

Nº 100  
REV.

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



## REVISION ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION DAÑADA POR EL SISMO DEL 23 DE NOVIEMBRE DE 1987 EN MEXICALI, B. C.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A N :

FERNANDO RIVERA GALVAN

SERGIO GRANILLO RIVERO

MEXICO D. F.

1992

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis 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.

## INDICE

### I.- INTRODUCCION, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

I.1	Conceptos básicos referentes a los sismos	1
I.2	Semblanza histórica de los sismos en el Valle Imperial	7
I.3	Características del sismo del 24 de septiembre de 1987	10
I.4	Recomendaciones para la configuración y diseño estructural de edificaciones contra efectos sísmicos	13
II	LOCALIZACION, DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA Y DE LOS DAÑOS SUFRIDOS POR EL SISMO DE 1987	22
II.1	Localización	22
II.2	Descripción	22
II.3	Daños que sufrió la estructura por el sismo	33
III	REVISION DE LA ESTRUCTURA	35
III.1	Cargas actuantes	35
III.2	Análisis sísmico estático	48
III.2.1	Cálculo de rigideces	51
III.3	Análisis sísmico dinámico modal espectral	56
III.4	Revisión de deformaciones laterales	57
III.5	Estudio de torsión	60
III.6	Revisión de elementos estructurales	66
III.7	Cargas últimas	67
III.8	Revisión de efectos de esbeltez	69
III.9	Momentos últimos	77
III.10	Flexocompresión	88
	Relación de cargas actuantes/ resistentes (Pu/Pr)	90
	Relación de cargas actuantes/ resistentes (Pu/Pr)	92
III.11	Cortante en columnas	94
	Relación de cortantes actuantes/ resistentes	103

IV	Soluciones propuestas	
IV.1	Solución 1	104
IV.1.1	Descripción de la Solución 1	104
IV.1.2	Rigideces	110
IV.1.3	Análisis sísmico dinámico modal espectral	111
IV.1.4	Estudio de torsión	114
IV.1.5	Revisión de elementos estructurales	121
IV.1.5.1	Cargas últimas	121
IV.1.5.2	Efectos de esbeltez	125
IV.1.5.3	Momentos últimos	130
IV.1.5.4	Revisión a Flexocompresión	141
IV.1.5.5	(Pu/Pr) X'X	143
	(Pu/Pr) Y'Y	145
IV.1.5.6	Comentarios solución 1	146
IV.2	Solución 2	
IV.2.1	Descripción de la Solución 2	147
IV.2.2	Rigideces	153
IV.2.3	Análisis sísmico dinámico modal espectral	155
IV.2.4	Estudio de torsión	158
IV.2.5	Revisión de elementos estructurales	166
IV.2.5.1	Cargas últimas	166
IV.2.5.2	Efectos de esbeltez	169
IV.2.5.3	Momentos últimos	174
IV.2.5.4	Revisión a Flexocompresión	185
IV.2.5.5	(Pu/Pr) X'X	186
	(Pu/Pr) Y'Y	187
IV.2.5.6	Revisión de cortantes en columnas	188
	Cortantes actuantes/ resistentes	196
IV.2.5.7	Revisión de trabes	197
IV.2.5.8	Revisión a flexión	203
	Revisión de cortantes	214
IV.2.5.9	Revisión de muros	224
IV.2.6	Comentarios de la Solución 2	231
V	COMENTARIOS Y CONCLUSIONES	232
	BIBLIOGRAFIA	234

## I.- INTRODUCCION, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

### I.1 CONCEPTOS BASICOS REFERENTES A LOS SISAMOS.

Para darnos una idea de las características y herramientas que se utilizan en Ingeniería para los sismos, hablaremos de algunos conceptos básicos.

Los sismos están asociados a movimientos de la corteza terrestre. Existen principalmente dos clases de movimientos sísmicos, los tectónicos y los volcánicos; por su frecuencia e intensidad los primeros son los que producen mayores efectos desde el punto de vista ingenieril.

La causa primordial de los principales sismos de origen tectónico se deben al movimiento relativo entre las placas que componen la corteza terrestre y el vencimiento de la fricción existente entre ellas. Este movimiento se propaga en y a través de la Tierra, así como alrededor de su superficie.

Para saber donde se originó un sismo necesitamos conocer el foco, el epicentro y la profundidad focal.

El foco se define como el punto teórico donde se inicia el movimiento telúrico. La proyección del foco sobre la superficie terrestre recibe el nombre de epicentro y

profundidad focal es la distancia existente entre el foco y la superficie terrestre. Con lo anterior, un sismo puede ser de foco superficial, intermedio y profundo.

Superficial: Cuando la profundidad focal varía entre 0 y 70 km.

Intermedio : Profundidad focal entre 70 y 300 km.

Profundo : Profundidad focal mayor de 300 km.

En la actualidad se les registra mediante instrumentos llamados sismógrafos y a la gráfica resultante se le llama sismograma.

Los sismógrafos de movimiento fuerte, denominados acelerómetros o acelerógrafos, se diseñan para registrar directamente movimientos de tierra cercanos y no lejanos; produce un registro denominado acelerograma. Los instrumentos normalmente se colocan de tal modo que midan movimientos a lo largo de dos ejes horizontales y uno vertical. Las medidas más importantes que generan son tres: aceleración, velocidad y desplazamiento.

La aceleración indica el cambio de velocidad. Por lo general, la aceleración se mide en términos de g (gravedad =  $9.8\text{m/s}^2$ ), que es la aceleración de un cuerpo

profundidad focal es la distancia existente entre el foco y la superficie terrestre. Con lo anterior, un sismo puede ser de foco superficial, intermedio y profundo.

Superficial: Cuando la profundidad focal varía entre 0 y 70 km.

Intermedio : Profundidad focal entre 70 y 300 km.

Profundo : Profundidad focal mayor de 300 km.

En la actualidad se les registra mediante instrumentos llamados sismógrafos y a la gráfica resultante se le llama sismograma.

Los sismógrafos de movimiento fuerte, denominados acelerómetros o acelerógrafos, se diseñan para registrar directamente movimientos de tierra cercanos y no lejanos; produce un registro denominado acelerograma. Los instrumentos normalmente se colocan de tal modo que midan movimientos a lo largo de dos ejes horizontales y uno vertical. Las medidas más importantes que generan son tres: aceleración, velocidad y desplazamiento.

La aceleración indica el cambio de velocidad. Por lo general, la aceleración se mide en términos de  $g$  (gravedad =  $9.8m/s^2$ ), que es la aceleración de un cuerpo

que cae libremente debido a la gravedad de la tierra.

La velocidad, que se mide en pulgadas o centímetros por segundo, se refiere al cambio de movimiento del suelo.

El desplazamiento, medido en pulgadas o centímetros, se refiere a la distancia de una partícula que se mueve de su posición de reposo.

La medida de aceleración se usa comúnmente para indicar el posible poder destructivo de un sismo en relación con un edificio. Una medida más significativa es la aceleración combinada con la duración.

Los sismos inducen una vibración forzada a las estructuras. La respuesta dinámica de una estructura se expresa generalmente en función de su período de vibración y su ordenada espectral de respuesta. Por otro lado cada suelo presenta un período característico de oscilación dependiendo de su naturaleza, profundidad, humedad, estratificación, etc. Cuando coinciden o se asemejan los períodos de vibración del suelo y de la estructura se produce el efecto de resonancia, que es una gran amplificación de la respuesta dinámica de la estructura ante la excitación sísmica inducida.

Un sismo produce varios tipos de ondas, creadas por la ruptura de una falla . La primera es la primaria u onda



P, que es la más rápida y se desplaza a aproximadamente 8 km/seg ó 28,800 km/h y es la que arriba primero a una estación de registro. Tiene la forma de una onda de sonido que a medida que se propaga empuja y jala alternativamente al suelo. El segundo tipo de onda es la secundaria u onda S; ésta corta a la roca lateralmente en ángulo recto con respecto a la dirección de propagación. El tercer tipo es una onda superficial denominada Onda de Love, que es similar a una onda secundaria sin desplazamiento vertical; mueve al suelo de un lado a otro horizontalmente paralela a la superficie del suelo, en ángulos rectos a la dirección de propagación y produce sacudidas horizontales. El cuarto tipo, también una onda superficial, se conoce como Onda de Rayleigh; en ésta el material perturbado se mueve tanto vertical como horizontalmente en un plano vertical, alineado en la dirección en que viajan las ondas. De las dos ondas superficiales, las de Love generalmente se desplazan más rápido que las de Rayleigh.

Para el diseño de una estructura en una zona determinada, es importante considerar las aceleraciones registradas a lo largo del tiempo, para que a partir de estas y con un margen de seguridad podamos someter a nuestros proyectos a las condiciones más desfavorables de dicha zona y así diseñar estructuras que sean capaces de soportar esas condiciones hipotéticas con una

seguridad razonable.

Comúnmente se usan dos sistemas de medición de temblores, y por varias razones, ninguno es realmente satisfactorio desde el punto de vista del diseño de edificios.

La primera medida es la magnitud del temblor, a menudo se expresa como magnitud de Richter, la cual es la medida instrumental del sismo, basada en la lectura de un sismógrafo y permitiéndonos estimar la energía liberada por el movimiento telúrico. Es única para cada temblor y no es acotada, es decir, no tiene límites y empieza a ser importante a partir del grado 5°. Existen varios tipos de magnitud, según la onda que se emplea para determinarla tales como la magnitud de ondas superficiales (ms), magnitud de ondas de cuerpo (mb), ml, etc.

La segunda es la intensidad de un sismo, es variable y no se mide con instrumentos, es subjetiva por que se asigna en función de los efectos que produce un sismo en una determinada localidad y con base en la descripción de una escala, por tanto es acotada. Es diferente dependiendo de la localidad para un mismo temblor, puesto que depende de las condiciones geológicas y naturaleza del suelo de la zona, entre otros factores. Una de las escalas más conocidas es la de Mercalli

Una de las escalas más conocidas es la de Mercalli (modificada), la cual empieza a ser importante a partir del grado V.

Los sismógrafos y acelerógrafos, son péndulos simples, sin embargo obtienen registros diferentes debido a la diferente relación que guardan entre su masa y su rigidez, para cada aparato. En el sismógrafo la relación masa entre rigidez es muy grande y registra la variación de los desplazamientos en el tiempo, mientras que por el contrario, en el acelerógrafo dicha relación es muy pequeña y comienza a trabajar solo bajo la excitación de aceleraciones considerables y registra la variación de las aceleraciones del terreno en el tiempo.

Así mismo, a los temblores intensos siguen sistemáticamente una serie de sismos conocidos como réplicas, generalmente de magnitud bastante inferior a la del movimiento original. El fenómeno dura desde varios días hasta unos años dependiendo de la magnitud de la primera sacudida. La magnitud y frecuencia de las réplicas tienden a disminuir pronunciadamente con el tiempo. Los focos de las réplicas se hallan en la vecindad del de el primer sismo.

## I.2 SEMBLANZA HISTORICA DE LOS SISMOS EN EL VALLE IMPERIAL

El valle de Mexicali (Valle Imperial) ha presentado a lo largo del tiempo una gran actividad sísmica, esta actividad se debe a los movimientos de separación entre las placas Pacífica y Continental. Sin importar que este hecho se ha realizado a lo largo del tiempo, se debe tomar en cuenta que la energía que produce un sismo no es liberada en su totalidad sino que parte de ella se acumula en tensiones y esfuerzos que aumentan con el movimiento de las placas continental y pacífica, por lo que se han y habrán de desencadenar más sismos; toda esta zona se considera prolongación de las fallas de San Andrés y San Jacinto (la falla Imperial, la falla Laguna Salada y la falla de Cerro Prieto). Ver figura 1.2.1.

Se tienen antecedentes históricos de grandes sismos que datan del siglo XVII que no especifican con exactitud el lugar donde sucedió dicho movimiento y solo se sabe de su fuerza destructora, por lo que debemos tomar las precauciones adecuadas en toda la zona de Baja California y en especial la zona norte que incluye al valle de Mexicali; dicha zona presenta cinco veces mayor sismicidad con respecto al resto de la península.

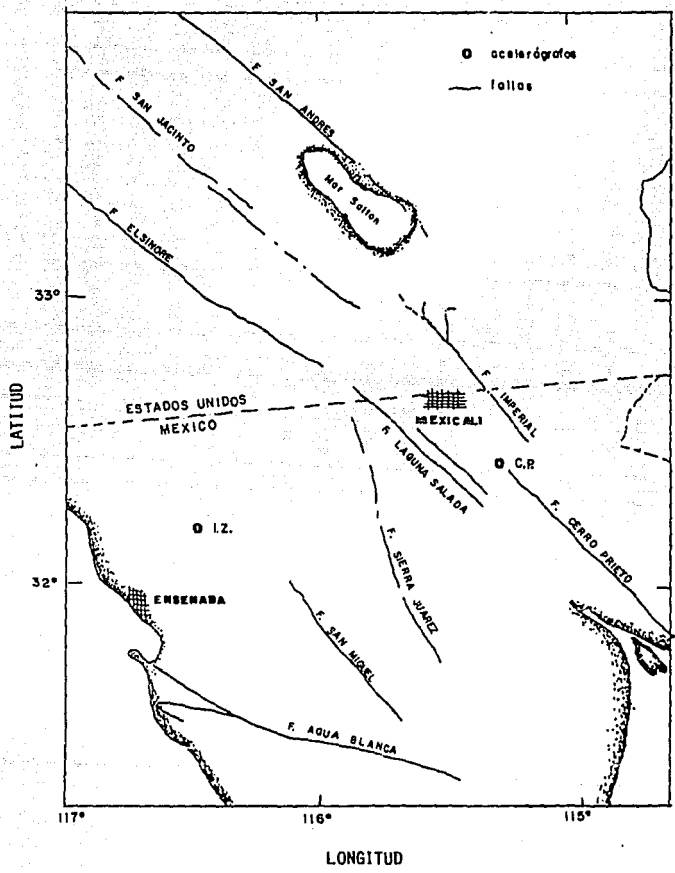


Figura 1.2.1

Se cuenta con registros confiables a partir de 1940, cuando los Estados Unidos instalaron varias estaciones bien instrumentadas en la zona; es a partir de 1965 a la fecha que se instala en México una red de sismógrafos y

acelerógrafos colocados por parte de la Universidad Nacional Autónoma de México, la Comisión Federal de Electricidad, la Secretaría de Obras Públicas, El Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), el CONACYT y cooperación exterior, como se muestra en la figura 1.2.2.

Se considera que muchos de los sismos de magnitud inferior a 7 grados ocurridos antes de 1900 pudieron haber sido olvidados y los datos de los movimientos ocurridos entre 1850 y 1914 pueden no ser muy precisos.

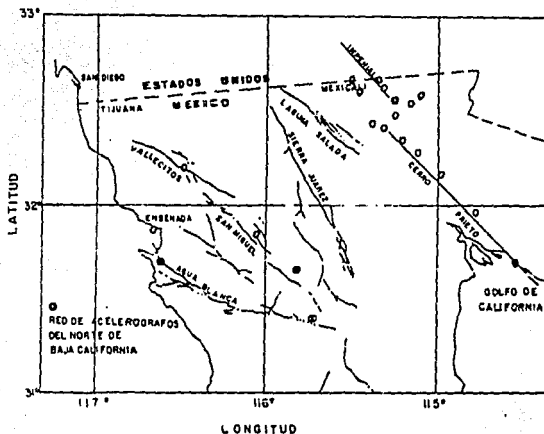


Figura 1.2.2

La ocurrencia de temblores a lo largo de las fallas Imperial y Cerro Prieto ha variado por periodos, antes y después de 1915. Entre 1852 y 1914 solo cuatro sismos fueron asociados a estas fallas. de 1915 a 1980 hubieron 8 macrosismos (con sus múltiples réplicas que siguieron al primer movimiento)

En la tabla 1.2.1 se presenta una lista de los sismos de magnitud mayor o igual a cinco grados de la escala de Richter.

### **I.3 CARACTERISTICAS DEL SISMO DEL 24 DE NOVIEMBRE DE 1987**

Los días 23 y 24 de noviembre de 1987 ocurrieron dos sismos de magnitud intermedia en la zona de Superstition Hills, al oeste de Westmoreland, Condado Imperial, California causando gran alarma entre las poblaciones a uno y otro lado de la frontera internacional. Estos sismos fueron seguidos de un número considerable de réplicas de magnitud menor.

Según la información proporcionada por el California Institute of Tecnology (CIT) para el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada Baja California, las coordenadas hipocentrales y la magnitud de los sismos principales son:

VALLE IMPERIAL DE MEXICALI DESDE 1852 A 1987 MAYORES O IGUALES A 5.0							
AÑO	DIA	HORA (UTC)	ORIGEN		mb	Mo	Mw
			LATITUD	LONGITUD			
1852	Nov. 29		Cerro Prieto ?			6	7
1875	Nov. 15		Cerca Mexicali ?			6.0	6.5
1891	Ago. 7		Mesa de Andrade?			6.0	6.3
1903	Ene. 24		31.5?	115.00	>7	3.0	7.0
1906	Apr. 19	0:30	32.9	115.00	5.7	3.0	5.7
1915	Jun. 23	3:59	32.8	115.00	5.6	0.2	5.5
1915	Jun. 23	4:56	32.8	115.00	5.6	0.2	5.5
1915	Nov. 21	0:13	32.0	115.00	6.6		
1927	Ene. 1	8:16	32.5	115.50	5.7		
1927	Ene. 1	9:13	32.5	115.50	5.7		
1934	Dec. 30	13:52	32.25	115.50	6.5	4.0	6.4
1934	Dec. 31	18:45	32.2	115.00	7.1	40.0	7.1
1935	Feb. 23	17:45	32.0	116.00	6.0	<0.1	5.3
1940	May. 19	4:36	32.73	115.50	6.7	30.0	7.0
1940	May. 19	5:51	32.76	115.48	5.5		
1940	May. 19	6:33	32.76	115.48	5.0		
1940	May. 19	6:35	32.76	115.48	5.5		
1940	May. 19	6:55	32.76	115.48	5.5		
1953	Jun. 14	4:17	32.95	115.71	5.5		
1954	Feb. 1	4:32	32.3	115.30	5.6		
1954	Feb. 1	4:23	32.3	115.30	5.2		
1954	Feb. 1	13:05	32.3	115.30	5.1		
1955	Abr. 25	10:43	32.33	115.00	5.2		
1955	Dic. 17	6:07	33.0	115.50	5.4		
1966	Ago. 7	17:36	31.8	114.50	6.3	3.0	6.3
1976	Dic. 7	12:59	31.983	114.78	5.2		
1978	Mar. 11	23:57	32.29	115.08	5.0		
1978	May. 5	21:03	32.216	115.31	5.5		
1979	Oct. 15	23:16	32.644	115.30	6.6	6.0	6.5
1979	Oct. 16	1:00	32.908	115.52	5.1		
1979	Oct. 16	6:19	32.928	115.54	5.5		
1979	Oct. 16	6:59	32.978	115.55	5.8		
1980	Jun. 9	3:28	32.216	115.00	6.1	4.5	6.4
1981	Abr. 26	12:09	33.10	115.63	5.5		
1987	Nov. 23	17:54	33.50	115.46	5.8		
1987	Nov. 24	5:15	33.00	115.50	6.0		

TABLA 1.2.1



Primer Sismo:

Noviembre 23, 17 h 54 m 14 s  
 33° 5.0' Latitud norte  
 115° 46.5' Longitud Oeste  
 Profundidad 5.0 km  
 Magnitud 5.8

Segundo Sismo:

Noviembre 24, 5 h 15 m 56 s  
 33° 0.8' Latitud norte  
 115° 50.3' Longitud Oeste  
 Profundidad 2.0 km  
 Magnitud 6.0

Dichos movimientos dieron como resultado un daño considerable en las ciudades fronterizas de Caléxico y Mexicali.

FECHA	ESTACION	DISTANCIA (KM)	MAX. ACELERACIONES (cm/seg/seg)		
			LONG.	VERT.	TRANS.
23-XI-87	Cerro Prieto	88.0	28.2	14.2	16.9
	Hospital(sot)	60.0	29.0	20.7	16.3
	Hospital(2op)	60.0	46.9	-----	59.6
24-XI-87	Cerro Prieto	84.0	146.4	96.3	174.6
	Hospital(sot)	57.0	156.6	134.8	174.2
	Hospital(2op)	57.0	287.5	-----	324.5
	I. Zaragoza	108.0	38.6	10.9	31.0

El informe sísmico del Bulletin of the Seismological Society of America indica que al menos 94 personas resultaron lastimadas y un daño aproximado a los 4

millones de dolares en el Condado Imperial; en México presenta los mayores daños en la ciudad de Mexicali y sus alrededores, donde 3,000 personas perdieron o resultaron damnificadas en sus hogares temporalmente por el sismo, que las mayores intensidades fueron registradas en las estaciones de El Centro y Westmoreland en donde se registraron aceleraciones de 0.21g a 0.36g

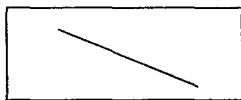
#### **I.4 RECOMENDACIONES PARA LA CONFIGURACION Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES CONTRA EFECTOS SISMICOS.**

Para cualquier edificación resulta de vital importancia la configuración estructural que se define como el tamaño y forma del edificio. También se incluye la naturaleza, el tamaño y la situación de los elementos estructurales, así como, los no estructurales.

La clasificación de la configuración se basa en apreciaciones sobre una combinación de geometría pura, importancia sísmica y uso del edificio, es decir, configuraciones que por su utilidad se repiten constantemente en la práctica.

La base de la configuración distingue dos tipos de formas: la sencilla y la compleja.

Definiendo como sencilla cuando es imposible conectar dos puntos cualesquiera dentro de la figura mediante una línea que cruce los límites de la figura.



SENCILLA

Como compleja cuando dos puntos de la figura se pueden conectar mediante una línea que cruza los límites de la figura.



COMPLEJA

Estas formas se aplican para plantas o elevaciones, de la combinación de estas se puede formar una matriz que define las cuatro categorías básicas de las formas de los edificios.

Se escogieron para definir tres componentes de la configuración, los cuales se eligieron por que tienen importancia en el diseño sísmico y son el resultado de las primeras tomas de decisiones en el diseño esquemático de los edificios, que son: Requisitos de

diseño del perímetro, división del espacio interior y núcleos.

1) Requisitos de diseño del perímetro:

a) Porcentaje abierto: Define la medida a la cual se puede abrir el perímetro para iluminación natural, vista u otros propósitos.

b) Uniformidad : Define la medida en que los elementos exteriores opacos y abiertos se distribuyen en manera uniforme entre las fachadas de los pisos o edificios.

2) División del espacio interior:

a) Intensidad : Cantidad de muros y divisiones interiores, expresada con una relación lineal entre longitud total de divisiones y área de la planta.

b) Adaptabilidad : Define la medida en la cual los elementos de división del espacio interior son permanentes.

### 3) Núcleos:

Una serie de aberturas en los pisos alineadas verticalmente para permitir la penetración de servicios mecánicos verticales, elevadores o escaleras en el edificio.

Un núcleo puede o no estar cerrado con material estructural para resistir fuerzas verticales y/o laterales.

El diseño estructural tiene como fin proporcionar soluciones que por medio del aprovechamiento óptimo de los materiales y de las técnicas constructivas disponibles y cumpliendo con las restricciones del proyecto, den lugar a un buen comportamiento de la estructura en condiciones normales de funcionamiento de la construcción y a una seguridad adecuada contra la ocurrencia de algún estado límite de falla y/o de servicio.

Entendiendo por estado límite de falla cuando la capacidad de la estructura ó alguno de sus elementos agota su capacidad resistente, así mismo cuando la estructura sea incapaz de resistir nuevas acciones; y el

de servicio es cuando la estructura deja de operar en forma eficiente pudiéndose apreciar en deformaciones excesivas, grietas, vibraciones, etc., sin afectar la capacidad de resistencia de la estructura.

Así pues, podemos concebir una estructura como un sistema, es decir como un conjunto de elementos que se combinan en forma ordenada con el propósito de resistir de manera satisfactoria las acciones permanentes y/o accidentales a las cuales se verán sometidas durante su vida útil.

La estructuración de un edificio va a marcar el comportamiento del mismo a lo largo de su vida, no se puede lograr que un edificio mal estructurado presente un comportamiento adecuado ante sismos, por mucho que se invierta en los procesos de análisis y dimensionamiento, por el contrario, los edificios que han sido concebidos considerando un buen esqueleto y bien detallados han tenido un buen comportamiento ante los sismos, aunque no cumplan con todo lo que les pide el reglamento.

La respuesta ante sismos depende de las características de masa y de rigidez de los sistemas estructurales. Son igualmente importantes la resistencia, el amortiguamiento y la capacidad de absorción de energía.

Basados en la experiencia han surgido algunas

recomendaciones para la concepción de una estructura que responda adecuadamente ante los sismos; dichas recomendaciones son:

a) Poco peso

Considerando que las fuerzas de inercia son proporcionales a la masa y a su vez al peso debe procurarse que los elementos estructurales y los no estructurales sean del menor peso posible. Es conveniente hacer notar que en voladizos o en vigas con claros muy largos el peso excesivo también puede producir fuerzas de inercia verticales de magnitudes considerables que se sumarían a la gravedad.

b) Plantas poco alargadas

Es recomendable que las plantas no sean muy alargadas ya que con ello se reducen las posibilidades de que actúen más de un movimiento al mismo tiempo en la estructura.

c) Simetría, sencillez y regularidad en planta

Como primer punto a favor de esta recomendación tenemos que se entiende mejor el comportamiento sísmico global con respecto a una planta compleja; la falta de regularidad da lugar, generalmente a falta

de simetría, ya sea en masas, rigideces o resistencias produciendo efectos de torsión que son difíciles de evaluar con precisión. Deben evitarse las plantas con entrantes y salientes. Se pueden tener plantas que geoméricamente sean simétricas pero su distribución de rigideces no lo sea; esto también conduce a problemas de torsión. Un tercer caso de irregularidad en planta, es el que se provoca debido a que los pisos tienen diferentes rigideces en su plano, lo cual da lugar a distribuciones irregulares de las fuerzas de inercia de los pisos entre los elementos verticales resistentes al sismo.

Una recomendación adicional es la de no concentrar los elementos más rígidos y resistentes en la zona central de las plantas, porque son menos efectivos para resistir torsiones.

Las ventajas de eliminar la torsión y lograr estructuraciones sensiblemente simétricas son mayores a medida de la altura del edificio. Esto se debe a que las amplificaciones dinámicas de los efectos de torsión son más significativas en estructuras flexibles .

d) Sencillez, simetría y regularidad en elevación

La sencillez y simetría en elevación son convenientes



por los mismas razones que son en planta. En elevación es conveniente que no existan cambios bruscos en las dimensiones del edificio, ni en las distribuciones de masas, rigideces y resistencias; no conviene la concentración de esfuerzos en sólo algunos pisos.

Los cambios bruscos en elevaciones provocan que éstas se comporten como apéndices de la estructura con su respectivo riesgo de amplificación dinámica que produce un efecto de chicoteo.

Dowrick sugiere que la relación entre la altura total y la dimensión mínima de la base del edificio no debe ser mayor de cuatro.

- e) Uniformidad en la distribución de resistencia rigidez y ductilidad.

Esta recomendación esta muy ligada a las dos anteriores. Esta sugiere que los elementos que soportan las cargas verticales (columnas y/o muros) estén distribuidos uniformemente y sean continuos desde la cimentación hasta el último nivel; que en lo posible tengan sus dimensiones semejantes; que las vigas y columnas que se encuentren en un mismo plano y que sus ejes se intersecten para lograr una adecuada transmisión de los elementos mecánicos;

por los mismas razones que son en planta. En elevación es conveniente que no existan cambios bruscos en las dimensiones del edificio, ni en las distribuciones de masas, rigideces y resistencias; no conviene la concentración de esfuerzos en sólo algunos pisos.

Los cambios bruscos en elevaciones provocan que éstas se comporten como apéndices de la estructura con su respectivo riesgo de amplificación dinámica que produce un efecto de chicoteo.

Dowrick sugiere que la relación entre la altura total y la dimensión mínima de la base del edificio no debe ser mayor de cuatro.

- e) Uniformidad en la distribución de resistencia rigidez y ductilidad.

Esta recomendación esta muy ligada a las dos anteriores. Esta sugiere que los elementos que soportan las cargas verticales (columnas y/o muros) estén distribuidos uniformemente y sean continuos desde la cimentación hasta el último nivel; que en lo posible tengan sus dimensiones semejantes; que las vigas y columnas que se encuentren en un mismo plano y que sus ejes se intersecten para lograr una adecuada transmisión de los elementos mecánicos;

Igualmente es recomendable que ningún elemento estructural cambie sus dimensiones bruscamente.

- f) Hiperestaticidad y líneas escalonadas de defensa estructural.

Como se ha visto la resistencia de un edificio depende de su capacidad de disipar energía, con ello podemos decir que a mayor continuidad y monolitismo tenga la estructura (mayor hiperestaticidad) menor será su posibilidad de convertirse en un mecanismo inestable. Puede convenir que desde la estructuración se determinen zonas previstas para fallas, que podrían funcionar como fusibles estructurales.

- g) Congruencia entre lo proyectado y lo construido.

Para que tengan sentido todas las recomendaciones sobre el diseño de la estructura es necesario que exista una congruencia entre las hipótesis de diseño y la forma final de la estructura a la hora de construcción, es por ello que se recomienda una supervisión adecuada al momento de construir para evitar discrepancias entre lo proyectado y lo construido; es de igual importancia un detallamiento adecuado de los elementos estructurales así como los no estructurales para evitar errores y respuestas no previstas en el diseño.

## II.- LOCALIZACION, DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA Y DE LOS DAÑOS SUFRIDOS POR EL SISMO DE 1987

### II.1 LOCALIZACION

La estructura en estudio es un edificio que se encuentra en la ciudad de Mexicali, Baja California.

### II.2 DESCRIPCION

El edificio fue construido en el año de 1964, con la finalidad de dar albergue a una sucursal y oficinas bancarias.

La edificación se realizó sobre un terreno localizado en la zona sísmica C en un tipo de suelo arcilloso blando compresible (tipo de suelo III) de 530 m<sup>2</sup>. Se compone de tres niveles formados por: losa de cimentación de concreto reforzado, columnas de concreto reforzado, trabes postensadas para la trasmisión de cargas. Todos ellos agrupados para formar un sistema de marcos rígidos, así como un sistema de piso aligerado.

Las especificaciones y dimensionamientos de diseño de la estructura fueron los siguientes:

- 1) En toda la estructura se usaría un concreto con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

- 2) El concreto en las trabes sería con  $f'c = 280$   $\text{kg/cm}^2$ .
- 3) Todo el acero de refuerzo con un  $f's = 2,000$   $\text{kg/cm}^2$ , exceptuando las varillas del #2 que serían del grado normal.
- 4) Las columnas se diseñaron de dos tipos y siguiendo las especificaciones de la siguiente tabla:

COLUMNAS					
NIVEL	EJE *	SECCION	ARMADO	ESTRIBOS	TIPO
SOTANO	1 y F	45 x 45	12 # 7	#3 @ 15	1
	4	40 x 40	8 # 6	#3 @ 15	1
	INTERIOR	45 x 45	12 # 7	#3 @ 15	1
P. BAJA	1 y F	45 x 45	16 # 7	#3 @ 20	2
	4	40 x 40	8 # 3	#3 @ 20	2
	INTERIOR	40 x 40	12 # 6	#3 @ 20	2
P. ALTA	1 y F	45 x 45	16 # 7	#2 @ 15	1
	4	30 x 30	4 # 5	#2 @ 15	1
	INTERIOR	35 x 35	8 # 6	#2 @ 15	1

\* ver figura 2.2.1



TIPO 1



TIPO 2

- 5) El acero de presfuerzo con un  $f's = 15,000$   $\text{kg/cm}^2$  mínimo y se tensaría al 70% de este esfuerzo y el esfuerzo final de trabajo de  $9,000 \text{ kg/cm}^2$ .
- 6) Debajo de todas las placas de los tendones de presfuerzo y a una distancia de 7 cm de ella se pondrá una parrilla del diámetro del #2 @ 8 cm vertical y horizontalmente.
- 7) La estructura esta formada por marcos rígidos formados por columnas y trabes así como un sistema de piso aligerado con un peralte de 25 cm.
- 8) Los bloques de aligeramiento se especificaron de 20 x 20 x 40 cm.
- 9) En cuanto al dimensionamiento de la estructura, se presenta en la planta baja un volado de 1.2 m en el lado del eje A, de 1.5 m a lo largo de los ejes 1 y F, en el eje 4 de 0.90 cm. En la Planta alta y azotea, estos volados se incrementan de la siguiente forma: el del eje A se incrementa hasta 3 m del eje 2 al 3, en los ejes 1 y F el volado se incrementa hasta 3.35m

Como se muestran en las figuras 2.2.1 a la 2.2.13.

PRIMER NIVEL  
PLANTA BAJA

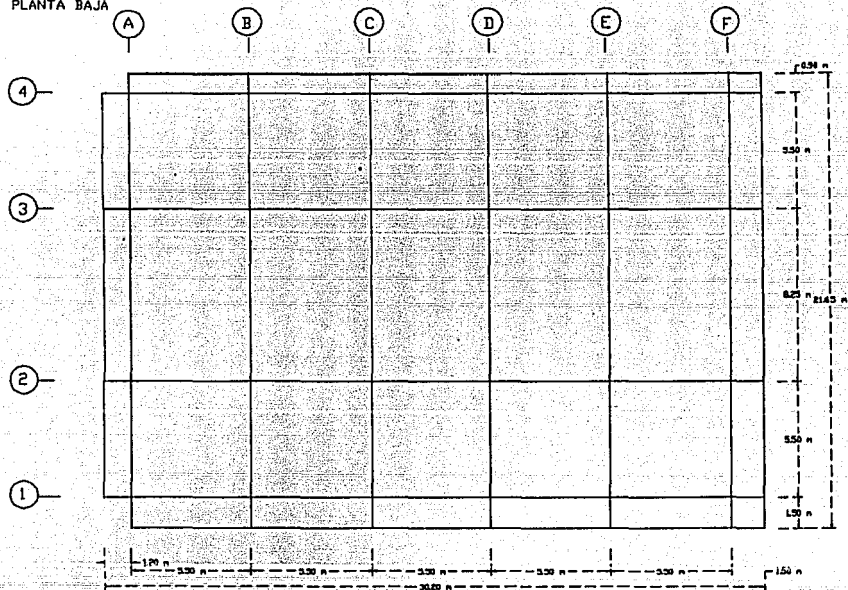


FIGURA 2.21

SEGUNDO NIVEL

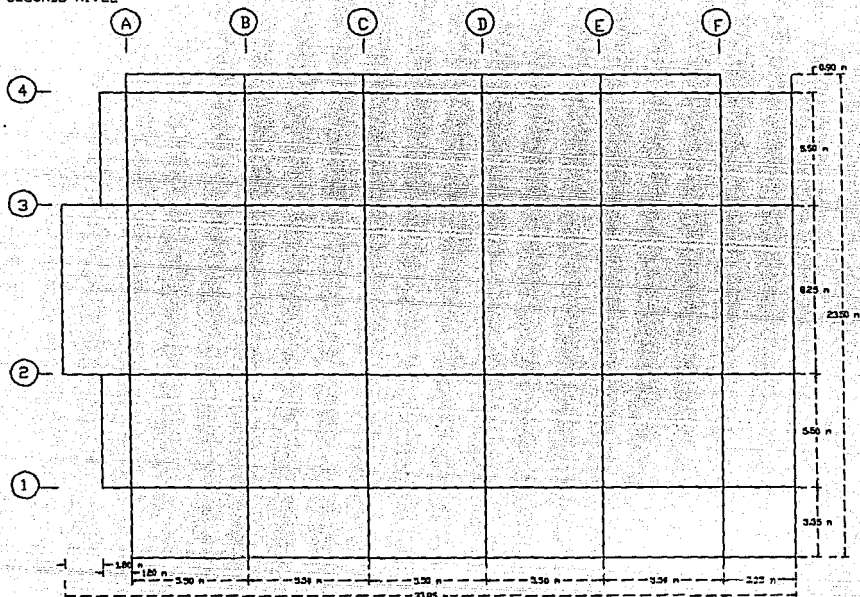


FIGURA 2.2.2



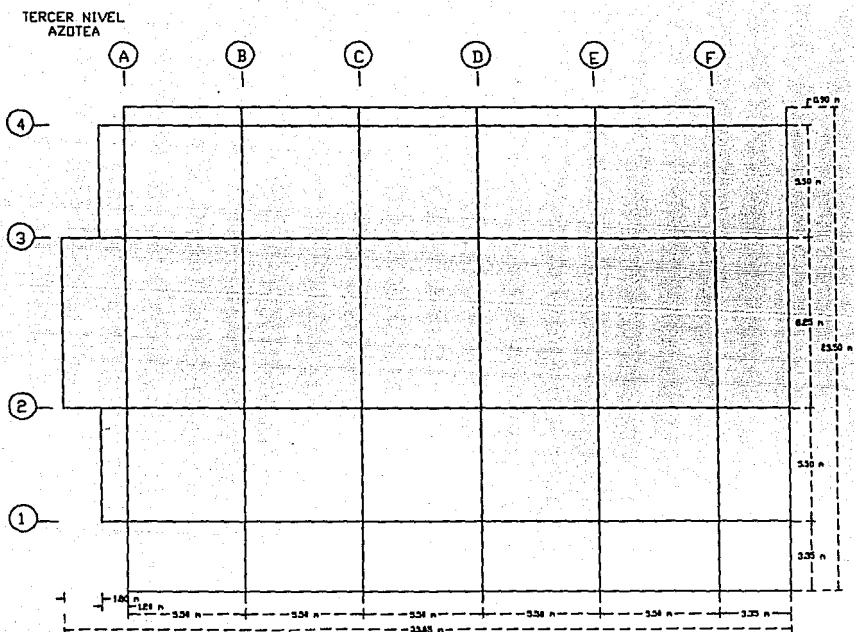


FIGURA 2.2.2

MARCO UNO

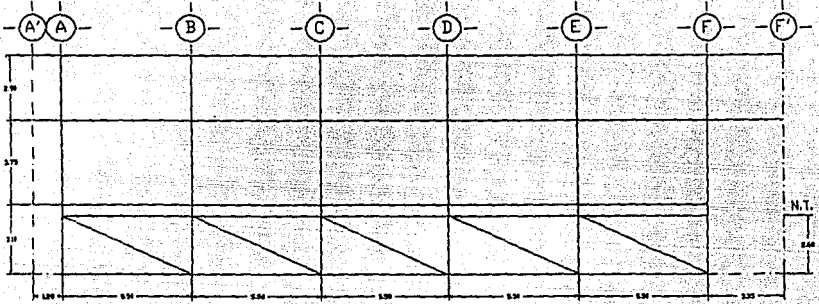


FIGURA 2.2.4

MARCO DOS

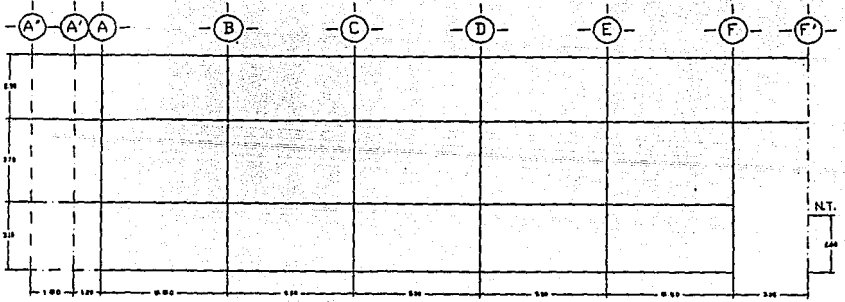


FIGURA 2.2.5

## MARCO TRES

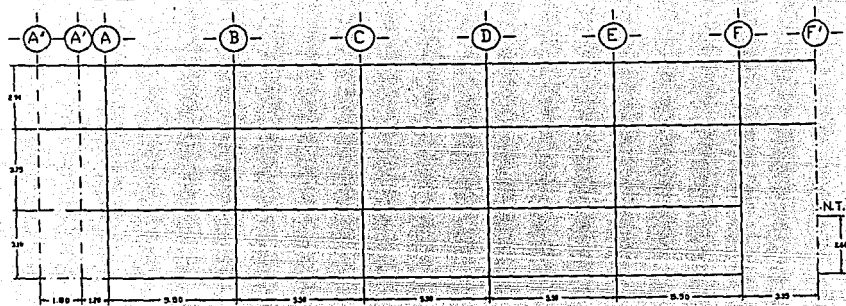


FIGURA 2.2.6

## MARCO CUATRO

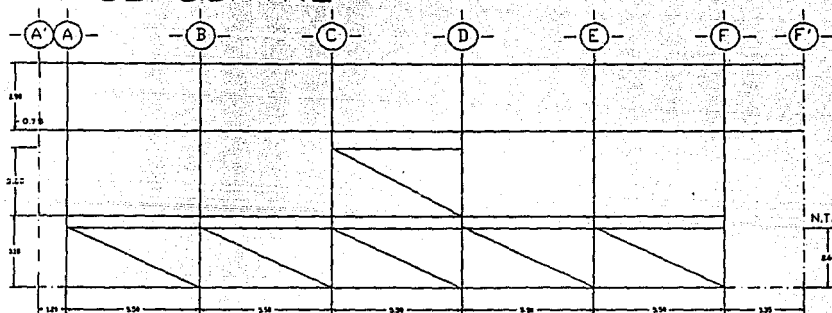
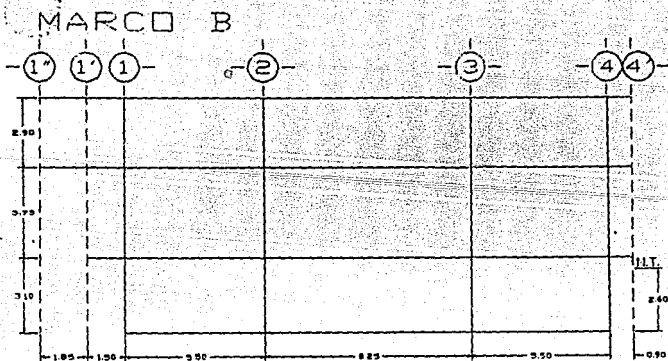
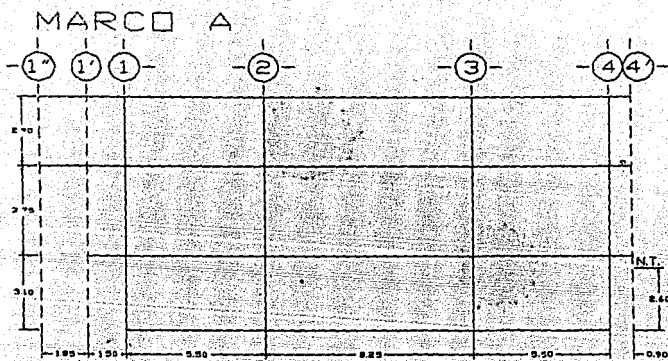
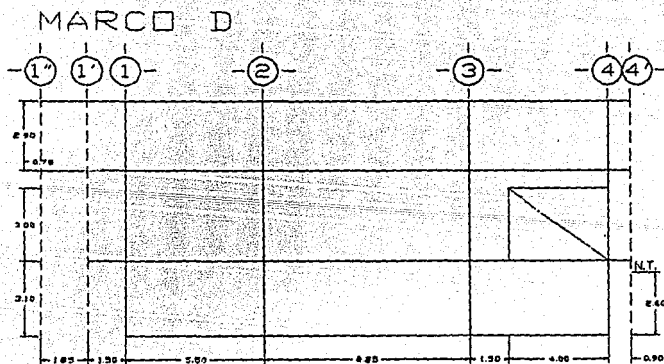
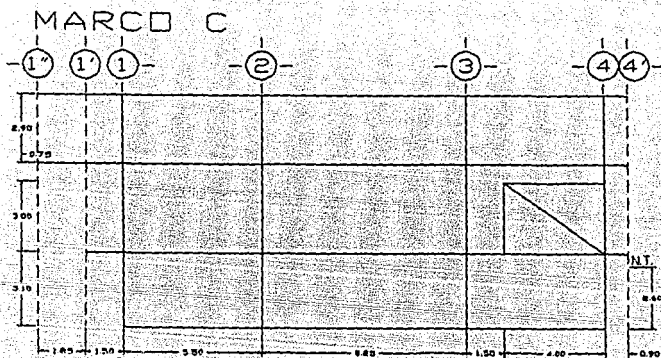


FIGURA 2.2.7





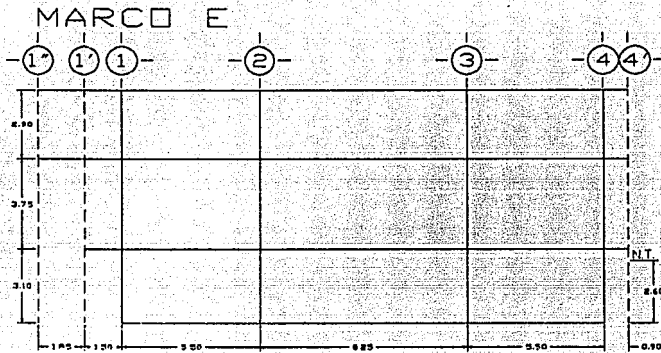


FIGURA 2.2.12

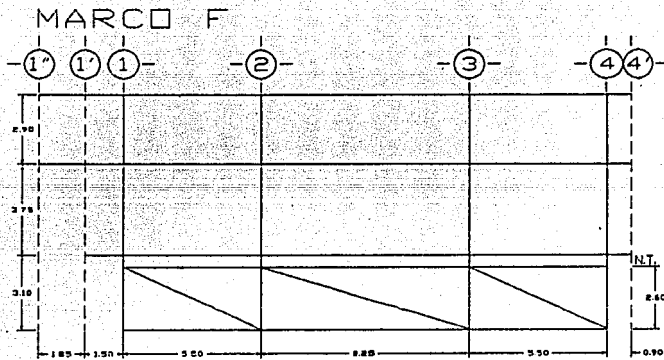
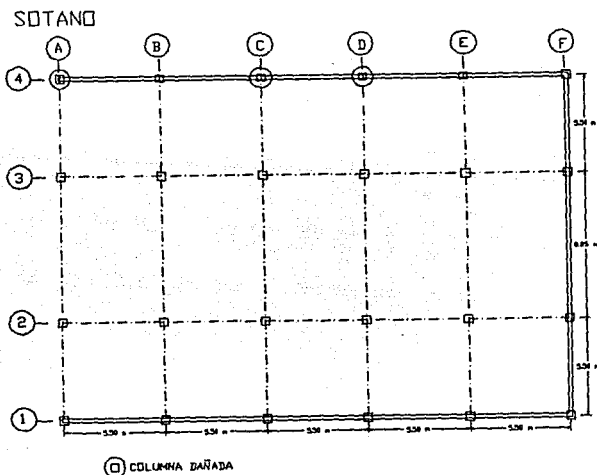


FIGURA 2.2.13

La estructura presenta simetría y sencillez, en cuanto a su forma en planta, su relación ancho largo es de 1.4, pero no en cuanto a su distribución de rigideces, ya que estas cambian en cada nivel; esto se debe a fallas en la construcción y falta de especificaciones en el diseño sobre los elementos no estructurales.

### II.3 DAÑOS QUE SUFRIO LA ESTRUCTURA POR EL SISMO

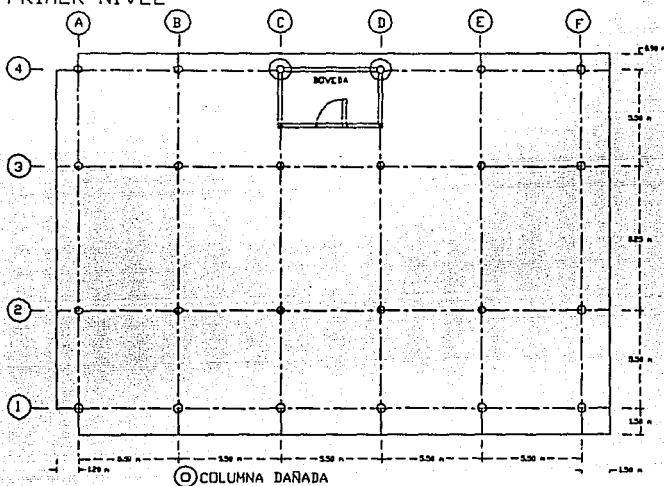
En el sótano de la estructura se empotraron en los muros de contención del terreno las columnas del mismo, provocando grandes incrementos en los cortantes que actúan sobre las columnas en esa zona y como consecuencia la fisuras en tres columnas del sótano.



En la planta baja las paredes de la bóveda eran continuas con las columnas, en una parte de la altura útil de las mismas provocando con esto columnas cortas, las cuales fallaron.

La bóveda forma un núcleo rígido en los ejes 4, C y D que provoca efectos de torsión en la estructura.

PRIMER NIVEL



En la planta superior y azotea no se observaron daños en elementos estructurales, sin embargo en la planta superior si se detectaron daños en elementos no estructurales. En cuanto a la hiperestaticidad de la estructura, cumple satisfactoriamente con este requisito. No tiene congruencia lo diseñado y lo construido.



### III.-REVISION DE LA ESTRUCTURA

#### III.1 CARGAS ACTUANTES

Cálculo del peso propio de la losa.

1) Peso del concreto armado:

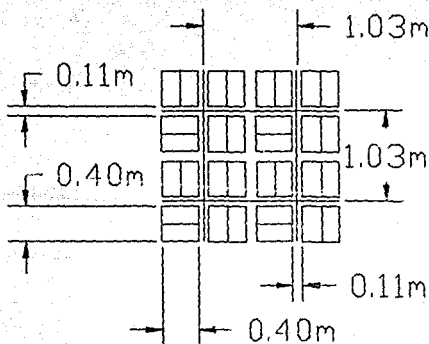
$$\frac{(1.03 \times 1.03 \times 0.25) - (8 \text{ pzas} \times 0.4 \times 0.2 \times 0.2)}{(1.03 \times 1.03)} (2400 \text{ kg/m}^3)$$

= 311 kg/m<sup>2</sup>

2) Peso de los blocks:

Peso por block = 13 kg

$$\frac{(8 \text{ pzas} \times 13 \text{ kg})}{(1.03 \times 1.03) \text{ m}^2} = 98 \text{ kg/m}^2$$



Peso propio de la losa	311 + 98 =	409 Kg/m <sup>2</sup>
Peso por acabados		100 Kg/m <sup>2</sup>
Peso por relleno		200 Kg/m <sup>2</sup>
Plafón		40 Kg/m <sup>2</sup>

CARGA MUERTA EN AZOTEA 749 Kg/m<sup>2</sup>

Peso propio de la losa	311 + 98 =	409 Kg/m <sup>2</sup>
Peso por acabados		100 Kg/m <sup>2</sup>
Plafón		40 Kg/m <sup>2</sup>
Peso de muros divisorios		200 Kg/m <sup>2</sup>
Precolado de fachada		200 Kg/m <sup>2</sup>

CARGA MUERTA DEL PRIMER NIVEL Y P.B. 949 Kg/m<sup>2</sup>

Cumpliendo con el Reglamento de Mexicali, B.C., se obtuvieron las siguientes Cargas Muertas y Vivas de cada entrepiso.

**NIVEL 3 (Azotea):**

Carga Muerta en Azotea		749 Kg/m <sup>2</sup>
Carga Viva (C.H.- C.V.)	70	100 Kg/m <sup>2</sup>
(C.H.- C.V.)	819 Kg/m <sup>2</sup>	849 Kg/m <sup>2</sup>

**NIVEL 2 :**

Carga Muerta		949 Kg/m <sup>2</sup>
Carga Viva (C.H.)	90	Kg/m <sup>2</sup>
(C.H.)	1,039	Kg/m <sup>2</sup>

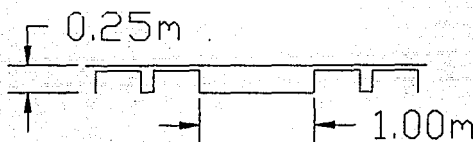
**NIVEL 1 (Planta Baja):**

Carga Muerta		949 Kg/m <sup>2</sup>
Carga Viva	(C.H.)	90 Kg/m <sup>2</sup>
	(C.H.)	<u>1,039 Kg/m<sup>2</sup></u>

**Peso propio de las trabes.**

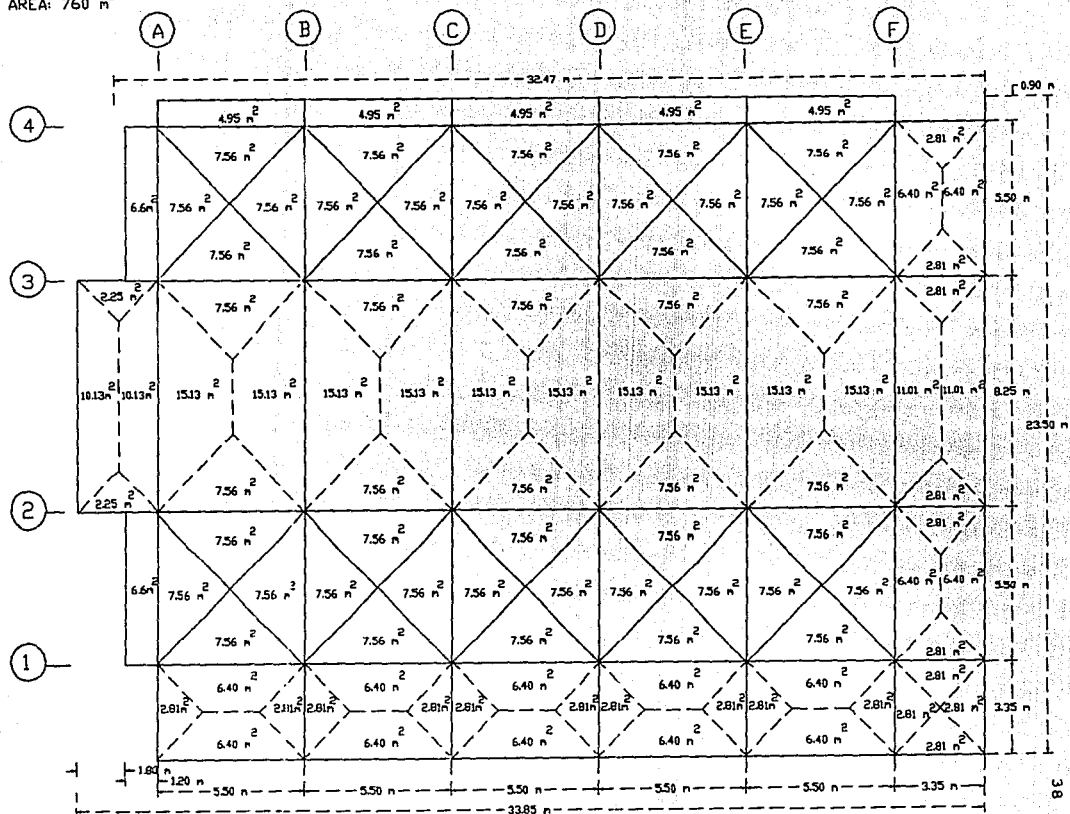
$$(0.2 \text{ m} \times 1.00 \text{ m}) = 0.2 \text{ m}^2$$

$$(0.2 \text{ m}^2 \times 2400 \text{ kg/m}^3) = 480 \text{ kg/m} = 0.48 \text{ T/m}$$

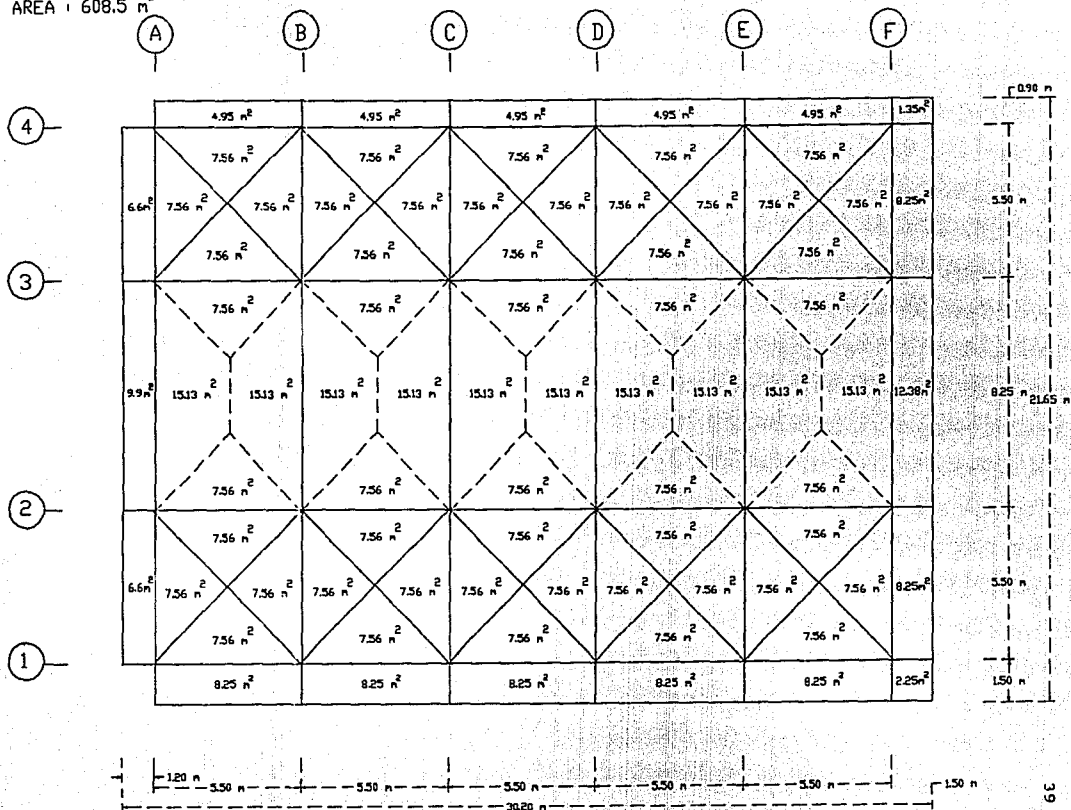


Para las cargas gravitacionales de cada nivel se obtuvieron su área tributaria para cada trabe y su carga correspondiente, se anexan tablas de su cálculo a continuación:

NIVEL TRES y DOS  
 AREA: 760 m<sup>2</sup>



NIVEL UNO  
 AREA : 608.5 m<sup>2</sup>



## CARGAS GRAVITACIONALES

NIVEL 3 :

	VOL	A	B	C	D	E	F	VOL	8.03 T
<b>TRABE 1</b>									
AREA TRIBUTARIA (m <sup>2</sup> ) :		13.96	13.96	13.96	13.96	13.96	13.96	5.82	
CARGA VIVA (T/m) :		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.17	
CARGA MUERTA (T/m) :		1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.26	
PESO DE LA TRABE (T/m) :		0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	
PESO TOTAL (T/m) :		2.63	2.63	2.63	2.63	2.63	2.63	1.90	
	↓ 6.87								
<b>TRABE 2 - 3</b>	VOL	A	B	C	D	E	F	VOL	10.88T
AREA TRIBUTARIA (m <sup>2</sup> ) :		2.25	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12	5.82	
CARGA VIVA (T/m) :		0.08	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.17	
CARGA MUERTA (T/m) :		0.58	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	1.26	
PESO DE LA TRABE (T/m) :		0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	
PESO TOTAL (T/m) :		1.12	2.81	2.81	2.81	2.81	2.81	1.90	
<b>TRABE 4</b>	VOL	A	B	C	D	E	F	VOL	4.04 T
AREA TRIBUTARIA (m <sup>2</sup> ) :		12.51	12.51	12.51	12.51	12.51	12.51	2.51	
CARGA VIVA (T/m) :		0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.08	
CARGA MUERTA (T/m) :		1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	0.83	
PESO DE LA TRABE (T/m) :		0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	
PESO TOTAL (T/m) :		2.41	2.41	2.41	2.41	2.41	2.41	1.19	

## CARGAS GRAVITACIONALES

	VOL					
	A	B	C	D	E	F
TRABE VOLADA JUNTO AL EJE 1	-----					
AREA TRIBUTARIA (m <sup>2</sup> ) :	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	2.81
CARGA VIVA (T/m) :	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.08
CARGA MUERTA (T/m) :	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.83
PESO DE LA TRABE (T/m) :	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
PESO TOTAL (T/m) :	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.19

	VOL			
	1	2	3	4
TRABE VOLADA JUNTO AL EJE A	-----			
AREA TRIBUTARIA (m <sup>2</sup> ) :		10.13		
CARGA VIVA (T/m) :		0.12		
CARGA MUERTA (T/m) :		0.82		
PESO DE LA TRABE (T/m) :		0.48		
PESO TOTAL (T/m) :		1.32		

	VOL			
	1	2	3	4
TRABE A	-----			
AREA TRIBUTARIA (m <sup>2</sup> ) :	2.81	14.16	25.26	14.16
CARGA VIVA (T/m) :	0.08	0.26	0.31	0.26
CARGA MUERTA (T/m) :	0.63	1.93	2.29	1.93
PESO DE LA TRABE (T/m) :	0.48	0.48	0.48	0.48
PESO TOTAL (T/m) :	1.19	2.67	3.06	2.67

4.04 T

VOL

## CARGAS GRAVITACIONALES

	VOL			
	1	2	3	4
TRABES B, C, D y E				
AREA TRIBUTARIA (m <sup>2</sup> ) :	5.02	15.12	30.26	15.12
CARGA VIVA (T/m) :	0.17	0.27	0.37	0.27
CARGA MUERTA (T/m) :	1.28	2.06	2.75	2.06
PESO DE LA TRABE (T/m) :	0.48	0.48	0.48	0.48
PESO TOTAL (T/m) :	1.90	2.81	3.50	2.81

	VOL			
	1	2	3	4
TRABE F				
AREA TRIBUTARIA (m <sup>2</sup> ) :	5.02	13.96	26.14	13.96
CARGA VIVA (T/m) :	0.17	0.25	0.32	0.25
CARGA MUERTA (T/m) :	1.28	1.90	2.37	1.90
PESO DE LA TRABE (T/m) :	0.48	0.48	0.48	0.48
PESO TOTAL (T/m) :	1.90	2.83	3.17	2.63

	VOL			
	1	2	3	4
TRABE VOLADA JUNTO A EJE F				
AREA TRIBUTARIA (m <sup>2</sup> ) :	2.81	6.40	11.01	6.40
CARGA VIVA (T/m) :	0.08	0.12	0.13	0.12
CARGA MUERTA (T/m) :	0.63	0.67	1.00	0.67
PESO DE LA TRABE (T/m) :	0.48	0.48	0.48	0.48
PESO TOTAL (T/m) :	1.19	1.47	1.61	1.47



## CARGAS GRAVITACIONALES

NIVEL 2:

		VOL						10.16 T
		A	B	C	D	E	F	VOL
TRABE 1								
AREA TRIBUTARIA (m <sup>2</sup> ) :		13.96	13.96	13.96	13.96	13.96	13.96	5.82
CARGA VIVA (T/m) :		0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.50
CARGA MUERTA (T/m) :		2.41	2.41	2.41	2.41	2.41	2.41	1.59
PESO DE LA TRABE (T/m) :		0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
PESO TOTAL (T/m) :		3.48	3.48	3.48	3.48	3.48	3.48	2.57

		VOL						13.86 T
		A	B	C	D	E	F	VOL
TRABE 2 - 3								
AREA TRIBUTARIA (m <sup>2</sup> ) :		2.25	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12	5.82
CARGA VIVA (T/m) :		0.30	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.50
CARGA MUERTA (T/m) :		0.71	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	1.59
PESO DE LA TRABE (T/m) :		0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
PESO TOTAL (T/m) :		1.48	3.72	3.72	3.72	3.72	3.72	2.57

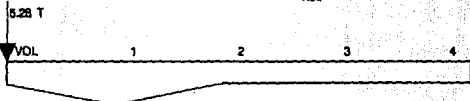
		VOL						5.28 T
		A	B	C	D	E	F	VOL
TRABE 4								
AREA TRIBUTARIA (m <sup>2</sup> ) :		12.51	12.51	12.51	12.51	12.51	12.51	2.61
CARGA VIVA (T/m) :		0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.31
CARGA MUERTA (T/m) :		2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	0.80
PESO DE LA TRABE (T/m) :		0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
PESO TOTAL (T/m) :		3.18	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18	1.59

## CARGAS GRAVITACIONALES

TRABE VOLADA	VOL	A	B	C	D	E	F	VOL
AREA TRIBUTARIA (m <sup>2</sup> ) :		6.40	6.40	6.40	6.40	6.40	6.40	2.81
CARGA VIVA (T/m) :		0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.31
CARGA MUERTA (T/m) :		1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	0.80
PESO DE LA TRABE (T/m) :		0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
PESO TOTAL (T/m) :		1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.59

TRABE VOLADA	VOL	1	2	3	4
AREA TRIBUTARIA (m <sup>2</sup> ) :			10.13		
CARGA VIVA (T/m) :			0.31		
CARGA MUERTA (T/m) :			1.17		
PESO DE LA TRABE (T/m) :			0.48		
PESO TOTAL (T/m) :			1.95		

TRABE A	VOL	1	2	3	4
AREA TRIBUTARIA (m <sup>2</sup> ) :		2.81	14.18	25.26	14.18
CARGA VIVA (T/m) :		0.31	0.80	0.82	0.80
CARGA MUERTA (T/m) :		0.80	2.44	2.91	2.44
PESO DE LA TRABE (T/m) :		0.48	0.48	0.48	0.48
PESO TOTAL (T/m) :		1.59	3.52	4.01	3.52



## CARGAS GRAVITACIONALES

10.58 T  
VOL

TRABES B, C, D y E

	1	2	3	4
AREA TRIBUTARIA (m <sup>2</sup> ) :	5.82	15.12	30.28	15.12
CARGA VIVA (T/m) :	0.50	0.53	0.72	0.53
CARGA MUERTA (T/m) :	1.59	2.61	3.48	2.61
PESO DE LA TRABE (T/m) :	0.48	0.48	0.48	0.48
PESO TOTAL (T/m) :	2.57	3.72	4.68	3.72

10.81 T  
VOL

TRABE F

	1	2	3	4
AREA TRIBUTARIA (m <sup>2</sup> ) :	5.82	13.96	26.14	13.96
CARGA VIVA (T/m) :	0.50	0.59	0.64	0.59
CARGA MUERTA (T/m) :	1.59	2.41	3.01	2.41
PESO DE LA TRABE (T/m) :	0.48	0.48	0.48	0.48
PESO TOTAL (T/m) :	2.57	3.48	4.13	3.48

VOL

TRABE VOLADA

	1	2	3	4
AREA TRIBUTARIA (m <sup>2</sup> ) :	2.81	6.40	11.01	6.40
CARGA VIVA (T/m) :	0.31	0.33	0.33	0.33
CARGA MUERTA (T/m) :	0.80	1.10	1.27	1.10
PESO DE LA TRABE (T/m) :	0.48	0.48	0.48	0.48
PESO TOTAL (T/m) :	1.59	1.92	2.08	1.92

## CARGAS GRAVITACIONALES

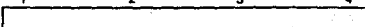
### NIVEL 1:


	A	B	C	D	E	F
<b>TRABE 1</b>	—————					
AREA TRIBUTARIA (m <sup>2</sup> ) :	15.81	15.81	15.81	15.81	15.81	15.81
CARGA VIVA (T/m) :	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
CARGA MUERTA (T/m) :	2.73	2.73	2.73	2.73	2.73	2.73
PESO DE LA TRABE (T/m) :	0.40	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
PESO TOTAL (T/m) :	3.80	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86


	A	B	C	D	E	F
<b>TRABE 2-3</b>	—————					
AREA TRIBUTARIA (m <sup>2</sup> ) :	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12
CARGA VIVA (T/m) :	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
CARGA MUERTA (T/m) :	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61
PESO DE LA TRABE (T/m) :	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
PESO TOTAL (T/m) :	3.72	3.72	3.72	3.72	3.72	3.72

	A	B	C	D	E	F
<b>TRABE 4</b>	—————					
AREA TRIBUTARIA (m <sup>2</sup> ) :	12.51	12.51	12.51	12.51	12.51	12.51
CARGA VIVA (T/m) :	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
CARGA MUERTA (T/m) :	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16
PESO DE LA TRABE (T/m) :	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
PESO TOTAL (T/m) :	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18

## CARGAS GRAVITACIONALES

	VOL	1	2	3	4	VOL
<b>TRABE A</b>						
AREA TRIBUTARIA (m <sup>2</sup> ) :			14.16	25.03	14.16	
CARGA VIVA (T/m) :			0.60	0.62	0.60	
CARGA MUERTA (T/m) :			2.44	2.88	2.44	
PESO DE LA TRABE (T/m) :			0.48	0.48	0.48	
PESO TOTAL (T/m) :			3.52	3.96	3.52	

	VOL	1	2	3	4	VOL
<b>TRABES B, C, D y E</b>						
AREA TRIBUTARIA (m <sup>2</sup> ) :			15.12	30.26	15.12	
CARGA VIVA (T/m) :			0.63	0.72	0.63	
CARGA MUERTA (T/m) :			2.61	3.48	2.61	
PESO DE LA TRABE (T/m) :			0.48	0.48	0.48	
PESO TOTAL (T/m) :			3.72	4.68	3.72	

	VOL	1	2	3	4	VOL
<b>TRABE F</b>						
AREA TRIBUTARIA (m <sup>2</sup> ) :		2.25	15.81	27.51	15.81	1.35
CARGA VIVA (T/m) :		0.16	0.65	0.67	0.65	0.12
CARGA MUERTA (T/m) :		0.39	2.73	3.16	2.73	0.23
PESO DE LA TRABE (T/m) :		0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
PESO TOTAL (T/m) :		1.03	3.66	4.31	3.66	0.63

### III.2 ANALISIS SISMICO ESTATICO

Se aplica a la estructura un sistema de cargas laterales cuyo efecto estático se supone equivalente al de la acción sísmica.

Este método se basa en la determinación de la fuerza lateral total (cortante en la base) a partir de la fuerza de inercia que se induce en un sistema equivalente de un grado de libertad, para después distribuir esta cortante en fuerzas concentradas a diferentes alturas de la estructura, obtenidas suponiendo que ésta va a vibrar en su primer modo natural.

La fuerza cortante basal se determina como:

$$V = C_s W$$

En donde  $W$  es el peso total de la estructura y  $C_s$  es el coeficiente de cortante basal.

Realizamos el cálculo de las fuerzas cortantes a diferentes niveles de la estructura, suponiendo un conjunto de fuerzas horizontales actuando sobre cada piso.

## NIVEL 3

W LOSA		CANTIDAD	PESO T/m <sup>2</sup>		AREA (m <sup>2</sup> )	Ton
		1	0.82		760.00	623.20
W TRABES	EJE	CANTIDAD	PESO T/m	LONG. (m)		Ton
	1 y 4	2	0.48	32.05		30.77
	2 y 3	2	0.48	33.85		32.50
	1'	1	0.30	30.85		9.26
	A'	1	0.48	8.25		3.96
	A al F	6	0.48	23.50		67.68
	F'	1	0.30	22.60		6.78
<b>TOTAL :</b>						774.14

## NIVEL 2

W LOSA		CANTIDAD	PESO T/m <sup>2</sup>		AREA (m <sup>2</sup> )	Ton
		1	1.04		760.00	790.40
W TRABES	EJE	CANTIDAD	PESO T/m	LONG. (m)		Ton
	1 y 4	2	0.48	32.05		30.77
	2 y 3	2	0.48	33.85		32.50
	1'	1	0.30	30.85		9.26
	A'	1	0.48	8.25		3.96
	A al F	6	0.48	23.50		67.68
	F'	1	0.30	22.60		6.78
W COLUMNAS	EJE	CANTIDAD	PESO T/m <sup>2</sup>	ALTURA (m)	AREA (m <sup>2</sup> )	Ton
	1 y F	9	2.40	2.90	0.20	12.68
	4	5	2.40	2.90	0.09	3.13
	INTERIORES	10	2.40	2.90	0.12	8.53
<b>TOTAL :</b>						965.68

## NIVEL 1

W LOSA		CANTIDAD	PESO T/m <sup>2</sup>		AREA (m <sup>2</sup> )	Ton
		1	1.04		808.50	632.64
W TRABES	EJE	CANTIDAD	PESO T/m	LONG. (m)		Ton
	1 al 4	4	0.48	28.70		55.10
	A al F	6	0.48	21.65		62.35
W COLUMNAS	EJE	CANTIDAD	PESO T/m <sup>2</sup>	ALTURA (m)	AREA (m <sup>2</sup> )	Ton
	1 y F	9	2.40	3.75	0.20	16.40
	4	5	2.40	3.75	0.18	7.20
	INTERIORES	10	2.40	3.75	0.18	14.40
<b>TOTAL :</b>						788.30

Por las características de la construcción se consideró un factor de ductilidad (Q) igual a dos y por el tipo del suelo, tipo III, se tomó el coeficiente sísmico (c) igual a 0.36:

$$F_i = \frac{c}{Q} (\Sigma w) \left( \frac{w_i h_i}{\Sigma w_i h_i} \right)$$

A continuación presentamos los cálculos y resultados del método.

C= 0.36      Q= 2.00

NIVEL	ALTURA m	W Ton	h Acumulada	wh Ton - m	$\frac{wh}{\text{Sum}(wh)}$	Fi Ton	Vi Ton
TRES	2.50	774.14	9.75	7,547.86	0.45	206.83	206.83
DOS	3.75	965.68	6.85	6,614.92	0.40	181.27	388.10
UNO	3.10	788.30	3.10	2,443.73	0.15	66.98	455.06
SOTANO							
Suma:	9.75	2,528.12		16,606.50	1.00	455.08	



### III.2.1. CALCULO DE RIGIDECES

Para un cálculo adecuado de la rigidez de cada marco se emplearon dos métodos que consideran la interacción entre todos los marcos y la losa, ya que la obtención de rigideces tomando cada marco independiente nos conduce a resultados menos precisos, los métodos se describen a continuación:

#### PRIMER METODO:

Se unieron todos los marcos alineados en una misma dirección por medio de elementos de área infinita e inercia cero, articulados en sus extremos, para que no transmitan momentos de un marco a otro, pero si den la continuidad que nos da una losa rígida.

De la unión de estos marcos obtuvimos dos macromarcos de cinco niveles, debido a que los muros que no cubren la altura completa de las columnas los consideramos niveles ficticios; el primero de los marcos de doce crujías y el segundo de diecisiete. Las fuerzas aplicadas en cada macromarco son las obtenidas en el análisis sísmico Estático aplicadas proporcionalmente en cada nudo de la estructura. Ver figuras 3.2.1 y 3.2.2.

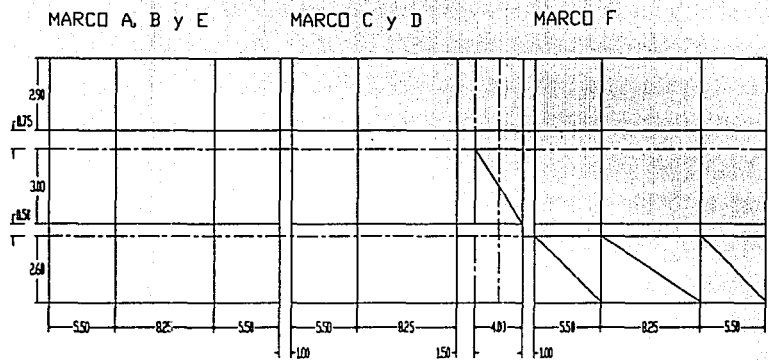
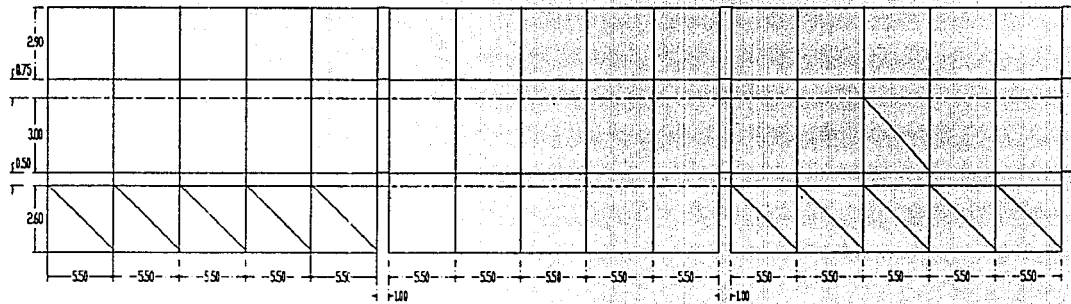


FIGURA 3.2.1

MARCO UNO

MARCO DOS y TRES

MARCO CUATRO



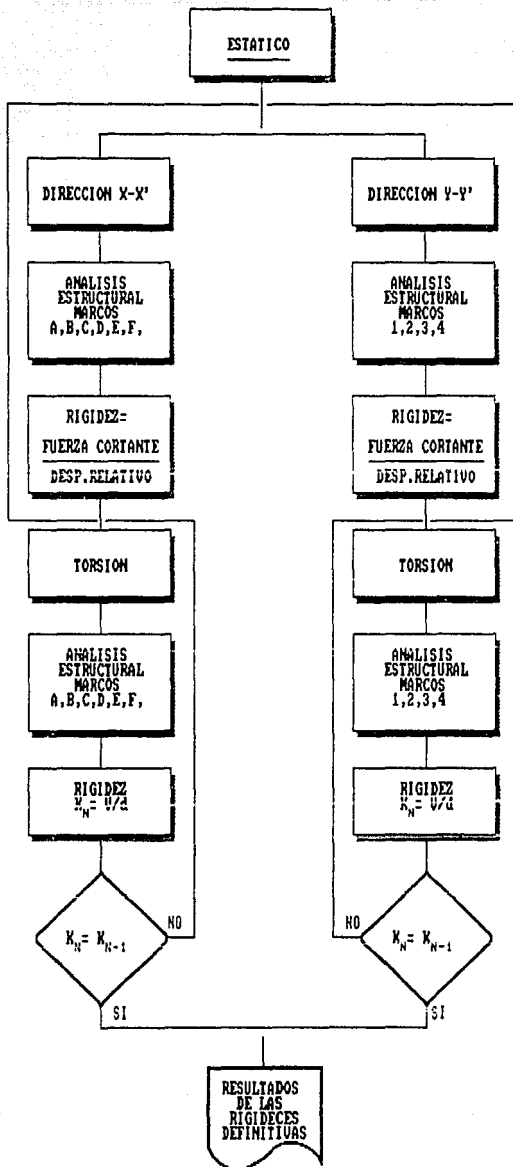
Por medio de un programa de análisis estructural obtuvimos los desplazamientos y cortantes en cada marco, con ello pudimos calcular su rigidez de cada entrepiso.

$$\text{RIGIDEZ} = \text{FZA. CORTANTE} / \text{DESPLAZAMIENTO RELATIVO}$$

( K )                      ( V )                      ( d )

SEGUNDO METODO:

Aplicamos las fuerzas obtenidas en el Estático repartidas proporcionalmente a cada marco y en forma individual realizamos su análisis estructural, obtuvimos una primera rigidez, con ésta y las fuerzas del estático realizamos un estudio de torsión, con el cual obteníamos unas nuevas fuerzas para ser aplicadas a cada marco, con estas nuevas fuerzas volviamos a realizar su análisis estructural y unas nuevas rigideces para cada marco, con estas nuevas rigideces y las fuerzas del estático repetimos la torsión, y así sucesivamente hasta que las rigideces obtenidas para cada marco no presentaban una alta variación con respecto a la iteración anterior, como se muestra en el diagrama de flujo.



Se presenta a continuación una tabla comparativa entre los resultados del Primer y Segundo Método:

CONCEPTO	PRIMER METODO			SEGUNDO METODO		
	NIVEL 3 K (Ton/cm)	NIVEL 2 K (Ton/cm)	NIVEL 1 K (Ton/cm)	NIVEL 3 K (Ton/cm)	NIVEL 2 K (Ton/cm)	NIVEL 1 K (Ton/cm)
<b>DIRECCION X-X'</b>						
Marco A	15.86	10.84	0.00	15.45	10.72	5.73
Marco B	15.86	10.84	0.00	15.50	10.75	4.60
Marco C	15.02	19.33	25.59	14.14	18.27	17.75
Marco D	15.02	19.33	25.59	14.45	18.28	17.77
Marco E	15.86	10.84	0.00	16.26	10.61	3.04
Marco F	17.32	16.75	1,535.64	17.40	16.68	1,560.41
<b>DIRECCION Y-Y'</b>						
Marco 1	36.47	23.35	1,823.64	35.09	24.05	1,872.29
Marco 2	34.82	14.80	132.99	27.41	16.23	129.05
Marco 3	34.82	14.80	132.99	29.40	15.12	130.25
Marco 4	23.66	214.03	3,882.64	25.41	209.56	3,871.27

Cumpliendo con el artículo X-17 del reglamento de construcciones de Mexicali, B.C. que habla sobre el análisis dinámico y con las rigideces obtenidas con el primer método, se realizó un análisis sísmico dinámico modal espectral.

### III.3 ANALISIS SISMICO DINAMICO MODAL ESPECTRAL

En este análisis se tomaron en cuenta los tres primeros modos de vibrar, en los cuales se consideraron las aceleraciones espectrales de diseño especificadas en el artículo X-5 del reglamento incluyendo las reducciones indicadas en el artículo X-6 y se consideró la revisión

por cortante basal. Ver tablas 3.3.1 y 3.3.2

### III.4 REVISION DE DEFORMACIONES LATERALES

#### SENTIDO X'X

NIVEL	V Ton	K T/cm	Q'	d(rel) cm	h cm	psi
3	168.38	94.94	2.00	1.73	290	0.0119
2	307.76	87.94	2.00	3.29	375	0.0175
1	329.46	1,586.84	2.00	0.21	310	0.0014

#### SENTIDO Y'Y

NIVEL	V Ton	K T/cm	Q'	d(rel) cm	h cm	psi
3	172.93	129.77	1.82	0.35	290	0.0022
2	266.55	266.98	1.82	0.93	375	0.0045
1	285.83	5,972.26	1.82	0.05	310	0.0003

donde:

$$d_{(n)} = V / K$$

$$d_{(rel)} = d_{(n)} - d_{(n-1)}$$

$$n = \text{nivel.}$$

$$\text{psi} = d_{(rel)} * Q' / h$$

**RESUMEN DE MODOS DE VIBRAR  
SENTIDO X'X**

NIVEL	W	H	k	Z1	Z2	Z3
	Ton	(Ton-seg <sup>3</sup> ) /cm	(T/cm)	cm	cm	cm
TRES	774.14	0.79		27.57	(14.12)	2.87E-03
DOS	965.68	0.98	94.94	18.69	16.65	(4.71E-02)
UNO	788.30	0.80	87.94	1.00	1.00	1.00E+00
SOTANO						

<b>ZONA SISMICA "C"</b>		W * 1=	38.74	W * 2=	262.20	W * 3=	2,089.33
<b>TIPO DE SUELO "III"</b>		t1=	1.01	t2=	0.39	t3=	0.14 seg
C=	0.36	a1=	0.36	a2=	0.24	a3=	0.16
T1=	0.80 seg	0'1=	2.00	0'2=	1.49	0'3=	1.17
T2=	2.20 seg	A1=	176.58	A2=	156.17	A3=	134.98 (cm/seg <sup>2</sup> )
Q=	2	C1=	0.04	C2=	0.01	C3=	0.94

NIVEL	DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS			DESPLAZAMIENTOS DE ENTREPISO			CORTANTE DEL ENTREPISO			DINAMICO V
	U1	U2	U3	△ U1	△ U2	△ U3	△ V1	△ V2	△ V3	
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	Ton	Ton	Ton	
TRES	5.45	(0.12)	1.75E-04	1.75	(0.26)	3.04E-03	166.59	(24.43)	0.29	168.38
DOS	3.69	0.14	(2.87E-03)	3.50	0.13	(6.38E-02)	307.49	11.51	(5.61)	307.76
UNO	0.20	0.01	6.09E-02	0.20	0.01	6.09E-02	313.64	13.27	96.63	328.46
SOTANO										

**TABLA 3.3.1**



**RESUMEN DE MODOS DE VIBRAR  
SENTIDO Y-Y**

NIVEL	U	M	k	Z1	Z2	Z3
	Ton	(Ton·seg <sup>2</sup> ) /cm	(T/cm)	cm	cm	cm
TRES	774.14	0.79		52.43	(12.09)	7.95E-04
DOS	965.68	0.98	129.77	23.09	21.98	(3.68E-02)
UNO	788.30	0.80	266.98	1.00	1.00	1.00E+00
SOTANO			5,972.26			

ZONA SISMICA "C"		w * 1=	92.01	w * 2=	463.25	w * 3=	7,776.65
TIPO DE SUELO "III"		t1=	0.655	t2=	0.292	t3=	0.071 seg
C=	0.36	a1=	0.317	a2=	0.208	a3=	0.141
T1=	0.80 seg	o'1=	1.819	o'2=	1.365	o'3=	1.089
T2=	2.20 seg						
Q=	2	A1=	170.715	A2=	149.192	A3=	127.347 (cm/seg <sup>2</sup> )
		C1=	0.0241	C2=	0.0218	C3=	0.9541

NIVEL	DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS			DESPLAZAMIENTOS DE ENTREPISO			CORTANTE DEL ENTREPISO			DINAMICO V
	U1	U2	U3	△ U1	△ U2	△ U3	△ V1	△ V2	△ V3	
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	Ton	Ton	Ton	
TRES	2.34	(0.08)	1.24E-05	1.31	(0.24)	5.87E-04	170.12	(31.03)	0.08	172.93
DOS	1.03	0.15	(5.75E-04)	0.99	0.15	(1.62E-02)	263.60	39.30	(4.32)	266.55
UNO	0.04	0.01	1.56E-02	0.04	0.01	1.56E-02	266.90	41.91	93.31	285.83
SOTANO										

**TABLA 3.3.2**

Podemos observar que los desplazamientos laterales en relación a su altura de entrepiso en los niveles dos y tres en el sentido X'X resultan ser excesivos comparados con lo que sugiere el reglamento: "X.11.Las deformaciones laterales de cada entrepiso no excederán de 0.008 veces la diferencia de elevaciones correspondientes, salvo donde los elementos que no forman parte integral de la estructura estén ligados a ella en tal forma que no sufran daños por la deformación de esta. En este caso no será necesario limitar los desplazamientos laterales sísmicos salvo para evitar choques entre estructuras.". Es conveniente hacer notar que la estructura no entra en la salvedad, debido a que los muros de contención y la bóveda, que no se consideraron parte integral de la estructura, sufrieron daños en el sismo. A pesar de no cumplir con lo especificado en el artículo X.11 se continuó con el análisis torsional de la estructura.

### III.5 ESTUDIO DE TORSION

Con las fuerzas cortantes obtenidas del Dinámico, procedimos a realizar un estudio de torsión

Para la aplicación de estas fuerzas calculamos para cada nivel :

EL CENTRO DE TORSION :

$$C.T.x = \frac{\sum (k_j y * x_j)}{\sum (k_j y)}$$

$$C.T.y = \frac{\sum (k_j x * y_j)}{\sum (k_j x)}$$

donde:  $k_j y$  ,  $k_j x$  son las rigideces de piso de cada elemento resistente.

$x_j$  ,  $y_j$  es la distancia que hay de cada marco al centro de los ejes coordenados.

EL CENTRO DE MASAS :

$$C.M.x = \frac{\sum (W_i * y_i)}{\sum (W_i)}$$

$$C.M.y = \frac{\sum (W_i * x_i)}{\sum (W_i)}$$

donde:  $W_i$  es el peso en cada claro.

$y_i$  ,  $x_i$  son las distancias al centro de gravedad de cada claro

EXCENTRICIDAD CALCULADA :

$$e_s = C.T. - C.M.$$

EXCENTRICIDADES DE DISEÑO :

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

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

donde  $b$  máxima dimensión perpendicular.

MOMENTOS TORSIONANTES :

$$Mt_1 = V * ed_1$$

$$Mt_2 = V * ed_2$$

CORTANTES TORSIONANTES :

$$Vt = \frac{k_1 * x_1 * Mt}{Jt}$$

donde  $x_1$  distancia del C.T. al elemento.  
 $Mt$  momento torsionante más desfavorable.  
 $Jt$  momento torsionante en el entrepiso considerado.  
 $(Jt = \Sigma(k_1 * x_1^2))$ .

CORTANTE TOTAL :

$$V_{tot} = Vd + Vt$$

En las siguientes cuatro hojas se presentan los resultados de la torsión.

ESTUDIO DE TORSION

63

=====

DATOS PARA EL ANALISIS

=====

NUMERO DE PISOS DEL EDIFICIO = 3

NUMERO DE MARCOS VERTICALES

EN EL PISO 3 = 6  
 EN EL PISO 2 = 6  
 EN EL PISO 1 = 6

NUMERO DE MARCOS HORIZONTALES

EN EL PISO 3 = 4  
 EN EL PISO 2 = 4  
 EN EL PISO 1 = 4

CENTRO DE CARGAS EN X (EN MTS) =

EN EL PISO 3 = 17.60  
 EN EL PISO 2 = 17.60  
 EN EL PISO 1 = 15.16

CENTRO DE CARGAS EN Y (EN MTS) =

EN EL PISO 3 = 11.76  
 EN EL PISO 2 = 11.76  
 EN EL PISO 1 = 11.84

LONGITUD HORIZONTAL DEL EDIFICIO (EN MTS) =

EN EL PISO 3 = 32.47  
 EN EL PISO 2 = 32.47  
 EN EL PISO 1 = 30.20

LONGITUD VERTICAL DEL EDIFICIO (EN MTS) =

EN EL PISO 3 = 23.50  
 EN EL PISO 2 = 23.50  
 EN EL PISO 1 = 21.65

FUERZA CORTANTE POR DISTRIBUIR (EN TON) =

-----

	SENTIDO X-X	SENTIDO Y-Y
EN EL PISO 3 =	168.38	172.93
EN EL PISO 2 =	307.76	266.55
EN EL PISO 1 =	328.46	285.83

MARCOS VERTICALES :

-----

ESTUDIO DEL PISO 3

-----

MARCO VERTICAL	1 (EJE A)	RIGIDEZ =	15.86	DISTANCIA =	0.00
MARCO VERTICAL	2 (EJE B)	RIGIDEZ =	15.86	DISTANCIA =	5.50

MARCO VERTICAL	3	(EJE C)	RIGIDEZ =	15.02	DISTANCIA =	11.00
MARCO VERTICAL	4	(EJE D)	RIGIDEZ =	15.02	DISTANCIA =	16.50
MARCO VERTICAL	5	(EJE E)	RIGIDEZ =	15.86	DISTANCIA =	22.00
MARCO VERTICAL	6	(EJE F)	RIGIDEZ =	17.32	DISTANCIA =	27.50

ESTUDIO DEL PISO 2

MARCO VERTICAL	1	(EJE A)	RIGIDEZ =	10.84	DISTANCIA =	0.00
MARCO VERTICAL	2	(EJE B)	RIGIDEZ =	10.84	DISTANCIA =	5.50
MARCO VERTICAL	3	(EJE C)	RIGIDEZ =	19.33	DISTANCIA =	11.00
MARCO VERTICAL	4	(EJE D)	RIGIDEZ =	19.33	DISTANCIA =	16.50
MARCO VERTICAL	5	(EJE E)	RIGIDEZ =	10.84	DISTANCIA =	22.00
MARCO VERTICAL	6	(EJE F)	RIGIDEZ =	16.75	DISTANCIA =	27.50

ESTUDIO DEL PISO 1

MARCO VERTICAL	1	(EJE A)	RIGIDEZ =	0.00	DISTANCIA =	0.00
MARCO VERTICAL	2	(EJE B)	RIGIDEZ =	0.00	DISTANCIA =	5.50
MARCO VERTICAL	3	(EJE C)	RIGIDEZ =	25.59	DISTANCIA =	11.00
MARCO VERTICAL	4	(EJE D)	RIGIDEZ =	25.59	DISTANCIA =	16.50
MARCO VERTICAL	5	(EJE E)	RIGIDEZ =	0.00	DISTANCIA =	22.00
MARCO VERTICAL	6	(EJE F)	RIGIDEZ =	1,535.64	DISTANCIA =	27.50

MARCOS HORIZONTALES :

ESTUDIO DEL PISO 3

MARCO HORIZONTAL	1	(EJE 1)	RIGIDEZ =	36.47	DISTANCIA =	0.00
MARCO HORIZONTAL	2	(EJE 2)	RIGIDEZ =	34.82	DISTANCIA =	5.50
MARCO HORIZONTAL	3	(EJE 3)	RIGIDEZ =	34.82	DISTANCIA =	13.75
MARCO HORIZONTAL	4	(EJE 4)	RIGIDEZ =	23.66	DISTANCIA =	19.25

ESTUDIO DEL PISO 2

MARCO HORIZONTAL	1	(EJE 1)	RIGIDEZ =	23.35	DISTANCIA =	0.00
MARCO HORIZONTAL	2	(EJE 2)	RIGIDEZ =	14.80	DISTANCIA =	5.50
MARCO HORIZONTAL	3	(EJE 3)	RIGIDEZ =	14.80	DISTANCIA =	13.75
MARCO HORIZONTAL	4	(EJE 4)	RIGIDEZ =	214.03	DISTANCIA =	19.25

ESTUDIO DEL PISO 1

MARCO HORIZONTAL	1	(EJE 1)	RIGIDEZ =	1,823.64	DISTANCIA =	0.00
MARCO HORIZONTAL	2	(EJE 2)	RIGIDEZ =	132.99	DISTANCIA =	5.50
MARCO HORIZONTAL	3	(EJE 3)	RIGIDEZ =	132.99	DISTANCIA =	13.75
MARCO HORIZONTAL	4	(EJE 4)	RIGIDEZ =	3,882.64	DISTANCIA =	19.25

RESULTADOS POR MARCOS:  
 .....

MARCOS VERTICALES  
 -----

MARCO VERTICAL 1 (EJE A)

		V	F	
RESULTADOS EN EL PISO 3 :	28.89	28.89	28.89	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	32.86	33.67	4.78	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	0.00	0.00	-33.67	(TON)

MARCO VERTICAL 2 (EJE B)

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	28.89	28.89	28.89	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	32.86	33.37	4.48	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	0.00	0.00	-33.37	(TON)

MARCO VERTICAL 3 (EJE C)

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	27.36	27.36	27.36	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	58.60	58.96	31.60	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	4.61	8.90	-50.06	(TON)

MARCO VERTICAL 4 (EJE D)

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	27.36	31.11	31.11	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	58.60	62.88	31.76	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	4.61	7.43	-55.44	(TON)

MARCO VERTICAL 5 (EJE E)

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	28.89	41.44	41.44	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	32.86	42.49	1.05	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	0.00	0.00	-42.49	(TON)

MARCO VERTICAL 6 (EJE F)

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	31.55	54.63	54.63	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	50.78	76.82	22.19	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	276.61	276.61	199.79	(TON)

MARCOS HORIZONTALES  
 -----

MARCO HORIZONTAL 1 (EJE 1)

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	47.32	47.32	47.32	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	26.92	93.72	46.40	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	100.30	164.18	70.46	(TON)

MARCO HORIZONTAL 2 (EJE 2)

		V	F	
RESULTADOS EN EL PISO 3 :	45.18	45.18	45.18	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	17.06	45.29	0.11	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	7.31	9.99	-35.30	(TON)

MARCO HORIZONTAL 3 (EJE 3)

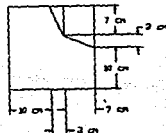
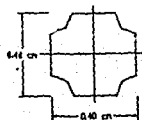
RESULTADOS EN EL PISO 3 :	45.18	58.76	58.76	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	17.06	24.12	-34.64	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	7.31	7.39	-16.73	(TON)

MARCO HORIZONTAL 4 (EJE 4)

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	30.70	49.92	49.92	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	246.72	246.72	196.80	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	213.54	230.17	-16.55	(TON)

III.6 REVISION DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Para la revisión de los elementos estructurales se vio la necesidad de calcular la inercia de las columnas, trabes y muros. A continuación se presenta un ejemplo del calculo de la obtención de la inercia de la columna tipo dos:



Donde :

$$I_x = I_{x'} - [\Sigma(I_{x'} + A d^2)]$$

$$I = 4 \times \left\{ \left( \frac{20 \times 20^3}{3} \right) - \left[ \left( \frac{7 \times 7^3}{12} + 49 \times 16.5^2 \right) + \left( \frac{7 \times 3^3}{36} + 10.5 \times 12^2 \right) + \left( \frac{3 \times 7^3}{12} + 10.5 \times 17.67^2 \right) \right] \right\}$$

$$I = 139,646 \text{ cm}^4$$



Se calcularon los elementos mecánicos de cada marco con los cortantes obtenidos en el estudio de torsión y con las fuerzas gravitacionales respectivamente. Con los resultados obtenidos se elaboraron las siguientes tablas de resumen de cada columna para proceder a su revisión.

### III.7 CARGAS ULTIMAS (PU)

Con las fuerzas gravitacionales (P) por su área tributaria se obtuvo las cargas que recibe cada columna.

De acuerdo con el artículo VI.4 para determinar los valores de  $P_u$  para su revisión se compararon:

- 1) Cargas gravitacionales \* 1.4
- 2) (Cargas gravitacionales + accidentales(sismo))\*1.1

rigiendo la condición más desfavorable, que en nuestro caso fue la segunda. (ver tablas III.7.1 y III.7.2)

Es importante hacer notar el incremento por carga sísmica en las columnas C4 y D4 en su primera sección (del sótano a la P.B.) debido a que la bóveda es monolítica con estas columnas en el nivel superior.

AREAS TRIBUTARIAS POR COLUMNA  
Y SU CARGA PROMEDIO

68

NIVEL 1	AREAS	CARGA=			1.04 Ton/m <sup>2</sup>	
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	13.32	20.08	20.08	20.08	20.08	14.42
TRES	25.09	37.81	37.81	37.81	37.81	27.16
DOS	25.09	37.81	37.81	37.81	37.81	27.16
UNO	15.51	23.76	23.76	23.76	23.76	16.79

NIVEL 2	AREAS	CARGA=			1.37 Ton/m <sup>2</sup>	
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	14.42	20.08	20.08	20.08	20.08	19.25
TRES	34.61	37.81	37.81	37.81	37.81	42.00
DOS	34.61	37.81	37.81	37.81	37.81	42.00
UNO	20.08	33.55	33.55	33.55	33.55	26.00

NIVEL 3	AREAS	CARGA=			1.34 Ton/m <sup>2</sup>	
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	14.42	20.08	20.08	20.08	20.08	19.25
TRES	34.61	37.81	37.81	37.81	37.81	42.00
DOS	34.61	37.81	37.81	37.81	37.81	42.00
UNO	20.08	33.55	33.55	33.55	33.55	26.00

NIVEL 1	CARGAS P (Ton)					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	53.00	75.39	75.39	75.39	75.39	67.25
TRES	120.04	141.96	141.96	141.96	141.96	142.24
DOS	120.04	141.96	141.96	141.96	141.96	142.24
UNO	70.63	115.78	115.78	115.78	115.78	88.03

NIVEL 2	CARGAS P (Ton)					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	39.13	54.49	54.49	54.49	54.49	52.24
TRES	93.92	102.60	102.60	102.60	102.60	113.97
DOS	93.92	102.60	102.60	102.60	102.60	113.97
UNO	54.49	91.04	91.04	91.04	91.04	70.56

NIVEL 3	CARGAS P (Ton)					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	19.31	26.89	26.89	26.89	26.89	25.78
TRES	46.34	50.63	50.63	50.63	50.63	56.24
DOS	46.34	50.63	50.63	50.63	50.63	56.24
UNO	26.89	44.93	44.93	44.93	44.93	34.82

Tabla 3.7.1

NIVEL 1	CARGAS Pu	(Ton)					69
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	74.19	105.55	225.86	226.68	105.55	107.45	
TRES	168.05	198.74	198.74	198.74	198.74	199.14	
DOS	168.05	198.74	198.74	198.74	198.74	199.14	
UNO	98.89	162.09	162.09	162.09	162.09	132.16	

Sum Pu = 4,049.00

NIVEL 2	CARGAS Pu	(Ton)				
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	54.78	76.29	94.96	97.63	76.29	75.00
TRES	131.49	143.65	143.65	143.65	143.65	159.56
DOS	131.49	143.65	143.65	143.65	143.65	159.56
UNO	77.00	127.46	127.46	127.46	127.46	108.54

Sum Pu = 2,901.60

NIVEL 3	CARGAS Pu	(Ton)				
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	27.03	37.64	37.64	37.64	37.64	36.09
TRES	64.88	70.88	70.88	70.88	70.88	76.74
DOS	64.88	70.88	70.88	70.88	70.88	76.74
UNO	37.64	62.90	62.90	62.90	62.90	49.75

Sum Pu = 1,406.97

Tabla III.7.2

### III.8 REVISION DE EFECTOS DE ESBELTEZ

Se revisó si  $H'/r < 22$  para movimiento lateral general del entrepiso. Como no cumplió, se procedió a calcular los factores de amplificación por esbeltez en los dos sentidos de la estructura.

$$F_a = \frac{1}{1 - \frac{\sum P_u}{\sum P_c}} \geq 1.0$$

donde  $F_a$  Factor de amplificación de los momentos.

$\Sigma P_u$	Suma de las cargas $P_u$ de cada entrepiso.
$\Sigma P_c$	$P_c = \frac{F_r * \pi^2 * EI}{(H')^2}$
$EI$	$0.4 \frac{E_c * I_g}{1 + u}$
$E_c$	10,000 $\sqrt{f'c}$ kg/cm <sup>2</sup>
$I_g$	Momento de inercia centroidal de la sección bruta de concreto.
$u$	Relación entre el máximo momento de diseño por carga muerta y el máximo momento de diseño total.

E F E C T O S   D E   E S B E L T E Z  
 F A C T O R E S   D E   A M P L I F I C A C I O N  
 D I R E C C I O N   X - X

71

NIVEL 1 Ig (cm<sup>-4</sup>)

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	213,333	213,333	213,333	213,333	213,333	341,719
TRES	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719
DOS	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719
UNO	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719

NIVEL 2 Ig (cm<sup>-4</sup>)

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	139,968	139,968	139,968	139,968	139,968	269,328
TRES	139,968	139,968	139,968	139,968	139,968	269,328
DOS	139,968	139,968	139,968	139,968	139,968	269,328
UNO	269,328	269,328	269,328	269,328	269,328	269,328

NIVEL 3 Ig (cm<sup>-4</sup>)

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	67,500	67,500	67,500	67,500	67,500	341,719
TRES	125,052	125,052	125,052	125,052	125,052	341,719
DOS	125,052	125,052	125,052	125,052	125,052	341,719
UNO	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719

NIVEL 1

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.4274	0.4584	0.2343	0.2156	0.3966	0.1183
TRES	0.6693	0.7948	0.3727	0.3676	0.6877	0.1651
DOS	0.5752	0.6286	0.4727	0.4827	0.5361	0.1083
UNO	0.1575	0.8860	0.1626	0.1478	0.8578	0.0546

NIVEL 2

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.1714	0.1608	0.1455	0.1392	0.1274	0.0755
TRES	0.2184	0.2570	0.1733	0.1625	0.2083	0.1012
DOS	0.2879	0.3559	0.3677	0.3537	0.2982	0.1425
UNO	0.0757	0.2252	0.1713	0.1639	0.1885	0.1359

NIVEL 3

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.2194	0.0361	0.0165	0.0146	0.0257	0.0798
TRES	0.3276	0.3036	0.3082	0.2838	0.2361	0.1654
DOS	0.4575	0.5619	0.5637	0.5355	0.4771	0.3905
UNO	0.1742	0.3557	0.3687	0.3418	0.2816	0.2625

Direccion X-X

Ec= 144,900

72

NIVEL 1		EI					
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	8.663E+09	8.478E+09	1.002E+10	1.017E+10	8.853E+09	1.771E+10	
TRES	1.186E+10	1.104E+10	1.443E+10	1.448E+10	1.174E+10	1.700E+10	
DOS	1.257E+10	1.216E+10	1.345E+10	1.336E+10	1.289E+10	1.787E+10	
UNO	1.711E+10	1.050E+10	1.704E+10	1.726E+10	1.066E+10	1.878E+10	

NIVEL 2		EI					
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	6.926E+09	6.989E+09	7.082E+09	7.121E+09	7.196E+09	1.454E+10	
TRES	6.658E+09	6.454E+09	6.915E+09	6.979E+09	6.714E+09	1.418E+10	
DOS	6.299E+09	5.983E+09	5.932E+09	5.993E+09	6.249E+09	1.366E+10	
UNO	1.451E+10	1.274E+10	1.333E+10	1.341E+10	1.313E+10	1.374E+10	

NIVEL 3		EI					
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	3.208E+09	3.776E+09	3.849E+09	3.856E+09	3.814E+09	1.834E+10	
TRES	5.459E+09	5.560E+09	5.540E+09	5.646E+09	5.864E+09	1.699E+10	
DOS	4.973E+09	4.641E+09	4.635E+09	4.720E+09	4.907E+09	1.424E+10	
UNO	1.687E+10	1.461E+10	1.447E+10	1.476E+10	1.545E+10	1.569E+10	

=====

NIVEL 1		H' (cm)					
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	413	413	485	485	413	48	48
TRES	399	399	399	399	399	45	45
DOS	399	399	399	399	399	45	45
UNO	456	456	456	456	456	48	48

NIVEL 2		H' (cm)					
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	613	613	83	83	613	1208	
TRES	620	620	620	620	620	980	
DOS	620	620	620	620	620	980	
UNO	555	555	592	592	585	709	

NIVEL 3		H' (cm)					
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	398	398	490	490	398	636	
TRES	392	392	392	392	392	522	
DOS	392	392	392	392	392	522	
UNO	293	293	300	300	293	293	

=====

Direccion X-X

FR=

0.85

73

NIVEL 1	Pc (Kg)					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	426,064	416,986	357,276	362,773	435,443	64,485,248
TRES	625,208	581,519	760,318	763,138	618,398	70,425,555
DOS	662,568	640,858	708,672	703,920	679,431	74,033,173
UNO	690,368	423,681	687,286	696,176	430,110	68,381,003

NIVEL 2	Pc (Kg)					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	184,618	156,028	8,624,507	8,672,039	160,655	83,574
TRES	145,309	140,847	150,904	152,303	146,527	123,822
DOS	137,466	130,675	129,451	130,790	136,380	119,348
UNO	355,728	312,323	319,017	321,042	321,967	229,344

NIVEL 3	Pc (Kg)					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	169,923	199,971	134,476	134,735	202,004	380,409
TRES	298,053	303,539	302,466	308,216	320,116	523,234
DOS	271,501	253,352	253,052	257,696	267,886	438,529
UNO	1,648,258	1,427,636	1,348,901	1,375,932	1,510,120	1,533,084

	Sum Pu (Ton)	Sum Pc (Ton)		
NIVEL 1	4,049	288,995	Fa=	1.014
NIVEL 2	2,902	21,355	Fa=	1.157
NIVEL 3	1,407	13,863	Fa=	1.113

E F E C T O S D E E S B E L T E Z  
 F A C T O R E S D E A M P L I F I C A C I O N  
 D I R E C C I O N Y - Y

74

NIVEL 1 Ig (cm<sup>-4</sup>)

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	213,333	213,333	213,333	213,333	213,333	341,719
TRES	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719
DOS	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719
UNO	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719

NIVEL 2 Ig (cm<sup>-4</sup>)

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	139,968	139,968	139,968	139,968	139,968	269,328
TRES	139,968	139,968	139,968	139,968	139,968	269,328
DOS	139,968	139,968	139,968	139,968	139,968	269,328
UNO	269,328	269,328	269,328	269,328	269,328	269,328

NIVEL 3 Ig (cm<sup>-4</sup>)

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	67,500	67,500	67,500	67,500	67,500	341,719
TRES	125,052	125,052	125,052	125,052	125,052	341,719
DOS	125,052	125,052	125,052	125,052	125,052	341,719
UNO	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719

NIVEL 1

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.2257	0.0411	0.0163	0.0067	0.0511	0.2653
TRES	0.6678	0.0875	0.0699	0.0345	0.2354	0.5821
DOS	0.5297	0.0579	0.0453	0.0223	0.1550	0.4244
UNO	0.1419	0.0603	0.0357	0.0280	0.0664	0.2000

NIVEL 2

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.2445	0.0038	0.0165	0.0115	0.0835	0.1883
TRES	0.3081	0.1202	0.0874	0.0802	0.1952	0.5457
DOS	0.1901	0.0712	0.0524	0.0481	0.1221	0.3239
UNO	0.0713	0.0383	0.0404	0.0404	0.0618	0.1752

NIVEL 3

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.1886	0.1137	0.1019	0.0960	0.1559	0.1358
TRES	0.3548	0.0634	0.1809	0.1627	0.3126	0.4614
DOS	0.4109	0.0755	0.2121	0.1911	0.3525	0.5093
UNO	0.2121	0.1617	0.1551	0.1522	0.2813	0.4039



Direccion Y-Y Ec= 144,900

75

NIVEL 1		EI					
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	1.009E+10	1.188E+10	1.217E+10	1.228E+10	1.176E+10	1.565E+10	
TRES	1.188E+10	1.821E+10	1.851E+10	1.914E+10	1.603E+10	1.252E+10	
DOS	1.295E+10	1.872E+10	1.895E+10	1.937E+10	1.715E+10	1.390E+10	
UNO	1.734E+10	1.868E+10	1.912E+10	1.927E+10	1.857E+10	1.651E+10	

NIVEL 2		EI					
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	6.519E+09	8.082E+09	7.981E+09	8.020E+09	7.487E+09	1.314E+10	
TRES	6.202E+09	7.242E+09	7.460E+09	7.510E+09	6.788E+09	1.010E+10	
DOS	6.817E+09	7.574E+09	7.709E+09	7.740E+09	7.230E+09	1.179E+10	
UNO	1.457E+10	1.503E+10	1.500E+10	1.500E+10	1.470E+10	1.328E+10	

NIVEL 3		EI					
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	3.291E+09	3.513E+09	3.551E+09	3.570E+09	3.385E+09	1.744E+10	
TRES	5.350E+09	6.816E+09	6.138E+09	6.234E+09	5.522E+09	1.355E+10	
DOS	5.137E+09	6.739E+09	5.980E+09	6.085E+09	5.359E+09	1.312E+10	
UNO	1.634E+10	1.705E+10	1.716E+10	1.719E+10	1.546E+10	1.411E+10	

=====

NIVEL 1		H'(cm)					
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	45	43	44	44	43	48	
TRES	445	396	396	396	396	456	
DOS	445	396	396	396	396	456	
UNO	48	45	45	45	45	48	

NIVEL 2		H'(cm)					
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	844	683	75	75	683	709	
TRES	536	588	588	588	588	592	
DOS	536	588	588	588	588	592	
UNO	1190	910	910	910	910	709	

NIVEL 3		H'(cm)					
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	398	339	416	416	339	300	
TRES	264	368	368	368	368	300	
DOS	264	368	368	368	368	300	
UNO	636	490	490	490	490	300	

=====

Direccion Y-Y

FR=

0.85

7

NIVEL 1		Pc (Kg)					
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	41,792,443	53,886,868	52,717,856	53,223,770	53,375,355	56,994,851	
TRES	503,083	974,323	990,341	1,024,176	857,695	505,083	
DOS	548,499	1,001,606	1,013,667	1,036,478	917,395	560,978	
UNO	63,154,748	77,386,388	79,226,149	79,818,048	76,943,241	60,097,390	

NIVEL 2		Pc (Kg)					
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	76,770	145,338	11,902,730	11,961,388	134,647	219,234	
TRES	181,088	175,724	181,020	182,228	164,695	241,751	
DOS	199,051	183,767	187,051	187,815	175,419	282,250	
UNO	86,321	152,312	151,999	152,002	148,943	221,679	

NIVEL 3		Pc (Kg)					
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	174,318	256,446	172,118	173,039	247,004	1,625,401	
TRES	643,934	422,216	380,220	386,156	342,078	1,263,332	
DOS	618,331	417,481	370,437	376,963	331,973	1,223,163	
UNO	338,886	595,693	599,106	600,634	540,094	1,315,005	

	Sum Pu (Ton)	Sum Pc (Ton)		
NIVEL 1	4,049	758,550	Fa=	1.005
NIVEL 2	2,902	27,695	Fa=	1.117
NIVEL 3	1,407	13,414	Fa=	1.117

### III.9 MOMENTOS ULTIMOS

Para el cálculo de los momentos últimos se consideraron en cada sentido los más desfavorables de los obtenidos en los extremos de cada columna comparando de acuerdo con el artículo VI.4:

- 1) Cargas gravitacionales \* 1.4
- 2) (Cargas gravitacionales + accidentales(sismo))\*1.1

Una vez que se obtuvieron los momentos más desfavorables se multiplicaron por sus respectivos factores de amplificación para considerar los efectos de esbeltez para la revisión de columnas

Se puede observar que los marcos que contienen muros en el sótano así como la bóveda, son los que reciben los mayores momentos debido a que presentan una mayor rigidez ante el sismo, pero estas columnas no fueron diseñadas para resistir un mayor esfuerzo que las demás, ya que se consideraron sin muros ligados en el sótano y sin bóveda.

MOMENTOS ESTATICOS

78

NIVEL 1 M (E1) X-X						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	1.20	1.20	1.07	1.07	1.20	7.80
TRES	2.90	3.60	3.17	3.17	3.60	4.30
DOS	3.80	4.80	4.92	4.92	4.80	0.30
UNO	1.70	22.00	2.19	2.19	22.00	3.40

NIVEL 2 M (E1) X-X						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	1.90	1.10	0.70	0.70	1.10	0.90
TRES	3.10	3.20	2.15	2.15	3.20	2.00
DOS	5.50	7.70	8.53	8.53	7.70	7.10
UNO	1.60	1.30	2.49	2.49	1.30	0.80

NIVEL 3 M (E1) X-X						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	1.30	0.10	0.08	0.08	0.10	0.70
TRES	4.40	3.80	4.05	4.05	3.80	4.00
DOS	10.60	13.20	15.17	15.17	13.20	17.40
UNO	4.50	11.70	11.96	11.96	11.70	13.00

NIVEL 1 M (Es) X-X						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	3.20	3.60	3.66	3.66	3.60	4.90
TRES	7.00	9.10	8.78	8.78	9.10	10.70
DOS	6.60	7.80	7.48	7.48	7.80	6.80
UNO	2.30	2.80	2.10	2.10	2.80	3.70

NIVEL 2 M (Es) X-X						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	2.50	2.20	2.41	2.41	2.20	2.90
TRES	4.00	4.70	3.84	3.84	4.70	4.40
DOS	6.20	8.40	9.23	9.23	8.40	6.40
UNO	1.80	6.20	4.81	4.81	6.20	6.00

NIVEL 3 M (Es) X-X						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	1.50	0.20	0.07	0.07	0.20	1.30
TRES	4.70	4.20	4.17	4.17	4.20	4.70
DOS	10.80	16.40	16.45	16.45	16.40	18.60
UNO	4.50	11.60	11.43	11.43	11.60	12.20

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

79

MOMENTOS SISMICOS

NIVEL 1 M (S1) X-X							
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	3.29	3.26	1.46	0.83	4.18	58.11	
TRES	7.56	7.50	19.11	19.33	9.63	60.51	
DOS	7.67	7.61	10.91	10.58	9.75	62.48	
UNO	2.85	2.83	5.91	5.28	3.65	64.34	

NIVEL 2 M (S1) X-X							
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	12.69	12.58	5.66	7.99	16.18	38.39	
TRES	18.21	18.09	19.98	21.45	19.36	41.46	
DOS	16.03	15.90	16.27	17.52	20.47	42.72	
UNO	22.17	21.99	22.76	24.56	28.19	43.34	

NIVEL 3 M (S1) X-X							
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	2.79	2.81	1.24	1.71	4.39	0.43	
TRES	6.77	6.79	6.10	7.07	10.01	10.10	
DOS	9.89	9.89	9.70	11.04	14.25	16.30	
UNO	15.21	15.25	14.33	16.54	22.44	26.51	

NIVEL 1 M (Ss) X-X							
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	4.29	4.25	11.97	13.32	5.48	27.74	
TRES	2.37	2.35	14.78	15.10	3.01	24.07	
DOS	2.41	2.39	1.28	2.03	3.12	24.98	
UNO	12.31	12.20	11.35	12.70	15.54	32.17	

NIVEL 2 M (Ss) X-X							
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	10.38	10.28	14.13	14.88	12.98	24.47	
TRES	13.19	13.06	15.67	16.58	16.47	29.50	
DOS	15.01	14.87	15.88	16.87	18.93	32.75	
UNO	21.55	21.33	23.25	24.52	26.59	35.50	

NIVEL 3 M (Ss) X-X							
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	5.34	5.33	4.84	5.50	7.58	14.99	
TRES	9.65	9.63	9.37	10.53	13.59	23.71	
DOS	12.81	12.79	12.73	14.27	17.97	29.03	
UNO	21.33	21.29	21.00	23.56	29.94	37.33	

## MOMENTOS X-X (Estático + Sísmico)\*1.1

80

NIVEL 1	A	B	C	D	E	F
EJES						
CUATRO	8.24	8.64	17.19	18.68	9.98	72.50
TRES	11.50	12.60	25.91	26.27	14.56	71.29
DOS	12.62	13.65	17.41	17.05	16.00	69.06
UNO	16.07	27.31	14.78	16.27	28.21	74.51

NIVEL 2	A	B	C	D	E	F
EJES						
CUATRO	16.05	15.05	18.19	19.01	19.00	43.22
TRES	20.14	20.11	24.35	25.96	24.82	47.81
DOS	23.69	25.96	27.62	28.71	30.99	54.80
UNO	26.15	30.28	30.87	32.26	36.18	48.56

NIVEL 3	A	B	C	D	E	F
EJES						
CUATRO	7.52	6.09	5.40	6.12	8.56	17.92
TRES	15.78	16.22	14.89	16.17	19.57	31.26
DOS	25.97	32.11	32.11	33.80	37.81	52.39
UNO	28.41	36.18	35.68	38.49	45.70	54.49

## MOMENTO X-X (Estático)\*1.4

NIVEL 1	A	B	C	D	E	F
EJES						
CUATRO	4.48	5.04	5.13	5.13	5.04	10.92
TRES	9.80	12.74	12.29	12.29	12.74	14.98
DOS	9.24	10.92	10.47	10.47	10.92	9.52
UNO	3.22	30.80	3.06	3.06	30.80	5.18

NIVEL 2	A	B	C	D	E	F
EJES						
CUATRO	3.50	3.00	3.37	3.37	3.00	4.00
TRES	5.60	6.58	5.37	5.37	6.58	6.16
DOS	6.68	11.76	12.92	12.92	11.76	9.94
UNO	2.52	8.68	6.73	6.73	8.68	8.40

NIVEL 3	A	B	C	D	E	F
EJES						
CUATRO	2.10	0.28	0.11	0.11	0.28	1.82
TRES	6.58	5.88	5.84	5.84	5.88	6.58
DOS	15.12	22.96	23.03	23.03	22.96	26.04
UNO	6.30	16.38	16.74	16.74	16.38	18.20

## MOMENTOS DE DISEÑO X-X

8:

NIVEL 1	Mu X-X					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	8.24	8.64	17.19	18.68	9.98	72.50
TRES	11.50	12.74	25.91	26.27	14.56	71.29
DOS	12.62	13.65	17.41	17.05	16.00	69.06
UNO	16.07	30.80	14.78	16.27	30.80	74.51

NIVEL 2	Mu X-X					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	16.05	15.05	18.19	19.01	19.00	43.22
TRES	20.14	20.11	24.35	25.96	24.82	47.81
DOS	23.69	25.96	27.62	28.71	30.99	54.80
UNO	26.15	30.28	30.87	32.26	36.18	48.56

NIVEL 3	Mu X-X					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	7.52	6.09	5.40	6.12	8.56	17.92
TRES	15.78	15.22	14.89	16.17	19.57	31.26
DOS	25.97	32.11	32.11	33.80	37.81	52.39
UNO	28.41	36.18	35.68	38.49	45.70	54.49

## EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL x Pu

(Ton - m)

NIVEL 1						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	1.48	2.11	4.52	4.53	2.11	2.42
TRES	3.78	4.47	4.47	4.47	4.47	4.48
DOS	3.78	4.47	4.47	4.47	4.47	4.48
UNO	2.22	3.65	3.65	3.65	3.65	2.97

NIVEL 2						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	1.10	1.53	1.90	1.95	1.53	1.59
TRES	2.63	2.87	2.87	2.87	2.87	3.38
DOS	2.63	2.87	2.87	2.87	2.87	3.38
UNO	1.63	2.70	2.70	2.70	2.70	2.30

NIVEL 3						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.54	0.75	0.75	0.75	0.75	0.81
TRES	1.30	1.42	1.42	1.42	1.42	1.77
DOS	1.30	1.42	1.42	1.42	1.42	1.77
UNO	0.85	1.42	1.42	1.42	1.42	1.12

		F(amp)=			1.014		
NIVEL 1	(Mux + eax (Pu) ) x F(amp)						
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	9.86	10.90	22.02	23.55	12.27	74.92	
TRES	15.50	17.46	30.82	31.18	19.30	75.77	
DOS	16.64	18.38	22.19	21.83	20.77	73.54	
UNO	18.55	34.94	18.69	20.20	34.94	77.48	

		F(amp)=			1.157		
NIVEL 2	(Mux + eax (Pu) ) x F(amp)						
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	19.84	19.18	20.09	20.97	23.76	51.86	
TRES	26.36	26.60	31.50	33.37	32.05	59.24	
DOS	30.45	33.37	35.29	36.55	39.18	67.33	
UNO	32.15	38.17	38.85	40.46	44.99	68.85	

		F(amp)=			1.113		
NIVEL 3	(Mux + eax (Pu) ) x F(amp)						
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	8.97	7.61	6.84	7.65	10.36	20.84	
TRES	19.01	18.51	18.15	19.58	23.35	36.76	
DOS	30.35	37.31	37.31	39.19	43.66	60.28	
UNO	32.56	41.84	41.29	44.41	52.43	61.89	



## MOMENTOS ESTATICOS

83

## NIVEL 1 M (Ei) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.92	1.07	0.22	0.28	1.38	3.62
TRES	2.64	0.48	0.06	0.03	0.78	3.40
DOS	2.64	0.48	0.06	0.03	0.78	3.40
UNO	2.93	2.22	1.27	0.71	1.32	3.96

## NIVEL 2 M (Ei) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	1.84	0.01	1.01	0.71	0.64	0.25
TRES	0.73	0.28	0.75	0.68	1.30	0.55
DOS	0.73	0.28	0.75	0.68	1.30	0.55
UNO	0.85	1.32	1.40	1.40	2.25	0.44

## NIVEL 3 M (Ei) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	1.27	1.38	1.06	0.93	2.40	4.28
TRES	7.56	0.39	2.62	2.26	6.44	19.16
DOS	7.56	0.39	2.62	2.26	6.44	19.16
UNO	1.94	3.05	2.88	2.82	7.33	14.61

## NIVEL 1 M (Es) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	3.32	0.48	0.74	0.30	1.12	6.91
TRES	5.84	0.53	0.40	0.20	1.52	7.05
DOS	5.84	0.53	0.40	0.20	1.52	7.05
UNO	5.35	0.49	0.88	0.99	2.50	8.34

## NIVEL 2 M (Es) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	2.70	0.04	0.05	0.47	1.04	3.29
TRES	3.20	1.02	0.33	0.04	1.92	8.76
DOS	3.20	1.02	0.33	0.04	1.92	8.76
UNO	2.21	0.27	0.26	0.16	1.75	6.20

## NIVEL 3 M (Es) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	1.70	1.46	1.06	0.83	2.51	4.38
TRES	6.11	0.90	2.62	2.24	6.67	18.65
DOS	6.11	0.90	2.62	2.24	6.67	18.65
UNO	2.44	3.23	2.99	2.87	7.56	13.74

M O M E N T O S   S I S M I C O S

NIVEL 1 M (S1) Y-Y						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	13.80	24.91	44.92	45.19	25.61	22.42
TRES	4.09	5.63	5.67	5.70	5.70	3.11
DOS	6.27	8.75	8.78	8.86	9.05	4.32
UNO	34.76	34.66	34.31	34.69	36.26	37.74

NIVEL 2 M (S1) Y-Y						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	9.20	10.46	59.91	60.61	11.46	17.19
TRES	7.65	8.21	7.78	7.79	8.53	10.37
DOS	13.00	14.05	13.49	13.45	14.33	18.55
UNO	30.09	33.27	33.32	33.33	34.17	33.72

NIVEL 3 M (S1) Y-Y						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	6.10	10.71	5.98	5.57	12.63	25.42
TRES	13.74	12.19	10.64	10.47	13.24	21.09
DOS	10.54	8.81	7.18	7.06	9.91	13.67
UNO	3.13	6.28	5.63	5.25	9.52	13.85

NIVEL 1 M (Ss) Y-Y						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	5.25	1.28	23.01	22.75	0.77	12.80
TRES	2.91	0.20	0.27	0.30	0.21	5.07
DOS	5.19	0.19	0.16	0.09	0.12	9.57
UNO	23.27	20.03	20.21	20.11	20.37	26.35

NIVEL 2 M (Ss) Y-Y						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	4.94	9.22	23.89	23.92	11.40	9.66
TRES	7.19	6.71	5.80	5.81	7.35	7.29
DOS	13.64	13.18	12.06	12.01	13.79	18.28
UNO	20.30	25.48	25.43	25.47	27.67	29.20

NIVEL 3 M (Ss) Y-Y						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	7.33	11.37	9.36	8.88	13.58	27.84
TRES	14.65	13.32	11.87	11.65	14.67	22.87
DOS	12.28	11.05	9.74	9.59	12.25	18.96
UNO	9.07	16.74	16.27	16.01	19.32	22.43

## MOMENTOS Y-Y (Estatico + Sismico)\*1.1

85

NIVEL 1	A	B	C	D	E	F
EJES						
CUATRO	16.19	28.57	49.66	50.01	29.69	28.65
TRES	9.62	6.71	6.30	6.30	7.12	13.33
DOS	12.13	10.15	9.72	9.78	10.81	18.28
UNO	41.46	40.57	39.13	38.94	41.33	45.87

NIVEL 2	A	B	C	D	E	F
EJES						
CUATRO	12.14	11.51	67.01	67.45	13.68	19.19
TRES	11.43	9.34	9.38	9.31	10.81	17.65
DOS	18.52	15.77	15.65	15.54	17.28	29.74
UNO	34.03	38.05	38.19	38.21	40.06	38.94

NIVEL 3	A	B	C	D	E	F
EJES						
CUATRO	9.94	14.11	11.45	10.69	17.70	35.44
TRES	23.42	15.64	15.94	15.28	23.47	45.67
DOS	20.23	13.14	13.59	13.01	20.81	41.37
UNO	12.66	21.97	21.18	20.77	29.57	39.78

## MOMENTO Y-Y (Estatico)\*1.4

NIVEL 1	A	B	C	D	E	F
EJES						
CUATRO	4.65	1.49	1.03	0.43	1.93	9.67
TRES	8.18	0.75	0.56	0.28	2.13	9.88
DOS	8.18	0.75	0.56	0.28	2.13	9.88
UNO	7.49	3.11	1.78	1.39	3.49	11.67

NIVEL 2	A	B	C	D	E	F
EJES						
CUATRO	3.78	0.06	1.41	0.99	1.45	4.60
TRES	4.48	1.43	1.04	0.95	2.69	12.26
DOS	4.48	1.43	1.04	0.95	2.69	12.26
UNO	3.09	1.85	1.96	1.56	3.15	8.59

NIVEL 3	A	B	C	D	E	F
EJES						
CUATRO	2.39	2.04	1.49	1.31	3.51	6.13
TRES	10.58	1.26	3.67	3.16	9.34	26.82
DOS	10.58	1.26	3.67	3.16	9.34	26.82
UNO	3.42	4.52	4.18	4.02	10.59	20.46

MOMENTOS DE DISEÑO Y-Y

NIVEL 1	Mu	Y-Y					
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	16.19	28.57	49.66	50.01	29.69	28.65	
TRES	9.62	6.71	6.30	6.30	7.12	13.33	
DOS	12.13	10.15	9.72	9.78	10.81	18.28	
UNO	41.46	40.57	39.13	38.94	41.33	45.87	

NIVEL 2	Mu	Y-Y					
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	12.14	11.51	67.01	67.45	13.68	19.19	
TRES	11.43	9.34	9.38	9.31	10.81	17.65	
DOS	18.52	15.77	15.65	15.54	17.28	29.74	
UNO	34.03	38.05	38.19	38.21	40.06	38.94	

NIVEL 3	Mu	Y-Y					
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	9.94	14.11	11.45	10.69	17.70	35.44	
TRES	23.42	15.64	15.94	15.28	23.47	45.67	
DOS	20.23	13.14	13.59	13.01	20.81	41.37	
UNO	12.66	21.97	21.18	20.77	29.57	39.78	

=====

EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL x Pu  
(Ton - m)

NIVEL 1	A	B	C	D	E	F	
EJES							
CUATRO	1.48	2.11	4.52	4.53	2.11	2.42	
TRES	3.78	4.47	4.47	4.47	4.47	4.48	
DOS	3.78	4.47	4.47	4.47	4.47	4.48	
UNO	2.22	3.65	3.65	3.65	3.65	2.97	

NIVEL 2	A	B	C	D	E	F	
EJES							
CUATRO	1.10	1.53	1.90	1.95	1.53	1.59	
TRES	2.63	2.87	2.87	2.87	2.87	3.38	
DOS	2.63	2.87	2.87	2.87	2.87	3.38	
UNO	1.63	2.70	2.70	2.70	2.70	2.30	

NIVEL 3	A	B	C	D	E	F	
EJES							
CUATRO	0.54	0.75	0.75	0.75	0.75	0.81	
TRES	1.30	1.42	1.42	1.42	1.42	1.77	
DOS	1.30	1.42	1.42	1.42	1.42	1.77	
UNO	0.65	1.42	1.42	1.42	1.42	1.12	

=====

		F(amp)= 1.005					
NIVEL 1	(Muy + eay (Pu) ) x F(amp)						
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	17.67	30.68	54.18	54.55	31.80	31.06	
TRES	13.47	11.25	10.82	10.83	11.65	17.91	
DOS	16.00	14.70	14.27	14.33	15.36	22.88	
UNO	43.68	44.22	42.78	42.59	44.98	48.84	

		F(amp)= 1.117					
NIVEL 2	(Muy + eay (Pu) ) x F(amp)						
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	14.79	14.56	68.91	69.40	16.99	23.21	
TRES	15.70	13.64	13.68	13.61	15.29	23.50	
DOS	23.63	20.82	20.70	20.56	22.51	37.00	
UNO	39.83	45.53	45.68	45.69	47.76	46.07	

		F(amp)= 1.117					
NIVEL 3	(Muy + eay (Pu) ) x F(amp)						
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	11.71	16.60	13.64	12.78	20.62	40.50	
TRES	27.62	19.06	19.39	18.65	27.80	53.00	
DOS	24.05	16.27	16.77	16.12	24.83	48.19	
UNO	15.09	26.13	25.24	24.78	34.62	45.70	

### III.10 FLEXOCOMPRESION

Toda sección sujeta a flexocompresión se debe dimensionar para la combinación más desfavorable de carga axial y momentos incluyendo los efectos de esbeltez, para nuestro caso de revisión partiremos de los elementos ya conocidos para el cálculo de la carga resistente  $Pr$ .

$$Pr = \frac{1}{1/Prx + 1/Prx - 1/Pro}$$

donde  $Pr$  Carga normal resistente aplicada con excentricidades (ex ey)

$Prx$  Carga normal resistente de diseño, aplicada con una excentricidad ex en un plano de simetría

$$Prx = K * Fr * bh * f''c$$

$Pry$  Carga normal resistente de diseño, aplicada con una excentricidad ey en un plano de simetría

$$Pry = K * Fr * bh * f''c$$

$Pro$  Carga axial resistente de diseño suponiendo  $e_x$  y  $e_y$  iguales a cero  
 $Pro = Fr(Ac * f''c + As * fy)$

Para el cálculo de  $P_r$  se consideró el momento último en el sentido de su revisión y el sismo en el otro sentido a un treinta por ciento.(art.237) ( ver tablas flexo X-X y flexo Y-Y)

## F L E X O X - X

NIVEL 1	Pr					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	96.75	107.23	116.83	112.79	95.43	44.47
TRES	206.70	234.03	180.88	178.74	229.98	83.22
DOS	201.18	230.95	215.70	219.80	222.90	86.64
UNO	112.44	123.74	172.25	165.47	125.03	52.64

NIVEL 2	Pr					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	26.88	44.11	31.48	32.05	40.20	49.16
TRES	81.30	91.37	79.99	77.30	76.30	87.25
DOS	69.90	74.13	72.93	69.71	63.38	73.35
UNO	70.63	96.63	95.31	93.57	86.09	60.43

NIVEL 3	Pr					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	10.56	28.42	21.68	22.17	11.35	47.20
TRES	30.44	43.86	44.43	43.40	29.88	52.56
DOS	24.89	24.54	23.68	22.57	18.54	41.20
UNO	42.82	52.03	55.90	51.02	42.57	27.06

NIVEL 1	Pu/Pr					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.77	0.98	1.93	2.01	1.11	2.42
TRES	0.81	0.85	1.10	1.11	0.86	2.39
DOS	0.84	0.86	0.92	0.90	0.89	2.30
UNO	0.88	1.31	0.94	0.98	1.30	2.51

NIVEL 2	Pu/Pr					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	2.04	1.73	3.02	3.05	1.90	1.53
TRES	1.62	1.57	1.80	1.86	1.88	1.83
DOS	1.88	1.94	1.97	2.06	2.27	2.18
UNO	1.09	1.32	1.34	1.36	1.48	1.80

NIVEL 3	Pu/Pr					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	2.56	1.32	1.74	1.70	3.32	0.76
TRES	2.13	1.62	1.60	1.63	2.37	1.50
DOS	2.61	2.89	2.99	3.14	3.82	1.91
UNO	0.88	1.21	1.13	1.23	1.48	1.84



## DIRECCION Y-Y

91

		Fr=	0.85	f"=	0.143 Ton/cm <sup>2</sup>	
NIVEL 1 Prx 30% (Ton)						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	165.08	188.38	203.92	203.92	182.56	122.90
TRES	292.50	277.75	245.79	245.79	275.29	196.64
DOS	292.50	292.50	297.41	297.41	292.50	223.67
UNO	258.08	179.43	312.16	304.79	179.43	157.31

NIVEL 2 Prx 30% (Ton)						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	81.80	102.25	116.41	116.41	99.10	152.75
TRES	152.59	152.59	154.16	152.59	141.58	211.67
DOS	133.71	125.85	117.98	116.41	117.98	183.30
UNO	198.57	209.48	211.67	211.67	194.21	159.29

NIVEL 3 Prx 30% (Ton)						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	38.23	73.19	79.75	76.47	62.27	176.97
TRES	87.73	95.16	95.16	93.68	87.73	184.35
DOS	49.07	37.17	37.17	35.69	35.69	90.94
UNO	110.61	113.07	113.07	108.15	98.32	73.74

		Fr=	0.85	f"=	0.143 Ton/cm <sup>2</sup>	
NIVEL 1 Prx (Ton)						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	77.68	64.09	77.68	77.68	60.20	105.69
TRES	282.66	307.24	317.07	317.07	307.24	258.08
DOS	253.17	290.04	290.04	290.04	285.12	231.05
UNO	81.11	110.61	120.44	122.90	110.61	93.40

NIVEL 2 Prx (Ton)						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	45.62	64.50	15.73	15.73	55.06	120.02
TRES	133.71	157.31	157.31	157.31	141.58	207.30
DOS	102.25	119.55	119.55	119.55	111.69	152.75
UNO	76.37	102.56	102.56	102.56	100.38	87.28

NIVEL 3 Prx (Ton)						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	12.02	12.02	15.29	16.39	9.83	39.33
TRES	37.17	55.02	53.53	55.50	37.17	61.45
DOS	40.15	66.91	63.94	66.91	40.15	73.74
UNO	108.15	100.78	108.15	108.15	81.11	49.16

## F L E X O Y - Y

92

NIVEL 1	Pr					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	65.35	57.86	70.68	70.68	54.17	65.91
TRES	220.77	225.83	208.54	208.54	224.21	153.07
DOS	202.36	225.25	228.15	228.15	222.27	156.94
UNO	72.59	82.05	110.14	111.23	82.05	68.32

NIVEL 2	Pr					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	33.93	48.52	14.82	14.82	42.41	79.33
TRES	95.66	107.16	107.94	107.16	94.81	137.46
DOS	73.10	78.55	75.41	74.76	72.20	102.79
UNO	63.07	81.63	81.96	81.96	77.89	64.68

NIVEL 3	Pr					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	9.79	11.16	14.15	14.96	9.05	34.56
TRES	29.45	41.09	40.25	41.62	29.45	51.13
DOS	24.42	26.67	26.18	25.89	20.58	44.61
UNO	61.93	60.14	62.69	61.15	49.12	31.48

NIVEL 1	Pu/Pr					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	1.14	1.82	3.20	3.21	1.95	1.63
TRES	0.76	0.88	0.95	0.95	0.89	1.30
DOS	0.83	0.88	0.87	0.87	0.89	1.27
UNO	1.36	1.98	1.47	1.46	1.98	1.93

NIVEL 2	Pu/Pr					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	1.61	1.57	6.41	6.59	1.80	0.95
TRES	1.37	1.34	1.33	1.34	1.52	1.16
DOS	1.80	1.83	1.90	1.92	1.99	1.55
UNO	1.22	1.56	1.56	1.56	1.64	1.68

NIVEL 3	Pu/Pr					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	2.76	3.37	2.66	2.52	4.16	1.04
TRES	2.20	1.73	1.76	1.70	2.41	1.54
DOS	2.66	2.66	2.71	2.74	3.44	1.77
UNO	0.61	1.05	1.00	1.03	1.28	1.58

Como podemos observar en las tablas de relación entre las cargas actuantes y las resistentes la gran mayoría de las columnas fallan por lo que será necesario realizar cambios en la estructura que soporten los efectos del sismo.

Independientemente de que el edificio ya falló haremos una revisión por cortante.

### III.11 CORTANTE EN COLUMNAS

Para calcular el cortante resistente total en las columnas, se consideró el cortante resistente de la sección de concreto y como  $P_u$  no excedió de:

$$0.7 f^*c A_g + 2000 A_s$$

se consideró para:

$$p < 0.01 \quad V_{cr} = [F_r b d (0.2 + 30p) / f^*c] (1 + 0.007(P_u / A_g))$$

$$p \geq 0.01 \quad V_{cr} = [0.5 F_r b d / f^*c] (1 + 0.007(P_u / A_g))$$

y el cortante resistente por los estribos

$$V_s = \frac{0.85 * A_v * f_s * d}{s}$$

donde  $A_v$  Area de refuerzo por tensión diagonal comprendido en una distancia  $s$  (separación de estribos)

$f_s$  Esfuerzo del acero

En la revisión por cortante podemos observar que las columnas cortas que se forman por el empotramiento de la bóveda son las primeras que fallan, seguidas de las columnas cortas del sótano.

También podemos observar que en esta revisión encontramos las mayores relaciones entre elementos actuantes y resistentes por lo que podemos concluir que los cortantes son los que rigen el primer estado de falla.

X - X							
NIVEL 1	V (sismo)						
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	0.30	0.30	4.70	4.70	0.30	60.40	
TRES	2.30	2.10	9.90	9.30	1.90	71.80	
DOS	2.30	2.10	1.50	1.20	1.90	73.30	
UNO	3.80	3.50	0.50	0.70	3.30	64.50	

X - X							
NIVEL 2	V (sismo)						
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	7.90	7.30	30.10	28.90	6.80	13.00	
TRES	9.70	8.90	10.20	9.80	8.40	14.70	
DOS	10.70	9.80	8.60	8.50	9.20	15.60	
UNO	15.00	13.70	9.40	9.00	12.90	16.60	

X - X							
NIVEL 3	V (sismo)						
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	3.70	3.40	2.40	2.50	3.50	3.90	
TRES	7.50	6.90	6.02	6.00	6.90	8.80	
DOS	10.30	9.50	7.50	7.40	9.40	11.80	
UNO	16.70	15.40	9.50	9.40	15.30	16.80	

X - X							
NIVEL 1	V (estatico)						
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	1.40	1.60	1.60	1.60	1.60	3.80	
TRES	3.20	4.10	4.10	4.10	4.10	12.80	
DOS	3.30	4.00	3.70	3.70	4.00	12.90	
UNO	1.30	1.60	1.90	1.90	1.60	0.60	

X - X							
NIVEL 2	V (estatico)						
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	1.20	0.10	0.30	0.30	0.10	1.01	
TRES	1.90	2.10	1.50	1.50	2.10	1.70	
DOS	3.10	4.30	5.00	5.00	4.30	3.60	
UNO	0.04	1.30	0.90	0.90	1.30	1.40	

X - X							
NIVEL 3	V (estatico)						
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	1.20	0.10	0.50	0.50	0.10	0.70	
TRES	3.13	2.80	3.60	3.60	2.80	3.00	
DOS	7.20	10.90	10.50	10.50	10.90	12.40	
UNO	3.10	8.00	6.40	6.40	8.00	8.70	

Y - Y							
NIVEL 1	V	(sismo)					
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	4.00	16.73	89.36	90.10	17.54	4.00	
TRES	0.09	1.27	1.29	1.29	1.32	0.17	
DOS	2.84	6.67	6.60	6.60	6.73	2.73	
UNO	19.60	24.78	23.93	24.80	26.98	19.46	

Y - Y							
NIVEL 2	V						
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	0.70	1.00	110.18	111.98	1.43	2.00	
TRES	3.32	3.34	3.06	3.05	3.25	3.62	
DOS	10.00	10.40	9.83	9.82	10.31	10.29	
UNO	10.83	12.75	12.76	12.77	13.49	13.77	

Y - Y							
NIVEL 3	V						
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	6.70	11.98	7.63	7.36	13.30	14.14	
TRES	6.84	6.13	5.41	5.47	5.82	4.55	
DOS	7.45	6.26	5.15	5.22	5.90	4.96	
UNO	2.90	8.44	8.07	7.86	10.29	12.66	

Y - Y							
NIVEL 1	V	(estatico)					
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	2.89	2.51	0.03	0.48	5.28	6.56	
TRES	2.77	0.24	0.26	0.18	1.07	4.05	
DOS	2.77	0.24	0.26	0.18	1.07	4.05	
UNO	4.80	3.48	0.77	0.56	7.62	8.77	

Y - Y							
NIVEL 2	V	(estatico)					
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	1.20	0.22	1.22	0.58	0.20	0.59	
TRES	1.03	0.19	0.35	0.28	1.28	2.75	
DOS	1.03	0.19	0.35	0.28	1.28	2.75	
UNO	0.81	0.43	0.44	0.42	1.07	1.54	

Y - Y							
NIVEL 3	V	(estatico)					
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	1.84	1.13	0.99	0.87	2.62	3.77	
TRES	3.18	0.99	0.47	0.03	4.18	6.87	
DOS	3.18	0.99	0.47	0.03	4.18	6.87	
UNO	1.51	2.17	2.02	1.96	5.13	9.78	













NIVEL 1	Vcr*FACTOR + Vcra					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	21.32	21.32	21.33	21.33	21.32	25.35
TRES	25.36	25.36	25.36	25.36	25.36	25.36
DOS	25.36	25.36	25.36	25.36	25.36	25.36
UNO	25.35	25.36	25.36	25.36	25.36	25.35

NIVEL 2	Vcr*FACTOR + Vcra					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	15.51	15.51	15.51	15.51	15.51	19.89
TRES	15.51	15.51	15.51	15.51	15.51	19.90
DOS	15.51	15.51	15.51	15.51	15.51	19.90
UNO	19.89	19.89	19.89	19.89	19.89	19.89

NIVEL 3	Vcr*FACTOR + Vcra					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	8.71	8.71	8.71	8.71	8.71	17.55
TRES	11.62	11.62	11.62	11.62	11.62	17.55
DOS	11.62	11.62	11.62	11.62	11.62	17.55
UNO	17.55	17.55	17.55	17.55	17.55	17.55

NIVEL 1	Vu/(Vcr+Vcra)					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.36	0.99	4.61	4.67	1.18	2.79
TRES	0.24	0.27	0.61	0.58	0.26	3.67
DOS	0.24	0.30	0.30	0.29	0.34	3.74
UNO	1.06	1.23	1.07	1.10	1.50	2.82

NIVEL 2	Vu/(Vcr+Vcra)					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.65	0.52	7.90	7.98	0.49	0.77
TRES	0.82	0.78	0.83	0.80	0.74	0.91
DOS	0.98	1.00	0.96	0.96	0.96	1.06
UNO	0.83	0.83	0.73	0.73	0.81	1.00

NIVEL 3	Vu/(Vcr+Vcra)					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	1.08	1.65	1.09	1.04	2.01	1.12
TRES	1.01	0.92	0.91	0.91	0.95	0.74
DOS	1.66	1.93	1.70	1.69	1.92	1.52
UNO	1.24	1.47	1.00	0.99	1.46	1.60

#### IV SOLUCIONES PROPUESTAS

##### IV.1 Descripción de la "Solución 1"

En la revisión notamos grandes diferencias en las rigideces de cada marco, provocadas por los muros de la bóveda y los muros de contención del sótano que como ya explicamos fueron ligados a las columnas, por tal motivo en esta solución decidimos desligar la bóveda de las columnas y en el sótano incrementar el muro en ejes alternados eliminando las columnas cortas como se muestran en las figuras: 4.1 a la 4.10.

Con estas medidas buscamos darle simetría en las rigideces de la estructura con una inversión mínima, esperando un mejor comportamiento.

Para la revisión de esta solución se siguieron los mismos procedimientos descritos en el capítulo anterior, dando por resultado lo que se expresa en las siguientes tablas:

## MARCO UNO

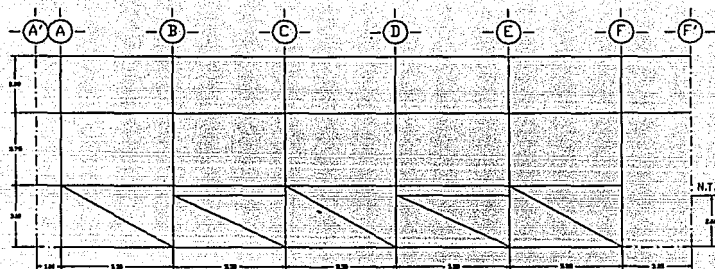


FIGURA 4.1

## MARCO DOS

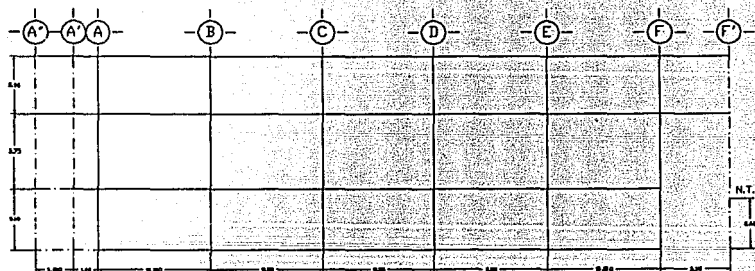


FIGURA 4.2

## MARCO TRES

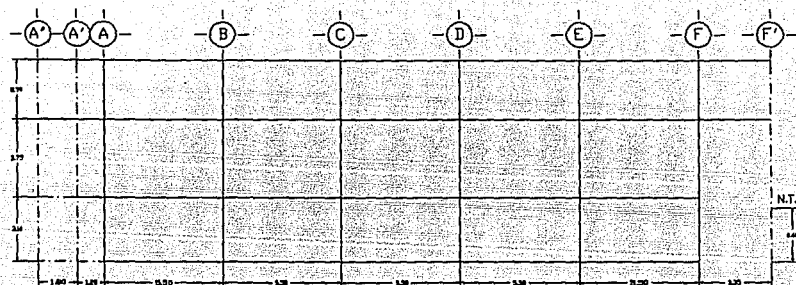


FIGURA 4.3

## MARCO CUATRO

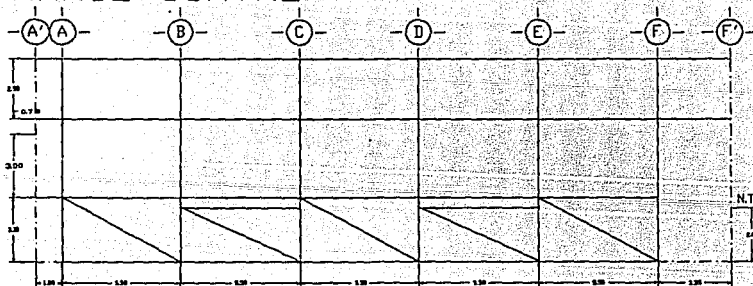


FIGURA 4.4



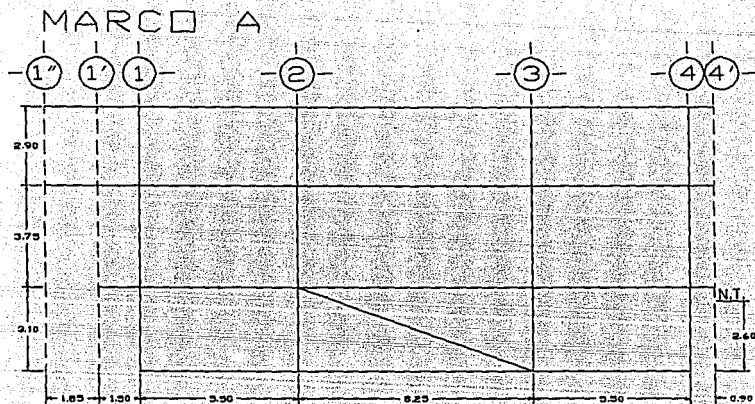


FIGURA 4.5

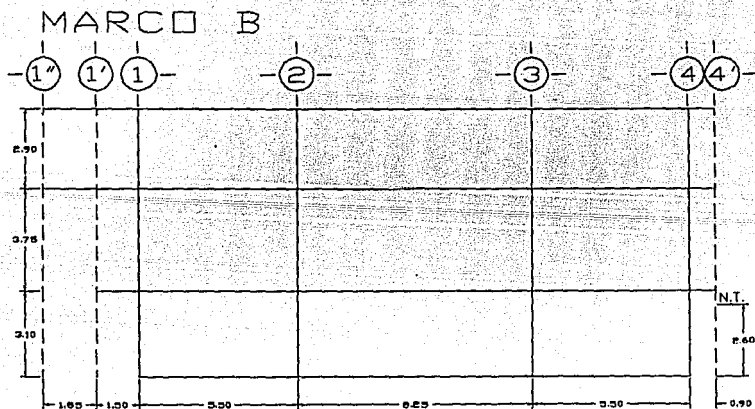


FIGURA 4.6

## MARCO C

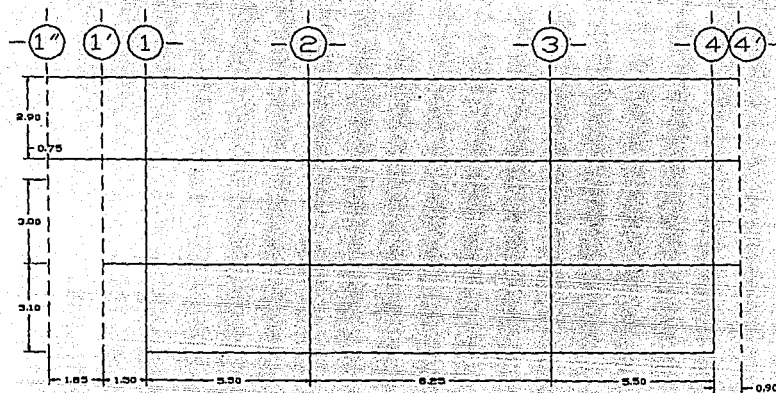


FIGURA 4.7

## MARCO D

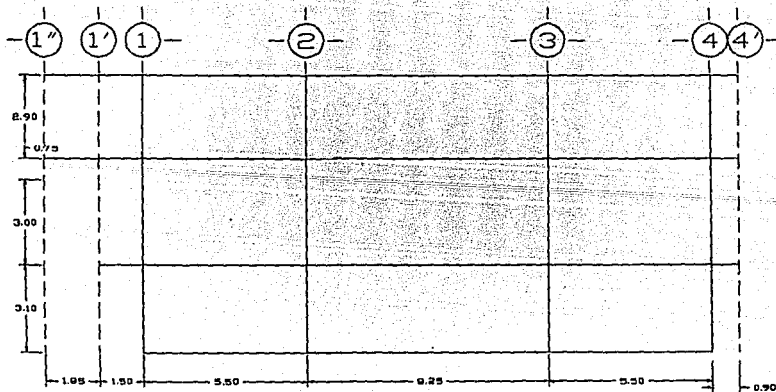


FIGURA 4.8

## MARCO E

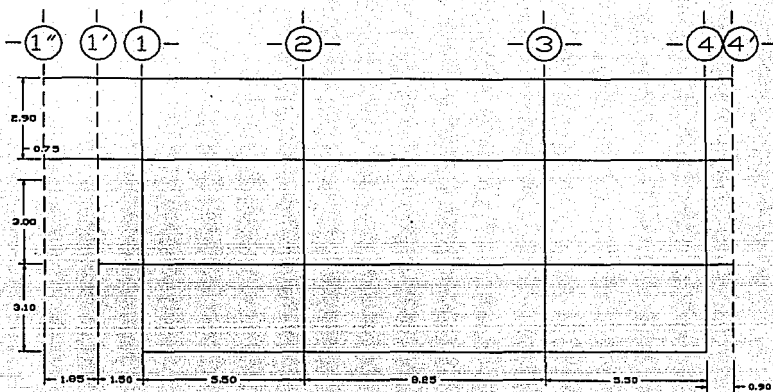


FIGURA 4.9

## MARCO F

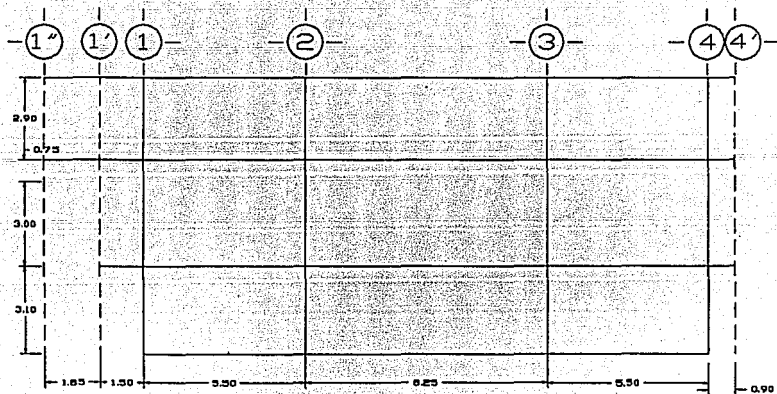


FIGURA 4.10

## IV.1.2

**Rigideces**

Solución 1

Dirección X'X	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1
	K (Ton/cm)	K (Ton/cm)	K (Ton/cm)
Marco A	15.20	13.15	1,243.58
Marco B	15.69	12.22	334.21
Marco C	15.69	12.22	334.21
Marco D	15.69	12.22	334.21
Marco E	15.69	12.22	334.21
Marco F	16.50	21.70	5,178.45
<b>Total</b>	<b>94.46</b>	<b>83.73</b>	<b>7,758.87</b>

Dirección Y'Y	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1
	K (Ton/cm)	K (Ton/cm)	K (Ton/cm)
Marco 1	27.51	32.69	8,363.10
Marco 2	27.96	19.40	607.15
Marco 3	27.96	19.40	607.15
Marco 4	17.34	22.84	8,089.67
<b>Total</b>	<b>109.77</b>	<b>94.33</b>	<b>17,667.07</b>

#### IV.1.3 Análisis Dinámico Modal Espectral

**SOLUCION**  
RESUMEN DE MODOS DE VIBRAR  
SENTIDO X'X

NIVEL	M Ton	M (Ton·seg <sup>2</sup> ) /ca	k (T/ca)	Z1 ca	Z2 ca	Z3 ca
NIVEL 3	774.14	0.79		137.62	(77.09)	1.11E-04
NIVEL 2	965.68	0.98	94.46	93.30	91.16	-8.88E-03
NIVEL 1	788.30	0.80	83.73	1.00	1.00	1.00E+00
NIVEL 0			7,758.87			

ZONA SISMICA "C"		u <sup>2</sup> 1=	u <sup>2</sup> 2=	u <sup>2</sup> 3=
TIPO DE SUELO "III"		t1=	t2=	t3=
C=	0.36	a1=	a2=	a3=
T1=	0.80 seg	0'1=	0'2=	0'3=
T2=	2.20 seg	R1=	R2=	R3=
Q=	2	C1=	C2=	C3=

38.55      261.24      9,760.65  
 1.012      0.389      0.064      seg  
 0.360      0.237      0.139  
 2.000      1.486      1.079  
 176.580      156.217      126.389 (cm/seg<sup>2</sup>)  
 0.0086      0.0023      0.9891

NIVEL	DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS			DESPLAZAMIENTOS DE ENTREPISO			CORTANTE DEL ENTREPISO			DINAMICO U Ton
	U1 ca	U2 ca	U3 ca	SU1 ca	SU2 ca	SU3 ca	SU1 Ton	SU2 Ton	SU3 Ton	
NIVEL 3	5.3943	(0.1064)	1.42E-06	1.7374	(0.2322)	0.0001	164.12	(21.93)	0.01	165.58
NIVEL 2	3.6568	0.1258	-1.14E-04	3.6176	0.1244	(0.0129)	302.91	10.42	(1.08)	303.09
NIVEL 1	0.0392	0.0014	1.28E-02	0.0392	0.0014	0.0128	304.12	10.71	99.38	320.12
NIVEL 0										

**SOLUCION**  
RESUMEN DE MODOS DE VIBRAR  
SENTIDO Y'Y

NIVEL	H Ton	M (Ton·seg <sup>2</sup> ) /cm	k (T/cm)	Z1 cm	Z2 cm	Z3 cm
NIVEL 3	774.14	0.79		283.74	(153.58)	2.55E-05
NIVEL 2	965.68	0.90	100.77	187.92	185.89	-4.37E-03
NIVEL 1	788.30	0.80	94.33	1.00	1.00	1.00E+00
NIVEL 0			17,667.07			

ZONA SISMICA "C"		$\omega^2_1 =$	49.12	$\omega^2_2 =$	282.26	$\omega^2_3 =$	22,103.69
TIPO DE SUELO "III"		t1 =	0.957	t2 =	0.374	t3 =	0.042 seg
C =	0.36	a1 =	0.360	a2 =	0.232	a3 =	0.133
T1 =	0.80 seg	0'1 =	2.000	0'2 =	1.467	0'3 =	1.053
T2 =	2.20 seg	R1 =	176.580	R2 =	155.221	R3 =	123.627 (cm/seg <sup>2</sup> )
Q =	2	C1 =	0.0042	C2 =	0.0012	C3 =	0.9946

	DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS			DESPLAZAMIENTOS DE ENTREPISO			CORTANTE DEL ENTREPISO			DINAMICO U Ton
	U1 cm	U2 cm	U3 cm	ΔU1 cm	ΔU2 cm	ΔU3 cm	ΔV1 Ton	ΔV2 Ton	ΔV3 Ton	
NIVEL 3	4.8428	(0.10014)	1.42E-07	1.6353	(0.2220)	.0000	164.79	(22.37)	.00	166.31
NIVEL 2	3.2074	0.1216	-2.43E-05	3.1903	0.1209	(0.0056)	300.94	11.41	(0.53)	301.16
NIVEL 1	0.0171	0.0007	5.56E-03	0.0171	0.0007	0.0056	301.54	11.56	98.28	317.36
NIVEL 0										

#### IV.1.4 Estudio de Torsión



ESTUDIO DE TORSION

1

DATOS PARA EL ANALISIS

NUMERO DE PISOS DEL EDIFICIO = 3

NUMERO DE MARCOS VERTICALES

EN EL PISO 3 = 6  
 EN EL PISO 2 = 6  
 EN EL PISO 1 = 6

NUMERO DE MARCOS HORIZONTALES

EN EL PISO 3 = 4  
 EN EL PISO 2 = 4  
 EN EL PISO 1 = 4

CENTRO DE CARGAS EN X (EN MTS) =

EN EL PISO 3 = 17.6  
 EN EL PISO 2 = 17.6  
 EN EL PISO 1 = 15.16

CENTRO DE CARGAS EN Y (EN MTS) =

EN EL PISO 3 = 11.76  
 EN EL PISO 2 = 11.76  
 EN EL PISO 1 = 11.84

LONGITUD HORIZONTAL DEL EDIFICIO (EN MTS) =

EN EL PISO 3 = 32.47  
 EN EL PISO 2 = 32.47  
 EN EL PISO 1 = 30.2

LONGITUD VERTICAL DEL EDIFICIO (EN MTS) =

EN EL PISO 3 = 23.5  
 EN EL PISO 2 = 23.5  
 EN EL PISO 1 = 21.65

FUERZA CORTANTE POR DISTRIBUIR (EN TON) =

	SENTIDO X-X	SENTIDO Y-Y
EN EL PISO 3 =	165.58	166.31
EN EL PISO 2 =	303.09	301.16
EN EL PISO 1 =	320.12	317.36

MARCOS VERTICALES :

ESTUDIO DEL PISO 3

MARCO VERTICAL 1 (EJE A)	RIGIDEZ = 15.2	DISTANCIA = 0
MARCO VERTICAL 2 (EJE B)	RIGIDEZ = 15.69	DISTANCIA = 5.5

=====

RESULTADOS DEL ESTUDIO DE TORSION

=====

MARCOS VERTICALES POR PISOS

-----

RESULTADOS EN EL PISO 3 :

MARCO VERTICAL 1 (EJE A) =	26.76	0	26.76	(TON)
MARCO VERTICAL 2 (EJE B) =	27.62	0	27.62	(TON)
MARCO VERTICAL 3 (EJE C) =	27.62	0	27.62	(TON)
MARCO VERTICAL 4 (EJE D) =	27.62	4.37	31.99	(TON)
MARCO VERTICAL 5 (EJE E) =	27.62	13.74	41.37	(TON)
MARCO VERTICAL 6 (EJE F) =	29.05	24.31	53.36	(TON)

RESULTADOS EN EL PISO 2 :

MARCO VERTICAL 1 (EJE A) =	47.3	3.44	50.74	(TON)
MARCO VERTICAL 2 (EJE B) =	43.95	2.04	45.99	(TON)
MARCO VERTICAL 3 (EJE C) =	43.95	.88	44.83	(TON)
MARCO VERTICAL 4 (EJE D) =	43.95	2.45	46.4	(TON)
MARCO VERTICAL 5 (EJE E) =	43.95	12.46	56.42	(TON)
MARCO VERTICAL 6 (EJE F) =	78.05	39.91	117.96	(TON)

RESULTADOS EN EL PISO 1 :

MARCO VERTICAL 1 (EJE A) =	50.87	26.57	77.43	(TON)
MARCO VERTICAL 2 (EJE B) =	13.67	5.24	18.92	(TON)
MARCO VERTICAL 3 (EJE C) =	13.67	3.35	17.02	(TON)
MARCO VERTICAL 4 (EJE D) =	13.67	1.46	15.13	(TON)
MARCO VERTICAL 5 (EJE E) =	13.67	0	13.67	(TON)
MARCO VERTICAL 6 (EJE F) =	211.81	0	211.81	(TON)

MARCOS HORIZONTALES POR PISOS

-----

RESULTADOS EN EL PISO 3 :

MARCO HORIZONTAL 1 (EJE 1) =	45.2	0	45.2	(TON)
MARCO HORIZONTAL 2 (EJE 2) =	45.94	0	45.94	(TON)
MARCO HORIZONTAL 3 (EJE 3) =	45.94	12.37	58.31	(TON)
MARCO HORIZONTAL 4 (EJE 4) =	28.49	15.95	44.44	(TON)

MARCO VERTICAL 3	(EJE C)	RIGIDEZ = 15.69	DISTANCIA = 11	
MARCO VERTICAL 4	(EJE D)	RIGIDEZ = 15.69	DISTANCIA = 16.5	117
MARCO VERTICAL 5	(EJE E)	RIGIDEZ = 15.69	DISTANCIA = 22	
MARCO VERTICAL 6	(EJE F)	RIGIDEZ = 16.5	DISTANCIA = 27.5	

-----  
**ESTUDIO DEL PISO 2**  
 -----

MARCO VERTICAL 1	(EJE A)	RIGIDEZ = 13.15	DISTANCIA = 0
MARCO VERTICAL 2	(EJE B)	RIGIDEZ = 12.22	DISTANCIA = 5.5
MARCO VERTICAL 3	(EJE C)	RIGIDEZ = 12.22	DISTANCIA = 11
MARCO VERTICAL 4	(EJE D)	RIGIDEZ = 12.22	DISTANCIA = 16.5
MARCO VERTICAL 5	(EJE E)	RIGIDEZ = 12.22	DISTANCIA = 22
MARCO VERTICAL 6	(EJE F)	RIGIDEZ = 21.7	DISTANCIA = 27.5

-----  
**ESTUDIO DEL PISO 1**  
 -----

MARCO VERTICAL 1	(EJE A)	RIGIDEZ = 1243.58	DISTANCIA = 0
MARCO VERTICAL 2	(EJE B)	RIGIDEZ = 334.21	DISTANCIA = 5.5
MARCO VERTICAL 3	(EJE C)	RIGIDEZ = 334.21	DISTANCIA = 11
MARCO VERTICAL 4	(EJE D)	RIGIDEZ = 334.21	DISTANCIA = 16.5
MARCO VERTICAL 5	(EJE E)	RIGIDEZ = 334.21	DISTANCIA = 22
MARCO VERTICAL 6	(EJE F)	RIGIDEZ = 5178.45	DISTANCIA = 27.5

-----  
**MARCOS HORIZONTALES :**  
 -----

-----  
**ESTUDIO DEL PISO 3**  
 -----

MARCO HORIZONTAL 1	(EJE 1)	RIGIDEZ = 27.51	DISTANCIA = 0
MARCO HORIZONTAL 2	(EJE 2)	RIGIDEZ = 27.96	DISTANCIA = 5.5
MARCO HORIZONTAL 3	(EJE 3)	RIGIDEZ = 27.96	DISTANCIA = 13.75
MARCO HORIZONTAL 4	(EJE 4)	RIGIDEZ = 17.34	DISTANCIA = 19.25

-----  
**ESTUDIO DEL PISO 2**  
 -----

MARCO HORIZONTAL 1	(EJE 1)	RIGIDEZ = 32.69	DISTANCIA = 0
MARCO HORIZONTAL 2	(EJE 2)	RIGIDEZ = 19.4	DISTANCIA = 5.5
MARCO HORIZONTAL 3	(EJE 3)	RIGIDEZ = 19.4	DISTANCIA = 13.75
MARCO HORIZONTAL 4	(EJE 4)	RIGIDEZ = 22.84	DISTANCIA = 19.25

-----  
**ESTUDIO DEL PISO 1**  
 -----

MARCO HORIZONTAL 1	(EJE 1)	RIGIDEZ = 8363.1	DISTANCIA = 0
MARCO HORIZONTAL 2	(EJE 2)	RIGIDEZ = 607.15	DISTANCIA = 5.5
MARCO HORIZONTAL 3	(EJE 3)	RIGIDEZ = 607.15	DISTANCIA = 13.75
MARCO HORIZONTAL 4	(EJE 4)	RIGIDEZ = 8089.67	DISTANCIA = 19.25

## RESULTADOS EN EL PISO 2 :

MARCO HORIZONTAL	1	(EJE 1) =	105.04	0	105.04	(TON)
MARCO HORIZONTAL	2	(EJE 2) =	62.33	0	62.33	(TON)
MARCO HORIZONTAL	3	(EJE 3) =	62.33	15.23	77.57	(TON)
MARCO HORIZONTAL	4	(EJE 4) =	73.39	37.16	110.55	(TON)

## RESULTADOS EN EL PISO 1 :

MARCO HORIZONTAL	1	(EJE 1) =	151.54	0	151.54	(TON)
MARCO HORIZONTAL	2	(EJE 2) =	11	0	11	(TON)
MARCO HORIZONTAL	3	(EJE 3) =	11	1.91	12.91	(TON)
MARCO HORIZONTAL	4	(EJE 4) =	146.58	58.25	204.84	(TON)

---

## RESULTADOS POR MARCOS:

.....

## MARCOS VERTICALES

-----

## MARCO VERTICAL 1 (EJE A)

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	26.76	26.76	26.76	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	47.3	50.74	23.97	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	50.87	77.43	26.7	(TON)

## MARCO VERTICAL 2 (EJE B)

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	27.62	27.62	27.62	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	43.95	45.99	18.36	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	13.67	18.92	-27.07	(TON)

## MARCO VERTICAL 3 (EJE C)

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	27.62	27.62	27.62	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	43.95	44.83	17.2	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	13.67	17.02	-27.81	(TON)

## MARCO VERTICAL 4 (EJE D)

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	27.62	31.99	31.99	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	43.95	46.4	14.41	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	13.67	15.13	-31.28	(TON)

## MARCO VERTICAL 5 (EJE E)

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	27.62	41.37	41.37	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	43.95	56.42	15.05	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	13.67	13.67	-42.75	(TON)

## MARCO VERTICAL 6 (EJE F)

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	29.05	53.36	53.36	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	78.05	117.96	64.6	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	211.81	211.81	93.85	(TON)

## MARCOS HORIZONTALES

-----

## MARCO HORIZONTAL 1 (EJE 1)

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	45.2	45.2	45.2	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	105.04	105.04	59.83	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	151.54	151.54	46.5	(TON)

## MARCO HORIZONTAL 2 (EJE 2)

120

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	45.94	45.94	45.94	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	62.33	62.33	16.39	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	11	11	-51.33	(TON)

## MARCO HORIZONTAL 3 (EJE 3)

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	45.94	58.31	58.31	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	62.33	77.57	19.26	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	11	12.91	-64.65	(TON)

## MARCO HORIZONTAL 4 (EJE 4)

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	28.49	44.44	44.44	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	73.39	110.55	66.11	(TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	146.58	204.84	94.29	(TON)

---

#### **IV.1.5 Revisión de elementos estructurales**

##### **IV.1.5.1 Cargas últimas**

AREAS TRIBUTARIAS POR COLUMNA  
Y SU CARGA PROMEDIO

NIVEL 1 AREAS		CARGA= 1.04 T/m <sup>2</sup>				
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	13.32	20.08	20.08	20.08	20.08	14.42
TRES	25.09	37.81	37.81	37.81	37.81	27.16
DOS	25.09	37.81	37.81	37.81	37.81	27.16
UNO	15.51	23.76	23.76	23.76	23.76	16.79

NIVEL 2 AREAS		CARGA= 1.37 T/m <sup>2</sup>				
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	14.42	20.08	20.08	20.08	20.08	19.25
TRES	34.61	37.81	37.81	37.81	37.81	42.00
DOS	34.61	37.81	37.81	37.81	37.81	42.00
UNO	20.08	33.55	33.55	33.55	33.55	26.00

NIVEL 3 AREAS		CARGA= 1.34 T/m <sup>2</sup>				
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	14.42	20.08	20.08	20.08	20.08	19.25
TRES	34.61	37.81	37.81	37.81	37.81	42.00
DOS	34.61	37.81	37.81	37.81	37.81	42.00
UNO	20.08	33.55	33.55	33.55	33.55	26.00

NIVEL 1 CARGAS P (Ton)						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	53.00	75.39	75.39	75.39	75.39	67.25
TRES	120.04	141.96	141.96	141.96	141.96	142.24
DOS	120.04	141.96	141.96	141.96	141.96	142.24
UNO	70.63	115.78	115.78	115.78	115.78	88.03

NIVEL 2 CARGAS P (Ton)						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	39.13	54.49	54.49	54.49	54.49	52.24
TRES	93.92	102.60	102.60	102.60	102.60	113.97
DOS	93.92	102.60	102.60	102.60	102.60	113.97
UNO	54.49	91.04	91.04	91.04	91.04	70.56

NIVEL 3 CARGAS P (Ton)						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	19.31	26.89	26.89	26.89	26.89	25.78
TRES	46.34	50.63	50.63	50.63	50.63	56.24
DOS	46.34	50.63	50.63	50.63	50.63	56.24
UNO	26.89	44.93	44.93	44.93	44.93	34.82

=====



## X-X

NIVEL 1	CARGAS DP	A	B	C	D	E	F
EJES	A						
CUATRO		9.10	13.00	12.70	13.40	16.20	11.05
TRES		5.50	(7.60)	(7.60)	(8.00)	(9.70)	4.70
DOS		(3.50)	18.40	18.00	19.40	24.00	4.70
UNO		(19.30)	(23.60)	(23.10)	(24.80)	(30.60)	11.20

NIVEL 2	CARGAS DP	A	B	C	D	E	F
EJES	A						
CUATRO		7.60	7.80	7.80	8.40	10.70	16.70
TRES		(4.60)	(4.80)	(4.60)	(5.00)	(6.30)	(9.90)
DOS		14.40	14.80	14.60	15.90	19.90	25.80
UNO		(17.50)	(17.90)	(17.60)	(19.30)	(24.10)	32.60

NIVEL 3	CARGAS DP	A	B	C	D	E	F
EJES	A						
CUATRO		2.00	2.00	2.00	2.30	2.90	5.80
TRES		(1.10)	(1.10)	(1.10)	(1.30)	(1.60)	(3.40)
DOS		4.80	4.90	4.80	5.50	7.00	8.80
UNO		(5.70)	(5.80)	(5.80)	(6.50)	(8.30)	(11.30)

## Y-Y

NIVEL 1	CARGAS DP	A	B	C	D	E	F
EJES	A						
CUATRO		(22.60)	(14.70)	(14.30)	15.30	(33.90)	40.80
TRES		(19.30)	8.00	(0.40)	0.70	(13.50)	24.60
DOS		(15.40)	6.30	(0.30)	0.60	(10.80)	19.60
UNO		(23.10)	14.60	(14.90)	15.20	(24.00)	32.20

NIVEL 2	CARGAS DP	A	B	C	D	E	F
EJES	A						
CUATRO		(9.70)	1.80	0.30	1.30	(16.20)	23.10
TRES		(14.90)	7.50	(0.40)	0.70	(12.40)	19.60
DOS		(11.90)	5.90	(0.30)	0.60	(9.90)	15.60
UNO		(9.20)	0.70	0.01	0.30	(9.80)	18.00

NIVEL 3	CARGAS DP	A	B	C	D	E	F
EJES	A						
CUATRO		(2.30)	0.40	(0.10)	0.50	(5.70)	7.10
TRES		(4.60)	2.30	(0.10)	0.30	(4.50)	6.60
DOS		(3.60)	1.80	0.10	0.70	(3.60)	5.20
UNO		(3.10)	0.20	0.03	0.10	(3.30)	6.00

## NIVEL 1 CARGAS DP CRITICAS

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	22.60	14.70	14.30	15.30	33.90	40.80
TRES	19.30	8.00	7.60	8.00	13.50	24.60
DOS	15.40	18.40	18.00	19.40	24.00	19.60
UNO	23.10	23.60	23.10	24.80	30.60	32.20

## NIVEL 2 CARGAS DP CRITICAS

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	9.70	7.80	7.80	8.40	16.20	23.10
TRES	14.90	7.50	4.60	5.00	12.40	19.60
DOS	14.40	14.80	14.60	15.90	19.90	25.80
UNO	17.50	17.90	17.60	19.30	24.10	32.60

## NIVEL 3 CARGAS DP CRITICAS

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	2.30	2.00	2.00	2.30	5.70	7.10
TRES	4.60	2.30	1.10	1.30	4.50	6.60
DOS	4.80	4.90	4.80	5.50	7.00	8.80
UNO	5.70	5.80	5.80	6.50	8.30	11.30

## NIVEL 1 CARGAS Pu (Ton)

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	83.16	105.55	105.55	105.55	120.22	118.85
TRES	168.05	198.74	198.74	198.74	198.74	199.14
DOS	168.05	198.74	198.74	198.74	198.74	199.14
UNO	103.11	162.09	162.09	162.09	162.09	132.26

Sum Pu = 3,846.91

## NIVEL 2 CARGAS Pu (Ton)

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	54.78	76.29	76.29	76.29	77.76	82.87
TRES	131.49	143.65	143.65	143.65	143.65	159.56
DOS	131.49	143.65	143.65	143.65	143.65	159.56
UNO	79.19	127.46	127.46	127.46	127.46	113.47

Sum Pu = 2,878.04

## NIVEL 3 CARGAS Pu (Ton)

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	27.03	37.64	37.64	37.64	37.64	36.16
TRES	64.88	70.88	70.88	70.88	70.88	78.74
DOS	64.88	70.88	70.88	70.88	70.88	78.74
UNO	37.64	62.90	62.90	62.90	62.90	50.73

Sum Pu = 1,408.02

#### IV.1.5.2 Efectos de esbeltez

E F E C T O S D E E S B E L T E Z  
 F A C T O R E S D E A M P L I F I C A C I O N  
 D I R E C C I O N X - X

NIVEL 1	I <sub>g</sub> (cm <sup>4</sup> )					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	213,333	213,333	213,333	213,333	213,333	341,719
TRES	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719
DOS	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719
UNO	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719

NIVEL 2	I <sub>g</sub> (cm <sup>4</sup> )					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	139,968	139,968	139,968	139,968	139,968	269,328
TRES	139,968	139,968	139,968	139,968	139,968	269,328
DOS	139,968	139,968	139,968	139,968	139,968	269,328
UNO	269,328	269,328	269,328	269,328	269,328	269,328

NIVEL 3	I <sub>g</sub> (cm <sup>4</sup> )					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	67,500	67,500	67,500	67,500	67,500	341,719
TRES	125,052	125,052	125,052	125,052	125,052	341,719
DOS	125,052	125,052	125,052	125,052	125,052	341,719
UNO	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719

$$F \text{ amp.} = \frac{W_u/h}{R/Q - 1.2 \cdot W_u/h}$$

DONDE:

W<sub>u</sub> SUMA DE CARGAS DE DISEÑO MUERTAS Y VIVAS ACUMULADAS  
 DESDE EL EXTREMO SUPERIOR DEL EDIFICIO HASTA EL ENTREPISO  
 CONSIDERADO

h ALTURA DEL ETREPISO

R RIGIDEZ DE ENTREPISO.

SENTIDO X'X  
NIVEL 3

h= 290 Rx = Kx = 94.46 T/cm  
 Wu= 851.554 T Q= 2  
 F amp= 1.06718462

NIVEL 2

h= 375 Rx = Kx = 83.73 T/cm  
 Wu= 1913.802 T Q= 2  
 F amp= 1.14279107

NIVEL 1

h= 310 Rx = Kx = 7758.87 T/cm  
 Wu= 2780.932 T Q= 2  
 F amp= 1.00231882

=====

NIVEL 1	1.002
NIVEL 2	1.143
NIVEL 3	1.067

E F E C T O S   D E   E S B E L T E Z  
 F A C T O R E S   D E   A M P L I F I C A C I O N  
 D I R E C C I O N   Y - Y

NIVEL 1		I <sub>g</sub> (cm <sup>4</sup> )				
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	213,333	213,333	213,333	213,333	213,333	341,719
TRES	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719
DOS	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719
UNO	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719

NIVEL 2		I <sub>g</sub> (cm <sup>4</sup> )				
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	139,968	139,968	139,968	139,968	139,968	269,328
TRES	139,968	139,968	139,968	139,968	139,968	269,328
DOS	139,968	139,968	139,968	139,968	139,968	269,328
UNO	269,328	269,328	269,328	269,328	269,328	269,328

NIVEL 3		I <sub>g</sub> (cm <sup>4</sup> )				
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	67,500	67,500	67,500	67,500	67,500	341,719
TRES	125,052	125,052	125,052	125,052	125,052	341,719
DOS	125,052	125,052	125,052	125,052	125,052	341,719
UNO	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719

=====

SENTIDO Y'Y  
NIVEL 3

h= 290 Rx = Kx = 100.77  
 Wu= 851.554 T Q= 2  
 F amp= 1.06266133

NIVEL 2

h= 375 Rx = Kx = 94.33  
 Wu= 1913.802 T Q= 2  
 F amp= 1.12435108

NIVEL 1

h= 310 Rx = Kx = 17667.07  
 Wu= 2780.932 T Q= 2  
 F amp= 1.00101677

NIVEL 1 Fa= 1.001  
 NIVEL 2 Fa= 1.124  
 NIVEL 3 Fa= 1.063

#### IV.1.5.3 Momentos últimos



## MOMENTOS ESTATICOS

## NIVEL 1 M (Ei) X-X

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	1.20	1.20	1.07	1.07	1.20	7.80
TRES	2.90	3.60	3.17	3.17	3.60	4.30
DOS	3.80	4.80	4.92	4.92	4.80	0.30
UNO	1.70	22.00	2.19	2.19	22.00	3.40

## NIVEL 2 M (Ei) X-X

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	1.90	1.10	0.69	0.69	1.10	0.90
TRES	3.10	3.20	2.15	2.15	3.20	2.00
DOS	5.50	7.70	8.53	8.53	7.70	7.10
UNO	1.60	1.30	2.49	2.49	1.30	0.80

## NIVEL 3 M (Ei) X-X

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	1.30	0.10	0.08	0.08	0.10	0.70
TRES	4.40	3.80	4.05	4.05	3.80	4.00
DOS	10.60	15.20	15.17	15.17	15.20	17.40
UNO	4.50	11.70	11.96	11.96	11.70	13.00

## NIVEL 1 M (Es) X-X

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	3.20	3.60	3.66	3.66	3.60	4.90
TRES	7.00	9.10	8.78	8.78	9.10	10.70
DOS	6.60	7.80	7.48	7.48	7.80	6.80
UNO	2.30	2.80	2.10	2.10	2.80	3.70

## NIVEL 2 M (Es) X-X

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	2.50	2.20	2.41	2.41	2.20	2.90
TRES	4.00	4.70	3.83	3.83	4.70	4.40
DOS	6.20	8.40	9.23	9.23	8.40	6.40
UNO	1.80	6.20	4.81	4.81	6.20	6.00

## NIVEL 3 M (Es) X-X

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	1.50	0.20	0.07	0.07	0.20	1.30
TRES	4.70	4.20	4.17	4.17	4.20	4.70
DOS	10.80	16.40	16.45	16.45	16.40	18.60
UNO	4.50	11.60	11.43	11.43	11.60	12.20

## MOMENTOS SISMICOS

## NIVEL 1 M (Si) X-X

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	5.60	11.00	10.20	13.40	10.20	1.20
TRES	1.10	20.50	19.20	8.00	20.10	1.20
DOS	1.10	20.80	19.40	19.40	20.30	1.20
UNO	11.70	13.70	12.70	11.80	11.90	1.20

## NIVEL 2 M (Si) X-X

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	17.90	16.30	16.00	16.70	20.60	63.10
TRES	26.40	19.80	19.40	20.20	24.80	66.20
DOS	27.50	20.80	20.40	21.30	26.20	68.40
UNO	32.80	28.20	27.60	28.90	35.70	71.40

## NIVEL 3 M (Si) X-X

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	4.90	1.60	1.70	2.40	3.40	4.70
TRES	4.90	5.70	5.80	6.70	9.20	6.80
DOS	8.40	9.30	9.30	10.80	14.00	13.70
UNO	13.30	12.90	13.00	15.70	20.80	25.20

## NIVEL 1 M (Ss) X-X

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	12.40	1.80	2.10	2.70	4.30	1.20
TRES	1.10	2.80	2.30	1.60	0.40	1.20
DOS	1.10	3.00	2.40	1.70	0.50	1.20
UNO	25.80	11.40	11.50	12.70	2.00	1.20

## NIVEL 2 M (Ss) X-X

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	14.00	15.00	14.60	15.00	18.00	35.20
TRES	19.70	19.10	18.60	19.00	22.90	41.20
DOS	21.90	21.30	20.70	21.30	25.80	45.40
UNO	30.00	31.90	30.70	31.50	37.70	51.40

## NIVEL 3 M (Ss) X-X

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	5.20	5.30	5.30	6.00	7.80	16.30
TRES	9.40	9.90	9.80	11.10	14.20	25.70
DOS	12.70	13.30	13.20	14.90	19.00	31.30
UNO	21.70	22.10	22.00	24.80	31.60	40.40

## MOMENTOS X-X (Estatico + Sismico)\*1.1

## NIVEL 1

	A	B	C	D	E	F
EJES						
CUATRO	17.16	13.42	12.40	15.92	12.54	9.90
TRES	8.91	26.51	24.61	12.29	26.07	13.09
DOS	8.47	28.16	26.75	26.75	27.61	8.80
UNO	30.91	39.27	16.37	16.27	37.29	5.39

## NIVEL 2

	A	B	C	D	E	F
EJES						
CUATRO	21.78	19.14	18.71	19.15	23.87	70.40
TRES	32.45	26.18	24.68	25.12	30.80	75.02
DOS	36.30	32.67	32.93	33.59	37.62	83.05
UNO	37.84	41.91	39.06	39.94	48.29	79.42

## NIVEL 3

	A	B	C	D	E	F
EJES						
CUATRO	7.37	6.05	5.90	6.67	8.80	19.36
TRES	15.51	15.51	15.37	16.80	20.24	33.44
DOS	25.85	32.67	32.62	34.49	38.94	54.89
UNO	28.82	37.07	36.78	39.86	47.52	57.86

## =====

## MOMENTO X-X (Estatico)\*1.4

## NIVEL 1

	A	B	C	D	E	F
EJES						
CUATRO	4.48	5.04	5.13	5.13	5.04	10.92
TRES	9.80	12.74	12.29	12.29	12.74	14.98
DOS	9.24	10.92	10.47	10.47	10.92	9.52
UNO	3.22	30.80	3.06	3.06	30.80	5.18

## NIVEL 2

	A	B	C	D	E	F
EJES						
CUATRO	3.50	3.08	3.37	3.37	3.08	4.06
TRES	5.60	6.58	5.37	5.37	6.58	6.16
DOS	8.68	11.76	12.92	12.92	11.76	9.94
UNO	2.52	8.68	6.73	6.73	8.68	8.40

## NIVEL 3

	A	B	C	D	E	F
EJES						
CUATRO	2.10	0.28	0.11	0.11	0.28	1.82
TRES	6.58	5.88	5.84	5.84	5.88	6.58
DOS	15.12	22.96	23.03	23.03	22.96	26.04
UNO	6.30	16.38	16.74	16.74	16.38	18.20

=====

## MOMENTOS DE DISEÑO X-X

NIVEL 1	Mu X-X					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	17.16	13.42	12.40	15.92	12.54	10.92
TRES	9.80	26.51	24.61	12.29	26.07	14.98
DOS	9.24	28.16	26.75	26.75	27.61	9.52
UNO	30.91	39.27	16.37	16.27	37.29	5.39

NIVEL 2	Mu X-X					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	21.78	19.14	18.71	19.15	23.87	70.40
TRES	32.45	26.18	24.68	25.12	30.80	75.02
DOS	36.30	32.67	32.93	33.59	37.62	83.05
UNO	37.84	41.91	39.06	39.94	48.29	79.42

NIVEL 3	Mu X-X					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	7.37	6.05	5.90	6.67	8.80	19.36
TRES	15.51	15.51	15.37	16.80	20.24	33.44
DOS	25.85	32.67	32.62	34.49	38.94	54.89
UNO	28.82	37.07	36.78	39.86	47.52	57.86

 =====  
 EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL x Pu  
 (Ton - m)

NIVEL 1						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	1.66	2.11	2.11	2.11	2.40	2.67
TRES	3.78	4.47	4.47	4.47	4.47	4.48
DOS	3.78	4.47	4.47	4.47	4.47	4.48
UNO	2.32	3.65	3.65	3.65	3.65	2.98

NIVEL 2						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	1.10	1.53	1.53	1.53	1.56	1.76
TRES	2.63	2.87	2.87	2.87	2.87	3.38
DOS	2.63	2.87	2.87	2.87	2.87	3.38
UNO	1.68	2.70	2.70	2.70	2.70	2.41

NIVEL 3						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.54	0.75	0.75	0.75	0.75	0.81
TRES	1.30	1.42	1.42	1.42	1.42	1.77
DOS	1.30	1.42	1.42	1.42	1.42	1.77
UNO	0.85	1.42	1.42	1.42	1.42	1.14

 =====

		F(amp)=			1.002		
NIVEL 1	(Mux + Eax (Pu) ) x F(amp)	A	B	C	D	E	F
EJES							
CUATRO		18.87	15.57	14.54	18.07	14.98	13.59
TRES		13.61	31.05	29.15	16.80	30.61	19.46
DOS		13.05	32.71	31.30	31.30	32.16	14.00
UNO		33.31	43.02	20.07	19.97	41.03	8.37

		F(amp)=			1.143		
NIVEL 2	(Mux + Eax (Pu) ) x F(amp)	A	B	C	D	E	F
EJES							
CUATRO		26.14	23.62	23.12	23.62	29.06	82.46
TRES		40.09	33.20	31.49	31.99	38.48	89.60
DOS		44.49	40.62	40.91	41.66	46.27	98.77
UNO		45.16	50.98	47.72	48.73	58.27	93.51

		F(amp)=			1.067		
NIVEL 3	(Mux + Eax (Pu) ) x F(amp)	A	B	C	D	E	F
EJES							
CUATRO		8.44	7.26	7.10	7.93	10.19	21.53
TRES		17.94	18.06	17.92	19.44	23.11	37.58
DOS		28.97	36.38	36.32	38.32	43.07	60.47
UNO		31.66	41.07	40.76	44.04	52.22	62.97

=====

## MOMENTOS ESTATICOS

## NIVEL 1 M (Ei) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.92	1.07	0.22	0.28	1.38	3.62
TRES	2.63	0.47	0.06	0.03	0.78	3.40
DOS	2.63	0.47	0.06	0.03	0.78	3.40
UNO	2.93	2.22	1.27	0.71	1.32	3.96

## NIVEL 2 M (Ei) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	1.84	0.01	1.00	0.71	0.64	0.25
TRES	0.73	0.28	0.74	0.68	1.30	0.55
DOS	0.73	0.28	0.74	0.68	1.30	0.55
UNO	0.85	1.32	1.40	1.40	2.25	0.44

## NIVEL 3 M (Ei) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	1.27	1.38	1.06	0.93	2.40	4.28
TRES	7.56	0.39	2.62	2.26	6.44	19.16
DOS	7.56	0.39	2.62	2.26	6.44	19.16
UNO	1.94	3.05	2.88	2.82	7.33	14.61

## NIVEL 1 M (Es) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	3.32	0.48	0.74	0.30	1.12	6.91
TRES	5.84	0.53	0.40	0.20	1.52	7.05
DOS	5.84	0.53	0.40	0.20	1.52	7.05
UNO	5.35	0.49	0.88	0.99	2.50	8.34

## NIVEL 2 M (Es) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	2.70	0.04	0.05	0.47	1.04	3.29
TRES	3.20	1.02	0.33	0.04	1.92	8.76
DOS	3.20	1.02	0.33	0.04	1.92	8.76
UNO	2.21	0.27	0.26	0.16	1.75	6.20

## NIVEL 3 M (Es) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	1.70	1.46	1.06	0.83	2.51	4.38
TRES	6.11	0.90	2.62	2.24	6.67	18.65
DOS	6.11	0.90	2.62	2.24	6.67	18.65
UNO	2.44	3.23	2.99	2.87	7.56	13.74

## MOMENTOS SISMICOS

## NIVEL 1 M (Si) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	52.70	52.40	52.40	52.70	53.30	26.90
TRES	9.40	13.40	13.40	13.60	14.00	6.00
DOS	7.70	11.00	11.00	11.10	11.50	5.00
UNO	39.80	39.60	39.50	39.70	40.10	19.40

## NIVEL 2 M (Si) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	31.30	35.20	37.80	34.60	36.80	63.60
TRES	22.00	23.70	22.80	22.70	24.10	31.70
DOS	17.60	19.00	18.30	18.20	19.30	25.40
UNO	36.80	39.30	39.30	39.30	40.60	41.70

## NIVEL 3 M (Si) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	1.90	7.60	7.00	6.60	26.90	15.20
TRES	13.60	11.00	8.60	8.40	12.60	15.80
DOS	10.70	8.60	6.70	6.60	9.90	12.40
UNO	3.80	5.70	5.10	4.70	8.90	12.90

## NIVEL 1 M (Ss) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	2.50	2.20	3.70	4.00	1.30	1.50
TRES	9.20	1.10	1.10	1.00	0.50	16.90
DOS	7.30	0.80	0.80	0.70	0.30	13.50
UNO	0.40	0.10	1.50	1.80	2.20	1.80

## NIVEL 2 M (Ss) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	20.00	27.90	27.00	26.70	31.60	45.50
TRES	23.30	22.70	20.90	20.80	23.50	32.50
DOS	18.80	18.20	16.80	16.80	18.90	26.20
UNO	20.90	25.80	25.80	25.80	28.20	30.34

## NIVEL 3 M (Ss) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	6.70	10.80	10.40	10.00	24.40	28.50
TRES	16.60	14.80	13.00	12.80	16.50	25.40
DOS	13.10	11.70	10.30	10.10	13.00	20.10
UNO	8.00	16.30	15.90	15.60	18.90	21.90

## MOMENTOS Y-Y (Estatico + Sismico)\*1.1

## NIVEL 1

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	58.98	58.81	57.88	58.28	60.15	33.58
TRES	16.55	15.25	14.80	15.00	16.25	26.35
DOS	14.46	12.62	12.16	12.25	13.50	22.61
UNO	47.01	46.01	44.85	44.45	45.56	25.69

## NIVEL 2

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	36.45	38.73	42.69	38.84	41.19	70.24
TRES	29.15	26.38	25.90	25.72	27.96	45.38
DOS	24.20	21.21	20.95	20.77	22.90	38.45
UNO	41.41	44.69	44.77	44.77	47.13	46.35

## NIVEL 3

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	9.24	13.48	12.60	11.92	32.22	36.16
TRES	24.98	17.27	17.18	16.54	25.48	48.45
DOS	21.13	13.86	14.21	13.57	21.63	42.62
UNO	11.49	21.48	20.77	20.32	29.11	39.21

## MOMENTO Y-Y (Estatico)\*1.4

## NIVEL 1

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	4.65	1.49	1.03	0.43	1.93	9.67
TRES	8.18	0.75	0.56	0.28	2.13	9.88
DOS	8.18	0.75	0.56	0.28	2.13	9.88
UNO	7.49	3.11	1.78	1.39	3.49	11.67

## NIVEL 2

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	3.78	0.06	1.41	0.99	1.45	4.60
TRES	4.48	1.43	1.04	0.95	2.69	12.26
DOS	4.48	1.43	1.04	0.95	2.69	12.26
UNO	3.09	1.85	1.96	1.96	3.15	8.68

## NIVEL 3

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	2.39	2.04	1.49	1.31	3.51	6.13
TRES	10.58	1.26	3.67	3.16	9.34	26.82
DOS	10.58	1.26	3.67	3.16	9.34	26.82
UNO	3.42	4.52	4.18	4.02	10.59	20.45



## MOMENTOS DE DISEÑO Y-Y

NIVEL 1	Mu Y-Y					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	58.98	58.81	57.88	58.28	60.15	33.58
TRES	16.55	15.26	14.80	15.00	16.25	26.35
DOS	14.46	12.62	12.16	12.25	13.50	22.61
UNO	47.01	46.01	44.85	44.45	45.56	25.69

NIVEL 2	Mu Y-Y					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	36.45	38.73	42.69	38.84	41.19	70.24
TRES	29.15	26.38	25.90	25.72	27.96	45.38
DOS	24.20	21.21	20.95	20.77	22.90	38.45
UNO	41.41	44.69	44.77	44.77	47.13	46.35

NIVEL 3	Mu Y-Y					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	9.24	13.48	12.60	11.92	32.22	36.16
TRES	24.98	17.27	17.18	16.54	25.48	48.45
DOS	21.13	13.86	14.21	13.57	21.63	42.62
UNO	11.49	21.48	20.77	20.32	29.11	39.21

 =====  
 EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL x Pu  
 (Ton - m)

NIVEL 1	A	B	C	D	E	F
EJES						
CUATRO	1.66	2.11	2.11	2.11	2.40	2.67
TRES	3.78	4.47	4.47	4.47	4.47	4.48
DOS	3.78	4.47	4.47	4.47	4.47	4.48
UNO	2.32	3.65	3.65	3.65	3.65	2.98

NIVEL 2	A	B	C	D	E	F
EJES						
CUATRO	1.10	1.53	1.53	1.53	1.56	1.76
TRES	2.63	2.87	2.87	2.87	2.87	3.38
DOS	2.63	2.87	2.87	2.87	2.87	3.38
UNO	1.68	2.70	2.70	2.70	2.70	2.41

NIVEL 3	A	B	C	D	E	F
EJES						
CUATRO	0.54	0.75	0.75	0.75	0.75	0.81
TRES	1.30	1.42	1.42	1.42	1.42	1.77
DOS	1.30	1.42	1.42	1.42	1.42	1.77
UNO	0.85	1.42	1.42	1.42	1.42	1.14

 =====

		F(amp)= 1.001					
NIVEL 1	(Muy + Eay (Pu) ) x F(amp)	A	B	C	D	E	F
EJES							
CUATRO	60.65	60.92	60.00	60.39	62.55	36.25	
TRES	20.35	19.75	19.30	19.49	20.75	30.86	
DOS	18.25	17.11	16.65	16.73	17.99	27.12	
UNO	49.33	49.65	48.49	48.10	49.20	28.67	

		F(amp)= 1.124					
NIVEL 2	(Muy + Eay (Pu) ) x F(amp)	A	B	C	D	E	F
EJES							
CUATRO	42.22	45.26	44.21	40.36	48.06	80.95	
TRES	35.73	32.89	32.35	32.14	34.67	54.83	
DOS	30.17	27.08	26.78	26.58	28.98	47.04	
UNO	48.45	53.28	53.38	53.38	56.03	54.82	

		F(amp)= 1.063					
NIVEL 3	(Muy + Eay (Pu) ) x F(amp)	A	B	C	D	E	F
EJES							
CUATRO	10.40	15.13	14.19	13.46	35.04	39.29	
TRES	27.93	19.86	19.77	19.09	28.59	53.37	
DOS	23.83	16.24	16.61	15.93	24.50	47.17	
UNO	13.11	24.33	23.58	23.10	32.44	42.87	

=====

**IV.1.5.4 Revisión a flexocompresión****Tabla Pu/Pr X'X****Tabla Pu/Pr Y'Y**

X - X		Fr=		0.85	F"C=		142.8
NIVEL 1	PRX						
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	77.68	120.41	130.12	106.81	132.06	235.96	
TRES	287.58	194.18	196.64	270.37	196.64	250.71	
DOS	285.12	186.80	189.26	189.26	186.80	294.95	
UNO	110.61	137.64	228.59	231.05	142.56	302.33	
=====							
NIVEL 2	PRX						
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	23.60	36.18	37.75	36.18	31.46	37.10	
TRES	66.07	84.95	91.24	86.52	72.36	50.19	
DOS	59.78	69.22	69.22	67.64	62.92	48.01	
UNO	87.28	91.65	93.83	98.20	85.10	39.28	
=====							
NIVEL 3	PRX						
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	16.39	31.68	31.68	27.31	19.66	83.57	
TRES	52.04	59.48	59.48	53.53	44.61	88.49	
DOS	37.17	31.23	29.74	25.28	22.30	36.87	
UNO	49.16	61.45	61.45	58.99	56.53	29.50	
=====							
PRY 30%		Fr=		0.85	F"C=		142.8
NIVEL 1							
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	77.68	99.05	102.93	102.93	106.81	208.93	
TRES	272.83	319.53	329.36	329.36	319.53	258.08	
DOS	275.29	324.45	334.28	334.28	329.36	263.00	
UNO	174.51	221.22	223.67	228.59	223.67	243.34	
=====							
NIVEL 2	PRY						
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	47.19	64.50	56.63	62.92	61.35	120.02	
TRES	128.99	162.03	165.17	165.17	152.59	187.65	
DOS	151.02	169.89	173.04	173.04	165.17	130.93	
UNO	159.29	130.93	130.93	130.93	178.93	174.57	
=====							
NIVEL 3	PRY						
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	32.77	38.23	40.42	45.88	13.11	98.32	
TRES	65.42	114.49	74.35	107.06	68.40	103.23	
DOS	142.74	126.39	111.52	114.49	77.32	108.15	
UNO	199.09	199.09	218.76	218.76	120.44	88.49	
=====							

## FLEXOCOMPRESION

NIVEL 1	PR					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	45.21	67.69	72.61	64.73	75.15	151.58
TRES	212.07	170.87	175.61	232.15	172.77	183.95
DOS	212.19	166.44	171.00	171.00	167.72	209.84
UNO	81.01	106.86	155.80	159.35	110.40	200.40

NIVEL 2	PR					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	16.98	26.00	25.34	25.74	23.04	30.29
TRES	51.79	69.61	74.43	71.26	59.55	43.52
DOS	50.58	59.69	60.07	58.88	54.44	38.18
UNO	64.68	61.44	62.42	64.32	66.38	34.59

NIVEL 3	PR					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	11.87	19.82	20.39	19.55	8.34	50.01
TRES	33.16	47.17	38.58	42.24	30.59	53.05
DOS	33.83	28.10	26.15	22.75	18.72	29.21
UNO	43.06	52.20	53.46	51.59	41.92	23.22

=====

PU/PR						
NIVEL 1						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	1.84	1.56	1.45	1.63	1.60	0.78
TRES	0.79	1.16	1.13	0.86	1.15	1.08
DOS	0.79	1.19	1.16	1.16	1.18	0.95
UNO	1.27	1.52	1.04	1.02	1.47	0.66

NIVEL 2						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	3.23	2.93	3.01	2.96	3.38	2.74
TRES	2.54	2.06	1.93	2.02	2.41	3.67
DOS	2.60	2.41	2.39	2.44	2.64	4.18
UNO	1.22	2.07	2.04	1.98	1.92	3.28

NIVEL 3						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	2.28	1.90	1.85	1.93	4.51	0.72
TRES	1.96	1.50	1.84	1.68	2.32	1.48
DOS	1.92	2.52	2.71	3.12	3.79	2.70
UNO	0.87	1.20	1.18	1.22	1.50	2.18

=====						
	Y-Y		Fr=	0.85	F"=	142.8
NIVEL 1	PRy					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	23.30	27.19	27.19	27.19	34.96	117.98
TRES	58.99	245.79	245.79	245.79	243.34	196.64
DOS	238.42	294.95	294.95	294.95	270.37	208.93
UNO	73.74	117.98	122.90	122.90	122.90	154.85

=====						
NIVEL 2	PRy					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	14.16	15.73	15.73	20.45	15.73	45.82
TRES	72.36	84.95	86.52	89.67	81.80	91.65
DOS	84.95	99.10	99.10	100.68	97.53	106.92
UNO	65.46	87.28	87.28	87.28	87.28	87.28

=====						
NIVEL 3	PRy					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	13.11	12.02	13.11	14.20	0.44	49.16
TRES	35.69	52.04	52.04	55.02	35.69	41.79
DOS	40.15	63.94	62.45	63.94	38.66	51.62
UNO	122.90	110.61	113.07	113.07	98.32	36.87

## X - X (30%)

=====						
NIVEL 1	PRx					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	145.66	194.21	196.15	184.50	196.15	211.38
TRES	290.04	285.12	285.12	290.04	285.12	270.37
DOS	294.95	270.37	275.29	275.29	275.29	297.41
UNO	213.84	167.14	297.41	297.41	167.14	309.70

=====						
NIVEL 2	PRx					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	62.92	94.39	99.10	99.10	86.52	117.83
TRES	128.99	132.14	133.71	133.71	132.14	174.57
DOS	114.84	117.98	116.41	116.41	113.26	150.57
UNO	144.02	185.48	200.76	198.57	174.57	137.47

=====						
NIVEL 3	PRx					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	41.51	76.47	77.56	74.28	60.08	172.06
TRES	89.21	96.65	96.65	92.19	89.21	184.35
DOS	55.02	38.66	38.66	34.20	35.69	98.32
UNO	113.07	113.07	113.07	110.61	98.32	73.74

PR						
NIVEL 1						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	21.67	26.11	26.14	25.93	33.25	92.77
TRES	55.64	194.23	194.23	196.50	192.69	157.31
DOS	193.89	214.51	217.59	217.59	203.91	174.78
UNO	63.25	83.11	110.23	110.23	85.52	137.75

NIVEL 2						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	12.22	14.39	14.50	18.41	14.19	35.67
TRES	55.58	63.45	64.69	66.44	61.68	69.61
DOS	59.17	66.72	66.22	66.92	64.50	72.88
UNO	50.14	68.61	70.60	70.33	67.06	60.76

NIVEL 3						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	10.74	11.23	12.21	13.05	0.44	41.64
TRES	28.67	39.66	39.66	40.52	28.67	36.74
DOS	25.81	26.91	26.64	24.67	20.18	36.49
UNO	67.38	63.51	64.31	63.51	54.94	25.94

PU/PR						
NIVEL 1						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	3.84	4.04	4.04	4.07	3.62	1.28
TRES	3.02	1.02	1.02	1.01	1.03	1.27
DOS	0.87	0.93	0.91	0.91	0.97	1.14
UNO	1.63	1.95	1.47	1.47	1.90	0.96

NIVEL 2						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	4.48	5.30	5.26	4.14	5.48	2.32
TRES	2.37	2.26	2.22	2.16	2.33	2.29
DOS	2.22	2.15	2.17	2.15	2.23	2.19
UNO	1.58	1.86	1.81	1.81	1.90	1.87

NIVEL 3						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	2.52	3.35	3.08	2.88	86.50	0.87
TRES	2.26	1.79	1.79	1.75	2.47	2.14
DOS	2.51	2.63	2.66	2.87	3.51	2.16
UNO	0.56	0.99	0.98	0.99	1.14	1.96

#### IV.1.6 Comentarios de la "Solución 1"

De acuerdo a las modificaciones propuestas en la estructura, la rigidez en el nivel 1 con respecto a los demás, guarda una gran diferencia, que ante los efectos del sismo provoca grandes momentos en las columnas de los niveles superiores provocando su falla. De igual forma podemos observar que las relaciones de falla tanto en la revisión como en esta solución son muy grandes lo que nos lleva a una re-estructuración que cambie por completo el comportamiento de la estructura ante sollicitaciones sísmicas.

Aparentemente regresamos al edificio a sus condiciones en las que fué diseñado, sin embargo aunque se eliminaron las columnas cortas, los muros del sótano provocan que las columnas del primer nivel arranquen empotradas y con sollicitaciones para las cuales no fueron diseñadas.



#### IV.2 Descripción de la "Solución 2"

En esta solución proponemos los siguientes cambios en la estructura:

- 1) Desligar la bóveda de las columnas
- 2) Desligar los muros del sótano de las columnas
- 3) Colocar muros de rigidez dejando la estructura como se muestran en las figuras: 4.2.1 a la 4.2.5

Con el primer punto buscamos evitar un elemento rígido (bóveda) en medio de la estructura que nos provoque problemas de torsión y columnas cortas, con los otros lograremos la simetría en rigideces y que los muros absorban los efectos producidos por el sismo. De la misma forma que en la solución anterior se presentan las tablas de resultados de esta propuesta.

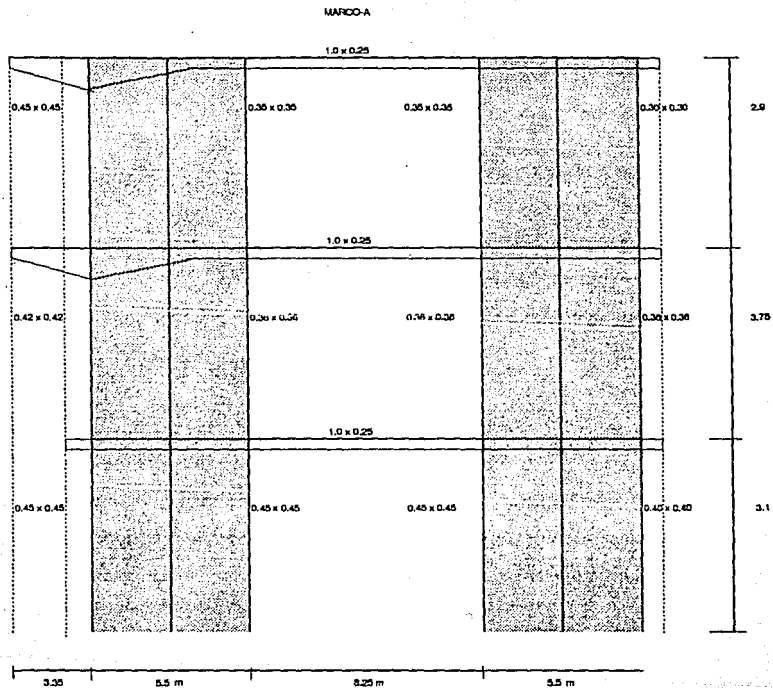


figura 4.2.1

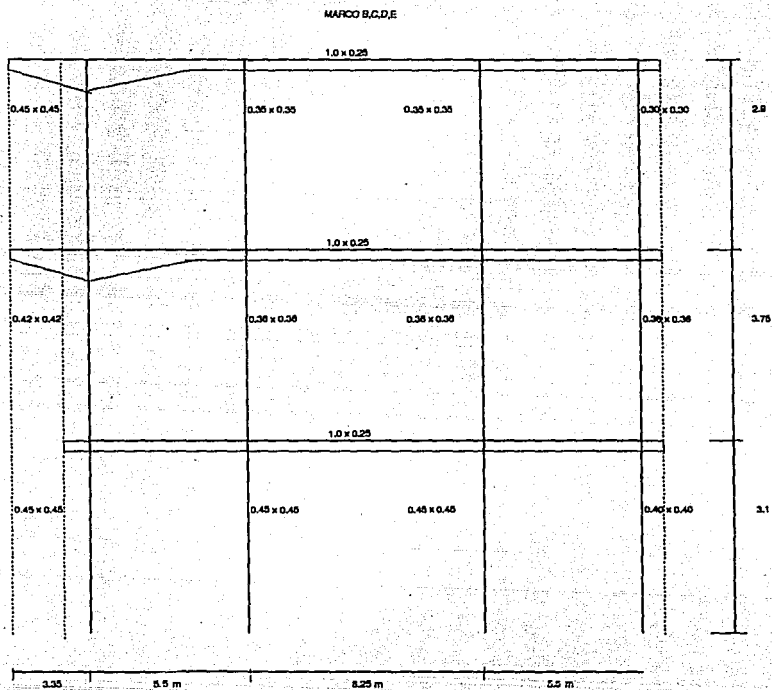


figura 4.2.2

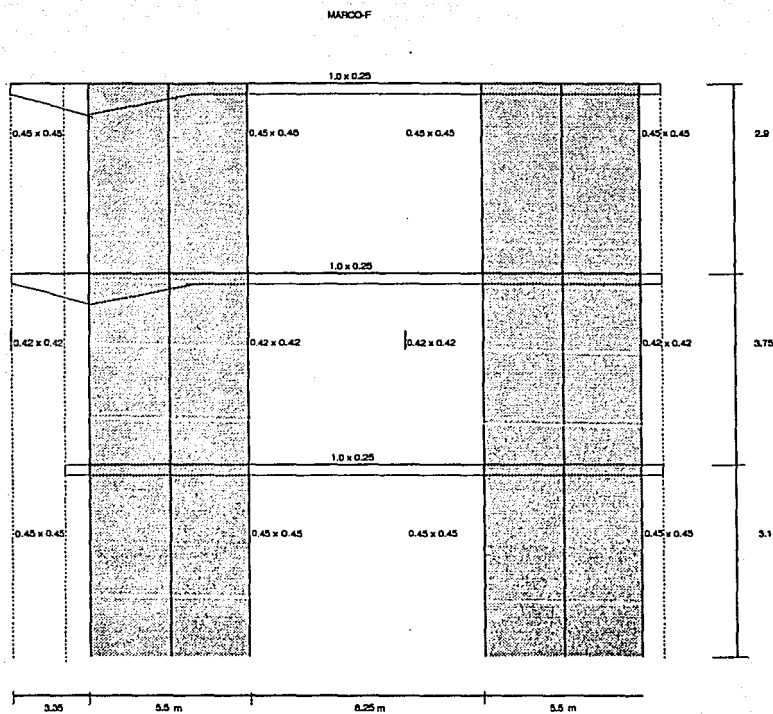


figura 4.2.3

MARCOS 1-4

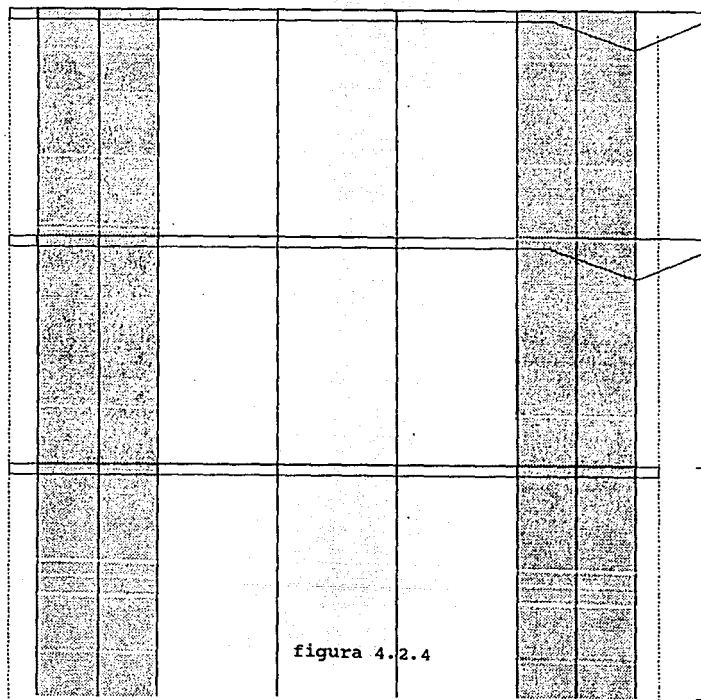
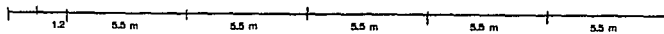
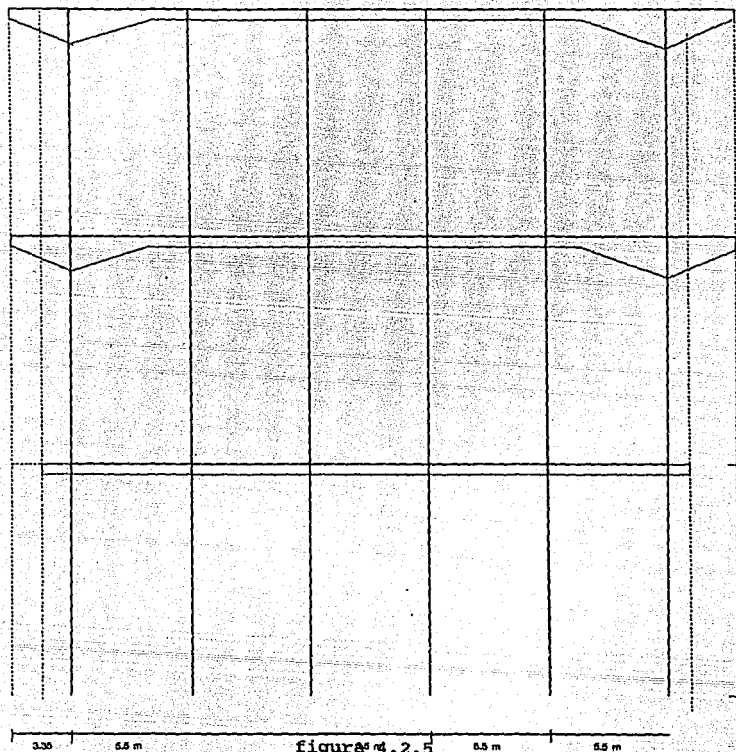


figura 4.2.4



MARCOSS 2-1



## IV.2.2 Rigideces:

Marco A				
	Desp (cm)	Desp rel.	Cort (T)	Rigidez (Ton/cm)
Nivel 1	0.09	0.09	219.83	2,474.20
Nivel 2	0.27	0.18	189.81	1,077.52
Nivel 3	0.40	0.14	97.51	699.48

Marco B				
	Desp (cm)	Desp rel.	Cort (T)	Rigidez (Ton/cm)
Nivel 1	0.12	0.12	3.56	28.83
Nivel 2	0.37	0.25	1.73	7.02
Nivel 3	0.52	0.15	2.79	18.64

Marco C				
	Desp (cm)	Desp rel.	Cort (T)	Rigidez (Ton/cm)
Nivel 1	0.16	0.16	4.48	28.15
Nivel 2	0.48	0.32	2.61	8.06
Nivel 3	0.64	0.15	2.54	16.59

Marco D				
	Desp (cm)	Desp rel.	Cort (T)	Rigidez (Ton/cm)
Nivel 1	0.16	0.16	4.48	28.16
Nivel 2	0.48	0.32	2.69	8.30
Nivel 3	0.63	0.15	2.50	16.42

Marco E				
	Desp (cm)	Desp rel.	Cort (T)	Rigidez (Ton/cm)
Nivel 1	0.15	0.15	3.55	23.82
Nivel 2	0.45	0.30	1.98	6.59
Nivel 3	0.60	0.15	2.61	17.48

Marco F				
	Desp (cm)	Desp rel.	Cort (T)	Rigidez (Ton/cm)
Nivel 1	0.09	0.09	220.50	2,502.79
Nivel 2	0.26	0.17	190.39	1,109.85
Nivel 3	0.39	0.13	99.25	743.17

Rigideces: Y-Y

Marco 1				
	Desp (cm)	Desp rel.	Cort (T)	Rigidez (Ton/cm)
Nivel 1	0.09	0.09	224.04	2,496.75
Nivel 2	0.26	0.18	194.01	1,107.33
Nivel 3	0.40	0.13	100.84	755.99

Marco 2				
	Desp (cm)	Desp rel.	Cort (T)	Rigidez (Ton/cm)
Nivel 1	0.12	0.12	6.10	50.66
Nivel 2	0.36	0.24	3.01	12.43
Nivel 3	0.51	0.15	4.53	30.83

Marco 3				
	Desp (cm)	Desp rel.	Cort (T)	Rigidez (Ton/cm)
Nivel 1	0.12	0.12	6.19	50.96
Nivel 2	0.37	0.25	3.94	15.97
Nivel 3	0.52	0.15	4.80	31.64

Marco 4				
	Desp (cm)	Desp rel.	Cort (T)	Rigidez (Ton/cm)
Nivel 1	0.09	0.09	220.07	2,385.17
Nivel 2	0.28	0.18	189.25	1,031.70
Nivel 3	0.42	0.14	97.03	676.02



#### IV.2.3 Análisis Dinámico Modal Espectral

**SOLUCION 2**  
**RESUMEN DE MODOS DE VIBRAR**  
**SENTIDO XX**

NIVEL	W Ton	M (Ton-seg <sup>2</sup> ) /cm	k (T/cm)	Z1 cm	Z2 cm	Z3 cm
NIVEL 3	774.14	0.79	1,511.78	4.71	(1.71)	0.09
NIVEL 2	565.69	0.98	2,217.34	3.05	1.85	(0.38)
NIVEL 1	788.30	0.80	5,085.95	1.00	1.00	1.00
NIVEL 0						

ZONA SISMICA "C"  
 TIPO DE SUELO "III"

C= 0.36	w <sup>2</sup> 1= 676.09	w <sup>2</sup> 2= 3,988.76	w <sup>2</sup> 3= 10,127.76
T1= 0.80 seg	t1= 0.24	t2= 0.10	t3= 0.06 seg
T2= 2.20 seg	a1= 0.19	a2= 0.15	a3= 0.14
Q= 2	Q'1= 1.30	Q'2= 1.12	Q'3= 1.08
	A1= 145.03	A2= 130.74	A3= 126.24 (cm/seg <sup>2</sup> )
	C1= 0.27	C2= 0.20	C3= 0.53

	DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS			DESPLAZAMIENTOS DE ENTREPISO			CORTANTE DEL ENTREPISO			DINAMICO V Ton
	U1 cm	U2 cm	U3 cm	ΔU1 cm	ΔU2 cm	ΔU3 cm	ΔV1 Ton	ΔV2 Ton	ΔV3 Ton	
NIVEL 3	0.28	(0.01)	0.00	0.10	(0.02)	0.00	147.66	(34.74)	4.63	151.76
NIVEL 2	0.18	0.01	0.00	0.12	0.01	(0.01)	266.85	12.15	(20.13)	267.89
NIVEL 1	0.06	0.01	0.01	0.06	0.01	0.01	298.77	32.86	33.54	302.44
NIVEL 0										

**SOLUCION 2**  
**RESUMEN DE MODOS DE VIBRAR**  
**SENTIDO Y Y**

NIVEL	W Ton	M (Ton-seg <sup>2</sup> ) /cm	k (T/cm)	Z1 -- cm	Z2 -- cm	Z3 -- cm
NIVEL 3	774.14	0.75	1,484.48	4.70	(1.71)	0.09
NIVEL 2	965.68	0.98	2,167.43	3.05	1.84	(0.38)
NIVEL 1	788.30	0.80	4,983.54	1.00	1.00	1.00
NIVEL 0						

ZONA SISMICA "C"  
 TIPO DE SUELO "III"

	$w^2_1 =$	662.98	$w^2_2 =$	3,933.56	$w^2_3 =$	9,816.32	
	$t_1 =$	0.24	$t_2 =$	0.10	$t_3 =$	0.06 seg	
C=	0.36	$a_1 =$	0.19	$a_2 =$	0.15	$a_3 =$	0.14
T1=	0.80 seg	$Q_1 =$	1.31	$Q_2 =$	1.13	$Q_3 =$	1.08
T2=	2.20 seg	A1=	145.24	A2=	130.82	A3=	128.33 (cm/seg <sup>2</sup> )
Q=	2	C1=	0.27	C2=	0.20	C3=	0.53

NIVEL	DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS			DESPLAZAMIENTOS DE ENTREPISO			CORTANTE DEL ENTREPISO			DINAMICO V Ton
	U1	U2	U3	$\Delta U1$	$\Delta U2$	$\Delta U3$	$\Delta V1$	$\Delta V2$	$\Delta V3$	
	-- cm	-- cm	-- cm	-- cm	-- cm	-- cm	-- Ton	-- Ton	-- Ton	
NIVEL 3	0.28	(0.01)	0.00	0.10	(0.02)	0.00	147.72	(34.69)	4.70	151.81
NIVEL 2	0.18	0.01	0.00	0.12	0.01	(0.01)	267.48	11.92	(20.12)	268.50
NIVEL 1	0.06	0.01	0.01	0.06	0.01	0.01	299.50	32.58	33.59	303.13
NIVEL 0										

#### IV.2.4 Estudio de Torsión

PISOS	CENTROS DE TORSION		CENTROS DE MASAS		EXCENTRICIDAD	
	XX	YY	XX	YY	XX	YY
NIVEL 3	14.14	9.11	17.60	11.76	3.46	2.65
NIVEL 2	13.95	9.30	17.60	11.76	3.65	2.46
NIVEL 1	13.82	9.41	15.16	11.84	1.34	2.43

$J_t = \bar{a} (k \cdot d^3)$

Jt NIV.3=	1,912,297.04
Jt NIV.2=	3,861,691.76
Jt NIV.1=	136,777,274.75

EXCENTRICIDAD DE DISEÑO

$$ed1 = 1.5 e_s + 0.1 \cdot b$$

$$ed2 = e_s \cdot 0.1b$$

		XX	YY	V est	Mtx	Mty
NIVEL 3	ed1	7.94	5.90	147.38	1,170.04	869.06
	ed2	0.71	0.72	147.38	104.53	106.53
NIVEL 2	ed1	9.23	5.62	272.90	2,244.94	1,534.02
	ed2	0.90	0.54	272.90	245.83	147.12
NIVEL 1	ed1	4.76	5.57	319.37	1,520.60	1,779.19
	ed2	(1.41)	0.51	319.37	(450.05)	161.48

ESTUDIO DE TORSION

DATOS PARA EL ANALISIS

NUMERO DE PISOS DEL EDIFICIO = 3

NUMERO DE MARCOS VERTICALES

EN EL PISO 3 = 6

EN EL PISO 2 = 6

EN EL PISO 1 = 6

NUMERO DE MARCOS HORIZONTALES

EN EL PISO 3 = 4

EN EL PISO 2 = 4

EN EL PISO 1 = 4

CENTRO DE CARGAS EN X (EN MTS) =

EN EL PISO 3 = 17.60

EN EL PISO 2 = 17.60

EN EL PISO 1 = 15.16

CENTRO DE CARGAS EN Y (EN MTS) =

EN EL PISO 3 = 11.76

EN EL PISO 2 = 11.76

EN EL PISO 1 = 11.84

LONGITUD HORIZONTAL DEL EDIFICIO (EN MTS) =

EN EL PISO 3 = 32.47

EN EL PISO 2 = 32.47

EN EL PISO 1 = 30.20

LONGITUD VERTICAL DEL EDIFICIO (EN MTS) =

EN EL PISO 3 = 23.50

EN EL PISO 2 = 23.50

EN EL PISO 1 = 21.65

FUERZA CORTANTE POR DISTRIBUIR (EN TON) =

	SENTIDO X-X	SENTIDO Y-Y
EN EL PISO 3 =	151.76	151.81
EN EL PISO 2 =	267.89	268.5
EN EL PISO 1 =	302.44	303.13

MARCOS VERTICALES :

ESTUDIO DEL PISO 3

MARCO VERTICAL	1	(EJE A)	RIGIDEZ =	699.48	DISTANCIA =	0.00
MARCO VERTICAL	2	(EJE B)	RIGIDEZ =	18.64	DISTANCIA =	5.50

MARCO VERTICAL	3	(EJE C)	RIGIDEZ =	16.59	DISTANCIA =	11.00
MARCO VERTICAL	4	(EJE D)	RIGIDEZ =	16.42	DISTANCIA =	16.50
MARCO VERTICAL	5	(EJE E)	RIGIDEZ =	17.48	DISTANCIA =	22.00
MARCO VERTICAL	6	(EJE F)	RIGIDEZ =	743.17	DISTANCIA =	27.50

## ESTUDIO DEL PISO 2

MARCO VERTICAL	1	(EJE A)	RIGIDEZ =	1,077.52	DISTANCIA =	0.00
MARCO VERTICAL	2	(EJE B)	RIGIDEZ =	7.02	DISTANCIA =	5.50
MARCO VERTICAL	3	(EJE C)	RIGIDEZ =	8.06	DISTANCIA =	11.00
MARCO VERTICAL	4	(EJE D)	RIGIDEZ =	8.30	DISTANCIA =	16.50
MARCO VERTICAL	5	(EJE E)	RIGIDEZ =	6.59	DISTANCIA =	22.00
MARCO VERTICAL	6	(EJE F)	RIGIDEZ =	1,109.85	DISTANCIA =	27.50

## ESTUDIO DEL PISO 1

MARCO VERTICAL	1	(EJE A)	RIGIDEZ =	2,474.20	DISTANCIA =	0.00
MARCO VERTICAL	2	(EJE B)	RIGIDEZ =	28.83	DISTANCIA =	5.50
MARCO VERTICAL	3	(EJE C)	RIGIDEZ =	28.15	DISTANCIA =	11.00
MARCO VERTICAL	4	(EJE D)	RIGIDEZ =	28.16	DISTANCIA =	16.50
MARCO VERTICAL	5	(EJE E)	RIGIDEZ =	23.82	DISTANCIA =	22.00
MARCO VERTICAL	6	(EJE F)	RIGIDEZ =	2,502.79	DISTANCIA =	27.50

## MARCOS HORIZONTALES :

## ESTUDIO DEL PISO 3

MARCO HORIZONTAL	1	(EJE 1)	RIGIDEZ =	755.99	DISTANCIA =	0.00
MARCO HORIZONTAL	2	(EJE 2)	RIGIDEZ =	30.83	DISTANCIA =	5.50
MARCO HORIZONTAL	3	(EJE 3)	RIGIDEZ =	31.64	DISTANCIA =	13.75
MARCO HORIZONTAL	4	(EJE 4)	RIGIDEZ =	676.02	DISTANCIA =	19.25

## ESTUDIO DEL PISO 2

MARCO HORIZONTAL	1	(EJE 1)	RIGIDEZ =	1,107.33	DISTANCIA =	0.00
MARCO HORIZONTAL	2	(EJE 2)	RIGIDEZ =	12.43	DISTANCIA =	5.50
MARCO HORIZONTAL	3	(EJE 3)	RIGIDEZ =	15.97	DISTANCIA =	13.75
MARCO HORIZONTAL	4	(EJE 4)	RIGIDEZ =	1,031.70	DISTANCIA =	19.25

## ESTUDIO DEL PISO 1

MARCO HORIZONTAL	1	(EJE 1)	RIGIDEZ =	2,496.75	DISTANCIA =	0.00
MARCO HORIZONTAL	2	(EJE 2)	RIGIDEZ =	50.66	DISTANCIA =	5.50
MARCO HORIZONTAL	3	(EJE 3)	RIGIDEZ =	50.96	DISTANCIA =	13.75
MARCO HORIZONTAL	4	(EJE 4)	RIGIDEZ =	2,385.17	DISTANCIA =	19.25

=====

RESULTADOS DEL ESTUDIO DE TORSION

=====

-----

MARCOS VERTICALES POR PISOS

-----

RESULTADOS EN EL PISO 3 :

MARCO VERTICAL 1 (EJE A) =	70.24	0	70.24 (TON)
MARCO VERTICAL 2 (EJE B) =	1.87	0	1.87 (TON)
MARCO VERTICAL 3 (EJE C) =	1.67	0	1.67 (TON)
MARCO VERTICAL 4 (EJE D) =	1.65	.12	1.77 (TON)
MARCO VERTICAL 5 (EJE E) =	1.76	.43	2.19 (TON)
MARCO VERTICAL 6 (EJE F) =	74.63	31.12	105.75 (TON)

RESULTADOS EN EL PISO 2 :

MARCO VERTICAL 1 (EJE A) =	130.48	0	130.48 (TON)
MARCO VERTICAL 2 (EJE B) =	.85	0	.85 (TON)
MARCO VERTICAL 3 (EJE C) =	.98	0	.98 (TON)
MARCO VERTICAL 4 (EJE D) =	1.01	.08	1.09 (TON)
MARCO VERTICAL 5 (EJE E) =	.8	.2	1 (TON)
MARCO VERTICAL 6 (EJE F) =	134.39	57.47	191.86 (TON)

RESULTADOS EN EL PISO 1 :

MARCO VERTICAL 1 (EJE A) =	147.47	0	147.47 (TON)
MARCO VERTICAL 2 (EJE B) =	1.72	0	1.72 (TON)
MARCO VERTICAL 3 (EJE C) =	1.68	0	1.68 (TON)
MARCO VERTICAL 4 (EJE D) =	1.68	.14	1.81 (TON)
MARCO VERTICAL 5 (EJE E) =	1.42	.35	1.77 (TON)
MARCO VERTICAL 6 (EJE F) =	149.17	61.39	210.56 (TON)

-----

MARCOS HORIZONTALES POR PISOS

-----

RESULTADOS EN EL PISO 3 :

MARCO HORIZONTAL 1 (EJE 1) =	76.77	0	76.77 (TON)
MARCO HORIZONTAL 2 (EJE 2) =	3.13	0	3.13 (TON)
MARCO HORIZONTAL 3 (EJE 3) =	3.21	.34	3.56 (TON)
MARCO HORIZONTAL 4 (EJE 4) =	68.65	16.09	84.74 (TON)



## DISEÑO ESTRUCTURAL

Solución No 2 10/Jun/1991

16

## RESULTADOS EN EL PISO 2 :

MARCO HORIZONTAL	1 (EJE 1) =	136.86	0	136.86 (TON)
MARCO HORIZONTAL	2 (EJE 2) =	1.54	0	1.54 (TON)
MARCO HORIZONTAL	3 (EJE 3) =	1.97	.19	2.16 (TON)
MARCO HORIZONTAL	4 (EJE 4) =	127.52	27.14	154.65 (TON)

## RESULTADOS EN EL PISO 1 :

MARCO HORIZONTAL	1 (EJE 1) =	151.52	0	151.52 (TON)
MARCO HORIZONTAL	2 (EJE 2) =	3.07	0	3.07 (TON)
MARCO HORIZONTAL	3 (EJE 3) =	3.09	.27	3.37 (TON)
MARCO HORIZONTAL	4 (EJE 4) =	144.75	28.95	173.7 (TON)

---

## RESULTADOS POR MARCOS:

-----  
MARCOS VERTICALES

## MARCO VERTICAL 1 (EJE A)

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	70.24	70.24	70.24 (TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	130.48	130.48	60.24 (TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	147.47	147.47	16.99 (TON)

## MARCO VERTICAL 2 (EJE B)

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	1.87	1.87	1.87 (TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	0.85	0.85	-1.02 (TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	1.72	1.72	0.87 (TON)

## MARCO VERTICAL 3 (EJE C)

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	1.67	1.67	1.67 (TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	0.98	0.98	-0.69 (TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	1.68	1.68	0.70 (TON)

## MARCO VERTICAL 4 (EJE D)

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	1.65	1.77	1.77 (TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	1.01	1.09	-0.68 (TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	1.68	1.81	0.73 (TON)

## MARCO VERTICAL 5 (EJE E)

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	1.76	2.19	2.19 (TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	0.80	1.00	-1.19 (TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	1.42	1.77	0.77 (TON)

## MARCO VERTICAL 6 (EJE F)

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	74.63	105.75	105.75 (TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	134.39	191.86	86.12 (TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	149.17	210.56	18.70 (TON)

-----  
MARCOS HORIZONTALES

## MARCO HORIZONTAL 1 (EJE 1)

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	76.77	76.77	76.77 (TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	136.86	136.86	60.10 (TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	151.52	151.52	14.66 (TON)

## MARCO HORIZONTAL 2 (EJE 2)

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	3.13	3.13	3.13 (TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	1.54	1.54	-1.59 (TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	3.07	3.07	1.54 (TON)

## MARCO HORIZONTAL 3 (EJE 3)

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	3.21	3.56	3.56 (TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	1.97	2.16	-1.40 (TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	3.09	3.37	1.20 (TON)

## MARCO HORIZONTAL 4 (EJE 4)

RESULTADOS EN EL PISO 3 :	68.65	84.74	84.74 (TON)
RESULTADOS EN EL PISO 2 :	127.52	154.65	69.91 (TON)
RESULTADOS EN EL PISO 1 :	144.75	173.70	19.04 (TON)

## **IV.2.5 Revisión de los elementos estructurales**

### **IV.2.5.1 Cargas últimas**

AREAS TRIBUTARIAS POR COLUMNA  
Y SU CARGA PROMEDIO

NIVEL 1	AREAS	CARGA=				1.04 T/m <sup>2</sup>	F
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	13.32	20.08	20.08	20.08	20.08	14.42	
TRES	25.09	37.81	37.81	37.81	37.81	27.16	
DOS	25.09	37.81	37.81	37.81	37.81	27.16	
UNO	15.51	23.76	23.76	23.76	23.76	16.79	

NIVEL 2	AREAS	CARGA=				1.37 T/m <sup>2</sup>	F
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	14.42	20.08	20.08	20.08	20.08	19.25	
TRES	34.61	37.81	37.81	37.81	37.81	42.00	
DOS	34.61	37.81	37.81	37.81	37.81	42.00	
UNO	20.08	33.55	33.55	33.55	33.55	26.00	

NIVEL 3	AREAS	CARGA=				1.34 T/m <sup>2</sup>	F
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	14.42	20.08	20.08	20.08	20.08	19.25	
TRES	34.61	37.81	37.81	37.81	37.81	42.00	
DOS	34.61	37.81	37.81	37.81	37.81	42.00	
UNO	20.08	33.55	33.55	33.55	33.55	26.00	

NIVEL 1	CARGAS P	(Ton)				F
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	53.00	75.39	75.39	75.39	75.39	67.25
TRES	120.04	141.96	141.96	141.96	141.96	142.24
DOS	120.04	141.96	141.96	141.96	141.96	142.24
UNO	70.63	115.70	115.78	115.78	115.78	88.03

NIVEL 2	CARGAS P	(Ton)				F
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	39.13	54.49	54.49	54.49	54.49	52.24
TRES	93.92	102.60	102.60	102.60	102.60	113.97
DOS	93.92	102.60	102.60	102.60	102.60	113.97
UNO	54.49	91.04	91.04	91.04	91.04	70.56

NIVEL 3	CARGAS P	(Ton)				F
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	19.31	26.89	26.89	26.89	26.89	25.78
TRES	46.34	50.63	50.63	50.63	50.63	56.24
DOS	46.34	50.63	50.63	50.63	50.63	56.24
UNO	26.89	44.93	44.93	44.93	44.93	34.82

=====

```

=====
NIVEL 1  CARGAS Pu  (Ton)
EJES      A      B      C      D      E      F
CUATRO    74.19  105.55  105.55  105.55  105.55  94.15
TRES      168.05  198.74  198.74  198.74  198.74  199.14
DOS       168.05  198.74  198.74  198.74  198.74  199.14
UNO       98.89  162.09  162.09  162.09  162.09  123.24

```

Sum Pu = 3,785.34

```

NIVEL 2  CARGAS Pu  (Ton)
EJES      A      B      C      D      E      F
CUATRO    54.78  76.29  76.29  76.29  76.29  73.13
TRES      131.49  143.65  143.65  143.65  143.65  159.56
DOS       131.49  143.65  143.65  143.65  143.65  159.56
UNO       76.29  127.46  127.46  127.46  127.46  98.78

```

Sum Pu = 2,849.24

```

NIVEL 3  CARGAS Pu  (Ton)
EJES      A      B      C      D      E      F
CUATRO    27.03  37.64  37.64  37.64  37.64  36.09
TRES      64.88  70.88  70.88  70.88  70.88  78.74
DOS       64.88  70.88  70.88  70.88  70.88  78.74
UNO       37.64  62.90  62.90  62.90  62.90  48.74

```

Sum Pu = 1,405.96

```

=====

```

#### IV.2.5.2 Efectos de esbeltez

E F E C T O S   D E   E S B E L T E Z  
 F A C T O R E S   D E   A M P L I F I C A C I O N  
 D I R E C C I O N   X - X

NIVEL 1		I <sub>g</sub> (cm <sup>-4</sup> )					
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	3.13E+08	213,333	213,333	213,333	213,333	3.13E+08	
TRES	3.13E+08	341,719	341,719	341,719	341,719	3.13E+08	
DOS	3.13E+08	341,719	341,719	341,719	341,719	3.13E+08	
UNO	3.13E+08	341,719	341,719	341,719	341,719	3.13E+08	

NIVEL 2		I <sub>g</sub> (cm <sup>-4</sup> )					
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	3.13E+08	139,968	139,968	139,968	139,968	3.13E+08	
TRES	3.13E+08	139,968	139,968	139,968	139,968	3.13E+08	
DOS	3.13E+08	139,968	139,968	139,968	139,968	3.13E+08	
UNO	3.13E+08	269,328	269,328	269,328	269,328	3.13E+08	

NIVEL 3		I <sub>g</sub> (cm <sup>-4</sup> )					
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	3.13E+08	67,500	67,500	67,500	67,500	3.13E+08	
TRES	3.13E+08	125,052	125,052	125,052	125,052	3.13E+08	
DOS	3.13E+08	125,052	125,052	125,052	125,052	3.13E+08	
UNO	3.13E+08	341,719	341,719	341,719	341,719	3.13E+08	

=====

$$F \text{ amp.} = \frac{W_u/h}{1 + \frac{R}{Q} - 1.2 \cdot \frac{W_u}{h}}$$

DONDE:

W<sub>u</sub>      SUMA DE CARGAS DE DISEÑO MUERTAS Y VIVAS ACUMULADAS  
 DESDE EL EXTREMO SUPERIOR DEL EDIFICIO HASTA EL  
 ENTREPISO CONSIDERADO

h        ALTURA DEL ENTREPISO

R        RIGIDEZ DE ENTREPISO.



SENTIDO X'X  
NIVEL 3

h= 290 Rx = Kx = 1,511.78 T/cm  
 Wu= 851.554 T Q= 2  
 F amp= 1.00390288

NIVEL 2

h= 375 Rx = Kx = 2,217.34 T/cm  
 Wu= 1913.802 T Q= 2  
 F amp= 1.00462881

NIVEL 1

h= 310 Rx = Kx = 5,085.95 T/cm  
 Wu= 2780.932 T Q= 2  
 F amp= 1.00354266

=====

NIVEL 1	F amp=	1.004
NIVEL 2	F amp=	1.005
NIVEL 3	F amp=	1.004

E F E C T O S D E E S B E L T E Z  
 F A C T O R E S D E A M P L I F I C A C I O N  
 D I R E C C I O N Y - Y

NIVEL 1	I <sub>g</sub> (cm <sup>-4</sup> )					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	3.13E+08	3.13E+08	213,333	213,333	3.13E+08	3.13E+08
TRES	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719
DOS	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719	341,719
UNO	3.13E+08	3.13E+08	341,719	341,719	3.13E+08	3.13E+08

NIVEL 2	I <sub>g</sub> (cm <sup>-4</sup> )					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	3.13E+08	3.13E+08	139,968	139,968	3.13E+08	3.13E+08
TRES	139,968	139,968	139,968	139,968	139,968	269,328
DOS	139,968	139,968	139,968	139,968	139,968	269,328
UNO	3.13E+08	3.13E+08	269,328	269,328	3.13E+08	3.13E+08

NIVEL 3	I <sub>g</sub> (cm <sup>-4</sup> )					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	3.13E+08	3.13E+08	67,500	67,500	3.13E+08	3.13E+08
TRES	125,052	125,052	125,052	125,052	125,052	341,719
DOS	125,052	125,052	125,052	125,052	125,052	341,719
UNO	3.13E+08	3.13E+08	341,719	341,719	3.13E+08	3.13E+08

---

SENTIDO Y'Y  
NIVEL 3

h= 290 Rx = Kx = 1494.48 T/cm  
 Wu= 851.554 T Q= 2  
 F amp= 1.00394827

NIVEL 2

h= 375 Rx = Kx = 2167.43 T/cm  
 Wu= 1913.802 T Q= 2  
 F amp= 1.004736

NIVEL 1

h= 310 Rx = Kx = 4983.54 T/cm  
 Wu= 2780.932 T Q= 2  
 F amp= 1.00361577

NIVEL 1 Fa= 1.004  
 NIVEL 2 Fa= 1.005  
 NIVEL 3 Fa= 1.004

#### IV.2.5.3 Momentos últimos

## M O M E N T O S   E S T A T I C O S .

NIVEL 1	M (Ei) X-X					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	1.22	2.18	2.18	1.22	MURO
TRES	MURO	3.62	2.58	2.58	3.62	MURO
DOS	MURO	4.73	4.56	4.56	4.73	MURO
UNO	MURO	2.25	2.14	2.14	2.25	MURO

NIVEL 2	M (Ei) X-X					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	1.15	1.97	1.97	1.15	MURO
TRES	MURO	3.19	2.45	2.45	3.19	MURO
DOS	MURO	6.69	7.69	7.69	6.69	MURO
UNO	MURO	1.22	1.26	1.26	1.22	MURO

NIVEL 3	M (Ei) X-X					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	0.13	0.00	0.00	0.13	MURO
TRES	MURO	3.79	3.93	3.93	3.79	MURO
DOS	MURO	15.26	15.27	15.27	15.26	MURO
UNO	MURO	11.77	11.78	11.78	11.77	MURO

NIVEL 1	M (Es) X-X					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	3.64	5.47	5.47	3.64	MURO
TRES	MURO	9.14	6.88	6.88	9.14	MURO
DOS	MURO	7.75	7.56	7.56	7.75	MURO
UNO	MURO	2.89	2.82	2.82	2.89	MURO

NIVEL 2	M (Es) X-X					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	2.26	2.49	2.49	2.26	MURO
TRES	MURO	4.69	4.42	4.42	4.69	MURO
DOS	MURO	8.38	8.39	8.39	8.38	MURO
UNO	MURO	6.01	6.00	6.00	6.01	MURO

NIVEL 3	M (Es) X-X					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	0.18	0.14	0.14	0.18	MURO
TRES	MURO	4.20	4.23	4.23	4.20	MURO
DOS	MURO	16.39	16.39	16.39	16.39	MURO
UNO	MURO	11.57	11.57	11.57	11.57	MURO

## MOMENTOS SISMICOS

NIVEL 1		M (Si) X-X				
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	0.69	0.69	0.75	0.59	MURO
TRES	MURO	1.16	1.17	1.27	0.91	MURO
DOS	MURO	1.16	1.16	1.27	0.90	MURO
UNO	MURO	0.99	0.98	1.06	0.91	MURO

NIVEL 2		M (Si) X-X				
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	0.30	0.34	0.38	0.18	MURO
TRES	MURO	0.37	0.42	0.47	0.21	MURO
DOS	MURO	0.41	0.46	0.51	0.20	MURO
UNO	MURO	0.46	0.53	0.59	0.38	MURO

NIVEL 3		M (Si) X-X				
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	0.26	0.21	0.22	0.15	MURO
TRES	MURO	0.50	0.43	0.45	0.24	MURO
DOS	MURO	0.65	0.58	0.61	0.28	MURO
UNO	MURO	1.11	0.97	1.02	0.53	MURO

NIVEL 1		M (Ss) X-X				
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	0.23	0.21	0.23	0.40	MURO
TRES	MURO	0.49	0.46	0.50	0.59	MURO
DOS	MURO	0.47	0.45	0.49	0.58	MURO
UNO	MURO	0.13	0.08	0.08	0.60	MURO

NIVEL 2		M (Ss) X-X				
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	0.29	0.34	0.38	0.10	MURO
TRES	MURO	0.37	0.43	0.47	0.13	MURO
DOS	MURO	0.45	0.51	0.56	0.12	MURO
UNO	MURO	0.53	0.64	0.72	0.26	MURO

NIVEL 3		M (Ss) X-X				
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	0.33	0.30	0.32	0.13	MURO
TRES	MURO	0.57	0.52	0.56	0.21	MURO
DOS	MURO	0.75	0.68	0.73	0.26	MURO
UNO	MURO	1.25	1.14	1.22	0.44	MURO

## MOMENTOS X-X (Estatico + Sismico)\*1.1

## NIVEL 1

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.00	4.26	6.25	6.27	4.44	0.00
TRES	0.00	10.59	8.07	8.12	10.70	0.00
DOS	0.00	9.04	8.81	8.86	9.16	0.00
UNO	0.00	3.56	3.43	3.52	3.84	0.00

## NIVEL 2

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.00	2.81	3.11	3.16	2.60	0.00
TRES	0.00	5.57	5.33	5.38	5.30	0.00
DOS	0.00	9.71	9.79	9.85	9.35	0.00
UNO	0.00	7.19	7.30	7.39	6.90	0.00

## NIVEL 3

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.00	0.56	0.48	0.51	0.34	0.00
TRES	0.00	5.25	5.23	5.27	4.85	0.00
DOS	0.00	18.85	18.78	18.83	18.32	0.00
UNO	0.00	14.17	14.03	14.08	13.53	0.00

## =====

## MOMENTO X-X (Estatico)\*1.4

## NIVEL 1

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.00	5.10	7.66	7.66	5.10	0.00
TRES	0.00	12.80	9.63	9.63	12.80	0.00
DOS	0.00	10.85	10.58	10.58	10.85	0.00
UNO	0.00	4.05	3.95	3.95	4.05	0.00

## NIVEL 2

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.00	3.16	3.49	3.49	3.16	0.00
TRES	0.00	6.57	6.19	6.19	6.57	0.00
DOS	0.00	11.73	11.75	11.75	11.73	0.00
UNO	0.00	8.41	8.40	8.40	8.41	0.00

## NIVEL 3

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.00	0.25	0.20	0.20	0.25	0.00
TRES	0.00	5.88	5.92	5.92	5.88	0.00
DOS	0.00	22.95	22.95	22.95	22.95	0.00
UNO	0.00	16.48	16.49	16.49	16.48	0.00

=====

## MOMENTOS DE DISEÑO X-X

NIVEL 1	Mu X-X					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.00	5.10	7.66	7.66	5.10	0.00
TRES	0.00	12.80	9.63	9.63	12.80	0.00
DOS	0.00	10.85	10.58	10.58	10.85	0.00
UNO	0.00	4.05	3.95	3.95	4.05	0.00

NIVEL 2	Mu X-X					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.00	3.16	3.49	3.49	3.16	0.00
TRES	0.00	6.57	6.19	6.19	6.57	0.00
DOS	0.00	11.73	11.75	11.75	11.73	0.00
UNO	0.00	8.41	8.40	8.40	8.41	0.00

NIVEL 3	Mu X-X					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.00	0.56	0.48	0.51	0.34	0.00
TRES	0.00	5.88	5.92	5.92	5.88	0.00
DOS	0.00	22.95	22.95	22.95	22.95	0.00
UNO	0.00	16.48	16.49	16.49	16.48	0.00

 =====  
 EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL x Pu  
 (Ton - m)

NIVEL 1						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	9.18	2.11	2.11	2.11	2.11	11.65
TRES	20.79	4.47	4.47	4.47	4.47	24.64
DOS	20.79	4.47	4.47	4.47	4.47	24.64
UNO	12.24	3.65	3.65	3.65	3.65	15.25

NIVEL 2						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	6.70	1.53	1.53	1.53	1.53	9.05
TRES	16.27	2.87	2.87	2.87	2.87	19.74
DOS	16.27	2.87	2.87	2.87	2.87	19.74
UNO	9.44	2.70	2.70	2.70	2.70	12.22

NIVEL 3						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	3.34	0.75	0.75	0.75	0.75	4.47
TRES	8.03	1.42	1.42	1.42	1.42	9.74
DOS	8.03	1.42	1.42	1.42	1.42	9.74
UNO	4.66	1.42	1.42	1.42	1.42	6.03

 =====



NIVEL 1	(Mux	+ Eax	(Pu)	) x F(amp)=	1.004		
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	9.21	7.23	9.80	9.80	7.23	11.65	
TRES	20.87	17.33	14.15	14.15	17.33	24.64	
DOS	20.87	15.38	15.11	15.11	15.38	24.64	
UNO	12.28	7.72	7.62	7.62	7.72	15.25	

NIVEL 2	(Mux	+ Eax	(Pu)	) x F(amp)=	1.005		
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	6.81	4.71	5.03	5.03	4.71	9.09	
TRES	16.34	9.48	9.10	9.10	9.48	19.83	
DOS	16.34	14.67	14.69	14.69	14.67	19.83	
UNO	9.48	11.17	11.15	11.15	11.17	12.28	

NIVEL 3	(Mux	+ Eax	(Pu)	) x F(amp)=	1.004		
EJES	A	B	C	D	E	F	
CUATRO	3.36	1.32	1.24	1.26	1.10	4.48	
TRES	8.06	7.33	7.37	7.37	7.33	9.78	
DOS	8.06	24.46	24.46	24.46	24.46	9.78	
UNO	4.68	17.96	17.98	17.98	17.96	6.05	

=====

## MOMENTOS ESTATICOS

## NIVEL 1 M (Ei) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	MURO	0.89	0.93	MURO	MURO
TRES	2.64	0.46	0.07	0.04	0.79	3.42
DOS	2.64	0.46	0.07	0.04	0.79	3.42
UNO	MURO	MURO	0.03	0.10	MURO	MURO

## NIVEL 2 M (Ei) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	MURO	0.93	1.01	MURO	MURO
TRES	0.72	0.27	0.73	0.66	1.29	0.48
DOS	0.72	0.27	0.73	0.66	1.29	0.48
UNO	MURO	MURO	0.01	0.18	MURO	MURO

## NIVEL 3 M (Ei) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	MURO	0.27	0.13	MURO	MURO
TRES	7.57	0.40	2.63	2.27	6.46	19.25
DOS	7.57	0.40	2.63	2.27	6.46	19.25
UNO	MURO	MURO	0.04	0.49	MURO	MURO

## NIVEL 1 M (Es) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	MURO	1.81	1.83	MURO	MURO
TRES	5.84	0.53	0.40	0.20	1.53	7.10
DOS	5.84	0.53	0.40	0.20	1.53	7.10
UNO	MURO	MURO	0.07	0.09	MURO	MURO

## NIVEL 2 M (Es) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	MURO	0.41	0.49	MURO	MURO
TRES	3.18	1.04	0.31	0.02	1.91	8.54
DOS	3.18	1.04	0.31	0.02	1.91	8.54
UNO	MURO	MURO	0.04	0.13	MURO	MURO

## NIVEL 3 M (Es) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	MURO	0.14	0.26	MURO	MURO
TRES	6.12	0.91	2.63	2.25	6.68	18.65
DOS	6.12	0.91	2.63	2.25	6.68	18.65
UNO	MURO	MURO	0.10	0.61	MURO	MURO

## MOMENTOS SISMICOS

## NIVEL 1 M (Si) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	MURO	1.03	1.03	MURO	MURO
TRES	1.41	1.67	1.67	1.67	1.68	1.32
DOS	1.25	1.47	1.47	1.47	1.48	1.20
UNO	MURO	MURO	1.25	1.25	MURO	MURO

## NIVEL 2 M (Si) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	MURO	0.70	0.70	MURO	MURO
TRES	0.71	0.84	0.80	0.80	0.87	0.95
DOS	0.52	0.63	0.60	0.60	0.66	0.68
UNO	MURO	MURO	0.68	0.68	MURO	MURO

## NIVEL 3 M (Si) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	MURO	0.62	0.61	MURO	MURO
TRES	0.97	0.82	0.70	0.69	0.92	1.40
DOS	0.85	0.73	0.63	0.62	0.81	1.26
UNO	MURO	MURO	1.01	1.01	MURO	MURO

## NIVEL 1 M (Ss) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	MURO	0.59	0.59	MURO	MURO
TRES	0.15	0.69	0.68	0.68	0.69	0.04
DOS	0.20	0.65	0.63	0.64	0.65	0.07
UNO	MURO	MURO	0.53	0.53	MURO	MURO

## NIVEL 2 M (Ss) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	MURO	0.75	0.75	MURO	MURO
TRES	0.89	0.87	0.79	0.79	0.93	1.10
DOS	0.68	0.67	0.60	0.59	0.71	0.81
UNO	MURO	MURO	0.58	0.59	MURO	MURO

## NIVEL 3 M (Ss) Y-Y

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	MURO	0.73	0.73	MURO	MURO
TRES	1.08	0.97	0.86	0.85	1.09	1.70
DOS	0.94	0.84	0.75	0.74	0.94	1.48
UNO	MURO	MURO	1.30	1.30	MURO	MURO

## MOMENTOS Y-Y (Estatico + Sismico)\*1.1

## NIVEL 1

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.00	0.00	2.64	2.66	0.00	0.00
TRES	6.58	2.35	1.91	1.88	2.72	7.86
DOS	6.64	2.13	1.69	1.67	2.49	7.89
UNO	0.00	0.00	1.40	1.47	0.00	0.00

## NIVEL 2

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.00	0.00	1.79	1.88	0.00	0.00
TRES	4.48	2.10	1.68	1.60	3.12	10.61
DOS	4.24	1.87	1.46	1.39	2.88	10.28
UNO	0.00	0.00	0.75	0.94	0.00	0.00

## NIVEL 3

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.00	0.00	0.98	1.09	0.00	0.00
TRES	9.38	2.07	3.84	3.41	8.54	22.71
DOS	9.26	1.93	3.72	3.29	8.38	22.56
UNO	0.00	0.00	1.53	2.09	0.00	0.00

## =====

## MOMENTO Y-Y (Estatico)\*1.4

## NIVEL 1

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.00	0.00	2.54	2.56	0.00	0.00
TRES	8.17	0.74	0.56	0.28	2.14	9.94
DOS	8.17	0.74	0.56	0.28	2.14	9.94
UNO	0.00	0.00	0.09	0.13	0.00	0.00

## NIVEL 2

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.00	0.00	1.29	1.41	0.00	0.00
TRES	4.46	1.45	1.02	0.93	2.68	11.96
DOS	4.46	1.45	1.02	0.93	2.68	11.96
UNO	0.00	0.00	0.06	0.26	0.00	0.00

## NIVEL 3

EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.00	0.00	0.38	0.37	0.00	0.00
TRES	10.59	1.27	3.68	3.18	9.35	26.95
DOS	10.59	1.27	3.68	3.18	9.35	26.95
UNO	0.00	0.00	0.14	0.85	0.00	0.00

=====

## MOMENTOS DE DISEÑO Y-Y

NIVEL 1	Mu Y-Y					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.00	0.00	2.64	2.66	0.00	0.00
TRES	8.17	2.35	1.91	1.88	2.72	9.94
DOS	8.17	2.13	1.69	1.67	2.49	9.94
UNO	0.00	0.00	1.40	1.47	0.00	0.00

NIVEL 2	Mu Y-Y					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.00	0.00	1.79	1.88	0.00	0.00
TRES	4.48	2.10	1.68	1.60	3.12	11.96
DOS	4.46	1.87	1.46	1.39	2.88	11.96
UNO	0.00	0.00	0.75	0.94	0.00	0.00

NIVEL 3	Mu Y-Y					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.00	0.00	0.98	1.09	0.00	0.00
TRES	10.59	2.07	3.84	3.41	9.35	26.95
DOS	10.59	1.93	3.72	3.29	9.35	26.95
UNO	0.00	0.00	1.53	2.09	0.00	0.00

 =====  
 EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL x Pu  
 (Ton - m)

NIVEL 1						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	9.18	13.06	2.11	2.11	13.06	11.65
TRES	3.78	4.47	4.47	4.47	4.47	4.48
DOS	3.78	4.47	4.47	4.47	4.47	4.48
UNO	12.24	20.05	3.65	3.65	20.05	15.25

NIVEL 2						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	6.78	9.44	1.37	1.37	9.44	9.05
TRES	2.37	2.59	2.59	2.59	2.59	3.38
DOS	2.37	2.59	2.59	2.59	2.59	3.38
UNO	9.44	15.77	2.70	2.70	15.77	12.22

NIVEL 3						
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	3.34	4.66	0.56	0.56	4.66	4.47
TRES	1.14	1.24	1.24	1.24	1.24	1.77
DOS	1.14	1.24	1.24	1.24	1.24	1.77
UNO	4.66	7.78	1.42	1.42	7.78	6.03

 =====

NIVEL 1	(Muy + Eay (Pu) )		F(amp)= 1.004			
	A	B	C	D	E	F
EJES						
CUATRO	9.18	13.06	4.75	4.78	13.06	11.65
TRES	12.00	6.84	6.40	6.38	7.21	14.48
DOS	12.00	6.63	6.19	6.16	6.99	14.48
UNO	12.24	20.05	5.05	5.12	20.05	15.25

NIVEL 2	(Muy + Eay (Pu) )		F(amp)= 1.005			
	A	B	C	D	E	F
EJES						
CUATRO	6.81	9.48	3.16	3.25	9.48	9.09
TRES	6.88	4.71	4.29	4.21	5.73	15.41
DOS	6.86	4.48	4.07	3.99	5.49	15.41
UNO	9.48	15.85	3.47	3.66	15.85	12.28

NIVEL 3	(Muy + Eay (Pu) )		F(amp)= 1.004			
	A	B	C	D	E	F
EJES						
CUATRO	3.36	4.68	1.55	1.66	4.68	4.48
TRES	11.77	3.32	5.10	4.67	10.63	28.83
DOS	11.77	3.18	4.98	4.55	10.63	28.83
UNO	4.68	7.81	2.96	3.52	7.81	6.05

=====

**IV.2.5.4 Revisión a flexocompresión****IV.2.5.5 Tablas Pu/Pr X'X****Pu/Pr Y'Y**

## F L E X O Y - Y

NIVEL 1	Pr					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	MURO	148.55	152.74	MURO	MURO
TRES	MURO	256.01	271.80	271.80	250.24	MURO
DOS	MURO	263.95	263.95	263.95	259.83	MURO
UNO	MURO	MURO	298.83	298.83	MURO	MURO

NIVEL 2	Pr					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	MURO	123.92	123.92	MURO	MURO
TRES	MURO	169.45	175.31	175.31	161.61	MURO
DOS	MURO	152.58	155.33	155.33	146.20	MURO
UNO	MURO	MURO	267.40	265.25	MURO	MURO

NIVEL 3	Pr					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	MURO	88.58	86.08	MURO	MURO
TRES	MURO	108.91	94.89	100.87	78.59	MURO
DOS	MURO	108.91	96.92	102.15	78.59	MURO
UNO	MURO	ERR	150.89	147.97	MURO	MURO

NIVEL 1	Pu/Pr					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	MURO	0.71	0.69	MURO	MURO
TRES	MURO	0.78	0.73	0.73	0.79	MURO
DOS	MURO	0.75	0.75	0.75	0.76	MURO
UNO	MURO	MURO	0.54	0.54	MURO	MURO

NIVEL 2	Pu/Pr					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	MURO	0.62	0.62	MURO	MURO
TRES	MURO	0.85	0.82	0.82	0.89	MURO
DOS	MURO	0.94	0.92	0.92	0.98	MURO
UNO	MURO	MURO	0.48	0.48	MURO	MURO

NIVEL 3	Pu/Pr					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	MURO	0.42	0.44	MURO	MURO
TRES	MURO	0.65	0.75	0.70	0.90	MURO
DOS	MURO	0.65	0.73	0.69	0.90	MURO
UNO	MURO	MURO	0.42	0.43	MURO	MURO



## F L E X O X - X

NIVEL 1	Pr					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	MURO	142.49	142.49	MURO	MURO
TRES	MURO	246.65	227.78	227.78	243.24	MURO
DOS	MURO	259.09	259.09	259.09	255.33	MURO
UNO	MURO	MURO	297.80	297.80	MURO	MURO

NIVEL 2	Pr					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	MURO	120.87	120.87	MURO	MURO
TRES	MURO	178.75	175.70	175.70	178.75	MURO
DOS	MURO	150.28	148.13	148.13	150.28	MURO
UNO	MURO	MURO	253.90	251.15	MURO	MURO

NIVEL 3	Pr					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	MURO	91.27	89.10	MURO	MURO
TRES	MURO	101.00	92.13	82.52	72.84	MURO
DOS	MURO	149.72	131.01	112.40	95.17	MURO
UNO	MURO	MURO	137.60	135.79	MURO	MURO

NIVEL 1	Pu/Pr					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	MURO	0.74	0.74	MURO	MURO
TRES	MURO	0.81	0.87	0.87	0.82	MURO
DOS	MURO	0.77	0.77	0.77	0.78	MURO
UNO	MURO	MURO	0.54	0.54	MURO	MURO

NIVEL 2	Pu/Pr					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	MURO	0.63	0.63	MURO	MURO
TRES	MURO	0.80	0.82	0.82	0.80	MURO
DOS	MURO	0.95	0.97	0.97	0.95	MURO
UNO	MURO	MURO	0.50	0.51	MURO	MURO

NIVEL 3	Pu/Pr					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	MURO	0.41	0.42	MURO	MURO
TRES	MURO	0.70	0.77	0.86	0.97	MURO
DOS	MURO	0.47	0.54	0.63	0.74	MURO
UNO	MURO	MURO	0.46	0.46	MURO	MURO

#### IV.2.5.6 Revisión de cortantes en columnas

X - X						
NIVEL 1	V (sismo)					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	0.30	0.29	0.31	0.32	MURO
TRES	MURO	0.53	0.52	0.57	0.49	MURO
DOS	MURO	0.53	0.52	0.57	0.48	MURO
UNO	MURO	0.36	0.34	0.37	0.49	MURO

X - X						
NIVEL 2	V (sismo)					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	0.16	0.18	0.20	0.08	MURO
TRES	MURO	0.20	0.23	0.25	0.09	MURO
DOS	MURO	0.23	0.26	0.29	0.08	MURO
UNO	MURO	0.26	0.31	0.35	0.17	MURO

X - X						
NIVEL 3	V (sismo)					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	0.20	0.18	0.19	0.10	MURO
TRES	MURO	0.37	0.33	0.35	0.16	MURO
DOS	MURO	0.48	0.44	0.46	0.19	MURO
UNO	MURO	0.81	0.73	0.77	0.33	MURO

X - X						
NIVEL 1	V (estatico)					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	1.57	2.47	2.47	1.57	MURO
TRES	MURO	4.11	3.05	3.05	4.11	MURO
DOS	MURO	4.03	3.91	3.91	4.03	MURO
UNO	MURO	1.66	1.60	1.60	1.66	MURO

X - X						
NIVEL 2	V (estatico)					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	0.91	1.19	1.19	0.91	MURO
TRES	MURO	2.10	1.83	1.83	2.10	MURO
DOS	MURO	4.28	4.28	4.28	4.28	MURO
UNO	MURO	1.28	1.26	1.26	1.28	MURO

X - X						
NIVEL 3	V (estatico)					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	MURO	0.10	0.05	0.05	0.10	MURO
TRES	MURO	2.76	2.82	2.82	2.76	MURO
DOS	MURO	10.90	10.92	10.92	10.90	MURO
UNO	MURO	8.05	8.05	8.05	8.05	MURO

Y - Y		V (sismo)					
NIVEL 1	EJES	A	B	C	D	E	F
	CUATRO	MURO	MURO	0.52	0.52	MURO	MURO
	TRES	0.50	0.76	0.76	0.76	0.77	0.41
	DOS	0.47	0.68	0.68	0.68	0.68	0.41
	UNO	MURO	MURO	0.60	0.60	MURO	MURO

Y - Y		V					
NIVEL 2	EJES	A	B	C	D	E	F
	CUATRO	MURO	MURO	0.39	0.39	MURO	MURO
	TRES	0.43	0.76	0.42	0.42	0.48	0.55
	DOS	0.32	0.35	0.32	0.32	0.36	0.40
	UNO	MURO	MURO	0.30	0.30	MURO	MURO

Y - Y		V					
NIVEL 3	EJES	A	B	C	D	E	F
	CUATRO	MURO	MURO	0.47	0.46	MURO	MURO
	TRES	0.71	0.62	0.54	0.53	0.69	1.07
	DOS	0.62	0.54	0.48	0.47	0.61	0.94
	UNO	MURO	MURO	0.60	0.60	MURO	MURO

Y - Y		V (estatico)					
NIVEL 1	EJES	A	B	C	D	E	F
	CUATRO	MURO	MURO	0.87	0.89	MURO	MURO
	TRES	2.74	0.30	0.15	0.08	0.75	3.39
	DOS	2.74	0.30	0.15	0.08	0.75	3.39
	UNO	MURO	MURO	0.01	0.01	MURO	MURO

Y - Y		V (estatico)					
NIVEL 2	EJES	A	B	C	D	E	F
	CUATRO	MURO	MURO	0.36	0.40	MURO	MURO
	TRES	1.04	0.21	0.28	0.18	0.85	2.14
	DOS	1.04	0.21	0.28	0.18	0.85	2.14
	UNO	MURO	MURO	0.01	0.01	MURO	MURO

Y - Y		V (estatico)					
NIVEL 3	EJES	A	B	C	D	E	F
	CUATRO	MURO	MURO	0.06	0.14	MURO	MURO
	TRES	4.70	0.45	1.80	1.56	4.53	13.07
	DOS	4.70	0.45	1.80	1.56	4.53	13.07
	UNO	MURO	MURO	0.05	0.40	MURO	MURO











		FR= 0.85		f*c= 168.00		
NIVEL 1	VcR					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	8.81	8.81	8.81	8.81	8.81	11.15
TRES	11.15	11.15	11.15	11.15	11.15	11.15
DOS	11.15	11.15	11.15	11.15	11.15	11.15
UNO	11.15	11.15	11.15	11.15	11.15	11.15

NIVEL 2	VcR					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	7.14	7.14	7.14	7.14	7.14	9.90
TRES	7.14	7.14	7.14	7.14	7.14	9.90
DOS	7.14	7.14	7.14	7.14	7.14	9.90
UNO	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90

NIVEL 3	VcR					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	11.15
TRES	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	11.15
DOS	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	11.15
UNO	11.15	11.15	11.15	11.15	11.15	11.15

NIVEL 1	Factor de incremento para VcR					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	1.0003	1.0005	1.0011	1.0011	1.0005	1.0003
TRES	1.0006	1.0007	1.0007	1.0007	1.0007	1.0007
DOS	1.0006	1.0007	1.0007	1.0007	1.0007	1.0007
UNO	1.0003	1.0006	1.0006	1.0006	1.0006	1.0004

NIVEL 2	Factor de incremento para VcR					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	1.0003	1.0004	1.0004	1.0004	1.0004	1.0003
TRES	1.0007	1.0008	1.0008	1.0008	1.0008	1.0006
DOS	1.0007	1.0008	1.0008	1.0008	1.0008	1.0006
UNO	1.0003	1.0005	1.0005	1.0005	1.0005	1.0004

NIVEL 3	Factor de incremento para VcR					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	1.0002	1.0003	1.0003	1.0003	1.0003	1.0001
TRES	1.0004	1.0004	1.0004	1.0004	1.0004	1.0003
DOS	1.0004	1.0004	1.0004	1.0004	1.0004	1.0003
UNO	1.0001	1.0002	1.0002	1.0002	1.0002	1.0002

NIVEL 1	Vcr*FACTOR + Vcra					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	21.32	21.32	21.33	21.33	21.32	25.35
TRES	25.36	25.36	25.36	25.36	25.36	25.36
DOS	25.36	25.36	25.36	25.36	25.36	25.36
UNO	25.35	25.36	25.36	25.36	25.36	25.35

NIVEL 2	Vcr*FACTOR + Vcra					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	15.51	15.51	15.51	15.51	15.51	19.89
TRES	15.51	15.51	15.51	15.51	15.51	19.90
DOS	15.51	15.51	15.51	15.51	15.51	19.90
UNO	19.89	19.89	19.89	19.89	19.89	19.89

NIVEL 3	Vcr*FACTOR + Vcra					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	8.71	8.71	8.71	8.71	8.71	17.55
TRES	11.62	11.63	11.63	11.63	11.63	17.56
DOS	11.62	11.63	11.63	11.63	11.63	17.56
UNO	17.55	17.55	17.55	17.55	17.55	17.55

NIVEL 1	Vu/(Vcr+Vcra)					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.00	0.10	0.14	0.14	0.10	0.00
TRES	0.14	0.20	0.15	0.16	0.20	0.16
DOS	0.14	0.20	0.19	0.19	0.20	0.16
UNO	0.00	0.09	0.08	0.09	0.09	0.00

NIVEL 2	Vu/(Vcr+Vcra)					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.00	0.03	0.10	0.10	0.07	0.00
TRES	0.10	0.16	0.15	0.15	0.16	0.15
DOS	0.10	0.32	0.32	0.32	0.31	0.14
UNO	0.00	0.09	0.09	0.09	0.08	0.00

NIVEL 3	Vu/(Vcr+Vcra)					
EJES	A	B	C	D	E	F
CUATRO	0.00	0.04	0.07	0.08	0.03	0.00
TRES	0.51	0.30	0.30	0.30	0.49	0.89
DOS	0.50	0.89	0.89	0.88	0.88	0.88
UNO	0.00	0.56	0.55	0.55	0.53	0.00

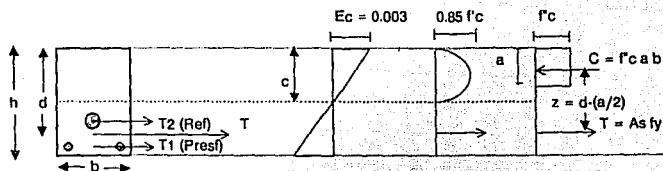


Como podemos observar en las tablas de relación  $P_u/P_r$  y las de cortante actuante/resistente ( $V_u/(V_{cr}+V_{cra})$ ) nuestras columnas se comportan satisfactoriamente ante las cargas provocadas por los sismos, así como las gravitacionales esto se debe a que los muros propuestos soportan la mayor parte del sismo debido a su rigidez, por lo que ahora procederemos a revisar el comportamiento de las trabes a flexión y cortante así como el de los muros propuestos en esta solución

En las figuras 4.2.6 a la 4.2.12 que se muestran en las hojas posteriores a la demostración del momento último que soportan las trabes, se puede observar el armado de las trabes del edificio según diseño original el cual esperamos no deba ser modificado.

Para el cálculo de los momentos resistentes de las trabes se considera que el  $M_u = F_r f_c q b d^2 (1-0.5q)$  como se demuestra a continuación.

## DEMOSTRACION PARA EL CALCULO DE TRABES POSTENSADAS



DONDE

$$T = T_1 + T_2$$

$$f^* = 0.8 f^*c$$

$$f^*c = k_1 f^*c$$

$$C = T$$

$$p = As/bd$$

$$m = Fy / f^*c$$

$$q = p Fy / f^*c$$

POR LO TANTO :

$$C = T$$

$$f^*c a b = As Fy \text{ si } As = (p)(b)(d)$$

$$f^*c a b = (p)(b)(d)(Fy)$$

$$f^*c a = p d Fy$$

$$a = p Fy / f^*c \text{ si } m = Fy / f^*c$$

$$a = p m d$$

$$k_1 = 0.85 \text{ si } f^*c < 250 \text{ Kg/cm}^2$$

$$k_1 = 1.05 - f^*c / 1250 \text{ si } f^*c > 250 \text{ Kg/cm}^2$$

$$M_r = (C) x (z)$$

Sustituyendo

$$M_r = (f^*c a b) x (d - a/2)$$

$$M_r = (As Fy) x (d - a/2)$$

$$M_r = As Fy (d - (p m d)/2)$$

$$M_r = p d b Fy (d - (p m d)/2)$$

$$M_r = p b b d^2 Fy - p^2 m b d^2 / 2 Fy$$

$$M_r = p Fy (1 - (p m)/2) b d^2$$

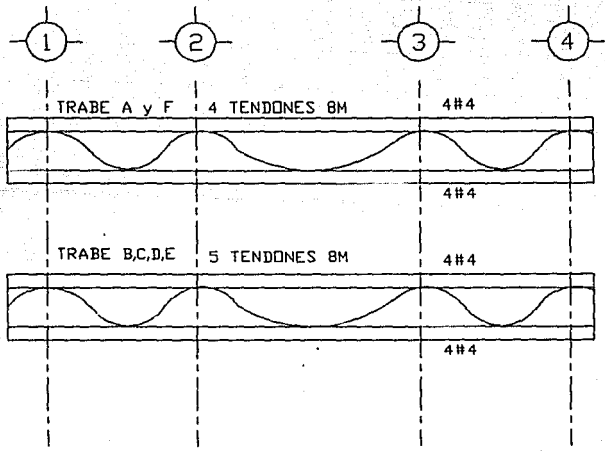
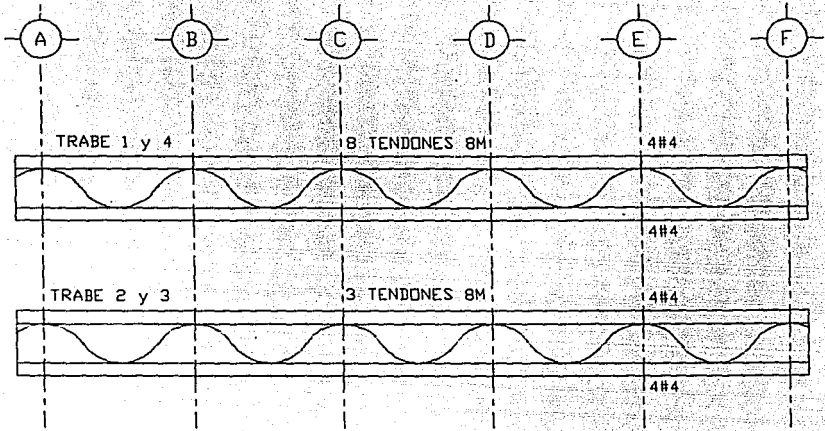
$$M_r = f^*c q b d^2 [1 - (q f^*c)/(Fy/2) (Fy/f^*c)]$$

$$M_r = f^*c q b d^2 (1 - q/2)$$

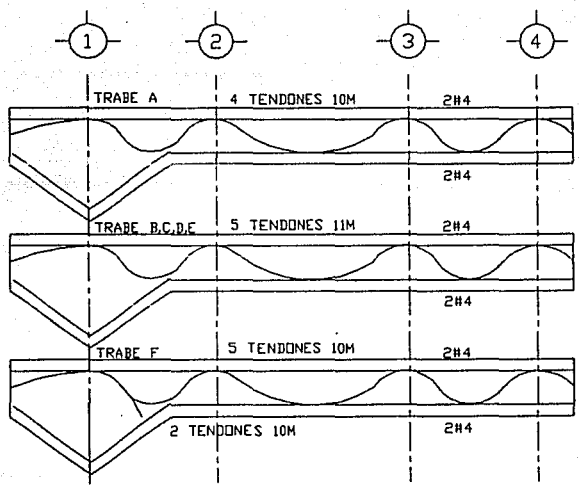
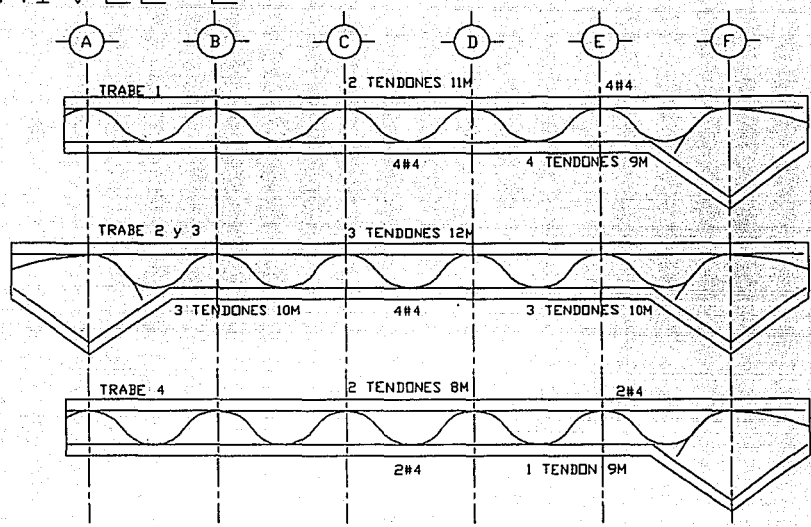
Por lo tanto:

$$M_u = F_r f^*c q b d^2 (1 - 0.5q)$$

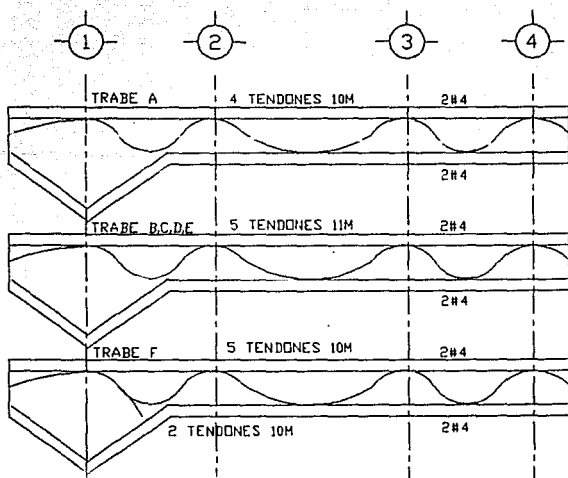
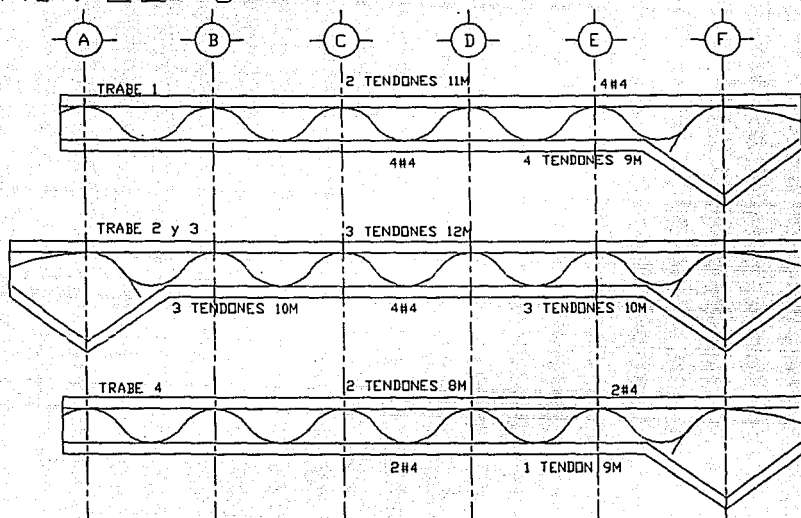
# NIVEL UNO



# NIVEL 2



# NIVEL 3





**Revisión a flexión**

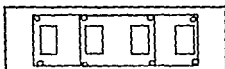
NIVEL 1  
TRABES A y F

REVISIÓN A FLEXIÓN

Constantes:  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$   
 $f^*c = 224 \text{ kg/cm}^2$   
 $f'c = 190.4 \text{ kg/cm}^2$

$b = 100$

25 cm



$f_s = 2000 \text{ refuerzo}$   
 $f_s = 8000 \text{ postensado}$   
 $d = 20$

Cálculo de acero en la trabe

a lo largo de la trabe 8 # 4 en los lechos = 5.08 cm<sup>2</sup> por lecho  
 8 cables postensados de 1/4" por ducto = 10.24 cm<sup>2</sup>  
 15.32 cm<sup>2</sup>

$p = A_s / bd$   $p(\text{ref}) = 0.00254$   $Fr = 0.9$   
 $p(\text{post}) = 0.00512$

$q = p^* f_y / f'c$   $q(\text{ref}) = 0.044468$   
 $q(\text{post}) = 0.403361$

$M_r = Fr b d^2 f'c q (1 - 0.5q)$

$M_r(\text{ref}) = 2.98 \text{ T-m}$   
 $M_r(\text{pos}) = 33.22 \text{ T-m}$

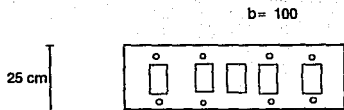
$M_r(\text{tot}) = 36.20 \text{ T-m}$

Momentos Actuantes Críticos:

	Momento por carga		Momento Actuante Crítico
	Vertical	Sísmica	
eje A	22.60	0.50	31.64 T-m
eje F	1.00	0.70	1.87 T-m

NIVEL 1  
TRABES B,C,D,E

Constantes  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$   
 $f^*c = 224 \text{ kg/cm}^2$   
 $f^c = 190.4 \text{ kg/cm}^2$



$f_y$   
 $f_s = 2000 \text{ refuerzo } 3,333.33$   
 $f_s = 9000 \text{ postensado } 15,000.00$

Cálculo de acero en la trabe

a lo largo de la trabe 8 # 4 en los lechos = 5.08 cm<sup>2</sup> por lecho  
 8 cables postensados de 1/4" por ducto = 12.8 cm<sup>2</sup>  
 17.88 cm<sup>2</sup>

$p = A_s / b d$   $p(\text{ref}) = 0.00254$   $Fr = 0.9$   
 $p(\text{post}) = 0.0064$

$q = p^* f_y / f^c$   $q(\text{ref}) = 0.044468$   
 $q(\text{post}) = 0.504202$

$Mr = Fr b d^2 q (1 - 0.5q)$

$Mr(\text{ref}) = 2.98 \text{ T-m}$   
 $Mr(\text{pos}) = 43.27 \text{ T-m}$

Momento resistente en secciones críticas:

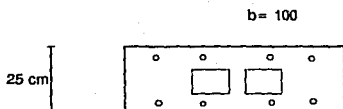
$Mr(\text{tot}) = 46.25 \text{ T-m}$

Momentos Actuantes Críticos:

		Momento por carga		Momento Actuante Crítico
		Vertical	Sísmica	
Marco B	eje 2	26.50	0.50	37.10 T-m
Marco C	eje 2	26.30	0.60	38.82 T-m
Marco D	eje 2	26.30	0.60	38.82 T-m
Marco E	eje 2	26.50	0.70	37.10 T-m

NIVEL 1  
TRABE 1 y 4

Constantes:  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$   
 $f^*c = 224 \text{ kg/cm}^2$   
 $f'c = 190.4 \text{ kg/cm}^2$



$f_s = 2000 \text{ refuerzo}$   $f_y = 3,333.33$   
 $f_s = 9000 \text{ postensado}$   $15,000.00$

$d = 20$

Cálculo de acero en la trabe

a lo largo de la trabe 8 # 4 en los lechos = 5.08 cm<sup>2</sup> por lecho  
 8 cables postensados de 1/4" por ducto = 5.12 cm<sup>2</sup>  
 10.2 cm<sup>2</sup>

$p = A_s / b d$   $p(\text{ref}) = 0.00254$   $Fr = 0.9$   
 $p(\text{post}) = 0.00256$

$q = p * f_y / f'c$   $q(\text{ref}) = 0.044468$   
 $q(\text{post}) = 0.201681$

$M_r = Fr b d^2 f'c q (1 - 0.5q)$

$M_r(\text{ref}) = 2.98 \text{ T-m}$   
 $M_r(\text{pos}) = 15.22 \text{ T-m}$

$M_r(\text{tot}) = 18.20 \text{ T-m}$  En secciones críticas

Momentos Actuantes Críticos:

	Momento por carga		Momento Actuante Crítico
	Vertical	Sísmica	
eje 1	10.00	0.60	14.00
eje 4	11.30	0.50	15.82

NIVEL 1  
TRABE 2 y 3



Constantes:  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$   
 $f^*c = 224 \text{ kg/cm}^2$   
 $f^c = 190.4 \text{ kg/cm}^2$

$f_s = 2000 \text{ refuerzo}$   $f_y = 3,333.33$   
 $f_s = 9000 \text{ postensado}$   $15,000.00$

$d = 20$

Cálculo de acero en la trabe

a lo largo de la trabe 8 # 4 en los lechos = 5.08 cm<sup>2</sup> por lecho  
 8 cables postensados de 1/4" por ducto = 7.68 cm<sup>2</sup>  
 12.76 cm<sup>2</sup>

$p = A_s / bd$   $p(\text{ref}) = 0.00254$   $Fr = 0.9$   
 $p(\text{post}) = 0.00384$

$q = p * f_y / f^c$   $q(\text{ref}) = 0.044468$   
 $q(\text{post}) = 0.302521$

$M_r = Fr b d^2 q (1 - 0.5q)$

$M_r(\text{ref}) = 2.98 \text{ T-m}$   
 $M_r(\text{pos}) = 23.87 \text{ T-m}$

$M_r(\text{tot}) = 26.85 \text{ T-m}$  En secciones críticas

Momentos Actuantes Críticos:

	Momento por carga		Momento Actuante Critico
	Vertical	Sísmica	
eje 2	10.10	0.90	14.14 T-m
eje 3	11.30	0.50	15.82 T-m

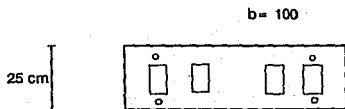
NIVEL 2 y 3  
TRABE A

Entrepiso y Azotea

Sección en los ejes 2,3 y 4 (1)

Constantes

$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$   
 $f^*_c = 224 \text{ kg/cm}^2$   
 $f_c = 190.4 \text{ kg/cm}^2$

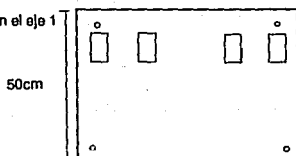


$d = 20$

$f_y$

$f_s = 2000 \text{ refuerzo } 3,333.33$   
 $f_s = 9000 \text{ postensado } 15,000.00$

Sección en el eje 1  
(2)



$Fr = 0.9$

$d = 45$

Cálculo de acero en la trabe

a lo largo de la trabe 8 # 4 en los lechos = 2.54 cm<sup>2</sup> por lecho  
 10 cables postensados de 1/4" por ducto = 12.8 cm<sup>2</sup>  
 15.34 cm<sup>2</sup>

	Ejes 2,3,4	Eje 1
$p = A_s / bd$	$p(\text{ref}) = 0.00127$	$0.000564$
	$p(\text{post}) = 0.0064$	$0.002844$
$q = p * f_y / f'_c$	$q(\text{ref}) = 0.022234$	$0.009882$
	$q(\text{post}) = 0.504202$	$0.22409$

$Mr = Fr b d^2 q (1 - 0.5q)$

	Ejes 2,3,4	Eje 1
$Mr(\text{ref}) =$	1.51 T-m	3.41 T-m
$Mr(\text{pos}) =$	43.27 T-m	69.05 T-m

Momento resistente en secciones críticas:

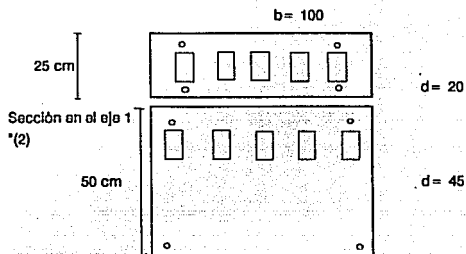
	Ejes 2,3,4	Eje 1
$Mr(\text{tot}) =$	44.78 T-m	72.46 T-m

Momentos Actuantes Críticos:

Ejes 2,3,4			Eje 1		
Momento por carga Vertical	Momento Sismica	Momento Actuante	Momento por carga Vertical	Momento Sismica	Momento Actuante
22.70	0.78	31.78 T-m	9.00	0.00	12.60 T-m

NIVEL 2 y 3 Entrepiso y Azotea  
TRABES B,C,D,E

Sección en los ejes 2,3 y 4 (1)



Constantes  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$   
 $f_c^* = 224 \text{ kg/cm}^2$   
 $f_c = 190.4 \text{ kg/cm}^2$

$f_y = 2000 \text{ refuerzo}$   
 $f_y = 9000 \text{ postensado}$

$f_y = 3,333.33$   
 $f_y = 15,000.00$

$Fr = 0.9$

Cálculo de acero en la trabe

a lo largo de la trabe 8 # 4 en los lechos = 2.54 cm<sup>2</sup> por lecho  
 11 cables postensados de 1/4" por ducto = 17.6 cm<sup>2</sup>  
 20.14 cm<sup>2</sup>

$p = A_s / bd$

	Ejes 2,3,4	Eje 1
$p(\text{ref}) =$	0.00127	0.000564
$p(\text{post}) =$	0.0088	0.003911

$q = p * f_y / f_c$

	Ejes 2,3,4	Eje 1
$q(\text{ref}) =$	0.022234	0.009882
$q(\text{post}) =$	0.693277	0.308123

$Mr = Fr \cdot b \cdot d^2 \cdot q \cdot (1 - 0.5q)$

	Ejes 2,3,4	Eje 1
$Mr(\text{ref}) =$	1.51 T-m	3.41 T-m
$Mr(\text{pos}) =$	63.99 T-m	90.45 T-m

Momento resistente en secciones críticas:

	Ejes 2,3,4	Eje 1
$Mr(\text{tot}) =$	65.50 T-m	93.86 T-m

Momentos Actuantes Críticos:

	Ejes 2,3,4		Eje 1		Momento Actuante
	Momento por carga Vertical	Momento por carga Sísmica	Momento por carga Vertical	Momento por carga Sísmica	
eje B	26.60	0.50	50.00	1.60	70.00 T-m
eje C	26.60	0.60	50.00	1.60	70.00 T-m
eje D	26.60	0.80	50.00	1.70	70.00 T-m
eje E	26.60	0.70	50.00	0.30	70.00 T-m

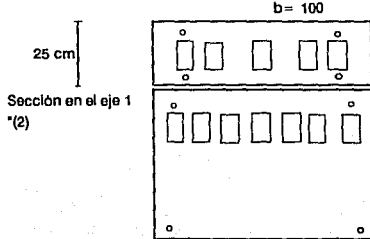
NIVEL 2 y 3  
TRABE F

Entrepiso y Azotea

Sección en los ejes 2,3 y 4 (1)

Constantes  
 $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$   
 $f^*_c = 224 \text{ kg/cm}^2$   
 $f^*_c = 190.4 \text{ kg/cm}^2$

$f_y = 2000 \text{ refuerzo}$        $3,333.33$   
 $f_y = 9000 \text{ postensado}$        $15,000.00$



$d = 20$

$Fr = 0.9$

$d = 45$

Cálculo de acero en la trabe

a lo largo de la trabe 8 # 4 en los lechos	=	Ejes 2,3,4	Eje 1
10 cables postensados de 1/4" por ducto	=	2.54 cm <sup>2</sup>	2.54 cm <sup>2</sup>
		16 cm <sup>2</sup>	22.4 cm <sup>2</sup>
		18.54 cm <sup>2</sup>	24.94 cm <sup>2</sup>

$p = As/bd$		Ejes 2,3,4	Eje 1
$p(\text{ref}) = 0.00127$		0.000564	
$p(\text{post}) = 0.008$		0.004978	
$q = p^*f_y/f^*_c$		Ejes 2,3,4	Eje 1
$q(\text{ref}) = 0.022234$		0.009882	
$q(\text{post}) = 0.630252$		0.392157	

$Mr = Fr b d^2 q (1 - 0.5q)$

		Ejes 2,3,4	Eje 1
$Mr(\text{ref}) = 1.51 \text{ T-m}$		3.41 T-m	
$Mr(\text{pos}) = 56.81 \text{ T-m}$		109.40 T-m	

Momento resistente en secciones críticas:

	Ejes 2,3,4	Eje 1
$Mr(\text{tot}) =$	58.32 T-m	112.81 T-m

Momentos Actuantes Críticos:

Ejes 2,3,4			Eje 1		
Momento por carga Vertical	Momento Sismica	Momento Actuante	Momento por carga Vertical	Momento Sismica	Momento Actuante
24.60	1.10	34.44 T-m	50.00	0.00	70.00 T-m



NIVEL 2 y 3  
TRABE 1

Entrepiso y Azotea

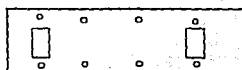
Sección en los ejes A,B,C,D,E

Constantes

$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$   
 $f^*_c = 224 \text{ kg/cm}^2$   
 $f_c = 190.4 \text{ kg/cm}^2$

25 cm

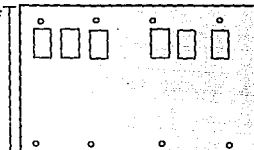
$b = 100$



$d = 20$

Sección en el eje F

50 cm



$d = 45$

$Fr = 0.9$

$f_y = 3,333.33$   
 $f_s = 2000 \text{ refuerzo}$   
 $f_s = 9000 \text{ postensado}$

$f_y$

$15,000.00$

Cálculo de acero en la trabe

	Ejes A,B,C,D,E	Eje F
a lo largo de la trabe 8 # 4 en los lechos =	5.08 cm <sup>2</sup>	5.08 cm <sup>2</sup>
11 Y 9 cables postensados de 1/4" por ducto =	7.04 cm <sup>2</sup>	18.58 cm <sup>2</sup>
	12.12 cm <sup>2</sup>	23.64 cm <sup>2</sup>

	Ejes A,B,C,D	Eje F
$\rho = A_s/bd$	$\rho(\text{ref}) = 0.00254$	0.001129
	$\rho(\text{post}) = 0.00352$	0.004124
$q = \rho * f_y / f'_c$	$q(\text{ref}) = 0.04446779$	0.019763
	$q(\text{post}) = 0.27731092$	0.32493

$Mr = Fr bd \rho q (1 - 0.5q)$

	Ejes A,B,C,D,E	Eje F
$Mr(\text{ref}) =$	2.98 T-m	6.79 T-m
$Mr(\text{pos}) =$	21.64 T-m	94.43 T-m

Momento resistente en secciones críticas:

	Ejes A,B,C,D,E	Eje F
$Mr(\text{tot}) =$	24.62 T-m	101.22 T-m

Momentos Actuantes Críticos:

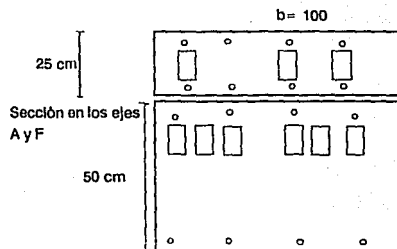
Ejes A,B,C,D,E			Eje F		
Momento por carga		Momento Actuante	Momento por carga		Momento Actuante
Vertical	Sísmica		Vertical	Sísmica	
8.90	0.60	12.46 T-m	50.00	0.00	70.00 T-m

NIVEL 2 y 3  
TRABE 2,3

Entrepiso y Azotea

Sección en los ejes B,C,D,E

Constantes  
 $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$   
 $f'_c = 224 \text{ kg/cm}^2$   
 $f_c = 190.4 \text{ kg/cm}^2$



$f_s = 2000 \text{ refuerzo}$        $f_y = 3,333.33$   
 $f_s = 9000 \text{ postensado}$        $f_y = 15,000.00$

$d = 20$

$Fr = 0.9$

$d = 45$

Cálculo de acero en la trabe

		Ejes B,C,D,E	Ejes A y F
a lo largo de la trabe 8 # 4 en los lechos	=	5.08 cm <sup>2</sup>	5.08 cm <sup>2</sup> /lecho
12 Y 10 cables postensados de 1/4" por ducto	=	11.52 cm <sup>2</sup>	20.48 cm <sup>2</sup>
		16.6 cm <sup>2</sup>	25.56 cm <sup>2</sup>

Ejes B,C,D,E      Eje A y F

$p = A_s / bd$   
 $p(\text{ref}) = 0.00254$        $0.001129$   
 $p(\text{post}) = 0.00576$        $0.004551$

$q = p * f_y / f_c$   
 $q(\text{ref}) = 0.044467787$        $0.019763$   
 $q(\text{post}) = 0.453781513$        $0.358543$

$Mr = Fr \cdot bd \cdot q \cdot (1 - 0.5q)$

	Ejes B,C,D,E	Eje A y F
$Mr(\text{ref}) =$	2.98 T-m	6.79 T-m
$Mr(\text{pos}) =$	38.16 T-m	102.11 T-m

Momento resistente en secciones críticas:

	Ejes B,C,D,E	Eje A y F
$Mr(\text{tot}) =$	41.14 T-m	108.90 T-m

Momentos Actuantes Críticos:

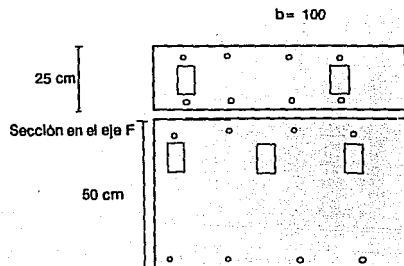
	Ejes B,C,D,E		Eje A y F		Momento Actuante
	Momento por carga Vertical	Momento Sísmica	Momento por carga Vertical	Momento Sísmica	
Eje 2	20.10	1.50	33.00	2.10	46.20 T-m
Eje 3	20.10	1.90	33.00	2.50	46.20 T-m

NIVEL 2 y 3  
TRABE 4

Entrepiso y Azotea

Sección en los ejes A,B,C,D,E

Constantes  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$   
 $f'_c = 224 \text{ kg/cm}^2$   
 $f_c = 190.4 \text{ kg/cm}^2$



$f_y = 2000 \text{ refuerzo } 3,333.33$   
 $f_s = 9000 \text{ postensado } 15,000.00$

$Fr = 0.9$

Cálculo de acero en la trabe

	Ejes A,B,C,D,E	Eje F
a lo largo de la trabe 8 # 4 en los lechos =	5.08 cm <sup>2</sup>	5.08 cm <sup>2</sup> /lecho
8 Y 9 cables postensados de 1/4" por ducto =	5.12 cm <sup>2</sup>	8 cm <sup>2</sup>
	10.2 cm <sup>2</sup>	13.08 cm <sup>2</sup>

	Ejes A,B,C,D,E	Eje F
$p = A_s / bd$	$p(\text{ref}) = 0.00254$	$0.001129$
	$p(\text{post}) = 0.00256$	$0.001778$
$q = p * f_y / f'_c$	$q(\text{ref}) = 0.044467787$	$0.019763$
	$q(\text{post}) = 0.201680672$	$0.140056$

$M_r = Fr b d^2 q (1-0.5q)$

	Ejes A,B,C,D,E	Eje F
$M_r(\text{ref}) =$	2.98 T-m	6.79 T-m
$M_r(\text{post}) =$	15.22 T-m	45.20 T-m

Momento resistente en secciones críticas:

	Ejes A,B,C,D,E	Eje F
$M_r(\text{tot}) =$	18.20 T-m	51.99 T-m

Momentos Actuantes Críticos:

Ejes A,B,C,D,E		Eje F	
Momento por carga Vertical	Momento Sísmica	Momento por carga Vertical	Momento Sísmica
8.40	1.10	26.60	0.00
Actuante		Actuante	
11.76 T-m		37.24 T-m	



## REVISION DE CORTANTES EN TRABES

Como en todos los casos tenemos que revisar que el cortante resistente sea mayor que el actuante, considerando la aportación del acero y del concreto

$$V_{ac} \leq V_{cr} + \text{Refuerzo}$$

$$\text{si } p < 0.01 \quad V_{cr} = F_r b d (0.2 + 30p) f_c^{1/2}$$

$$\text{si } p > 0.01 \quad V_{cr} = 0.5 F_r b d f_c^{1/2}$$

De acuerdo con el reglamento nuestras trabes se consideran elementos anchos debido a que  $M/Vd > 2$

ej. trabe A y F

$$M = 22.6$$

$$M/Vd =$$

$$5.51 > 2$$

Elemento ancho

$$V = 16.4$$

$$d = 0.25$$

### CONSTANTES

$$F_r = 0.8$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$f_c = 224 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

### NIVEL 1

TRABES A y F

$$p = 0.0076 < 0.01$$

$$d = 20 \text{ cm}$$

	Cortante por		Cortante ACTUANTE	
	vertical	sismo		
Eje A	16.4	0.11	22.96	Ton
Eje F	0.02	0.2	0.242	Ton

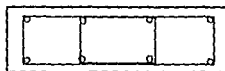
$$V_{cr} = 10,249.15 \text{ kg}$$

$$V_{cr} = 10.25 \text{ Ton}$$

El refuerzo en los apoyos del eje B y C debe resistir

$$V_{act} - V_{cr} = 12.71 \text{ Ton}$$

Separación de los estribos



$$A_v = 2 \text{ estribos } \# 3 @ 10 \text{ cm en los apoyos}$$

$$A_v = 4 \times 0.71 = 2.84 \text{ cm}^2$$

$$s = (F_r A_v F_y d) / V$$

$$s = 15.01 \text{ cm} > 10 \text{ cm por lo tanto es correcto}$$

## TRABES B,C,D y E

$$p = 0.00894 < 0.01$$

$$d = 20 \text{ cm}$$

	Cortante por		Cortante ACTUANTE	Ton
	vertical	sismo		
Eje B,E	19.5	0.1	27.30	
Eje C,D	19.4	0.1	27.16	

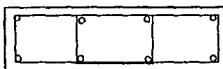
$$V_{cr} = 11,211.80 \text{ kg}$$

$$V_{cr} = 11.21 \text{ Ton}$$

El refuerzo en los apoyos del eje debe resistir

$$V_{act} - V_{cr} = 16.09 \text{ Ton}$$

Separación de los estribos



$$A_v = 2 \text{ estribos } \# 3 @ 10 \text{ cm en los apoyos}$$

$$A_v = 4 * 0.71 = 2.84 \text{ cm}^2$$

$$s = (F_r A_v F_y d) / V$$

$$s = 11.86 \text{ cm} > 10 \text{ cm por lo tanto es correcto}$$

## TRABES 1 y 4

$$p = 0.00506 < 0.01$$

$$d = 20 \text{ cm}$$

	Cortante por		Cortante ACTUANTE	Ton
	vertical	sismo		
Eje 1	10.6	0.24	14.84	
Eje 4	12.7	0.20	17.76	

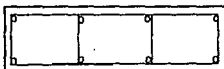
$$V_{cr} = 8,424.42 \text{ kg}$$

$$V_{cr} = 8.42 \text{ Ton}$$

El refuerzo en los apoyos del eje debe resistir

$$V_{act} - V_{cr} = 9.36 \text{ Ton}$$

Separación de los estribos



$$A_v = 2 \text{ estribos } \# 3 @ 10 \text{ cm en los apoyos}$$

$$A_v = 4 * 0.71 = 2.84 \text{ cm}^2$$

$$s = (F_r A_v F_y d) / V$$

$$s = 20.40 \text{ cm} > 10 \text{ cm por lo tanto es correcto}$$

## TRABES 2 y 3

$$p = 0.00634 < 0.01$$

$$d = 20 \text{ cm}$$

$$V_{cr} = 9,343.97 \text{ kg}$$

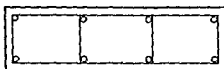
$$V_{cr} = 9.34 \text{ Ton}$$

	Cortante por		Cortante ACTUANTE
	vertical	sismo	
Eje 2	10.7	0.26	14.98 Ton
Eje 3	10.7	0.31	14.98 Ton

El refuerzo en los apoyos del eje debe resistir

$$V_{act} - V_{cr} = 5.64 \text{ Ton}$$

Separación de los estribos



$$A_v = 2 \text{ estribos } \# 3 @ 10 \text{ cm en los apoyos}$$

$$A_v = 4 * 0.71 = 2.84 \text{ cm}^2$$

$$s = (Fr A_v F_y d) / V$$

$$s = 33.86 \text{ cm} > 10 \text{ cm por lo tanto es correcto}$$

## NIVEL 2 y 3

## TRABE A ejes 2,3 y 4

$$p = 0.00767 < 0.01$$

$$d = 20 \text{ cm}$$

$$V_{cr} = 10,299.44 \text{ kg}$$

$$V_{cr} = 10.30 \text{ Ton}$$

	Cortante por		Cortante ACTUANTE
	vertical	sismo	
Nivel 2	16.6	0.2	23.24 Ton
Nivel 3	12.7	0.19	17.78 Ton

El refuerzo en los apoyos del eje debe resistir

$$V_{act} - V_{cr} = 12.94 \text{ Ton}$$

Separación de los estribos



$$A_v = 1 \text{ estribo } \# 4 @ 10 \text{ cm en los apoyos}$$

$$A_v = 2 * 1.27 = 2.54 \text{ cm}^2$$

$$s = (Fr A_v F_y d) / V$$

$$s = 13.19 \text{ cm} > 10 \text{ cm por lo tanto es correcto}$$

TRABE A eje 1

$$p = 0.003408 < 0.01$$

$$d = 45 \text{ cm}$$

$$V_{cr} = 16,284.65 \text{ kg}$$

$$V_{cr} = 16.28 \text{ Ton}$$

	Cortante por		Cortante ACTUANTE
	vertical	sismo	
Nivel 2	5.3	0	7.42 Ton
Nivel 3	3.9	0	5.46 Ton

El refuerzo en los apoyos del eje debe resistir

$$V_{act} - V_{cr} = -8.86 \text{ Ton}$$

por lo tanto el concreto resiste todo el cortante

Separación de los estribos



$$A_v = 1 \text{ estribos } \# 3 @ 10 \text{ cm en los apoyos}$$

$$A_v = 2 * 0.71 = 1.42 \text{ cm}^2$$

TRABE B,C,D y E ejes 2,3 y 4

$$p = 0.00967 < 0.01$$

$$d = 20 \text{ cm}$$

$$V_{cr} = 11,879.91 \text{ kg}$$

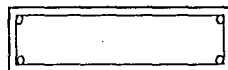
$$V_{cr} = 11.88 \text{ Ton}$$

	Cortante por		Cortante ACTUANTE
	vertical	sismo	
Nivel 2	19.6	0.1	27.44 Ton
Nivel 3	15	0.1	21.00 Ton

El refuerzo en los apoyos del eje debe resistir

$$V_{act} - V_{cr} = 15.56 \text{ Ton}$$

Separación de los estribos



$$A_v = 1 \text{ estribos } \# 4 @ 10 \text{ cm en los apoyos}$$

$$A_v = 2 * 1.27 = 2.54 \text{ cm}^2$$

$$s = (F_r A_v F_y d) / V$$

$$s = 10.97 \text{ cm} \quad 10 \text{ cm por lo tanto es correcto}$$



TRABE B,C,D y E eje 1

$$p = 0.004475 < 0.01$$

$$d = 45 \text{ cm}$$

	Cortante por		Cortante ACTUANTE
	vertical	sismo	
Nivel 2	19.2	0	26.88 Ton
Nivel 3	14.5	0	20.30 Ton

$$V_{cr} = 18,009.35 \text{ kg}$$

$$V_{cr} = 18.01 \text{ Ton}$$

El refuerzo en los apoyos del eje debe resistir

$$V_{act} - V_{cr} = 8.87 \text{ Ton}$$

Separación de los estribos



$$A_v = 2 \text{ estribos } \# 3 @ 10 \text{ cm en los apoyos}$$

$$A_v = 2 * 0.71 = 1.42 \text{ cm}^2$$

$$s = (F_r A_v F_y d) / V$$

$$s = 24.20 \text{ cm} \quad 10 \text{ cm por lo tanto es correcto}$$

TRABE F ejes 2,3 y 4

$$p = 0.00927 < 0.01$$

$$d = 20 \text{ cm}$$

	Cortante por		Cortante ACTUANTE
	vertical	sismo	
Nivel 2	17.8	0.27	24.92 Ton
Nivel 3	13.1	0.29	18.34 Ton

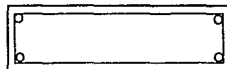
$$V_{cr} = 11,448.87 \text{ kg}$$

$$V_{cr} = 11.45 \text{ Ton}$$

El refuerzo en los apoyos del eje debe resistir

$$V_{act} - V_{cr} = 13.47 \text{ Ton}$$

Separación de los estribos



$$A_v = 1 \text{ estribos } \# 4 @ 10 \text{ cm en los apoyos}$$

$$A_v = 2 * 1.27 = 2.54 \text{ cm}^2$$

$$s = (F_r A_v F_y d) / V$$

$$s = 12.67 \text{ cm} \quad 10 \text{ cm por lo tanto es correcto}$$

TRABE F eje 1

$$p = 0.005542 < 0.01$$

$$d = 45 \text{ cm}$$

	Cortante por		Cortante ACTUANTE
	vertical	sismo	
Nivel 2	19.2	0	26.88 Ton
Nivel 3	14.4	0	20.16 Ton

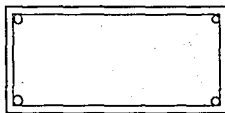
$$V_{cr} = 19,734.04 \text{ kg}$$

$$V_{cr} = 19.73 \text{ Ton}$$

El refuerzo en los apoyos del eje debe resistir

$$V_{act} - V_{cr} = 7.15 \text{ Ton}$$

Separación de los estribos



Av =

2 estribos # 3 @ 10 cm en los apoyos

Av =

$$2 * 0.71 = 1.42 \text{ cm}^2$$

$$s = (Fr Av Fy d) / V$$

$$s = 30.05 \text{ cm} \quad 10 \text{ cm por lo tanto es correcto}$$

TRABE 1 ejes A,B,C,D,E

$$p = 0.00479 < 0.01$$

$$d = 20 \text{ cm}$$

	Cortante por		Cortante ACTUANTE
	vertical	sismo	
Nivel 2	9.6	0.35	13.44 Ton
Nivel 3	7.3	0.32	10.22 Ton

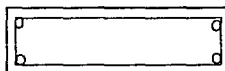
$$V_{cr} = 8,230.45 \text{ kg}$$

$$V_{cr} = 8.23 \text{ Ton}$$

El refuerzo en los apoyos del eje debe resistir

$$V_{act} - V_{cr} = 5.21 \text{ Ton}$$

Separación de los estribos



Av =

2 estribos # 3 @ 10 cm en los apoyos

Av =

$$2 * 0.71 = 1.42 \text{ cm}^2$$

$$s = (Fr Av Fy d) / V$$

$$s = 18.32 \text{ cm} \quad 10 \text{ cm por lo tanto es correcto}$$

TRABE 1 eje F

$$p = 0.004688 < 0.01$$

$$d = 45 \text{ cm}$$

	Cortante por		Cortante ACTUANTE	Ton
	vertical	sismo		
Nivel 2	19.2	0	26.88	
Nivel 3	14.4	0	20.16	

$$V_{cr} = 18,353.64 \text{ kg}$$

$$V_{cr} = 18.35 \text{ Ton}$$

El refuerzo en los apoyos del eje debe resistir

$$V_{act} - V_{cr} = 8.53 \text{ Ton}$$

Separación de los estribos



$$A_v = 2 \text{ estribos } \# 3 @ 10 \text{ cm en los apoyos}$$

$$A_v = 2 \cdot 0.71 = 1.42 \text{ cm}^2$$

$$s = (F_r A_v F_y d) / V$$

$$s = 25.18 \text{ cm} \quad 10 \text{ cm por lo tanto es correcto}$$

TRABE 2,3 ejes B,C,D,E

$$p = 0.0083 < 0.01$$

$$d = 20 \text{ cm}$$

	Cortante por		Cortante ACTUANTE	Ton
	vertical	sismo		
Nivel 2	10.9	0.21	15.26	
Nivel 3	8.3	0.13	11.62	

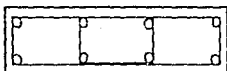
$$V_{cr} = 10,752.03 \text{ kg}$$

$$V_{cr} = 10.75 \text{ Ton}$$

El refuerzo en los apoyos del eje debe resistir

$$V_{act} - V_{cr} = 4.51 \text{ Ton}$$

Separación de los estribos



$$A_v = 2 \text{ estribos } \# 3 @ 10 \text{ cm en los apoyos}$$

$$A_v = 4 \cdot 0.71 = 2.84 \text{ cm}^2$$

$$s = (F_r A_v F_y d) / V$$

$$s = 42.34 \text{ cm} \quad 10 \text{ cm por lo tanto es correcto}$$

TRABE 2,3 ejes A y F

$$p = 0.005584 < 0.01$$

$$d = 45 \text{ cm}$$

	Cortante por		Cortante ACTUANTE
	vertical	sismo	
Nivel 2	22.5	0	31.5 Ton
Nivel 3	17	0	23.80 Ton

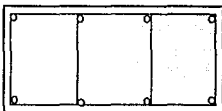
$$V_{cr} = 19,802.09 \text{ kg}$$

$$V_{cr} = 19.80 \text{ Ton}$$

El refuerzo en los apoyos del eje debe resistir

$$V_{act} - V_{cr} = 11.70 \text{ Ton}$$

Separación de los estribos



$$A_v = 2 \text{ estribos } \# 3 @ 10 \text{ cm en los apoyos}$$

$$A_v = 2 * 0.71 = 1.42 \text{ cm}^2$$

$$s = (Fr A_v F_y d) / V$$

$$s = 18.35 \text{ cm} \quad 10 \text{ cm por lo tanto es correcto}$$

TRABE 4 ejes B,C,D,E

$$p = 0.00507 < 0.01$$

$$d = 20 \text{ cm}$$

	Cortante por		Cortante ACTUANTE
	vertical	sismo	
Nivel 2	8.9	0.3	12.46 Ton
Nivel 3	6.8	0.36	9.52 Ton

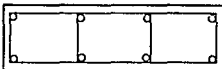
$$V_{cr} = 8,431.60 \text{ kg}$$

$$V_{cr} = 8.43 \text{ Ton}$$

El refuerzo en los apoyos del eje debe resistir

$$V_{act} - V_{cr} = 4.03 \text{ Ton}$$

Separación de los estribos



$$A_v = 2 \text{ estribos } \# 3 @ 10 \text{ cm en los apoyos}$$

$$A_v = 4 * 0.71 = 2.84 \text{ cm}^2$$

$$s = (Fr A_v F_y d) / V$$

$$s = 47.38 \text{ cm} \quad 10 \text{ cm por lo tanto es correcto}$$

TRABE 4 eje F

$$\rho = 0.002907 < 0.01$$

$$d = 45 \text{ cm}$$

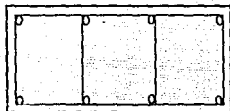
$$V_{cr} = 15,474.51 \text{ kg}$$

$$V_{cr} = 15.47 \text{ Ton}$$

	Cortante por		Cortante ACTUANTE	Ton
	vertical	sismo		
Nivel 2	10.6	0	14.84	
Nivel 3	8	0	11.20	

El refuerzo en los apoyos del eje debe resistir

$$V_{act} - V_{cr} = -0.63 \text{ Ton}$$

por lo tanto el concreto resiste  
todo el cortante2 estribos # 3 @ 10 cm en los apoyos  
 $4 \times 0.71 = 2.84 \text{ cm}^2$

#### IV.2.5.9 Revisión de muros

**MUROS****REVISION POR CARGA AXIAL****MURO**

Revisemos el muro localizado entre los ejes 1 y 2 del marco A

	Carga Vertical	Incremento de carga por sismo
Pu=	85	40

$$P_u = 137.5 \text{ Ton}$$

El esfuerzo al que esta sometido el concreto es P/A en los muros

$$\frac{137,500 \text{ kg}}{15,000 \text{ cm}^2} = 9.17 \text{ kg/cm}^2$$

Si consideramos que el concreto pueda trabajar con  $170 \text{ kg/cm}^2$

podemos concluir que el esfuerzo al que se somete el concreto por carga axial resulta ser despreciable; por tal motivo unicamente revisaremos a los muros por **MOMENTO**

**Revisión de Muros por momento**

De acuerdo al punto 4.5.2 de las Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto donde la carga vertical no es significativa para los elementos más desfavorables de cada nivel y cada sentido

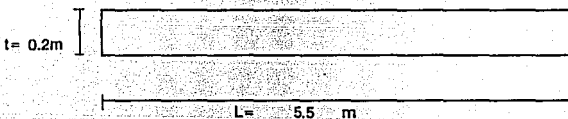
Marco A y F

Sentido X'X

Nivel 1

Constantes:	H=	3.1 m	fy=	4,200 kg/cm <sup>2</sup>
	L=	5.5 m	Fr=	0.8
	t=	0.2 m	Mr=	677.68 T-m

Ejes 1,2



$$L/t = 27.5 < 70 \text{ (cumple restricción)}$$

$$H/L = 0.56 \text{ por lo tanto } z = 0.4 (1 + H/L) * L$$

$$z = 3.44 \text{ m}$$

Sabemos que:  $M_r = A_s Fr fy z$ despejando  $A_s = M_r / (Fr fy z)$ 

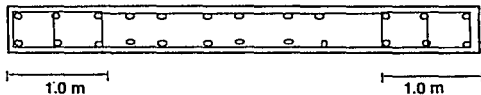
$$A_s = 58.63 \text{ cm}^2$$

En muros con relación H/L no mayor que 1.2, el refuerzo para flexión que se calcule en la sección de momento máximo se prolongará recto y sin reducción en toda la altura del muro, distribuidos en los extremos de este en anchos iguales a :  $(0.25-0.1 H/L) L$  medidos desde el correspondiente borde, pero no mayor cada uno de 0.4 H

$$(0.25-0.1 H/L) L = 1.07 \text{ (rige)}$$

$$0.4H = 1.24$$

Por lo tanto armaremos con 12 varillas del # 8 en los extremos y varillas del # 3 a cada 30 cm como acero mínimo en el resto del muro, con estribos del #3 @ 20 cm





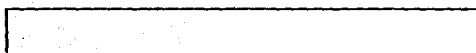
Marco A y F

Nivel 2

Constantes:	H=	3.1 m	fy=	4,200 kg/cm <sup>2</sup>
	L=	5.5 m	Fr=	0.8
	t=	0.2 m	Mr=	485.19 T-m

Ejes 3,4

t= 0.2m



$$L = 5.5 \text{ m}$$

$$L/t = 27.5 < 70 \text{ (cumple restricción)}$$

$$H/L = 0.56 \text{ por lo tanto } z = 0.4 (1 + H/L) * L$$

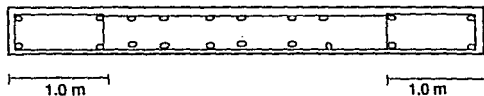
$$z = 3.44 \text{ m}$$

Sabemos que:  $M_r = A_s F_r f_y z$

despejando  $A_s = M_r / (F_r f_y z)$

$$A_s = 41.98 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto armaremos con 8 varillas del # 8 en los extremos y varillas del # 3 a cada 30 cm como acero mínimo en el resto del muro, con estribos del #3 @ 20 cm



Marco A y F

Nivel 3

Constantes:  $H = 3.1 \text{ m}$   $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$   
 $L = 5.5 \text{ m}$   $Fr = 0.8$   
 $t = 0.2 \text{ m}$   $Mr = 154.83 \text{ T-m}$

Ejes 3,4

 $t = 0.2\text{m}$ 

$$L = 5.5 \text{ m}$$

$$L/t = 27.5 < 70 \text{ (cumple restricción)}$$

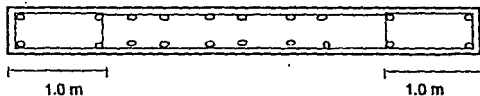
$$H/L = 0.56 \text{ por lo tanto } z = 0.4 (1 + H/L) * L$$

$$z = 3.44 \text{ m}$$

Sabemos que:  $Mr = As Fr fy z$ despejando  $As = Mr / (Fr fy z)$ 

$$As = 13.40 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto armaremos con 8 varillas del # 5 en los extremos y varillas del # 3 a cada 30 cm como acero mínimo en el resto del muro, con estribos del # 3 @ 20 cm



Marco 1 y 4

Nivel 1

Constantes:            H= 3.1 m             $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$   
                              L= 5.5 m             $Fr = 0.8$   
                              t= 0.2 m             $Mr = 503.28 \text{ T-m}$

Ejes 3,4

t= 0.2m



$$L = 5.5 \text{ m}$$

$$L/t = 27.5 < 70 \text{ (cumple restricción)}$$

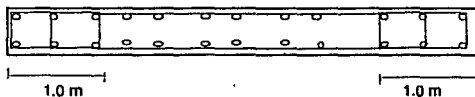
$$H/L = 0.56 \text{ por lo tanto } z = 0.4 (1 + H/L) * L$$

$$z = 3.44 \text{ m}$$

Sabemos que:  $Mr = As Fr fy z$ despejando  $As = Mr / (Fr fy z)$ 

$$As = 43.54 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto armaremos con 8 varillas del # 8 y 4 del # 3 en los extremos y varillas del # 3 a cada 30 cm como acero mínimo en el resto del muro, con estribos del #3 @ 20 cm



Marco 1 y 4

Nivel 2

Constantes:	H=	3.1 m	fy=	4,200 kg/cm <sup>2</sup>
	L=	5.5 m	Fr=	0.8
	t=	0.2 m	Mr=	353 T-m

Ejes 3,4

t= 0.2m



$$L = 5.5 \text{ m}$$

$$L/t = 27.5 < 70 \text{ (cumple restricción)}$$

$$H/L = 0.56 \text{ por lo tanto } z = 0.4 (1 + H/L) * L$$

$$z = 3.44 \text{ m}$$

Sabemos que:  $M_r = A_s Fr fy z$ despejando  $A_s = M_r / (Fr fy z)$ 

$$A_s = 30.54 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto armaremos con 8 varillas del # 7 en los extremos y varillas del # 3 a cada 30 cm como acero mínimo en el resto del muro, con estribos del #3 @ 20 cm

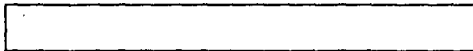
Marco 1 y 4

Nivel 3

Constantes:	H=	3.1 m	fy=	4,200 kg/cm <sup>2</sup>
	L=	5.5 m	Fr=	0.8
	t=	0.2 m	Mr=	120.31 T-m

Ejes 3,4

t= 0.2m



$$L = 5.5 \text{ m}$$

$$L/t = 27.5 < 70 \text{ (cumple restricción)}$$

$$H/L = 0.56 \text{ por lo tanto } z = 0.4 (1 + H/L) * L$$

$$z = 3.44 \text{ m}$$

Sabemos que:  $M_r = A_s Fr fy z$ despejando  $A_s = M_r / (Fr fy z)$ 

$$A_s = 10.41 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto armaremos con 2 varillas del # 6 en los extremos y varillas del # 3 a cada 30 cm como acero mínimo en el resto del muro, con estribos del #3 @ 20 cm

#### IV.1.6 Comentarios de la "Solución 2"

En esta propuesta también se ha tratado de dar una solución que sea fácilmente realizable en obra y que afecte a los menos miembros estructurales posibles, pero obteniendo los resultados deseados. De hecho podríamos considerar la posibilidad de realizar el refuerzo con el edificio parcialmente ocupado.

Otra gran ventaja de esta solución es que sólo se refuerzan elementos verticales (muros), y se respetan en su totalidad los elementos horizontales (trabes) en su estado actual.

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos decir que con ésta propuesta se logra que la estructura cumpla con lo esperado en cuanto a la estabilidad que necesitábamos en el edificio, cumpliendo sobradamente con los requerimientos del Reglamento de Construcción de Mexicali, B.C. y lo más importante, un buen comportamiento ante los sismos brindando a sus ocupantes una seguridad adecuada.

#### V. Comentarios y conclusiones

Podemos concluir que el llevar a cabo modificaciones estructurales en el edificio existente, debe en todos los casos ser materia de un estudio por parte del responsable del proyecto estructural y en ningún momento permitir que las necesidades arquitectónicas cambien el comportamiento estructural del inmueble ya que puede tener graves consecuencias.

El reglamento de construcciones de Mexicali presenta ambigüedades con respecto al control de desplazamientos de una estructura, prácticamente despreciándolos. Consideramos que sobre todo en provincia y sobre todo en zonas de alta sismicidad como Mexicali, se deben actualizar los reglamentos con mayor frecuencia, ya que es a todas luces inconveniente el despreciar los efectos provocados por desplazamientos excesivos ante sollicitaciones sísmicas.

Así mismo, existen cuestiones de criterio que deberían reglamentarse para evitarlas (efecto de columnas cortas), o como se ha hecho en el RDF-87 el lograr un factor de seguridad más elevado para efectos que no se recomienda, y que por necesidades de la obra son inevitables.

Finalmente podemos concluir que en una edificación su parte más importante es su diseño estructural por lo que

cualquier modificación arquitectónica en la estructura puede ser importante para su comportamiento, por tal motivo, consideramos que siempre se realicen las revisiones y modificaciones estructurales necesarias para su el buen funcionamiento de la estructura.

## BIBLIOGRAFIA

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DE MEXICALI, B.C.  
MEXICALI, B.C. NOVIEMBRE DE 1980

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL  
GACETA OFICIAL DEL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL  
México, D.F. 1976

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL  
GACETA OFICIAL DEL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL  
México, D.F. a julio de 1987

NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS DEL REGLAMENTO DE  
CONSTRUCCION PARA EL DISTRITO FEDERAL  
Centro de Actualización Profesional (CICM)  
México D.F. 1988

Enrique Bazán Zurita y Roberto Meli Piralla  
MANUAL DE DISEÑO SISMICO DE EDIFICIOS  
México, D.F. Febrero de 1987  
Editorial LIMUSA

Roberto Meli Piralla  
DISEÑO ESTRUCTURAL  
México D.F. 1985  
Editorial LIMUSA

Christopher Arnold y Robert Reitherman  
CONFIGURACION Y DISEÑO SISMICO DE EDIFICIOS  
México, D.F. 1987  
Editorial LIMUSA

Oscar M Gonzalez Cuevas y Francisco Robles  
ASPECTOS FUNDAMENTALES DEL CONCRETO REFORZADO  
México D.F. 1985  
Editorial LIMUSA

CATALOGO DE SISMOS OCURRIDOS EN LA REPUBLICA MEXICANA  
INSTITUTO DE INGENIERIA 1988

EARTHQUAKE INVEST IN WESTERN USA  
PUBLICACION DE LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA 1985

SISMICITY OF SOUTHERN CALIFORNIA  
JAN-1 -- DEC- 72  
PUBLICACION DE LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA 1973