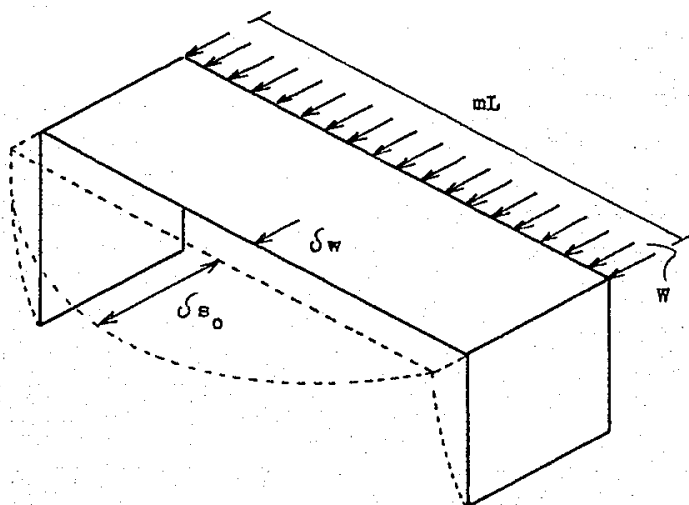
Por lo cual, $d=2$ y la ecuación IV.2.3 queda como:

$$D_{s_0} = \left(1.875 \frac{m^2}{c} + 4.14 \right)^{-1} \frac{th^2}{mK} \quad \text{Ecc. IV.2.4}$$

b.-) Método aproximado para determinar la fuerza cortante soportada por el marco intermedio:

Fundamentos:

- Toda la fuerza cortante W esta actuando.
- La deflexión del centro de la losa respecto a la cimentación cuando la fuerza sísmica es transmitida por la losa a los muros es: $\delta_{s_0} + \delta_w$



- El desplazamiento cuando la fuerza es transmitida a los marcos es: δ_F
- Las relaciones entre desplazamiento y rigidez para losa, muro y marco son:

$$\delta_{s_0} = \frac{W}{D_{s_0}} \quad \delta_w = \frac{W}{2D_w} \quad \delta_F = \frac{W}{\sum D_F}$$

- La distribución del cortante de diseño en un marco intermedio se obtiene en proporción al inverso de los desplazamientos.

Recordando que al principio se consideró que la fuerza horizontal es soportada por el marco y la losa ($W = w_F + w_{so}$), el cortante tomado por el marco es:

$$C_F = \frac{\delta_{s_o} + \delta_w}{\delta_F + (\delta_{s_o} + \delta_w)} W e$$

Sustituyendo las relaciones entre desplazamiento y rigidez anteriores se tiene que:

$$C_F = \frac{\frac{\sum D_F}{D_{s_o}} + \frac{\sum D_F}{2D_w}}{1 + \frac{\sum D_F}{D_{s_o}} + \frac{\sum D_F}{2D_w}} W e \quad \text{Ecc. IV.2.5}$$

Los errores a los que conduce este método aproximado comparado con las soluciones por medio de las ecuaciones diferenciales del inciso IV.1 (tentativamente consideradas como exactas) se muestran en la siguiente tabla.

Número de claros			2	4	8
Longts.	Transvls.				
1	Tipos de muro	B (28)	0	0.04	0.15
		A (225)	0 [105]	0.04 [20]	0.13 [2.5]
2	Tipos de muro	C (28)	0.01	0.02	0.09
		E (56)	0 [410]	0.02 [105]	0.09 [20]
		A (450)	0	0	0.09
3	Tipos de muro	C (28)	0.02	0.01	0.05
		E (112)	0 [1070]	0.01 [410]	0.05 [105]
		A (900)	0	0	0.05

(Rigidez de muro)

[Rigidez de losa]

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Como puede observarse en los resultados de la tabla anterior, el error máximo obtenido fué del 15 %, lo cual, para fines prácticos es bastante aceptable y da validez al método planteado anteriormente.

Hasta el momento se ha expuesto la teoría para estructuras de un solo nivel, en el siguiente inciso se extrapolará el método para estructuras de varios niveles, desarrollándose primero los fundamentos teóricos para finalmente presentar un método para corregir las fuerzas cortantes tomadas ó soportadas por el marco intermedio en estructuras de varios niveles.

IV.3.- Edificios de Varios Niveles

Fundamentos de análisis:

- En edificios estructurados a base de muros y marcos el desplazamiento de los diferentes niveles, cuando actúa la fuerza sísmica en dirección transversal, está acompañada por deformaciones de la losa, si se considera que la cimentación no se deforma horizontalmente (ver figura IV.3.a).
- Como se observa en la figura IV.3.b el desplazamiento del marco intermedio en cada nivel es mayor que el desplazamiento del muro.
- Si se iguala la deformación de las losas como se muestra en la figura IV.3.c, a que todos los niveles y la cimentación tengan curvas idénticas de deformación, los desplazamientos y fuerzas cortantes de las columnas del marco intermedio son uniformes independientemente de su posición.

- Si se toma en cuenta la condición cuando en la base es forzada una deformación (\bar{C} F) en dirección opuesta, entonces, se puede considerar la condición "b" compuesta por la condición "c" y "d", y es posible corregir la distribución de cortantes para los marcos intermedios, y en especial para el marco central debido a la mayor influencia de la deformación de la losa en esa zona.
- El planteamiento se centrará en la amplificación de la fuerza cortante del marco central en el primer nivel donde la influencia es mayor.

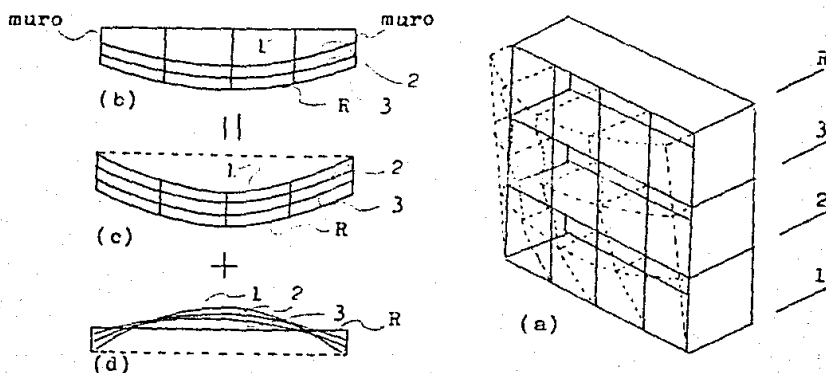


Figura IV.3

IV.3.1.- Propagación del desplazamiento forzado de la cimentación.

Se utilizará como modelo un edificio de varios niveles con muros de rigidez en los extremos y marcos intermedios.

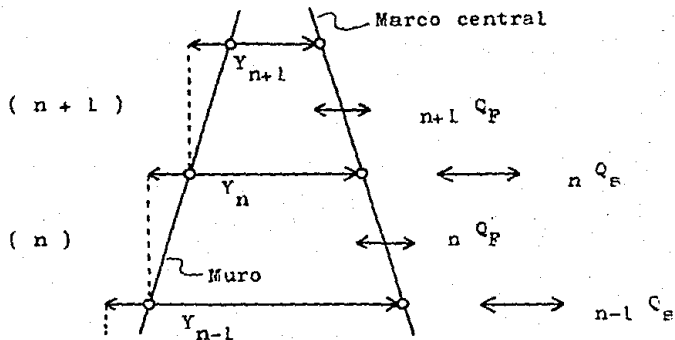
Hipótesis:

- 1.- Las curvas de deformación de las losas son parabólicas.

- 2.- La fuerza cortante tomada por el marco es mayor en el centro con un promedio total de $2/3$ del máximo tomado por los marcos.
- 3.- Como rigidez de la losa se tomará 0.8 del valor definido anteriormente.
- (Obtenido de una distribución uniforme de carga)

IV.3.2.- Obtención de la ecuación de corrección:

Cuando la base es sometida a un desplazamiento forzado en dirección horizontal, los desplazamientos "Y" de los centros de las losas relativos a la ubicación de los muros del piso inferior, se propagan a los niveles superiores reduciéndose en una progresión geométrica.



Si se define como:

- ${}_n Q_F$.- fuerza cortante del marco intermedio en el nivel "n"
- ${}_n Q_S$.- rigidez del marco intermedio en el nivel "n"
- ${}_n Q_S$.- fuerza cortante total transmitida desde el nivel "n+1" al muro
- ${}_n D_S = 0.8 \quad {}_n D_{S_0}$.- rigidez de la losa en el nivel "n"

${}_n D_w$.- rigidez del muro en el nivel "n"

${}_n D_{sw}$.- rigidez del muro + losa en el nivel "n"

Entonces, la fuerza cortante aplicada a los marcos y losas son aproximadamente:

$$\sum_{n+1} Q_F = \frac{2}{3} \sum_{n+1} D_F (Y_n - Y_{n-1})$$

$${}_n Q_S = {}_n D_{sw} Y_n$$

$$\sum_n Q_F = \frac{2}{3} \sum_n D_F (Y_{n-1} - Y_n)$$

$$\sum_l Q_l = \frac{2}{3} \sum_l D_F (1 - Y_l)$$

Eccs. IV.3.1

Del equilibrio de fuerzas cortantes en el nivel "n-ésimo" se tiene:

$$\sum_n Q_F - \sum_{n+1} Q_F = {}_n Q_S \quad \text{Ecc. IV.3.2}$$

Sustituyendo la ecuación IV.3.1 en la ecuación IV.3.2 se tiene:

$$\frac{2}{3} \sum_{n+1} D_F Y_{n+1} - \left(\frac{2}{3} \sum_n D_F + \frac{2}{3} \sum_{n+1} D_F + {}_n D_{sw} \right) Y_n +$$

$$\frac{2}{3} \sum_n D_F Y_{n-1} = 0$$

Ecc. IV.3.3

En especial, cuando la estructura es uniforme:

$$Y_{n+1} - 2(1+t)Y_n + Y_{n-1} = 0 \quad \text{Ecc. IV.3.4}$$

donde:

$$t = \frac{3D_{sw}}{4 \sum D_F} \quad \frac{1}{D_{sw}} = \frac{1}{0.8D_{so}} + \frac{1}{2D_w}$$

Resolviendo la ecuación característica de la ecuación IV.3.4 se obtiene la relación de propagación de la deflexión:

$$r = r_1 = r_2^{-1} = (1+t) - \sqrt{(1+t)^2 - 1} = \frac{1}{2}(1+t)$$

Si el desplazamiento forzado al centro de la cimentación es Y_F se obtiene la siguiente solución:

$$Y_n = r^n Y_F$$

Cediendo los desplazamientos relativos a los demás niveles:

	Desplazmt. relativo
Desplazamiento del 1" nivel --- Y_F	(1 - r) Y_F
Desplazamiento del 2" nivel --- $r Y_F$	$r(1 - r) Y_F$
Desplazamiento del 3" nivel --- $r^2 Y_F$	$r^2(1 - r) Y_F$

IV.3.3.- Método de corrección a la fuerza cortante tomada por el marco intermedio

- 1.-) Después de los cálculos basados en la suposición de diafragma rígido, se calcula el desplazamiento relativo del centro de la losa del segundo nivel con respecto a la localización de los muros extremos, considerándose como el desplazamiento forzado de la base.

$$Y_F = \frac{l Q_E}{l D_{20}}$$

- $l Q_E$.- fuerza cortante total transmitida a los muros de la losa del segundo nivel.

(Se puede tomar como un valor aproximado la fuerza sísmica actuando sobre la losa del segundo nivel.)

- $l D_{20}$.- rigidez de la losa en el segundo nivel.

- 2.-) Se obtiene la deflexión relativa "Yo" del primer nivel del marco intermedio suponiendo la losa como un diafragma rígido.

$$Y_0 = \frac{l Q}{\sum l D}$$

- $l Q$.- fuerza cortante transmitida al primer nivel.

- $\sum l D$.- suma de rigideces de los elementos en el primer nivel

- 3.-) Se obtiene el parámetro "r" para valuar la deflexión total relativa del primer nivel del marco intermedio y la fuerza cortante.

$$r = (1 + t) - \sqrt{(1 + t)^2 - 1} = \frac{1}{2} (1 + t)$$

$$t = \frac{3}{4} \frac{D_{sw}}{\sum D_F} \quad \frac{1}{D_{sw}} = \frac{1}{0.8 D_{so}} + \frac{1}{2 D_w}$$

- Desplazamiento relativo total del 1° nivel del marco intermedio

$$Y_o + (1 - r) Y_F = Y_o (1 + (1 - r) A) \quad A = \frac{Y_F}{Y_o}$$

- Fuerza corregida para el 1° nivel

$$1 C_F = 1 D_F Y_o (1 + (1 - r) A)$$

Considerando el paso número dos y sustituyendo en la expresión anterior la fuerza cortante queda como:

$$1 C_F = \underbrace{\frac{1 D_F}{\sum 1 D}}_{*} \underbrace{\frac{1 Q}{D}}_{* *} (1 + (1 - r) A)$$

* Fuerza cortante basada en la hipótesis de diafragma rígido.

* * Factor de corrección para considerar la deformación de la losa en su plano.

4.-) Aplicando el cálculo anterior, las correcciones pueden ser hechas para las fuerzas de los niveles superiores:

Factor de corrección 2° nivel: $r (1 - r) A$

Factor de corrección 3° nivel: $r^2 (1 - r) A$

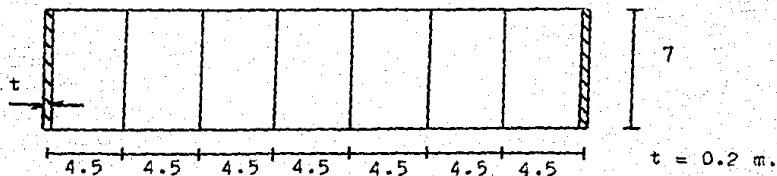
Factor de corrección n° nivel: $r^{n-1} (1 - r) A$

En el siguiente inciso se muestra un ejemplo numérico (tomado de la referencia 4) donde se puede ver la aplicación de este método de corrección, en dicho ejemplo, la estructura sí cuenta con muros de cortante en los extremos, y aunque el edificio que originalmente estamos analizando no tiene muros, el siguiente inciso se presenta con la finalidad de poder apreciar ó valuar qué tan grande es el incremento en las fuerzas cortantes en una planta alargada con muros estructurales en los extremos.

IV.3.3.- Ejemplo numérico:

Una vez planteado todo el fundamento teórico, se presenta a continuación un ejemplo en el cual se ilustra la aplicación del método de corrección para considerar la deformación de la losa en su plano.

Considérese la siguiente planta de una estructura en la cual se indican sus características:



Rigidez de losa (D_{80}) = 16

(Unidades: m.)

Marcos interiores (tipo):		Rigideces por nivel	
		(D_F)	(D_H)
330	35 x 60 60 x 60	1.4	10
330	35 x 60 60 x 60	1.4	19
330	35 x 60 60 x 60	1.4	30
420	35 x 60 60 x 75	1.2	38
	35 x 90		

Los marcos están sometidos a una fuerza $P=60$ Ton. en cada nivel.

1.-) Desplazamiento relativo de la base:

$$y_F = \frac{l^Q_B}{l^D_{B0}} = \frac{60}{16} = 3.8$$

2.-) Desplazamiento relativo del marco intermedio basado en la hipótesis de diafragma rígido:

$$y_0 = \frac{l^Q}{\sum l^D} = \frac{(4)(60)}{(2)(38) + (6)(1.2)} = 2.9$$

3.-) Cálculo de "r" :

$$r = (1+t) - \sqrt{(1+t)^2 - 1} = (1+0.987) - \sqrt{(1+0.987)^2 - 1} = 0.27$$

$$\frac{1}{D_{sw}} = \frac{1}{0.8 D_{so}} + \frac{1}{2 D_w} = \frac{1}{(0.8)(16)} + \frac{1}{(2)(38)} = \frac{1}{10.95}$$

$$t = \frac{3}{4} \frac{D_{sw}}{\sum D_F} = \frac{(3)(10.9)}{(4)(7)(1.2)} = 0.978$$

+ Factores de corrección:

$$1^{\text{º}} \text{ nivel: } 1 + (1-r) A = 1 + (1-0.27) \frac{3.8}{2.9} = 1.96$$

$$2^{\text{º}} \text{ nivel: } 1 + (r(1-r)) A = 1 + (0.27(1-0.27)) \frac{3.8}{2.9} = 1.27$$

$$3^{\text{º}} \text{ nivel: } 1 + (r^2(1-r)) A = 1 + ((0.27)^2(1-0.27)) \frac{3.8}{2.9} = 1.074$$

$$4^{\text{º}} \text{ nivel: } 1 + (r^3(1-r)) A = 1 + ((0.27)^3(1-0.27)) \frac{3.8}{2.9} = 1.021$$

4.-) Fuerzas cortantes corregidas para el marco intermedio en cada nivel:

$$1^{\text{º}} C_F = \frac{1 D_F 1^Q}{\sum 1^D} (F.C.) = \frac{(1.2)(240)}{83.2} (1.96) = 6.79 \text{ Ton.}$$

$$2^{\text{º}} C_F = \frac{2 D_F 2^Q}{\sum 2^D} (F.C.) = \frac{(1.4)(180)}{68.4} (1.27) = 4.68 \text{ Ton.}$$

$$3. C_F = \frac{3 D_F 3^Q}{\sum 3^Q} (F.C.) = \frac{(1.4)(120)}{46.4} (1.074) = 3.89 \text{ Ton.}$$

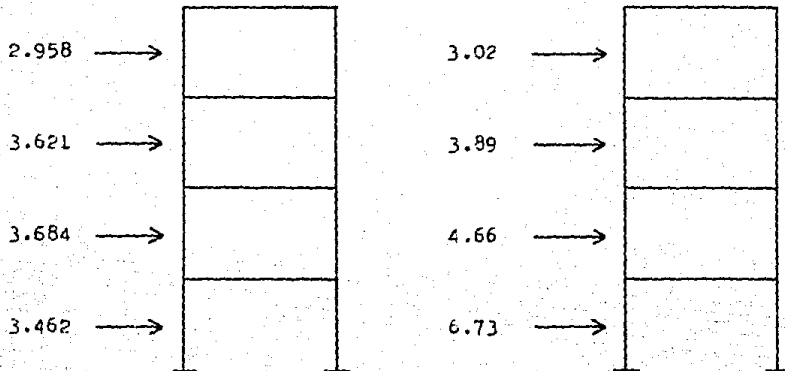
$$4. C_F = \frac{4 D_F 4^Q}{\sum 4^Q} (F.C.) = \frac{(1.4)(60)}{26.4} (1.021) = 3.02 \text{ Ton.}$$

(F.C.-- factor de corrección)

Resumen de resultados para el marco intermedio:

Como diafragma rígido

Como diafragma flexible



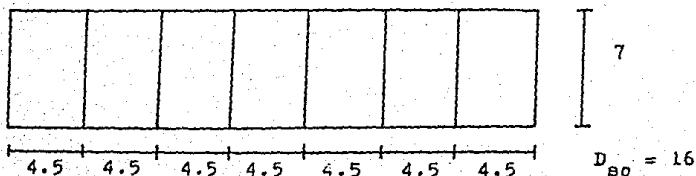
Como se puede ver en las figuras superiores, el incremento en la fuerza cortante para el 1° nivel fué del 96 % (casi el doble), lo cual indica que despreciar la flexibilidad del sistema de piso en estructuras con plantas largas y muros en los extremos conduce a errores muy graves.

IV.4.- Consideraciones al Método

Hasta el momento, todo lo planteado ha sido para estructuras en las cuales se tienen como condiciones de frontera muros de cortante en los extremos ó en alguna otra zona de la planta de la estructura, pero no se especifica nada sobre estructuras de planta muy alargada en las cuales no existen muros.

Del ejemplo presentado al final del inciso anterior, se puede apreciar que para una estructura con muros en los extremos el incremento de la fuerza cortante para el 1° nivel fué aproximadamente de un 96 % para el marco central, lo que indica un desplazamiento relativo del marco central con respecto a los marcos extremos muy grande, lo cual suena muy razonable por la gran rigidez que proporcionan los muros extremos y limitan el desplazamiento de los marcos, pero si la estructura no contara con dichos muros, a criterio del que suscribe, el desplazamiento de estos marcos sería mayor, por lo tanto, el desplazamiento relativo de los marcos centrales sería menor, y consecuentemente el incremento en las fuerzas cortantes también sería menor.

Para valorar que tan grande sería el incremento de las fuerzas para una estructura sin muros, se utilizará el método presentado en el inciso IV.3.3 con el mismo ejemplo, sólo que ahora en lugar de utilizar la rigidez de muros se sustituirá por la rigidez correspondiente a la del marco.



Marcos (tipo):		Rigideces por nivel (D_F)	
330	35 x 60	60 x 60	1.4
	35 x 60	60 x 60	1.4
330	35 x 60	60 x 60	1.4
	35 x 60	60 x 60	1.4
420	35 x 60	60 x 75	1.2
	35 x 90		

Los marcos están sometidos a una fuerza $P=60$ Ton. en cada nivel.

+ Desplazamiento relativo de la base:

$$Y_P = \frac{60}{16} = 3.8$$

+ Cálculo de "r" :

$$\frac{1}{D_{sw}} = \frac{1}{(0.8)(16)} = \frac{1}{12.8}$$

$$t = \frac{(3)(12.8)}{(4)(8)(1.2)} = 1 \quad r = (1+t) - \sqrt{(1+t)^2 - 1} = 0.27$$

+ Factores de corrección para las fuerzas cortantes:

$$1'' \text{ nivel: } 1 + (1 - 0.27) \frac{3.8}{25} = 1.111$$

$$2'' \text{ nivel: } 1 + ((0.27)(1 - 0.27)) \frac{3.8}{25} = 1.03$$

$$3'' \text{ nivel: } 1 + ((0.27)^2(1 - 0.27)) \frac{3.8}{25} = 1.01$$

$$4'' \text{ nivel: } 1 + ((0.27)^3(1 - 0.27)) \frac{3.8}{25} = 1.0022$$

+ Fuerzas cortantes corregidas para el marco intermedio en cada nivel

$$1 \quad C_F = \frac{(1.2)(240)}{9.6} (1.111) = 33.33 \text{ Ton.}$$

$$2 \quad C_F = \frac{(1.4)(180)}{11.2} (1.03) = 23.2 \text{ Ton.}$$

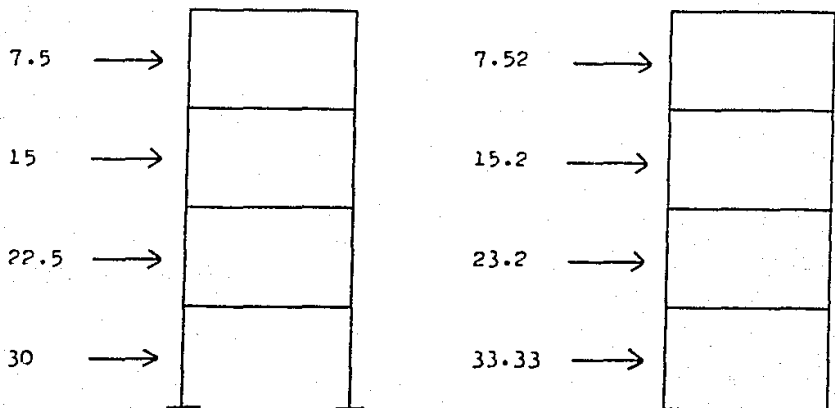
$$3 \quad C_F = \frac{(1.4)(120)}{11.2} (1.01) = 15.2 \text{ Ton.}$$

$$4 \quad C_F = \frac{(1.4)(60)}{11.2} (1.0022) = 7.52 \text{ Ton.}$$

Resumen de resultados para el marco intermedio:

Como diafragma rígido

Como diafragma flexible

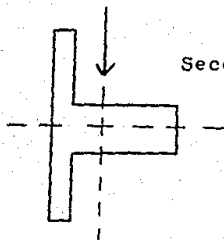
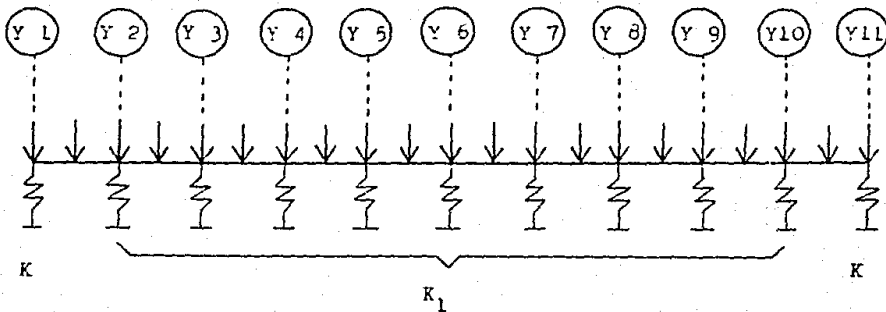


Como se puede observar, ahora el incremento en la fuerza cortante para el primer nivel fué menor que en el caso anterior, pues sólo se tuvo un aumento no mayor del 12 %, lo cual hace suponer un desplazamiento relativo entre marcos mucho menor.

Para poder comprobar lo anterior, se hará de una manera práctica analizando la losa como una viga con carga uniforme paralela a su plano, y el procedimiento se describe a continuación.

La losa mostrada en la figura II.2 se idealiza como una viga, en la cual cada eje de columnas se sustituirá por un apoyo de resorte y se someterá a la losa a una carga uniformemente distribuida paralela a su plano, lo que equivaldría a una carga ó fuerza lateral en el marco.

El modelo utilizado para el estudio se ilustra en la figura IV.4.1



Sección de losa con carga paralela a su plano

Figura IV.4.1

Para obtener la elástica de la losa se fueron variando los valores de las constantes de proporcionalidad de los extremos y permaneciendo constante el valor de los resortes intermedios, las variaciones de los apoyos extremos fueron desde $K = K_1$ (que equivaldría a una estructura sin muros) hasta $K \gg \gg K_1$ (que sería el caso en el cual existen muros de cortante en los extremos), y por cada variación se efectuó un análisis para obtener los desplazamientos de cada apoyo.

Los resultados de los análisis se muestran más adelante, y en la gráfica de la figura IV.4.2 se pueden apreciar las deformaciones de la losa para cada condición.

Para obtener los valores de las constantes de proporcionalidad de los resortes se utilizó una estructura de un solo nivel

con las mismas dimensiones para claros, columnas y distribución de nervaduras en losa como la mostrada en la figura II.2, para dicha estructura se obtuvieron las fuerzas sísmicas actuantes para cada marco por efecto directo. Una vez obtenidas las fuerzas se realizó el análisis independiente de cada marco para obtener el valor de la rigidez lateral, el cual fué tomado como valor de constante de proporcionalidad de los resortes de la figura IV.4.1 .

Posteriormente se fué incrementando la dimensión de las columnas de los marcos extremos hasta llegar a tener muros en estos marcos, y para cada incremento de sección de columnas se realizó el mismo procedimiento descrito anteriormente para obtener la rigidez lateral de cada marco y posteriormente sustituir la en los resortes como ya se mencionó.

En la tabla IV.4.1 se muestran los resultados de los análisis de la losa idealizada como viga.

De la figura IV.4.2 se puede apreciar que el desplazamiento relativo entre el marco central y los marcos extremos para la condición número 6 es muy grande, y para la condición número 1 es mucho menor, por lo tanto se ve claro que el incremento en la fuerza cortante para el marco central será mucho mayor para la condición número 6 que para la condición número 1.

Como comentario debe observarse que las elásticas obtenidas para las condiciones número 5 y 6 (que son los valores más altos en las constantes de proporcionalidad y equivaldrían a muros de diferente rigidez), son bastante parecidas a las presentadas en la figura IV.1.2 , lo cual respalda el procedimiento realizado en este inciso.

IDENTIFICACION DE LOSA COMO VIGA

DATOS GENERALES

Titulo para la Redicula : FLEXION DE LOSA
 Numero de Barras ? : 10
 Numero de nodos ? : 11
 Numero de Condiciones de Carga ? : 1
 Numero de Combinaciones de Carga ? : 1
 Direccion de la Gravedad (+/-Z) ? : -Z

COORDENADAS DE NODOS

Coordenadas generadas:

1(	0.00,	0.00)
2(	6.00,	0.00)
3(	12.00,	0.00)
4(	18.00,	0.00)
5(	24.00,	0.00)
6(	30.00,	0.00)
7(	36.00,	0.00)
8(	42.00,	0.00)
9(	48.00,	0.00)
10(	54.00,	0.00)
11(	60.00,	0.00)

TIPOS DE RESORTE

Numero de Tipos de Resorte ? : 2

INCIDENCIAS DE BARRAS

El Nodo Inicial es : 1

El Nodo Final es : 2

Desde la barra numero ? : 1

Hasta la barra numero ? : 10

Nodos de Incidencias Corridos

Incidencias generadas barra(nodo in ==> nodo fin):

1(	1 ==>	2)
2(	2 ==>	3)
3(	3 ==>	4)
4(	4 ==>	5)

5(5 ==> 6)
 6(6 ==> 7)
 7(7 ==> 8)
 8(8 ==> 9)
 9(9 ==> 10)
 10(10 ==> 11)

TIPOS DE MATERIAL

Numero de Tipos de Material ? : 1
 Modulo de Elasticidad ? : 2210000
 Modulo de Cortante ? : 884000
 Peso Especifico ? : 2.4

TIPOS DE SECCION

Numero de Tipos de Seccion ? : 1
 Momento de Inercia ? : 4.173
 Area Normal ? : 1.37
 Area de Cortante ? : 1.14
 Const. de Torsion ? : 8.96
 Tipo de Material ? : 1

DEFINICION DE BARRAS

El Tipo de Seccion es ? 1
 Desde la barra número ? : 1
 Hasta la barra número ? : 10
 Generacion de Las Barras :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

CONDICIONES DE CARGA

Condicion Num 1
 La Carga uniforme (w) es? : ? -2.5
 Desde la barra número ? : 1
 Hasta la barra número ? : 10
 Generacion de Las Barras :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

----- DATOS EN FORMA TABULAR: -----

JUNTA	X	Y	GDEL X	GDEL Y	GDEL Z
1	0.000	0.000	0	2	1
2	6.000	0.000	0	4	3
3	12.000	0.000	0	6	5
4	18.000	0.000	0	8	7
5	24.000	0.000	0	10	9
6	30.000	0.000	0	12	11
7	36.000	0.000	0	14	13
8	42.000	0.000	0	16	15
9	48.000	0.000	0	18	17
10	54.000	0.000	0	20	19
11	60.000	0.000	0	22	21

NUMERO DE GRADOS DE LIBERTAD: 22

BARRA	INICIO	FIN	SECCION	MATERIAL	LONGITUD
1	1	2	1	1	6.000
2	2	3	1	1	6.000
3	3	4	1	1	6.000
4	4	5	1	1	6.000
5	5	6	1	1	6.000
6	6	7	1	1	6.000
7	7	8	1	1	6.000
8	8	9	1	1	6.000
9	9	10	1	1	6.000
10	10	11	1	1	6.000

" FLEXION DE LOSA "

=====

CONDICION 1: (K=691.1 T/m)

JUNTA	COND.	GIRO X	GIRO Y	DESPL. Z
1	1	0.0000	0.0002	-0.018
2	1	0.0000	0.0002	-0.019
3	1	0.0000	0.0001	-0.020
4	1	0.0000	0.0001	-0.020
5	1	0.0000	0.0000	-0.021
6	1	0.0000	-0.0000	-0.021
7	1	0.0000	-0.0000	-0.021
8	1	0.0000	-0.0001	-0.020
9	1	0.0000	-0.0001	-0.020
10	1	0.0000	-0.0002	-0.019
11	1	0.0000	-0.0002	-0.018

CONDICION 2: (K=795.5 T/m)

JUNTA	COND.	GIRO X	GIRO Y	DESPL. Z
1	1	0.0000	0.0002	-0.017
2	1	0.0000	0.0002	-0.018
3	1	0.0000	0.0002	-0.019
4	1	0.0000	0.0001	-0.020
5	1	0.0000	0.0001	-0.021
6	1	0.0000	-0.0000	-0.021
7	1	0.0000	-0.0001	-0.021
8	1	0.0000	-0.0001	-0.020
9	1	0.0000	-0.0002	-0.019
10	1	0.0000	-0.0002	-0.018
11	1	0.0000	-0.0002	-0.017

CONDICION 3: (K=982.4 T/m)

JUNTA	COND.	GIRO X	GIRO Y	DESPL. Z
1	1	0.0000	0.0003	-0.016
2	1	0.0000	0.0002	-0.017
3	1	0.0000	0.0002	-0.019
4	1	0.0000	0.0001	-0.020
5	1	0.0000	0.0001	-0.020
6	1	0.0000	0.0000	-0.021

7	1	0.0000	-0.0001	-0.020
8	1	0.0000	-0.0001	-0.020
9	1	0.0000	-0.0002	-0.019
10	1	0.0000	-0.0002	-0.017
11	1	0.0000	-0.0003	-0.016

CONDICION 4: (K=1245.9 T/m)

JUNTA	COND.	GIRO X	GIRO Y	DESPL. Z
1	1	0.0000	0.0003	-0.014
2	1	0.0000	0.0003	-0.016
3	1	0.0000	0.0003	-0.018
4	1	0.0000	0.0002	-0.019
5	1	0.0000	0.0001	-0.020
6	1	0.0000	0.0000	-0.020
7	1	0.0000	-0.0001	-0.020
8	1	0.0000	-0.0002	-0.019
9	1	0.0000	-0.0003	-0.018
10	1	0.0000	-0.0003	-0.016
11	1	0.0000	-0.0003	-0.014

CONDICION 5: (K=2487.8 T/m)

JUNTA	COND.	GIRO X	GIRO Y	DESPL. Z
1	1	0.0000	0.0005	-0.010
2	1	0.0000	0.0005	-0.013
3	1	0.0000	0.0004	-0.015
4	1	0.0000	0.0003	-0.018
5	1	0.0000	0.0001	-0.019
6	1	0.0000	0.0000	-0.019
7	1	0.0000	-0.0001	-0.019
8	1	0.0000	-0.0003	-0.018
9	1	0.0000	-0.0004	-0.015
10	1	0.0000	-0.0005	-0.013
11	1	0.0000	-0.0005	-0.010

CONDICION 6: (K=3490.4 T/m)

JUNTA	COND.	GIRO X	GIRO Y	DESPL. Z
1	1	0.0000	0.0006	-0.008

1	1	0.0000	0.0006	-0.011
2	1	0.0000	0.0005	-0.014
3	1	0.0000	0.0003	-0.017
4	1	0.0000	0.0002	-0.018
5	1	0.0000	0.0002	-0.018
6	1	0.0000	-0.0000	-0.019
7	1	0.0000	-0.0002	-0.019
8	1	0.0000	-0.0003	-0.017
9	1	0.0000	-0.0005	-0.014
10	1	0.0000	-0.0006	-0.011
11	1	0.0000	-0.0006	-0.008

CONDICION 7: (K=2014.3 T/m)

JUNTA	COND.	GIRO X	GIRO Y	DESPL. Z
1	1	0.0000	0.0007	-0.005
2	1	0.0000	0.0007	-0.009
3	1	0.0000	0.0005	-0.013
4	1	0.0000	0.0004	-0.016
5	1	0.0000	0.0002	-0.018
6	1	0.0000	-0.0000	-0.018
7	1	0.0000	-0.0002	-0.018
8	1	0.0000	-0.0004	-0.016
9	1	0.0000	-0.0005	-0.013
10	1	0.0000	-0.0007	-0.009
11	1	0.0000	-0.0007	-0.005

CONDICION 8: (K=8311.7 T/m)

JUNTA	COND.	GIRO X	GIRO Y	DESPL. Z
1	1	0.0000	0.0008	-0.004
2	1	0.0000	0.0007	-0.008
3	1	0.0000	0.0006	-0.012
4	1	0.0000	0.0004	-0.015
5	1	0.0000	0.0002	-0.017
6	1	0.0000	0.0000	-0.018
7	1	0.0000	-0.0002	-0.017
8	1	0.0000	-0.0004	-0.015
9	1	0.0000	-0.0006	-0.012
10	1	0.0000	-0.0007	-0.008
11	1	0.0000	-0.0008	-0.004

CONDICION 9: (F=10503 T/m)

JUNTA	COND.	GIRO X	GIRO Y	DESPL. Z
1	1	0.0000	0.0008	-0.003
2	1	0.0000	0.0007	-0.008
3	1	0.0000	0.0006	-0.012
4	1	0.0000	0.0004	-0.015
5	1	0.0000	0.0002	-0.017
6	1	0.0000	-0.0000	-0.018
7	1	0.0000	-0.0002	-0.017
8	1	0.0000	-0.0004	-0.015
9	1	0.0000	-0.0006	-0.012
10	1	0.0000	-0.0007	-0.008
11	1	0.0000	-0.0008	-0.003

CONDICION 10: (K=16928 T/m)

JUNTA	COND.	GIRO X	GIRO Y	DESPL. Z
1	1	0.0000	0.0008	-0.002
2	1	0.0000	0.0008	-0.007
3	1	0.0000	0.0006	-0.011
4	1	0.0000	0.0005	-0.015
5	1	0.0000	0.0002	-0.017
6	1	0.0000	-0.0000	-0.018
7	1	0.0000	-0.0002	-0.017
8	1	0.0000	-0.0005	-0.015
9	1	0.0000	-0.0006	-0.011
10	1	0.0000	-0.0008	-0.007
11	1	0.0000	-0.0008	-0.002

CONDICION 11: (K=21384 T/m)

JUNTA	COND.	GIRO X	GIRO Y	DESPL. Z
1	1	0.0000	0.0009	-0.002
2	1	0.0000	0.0008	-0.007
3	1	0.0000	0.0007	-0.011
4	1	0.0000	0.0005	-0.015
5	1	0.0000	0.0002	-0.017
6	1	0.0000	0.0000	-0.018
7	1	0.0000	-0.0002	-0.017
8	1	0.0000	-0.0005	-0.015
9	1	0.0000	-0.0007	-0.011

10	1	0.0000	-0.0008	-0.001
11	1	0.0000	-0.0009	-0.001

CONDICION 12: (K=25035 T/m)

JUNTA	COND.	GIRO X	GIRO Y	DESPL. Z
1	1	0.0000	0.0009	-0.001
2	1	0.0000	0.0008	-0.007
3	1	0.0000	0.0007	-0.011
4	1	0.0000	0.0005	-0.015
5	1	0.0000	0.0002	-0.017
6	1	0.0000	-0.0000	-0.017
7	1	0.0000	-0.0002	-0.017
8	1	0.0000	-0.0005	-0.015
9	1	0.0000	-0.0007	-0.011
10	1	0.0000	-0.0008	-0.007
11	1	0.0000	-0.0009	-0.001

CONDICION 13: (K=36870 T/m)

JUNTA	COND.	GIRO X	GIRO Y	DESPL. Z
1	1	0.0000	0.0009	-0.001
2	1	0.0000	0.0008	-0.006
3	1	0.0000	0.0007	-0.011
4	1	0.0000	0.0005	-0.014
5	1	0.0000	0.0002	-0.017
6	1	0.0000	0.0000	-0.017
7	1	0.0000	-0.0002	-0.017
8	1	0.0000	-0.0005	-0.014
9	1	0.0000	-0.0007	-0.011
10	1	0.0000	-0.0008	-0.006
11	1	0.0000	-0.0009	-0.001

FLEXION DE LOSA EN SU PLANO

(IDEALIZACION DE LOSA COMO VIGA)

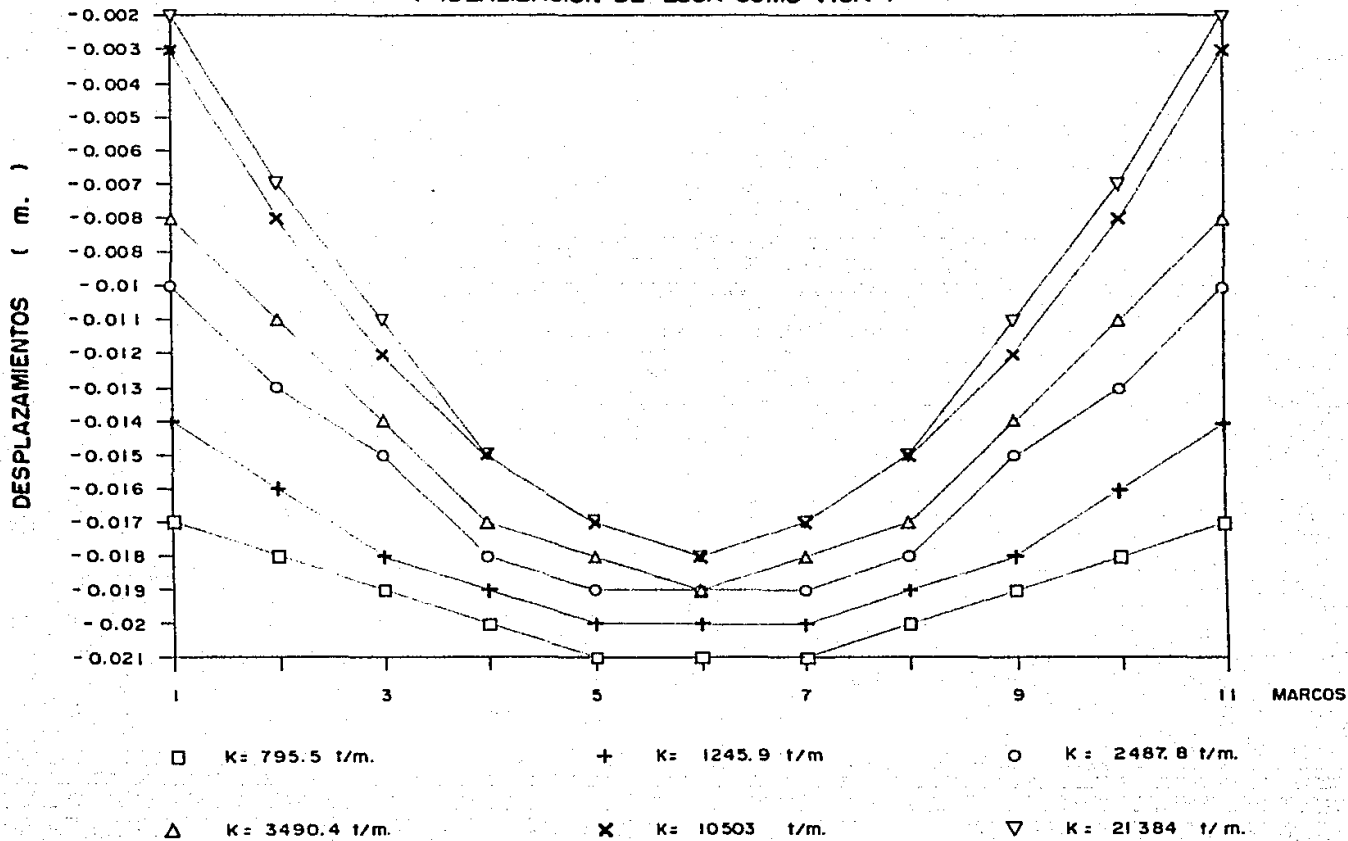


Figura IV.4.2

C A P I T U L O V

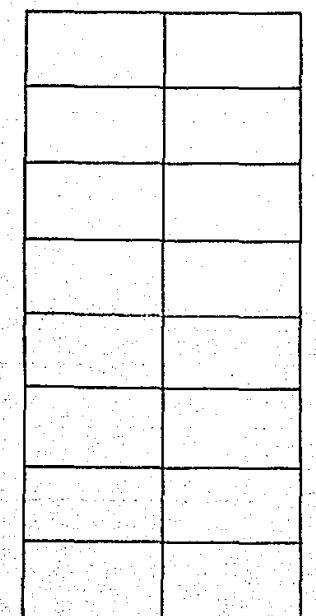
Viejo roble de
raíces profundas.
Sable de guerrero,
Dios y hombre.

COMPARACION DE RESULTADOS

Este capítulo será muy breve, pues únicamente estará enfocado a la aplicación del método planteado anteriormente a la estructura real con la que se ha estado trabajando para corregir las fuerzas laterales actuantes debido a la deformación de la losa.

Una vez corregidas dichas fuerzas se realizará nuevamente el análisis para poder comparar los efectos producidos por el incremento en las fuerzas laterales.

V.1.- Aplicación del método



NIVEL	RIGIDEZ DE ENTREFISO
8	+323.37E+01
7	+384.18E+01
6	+560.54E+01
5	+584.06E+01
4	+600.40E+01
3	+756.78E+01
2	+843.10E+01
1	+144.44E+02

Marco Central (Eje Y6)

Rigideces para el resto de los marcos:

MARCO EJE Y 1

NIVEL	CARGA UTILIZADA	DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO	RIGIDEZ DE ENTREPISO
1	+127.26E-01	+556.09E-05	+106.36E+02
2	+672.10E-02	+155.88E-04	+462.96E+01
3	-995.31E-03	+264.48E-04	+365.59E+01
4	+651.63E-02	+382.74E-04	+344.12E+01
5	+781.80E-02	+488.79E-04	+322.29E+01
6	+399.21E-02	+578.02E-04	+295.46E+01
7	+119.24E-01	+663.01E-04	+263.21E+01
8	+104.46E-01	+712.08E-04	+212.90E+01

MARCO EJE Y 2

NIVEL	CARGA UTILIZADA	DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO	RIGIDEZ DE ENTREPISO
1	-370.60E-02	+522.28E-05	+142.64E+02
2	+241.77E-02	+144.69E-04	+845.78E+01
3	+974.01E-02	+244.08E-04	+762.34E+01
4	+865.70E-02	+354.52E-04	+598.01E+01
5	+112.27E-01	+452.76E-04	+584.16E+01
6	+158.50E-01	+534.73E-04	+563.09E+01
7	+157.06E-01	+614.14E-04	+381.74E+01
8	+146.05E-01	+659.44E-04	+322.41E+01

MARCO EJE Y 3

NIVEL	CARGA UTILIZADA	DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO	RIGIDEZ DE ENTREPISO
1	-300.29E-02	+482.00E-05	+142.97E+02
2	+236.22E-02	+133.28E-04	+845.28E+01
3	+873.88E-02	+224.62E-04	+761.49E+01
4	+801.62E-02	+326.24E-04	+598.46E+01
5	+103.71E-01	+416.63E-04	+584.15E+01
6	+144.45E-01	+492.05E-04	+562.62E+01
7	+145.07E-01	+565.26E-04	+382.20E+01
8	+134.77E-01	+607.04E-04	+322.59E+01

MARCO EJE Y 4

NIVEL	CARGA UTILIZADA	DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO	RIGIDEZ DE ENTREPISO
1	-250.13E-02	+441.73E-05	+143.37E-02
2	+230.91E-02	+121.67E-04	+844.70E+01
3	+773.30E-02	+205.17E-04	+780.21E+01
4	+737.84E-02	+297.97E-04	+599.01E+01
5	+951.58E-02	+380.51E-04	+584.12E+01
6	+130.40E-01	+449.36E-04	+562.06E+01
7	+133.08E-01	+516.39E-04	+382.74E+01
8	+123.49E-01	+554.65E-04	+322.80E+01

MARCO EJE Y 5

NIVEL	CARGA UTILIZADA	DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO	RIGIDEZ DE ENTREPISO
1	-159.63E-02	+401.46E-05	+143.85E+02
2	+225.26E-02	+110.46E-04	+843.98E+01
3	+673.25E-02	+185.72E-04	+758.68E+01
4	+673.72E-02	+269.70E-04	+599.67E+01
5	+866.01E-02	+344.39E-04	+584.09E+01
6	+116.36E-01	+406.67E-04	+561.38E+01
7	+121.09E-01	+467.52E-04	+383.39E+01
8	+112.20E-01	+502.25E-04	+323.06E+01

MARCO EJE Y 6

NIVEL	CARGA UTILIZADA	DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO	RIGIDEZ DE ENTREPISO
1	-891.56E-03	+361.20E-05	+144.44E+02
2	+219.79E-02	+990.57E-05	+843.10E+01
3	+572.95E-02	+166.27E-04	+756.78E+01
4	+609.71E-02	+241.43E-04	+600.48E+01
5	+780.53E-02	+308.27E-04	+584.06E+01
6	+102.30E-01	+363.99E-04	+560.54E+01
7	+109.10E-01	+418.65E-04	+384.18E+01
8	+100.92E-01	+449.86E-04	+323.37E+01

- Rigidez de la losa:

$$D_{s_0} = \frac{(2.5)(60)}{0.021} = 7142.86$$

- Desplazamiento relativo de la base:

$$Y_F = \frac{2.2}{7142.86} = 0.000308$$

- Desplazamiento relativo del marco intermedio:

$$Y_0 = \frac{52.17}{(?) (82363)} = 0.000316 \quad \Delta = \frac{0.000308}{0.000316} = 0.975$$

- Cálculo de "r" :

$$\frac{1}{0.8D_s} = \frac{1}{(0.8)(7142.86)} = \frac{1}{5714.3}$$

$$t = \frac{(3)(5714.3)}{(4)(2)(82363)} = 0.026$$

$$r = (1 + 0.026) - \sqrt{(1 + 0.026)^2 - 1} = 0.7965$$

- Factores de corrección:

$$1^{\text{º}} \text{ nivel: } (1 - 0.7965)(0.975) = 0.198$$

$$2^{\text{º}} \text{ nivel: } (0.7965)(0.203)(0.975) = 0.16$$

$$3^{\text{º}} \text{ nivel: } (0.7965)^2(0.203)(0.975) = 0.13$$

$$4^{\text{º}} \text{ nivel: } (0.7965)^3(0.203)(0.975) = 0.1$$

$$5'' \text{ nivel: } (0.7965)^4 (0.203) (0.975) = 0.081$$

$$6'' \text{ nivel: } (0.7965)^5 (0.203) (0.975) = 0.064$$

$$7'' \text{ nivel: } (0.7965)^6 (0.203) (0.975) = 0.051$$

$$8'' \text{ nivel: } (0.7965)^7 (0.203) (0.975) = 0.033$$

- Fuerzas corregidas:

$$1'' \text{ nivel: } (1.2) (-0.89) = -1.07 \text{ Ton.}$$

$$2'' \text{ nivel: } (1.16) (2.2) = 2.6 \text{ Ton.}$$

$$3'' \text{ nivel: } (1.13) (5.73) = 6.5 \text{ Ton.}$$

$$4'' \text{ nivel: } (1.1) (6.1) = 6.71 \text{ Ton.}$$

$$5'' \text{ nivel: } (1.081) (7.81) = 8.493 \text{ Ton.}$$

$$6'' \text{ nivel: } (1.064) (10.23) = 10.9 \text{ Ton.}$$

$$7'' \text{ nivel: } (1.051) (10.91) = 11.5 \text{ Ton.}$$

$$8'' \text{ nivel: } (1.033) (10.092) = 10.43 \text{ Ton.}$$

Del ejemplo se puede observar que el máximo incremento en las fuerzas ocurre para los primeros niveles donde se registran factores de corrección del 13% al 20% como máximo, y los factores van disminuyendo según se acerca a los niveles superiores, hasta llegar al caso de los tres últimos niveles donde los incrementos son mínimos y podrían considerarse como despreciables pues son valores que van del 6.6% al 3.3% .

Al final del capítulo se presentan listados con los resultados de los análisis utilizando las fuerzas obtenidas suponiendo que la losa se comporta como un diafragma rígido y utilizando las fuerzas corregidas obtenidas anteriormente para

considerar la deformación en su plano del sistema de piso.

De los listados se puede apreciar que en los momentos flexionantes y fuerzas cortantes se registran incrementos del 2% en las trabes de los niveles superiores, e incrementos del 7% como máximo para los niveles inferiores, por lo que respecta a las columnas, los incrementos máximos que se registran en las cargas axiales son del orden del 4% y para los momentos flexionantes el máximo incremento es del 7.5%, por lo cual, para fines prácticos de diseño, el incremento en elementos mecánicos que produce la corrección de fuerzas laterales no son muy significativos para el caso de esta estructura en particular.

Con base en los resultados anteriores se puede decir que para una estructura con planta alargada sin muros de cortante en los extremos, es suficiente para considerar el efecto de la deformación de las losas en su plano, incrementar las fuerzas sísmicas un 20% como lo especifican las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo.

"M A F C S E J E Y O"

=====

(CONSIDERANDO LA LOSA COMO DIAFRAGMA RIGIDO)

DATOS DE CARGAS LATERALES EN LOS NIVELES

(EL NIVEL INFERIOR ES EL 7, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ARRIBA)

FUERZA LATERAL EN NIVEL	1 :	-1.8915596
FUERZA LATERAL EN NIVEL	2 :	2.197941
FUERZA LATERAL EN NIVEL	3 :	2.729477
FUERZA LATERAL EN NIVEL	4 :	3.097126
FUERZA LATERAL EN NIVEL	5 :	3.805264
FUERZA LATERAL EN NIVEL	6 :	10.22041
FUERZA LATERAL EN NIVEL	7 :	10.90952
FUERZA LATERAL EN NIVEL	8 :	10.09207

DESPLAZAMIENTOS LATERALES DE LOS NIVELES

(EL NIVEL INFERIOR ES EL 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ARRIBA)

DEBIDOS A: 1* VERTICAL 1* SISMO

NIVEL	DESPLAZAMIENTO
1	+3.610E-03
2	+9.901E-03
3	+1.662E-02
4	+2.413E-02
5	+3.081E-02
6	+3.638E-02
7	+4.185E-02
8	+4.496E-02

DEBIDOS A: 1* VERTICAL -1* SISMO

NIVEL	DESPLAZAMIENTO
1	-3.610E-03
2	-9.901E-03
3	-1.662E-02
4	-2.413E-02
5	-3.081E-02
6	-3.638E-02
7	-4.185E-02
8	-4.496E-02

ELEMENTOS MECANICOS EN TRABES DEBIDOS A: 1* VERTICAL

(LA TRABE SUPERIOR IZQ. ES LA 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ABAJO)

TRABE	CORT. IZQ.	MOM. IZQ.	CORT. DER.	MOM. DER.
1	+5.69	+3.83	+5.31	-2.87
2	+7.51	+6.20	+6.49	-3.66
3	+7.66	+6.83	+6.34	-3.55
4	+7.73	+7.23	+6.27	-3.55
5	+7.50	+6.61	+6.50	-4.12
6	+7.43	+6.61	+6.57	-4.45
7	+7.33	+6.46	+6.67	-4.80
8	+7.03	+5.66	+6.97	-5.53
9	+5.31	+2.87	+5.69	-3.83
10	+6.49	+3.66	+7.51	-6.20
11	+6.34	+3.55	+7.66	-6.83
12	+6.27	+3.55	+7.73	-7.23
13	+6.50	+4.12	+7.50	-6.61
14	+6.57	+4.45	+7.43	-6.61
15	+6.67	+4.80	+7.33	-6.46
16	+6.97	+5.53	+7.03	-5.66

ELEMENTOS MECANICOS EN COLUMNAS DEBIDOS A: 1* VERTICAL

(LA COLUMNA SUPERIOR IZQ. ES LA 1 ,Y LA NUMERACION CRECE HACIA ABAJO)

COLUMNA	CORT. SUP.	MOM. SUP.	AXIAL SUP.	MOM. INF.
1	-2.42	-3.83	-5.69	-3.42
2	-1.75	-2.78	-13.20	-2.46
3	-2.73	-4.37	-20.86	-3.82
4	-2.29	-3.41	-28.59	-3.47
5	-1.94	-3.14	-36.09	-2.68
6	-2.44	-3.93	-43.52	-3.37
7	-2.12	-3.09	-50.85	-3.28
8	-1.15	-2.38	-57.88	-1.06
9	-0.00	-0.00	-10.62	-0.00
10	-0.00	-0.00	-20.60	-0.00
11	-0.00	-0.00	-30.29	-0.00
12	-0.00	-0.00	-40.82	-0.00
13	-0.00	-0.00	-61.82	-0.00
14	-0.00	-0.00	-74.95	-0.00
15	-0.00	-0.00	-88.29	-0.00
16	-0.00	-0.00	-102.24	-0.00
17	+2.42	+3.83	-5.69	+3.42
18	+1.75	+2.78	-13.20	+2.46
19	+2.73	+4.37	-20.86	+3.82
20	+2.29	+3.41	-28.59	+3.47
21	+1.94	+3.14	-36.09	+2.68
22	+2.44	+3.93	-43.52	+3.37
23	+2.12	+3.09	-50.85	+3.28
24	+1.15	+2.38	-57.88	+1.06

ELEMENTOS MECANICOS EN TRABES DEBIDOS A: 1* VERTICAL 1* SISMO

(LA TRABE SUPERIOR IZQ. ES LA 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ABAJO)

TRABE	CORT. IZQ.	MOM. IZQ.	CORT. DER.	MOM. DER.
1	+3.94	-1.13	+7.06	-8.68
2	+2.84	-6.73	+11.16	-14.10
3	-0.33	-14.60	+14.33	-22.06
4	-2.74	-20.34	+16.74	-28.37
5	-4.99	-26.44	+19.99	-33.50
6	-6.74	-30.27	+20.74	-36.45
7	-7.28	-31.15	+21.28	-40.23
8	-5.16	-25.92	+19.16	-34.89
9	+3.55	-0.95	+7.45	-8.79
10	+1.82	-6.79	+12.18	-19.13
11	-1.64	-14.95	+15.64	-28.27
12	-4.21	-21.26	+18.21	-34.79
13	-5.99	-25.26	+19.99	-39.66
14	-7.61	-29.55	+21.61	-43.49
15	-7.94	-30.63	+21.94	-44.07
16	-5.22	-23.83	+19.22	-37.25

ELEMENTOS MECANICOS EN COLUMNAS DEBIDOS A: 1* VERTICAL 1* SISMO

(LA COLUMNA SUPERIOR IZQ. ES LA 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ABAJO)

COLUMNA	CORT. SUP.	MOM. SUP.	AXIAL SUP.	MOM. INF.
1	+0.26	+1.13	-3.94	-0.35
2	+4.23	+7.07	-6.77	+5.63
3	+5.30	+8.97	-6.44	+6.91
4	+8.02	+13.42	-3.70	+10.65
5	+10.35	+15.79	+1.29	+15.27
6	+10.45	+14.99	+8.03	+16.35
7	+12.02	+14.80	+15.31	+21.26
8	+14.46	+4.66	+20.47	+38.71
9	+4.73	+7.63	-10.62	+6.57
10	+9.04	+14.31	-23.60	+12.81
11	+15.18	+24.20	-36.29	+21.33
12	+18.40	+28.31	-48.82	+26.90
13	+20.55	+31.86	-61.82	+29.78
14	+25.10	+38.22	-74.95	+37.08
15	+24.77	+33.78	-88.29	+40.54
16	+20.96	+18.18	-102.24	+44.71
17	+5.10	+8.79	-7.45	+6.50
18	+7.73	+12.63	-19.63	+10.54
19	+10.76	+17.72	-35.28	+14.55
20	+12.61	+20.24	-53.49	+17.60
21	+14.23	+22.07	-73.47	+20.63

22	+15.32	+22.86	-95.08	+23.10
23	+16.27	+20.97	-117.02	+27.52
24	+16.75	+9.42	-136.23	+40.82

ELEMENTOS MECANICOS EN TRABES DEBIDOS A: 1* VERTICAL -1* SISMO

(LA TRABE SUPERIOR IZQ. ES LA 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ABAJO)

TRABE	CORT. IZQ.	MOM. IZQ.	CORT. DER.	MOM. DER.
1	+7.45	+8.79	+3.55	+0.95
2	+12.18	+19.13	+1.82	+6.79
3	+15.64	+28.27	-1.64	+14.95
4	+18.21	+34.79	-4.21	+21.26
5	+19.99	+39.66	-5.99	+25.26
6	+21.61	+43.49	-7.61	+29.55
7	+21.94	+44.07	-7.94	+30.63
8	+19.22	+37.25	-5.22	+23.83
9	+7.06	+6.68	+3.94	+1.13
10	+11.16	+14.10	+2.84	+6.73
11	+14.33	+22.06	-0.33	+14.60
12	+16.74	+28.37	-2.74	+20.34
13	+18.99	+33.50	-4.99	+25.44
14	+20.74	+38.45	-6.74	+30.27
15	+21.28	+40.23	-7.28	+31.15
16	+19.16	+34.89	-5.16	+25.92

ELEMENTOS MECANICOS EN COLUMNAS DEBIDOS A: 1* VERTICAL -1* SISMO

(LA COLUMNA SUPERIOR IZQ. ES LA 1 , Y LA NUMERACION CRECE HACIA ABAJO)

COLUMNA	CORT. SUP.	MOM. SUP.	AXIAL SUP.	MOM. INF.
1	-5.10	-8.79	-7.45	-6.50
2	-7.73	-12.63	-19.63	-10.54
3	-10.76	-17.72	-35.28	-14.55
4	-12.61	-20.24	-53.49	-17.60
5	-14.23	-22.07	-73.47	-20.63
6	-15.32	-22.86	-95.08	-23.10
7	-16.27	-20.97	-117.02	-27.82
8	-16.75	-9.42	-136.24	-40.82
9	-4.73	-7.63	-10.62	-6.57
10	-9.04	-14.31	-23.60	-12.81
11	-15.18	-24.20	-36.29	-21.33
12	-18.40	-28.31	-48.82	-26.90
13	-20.55	-31.86	-61.82	-29.78
14	-25.10	-38.21	-74.95	-37.08
15	-24.77	-33.78	-88.29	-40.54
16	-20.96	-18.18	-102.24	-44.71

17	-0.26	-1.13	-3.94	+0.35
18	-4.23	-7.07	-6.77	-5.67
19	-5.30	-8.97	-6.44	-6.91
20	-8.42	-13.42	-10.70	-10.65
21	-10.35	-15.73	+1.29	-15.27
22	-10.45	-14.98	+8.05	-14.35
23	-12.02	-14.80	+15.31	-21.26
24	-14.46	-4.66	+20.47	-38.71

" M A R C O E J E Y 6 "

=====

(CONSIDERANDO DEFORMACION DE LOSA)

 DATOS DE CARGAS LATERALES EN LOS NIVELES

(EL NIVEL INFERIOR ES EL 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ARRIBA)

FUERZA LATERAL EN NIVEL	1	:	-1.1
FUERZA LATERAL EN NIVEL	2	:	2.6
FUERZA LATERAL EN NIVEL	3	:	6.5
FUERZA LATERAL EN NIVEL	4	:	6.71
FUERZA LATERAL EN NIVEL	5	:	8.5
FUERZA LATERAL EN NIVEL	6	:	10.9
FUERZA LATERAL EN NIVEL	7	:	11.5
FUERZA LATERAL EN NIVEL	8	:	10.43

 DESPLAZAMIENTOS LATERALES DE LOS NIVELES

(EL NIVEL INFERIOR ES EL 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ARRIBA)

DEBIDOS A: 1* VERTICAL 1* SISMO

NIVEL	DESPLAZAMIENTO
1	+3.879E-03
2	+1.064E-02
3	+1.783E-02
4	+2.583E-02
5	+3.291E-02
6	+3.877E-02
7	+4.449E-02
8	+4.774E-02

DEBIDOS A: 1* VERTICAL -1* SISMO

NIVEL	DESPLAZAMIENTO
1	-3.879E-03
2	-1.064E-02
3	-1.783E-02
4	-2.583E-02
5	-3.291E-02
6	-3.877E-02
7	-4.449E-02
8	-4.774E-02

 ELEMENTOS MECANICOS EN TRABES DEBIDOS A: 1* VERTICAL

(LA TRABE SUPERIOR IZQ. ES LA 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ABAJO)

TRABE	CORT. IZQ.	MOM. IZQ.	CORT. DER.	MOM. DER.
1	+5.69	+3.83	+5.31	-2.87
2	+7.51	+6.20	+6.49	-3.66
3	+7.56	+6.83	+6.34	-3.55
4	+7.75	+7.23	+6.27	-3.55
5	+7.50	+6.81	+6.50	-4.12
6	+7.43	+6.61	+6.57	-4.45
7	+7.33	+6.46	+6.67	-4.80
8	+7.03	+5.66	+6.97	-5.53
9	+5.31	+2.87	+5.69	-3.83
10	+6.49	+3.66	+7.51	-6.20
11	+6.34	+3.55	+7.66	-6.83
12	+6.27	+3.55	+7.75	-7.23
13	+6.50	+4.12	+7.50	-6.61
14	+6.57	+4.45	+7.43	-6.61
15	+6.67	+4.80	+7.33	-6.46
16	+6.97	+5.53	+7.03	-5.66

ELEMENTOS MECANICOS EN COLUMNAS DEBIDOS A: 1+ VERTICAL

(LA COLUMNA SUPERIOR IZQ. ES LA 1 ,Y LA NUMERACION CRECE HACIA ABAJO)

COLUMNA	CORT. SUP.	MOM. SUP.	AXIAL SUP.	MOM. INF.
1	-2.42	-3.83	-5.69	-3.42
2	-1.75	-2.78	-13.20	-2.46
3	-2.73	-4.37	-20.86	-3.82
4	-2.29	-3.41	-28.59	-3.47
5	-1.94	-3.14	-36.09	-2.68
6	-2.44	-3.93	-43.52	-3.37
7	-2.12	-3.09	-50.85	-3.28
8	-1.15	-2.38	-57.88	-1.06
9	-0.00	-0.00	-10.62	-0.00
10	-0.00	-0.00	-23.60	-0.00
11	-0.00	-0.00	-36.29	-0.00
12	-0.00	-0.00	-48.82	-0.00
13	-0.00	-0.00	-61.82	-0.00
14	-0.00	-0.00	-74.95	-0.00
15	-0.00	-0.00	-88.29	-0.00
16	-0.00	-0.00	-102.24	-0.00
17	+2.42	+3.83	-5.69	+3.42
18	+1.75	+2.78	-13.20	+2.46
19	+2.73	+4.37	-20.86	+3.82
20	+2.29	+3.41	-28.59	+3.47
21	+1.94	+3.14	-36.09	+2.68
22	+2.44	+3.93	-43.52	+3.37
23	+2.12	+3.09	-50.85	+3.28
24	+1.15	+2.38	-57.88	+1.06

ELEMENTOS MECANICOS EN TRABES DEBIDOS A: 1* VERTICAL 1* SISMO

(LA TRABE SUPERIOR IZQ. ES LA 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ABAJO)

TRABE	CORT. IZQ.	MOM. IZQ.	CORT. DER.	MOM. DER.
1	+3.88	-1.30	+7.12	-5.82
2	+2.64	-7.27	+11.36	-14.53
3	-0.73	-15.66	+14.73	-22.98
4	-3.33	-21.88	+17.33	-29.76
5	-5.76	-28.49	+19.76	-35.33
6	-7.72	-32.81	+21.72	-40.80
7	-9.35	-33.92	+22.35	-42.84
8	-6.08	-28.29	+20.08	-37.10
9	+3.49	-1.08	+7.51	-8.96
10	+1.62	-7.22	+12.38	-19.67
11	-2.04	-15.87	+16.04	-29.33
12	-4.80	-22.65	+18.80	-36.33
13	-6.76	-27.09	+20.76	-41.72
14	-8.59	-31.90	+22.59	-46.04
15	-9.02	-33.23	+23.02	-46.84
16	-6.13	-26.04	+20.13	-39.62

ELEMENTOS MECANICOS EN COLUMNAS DEBIDOS A: 1* VERTICAL 1* SISMO

(LA COLUMNA SUPERIOR IZQ. ES LA 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ABAJO)

COLUMNA	CORT. SUP.	MOM. SUP.	AXIAL SUP.	MOM. INF.
1	+0.35	+1.30	-3.88	-0.26
2	+4.50	+7.53	-6.52	+5.97
3	+5.70	+9.69	-5.79	+7.42
4	+8.63	+14.46	-2.46	+11.43
5	+11.14	+17.07	+3.30	+16.36
6	+11.38	+16.45	+11.03	+17.69
7	+13.12	+16.23	+19.38	+23.12
8	+15.61	+5.17	+25.46	+41.66
9	+4.90	+7.90	-10.62	+6.79
10	+9.44	+14.96	-23.60	+13.37
11	+15.96	+25.48	-36.29	+22.40
12	+19.49	+30.01	-48.82	+28.45
13	+21.88	+33.97	-61.82	+31.65
14	+26.91	+41.04	-74.95	+39.68
15	+26.66	+36.39	-88.29	+43.60
16	+22.52	+19.54	-102.24	+46.03
17	+5.18	+8.96	-7.51	+6.59
18	+7.99	+13.08	-19.89	+10.88
19	+11.17	+18.44	-35.93	+15.06
20	+13.22	+21.27	-54.72	+18.37
21	+15.02	+23.35	-75.49	+21.72

22	+16.25	+24.32	-95.07	+24.44
23	+17.36	+22.40	-121.09	+29.68
24	+17.90	+9.94	-141.22	+43.78

ELEMENTOS MECANICOS EN TRABES DEBIDOS A: 1* VERTICAL -1* SISMO

(LA TRABE SUPERIOR IZQ. ES LA 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ABAJO)

TRABE	CORT. IZQ.	MOM. IZQ.	CORT. DER.	MOM. DER.
1	+7.51	+8.96	+3.49	+1.08
2	+12.38	+19.67	+1.62	+7.22
3	+16.04	+29.33	-2.04	+15.87
4	+18.80	+36.33	-4.80	+22.65
5	+20.76	+41.72	-6.76	+27.09
6	+22.59	+46.04	-8.59	+31.90
7	+23.02	+46.64	-9.02	+33.23
8	+20.13	+39.62	-6.13	+26.04
9	+7.12	+6.82	+3.88	+1.30
10	+11.36	+14.53	+2.64	+7.27
11	+14.73	+22.98	-0.73	+15.66
12	+17.33	+29.76	-3.33	+21.88
13	+19.76	+35.33	-5.76	+28.49
14	+21.72	+40.80	-7.72	+32.81
15	+22.35	+42.84	-8.35	+33.92
16	+20.08	+37.10	-6.08	+28.29

ELEMENTOS MECANICOS EN COLUMNAS DEBIDOS A: 1* VERTICAL -1* SISMO

(LA COLUMNA SUPERIOR IZQ. ES LA 1, Y LA NUMERACION CRECE HACIA ABAJO)

COLUMNA	CORT. SUP.	MOM. SUP.	AXIAL SUP.	MOM. INF.
1	-5.18	-8.96	-7.51	-6.59
2	-7.99	-13.08	-19.89	-10.88
3	-11.17	-18.44	-35.93	-15.06
4	-13.22	-21.27	-54.72	-18.37
5	-15.02	-23.35	-75.49	-21.72
6	-16.25	-24.32	-98.07	-24.44
7	-17.36	-22.40	-121.09	-29.68
8	-17.90	-9.94	-141.22	-43.78
9	-4.90	-7.90	-10.62	-6.79
10	-9.44	-14.96	-23.60	-13.37
11	-15.96	-25.48	-36.29	-22.40
12	-19.49	-30.01	-48.82	-28.45
13	-21.88	-33.97	-61.82	-31.65
14	-26.91	-41.04	-74.95	-39.68
15	-26.66	-36.39	-88.29	-43.60
16	-22.52	-19.54	-102.24	-48.03

17	-0.35	-1.30	-3.88	+0.25
18	-4.50	-7.53	-6.52	-5.97
19	-5.70	-9.70	-5.79	-7.42
20	-5.63	-14.46	-2.46	-11.45
21	-11.14	-17.07	+3.30	-16.36
22	-11.32	-16.45	+11.03	-17.69
23	-13.12	-16.23	+19.38	-23.12
24	-15.61	-5.17	+25.46	-41.66

C A P I T U L O V I

Medete con la misma vara
que mides a los demás.
Nunca estes muy seguro
de ti mismo y se siempre
humilde.

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de este trabajo se trató de poner en manifiesto un problema que presentan las estructuras con plantas muy alargadas y que los métodos de análisis convencionales no consideran.

Aunque la estructura utilizada en esta tesis el incremento de las fuerzas no tuvo repercusiones considerables en los elementos mecánicos debido a la ausencia de muros en los extremos y a que existían dos crujeas en sentido transversal, en estructuras con muros de cortante en los extremos ó con una cruja en sentido transversal, sí tienen problemas muy graves debido a la flexión de la losa en su plano.

Lo anterior ha sido comprobado al realizar análisis de edificios con muros en los extremos con programas como el COMBAT (Compressive Building Analysis Tool) y el SAP (Structural Analysis Program), los cuales destacan como consecuencia principal de la deformación de la losa, una subestimación de las fuerzas cortantes en las columnas de los marcos centrales.

Los programas mencionados anteriormente sí toman en cuenta la flexibilidad del sistema de piso, el único inconveniente es que son muy costosos, por lo tanto, sólo están al alcance de instituciones ó grandes firmas de ingeniería, aunque quizá con un poco de tiempo ocurra lo sucedido con las computadoras y dichos programas estén al alcance de cualquier despacho.

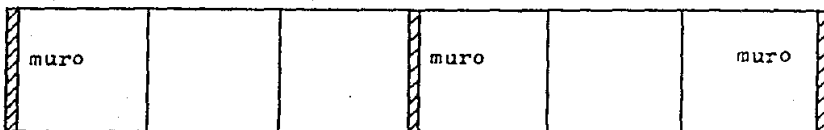
Para concluir, las recomendaciones y conclusiones obtenidas pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Los métodos de análisis estructural que suponen el comportamiento del sistema de piso como un diafragma infi--

nitamente rígido no son lo suficientemente adecuados para representar el comportamiento de estructuras con plantas muy alargadas sujetas a cargas ó fuerzas laterales.

- Dentro de las hipótesis planteadas para considerar la deformación de la losa en su plano, se acepta el comportamiento del sistema de piso como el de una viga continua sometida a carga uniformemente repartida en el plano de la losa. Dicho comportamiento ha sido comprobado por el Doctor Nakashima (referencia 5) durante pruebas experimentales que consistieron en someter losas a una carga en su propio plano.
- Aunque algunos autores recomiendan para las estructuras con plantas muy alargadas colocar muros de cortante en los marcos extremos para reducir los problemas de torsión, esto lejos de ayudar ó veneficiar a la estructura resulta contraproducente, pues lo único que se logrará será aumentar los desplazamientos relativos entre los marcos centrales y los marcos extremos como lo muestran las gráficas de las figuras IV.1.2 y IV.4.2, propiciando con esto un incremento muy considerable en las fuerzas cortantes para los marcos centrales, lo cual conducirá a una subestimación de las fuerzas en las columnas de dichos marcos.
- Cuando se tenga una planta con las características anteriores (muros en los marcos extremos), incrementar las fuerzas sísmicas un veinte porciento como lo especifican las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo, no es suficiente para resolver el problema, conduciendo con esto solo a una falsa sensación de seguridad, siendo

Lo más conveniente aplicar el método planteado en el capítulo cuarto para obtener el grado de incremento en las fuerzas laterales ó colocar un muro de cortante en el marco central (si es posible) como se muestra en la siguiente figura, para restringir el desplazamiento de este marco.



(Planta)

- Cuando se tengan estructuras con plantas como la mostrada en el segundo capítulo (sin muros en los extremos), para considerar el efecto de la deformación del sistema de piso, es suficiente seguir la recomendación de las Normas Técnicas Complementarias e incrementar un veinte por ciento las fuerzas sísmicas, pero únicamente para los marcos centrales, pues si este incremento se realiza para todos los marcos transversales, el diseño de los marcos extremos sería ó estaría sobrado.
- Para fines prácticos de diseño de la estructura, podría considerarse como una envolvente analizar el edificio con la suposición de que el sistema de piso se comporta como un diafragma infinitamente rígido, los marcos extremos diseñarlos con las fuerzas obtenidas de una distribución de torsiones convencional y posteriormente aplicar el método de corrección a las fuerzas laterales para el diseño del marco central y el marco adyacente a cada lado del central.
- Aunque las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por

Sismo fijan en la sección 6 ciertas condiciones de regularidad para un edificio, a mi juicio no implica que se tenga que sujetar rigurosamente a estas condiciones y no se pueda concebir una estructura que se salga de estas limitantes.

El hacer que una estructura se apegue a estas características se esta logrando ó consiguiendo que no se tengan efectos raros ó adicionales en su comportamiento, pues se evitan problemas por esbeltez de la estructura, plantas alargadas, huecos considerables en los sistemas de piso, concentraciones de masa en algún nivel, cambios bruscos de rigidez, se tratan de evitar problemas por torsión al obligar a una estructura simétrica en todos los aspectos, es decir, en términos generales se trata de lograr una estructura que por sus características y consecuentemente por su comportamiento pueda idealizarse para su análisis con las hipótesis presentadas en el primer capítulo, aunque considero que sí es posible lograr crear estructuras que estén fuera de este lineamiento siempre y cuando se tenga el suficiente cuidado para considerar todos los efectos adicionales que pudieran presentarse en su comportamiento y no pasarlos por alto.

R E F E R E N C I A S

- 1.- Departamento del Distrito Federal
"Leyes y Reglamentaciones Relacionadas con la Construcción
en el D.F."
C.I.C.M., 1989
- 2.- Departamento del Distrito Federal
"Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Cons--
trucciones para el D.F."
C.I.C.M., 1989
- 3.- Caballero Badillo Carlos E.
"Efecto de la Flexibilidad del Sistema de Piso"
Tesis de maestría, U.N.A.M., 1986
- 4.- Kiyoshi Muto
"Aseismic Design Analysis of Buildings"
Maruzen Company, LTD.
Tokyo, 1974
- 5.- Nakashima F. Huang y Lu L.
"Experimental Study of Beam-Supported Slabs Under In-Plane
Loading"
ACI, Journal, Vol. 79, No 1, Febrero 1982
- 6.- Bazan E. y Dyer
"Análisis de la Rigidez del Sistema de Piso en su Plano"
S.M.I.E.
Memorias del III Congreso, Abril 1983

- 7.- Del Valle Calderon E.
"El Modelo Matemático de una Estructura"
S.F.I.E.
Memorias del III Congreso, Abril 1983
- 8.- Departamento del Distrito Federal (Secretaría General de Obras)
"Manual de Análisis Sísmico de Edificios"
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y los Asentamientos Humanos
México D.F., 1988
- 9.- Bazan E. y Meli R.
"Manual de Diseño Sísmico de Edificios"
Limusa, 1985
- 10.- Christopher Arnold y Reitheman Robert
"Configuración y Diseño Sísmico de Edificios"
Limusa, 1987