

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

**"LOS MUROS COMO ELEMENTOS ARQUITECTONICOS-ESTRUCTURALES
DENTRO DE LAS EDIFICACIONES"**

Presentada por:

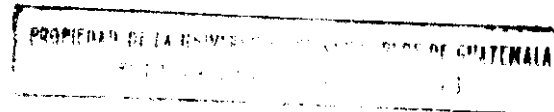
DOUGLAS COSMOS ORTIZ AGUILAR

Previo a Optar el Grado Académico de Licenciado

Y el Título de:

ARQUITECTO

Guatemala, noviembre de 1991



D.L.
ON
T(503)

**JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE ARQUITECTURA**

Decano:	Arq. Francisco Chavarría Smeaton
Vocal Primero	Arq. Marco Antonio Rivera Maldonado
Vocal Segundo	Arq. Héctor Castro Monterroso
Vocal Tercero	Arq. Rafael Adolfo Herrera Bran
Vocal Cuarto	Br. Juan Carlos Alvarado Ovalle
Vocal Quinto	Br. Carlos A. Roca Jerez
Secretario	Arq. Sergio Enrique Veliz Rizzo

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN:

Decano:	Arq. Francisco Chavarría Smeaton
Examinador	Ing. Vicente Mazariegos
Examinador	Ing. Mario Yon S.
Examinador	Arq. Arnoldo Morales
Secretario	Arq. Sergio Enrique Veliz Rizzo

DEDICATORIA

- A Dios:** Ser Supremo...." dame a conocer el camino que debo andar",
porque en tí se realiza toda la creación, y a
tí deben alabanza eterna.
- A mis Padres:** Salvador Ortiz López y
Eva Aguilar de Ortiz
Agradecimientos eternos por su cariño, com-
prensión y apoyo, en todos los momentos.
- A mis Hermanos:** Salvador, Pablo, Santos y Vinicio
- Especialmente a:** Narda y Diana
Que su maravillosa colaboración y ayuda, vea
el resultado de sus esfuerzos.
- A mis Amigos:** Todas aquellas personas que debido a su calidad humana hemos
podido integrarnos, rebasando las limitaciones de nuestros pre-
juicios y alcanzando la invaluable amistad.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

INDICE GENERAL :

Presentación	1
Planteamiento del Problema, Delimitación, Justificación	2
Objetivos	3
Metodología	4
Contexto / Enfoque	5
Movimiento del Suelo	8
Condiciones Geográficas y Fuentes Sismogénicas de Guatemala	8
Las edificaciones y su clasificación debido a sus características estructurales.	13
Capítulo I:	14
Introducción	14
I.1 Conceptos	15
I.2 Sistemas de Muro de Carga	16
I.3 Sistemas de Muros de Corte	18
I.4 Formas Especiales de Muros	19
I.5 Interrelación de Muros-Marcos	21
Componentes, Elementos y Características Generales de Sistemas Estructurales:	
I.6 Diafragmas	23
I.7 Colectores	24
I.8 Resistencia y Rigidez	26
Reacción del Edificio debido a los Efectos Sísmicos:	
I.9 Fuerza de Inercia	27
I.10 Período y Resonancia	29
I.11 Torsión	31
I.12 Volteo	32
I.13 Cimentación	33
Conclusiones / Resumen	35
Capítulo II:	37
Influencia de la Configuración Arquitectónica sobre el Comportamiento Sísmico de los Edificios	37
II.1 Escala	38
II.2 Altura	39
II.3 Tamaño Horizontal	41
II.4 Proporción	43
II.5 Simetría	45
II.6 Distribución de Concentración	46
II.7 Densidad de la Estructura en Planta	48

II.8	Esquinas	49
II.9	Resistencia Perimetral	51
	Conclusiones / Resumen	53
Capítulo III:		
	Introducción	54
III.1	Variaciones de Resistencia y Rigidez Perimetrales	58
	Discontinuidades de Resistencia y Rigidez:	
III.2	El Piso Débil	62
III.3	Muros de Corte Discontinuos	64
III.4	Falsa Simetría / Los Núcleos de Servicios	66
III.5	Edificios con Esquinas Interiores	71
III.6	Edificios con Escalonamiento Vertical	76
III.7	La Colindancia / El Problema del Golpeteo	78
III.8	Interacción entre Muros de Corte y Marcos	83
III.9	Modificaciones y Elementos no Estructurales	86
III.10	Muros de Relleno y Tabiques	90
	Conclusiones / Resumen	
Capítulo IV:		
	Introducción	93
IV.1	Descripción Proyecto:	94
	Antecedentes	95
	Pronóstico	96
	Objetivos	97
	Condiciones Naturales	98
	Recursos Naturales para la Construcción	101
	Estimación de costos del proyecto/ programa de necesidades	
IV.2	Diseño Arquitectónico:	103
	Análisis del Sitio / Matriz Ecológica y de Infraestructura	105
	Matriz de Relaciones de Conjunto / Configuración Urbanística	106
	Matriz de Diagnóstico / Unidad Familiar	107
	Diagramación de Diseño de Unidad Familiar	110
	Matriz Características Formales del Edificio	113
	Matrices de Características Formales de Muros	114
	Diagramación de Comportamiento Dinámico General del Edificio	119
IV.3	Solución Arquitectónica	121
IV.4	Conclusiones / Recomendaciones	124
IV.5	Bibliografía	

PRESENTACION :

Guatemala se encuentra bajo condiciones geográficas especiales, ya que está situada en una zona de alta sismicidad; estas características hacen que se presenten movimientos sísmicos de diversa intensidad y origen, como ha ocurrido a través de la historia, cada cierto número de años.

Los movimientos afectan parte interna de la tierra y consecuentemente la superficie, donde se localizan diversos tipos de edificios, los que componen nuestro campo de estudio.

Cada uno de los edificios y sus características generales se han estudiado a través de los años y se ha llegado a determinar que debido a sus características formales, cada edificio reaccionará de diferente forma cuando sea afectado por movimientos sísmicos. Todas las características formales de determinado edificio pueden ser controladas y analizadas a través del proceso de diseño arquitectónico, por lo que se enfatiza en este estudio cuales de las características deben ponerse mayor atención, particularmente en el sistema estructural de muros.

Especialmente se eligió a los muros como elementos arquitectónico-estructurales, pues tienen gran importancia en los sistemas estructurales que utilizan muros de corte y marcos-muros, debido a varias razones, entre las que se pueden mencionar:

Los muros desempeñan varias funciones como elementos arquitectónicos, frecuentemente se práctica su uso durante el proceso de diseño. La variable que se pierde de vista, generalmente es que simultáneamente los muros pueden cumplir funciones como elementos estructurales y que es la parte física que muchas veces sostendrá nuestro objeto arquitectónico, al verse este afectado por movimientos sísmicos. Es tan importante este aspecto que los ingenieros tienen conciencia, que debido al carácter formal del edificio así será su comportamiento dinámico; además es preciso que todas las personas involucradas en la definición de un determinado edificio posean los conceptos adecuados para asegurar la correcta solución de dicho objeto.

Como acertadamente cita un autor: "Existe una enorme resistencia de la idea de procesos sistemáticos de diseño... "El don mayor del Diseñador, su capacidad intuitiva para organizar la forma física va quedando reducida a nada debido a la magnitud de las tareas que le hacen frente.

Lo que es peor, en una época que reclama con urgencia de diseñadores con una captación sintética de la organización del mundo físico, el trabajo efectivo debe ser realizado por Ingenieros menos dotados, porque los Diseñadores ocultan su don con una desatinada pretensión de genialidad"... (1)

(1) Alexander, Christopher, "Ensayo sobre la Síntesis de la Forma", Segunda Edición, Edición Infinito, Buenos Aires (pp. 15, 18)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA :

Es necesario, tener conocimiento de criterios de configuración espacial de los muros. Los muros poseen diversas funciones arquitectónicas. Dentro de las principales, en el proceso de diseño está la de cerramiento vertical de espacios. La utilización simultánea de los muros, como elementos de cerramiento y como elementos físicos que conforman la estructura, generan un comportamiento dinámico intrínseco dentro de éstas, de allí la importancia de su estudio y control a través de un proceso metodológico y sistemático, que complementa el proceso de Diseño Arquitectónico.

Es primordialmente importante, poder controlar todas estas variables dentro del proceso de diseño arquitectónico, teniendo así una clara visión de las decisiones que se adopten en la solución del diseño formal del objeto.

DELIMITACION DEL PROBLEMA :

El estudio se circunscribe a nivel nacional, ya que la utilización de los tipos de sistemas de muros de corte y muros-marcos, no se limita a ninguna región en especial del país, ya que se adaptan en gran medida a: las condiciones sismogénicas nacionales; a la utilización desde pequeña a gran escala; no necesita tecnificación extranjera en su ejecución; utiliza recursos nacionales y disminuye el costo del proyecto. El estudio expondrá de forma metodológica los criterios de configuración de muros de corte y muros-marcos, así como sus características y su comportamiento cualitativo dinámico al estar sometido a efectos sísmicos.

Se expondrá el diseño de un proyecto arquitectónico, en el que se determina un proceso metodológico donde se analizan las variables de los criterios de configuración, definiendo las decisiones y exponiéndolas en el diseño del anteproyecto.

JUSTIFICACION :

Guatemala posee características geográficas y sismogénicas, que la hace un país con un alto potencial sísmico. Desde esta perspectiva, es imprescindible, la consideración de las variables del comportamiento dinámico de los objetos arquitectónicos, cuando se ven afectados por movimientos sísmicos. Esta visión se presenta más clara, al analizar las características formales de los edificios, desde su envolvente general hasta detalles en la distribución y localización de elementos que desempeñan funciones simultáneas, tanto arquitectónicas como del sistema estructural.

En la determinación y generación de espacios, dentro del proceso de diseño arquitectónico, el Arquitecto utiliza como instrumentos y elementos de cerramiento vertical, a los muros. Los muros se pueden conceptualizar como elementos de cerramiento, pero debido a sus características, cumplen funciones simultáneas, la de cerramiento y la de formar parte del sistema estructural de determinado objeto. Este aspecto es el que recalca el estudio, ya que se generan una serie de variables, que afectan al objeto arquitectónico al estar bajo efectos sísmicos, y que tienen gran dificultad de manejo y control.

De esta forma, es necesario conocer los criterios de configuración de los muros, dentro de diversos tipos de sistemas estructurales, y la manera de aplicación dentro de un proyecto arquitectónico específico.

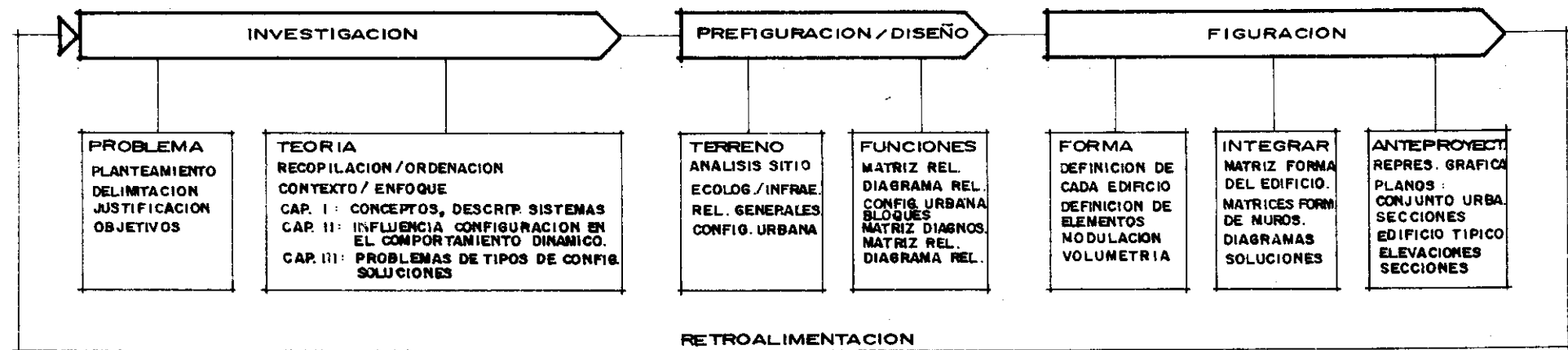
OBJETIVOS :

- Exponer de forma breve las condiciones geográficas y sismogénicas de Guatemala, de tal manera que, las personas que consulten el estudio puedan establecer, las condiciones reales que presenta nuestro país.
- Exponer el enfoque del estudio desde un punto de vista de uso del espacio y la relación existente en la elección del sistema estructural.
- Determinar las características, componentes y elementos generales de sistemas estructurales de muros de corte y muros-marcos.
- Exponer la influencia de la configuración arquitectónica, sobre el comportamiento dinámico de los edificios.
- Exponer los problemas de las características configurativas formales del edificio y su relación con la determinación e interacción de los muros, así como las posibles soluciones que se puedan adaptar.
- Ejemplificar un determinado proyecto arquitectónico que, llene los requisitos de demanda, por su naturaleza y que a la vez posea las cualidades donde se adecúen la aplicación de los criterios de configuración, de los sistemas estructurales en estudio,
- Determinar dentro del proceso metodológico de diseño arquitectónico, el manejo de las variables y criterios de configuración su control y su coincidencia con los elementos y componentes físico-formales que se establezcan en el diseño del anteproyecto.
- Dotar de una fuente de consulta y que a la vez el estudio sirva de base para próximas investigaciones afines al tema, que enriquezca el proceso de diseño arquitectónico y permitan considerar más variables que generen soluciones integrales acordes a las condiciones reales de nuestro medio.

METODOLOGIA:

- El estudio define en su primera fase, el contexto donde se desarrolla la investigación y la importancia de su conocimiento, generando conciencia de las condiciones reales donde se desarrollarán cualquier tipo de proyectos, a nivel nacional.
- La siguiente fase incluye una investigación teórica-conceptual, acerca de los criterios de configuración arquitectónica-espacial, de los muros como elementos, específicos: su comportamiento dinámico y los problemas que generan en edificaciones, en las cuales sólo se ha hecho un estudio somero de sus características formales.
- La última fase incluye la ejemplificación del proceso de diseño arquitectónico de determinado proyecto. En esta fase se trata de integrar las variables de criterios de configuración arquitectónica-espacial de muros al proceso metodológico de diseño arquitectónico, y la forma de manejo, control y la decisión final.
- Se concluye en el diseño del anteproyecto, desarrollo de planos de urbanismo y del edificio típico del complejo habitacional. Escogido este por la gran demanda de vivienda, su adecuación para ejemplificación y utilización de los criterios vertidos en la parte teórica del estudio.

ESQUEMA DE SISTEMATIZACION :



CONTEXTO / ENFOQUE

CONTEXTO :

Movimiento del Suelo:

Los movimientos del suelo se denominan "sismos". Los sismos se pueden deber a varias causas, dentro de ellas la principal es la generada por el desplazamiento de una falla, abajo de la superficie de la tierra.

El concepto que resume como es la naturaleza del movimiento del suelo, se puede definir de la siguiente manera: los movimientos de una falla crean rupturas de donde emanan ondas, en forma de vibraciones, se acercan al edificio desde la dirección de ruptura de la falla (Hipocentro). Las ondas generan vibraciones del suelo interaccionando entre ellas, y ocasionando pequeños desplazamientos del suelo. Cuando se ocasionan rupturas superficiales, los desplazamientos del suelo pueden llegar a medir varios metros.

La falla superficial puede ocurrir por el deslizamiento a lo largo de una línea de falla, abajo de la superficie de la tierra. Si se sitúa un edificio sobre una falla superficial, es casi seguro, que sufra daños graves, no importando lo bien diseñado que esté. Esta probabilidad, de localizar un edificio sobre una falla, es muy lejana, no tanto así, el de localizarlo en lugares que puedan ser afectados, por el movimiento de tierra (sismo) causado por el deslizamiento de una falla.

"El otro tipo de movimiento peligroso del suelo está asociado a riegos geológicos. La licuación es una condición en la que el suelo cambia temporalmente su estado sólido a líquido. Este efecto está relacionado con suelos granulares sueltos y arena y la presencia de agua; por ello tiende a presentar en sitios cercanos a ríos, lagos, bahías, etc.. La ingeniería para atenuar los efectos de licuación, comprende el diseño especial de cimentación o estabilización del propio suelo. Debido a la incertidumbre y al costo de estas medidas, el mejor enfoque de diseño lo constituye el hecho de evitar los sitios con potencial de licuación". (5)

Condiciones geográficas y fuentes sismogénicas de Guatemala:

Las características especiales de la geografía de Guatemala demandan que se describan tales condiciones, para formarnos conciencia de realidades existentes en nuestro país, muy importantes, aunque de forma general ya que por desconocidas razones no forman parte prioritaria, de las variables que se consideran dentro del proceso de diseño arquitectónico. Estas características se describen a continuación:

(5) C. Arnold & Reitherman, "Configuración y Diseño Sísmico de Edificios", México 1987, primera Edición (pp. 27, 30)

CONTEXTO :

En Guatemala se localiza la convergencia de un sistema de placas tectónicas, constituido por: la placa de Norteamérica, la placa del Caribe y la placa del Coco (Figura No. 1)

Se ha comprobado según estudios que, la región donde tienen contacto dos placas tectónicas generan sismos intensos. En Guatemala se encuentran dos de estas regiones; lo que genera en el país un alto potencial sísmico. Además, la actividad generada por las tres placas tectónicas, ha hecho que la superficie del país, se encuentre altamente fracturada con fallas de pequeña y mediana longitud, las que pueden producir sismos locales y muy intensos.

Las fuentes sísmogénicas se conforman por grupos, los que a continuación se describen de forma general:

Grupo A: Zona de subducción o Zona Benioff

Este grupo lo constituyen la placa oceánica del Coco y la placa del Caribe. Se le denomina zona de subducción ya que la placa del Coco, penetra debajo de la placa del Caribe, a lo largo de la Costa del Pacífico. (México y Centroamérica).

Esta condición de contacto entre placas tectónicas, no se le llama una falla sino una "Zona Benioff"; constituida por un plano inclinado (subterráneo)". (6) "La zona Benioff de Mesoamérica es sumamente activa y es la causante de gran parte de los temblores que se sienten constantemente en Guatemala" (Figura No. 2) (15)

La Zona Benioff de Mesoamérica se considera que está dividida en segmentos; cada uno de los cuales determinan el área de influencia de eventos sísmicos.

Grupo B: Zona de Transcurrencia

La Zona de transcurrencia esta constituida por la placa del Caribe y la placa de Norteamérica; estas dos placas se desplazan lateralmente generando una franja constituida por la falla del Polochic y sus fallas subsidiarias; la falla del Motagua y la de San Agustín; y la falla de Jocotán". (6) Esta zona de transcurrencia, se muestra en la Figura No 1.

"Esta zona es sísmicamente activa; genera sismos de gran magnitud y no está exentos de sismos moderados localmente dañinos". (15) A través de investigaciones se logró establecer que, "el terremoto del 4 de febrero de 1976 fue generado por estas fallas". (12).

(6) Carr, Michael, J . Rose, William, I. "Central America" Copyright USA 1982 (pp.149)

(7) Dengo, Gabriel. "Estructura Geológica, Historia Tectónica y Morfolog. América Central". Guatemala 1980 (pp10,14)

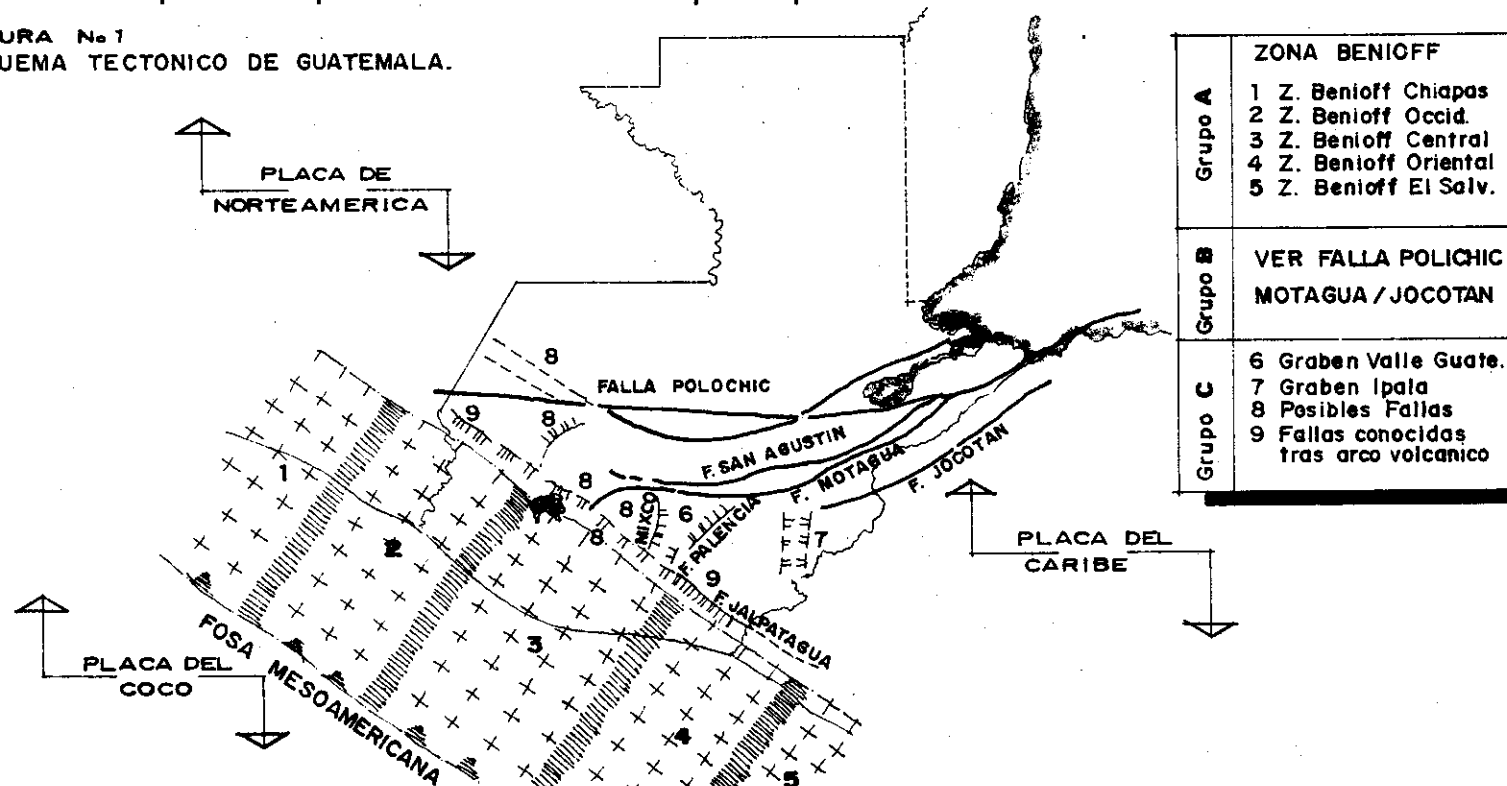
CONTEXTO :

Grupo C: Fuentes Secundarias Varias

Este grupo está constituido por tres subgrupos principales: 1) "Grabenes y estructuras con fallamientos de tipo normal - detrás del Arco volcánico; la mejor desarrollada es la falla de Jalpatagua; en el centro y occidente no han sido reconocidas al - detalle; 2) Grabenes y estructuras con fallamientos de tipo normal perpendiculares al arco volcánico; se destaca el graben del Valle de Guatemala bastante activo con sus fallas de Mixco, Villanueva, Pinula y Palencia; 3) Grabenes de Ipala y Chiquimula" (15)

Este tipo de fuentes generan sismos de pequeña o mediana magnitud, que localmente pueden ser altamente destructivos; por lo que se recomienda que todo tipo de investigaciones dirigidas a determinar una zonificación sísmica incluya todas las posibles fuentes a nivel nacional. Además en poblaciones rurales debe orientárseles a cerca, de la naturaleza de los movimientos sísmicos, las precauciones generales que pueden tomar al verse afectados por estas condiciones y recomendar las medidas generales y características que deban poseer las edificaciones que se puedan desarrollar en dichas áreas.

FIGURA No 7
ESQUEMA TECTONICO DE GUATEMALA.



(12) Varios Autores' "Simposio Internacional sobre el terremoto del 4 de febrero de 1976 de Guatemala". Memoria Tomo I Guatemala 1982 (pp. 23)

(15) Monzón, Héctor. "Sobre la Sismicidad en Guatemala y las perspectivas futuras" Guatemala 1986. Seminario de Actualización (pp. 1,6)

CONTEXTO :

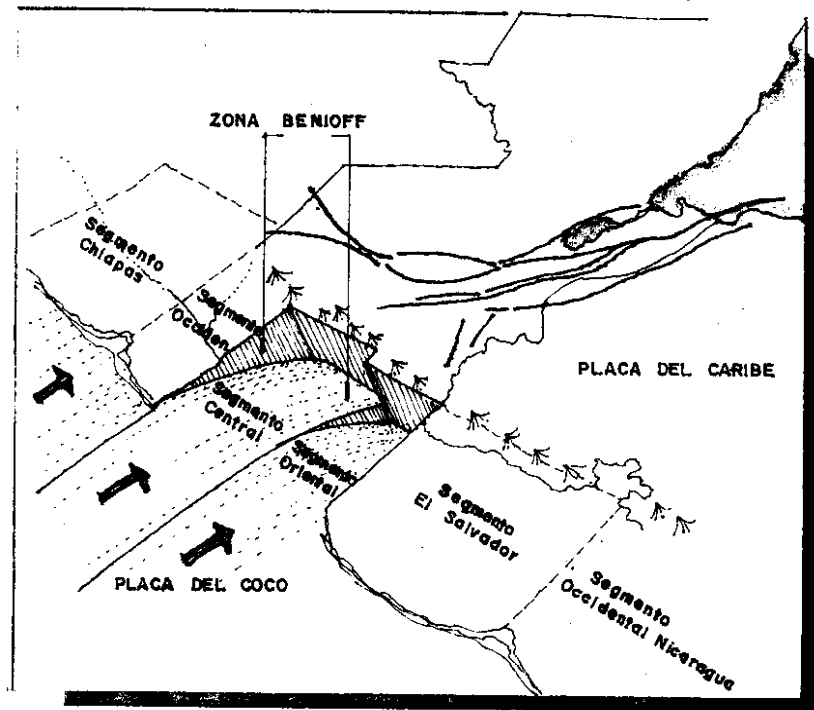


FIGURA N.º 2.
ESQUEMA SIMPLIFICADO DE ZONA DE SUBDUCCION
DE CENTROAMERICA.

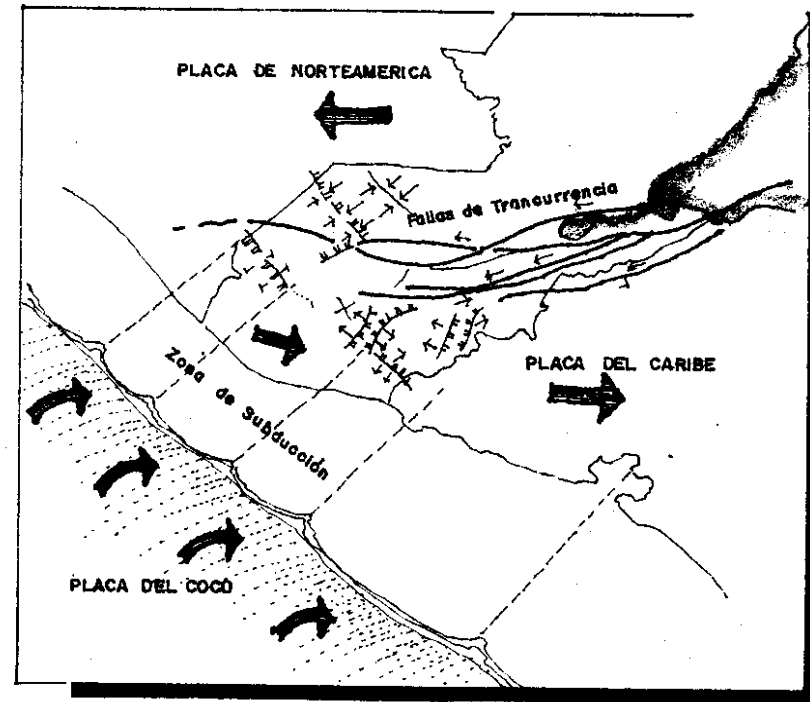


FIGURA N.º 3.
ESQUEMA DE ZONAS SISMOGENICAS EN GUATEMALA.

PROBLEMA DE LA UNIVERSIDAD DE GUATEMALA

ENFOQUE :

Las edificaciones y su clasificación debido a sus características estructurales:

El enfoque que se pretende dar, es determinar de forma general los principios sobre los cuales descansan las clasificaciones de edificios; primeramente desde una perspectiva estructural y luego cuales tipos de uso predominan en los edificios, para que estos adquieran determinado sistema estructural.

Es muy importante hacer notar que, debido a que el sistema estructural de nuestro interés se vé comprendido en estos, al mismo tiempo cumple determinada función arquitectónica, su uso y la índole misma del proyecto notará de manera específica las características que predominarán en los componentes configurativos arquitectónicos y estructurales de los futuros edificios.

De esta manera, la clasificación de las edificaciones considerando sus características estructurales parte de los siguientes principios:

El primero se refiere a que ninguna estructura por bien analizada y diseñada que esté (sísmicamente) puede resistir el temblor más intenso, ya que en términos cuantitativos no se puede definir una estructura que lo soporte al 100% (el sismo más intenso) ya que significaría un gasto económico alto y un estudio intenso desde las condiciones físicas del suelo hasta la optimización en su ejecución lo que tecnológicamente está fuera de nuestro alcance a nivel nacional.

El segundo posee aspecto importante que hay que recalcar, como la posibilidad del colapso de toda la estructura, condición que no es remota si se analizan los resultados de los anteriores terremotos en nuestro país. Otro aspecto importante, es que algunos edificios deben protegerse en mayor grado que otros.

Esta condición define el tipo de clasificación de las edificaciones, ya que determinan la capacidad de la estructura de absorber energía de manera decreciente.

Se debe enfatizar, que las edificaciones con gran aglomeración de personas, deben protegerse en mayor grado, a la vez limitando su desplazamiento horizontal, el que puede causar pánico a sus ocupantes y traer consecuencias fatales.

Estructuración Tipo A:

"Estructuras que posean, alineados en la dirección que se analiza, dos o más elementos resistentes a fuerza cortante horizontal y cuyas deformaciones, ante la acción de cargas laterales en dicha dirección, sean debidas esencialmente a flexión de los miembros estructurales. Se incluye en este tipo, las estructuras para edificios que posean marcos constituídos por vigas (o armaduras de losas planas), y columnas metálicas o de concreto reforzado, siendo cada marco capaz de resistir en todos los pisos, al menos el 50% de la fuerza cortante de diseño que le tocaría si trabajara aislado, sin requerir para ello la colaboración de muros ni contravientos diagonales. Los pisos y cubiertas de estas estructuras serán suficientemente rígidas y resistentes para distribuir las fuerzas laterales entre los diversos elementos de distinta flexibilidad". (18)

(18) IBID (pp. 35,36)

(21) Ventura Zamora, "Aspectos importantes a considerar en la elaboración de un Código de Diseño Antisísmico de Guatemala Tesis USAC 1977 (pp. 38, 40, 43)

ENFOQUE :

Estructuración Tipo B :

"Estructuras cuyas deformaciones, ante la acción de cargas laterales en la dirección que se analiza, sean debidas esencialmente a esfuerzo cortante o a fuerza axial en los miembros estructurales. Se consideran en este tipo, los edificios soportados únicamente por muros de carga y aquellos cuyos marcos son incapaces de resistir por sí mismos, en cada piso, el 50% de la fuerza cortante de diseño. Cada marco, de este grupo de construcción debe ser capaz de soportar el 25% de dicha fuerza cortante, por lo menos ". (18)(21)

Estructuración Tipo C :

"Todas aquellas estructuras que se hallen soportadas por una sola columna o una hilera de columnas orientadas perpendicularmente a la dirección que se analiza o cuyas columnas no estén ligadas en la cubierta y en los pisos por elementos de suficiente rigidez y resistencia, para distribuir las fuerzas horizontales entre las columnas de diversa flexibilidad. Por ejemplo: tanques elevados, chimeneas, etc..." (18) (21)

En ocasiones las estructuras del tipo A, se caracterizan por un alto grado de hiperestaticidad y están diseñadas de tal manera, que su fluencia en flexión ocurra a cargas tales que impide la posibilidad de falla de adherencia, cortante, torsión o carga axial, es decir fallas de tipo frágil. Tienen entonces, dentro de amplios límites, relativamente poca importancia el coeficiente sísmico para el que se diseñen estructuralmente.

Se ha observado y confirmado analíticamente, que las estructuras porticadas, cuyos miembros estructurales trabajen primordialmente a flexión, son capaces de absorber energías muy superiores antes de fallar, que aquellas cuya resistencia ante cargas laterales aprovecha la acción de muros sujetos a esfuerzo cortante o contravientos diagonales sujetos a carga casi axial. A su vez estas superan a las estructuras soportadas por una sola hilera de columnas o elementos análogos.

En cambio, tratándose del tipo B, si las deformaciones sobrepasan los correspondientes a la capacidad de la estructura, esta queda prácticamente indefensa, de manera que está expuesta a sufrir colapso si su resistencia es insuficiente.

En las de tipo C, el amortiguamiento suele ser relativamente pequeño y las condiciones en que queda de sobrepasarse su resistencia, son todavía más desfavorables que las del tipo B. Además las deformaciones estructurales son tales, en el Tipo C, que generalmente llevan a una disminución en la capacidad para absorber energía aún en el rango plástico.

La experiencia habida en la aplicación de las normas de emergencia indicó, que el doble análisis de estabilidad, con o sin muros de mampostería, si bien deseable, era demasiado exigente. El requerimiento de que los marcos solos de las estructuras

(18) Arce V. Alfredo "CONSIDERACIONES SOBRE ESTRUCTURACION Y DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE" Tesis Usac, Guate 1983(pp. 6 , 8)
(21) IBID (43,44)

ENFOQUE :

del tipo A sean capaces de por sí, de resistir al menos el 50% de su propia carga lateral, se adoptó como una exigencia efectiva." (13)

El mismo comentario vale respecto al 25% que se pide para las estructuras del tipo B.

Está implícito que, una estructura puede pertenecer a uno de los tipos en una dirección y a otro distinto en dirección perpendicular a la primera". (18)

Selección de la estructura por uso de la edificación:

En la selección del tipo de estructura que se utilizará en el proyecto arquitectónico, influyen muchas variables, entre las que se deben considerar: uso de la edificación, tamaño horizontal, altura, escala, proporción, simetría, materiales, etc.

Primeramente, se tratará la variable de uso que debe tener el edificio, ya que tiene un efecto considerable en la selección del tipo de estructura que vaya a poseer; las otras variables mencionadas, se tratarán más adelante considerándolas como variables de criterio de diseño arquitectónico.

"La comprensión y visualización del comportamiento de la estructura sometida a diferentes cargas es uno de los criterios más importantes para la elección del sistema estructural; siendo secundario el método de análisis o diseño a emplear". (18)

Los usos que tenga el edificio se pueden dividir en categorías las cuales específicamente afectan al sistema estructural, estas son:

1. Edificios Residenciales: apartamentos u hoteles.
2. Edificios Escolares
3. Edificios de Hospitales o Centros de Salud.
4. Edificios Comerciales o de Oficinas.
5. Edificios de ocupancia mixta: comerciales/residenciales
6. Edificios Industriales y garages.

(13) Vergum, Ambrose, "Diseño simplificado de edificios para cargas de viento y sismo" Editorial Limusa, Primera Edición México 1986 (pp.27,29)

(18) IBID (pp. 37,39)

ENFOQUE :

1. Edificios Residenciales:

Los edificios residenciales poseen características que, a menudo permanecen sin cambios a lo largo de su vida útil; entre estas se pueden mencionar: las divisiones de ambientes permanentes permiten modular el sistema estructural y sus elementos, de manera que no obstruya la función interna arquitectónica.

Por lo general, el sistema de cubierta que ha tenido mayor adaptación, es el de losas planas. Este sistema permite tener cielos lisos; debido a que las dimensiones de los ambientes son relativamente moderadas, permite también, generar soleras o vigas de peralte pequeño. Se ha comprobado que este sistema es una solución económica, cuando se consigue generar la losa del menor espesor, posible, ya que el peso de esta, afecta directamente la carga en las columnas o muros, y en la cimentación.

Se ha analizado, que cuando el sistema de losas planas se le colocan vigas perimetrales, estas absorben parte de la carga lateral en la franja columna de la losa debido a determinada rigidez flexionante. Para estos casos, se aconseja utilizar muros de corte para que absorban las cargas laterales, para que el sistema de losas planas actúe básicamente bajo efectos de cargas verticales.

2. Edificios Escolares:

Este tipo de edificios, generalmente poseen divisiones permanentes, a lo largo de su vida útil, esto permite localizar columnas y muros de corte de forma que modulen de acuerdo al diseño arquitectónico.

Sus dimensiones son moderadas, por lo que, las losas planas permiten una solución bastante bien adaptada; cuando se generan salones de usos múltiples o auditorios, las losas nervuradas pueden permitir solucionar la cubierta del ambiente.

Es importante, mencionar que este tipo de edificios debe dársele especial tratamiento estructural, ya que en él permanecen gran número de personas que deberán ser protegidas al ocurrir una eventualidad sísmica; los muros de corte permiten este grado de seguridad al evitar los grandes desplazamientos y vibraciones del edificio.

3. Edificios Hospitales:

Este tipo de edificios, como los anteriores, deberán protegerse, ya que bajo circunstancias de emergencia deberán permanecer, si es posible sin el menor daño posible.

Los edificios de Hospitales generan ambientes de luces moderadas, en salas, clínicas, encamamiento y áreas de servicio, por lo que las losas planas permiten dar una buena solución para el cerramiento horizontal. En lo que respecta al sistema estructural, deberá pensarse dependiendo de la magnitud del edificio; se recomienda que si se establece el uso de muros de corte a la vez se piense en marcos resistentes a momento; y se logre generar un sistema mixto de muros-marcos. Se aprovecha,

ENFOQUE :

la capacidad de absorber energía de los marcos y se complementa con, la disminución de desplazamientos, a través de los muros de corte.

4. Edificios para Oficinas:

Generalmente este tipo de edificios no se considera a divisiones permanentes, ya que en la mayoría de casos se requiere de áreas amplias, que tengan posibilidad de distribución de ambientes de forma flexible; de manera que solucione las necesidades de espacio del usuario, así como de instalaciones eléctricas, telefónicas, de aire acondicionado y otras, las que deben diseñar considerando aspectos muy amplios.

En estos edificios, no se requiere de forma prioritaria que los sistemas de entre-pisos y cubiertas, tengan superficies lisas; por el contrario algunos sistemas como losas nervuradas, en uno o dos sentidos, resultan eficientes por el área que logran cubrir y su forma, permite distribuir las instalaciones de forma modular; lo que es necesario en la mayoría de casos, es de cielo falso que cubra las instalaciones y dé una apariencia más agradable.

5. Edificios de Ocupancia Mixta:

El diseño arquitectónico de estos edificios requiere un tratamiento especial, primeramente se deben jerarquizar el uso de cada nivel; en muchos casos estos coinciden de la siguiente forma; niveles subterráneos para parqueos; niveles inferiores para comercio u oficinas y los niveles superiores para apartamentos. Cuando se presente la necesidad de generar ambientes para auditorios, salones de baile o convenciones, se recomienda que, ya que, estos requieren de dimensiones amplias sin elementos estructurales que obstruyan su uso; se coloquen en los niveles superiores del edificio o bien se contemple un edificio adicional para estos. Debe evitarse dejar esta clase de ambientes en los niveles inferiores de edificios de múltiples pisos.

6. Edificios Industriales y Garages:

Existen dos características de este tipo de edificios, que influyen de manera determinante en su configuración y en su comportamiento. La primera se refiere a las dimensiones de los ambientes, que muchas veces se requieren, muy amplias; la segunda es que, las cargas que deben soportar los entre-pisos, generalmente son muy elevadas; ya sea en forma de bodegas; talleres de maquinaria o parqueos; por lo que se recomienda que cada nivel se utilice de la manera siguiente, si es posible: el primer piso que contenga los elementos más pesados; los niveles medios que contengan los elementos medianos o semi-pesados y los niveles superiores contengan los elementos menos pesados o livianos. De esta forma, se trata de evitar aumentar las fuerzas de inercia que pudieran generar cada piso, ya que se trata de mantener el mayor peso lo más cercano al suelo.

CAPITULO

I

CAPITULO I :

Introducción:

Considerando la clasificación general, antes mencionada la importancia de sistemas estructurales de muros de corte y marcos muros de corte, se debe a un sin número de aspectos, entre los que se pueden mencionar:

El comportamiento de este tipo de sistemas se adapta a las condiciones en zonas alta sismicidad, como Guatemala. El conocimiento que tenga el Arquitecto, de dichos sistemas, le permitirá utilizarlos racionalmente, principalmente en la definición de elementos arquitectónicos como lo son los muros, los que en muchos casos determinan el comportamiento del edificio y forma parte de su esqueleto estructural.

Las edificaciones residenciales, tipo B, generalmente se pueden proyectar para construcciones de alcance social, ya que el incremento en el número de pisos por edificio, permite planificar infraestructura e instalaciones concentradas; condiciones que disminuyen el costo, en comparación con proyectos habitacionales de viviendas unifamiliares.

Específicamente estos edificios poseen divisiones permanentes y claros cortos que permiten adaptarlos a sistemas de muros de corte o de marcos-muros de corte; que le dan estabilidad lateral y disminuyen los desplazamientos horizontales, rigidizando la estructura.

Para edificios de oficinas y de uso mixto, se pueden considerar luces moderadas, pero las divisiones interiores generalmente las generan tabiques. Debido a esto, los sistemas estructurales que se pueden adaptar son marcos resistentes a momento o marcos-muros de corte; en cualquiera de los casos debe tener especial cuidado en la localización de los muros de corte, pues tienen gran importancia en el comportamiento del edificio bajo efectos sísmicos, como se verá más adelante.

A continuación se describen, los tipos estructurales de muros de corte y de marcos-muros de corte y cuales son las reacciones básicas de los edificios constituidos por estos al estar sometidos bajo efectos sísmicos.

De forma general, se mencionan las características más importantes que influyen dentro del comportamiento dinámico del edificio, definiendo las reacciones físicas básicas en respuesta a las vibraciones que causan, los efectos de sismicidad.

CAPITULO I :

I.1 Conceptos y Definiciones :

Unidad sólida de mampostería :

"Es la unidad de mampostería cuya área neta de la sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de apoyo, es el 75% o más del área bruta de la sección transversal en el mismo plano.

Mampostería :

Construcción por combinación de unidades de mampostería colocadas a base de mortero.

Muro :

Se define como un miembro estructural vertical cuya dimensión horizontal exceda 3 veces su espesor, y se llamará columna cuando su largo sea menor de 3 veces su espesor.

Muro de carga :

Es un muro que soporta alguna carga vertical, además de su propio peso.

Muro de Corte :

Es un muro que resiste las fuerzas horizontales aplicadas al plano del muro.

División o Tabique :

Es un muro de no más de 3.00 metros de alto, que no soporta más carga vertical que su propio peso.

Relación de Esbeltez :

Es la relación entre la altura efectiva y el espesor efectivo de un miembro". (19) (20)

(19) Richardson E. Roberto "Análisis y Diseño de Mampostería Reforzada". Tesis USAC 1978. (pp. 21)

(20) Rosales A., Ernesto. "CONSIDERACIONES EN EL ANALISIS Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA", Tesis Usac. julio 1975(pp. 7 - 8)

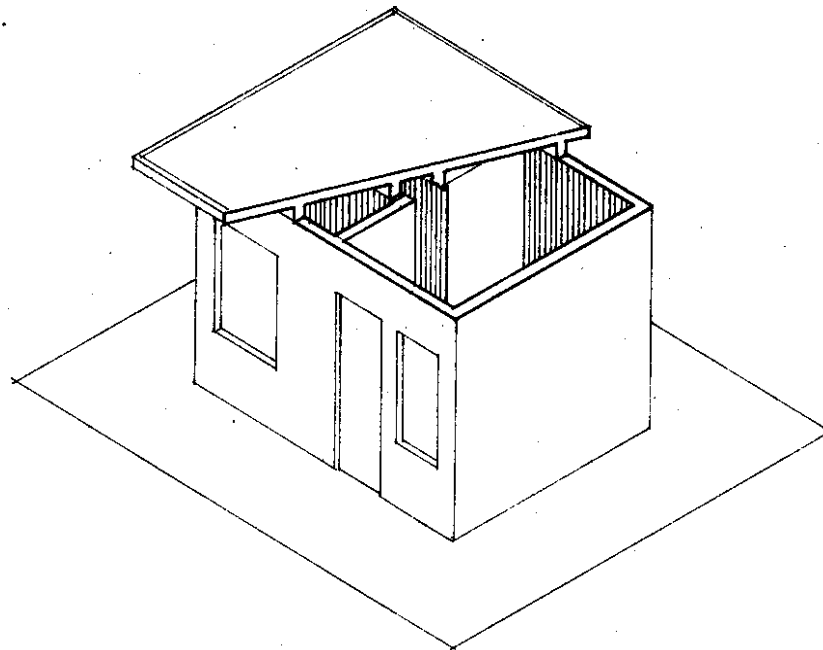
CAPITULO I :

1.2 Sistema de muros de carga:

Este sistema estructural está generado por muros, que funcionan como diafragmas verticales y que al combinarse con el piso y el techo conforman una estructura tipo cajón. Para este sistema, las cargas verticales y laterales generan esfuerzos primarios de compresión y corte. Es imprescindible que el diafragma de entrepiso o techo sea rígido, funcionando como miembro horizontal a flexión y siendo capaz de transmitir los esfuerzos de corte a los muros; pero esencialmente los muros funcionan como miembros verticales sometidos a esfuerzos de compresión, que a la vez transmiten las fuerzas a los cimientos.

Debe tenerse presente que, en determinadas condiciones, puede transmitirse flexión a los muros de carga, principalmente en las conexiones muro-techo ó la distribución de carga asimétrica de la losa, debido a que carga el muro de solo un lado. Debe recordarse que: "un muro se define como un miembro vertical cuya dimensión horizontal exceda 3 veces su espesor, por lo tanto se distingue de una columna en que el muro tenderá a experimentar ladeo respecto al eje perpendicular, a su espesor." (20). Debido a esta condición se recomienda tener cuidado con los momentos de volteo, que se puedan generar en el eje perpendicular al espesor del muro y su relación de esbeltez.

FIGURA No. 1.1
SISTEMA DE MUROS DE CARGA.



CAPITULO I :

1.3. Sistema de muros de corte:

En este sistema estructural los muros de corte, funcionan como diafragmas rígidos verticales que reciben fuerzas laterales de los diafragmas de pisos para transmitir las a la cimentación. En estos casos, también se recomienda, anular los momentos de volteo para evitar flexo-compresión excesiva en los extremos laterales del muro y su parte inferior.

Dentro del comportamiento de los muros de corte, se ha podido establecer que: los muros bajos, se ven afectados principalmente por esfuerzos de corte; al contrario los muros altos (esbeltos), se ven afectados por esfuerzo de flexo-compresión (Figura No. 1.2)

Para lograr comprender mejor, como es el comportamiento de muros de corte, se ha hecho una similitud entre estos y una viga en voladizo. El edificio que se muestra en la Figura 1.3, posee muros de corte en los extremos y diafragmas de pisos, que los unen. Al presentarse, movimientos sísmicos, el suelo mueve al edificio y crea fuerzas de inercia que tienen que soportar los muros y transmitir las fuerzas eficientemente a la cimentación. Si logramos imaginar, que el edificio se voltea hasta quedar horizontalmente; el resultado sería que los muros actuarían como vigas en voladizo y que los diafragmas de piso, se convertirían en vigas que les transmiten cargas, sin embargo a diferencia de una voladizo normal que soporta fuerzas de gravedad, el muro de corte debe resistir fuerzas dinámicas que están invirtiendo su dirección, mientras continúe el movimiento fuerte.!(5)

FIGURA No. 1.2.
COMPORTAMIENTO BASICO DE MUROS DE CORTE.

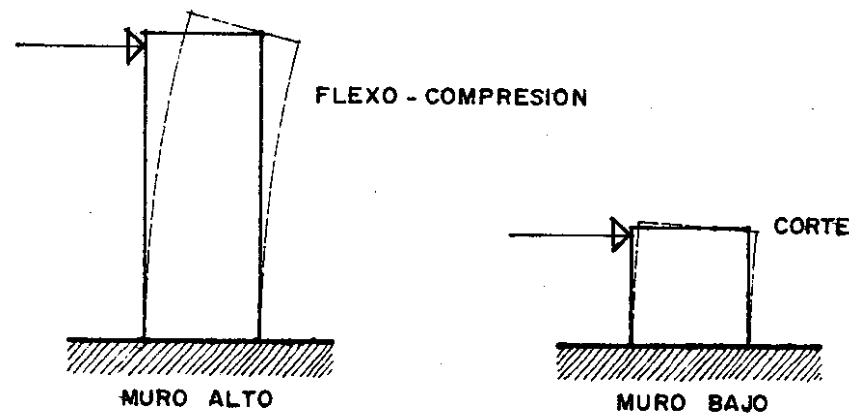
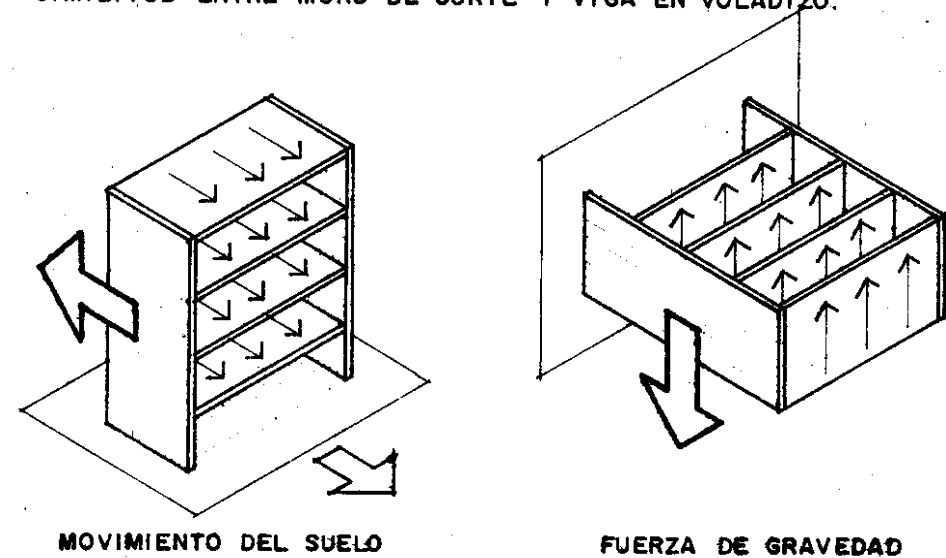


FIGURA No. 1.3.
SIMILITUD ENTRE MURO DE CORTE Y VIGA EN VOLADIZO.



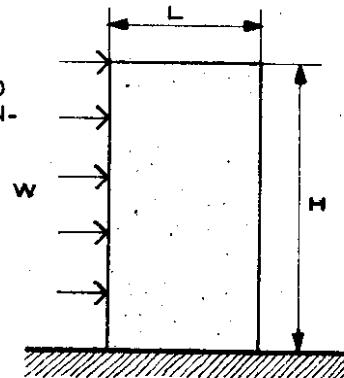
(5) IBID(pp. 53, 53)

CAPITULO I :

Los muros de corte se consideran diafragmas rígidos, cuando se trabaja con ellos, las fuerzas horizontales se distribuyen a los elementos verticales, en proporción a sus rigideces relativas; esta depende de las deformaciones del muro, ya sean por corte o por flexión. En la deformación de los muros tiene mucha incidencia la proporción de éstos; ya que un muro esbelto (con proporción alto/ancho ≥ 2) presenta deformación por flexión de 0.80 ó mayores; mientras que un muro bajo (con proporción alto/ancho ≤ 1) presenta deformación por corte de 0.50 o mayores. Para poder determinar las rigideces relativas de los muros deberá considerarse su deformación por corte ó por flexión; dependiendo de la proporción del muro.

De esta manera, "la rigidez del muro vendrá dada por la siguiente ecuación: $Rigidez = \frac{1}{\delta}$ " (20)

FIGURA No. 1.4 :
DEFORMACIONES RELATIVAS POR
CORTE Y FLEXION PARA UN MURO
EN VOLADIZO DE SECCION RECTAN-
GULAR, UNIFORMEMENTE CARGADO.



PROPORCION DEL MURO (H/L)	DEFOR. RELATIVA FLEXION (Δ_m/Δ)	DEFOR. RELATIVA CORTE (Δ_v/Δ)
1	0.50	0.50
2	0.80	0.20
3	0.90	0.10
4	0.94	0.06
5	0.96	0.04

1.4. Formas Especiales de muros de corte:

En muchos casos, se presenta la dificultad de, lograr disponer de la ubicación ideal de los muros de corte, así como en sus dimensiones recomendadas; para contrarrestar los desplazamientos laterales permisibles. De esta forma es que, generalmente se localizan muros de corte, pero sus proporciones lo hacen muy esbelto, bajo estas circunstancias la rigidez relativa del muro, se determinará según sus deformaciones por flexión, por lo que es recomendable aumentar el momento de inercia, incrementando la rigidez y resistencia a flexión.

Uno de los métodos para incrementar la rigidez del muro es intersectar dos ó tres muros, para formar secciones integradas, que actúen como una unidad; (figura No. 1.6) el otro método consiste en acoplar muros de corte colineales, como se verá más adelante.

CAPITULO I :

Se ha comprobado, a través de análisis que, los perfiles que forman dos ó tres muros intersectados deben poseer determinada dimensión, ya que si exceden, tales dimensiones; los muros que conforman las alas, ya no interactúan con el alma del perfil (muro principal), este efecto se muestra en la Figura No. 1.6.

Para determinar las dimensiones se deberán tener, los muros de corte intersectados, se recomienda que: "para formar secciones T ó I simétricas, el ancho efectivo del ala no debe exceder de $1/6$ de la altura total del muro sobre la sección analizada y el ancho libre a ambos lados del muro de corte no deberá exceder 6 veces el espesor del muro intersectado. Para formar secciones L ó C, el ancho efectivo del ala, a rostro del muro no deberá exceder $1/16$ de la altura total del muro sobre la sección analizada, ni 6 veces el espesor real del muro intersectado", (20) como se muestra en la Figura No. 1.7

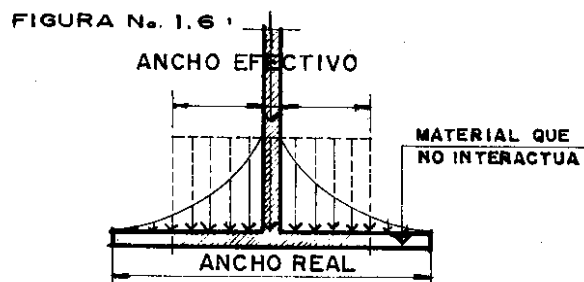
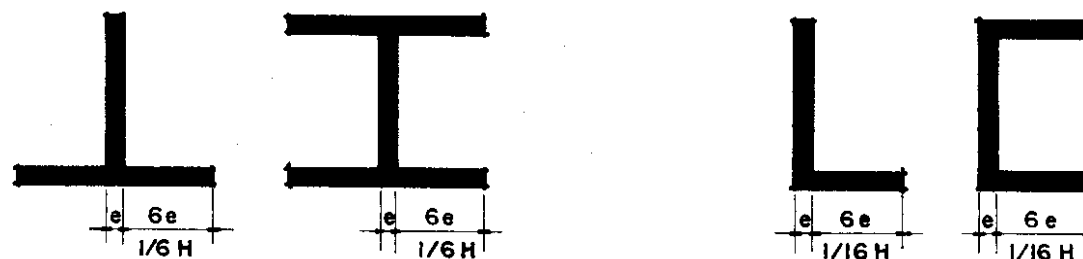


FIGURA No. 1.7
SECCIONES T, I, L, C, DE MUROS DE CORTE.



1.5 Sistema de Interrelación de muro y marco:

La finalidad de la utilización de muros de corte, es proporcionarle estabilidad contra las cargas laterales, así como disminuir las deformaciones, del edificio. De forma general, se puede decir que, debido a las proporciones que presentan la mayoría de muros, su diseño se vé regido por la tensión y excesiva compresión desarrollada por la flexión.

Para establecer la forma de interacción entre dos muros acoplados, debe tomarse en cuenta la rigidez de los miembros horizontales que los acoplan. Si los miembros, que acoplan a los muros, son de rigidez infinita, los muros actuarán como uno sólo flexionándose sobre el eje neutro. (Figura No. 1.8). Si los miembros que acoplan a los muros, son infinitamente flexibles, cada uno de los muros actuará independientemente, y se flexionarán cada uno, sobre su eje neutro. (Figura No. 1.9)

En la práctica no ocurre ninguno de estos límites teóricos, sin embargo, al compararse las dos alternativas se determina la ventaja del acoplamiento de muros, con miembros rígidos.

(20) IBID (pp. 90, 91)

CAPITULO I :

FIGURA N.º 1.8 :

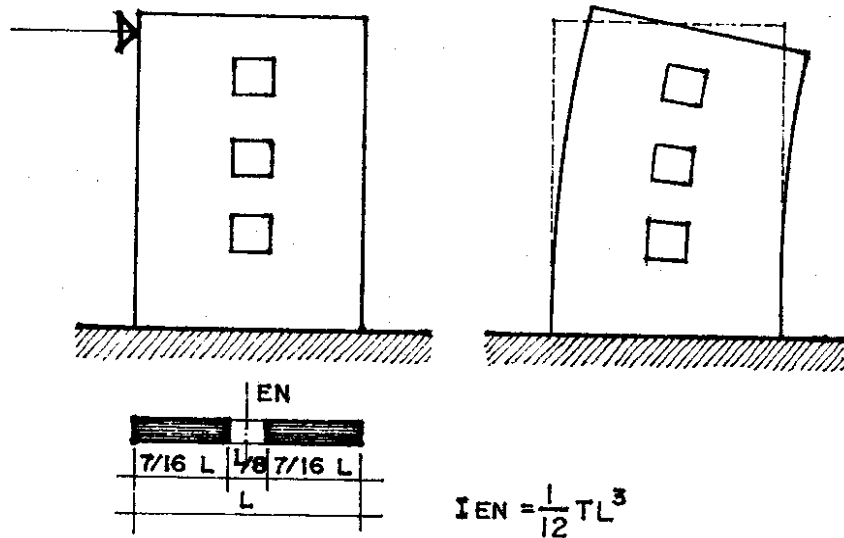
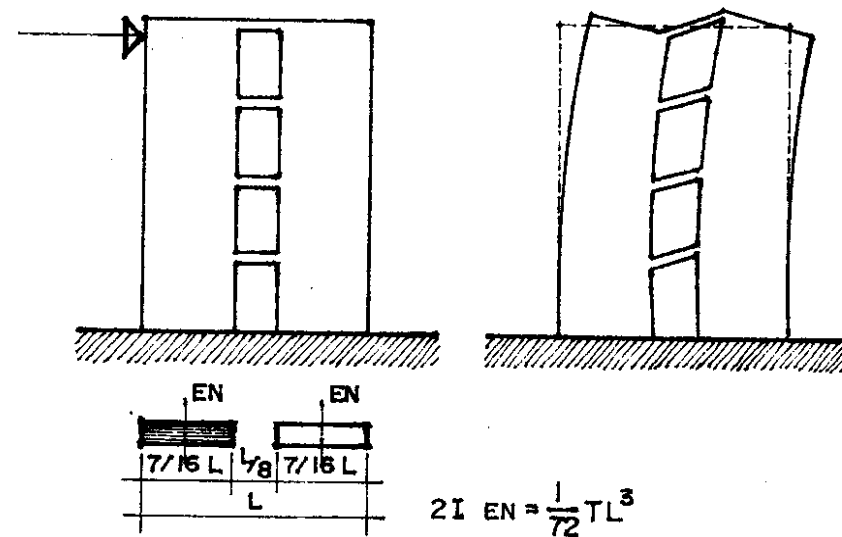


FIGURA N.º 1.9 :



"Consecuentemente para muros de corte de iguales proporciones como los mostrados en las Figuras 1.8 y 1.9, la rigidez - del sistema o su resistencia a flexión, se incrementa en un factor de:

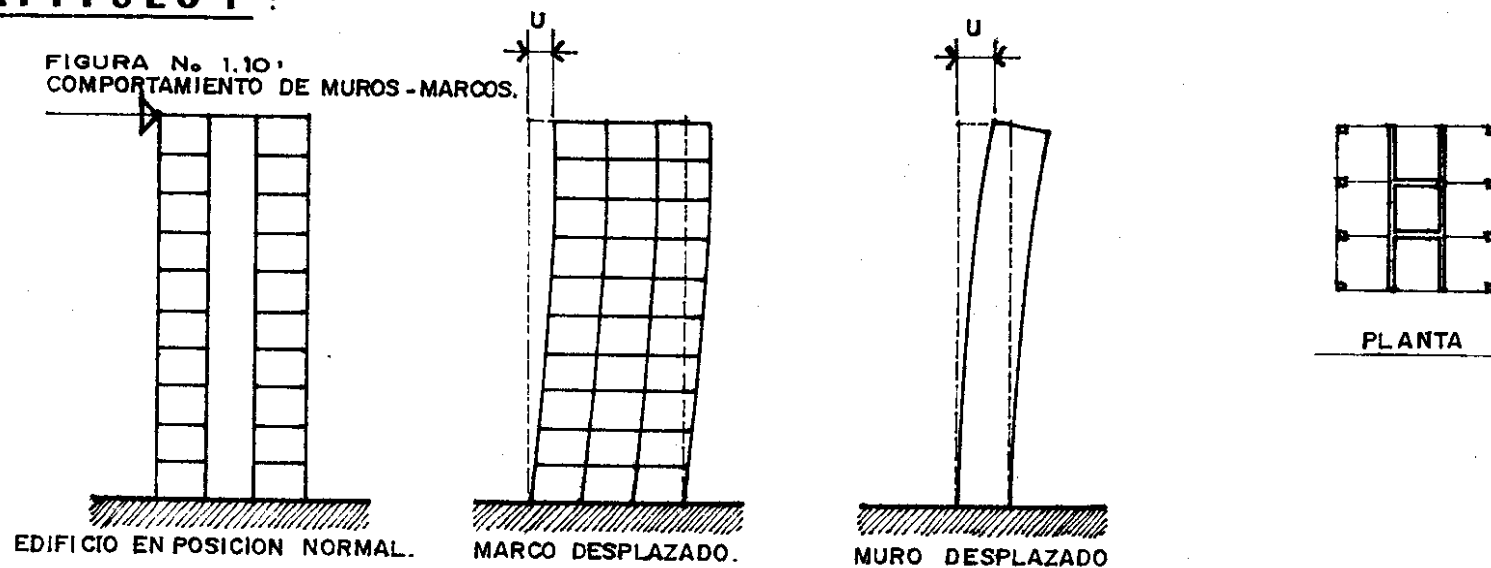
$6(1/12 tl^3) / (1/72 tl^3)$ cuando los muros conectan con miembros infinitamente rígidos". (20)

En la medida que las proporciones, de los muros de corte crecen, haciéndose más esbeltos, resulta más complejo poder determinar su comportamiento, cuando se interrelacionan con marcos y los esfuerzos resultantes en los diferentes miembros.

El incremento de esbeltez de un muro de corte, reduce su eficiencia, debido a su proporción altura/ancho, y la complejidad del comportamiento. El muro de corte, sumamente esbelto, actúa como una viga, en voladizo afectada por flexión, empujada en la base; y el marco continuo se comporta como una viga a cortante, los dos sistemas están sujetos a fuerzas laterales.

(20) IBID (pp. 90, 91)

CAPITULO I :



La Figura No. 1.10, nos muestra la comparación, en el comportamiento de un sistema estructural de marcos contínuos y un muro de corte. Si se logra establecer deformaciones iguales (U), para las estructuras en la parte superior; se ha comprobado que cerca de la base del muro, trabajando a flexión las pendientes son mucho menores que, las desarrolladas en el marco, que trabaja como viga cortante; por el contrario en la parte superior de ambas estructuras, ocurre lo contrario. Si comparamos, las proporciones de las estructuras se puede establecer que, la relación altura/ancho más grande, la posee el muro, la que determina que las deformaciones que predominen sean por flexión.

Se puede decir de manera concluyente que, en un sistema estructural de marcos contínuos-muros de corte; si este último es sumamente esbelto, absorberá en los niveles inferiores, un porcentaje significativo de corte y por el contrario, en los niveles superiores el muro tenderá a recostarse sobre el marco, sin ayudarlo a resistir al cortante, en estos niveles.

Esta inter-acción conlleva a dos problemas significativos, uno se localiza en los puntos donde las vigas del marco se une al muro, ya que pueden ocurrir grandes rotaciones dando lugar a deformaciones locales excesivas y demanda de ductilidad. El otro ocurre por los desplazamientos considerables que se asocian con la flexibilidad de la cimentación en la base del muro. Se ha estudiado que adoptando, secciones transversales como las mencionadas en formas especiales de muros, se aumenta significativamente la eficiencia muros de corte esbeltos, ya que se les incrementa la rigidez flexional.

La utilización de muros, de corte en sistemas de marcos contínuos, reduce las deformaciones en cada nivel, por lo menos de $1/3$ a $1/4$ de la que tendría solo el marco. También se reducen los esfuerzos de flexión en las columnas por lo que disminuye el refuerzo de estas, disminuyendo el costo.

CAPITULO I :

Características y elementos generales de sistemas estructurales:

Es conveniente que el diseñador arquitectónico adquiera conocimiento de como trabajan los sistemas resistentes a fuerzas laterales en respuesta a las fuerzas generadas por el sismo; en el plano vertical existen tres clases de componentes: muros resistentes al corte (de los que hablamos con anterioridad), marcos contraventeados y marcos resistentes a momento (denominado a veces "marcos rígidos"). En el plano horizontal se usan diafragmas, con frecuencia por los pisos y techo del edificio o bien, armaduras horizontales.

"Vale la pena desarrollar la sensibilidad, con respecto a las fuerzas estructurales, en el Arquitecto, ya que una vez adquirida puede servirle como una guía casi automática, durante el proceso de diseño". (5)

Estructurada la configuración del edificio, se determinarán características especiales, dentro de su sistema estructural, pero existen características generales de elementos que debemos conocer para comprender el comportamiento del edificio, las que describimos en los temas siguientes. A la vez, se mencionará como son los efectos y reacciones generales del edificio, debido a los efectos de sismicidad, particularmente se enfatizará ejemplos de objetos con sistemas de muros de corte dentro de su configuración.

1.6 Diafragmas:

Generalmente los elementos horizontales como pisos y techos, se identifican con el término de "diafragma". Estos elementos, actúan transfiriendo fuerzas laterales a elementos resistentes verticales como: muros de corte y/o marcos. El comportamiento de un diafragma se compara con una viga horizontal y específicamente como el alma, de una viga de acero, y sus bordes actúan como los patines. (Figura No.1.11)

Frecuentemente, los diafragmas (pisos y techos) son penetrados por núcleos de servicio como: escaleras, ductos, cubos de elevador, tragaluces y otros elementos arquitectónicos; el tamaño y localización de estas aberturas afectan la efectividad de los diafragmas. La razón de esto, se comprende mejor al visualizar al diafragma como una viga; por ejemplo: si existen aberturas en el patín a tensión de una viga, esta debilitaría su capacidad para soportar carga. (Figura No.1.12)

Estando la viga afectada por un sistema de carga vertical, la abertura en el patín de la viga, se podía localizar en un área a tensión o en una a compresión; pero si el sistema, que afecta a la viga, es de cargas laterales la abertura del patín quedaría en una área a tensión o compresión, ya que las cargas alternan la dirección.

"Cuando un diafragma forma parte de un sistema resistente, puede actuar ya sea de manera flexible o rígida. La manera en que actúe un diafragma depende en parte de su tamaño (el área entre los elementos resistentes de confinamiento o entre vigas rigidizantes), y también en función su material". (5) (Figura 1.13)

Se recomienda que se analicen las características dinámicas de sistemas estructurales en especial para definir estructuras resistentes a sismos que exigen el uso de diafragmas rígidos; si no es posible el uso de estos, se tendrá que hacer un análisis especial de la estructura en sus apoyos y otras características que afecten su comportamiento dinámico

(5) IBID (pp. 50, 51)

CAPITULO I :

FIGURA No. 1.11 :
EL DIAFRAGMA ; UNA VIGA HORIZONTAL.

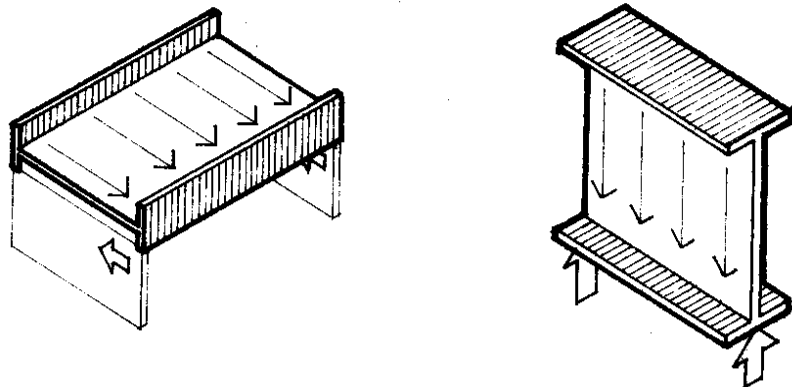


FIGURA No. 1.12 :
ABERTURAS EN EL DIAFRAGMA.

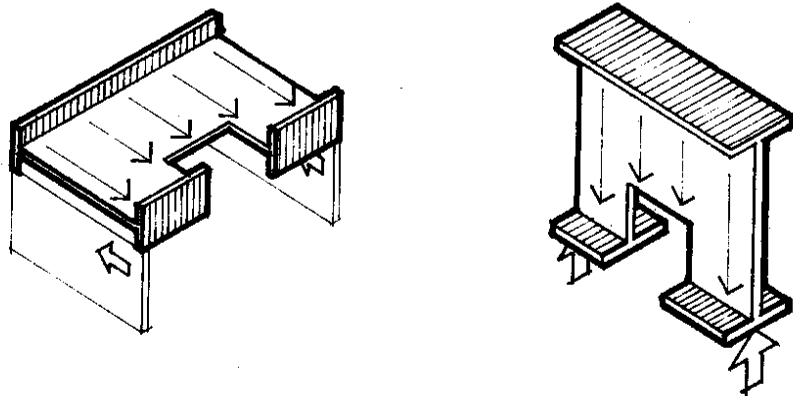
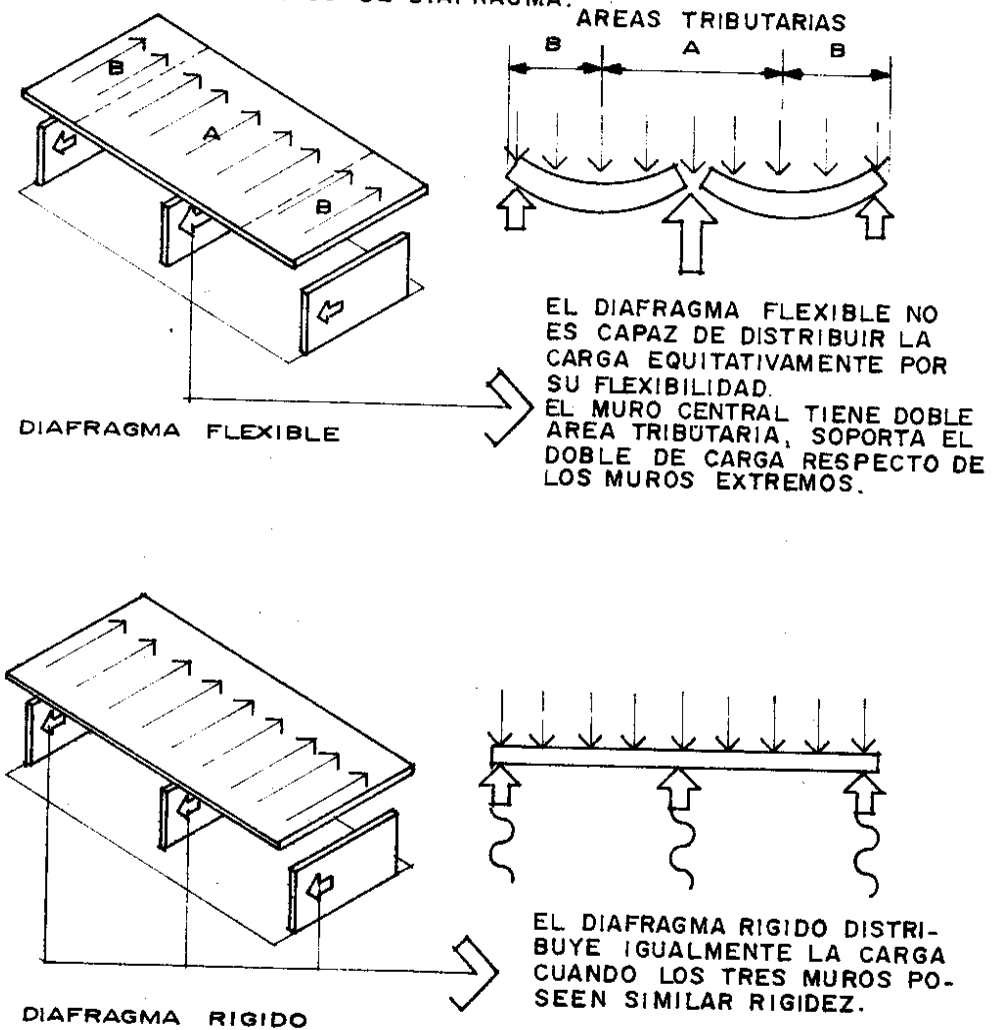


FIGURA No. 1.13 : TIPOS DE DIAFRAGMA.



CAPITULO I :

1.7 Los Colectores:

"Los colectores o montantes de compresión, son miembros de confinamiento de los diafragmas que "colectan o conducen" las fuerzas cortantes del diafragma provenientes de áreas sin soporte lateral hacia los elementos resistentes verticales.

Quando el diafragma tiende a moverse hacia el norte (o al sur), los muros 1, 2 y 3, se oponen debido a la transferencia del cortante del diafragma a la parte superior del muro (Figura 1.14).

Las fuerzas representadas por flechas gruesas, que serán contrarrestadas por una reacción del muro 2, no se pueden transferir directamente al muro, y por tanto, un colector (que puede ser una viga para cargas verticales) debe conducir estas fuerzas al muro 2. El diafragma, en ambos lados del colector descarga simultáneamente fuerzas cortantes, y por ello son aditivas. En el caso del ejemplo, el colector estaría a tensión, ya través de su anclaje jala al muro 2. En el caso en que el diafragma tiende a moverse hacia el sur (movimiento del suelo hacia el norte), el colector estaría a compresión y empujaría al muro 2. La misma situación se presenta sobre el otro eje, por tanto se debe usar un colector este-oeste (Figura 1.15)". (5)

FIGURA N.º 1.14 :
LOS COLECTORES.

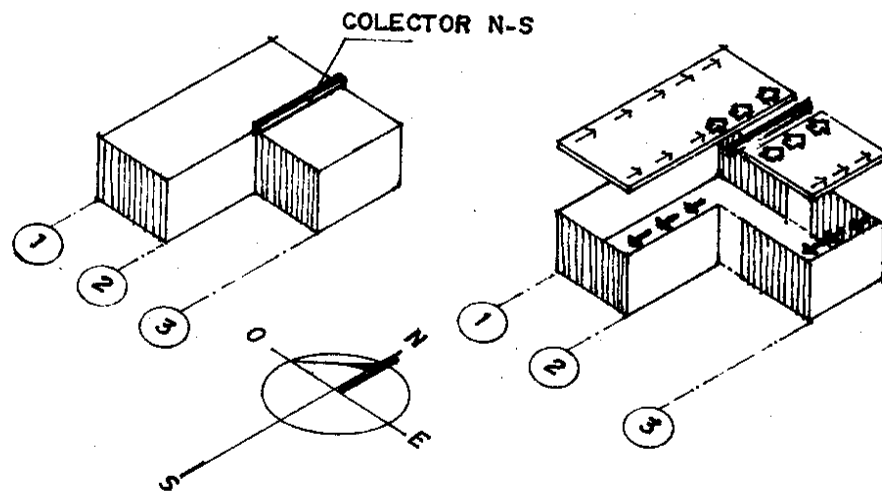


FIGURA N.º 1.15 :
SISTEMA DE COLECTORES.

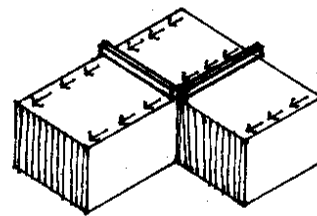
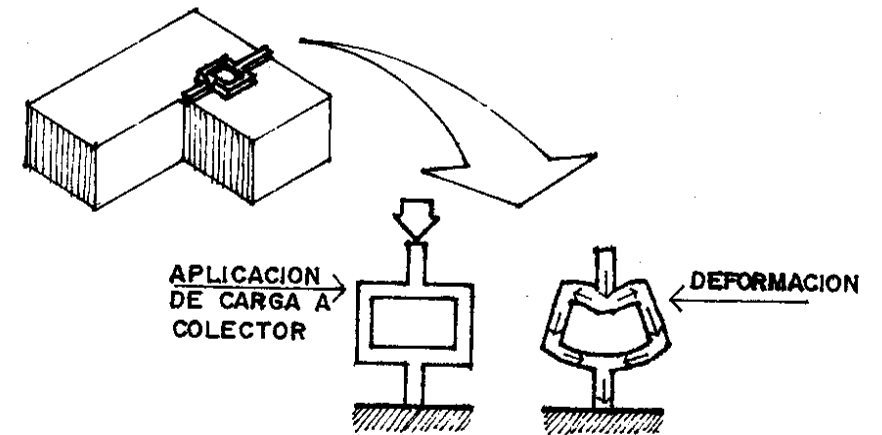


FIGURA N.º 1.16 :
ABERTURAS EN COLECTORES.



(5) IBID (pp. 51 - 52)

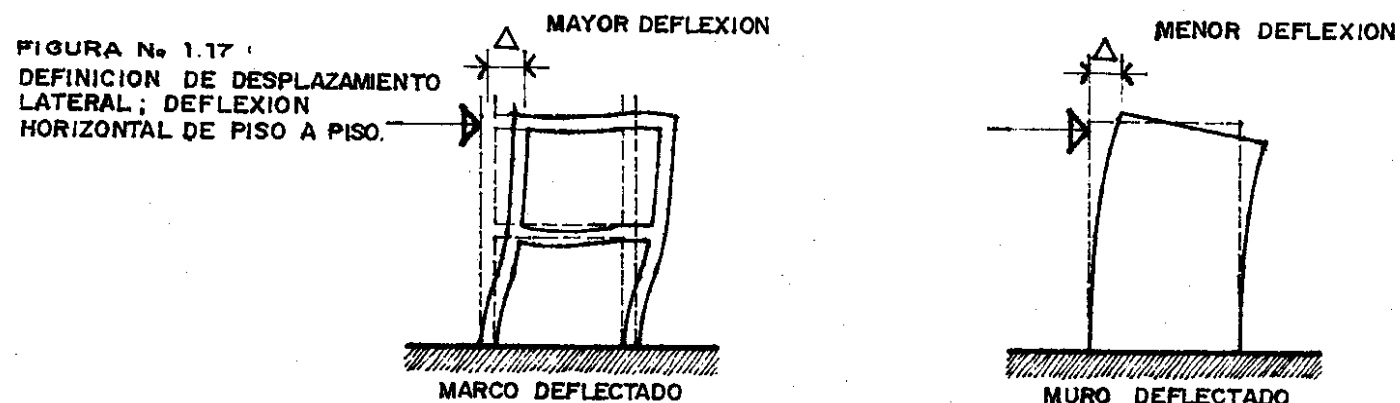
CAPITULO I :

1.8 Resistencia y Rigidez:

Dentro de las características más importantes de cualquier estructura, están la resistencia y la rigidez.

La resistencia y la rigidez, van ligadas de forma importante, ya que, por ejemplo: cuando se trata de establecer el dimensionamiento de vigas de piso, el aspecto más influyente en su determinación es la deflexión, medida que establece su rigidez, dejando como aspecto secundario a la resistencia. Cuando las condiciones, se analizan con fuerzas laterales, las limitaciones del desplazamiento y la deflexión horizontal de piso a piso, determinan los requisitos para dimensionar los miembros, de forma más exigente, que los relacionados con la resistencia.

Un problema relacionada con la rigidez o deflexión horizontal, es que debe prevenir que la estructura, exceda desplazamientos de determinado alineamiento; ya que la deflexión horizontal excesiva hace que las cargas se apliquen de forma excéntrica sobre los miembros resistentes verticales (columnas o muros), generando el efecto $P - \Delta$. (Figura No. 1.17)



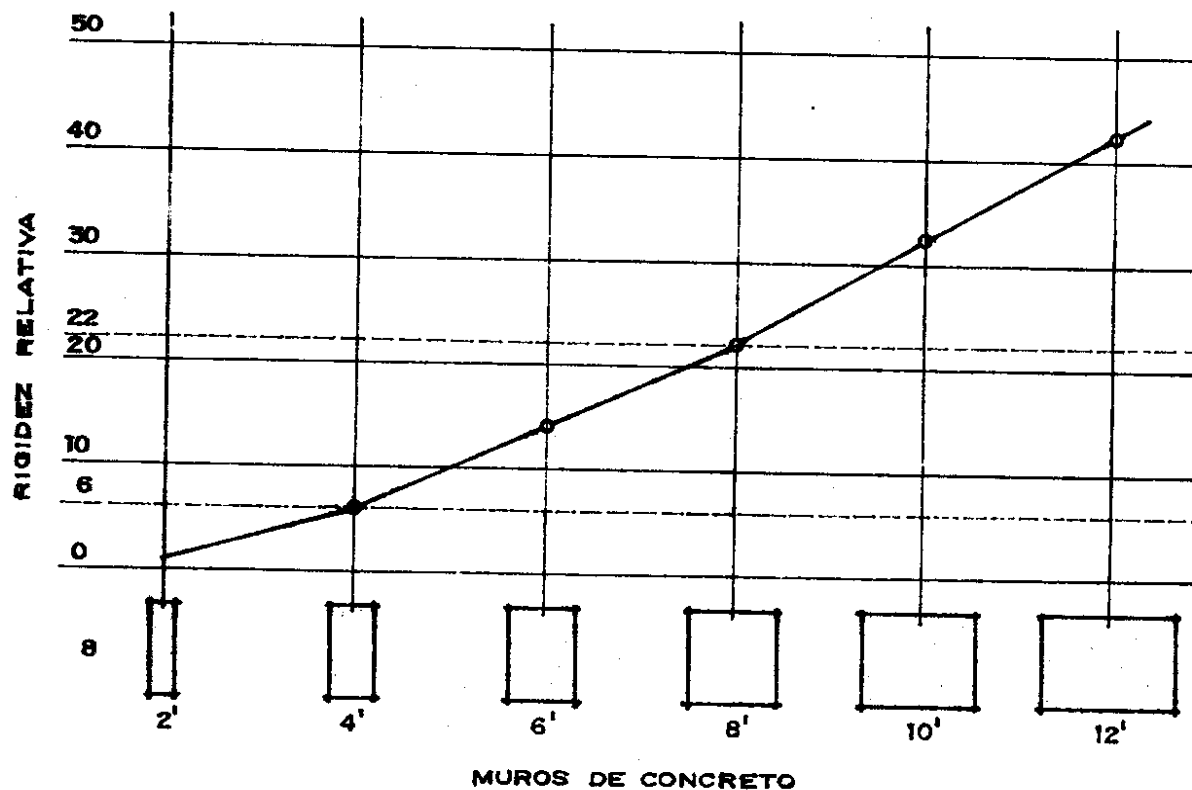
Otra característica muy importante cuando se realiza el análisis bajo cargas verticales y más en el análisis sísmico, es la rigidez relativa de los miembros. Generalmente los elementos horizontales (pisos o techos) forman diafragmas rígidos, como losas de concreto, que a su vez se unen a elementos verticales resistentes. Al verse afectados por sistema de fuerzas laterales los diafragmas fuerzan a los elementos verticales a deformarse lateralmente, en la misma medida; ya que el diafragma es rígido, se puede suponer que, traslada la misma cantidad de carga en toda su área sin distinción alguna, para objeto de análisis.

CAPITULO I :

Se ha comprobado, luego de estudios que, cuando dos elementos resistentes verticales se ven afectados por cargas laterales, son obligados a deformarse lateralmente la misma cantidad, el elemento más rígido de los dos, absorberá más carga. Cuando se define una estructura y se quiere que la carga se comparta igualmente entre todos los elementos, esto se logra sólo si todos estos, poseen rigideces idénticas. El análisis y evaluación de las rigideces relativas, de los elementos resistentes verticales, es muy importante en el análisis sísmico de estructuras.

En la Figura No. 1.18, "se muestra la rigidez relativa de varios muros de concreto de diferentes dimensiones. Aquí el punto importante es que, para estructuras de diafragma rígido, los muros absorben cargas en proporción a su rigidez. Al doblar la longitud de un muro, se dobla también su resistencia al cortante, pero si rigidez asciende a más del doble, y por lo tanto, absorbe más del doble de carga". (5)

FIGURA No. 1.18
RIGIDECES RELATIVAS DE
MUROS DE CONCRETO DE
DIFERENTES LONGITUDES.



(5) IBID (pp.47,48)

CAPITULO I :

Reacción del edificio debido a los efectos sísmicos:

I.9. Fuerzas de Inercia:

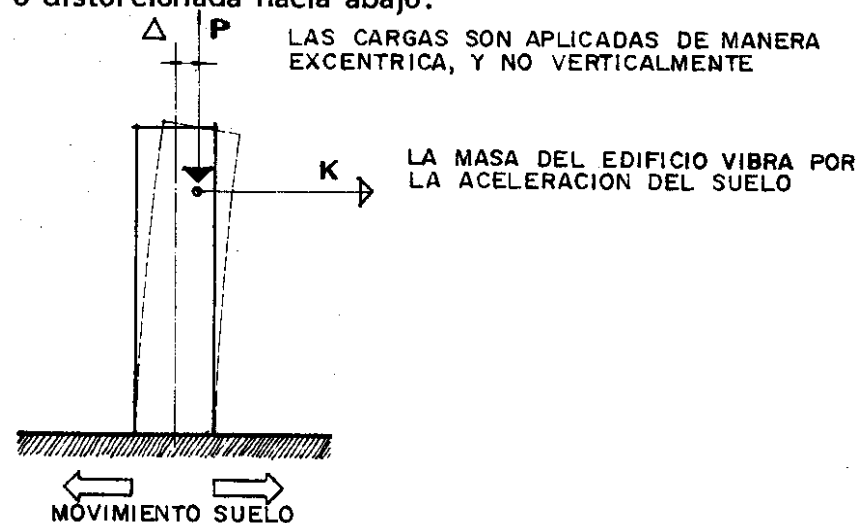
Las fuerzas de inercia son generadas, en la parte interna del edificio, por la vibración de la masa de este, debido al movimiento del suelo. Las fuerzas de inercia son generalmente las que causan daño al edificio.

Las fuerzas de inercia, se pueden resumir como: "el producto de la masa por la aceleración ($F=m.a$)" (5) La naturaleza del movimiento del suelo, se puede dar como una función del tiempo y es el cambio de velocidad de este, la aceleración. El otro aspecto es la masa y es una de las características del edificio; el aumento en la masa, por lo general, genera un aumento de fuerza, por lo que se recomienda, que cualquier elemento que no forme parte del sistema estructural del edificio, sea de peso ligero.

Existen otros aspectos de la masa, adicionalmente de la forma que aumentan las fuerzas laterales y es que, "la falla de elementos verticales como: las columnas y muros, pueden presentarse por pandeo, cuando la masa, empujando hacia abajo debido a la gravedad, ejerce su fuerza sobre un miembro flexionando o desplazado lateralmente por las fuerzas laterales. Este fenómeno se conoce como el efecto P-e ó P- Δ . Cuanto mayor sea la fuerza vertical, mayor será el momento debido al producto de la fuerza P, y la excentricidad e ó delta Δ ". (5) (9)

Cuando se presenta un terremoto, las vibraciones del suelo (sismo) generan fuerzas de inercia en el edificio, como cargas laterales. Esas oscilaciones agotan la estructura por medio de flexión y esfuerzos cortante en las columnas, vigas y muros; finalmente la gravedad atrae la estructura debilitada o distorsionada hacia abajo.

FIGURA N.º 1.20 :
FUERZAS DE INERCIA.



(5) IBID(pp.38,39)

(9) Lin, T.Y. & Stotesbury, S.D. "Structural Concepts & Systems for Architects & Engineers" Editorial Willey & Sons, USA 1981 (pp. 37 , 39)

CAPITULO I :

I.10 Período y resonancia:

El movimiento del suelo impartirá al edificio vibraciones similares a las que se producen al sacudir un asta de bandera.

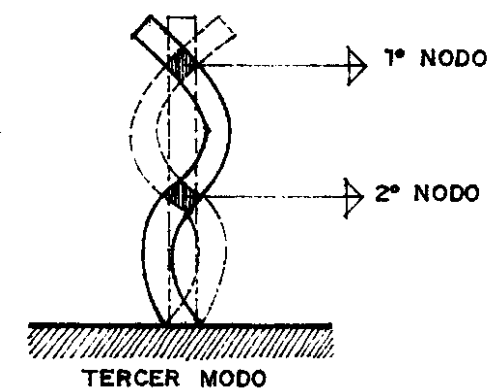
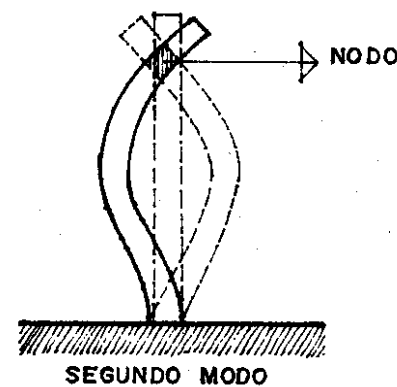
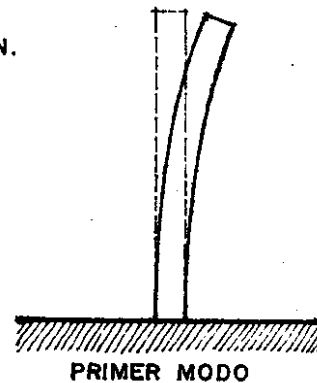
Si se logra predecir de manera aproximada la velocidad con que se sacudirá el suelo, lo que es similar a controlar la velocidad o ritmo con que se sacude la base del asta de bandera, se podría ajustar el ritmo con que el asta vibrará naturalmente, de tal manera que los dos puedan coincidir. Si coinciden, entonces las dimensiones del balanceo se harán más grandes; se dice que el asta entra en resonancia, y las cargas sobre ella aumentarán.

" Los períodos fundamentales de las estructuras pueden fluctuar de aproximadamente 0.05 seg. para una pieza de equipo bien anclada; 0.1 seg. para un marco sencillo de 1 piso; 0.5 seg. para una estructura baja de hasta 4 pisos; y entre 1 y 2 seg., para una edificio alto de 10 a 20 pisos.

Usualmente, los períodos naturales del suelo son entre 0.5 y 1 seg., de tal modo que es posible que el edificio y el suelo tengan el mismo período fundamental. Por lo tanto, hay una alta posibilidad de que el edificio se aproxime a un estado resonancia parcial, denominada cuasi-resonancia." (5)

Una estructura, puede tener más de un período, aún cuando todos los factores permanecen constantes. Hay modos de vibración más altos en que la estructura experimentará deflexiones con más ondulaciones y no sólo flexión de un lado a otro. Aunque por lo general, el primer modo, movimiento simple de un lado a otro, es el período fundamental de interés estructural, los modos superiores pueden ser importantes para los edificios altos y angostos. En la figura 1.21, se muestra la forma básica de los modos de vibración de los edificios.

FIGURA No. 1.21.
MODOS DE VIBRACION.



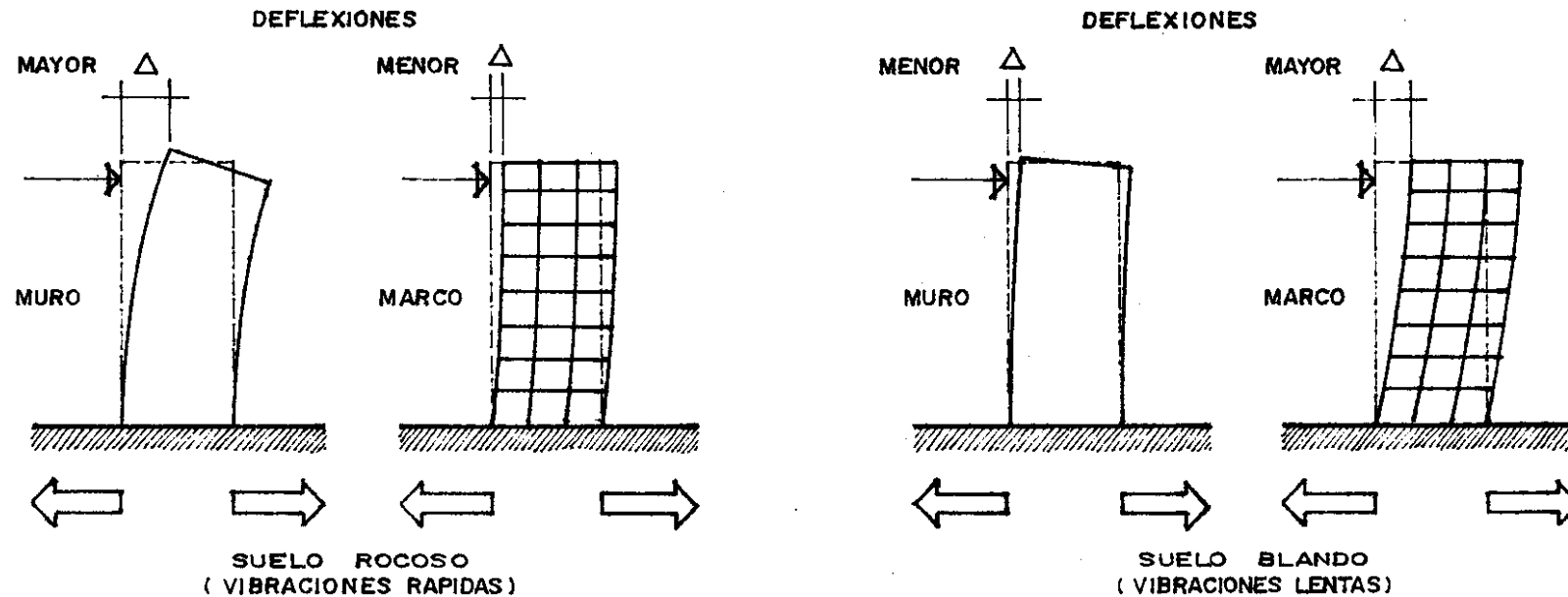
CAPITULO I :

"En general, se puede esperar que una estructura flexible y de período largo experimente fuerzas menores proporcionalmente que un edificio más rígido, si el terreno está compuesto de un manto rocoso, el cual transmitirá eficientemente vibraciones de período corto, mientras que filtra movimientos de períodos más largos.

En cambio, puesto que una capa de aluvión suave a varios cientos de metros de profundidad es difícil que vibre rápidamente, aún cuando el movimiento que viene del manto rocoso subyacente pueda ser de alta frecuencia, un edificio más rígido puede tener mucha mejor respuesta que uno de período largo (Figura 1.22).

Por lo común, se observa que en terrenos cercanos a la falla donde se libera la energía hay frecuencias de movimientos de suelo, más altas, y a mayores distancias los movimientos de suelo, son de menor frecuencia". (5)

FIGURA No. 1.22
RESPUESTA DE VIBRACION.



(5) IBID (pp. 41 - 43)

CAPITULO I :

1.11 Torsión:

"El centro de masa o centro de gravedad de un objeto es el punto en el que se podría equilibrar exactamente sin provocar rotación. La masa uniformemente distribuída produce la coincidencia de un centro geométrico de planta con el centro de masa, Una distribución excéntrica de masa sitúa el centro de esta, lejos del centro geométrico.

Esto significa que como cada partícula de masa de un objeto es atraída por gravedad hacia el centro de masa de la tierra (hacia abajo), la fuerza opuesta ejercida hacia arriba para contrarrestar esta fuerza o "peso, se debe situar precisamente bajo el centro de masa del objeto, para hacer que el objeto se equilibre sin ningún momento resultante; los momentos de volteo a lo largo de todos los ejes se deben equilibrar.

Cuando las partículas de masa se aceleran en forma horizontal debido a las fuerzas de inercia de un sismo, se aplican los mismos principios de equilibrio o compensación. Los sismos crean fuerzas de inercia que se pueden semejar a un equivalente de gravedad, variable de pulsación en dirección horizontal; cada partícula de masa se acelera lateralmente (y a veces también, verticalmente).

Si la masa dentro de un piso se distribuye de manera uniforme entonces la fuerza resultante de la aceleración horizontal de todas sus partículas de masa se aplican a través del centro de piso (Figura 1.23 A). Si la resultante de la resistencia (proporcionada por muros o marcos) pasa a través de este punto, y por tanto coincide con la resultante de las cargas, se mantiene el equilibrio dinámico de traslación (Figura 1.23 B). De otro modo se producirá rotación horizontal o torsión". (5)

FIGURA No. 1.23 A

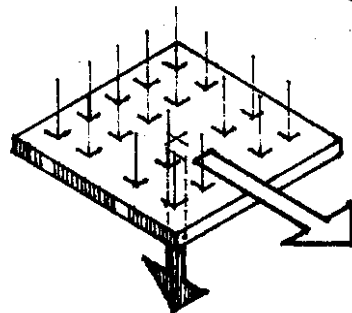
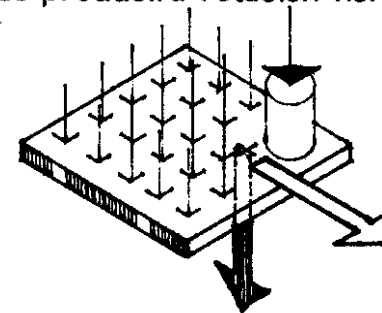


FIGURA No. 1.23 B



"En la figura 1.24, se ve el efecto de torsión, creado en una configuración sencilla de edificio. Se presenta torsión debido a que una fuerza lateral uniformemente distribuída no está siendo resistida por una resistencia lateral uniformemente distribuída.

En un edificio en que la masa esté distribuída en planta, de una manera más o menos uniforme (lo cual sería típico de una planta simétrica con masas uniformes de pisos, muros y columnas), la disposición ideal para los elementos resistentes a sismos es colocarlos simétricamente, en todas direcciones, de tal modo que no importe en que dirección sean empujados los

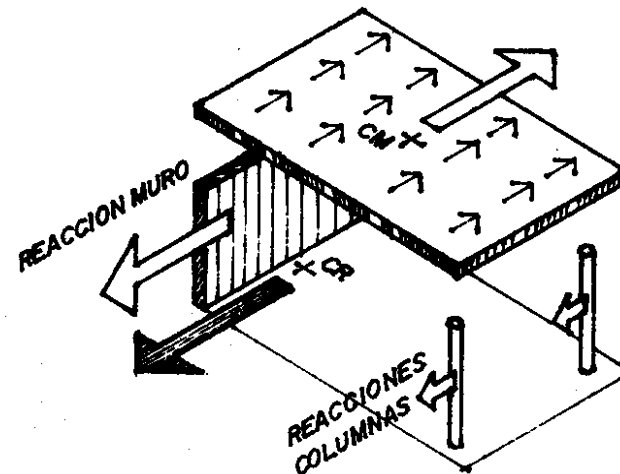
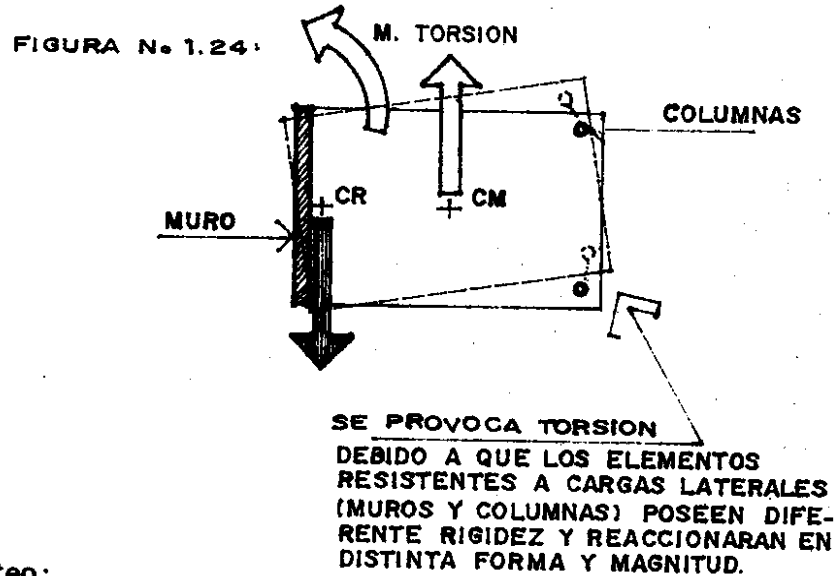
(5) IBID (pp. 45)

CAPITULO I :

pisos, ya que la estructura reaccionará con una rigidez equilibrada que evitará la rotación . De allí que la simetría - dentro de una regla general, es una característica valiosa de la configuración espacial; sin embargo esta aseveración tiene una intención simplista". (5)

"Reconociendo que las fuerzas de inercia son proporcionales a la masa del edificio y en consecuencia, a su peso, debe procurarse que la estructura y los elementos no estructurales tengan el menor peso posible.

Otra recomendación adicional, es la de no concentrar los elementos más rígidos y resistentes en la zona central de la - planta porque son menos efectivos para resistir torsiones, es preferible que se ubiquen en la periferia. En el Capítulo III, se explica de manera más detallada este efecto". (14)



1.12 Volteo:

En la figura 1.25, se muestra el caso en que la estructura consiste en un solo muro en voladizo, en el cual los momentos de volteo máximo ocurren en la base, con la posibilidad de que allí se forme una zona de concentración de esfuerzos y falla (articulación plástica).

En el caso de que el muro de corte lleguen una serie de pisos, como ocurre comúnmente, el momento de volteo se puede resumir como: la sumatoria de los productos de las fuerzas laterales aplicadas en cada nivel y multiplicadas por la altura al nivel correspondiente.

(5) IBID(pp. 45 - 46)

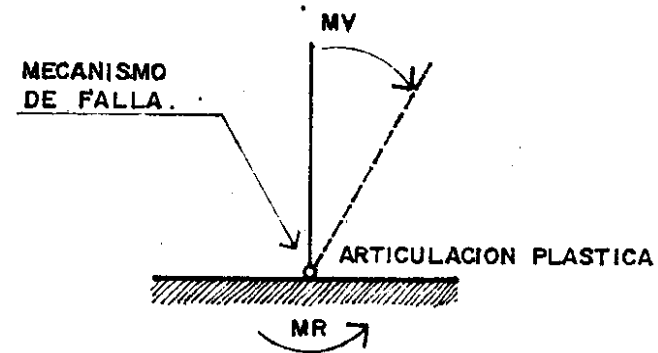
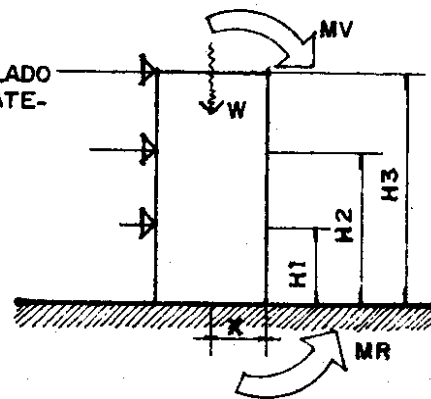
(14) Zurita B. y Melli P., " MANUAL DE DISEÑO SISMICO DE EDIFICIOS", Edit. Limusa México 1983(pp. 172, 173, 182)

CAPITULO I :

Para mantener el equilibrio y estabilidad de la estructura, se requiere que el momento resistente por carga muerta, sea mayor que el momento de volteo. El momento resistente se puede definir como el producto de la masa (W), o concentración de carga por la distancia del extremo del edificio hacia el punto donde se concreta la carga.

"Debido a esto se puede esperar que las demandas de ductilidad que impone este mecanismo pueden ser satisfechas por los muros si se cuida que las cargas axiales no sean altas y que no se produzcan problemas de inestabilidad lateral. Hay que recordar la conveniencia de concentrar el refuerzo en los extremos, y hay que tener presente que la longitud que puede abarcar la articulación en la base, es del orden de uno o dos pisos y que allí, precisamente donde ocurren los cortantes máximos, por lo que hay que detallar con precaución estas zonas para prevenir fallas de adherencia, por compresión de algún extremo, o por cortante y lograr que rijas la falla por flexión". (14)

FIGURA No. 1.25
MURO DE CORTE AISLADO
SUJETO A CARGAS LATERALES.



I.13 Cimentación:

La cimentación, es sin duda, uno de los elementos más importantes de cualquier estructura, puesto que, es sobre estos donde descansa. Las cargas de la estructura, de cualquier edificio, son distribuidas al suelo por medio de los cimientos. Se han realizado estudios, donde en forma aparente, los problemas de diseño del cimiento son directamente proporcionales a la magnitud de la carga, sin embargo, si comparamos: una estructura a base de muros que posee una magnitud mayor de carga, en relación a una estructura a base de marcos, con iguales proporciones; se ha logrado determinar que la capacidad soporte requerida para una estructura de muros, generalmente, será menor que la de una estructura a base marcos. Las estructuras de muros de corte, genera cimientos que transmiten su carga a lo largo de líneas, mientras una estructura de marcos genera cimientos que transmiten su carga en puntos. (Figura 1.26)

No se trata de restarle importancia, al diseño de cimientos en estructuras de muros de corte, sino más bien, eliminar la idea de que los edificios de muros de corte, debido a su masa, requieren de suelos de alta capacidad soporte.

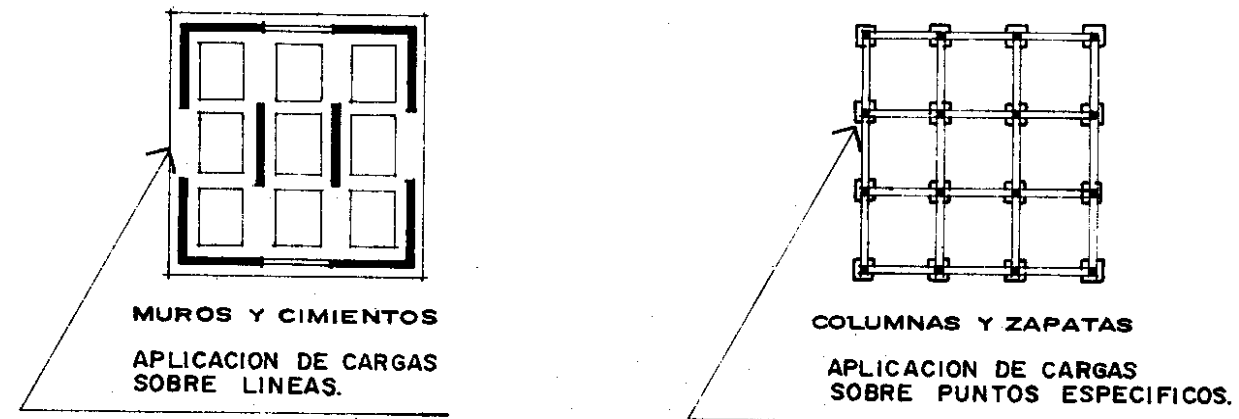
Las estructuras a base de muros de corte, son compatibles con todos los tipos de cimentación utilizando concreto reforzado en cimientos corridos, zapatas aisladas, placas de cimentación, etc. No es extraño que la propiedades soporte del

(14) IBID (pp.182)

CAPITULO I :

suelo varíen de un punto a otro, con cierta brusquedad, tendiendo a ocurrir asentamientos diferenciales, en los cimientos corridos inclusive". (20)

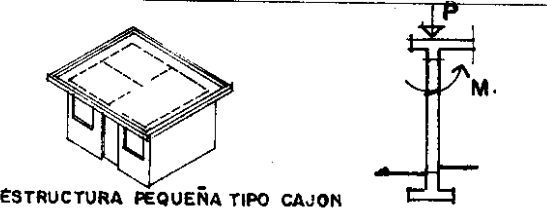
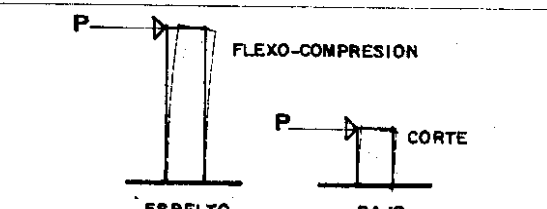
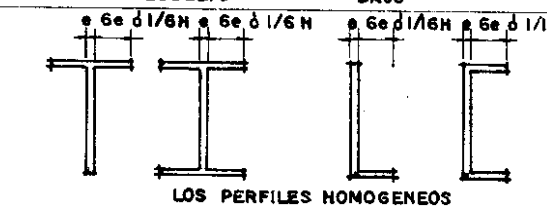
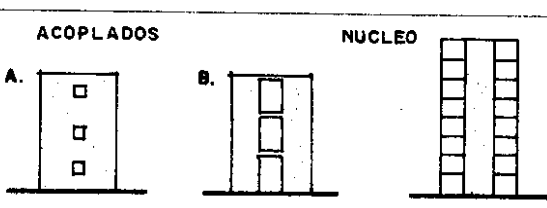
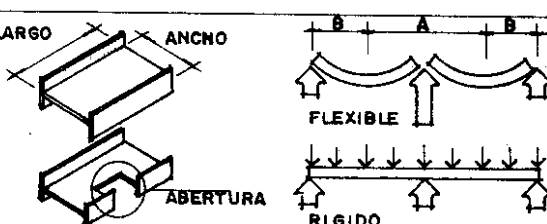
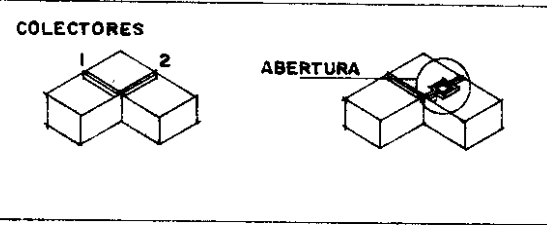
FIGURA N.º 1.26
TIPOS DE CIMENTACION.



(20) IBID (pp. 92)

CAPITULO I :

CONCLUSIONES RESUMEN

CONCLUSIONES RESUMEN	GRAFICACION	PROBLEMAS ESTRUCTURALES	SOLUCION
<p>Muros de Carga: Elementos que resisten alguna carga además de la propia. Al combinarse con pisos y techo forman una estructura tipo cajón</p>	 <p>ESTRUCTURA PEQUEÑA TIPO CAJON</p>	<p>Cargas Asimétricas losa: Aumento de esfuerzos flexo-compres. Aumento Altura: Aumento esfuerzos flexo-compresión corte</p>	<p>(No) Cargas asimétricas losa (ver simetría Cap. II) Ver relación a su altura (ver proporción Cap. II)</p>
<p>Muros de Corte: Elementos que resisten cargas laterales. En su comportamiento influye mucho su relación de esbeltez. Reduce las deflexiones de piso a piso.</p>	 <p>ESBELTO BAJO</p>	<p>Aumento proporción esbeltos: Aumento esfuerzos flexo-compresión corte. Localización en planta: Fuente de rigidez</p>	<p>En relación a su proporción (Ver proporción Cap. II) En relación a su localización (Ver Simetría Cap. II) (Ver Densidad de la estruc) (Ver Resistencia perimetral)</p>
<p>Formas - Es peciales de Muros: Perfiles formados por 2 o 3 muros. Su rigidez flexional es grande, por lo que, debe cuidarse su localización.</p>	 <p>LOS PERFILES HOMOGENEOS</p>	<p>Aumento proporción Esbeltos: Aumento esfuerzos Flexo-compresión Localización en planta: Fuente de rigidez</p>	<p>(Si) Muros esbeltos colocar, alas formando perfiles. Dimensiones: $I \text{ ó } I_x = 1/6$ de altura ó 6 veces el espesor muro $L \text{ ó } C_x = 1/16$ de altura ó 6 veces el espesor muro Ver localización (ver simetría, densidad, resist, perimetral, Capt. II)</p>
<p>Muros - Marcos: Combinación de sistemas estructurales que permiten disminuir las deflexiones del edificio, periodo de vibración, y reduce refuerzo columnas.</p>		<p>Muro acoplado con elementos flexibles: Concentración esfuerzos genera articulación y zona de falla. De manda ductilidad Mareco Núcleo: Marco esbelto Aumento esfuerzos</p>	<p>Para muros acoplados: (Si) Solución A mejor: aumenta rigidez. Cuidar elementos de unión y perforaciones. Para muro Núcleo: Marco esbelto: Aumentar su rigidez (Si) usar formas especiales muros, (formar perfiles)</p>
<p>Diafragmas: Elementos horizontales que forman la estructura. Estos pueden ser: pisos, o cubiertas, dependiendo de su longitud, materiales, dimensiones, pueden ser: flexibles o rígidos.</p>		<p>Diafragmas: Dimensiones extremas: Aumento de esfuerzos tensión-compresión, Volteo Aberturas: Disminuye capacidad de transmitir cargas concentradas Flexibles: Distribución carga ineficiente Aumento de esfuerzos</p>	<p>(No) Dimensiones extremas del diafragma (Ver tamaño horizontal Cap. II) (No) A las aberturas, disminuye su capacidad. (Si) Generar solo diafragmas rígidos</p>
<p>Colectores: Elementos que transmiten fuerzas de los diafragmas hacia los muros.</p>		<p>Colectores: Dimensiones extremas: aumento de esfuerzos tensión-compresión Aberturas: Disminuye capacidad de transmitir cargas ineficientes.</p>	<p>(No) Debe cuidarse sus dimensiones - como su resistencia y rigidez. (No) Aberturas, disminuyen la capacidad.</p>

CAPITULO I :

CONCLUSIONES

RESUMEN	GRAFICACION	PROBLEMAS ESTRUCTURALES	SOLUCION	
<p>Resistencia y Rigidez: Características de elementos estructurales, permiten dimensionar los mismos. La rigidez relativa de los muros es muy importante; puesto que determina su capacidad de carga.</p>		<p>Aumento tamaño muro: Aumento resistencia Al esfuerzo corte.</p> <p>Aumento de resistencia Al esfuerzo corte</p>	<p>Aumento rigidez relativa</p> <p>Gran asimilación de carga desproporcion.</p>	<p>Revisar tamaño y proporciones (Ver proporción Cap. II)</p> <p>Revisar localización, evitar rigideces indeseables</p>
<p>Inercia: Es la fuerza que se produce por la aceleración de suelo y la masa del edificio.</p>		<p>Aumento Inercia: Aplicación cargas excentricas (P-D)</p> <p>Aumento Inercia: Aumenta M. Volteo</p> <p>Aumentos esfuerzos en elementos externos. (Flexo-Compresión)</p>	<p>Revisar tamaño y proporciones (Ver proporción Cap. II) del Edificio</p> <p>Disminuir la masa del edificio elementos no estructurales de peso ligero.</p> <p>Mantener centro de masa bajo. (Ver escalonamiento Vertical - Cap. III)</p>	<p>Revisar tamaño y proporciones (Ver proporción Cap. II) del Edificio</p> <p>Estudio cuidadoso composición del suelo. No aumento vibraciones del edificio.</p> <p>No resonancia del edificio</p>
<p>Período y Resonancia: Característica de la estructura y su respuesta al verse afectado por movimientos sísmicos. Incluye mucho la composición del suelo.</p>		<p>Aumento altura (Proporción) Aumento período.</p> <p>Aumento período vibración en marcos</p> <p>Aumento período vibración en muros</p>	<p>Aumento daños no estructurales</p> <p>Resonancia parcial daños estructurales.</p>	<p>Estudio cuidadoso composición del suelo. No aumento vibraciones del edificio.</p> <p>No resonancia del edificio</p>
<p>Torsión: Es la rotación que se produce a través del centro de rigidez, cuando no coincide con el centro de masa.</p>		<p>Inconcordancia de: Centro masa y centro de Rigidez</p> <p>Asimetría estructural: Torsión:</p>	<p>Asimetría estructural.</p> <p>Resistencia desequilibrada torsión</p> <p>Grandes esfuerzos de corte en columnas.</p>	<p>No Asimetría estructural Equilibrar resistencias y lograr simetría estructural.</p> <p>No torsión (Ver resistencia perimetral. Cap. II)</p>
<p>Volteo: Es la fuerza que produce la inercia del edificio en relación al momento resistente, generado por la carga de éste.</p>		<p>Aumento de inercia</p> <p>Aumento M. Volteo</p>	<p>Aumento M. Volteo</p> <p>Aumento esfuerzos (Flexo-Compresión)</p> <p>Aplicación cargas Excentricas (P-A)</p>	<p>No Grandes momentos de volteo aplicarlos.</p> <p>Disminuir masa del edificio elementos no estructurales de peso ligero.</p> <p>Mantener centro de masa bajo (Ver escalonamiento Vertical Cap. III).</p>
<p>Cimentación: Elemento principal, en muros la cimentación y transmisión de cargas es lineal; en columnas y zapatas su transmisión es en puntos.</p>		<p>Cimiento corrido</p> <p>Zapatas</p>	<p>Puede sufrir asentamientos diferenciales</p> <p>Requiere suelo gran capacidad soporte.</p>	<p>Estudio cuidadoso composición del suelo y capacidad soporte</p> <p>Aumentar consolidación del suelo</p> <p>Amarre entre elementos del perimetro, como tambien de los interiores (Vigas de cimentación).</p>

CAPITULO

III

CAPITULO II :

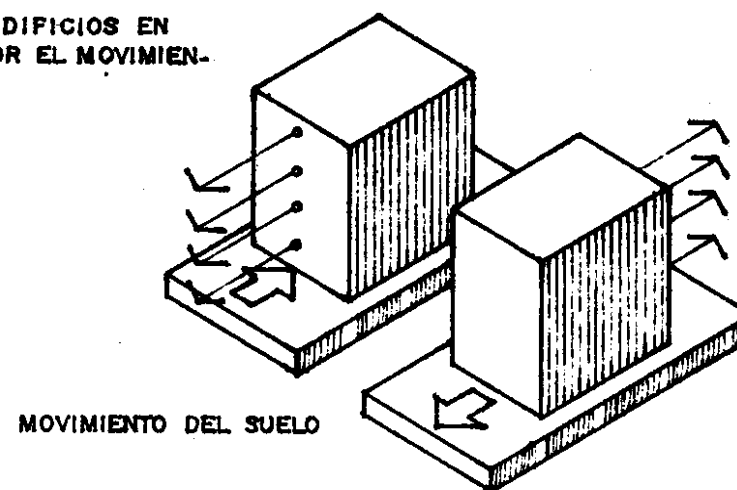
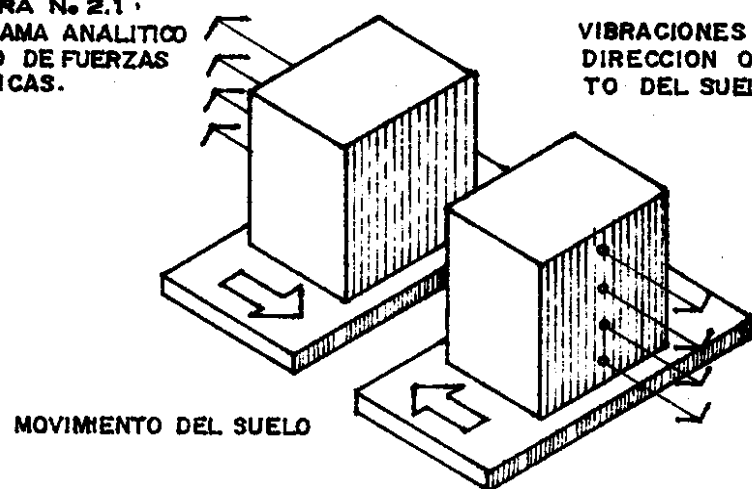
Influencia de la configuración arquitectónico-espacial sobre el comportamiento sísmico de los edificios.

Dentro de la configuración de determinado edificio, existen características que afectan la forma del comportamiento dinámico de este; para poder establecer estas se debe recordar la definición de configuración ya que se refiere a la forma del conjunto - del edificio; al igual que , el tamaño, naturaleza y localización de los elementos resistentes y los no estructurales dentro de este.

Se debe recordar también que los sismos generan fuerzas dinámicas que cambian rápidamente, debido a esto no se pueden determinar fuerzas sísmicas a menos que conozcamos, al edificio y sus características dinámicas. Es imposible establecer la naturaleza exacta de los movimientos sísmicos, sabiendo esto es muy complejo definir la interacción y secuencia entre distintos elementos del edificio.

En la Figura No. 2.1 se muestra de forma general, la manera que se representan las fuerzas laterales y su complejidad, sobre un edificio, a través de diagramas analíticos. Este tipo de diagramas, se establecen luego del análisis sísmico; en estos análisis los sistemas fuerzas laterales se aplican de manera separada y las direcciones principales, de cada uno de los ejes. De forma más clara, por ejemplo: en la configuración de un edificio cuadrado, lo razonable es considerar dos ejes; en cambio para una configuración de edificio circular, todos sus ejes son iguales; en configuraciones edificio complicadas, se deberán analizar, en varios ejes y sus direcciones principales.

FIGURA No 2.1
DIAGRAMA ANALITICO
TIPICO DE FUERZAS
SISMICAS.



CAPITULO II :

"El concepto básico consiste en que, debido a que las fuerzas sísmicas pueden provenir de cualquier dirección, la aplicación de fuerzas perpendiculares a los ejes principales de muros o marcos, en general reproduce los dos casos peores. Si el movimiento del suelo y sus fuerzas resultantes se presentan diagonalmente, entonces los muros o marcos dentro de esos ejes pueden participar en su resistencia y las fuerzas de cada uno se reducirán correspondientemente (Figura 2.2.). Es muy importante recordar la localización correcta de los muros resistentes al esfuerzo cortante". (5)

FIGURA N. 2.2:
EVALUACION DE CONFIGURACION COMPLICADA,
SE DEBEN CONSIDERAR DOS EJES O MAS.

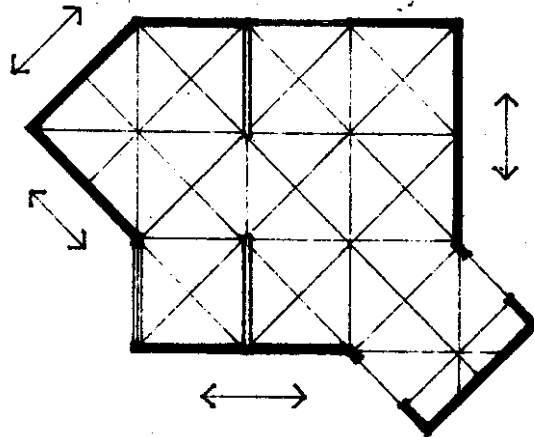
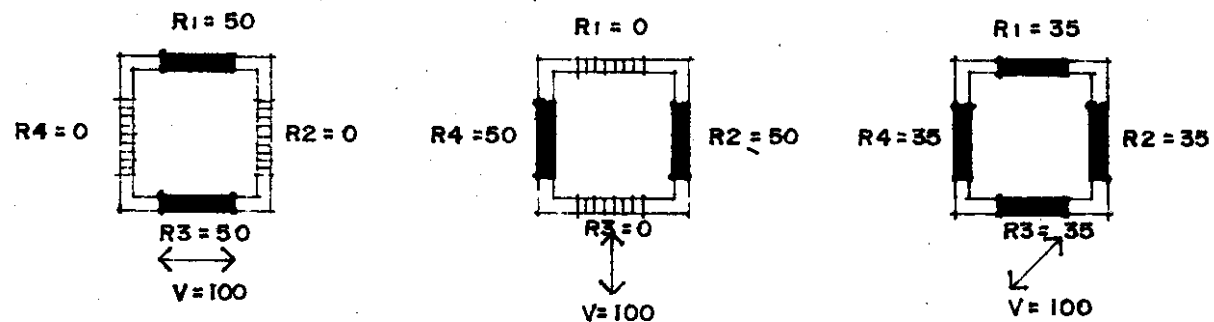


FIGURA N. 2.3:
LA CONSIDERACION DE FUERZAS A LO LARGO DE LOS EJES PRINCIPALES, POR LO
GENERAL, INCLUIRA LAS PEORES CONDICIONES DE CARGA.



R = RESISTENCIA DE MUROS O MARCOS.
V = DIRECCION PREDOMINANTE DE LA FUERZA SISMICA.

$$\frac{V}{4} = \left(\frac{1}{\cos 45^\circ} \right) = 35$$

(5) IBID(pp. 62 - 63)

CAPITULO II :

II.1 Escala:

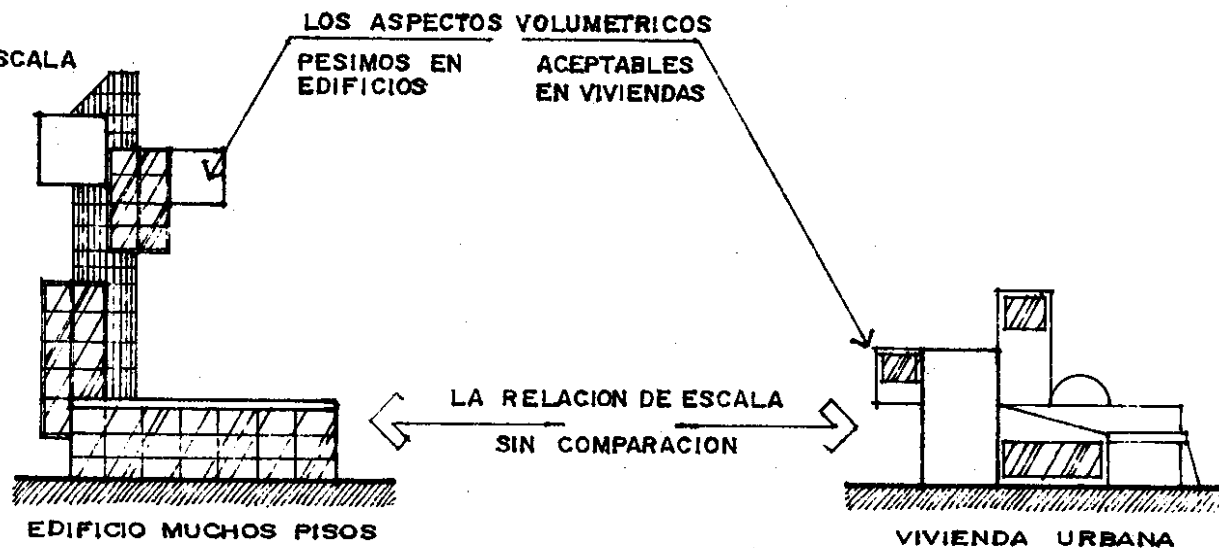
El término de escala se refiere a las dimensiones generales de cualquier edificio, de forma absoluta y de manera que establezca una relación creciente o decreciente en su tamaño. Para poder visualizar de mejor forma esto, se puede decir que: una vivienda familiar, es de pequeña escala, en relación a un edificio de apartamentos de 10 niveles que sería de gran escala.

Dentro de estos parámetros, por ejemplo: en la configuración de una casa con estructura de madera, se pueden introducir irregularidades y aún así, generar una construcción segura, agregando elementos relativamente baratos y no estorbosos; por el contrario, en un edificio grande las irregularidades provocarían un problema grave y no fácilmente se pueden agregar elementos que resuelvan la seguridad del edificio y sus usuarios. Ya que una casa con estructura de madera, posee peso liviano y las fuerzas de inercia que genera serán relativamente pequeñas; además sus dimensiones en claros son cortas o moderadas; existirán mayor número de muros para distribuir las cargas y las decisiones correctivas, pueden ser de pequeña escala, si el diseño es adecuado.

El incumplimiento de los principios básicos de distribución y proporción, en un edificio de mayor escala, genera un alto crecimiento en su costo; adicional a esto, al crecer el edificio, crecen las fuerzas que lo afectan disminuyendo la confianza en su buen funcionamiento en oposición de un edificio similar con mejor configuración. No debe generalizarse pensando que, los edificios pequeños no posean inconvenientes considerables, cada edificio debe ser objeto de un buen análisis dinámico.

Debe tenerse claro que, la complejidad de relación de variables "anula el intento de comparar rápidamente un tamaño de edificio con otro". (5)

FIGURA No. 2.4
COMPARACION DE ESCALA
ENTRE DISTINTOS
OBJETOS.



(5) IBID (pp64, 65)

CAPITULO II :

II. 2 Altura:

Por lo general el aumento de la altura de un edificio, es comparado analógicamente, con el aumento en la dimensión de una viga en voladizo.

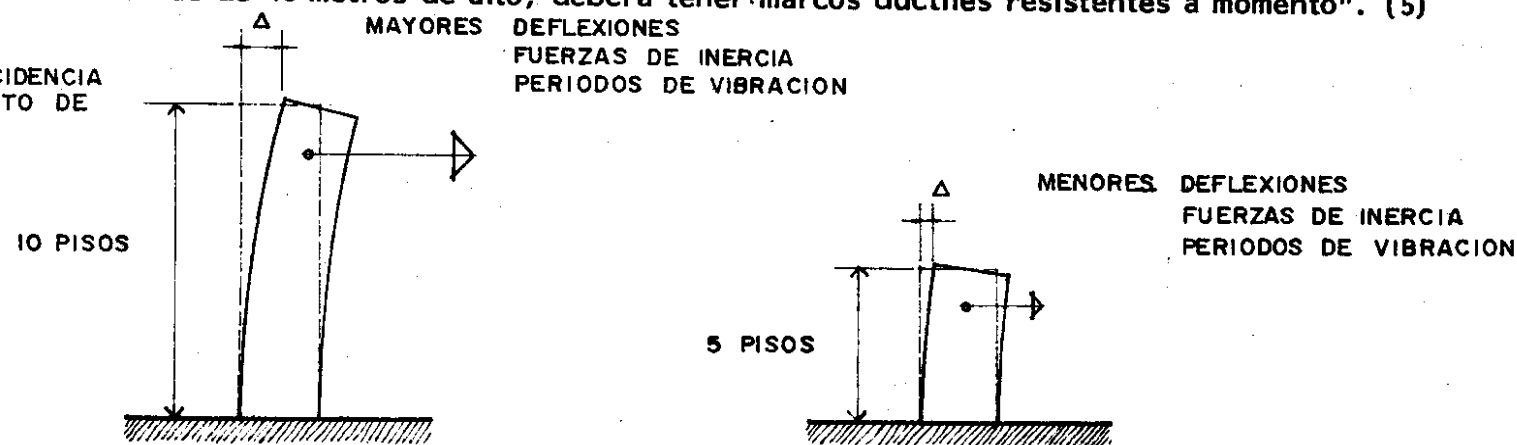
El problema de esta comparación es que en el edificio, el aumento en su altura genera aumento en su período y un cambio en el nivel de respuesta y la magnitud de las fuerzas de inercia que se desarrollen.

Se ha estudiado, que un terremoto, tiene poca probabilidad de generar movimientos de "alta aceleración de períodos predominantes de 2 segundos, sin embargo se ha observado que los terremotos ocurridos, concentran su energía alrededor de períodos de 1/2 segundo .

Por lo tanto, un edificio mayor de 20 pisos de altura, que tuviera período fundamental de más de un segundo y cerca o mayor de 2 segundos, tal vez experimentaría una aceleración menos efectiva de su masa que una estructura de 5 a 10 pisos con un período de 1/2 segundo. El período de un edificio no es solamente función de su altura, sino también de factores como la relación entre la altura y ancho, alturas de los pisos, tipos de materiales y sistemas estructurales, y la cantidad de distribución de masa. De este modo, si se cambia el tamaño de un edificio puede cambiar al mismo tiempo una o más de estas variables su período y por tanto aumentar o disminuir sus fuerzas sísmicas" (Figura 2.5). (3) (5)

Durante los grandes terremotos, los edificios de mediana altura, de 5 a 10 pisos, tienen mayor confiabilidad en su comportamiento, en comparación de los edificios de más de 20 pisos. A pesar de ello, la mayor inversión en ingeniería de diseño, se lleva a cabo en los edificios altos y los edificios, de mediana altura se construyen de manera más especulativa. "En una zona altamente sísmica, un edificio de más de 48 metros de alto, deberá tener marcos dúctiles resistentes a momento". (5)

FIGURA No. 2.5.
LA ALTURA Y SU INCIDENCIA
EN EL COMPORTAMIENTO DE
LOS EDIFICIOS.



(3) Amrhein, James & Kesler, James "Masonry Design Manual " Masonry Industry Advancement Committee, Copyright 1979 (pp. 93, 94)

(5) IBID (pp. 66, 67)

CAPITULO II :

II.3 Tamaño Horizontal:

El tamaño horizontal de un edificio, puede presentarle problemas en su comportamiento dinámico; por ejemplo: los edificios de área de planta extremadamente grande, son inconvenientes aunque tengan formas sencillas y simétricas, puesto que el edificio, por su tamaño, presenta dificultad para comportarse como una unidad a los efectos sísmicos.

Al determinar fuerzas sísmicas, usualmente se supone que la estructura vibra como un sistema en el que todos los puntos de una planta en el mismo nivel y en el mismo lapso están en la misma fase de desplazamiento, velocidad y aceleración y que poseen la misma amplitud.

La propagación de las ondas sísmicas no es instantánea, sino que tiene velocidad final (finita), esta depende las características y densidad del suelo, así como de los elementos estructurales. En un edificio de planta grande, las diversas partes de la base, a todo lo largo, vibran asincrónicamente con distintas aceleraciones, generando esfuerzos longitudinales de tensión-compresión y desplazamientos horizontales adicionales. Se ha determinado que, cuanto más largo sea el edificio, será mayor la posibilidad que ocurran estos esfuerzos y su efecto aumentará.

Si la longitud de un edificio aumenta, los esfuerzos en los pisos, que funcionan como diafragmas de distribución horizontal en dirección transversal, se incrementa. Existe una alta probabilidad que, los diafragmas de distribución horizontal, no logren ser suficientemente rígidos, para distribuir la carga horizontal, durante un terremoto; de los elementos más débiles hacia los elementos portantes más fuertes.

Generalmente, los edificios de planta grande generan condiciones severas en sus diafragmas, ya que estos tienen que cubrir grandes claros laterales y tendrán que transmitir grandes fuerzas que serán resistidas por muros de corte o marcos. La solución, a este problema es poder reducir las dimensiones y los claros de los diafragmas, disminuyendo la distancia entre apoyos; ya sea, agregando muros de corte o marcos. Esta solución deberá ser contemplada al diseñar el edificio arquitectónicamente, ya que la adición de uno de estos elementos podría causar complicaciones en la utilización del mismo.

CAPITULO II :

FIGURA N.º 2.6 :
ADICION DE MUROS DE CORTE PARA REDUCIR EL CLARO O LUZ DEL DIAFRAGMA.

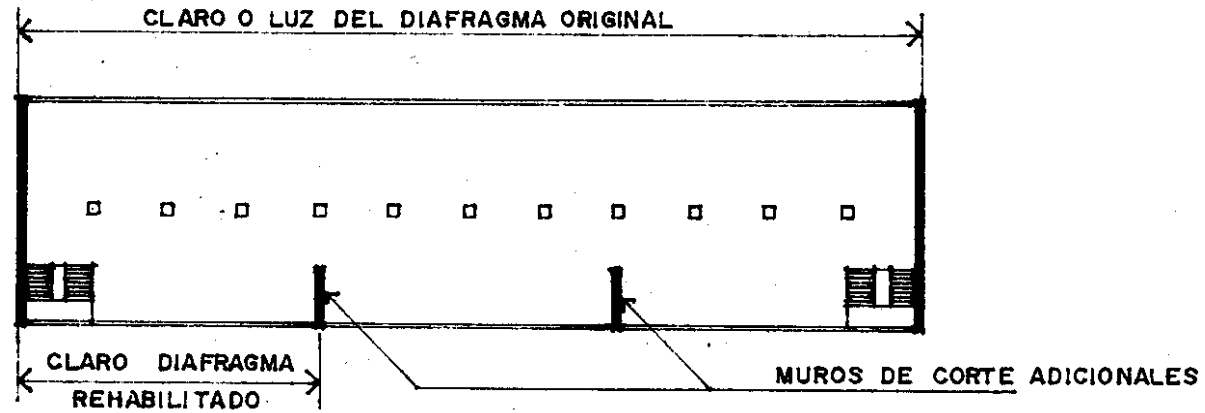
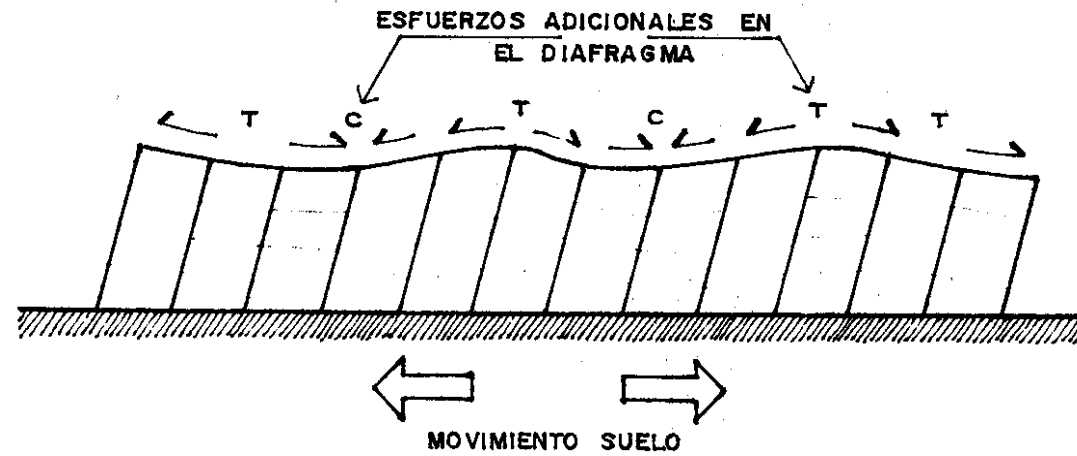


FIGURA N.º 2.7 :
ESFUERZOS ADITIVOS DE TENSION Y COMPRESION EN UN EDIFICIO LARGO.



CAPITULO II :

11.4 Proporción:

La proporción, es una característica importante, en la configuración del edificio en relación a su tamaño absoluto. En la elevación de un edificio su proporción la determina la relación de esbeltez (altura/ancho) y que regularmente, es calculada de similar forma que para una columna.

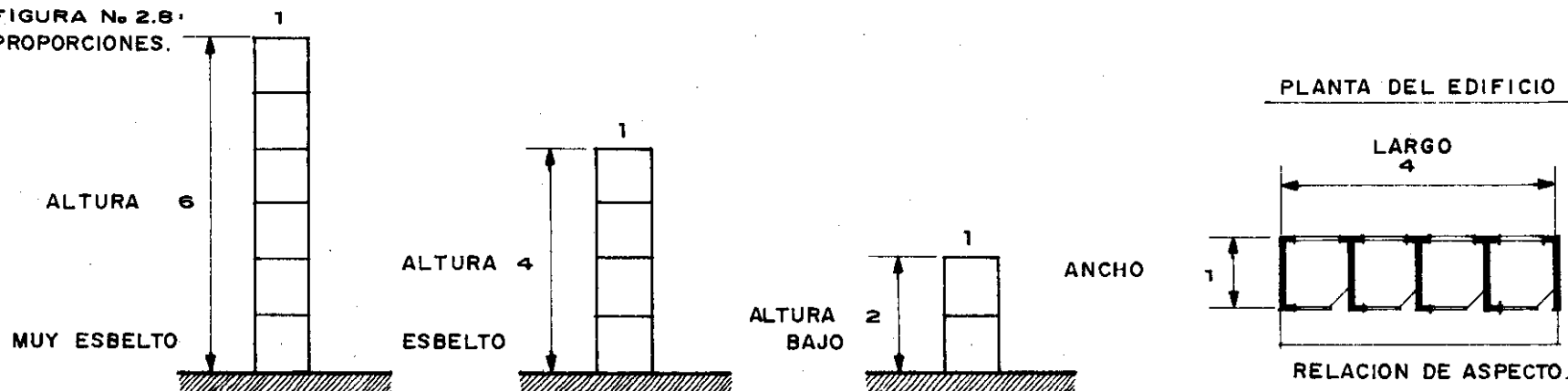
En la medida que un edificio, es más esbelto mayores son los esfuerzos de flexo-compresión en las columnas exteriores y peores los efectos de volteo, cuando se ven afectados por movimientos sísmicos.

Por lo que, "Dowrick sugiere que se procure limitar la relación altura/ancho a 3 ó 4".(5)

En planta, la relación de aspecto (largo/ancho) es el equivalente a la relación de esbeltez, en elevación. Por lo general, - las recomendaciones son valederas para ambos casos: las formas largas y esbeltas no son convenientes. En tanto, el edificio crece en dimensiones, también aumenta la posibilidad de que se generen en este, movimientos diferentes en un extremo al otro, produciendo efectos dañinos". Se sugiere en casos extremos, juntas que dividan al edificio en varios cuerpos de formas no - alargadas".(14)

En el caso de que, en un edificio, de forma rectangular, el contraventeo o muros se localice en la dirección longitudinal, - está será muy rígida; pero en oposición, la dirección transversal teniendo dos muros o marcos, en los extremos separados por una gran distancia, será muy flexible. Esta condición, afecta el comportamiento del diafragma , el cual debe salvar una distancia grande, debido a este el diafragma se comportará como una viga larga y esbelta; sin embargo los planteamientos teóricos que analizan diafragmas, le asignan el comportamiento de una viga corta de cortante.

FIGURA No. 2.8.
PROPORCIONES.



(5) IBID (pp68, 70)

(14) IBID (pp. 173)

CAPITULO II :

Los edificios escolares de un solo piso, generalmente poseen numerosos elementos rígidos en el sentido transversal, esta condición genera que su lado transversal sea muy rígido en oposición a su lado longitudinal, que por la necesidad de iluminación y ventilación, será muy flexible. (Figura No.2.10)

Finalmente, se recomienda que, las proporciones de los edificios se analicen cuidadosamente, en su relación de esbeltez (altura/ancho) y en su relación de aspecto (largo/ancho); de forma general las proporciones deben limitarse entre 1 a 4 ó 1 a 5; si los edificios generaran formas muy alargadas se recomienda, dividirlo en secciones moderadas y no alargadas, capaces de sostenerse individualmente.

FIGURA No. 2.9
VOLTEO EN UN
EDIFICIO ESBELTO.

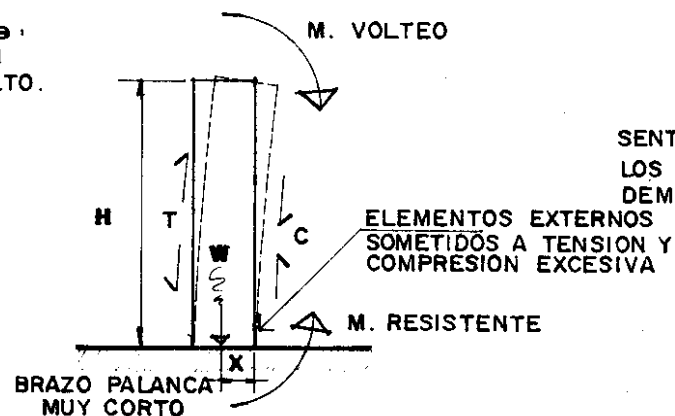
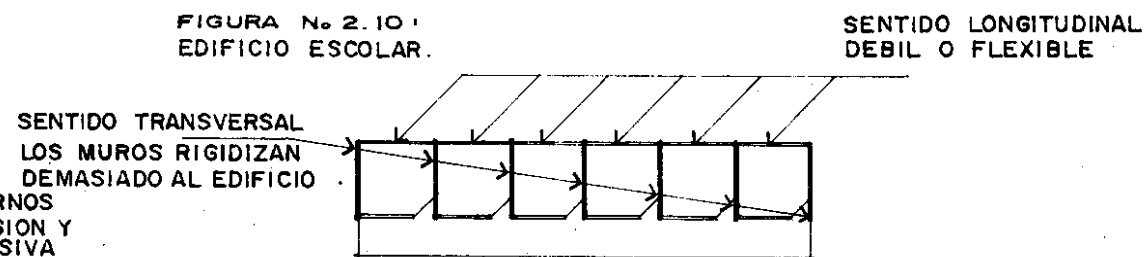


FIGURA No. 2.10
EDIFICIO ESCOLAR.



II.5 Simetría:

La simetría es, una característica de la configuración del edificio, definida como propiedad geométrica. La simetría se determina cuando, una forma la divide uno o más ejes, si su geometría es idéntica en cualquiera de los lados, que se consideren se dice que la forma es simétrica; la misma generalización, para un edificio es válida. Dentro de los edificios, por su complejidad puede tener simetría respecto a un eje, pero con geometría diferente en otro eje que se pueda trazar. (figura No.2.11)

"Simetría estructural significa que el centro de masa y el centro de resistencia (rigidez), están localizados en el mismo punto". (5)

La simetría en planta es la que posee mayor significación dinámica, que la simetría en elevación. Ciertamente un edificio en elevación, no puede ser perfectamente simétrico, puesto que, un extremo está fijo al suelo y el otro libre. Otro argumento válido, es que en elevación, la simetría respecto a dos ejes no representa una ventaja y que serían más convenientes las formas particulares respecto a un sólo eje. (figura No.2.12) Un ejemplo de esto, está representado en la pirámide, la cual tiene la ventaja, de que su forma, permite que se reduzca su masa de manera constante, en relación con su altura.

(5) IBID (pp.69, 70, 71)

CAPITULO II :

La asimetría, casi inevitablemente, provocará torsión en una estructura. Existen dos razones elementales, para esta aseveración. La primera es que, haciendo un análisis geométrico, la forma asimétrica produce excentricidad ó incoincidencia entre el centro de masa y el centro de rigidez, por lo que provocará torsión. La segunda se puede desarrollar en una forma simétrica, donde existan variaciones significativas en la distribución de peso, de la estructura o bien fuentes de rigidez asimétrica, lo que también causará torsión. Debido a esto, las formas simétricas son preferibles, a aquellas que son asimétricas. (Figura 2.13).

Otra característica, de las formas asimétricas es que tienden a generar esquinas internas que concentran esfuerzos. Pero en configuraciones simétricas, también se pueden generar esquinas interiores, por ejemplo: un edificio cruciforme, puede ser simétrico, concentrando esfuerzos en sus esquinas internas. De esta manera, se ve que la simetría, no es suficiente por sí misma, y que debe combinarse con la sencillez, sólo así es que, las configuraciones tienden a eliminar las concentraciones de carga.

En la Figura No. 2.14, "las dos plantas son perfectamente simétricas respecto a dos ejes. Si las alas son muy cortas, como en la de la izquierda, la configuración se aproximará a la excelente y simple forma simétrica de un cuadrado. Si las alas son muy largas, las esquinas interiores producirán concentraciones de esfuerzo y torsión". (5)

FIGURA No. 2.11:
SIMETRIA EN PLANTA.

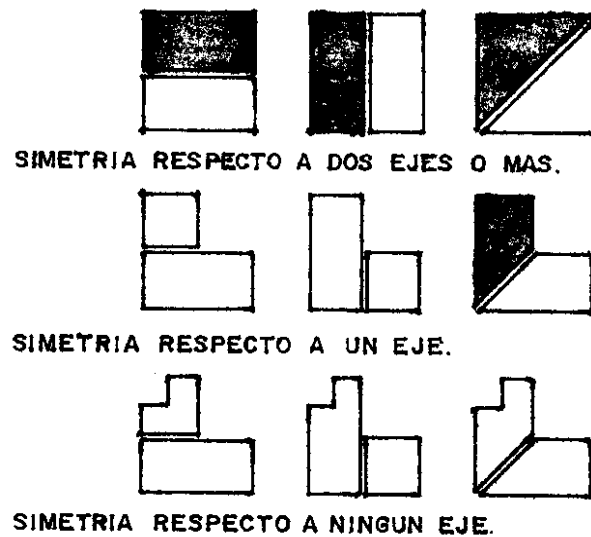


FIGURA No. 2.12:
SIMETRIA EN ELEVACION.

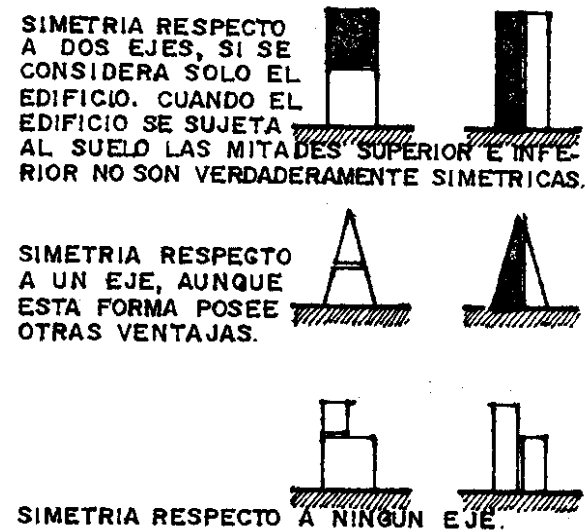


FIGURA No. 2.13:
RIGIDEZES O MASAS EXCENTRICAS.

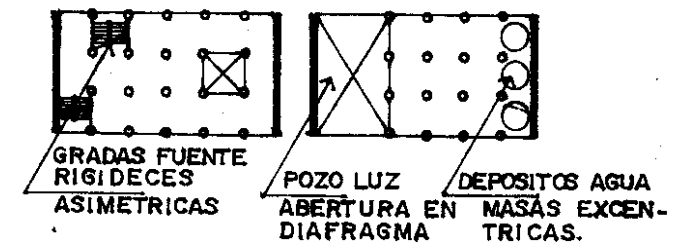
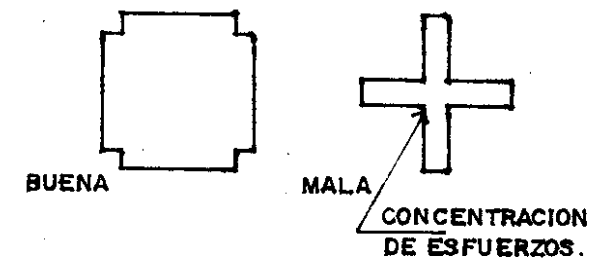


FIGURA No. 2.14:
LA SIMETRIA NO ES SUFICIENTE.



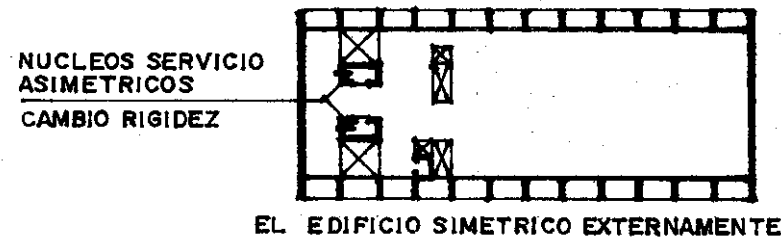
(5) IBID (pp71, 72)

CAPITULO II :

Los estudios sobre el comportamiento, de edificios simétricos, sometidos a efectos sísmicos indican que cuando hay variaciones muy pequeñas de simetría, en el diseño de núcleos de servicio, particularmente cuando se componen de muros de corte, se generan excentricidades entre el centro de masa y rigidez causando concentración de esfuerzos en los elementos rígidos y posiblemente torsión. Esta condición se define como "falsa simetría", que enfatiza que la simetría debe involucrar, las distribuciones internas de elementos resistentes y no estructurales y no simplemente la geometría exterior. (Figura No. 2.15) Este tema se describe con mayor detenimiento en el Capítulo III.

Luego de analizar las anteriores condiciones podemos concluir que, las formas simétricas son preferibles a las asimétricas, puesto que permiten analizar y predecir mejor su comportamiento. Estas formas tratan de eliminar la ~~incoincidencia~~ del centro de masa y rigidez, para evitar la torsión. Sin embargo, la simetría debe verse desde una perspectiva más crítica, introduciéndose en la distribución de los elementos estructurales, tratando que no sean fuente de rigideces o concentración de carga. De esta manera la simetría debe verse en las formas externas e internas, tratando de combinarla con la sencillez.

FIGURA No. 2.15 :
FALSA SIMETRÍA.

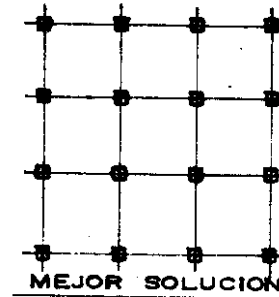
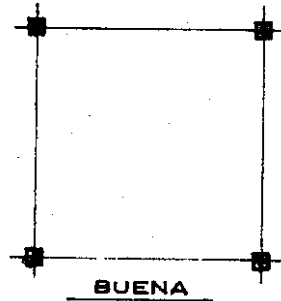


11.6 Distribución y Concentración:

La distribución y concentración, se refiere a como se localizan los elementos (columnas o muros) dentro de una configuración y las dimensiones entre estos; la regularidad en la distribución y el número de juntas viga-columna nos indican cuantos elementos compartirán la carga y la medida de resistencia necesaria que dichos elementos, proporcionen a la estructura, al verse afectados por movimientos sísmicos. En la Figura No. 2.16, se muestran dos plantas, simétricas y sin esquinas internas, así como en tamaño; la planta de la derecha (con materiales, detalles y calidad de construcción equivalentes) es superior como diseño sísmico, por su forma intrínseca; ya que posee más columnas y juntas viga-columna que comparten la carga, así también las columnas están distribuidas regularmente y las distancias ó claros entre vigas son más cortas. Cuando en una configuración hay muchos elementos resistentes y uno empieza a fallar, habrán otros que le den la resistencia necesaria, al contrario una configuración con pocos elementos resistentes, concentrará fuerzas sísmicas, acumulándolas en un número decreciente de elementos lo que representa una obvia desventaja.

CAPITULO II :

FIGURA No. 2.16
DISTRIBUCION DE CARGAS.
DISTRIBUCION DE ELEMENTOS
RESISTENTES A CARGAS LATE-
RALES DENTRO DE UNA ES-
TRUCTURA.



MAS RUTAS ALTERNATIVAS DE CARGA

11.7 Densidad de la estructura en planta:

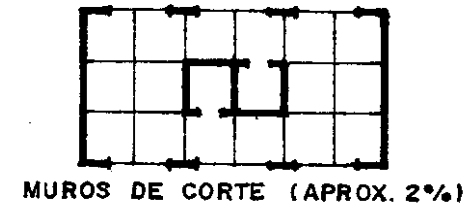
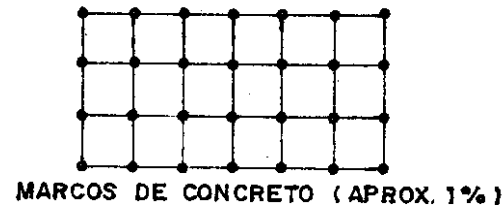
Este concepto se refiere a la relación existente entre el área total que ocupan los elementos resistentes verticales (columnas, muros, contravientos) y el área bruta del piso del edificio. Cuando se presentan vibraciones de los edificios, debido a movimientos de suelo, las fuerzas sísmicas son mayores generalmente a nivel de suelo, por lo que se requiere que la planta inferior sea muy fuerte, debido a que tiene que soportar su propia carga lateral además de las fuerzas cortantes de los pisos superiores. En la actualidad, este mismo nivel inferior se ha tratado de poner la condición que posea poco material, generando ambientes amplios, en contraposición de edificaciones antiguas que generaban niveles inferiores muy densos (por ejemplo: las construcciones de origen Colonial de Antigua Guatemala); como se ve más adelante esta característica tenía de forma implícita algunas ventajas.

La densidad de la estructura en planta a nivel del terreno es una medida que define la relación entre el área total de los elementos resistentes verticales (columnas, muros, contravientos) dividida entre el área bruta del piso. En la actualidad, el porcentaje de la densidad de la estructura en planta se ha reducido a valores mínimos, por ejemplo: para un edificio, con marcos de concreto o acero resistentes a momento, de 10 a 20 pisos, las columnas ocuparán el 1% o menos del área de su planta; para los edificios que se use una combinación de marcos-muros de corte, la densidad de su estructura en planta a nivel del terreno alcanzará aproximadamente el 2%. Si un edificio, de múltiples pisos, soportado únicamente por muros de corte posible mente su densidad será solamente del 3%. (Figura No. 2.17)

Existen también, ejemplos de configuraciones de edificios que, en muchas ocasiones se presentan y que poseen características que disminuyen la eficiencia de su comportamiento dinámico, entre estos se pueden mencionar: los edificios de apartamentos y hoteles celulares, con gran cantidad de paredes, sobre garages abiertos con columnas muy distanciadas, edificios piramidales invertidos o de escalonamientos invertidos; así también los cajones en voladizo o sobre pilares o columnas. El mayor problema respecto a su comportamiento dinámico es, el hecho de que se genera un cambio abrupto de rigidez; concentrando elementos más rígidos en la parte superior, en oposición de los elementos de su base.

CAPITULO II :

FIGURA No. 2.17.
DENSIDAD DE LA ESTRUCTURA EN PLANTA.



En épocas anteriores, se desarrollaron edificios que poseían una alta densidad en la estructura de planta a nivel del suelo, en contraposición a los actuales, entre los que pueden mencionar: el templo de Khons, en Egipto o el Tal Mahal, con el 50%; la Catedral de San Pedro con una relación de cerca del 25%; para los edificios como Santa Sofía, el Partenón y el Panteón, el 20%; y para la Catedral de Chartres, el 15% aproximadamente.

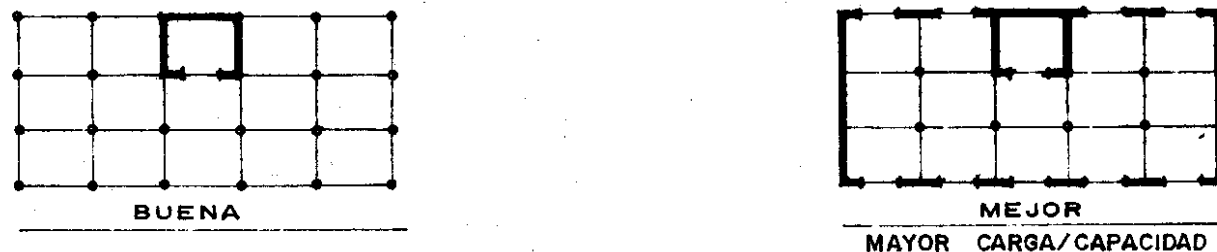
En trabajos de rehabilitación sísmica realizados, en edificios como los mencionados anteriormente, sorprendentemente se ha encontrado que la condición principal que dá a estos edificios antiguos, determinado grado de resistencia sísmica comúnmente es su configuración. Esto se debe a que, en ellos existe una gran cantidad de material a nivel del terreno, distribuido por rutas regulares y directas; esta razón permite que, las fuerzas que se generen por movimientos sísmicos, sigan trayectorias directas, y no indirectas más cortas y destructivas. Con frecuencia, el desarrollo de "configuraciones sencillas y estructuralmente lógicas también explican por qué los edificios que "debería" haber colapsado en terremotos, han permanecido en pie". (5)

Finalmente, la densidad de la estructura en planta, es una sencilla relación entre la longitud del muro y el área de piso, que puede convertirse en una herramienta de diseño muy útil; ya que si se logra afinar la variedad de tipos, distribuciones, zonas sísmicas y otros factores de construcción, resultará muy prometedora. Además la relación longitud del muro/área de piso, como la distribución de los muros (simétrica o no), los materiales, detalles, conexiones, dimensiones absolutas y características del diafragma, pueden definir de forma rápida, los distintos factores de carga capacidad, entre dos edificios, que llenen los requisitos de diseño sísmico. (Figura No. 2.18)

(5) IBID (pp. 75, 76, 77, 78)

CAPITULO II :

FIGURA No. 2.18 :
LA RELACION ENTRE LONGITUD DEL MURO Y EL AREA DE PISO REVELA RAPIDAMENTE LOS FACTORES DE CARGA / CAPACIDAD DE LOS EDIFICIOS.



11.8 Esquinas:

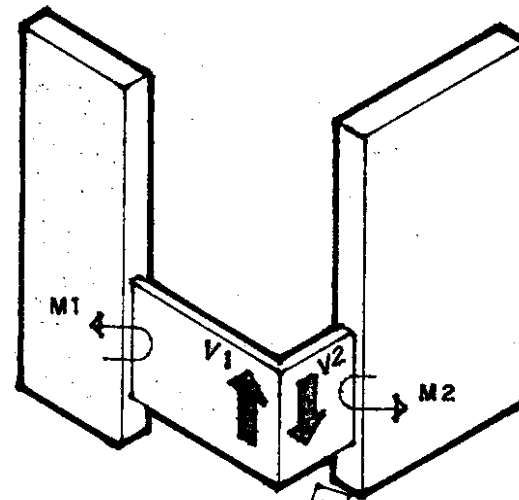
Generalmente, los edificios generan dos formas básicas de esquinas, las exteriores y las interiores. Las esquinas exteriores, a menudo presentan problemas de ortogonalidad, puesto que si un movimiento del suelo se presenta, en forma diagonal, esta, puede provocar menores esfuerzos en el resto de la estructura, pero puede causar esfuerzos mayores en las esquinas. En comparación de un movimiento que se presenta en dirección de los ejes principales, como se menciona en el principio del Capítulo. En el mismo sentido, el ejemplo de la Figura No. 2.19, representa una esquina exterior débil, ya que la ausencia de muros sólidos en la intersección, acentuó las deflexiones de, dos muros que interactuaron incompatiblemente en un plano perpendicular, por medio de un elemento de menor rigidez.

Las esquinas interiores o entrantes, usualmente son generadas dentro de configuraciones de edificios que necesitan altos porcentajes de iluminación y ventilación natural en habitaciones en el perímetro que deben distribuirse de manera compacta. Comúnmente, este tipo de edificios, asumen configuraciones de L, T, U, I o + (cruz) o bien una combinación de estas formas.

El uso de estas configuraciones es tan frecuente que, muchas veces no se piensa que, representen grandes problemas en el diseño y comportamiento sísmico. Este tipo de configuraciones, presenta dos problemas: El primero es que debido a la forma del edificio, al verse afectado por movimientos sísmicos, será más rígido en un sentido que en otro dependiendo de la dirección en que se ve afectado; esto produce variaciones de rigidez, generando movimientos diferenciales entre las diversas partes del edificio, provocando una concentración local de esfuerzos en la esquina entrante, ya sea este simétrico o no. El segundo problema afecta primordialmente a configuraciones asimétricas con esquinas entrantes (como: L, T, U) puesto que el centro de masa y el centro de rigidez no coinciden geoméricamente, cuando un movimiento sísmico afecte al edificio, en cualquier dirección, esto provocará inevitablemente torsión.

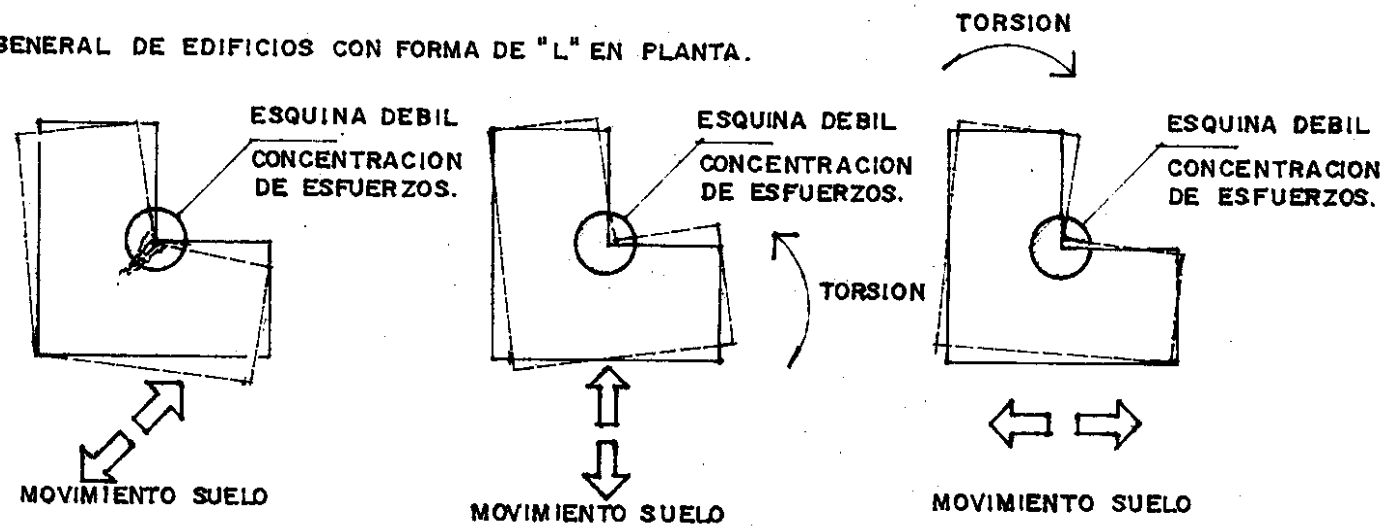
CAPITULO II :

FIGURA N. 2.19 :
MOVIMIENTO DIFERENCIAL
EN "ESQUINA DEBIL".



MOVIMIENTO DIFERENCIAL
LA DISCONTINUIDAD Y CAMBIO ABRUPTO DE RIGIDEZ
GENERAN LA ESQUINA DEBIL.

FIGURA N. 2.20 :
COMPORTAMIENTO GENERAL DE EDIFICIOS CON FORMA DE "L" EN PLANTA.



CAPITULO II :

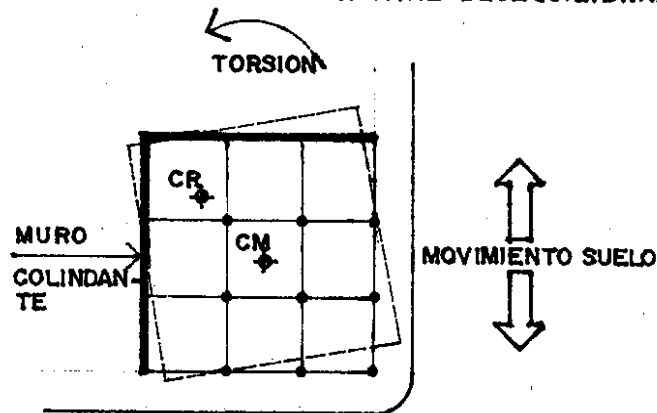
II.9 Resistencia Perimetral:

En la Figura No. 2.21, se presenta una configuración, comúnmente generada por la localización y colindancias en zonas urbanas, el diseño del perímetro influye grandemente en su comportamiento ante efectos sísmicos. Si el edificio, de los lados colindantes se bloquea con muros y los lados hacia la calle se conforma con columnas, se genera una amplia variación de resistencia y rigidez alrededor del perímetro, debido a esto el centro de masa y el centro de rigidez no coinciden; las fuerzas que desarrollan los movimientos sísmicos tenderán a causar rotación del edificio, a través del centro de rigidez, produciendo torsión.

Se debe prestar especial atención al diseño del perímetro de los edificios, puesto que es en este, donde se pueden definir elementos que, de manera inadvertida desarrollen fuentes de rigidez provocando torsión. En este mismo aspecto hay que recalcar que los edificios que empleen muros de relleno, se les preste mucha atención, ya que debe definirse su participación como elementos estructurales ó no estructurales, así como su localización y anclajes. Además se recomienda que los edificios altos posean marcos resistentes a momento simétricos sin que se consideren los muros y que tengan gran resistencia lateral, en los elementos estructurales perimetrales, como sea posible.

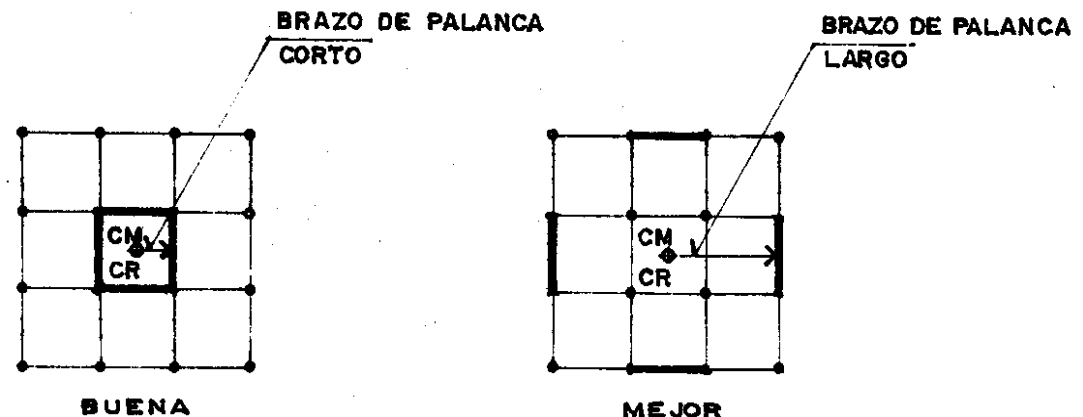
La comparación mostrada, entre las configuraciones de la Figura No. 2.22, demuestra que, con similar simetría e igual cantidad de muros de corte, la planta de la derecha presenta un diseño más eficiente en su comportamiento dinámico, puesto que los muros de corte, localizados en el perímetro generan un brazo de palanca mayor para resistir movimientos de volteo y de torsión, asimismo, permiten un ahorro significativo en el número de columnas.

FIGURA No. 2.21
RESISTENCIA HORIZONTAL DESEQUILIBRADA.



RESISTENCIA HORIZONTAL DESEQUILIBRADA
GENERADA POR LA ALTA RIGIDEZ DE LOS MUROS
EN COMPARACION DE LA FLEXIBILIDAD DE LAS
COLUMNAS LO QUE PRODUCE TORSION.

FIGURA No. 2.22
LOCALIZACION DE MUROS DE CORTE PARA RESISTIR
LOS MOVIMIENTOS DE VOLTEO Y TORSION.



LA LOCALIZACION EFICIENTE DE LOS
MUROS DE CORTE, PERMITE UN AHORRO
SIGNIFICATIVO DE COLUMNAS Y GENERA
UN BRAZO DE PALANCA MAS LARGO DE-
SARROLLANDO UNA ESTRUCTURA MAS
RESISTENTE.

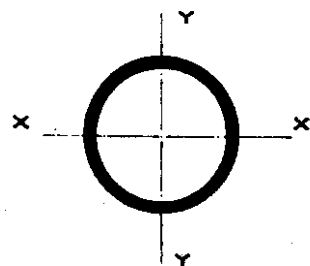
CAPITULO II :

Se ha podido establecer que, en un edificio simétrico, donde el centro de masa y el centro de rigidez coincidan, cuanto más alejados del centro se localicen los muros, generará mayor brazo de palanca respecto, al centro de rigidez al que actúa, desarrollando a la vez, un mayor momento resistente a los efectos de torsión. Debido a esto se puede decir que, la configuración más eficiente para resistir los movimientos sísmicos, es la circular; puesto que tiene la capacidad resistente en todas direcciones, siempre que posea elementos resistentes alrededor de su perímetro.

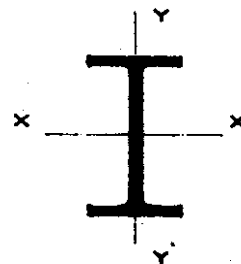
Las configuraciones circulares no constituyen una solución ideal arquitectónica, ya que limitan a esta, a determinada forma que, muchas veces no complementa la función requerida dentro del diseño arquitectónico. Debe tenerse presente que, se pueden generar otro tipo de configuraciones, con una eficiencia adecuada ante los efectos sísmicos.

Durante años, se han estudiado las fuerzas sísmicas, sin embargo no se ha logrado establecer la dirección y magnitud de estas; debido a esto se puede ejemplificar que, la forma circular es más eficiente en este caso, puesto que tiene capacidad resistente a su alrededor. Esto se puede ver en la comparación de dos perfiles un tubo circular y un perfil I; se puede observar que, la inercia en el tubo es igual en todas direcciones (eje x ó eje y). Pero cuando se conoce la dirección en que afectarán las fuerzas (fuerzas verticales en elementos horizontales ó bien cuando se define una configuración que posee ejes principales donde se localicen los elementos resistentes) entonces, se pueden analizar las direcciones principales, en los que pueden afectar las fuerzas mismas y poder disponer eficientemente de determinada forma. La comparación del tubo y del perfil I, también nos dá una clara visión, puesto si se analiza el eje x, en el perfil I se observa que es $1\frac{1}{2}$ veces más rígido que el tubo, aunque en el eje y, tenga desventaja. El punto importante es que, se pueden establecer diversas formas con comportamiento eficiente bajo efectos sísmicos, sin limitarse a la forma circular. Además es conveniente que, los edificios posean miembros resistentes en el perímetro, para resistir las fuerzas de torsión. (Figura No. 2.24)

FIGURA No. 2.24 :
EL PERFIL DEL PATIN ANCHO ES $1\frac{1}{2}$ VECES MAS RIGIDO A LO LARGO DEL EJE X-X ; SIN EMBARGO EL TUBO ES 5 VECES MAS RIGIDO A LO LARGO DEL EJE Y-Y, Y MUCHO MAS FUERTE A LA TORSION.



TS 12 OD x 375
 $I_{x-x} = 279 \text{ pulg.}^4$
 $I_{y-y} = 279 \text{ pulg.}^4$



WF 12 x 50
 $I_{x-x} = 395 \text{ pulg.}^4$
 $I_{y-y} = 56 \text{ pulg.}^4$

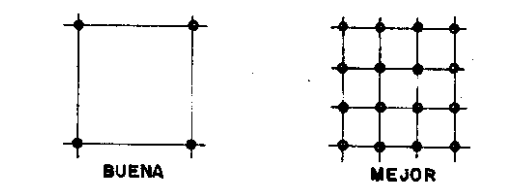
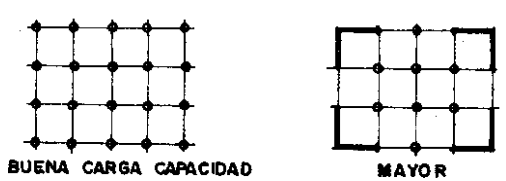
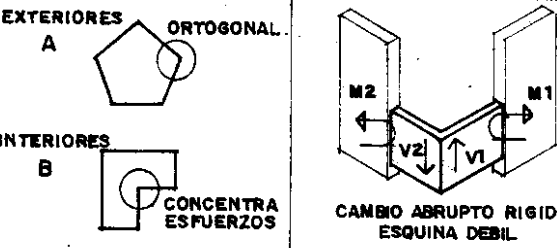
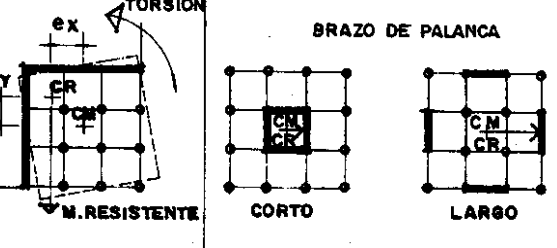
CAPITULO II :

CONCLUSIONES RESUMEN

CONCLUSIONES RESUMEN	GRAFICACION	PROBLEMAS ESTRUCTURALES	SOLUCIONES
<p>Escala: Relación de tamaño del edificio en general, en forma absoluta y comparado con otro.</p>		<p>Aumento escala del edificio</p> <p>Aumento de esfuerzos Amplificación dinámica Forma determinante en comportamiento.</p>	<p>(No) Se pueden comparar los tratados configurativos de edificios de distinta escala.</p> <p>El aumento de escala en edificio debe tratarse cuidadosamente que se amplifica su comportamiento dinámico</p>
<p>Altura: Relación de tamaño del edificio en elevación, aumento en dimensiones de altura de este, en forma absoluta.</p>		<p>Aumento altura edificio</p> <p>Aumento de esfuerzos: Inercia/masa Volteo Periodo y vibración</p>	<p>Revisar aumento altura del edificio en relación a sus proporciones Proporción,</p> <p>(Si) Utilizar elementos no estructurales de peso ligero.</p> <p>(Si) Mantener centro más bajo. (Ver calón. vertical. Cap. III)</p>
<p>Tamaño Horizontal: Relación de tamaño del edificio en planta. Dimensiones en forma absoluta.</p>		<p>Aumento tamaño horizontal edificio</p> <p>Aumento de esfuerzos por desplazamiento lateral Volteo Esfuerzos aditivos en el diafragma.</p>	<p>Revisar aumento de dimensiones planta del edificio, y la relación en sus proporciones (Ver proporción)</p> <p>(Si) Dividir edificio de dimensiones extremas en formas más moderadas y sencillas</p> <p>(Si) Utilizar juntas sísmicas</p>
<p>Proporción: Relación de tamaños del edificio, en forma relativa. Elevación: Relación esbeltez (Altura/ancho) Planta: Relación aspecto (largo/ancho)</p>		<p>Aumento relación esbeltez Edificio o elem. estruc.</p> <p>Aumento esfuerzos Inercia Volteo Periodo y vibración</p> <p>Aumento relación aspecto Edificio o Elem. estruc.</p> <p>Aumento esfuerzos Desplazamiento lateral, Volteo Esfuerzos aditivos en el diafragma.</p>	<p>(Si) Revisar proporciones: altura/ancho = entre 1 a 4 = 0 largo/ancho = 0</p> <p>(Si) Utilizar elementos no estructurales de peso ligero</p> <p>(Si) Mantener centro masa bajo</p> <p>(Si) Divide el edificio, en formas moderadas y sencillas</p> <p>(Si) Utilizar juntas sísmicas</p>
<p>Simetría: Propiedad geométrica que genera igualdad a través del análisis de determinado eje. Simetría estructural, coincidencia del centro de masa y el rigidez.</p>		<p>Simetría planta Mayor significación dinámica</p> <p>Geometría En 1 ó 2 ejes Combinar con sencillez estructural Coincidir centro masa y centro rigidez Localización elementos rígidos, masas o aberturas en diafragmas. Geometría solo en eje Combinación con sencillez estructural Mantener centro masa bajo</p> <p>Simetría elevación menor significación dinámica</p>	<p>(Si) Simetría en planta, en 2 ejes</p> <p>(Si) Combinar sencillez y simetría</p> <p>(Si) Simetría estructural coincidencia centro masa y centro rigidez</p> <p>(Si) simetría elevación en 1 eje</p> <p>(Si) combinar sencillez y simetría</p> <p>(Si) generar con configuraciones que tengan esquinas y mantener centro masa bajo por ejemplo: la pirámide.</p>

CAPITULO II:

CONCLUSIONES RESUMEN

	GRAFICACION	PROBLEMAS ESTRUCTURALES	SOLUCIONES:
<p>Disstrribución y concen-tración:</p> <p>Localización de elemen-tos resistentes en planta, muestran la distribu-ción o concentración de carga, respecto a los elementos resistentes.</p>		<p>-Pocos elementos re-sistentes en planta</p> <p>Aumento de esfuerzos Concentración cargas Disminución de car-ga / capacidad</p> <p>Pocas juntas Viga-columna</p>	<p>(Si) Aumentar elementos resistentes para distribuir las cargas</p> <p>(Si) Aumentar juntas viga-columna</p>
<p>Densidad de la estructu-ra en planta:</p> <p>Relación entre longitud de muros y área brda de piso. La densidad en la planta baja, muestra en gran medida la capacidad de carga de edificio.</p>		<p>Pocos elementos re-sistentes planta ba-ja (poca densidad)</p> <p>Aumento de esfuerzos Concentración cargas Disminución de carga/capacidad</p>	<p>(Si) Planta baja con suficiente ele-mentos resistentes</p> <p>(Si) Densidad de estructura: Marcos 1% Muros 2% Muros 3%</p> <p>(Si) Aumentar carga/capacidad</p>
<p>Esquinas:</p> <p>Características de la con-figuración del edificio. Pueden ser: externas o internas</p> <p>Delimitan la forma del edificio.</p>		<p>Esquinas externas</p> <p>Esquinas internas</p> <p>Ortogonalidad Cambio abrupto rigi-dez Esquina débil.</p> <p>Concentración esfuer-zos: Esquina débil Movimientos diferen-ciales Cambio de rigidez Formas asimétricas torsión.</p>	<p>Externas: A</p> <p>(Si) Ortogonalidad</p> <p>(No) Cambiar rigidez en esquina</p> <p>Internas: B</p> <p>(Si) Evitar movimientos diferencia-les. Dividir estructura (Ver esquinas Cap. III)</p> <p>(Si) Generar configuraciones simé-tricas y sencillas</p> <p>(Si) Evitar torsión por asimetría</p>
<p>Resistencia perimetral:</p> <p>Capacidad del edificio de resistir esfuerzos en su perímetro</p>		<p>Resistencia perime-tral desequilibrada</p> <p>Resistencia perime-tral concentrada</p> <p>Inconciencia del centro masa y el de rigidez torsión Aumento de esfuerzos Corte Flexo-compresión</p> <p>Rigidez concentrada brazo de palanca cor-to baja resistencia a la torsión.</p>	<p>(Si) Solución A: Separar elementos del períme-tro, rígidos de estruc. prinp.</p> <p>(No) Considerar los muros del perí-metro estructurales si no que ligeros</p> <p>Solución B:</p> <p>(Si) Distribuir elementos rígidos en el perímetro</p> <p>(Si) Generar mayor brazo de palanca</p>

CAPITULO

III

CAPITULO III :

Introducción:

Frecuentemente, durante el proceso de diseño arquitectónico se definen características configurativas especiales de los edificios, dentro de las que se pueden citar: primeros niveles de doble altura amplios y de grandes claros, edificios con colindancia en el perímetro; edificios colindantes muy cercanos; orientaciones este-oeste de edificios bloqueadas por muros; ductos de servicio, gradas y elevadores, utilizados como muros de corte, etc.

Estas condiciones particulares, generalmente, no se ven como factores perjudiciales para el buen comportamiento del edificio, y el arquitecto comúnmente no considera, tales condiciones, como parte prioritaria durante el proceso de diseño y poder darle un tratamiento configurativo al problema, proponiendo una posible solución a través de elementos arquitectónicos, que cumplan funciones arquitectónicas y estructurales simultáneamente.

También, se tratarán los problemas más significativos de este tipo como lo son: variaciones de resistencia y rigidez perimetral, falsa simetría (interior), discontinuidad de resistencia y rigidez, esquinas interiores, escalonamiento vertical, la colindancia.

Se describen, además, los muros de relleno o tabiques, como elementos no estructurales; las fallas que pueden presentarse en ellos debido a los efectos sísmicos y a la interacción con otros elementos, así como las formas más comunes de aislamiento.

CAPITULO III :

III.1 Variaciones de Resistencia y Rigidez perimetrales:

Anteriormente, se había tratado la resistencia perimetral del objeto arquitectónico de manera muy general, pero hay que recordar los conceptos vertidos respecto al tema, los que indican que "en el comportamiento de un edificio, ante los efectos sísmicos, influye fuertemente la naturaleza del perímetro, ya que si existe una amplia variación de resistencia y rigidez alrededor del mismo, el centro de masa no coincidirá con el centro de resistencia, y las fuerzas de torsión tenderán a causar rotación del edificio respecto al centro de resistencia. Esta condición causa mucho daño y colapso en edificios, y su efecto se muestra en la Figura 3.1". (5)

"Probablemente el efecto de torsión se puede mostrar mejor por medio de un ejemplo de las construcciones más comunes. Donde los muros laterales están sobre la colindancia, el muro trasero está sobre la colindancia o dá hacia un callejón. El muro trasero tiene aberturas mínimas, o bien está totalmente cerrado, pero por lo contrario la fachada frontal, con ventanas, hacia la calle está esencialmente abierta. Cuando los sacude un sismo, los muros trasero y laterales son muy rígidos; pero el frontal es muy flexible y el techo tiende a torcerse. Se han hecho estudios que indican que cualquier columna de la fachada frontal será sujeta a grandes esfuerzos, en gran medida por la fuerza cortante de torsión, además de las cargas y esfuerzos cortantes normales debido al desplazamiento.

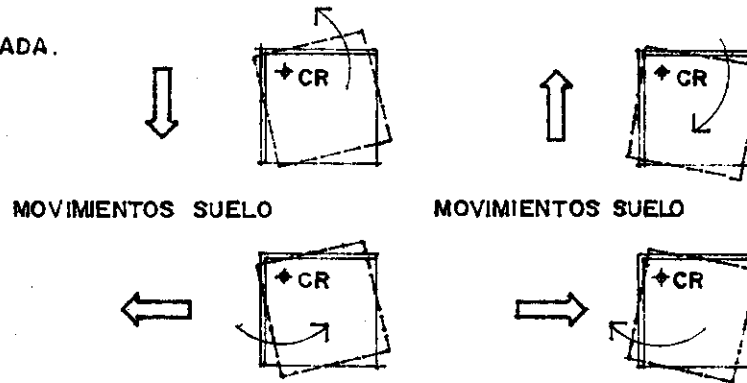
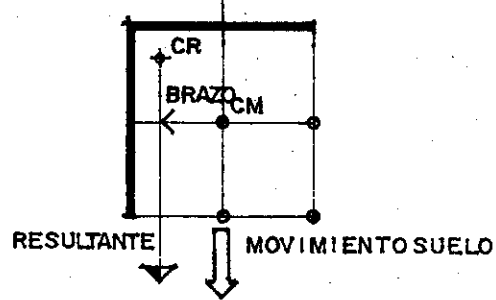
En la Figura 3.2, aparecen las plantas de 3 edificios similares, cada uno con tres muros de cortante distribuidos de tal modo que hay un extremo abierto y, por tanto, torsiones importantes sobre los edificios. Si los edificios son similares, con elementos de cortante uniformes (distribución uniforme de la rigidez) y considerando solamente las deformaciones por cortante, puede ser muy fácil probar que la deflexión torsional del extremo abierto varía con el cuadrado de la longitud del edificio. Es probable, aunque no comprobado, que los edificios con una relación L/A igual o aproximada a 1/2 o menos, tendrán escasos problemas de torsión durante un sismo, ya que los desplazamientos totales, incluyendo la torsión, serán más o menos los mismos, que los producidos por cargas simétricas del sismo en el sentido perpendicular. Con relaciones L/A mayores de 1/2, los desplazamientos torsionales aumentarán rápidamente, y seguramente habrá daño en el extremo abierto a menos que se tomen las precauciones específicas.

En la Figura 3.3, se muestra el aumento de desplazamientos causado por un incremento del claro de un voladizo lateral". (5)

(5) IBID (pp. 84 - 85)

CAPITULO III :

FIGURA No. 3.1 :
RESISTENCIA HORIZONTAL DESEQUILIBRADA.
FUERZA INERCIA



EN TODOS LOS CASOS SE PRODUCE TORSION.

FIGURA No. 3.2 :
DEFLEXION POR TORSION DEL EDIFICIO.

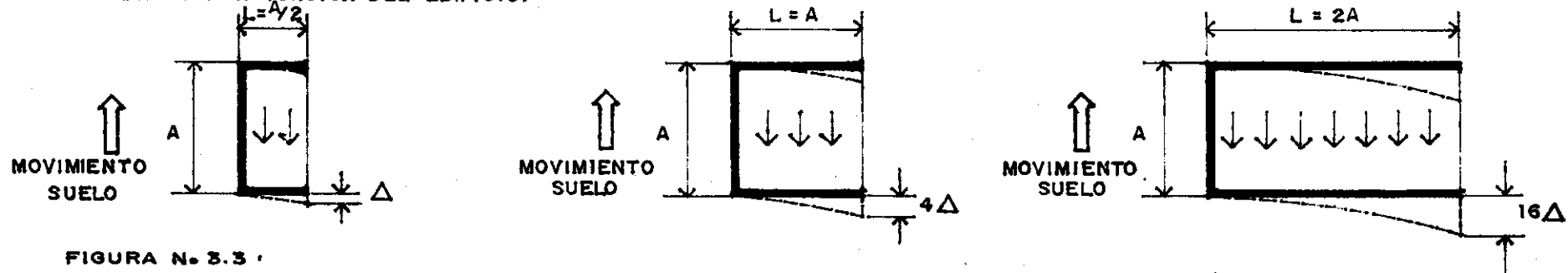
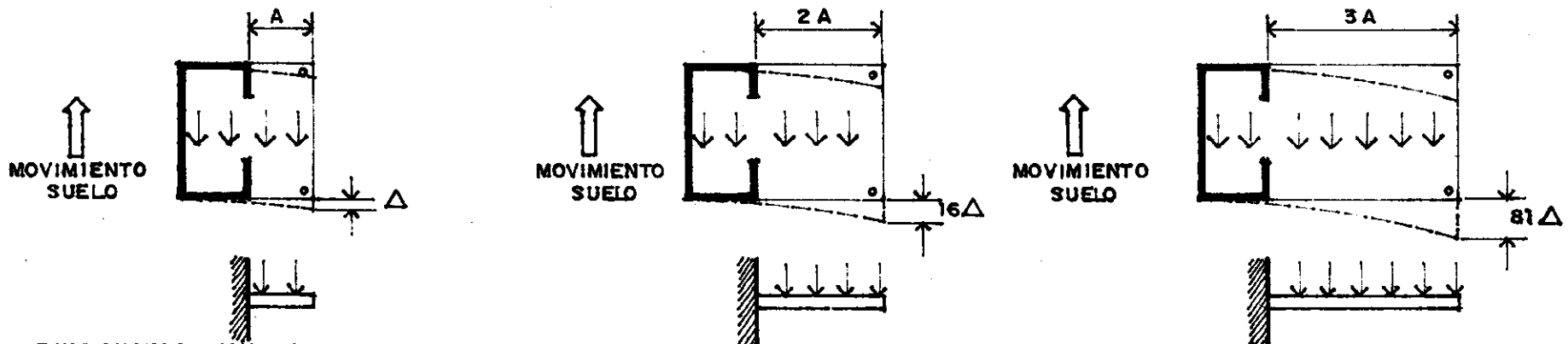


FIGURA No. 3.3 :
DEFLEXION POR TORSION DEL DIAFRAGMA.



-FUNCIONANDO COMO VOLADIZO LATERAL. LAS COLUMNAS EN EL EXTREMO LIBRE POSEEN RIGIDEZ LATERAL MINIMA.

CAPITULO III :

Soluciones:

El objetivo primordial, para el planteamiento de cualquier solución es reducir la posibilidad de torsión; esta se reduce cuando se logra generar una configuración con simetría estructural, donde el centro de masa y el centro de rigidez coincidan. Para el caso de la configuración que posee tres lados bloqueados y el frontal abierto, se pueden emplear las siguientes estrategias:

La Primera:

"Diseñar una estructura de marcos de resistencia y rigidez aproximadamente iguales para todo el perímetro. Las partes cerradas del perímetro se pueden construir con un revestimiento no estructural, diseñadas de tal modo, que no afecten el comportamiento sísmico del marco (Figura No. 3.4). Esto se puede hacer ya sea, usando un recubrimiento de peso ligero, o bien asegurando que los materiales pesados, como el concreto o mampostería, estén aislados del marco, como en la Figura No. 3.5". (5)

La Segunda:

"Consiste en aumentar la rigidez de los lados abiertos mediante la adición de muros de corte en o cerca de la parte abierta (Figura No. 3.6). Por supuesto, la solución depende de que el diseño permita esta adición". (5) Un ejemplo de tal enfoque se muestra en la Figura No. 3.7.

La Tercera:

"Es usar un marco muy fuerte, resistente a momentos o contraventeados en la fachada abierta, cuya rigidez se aproxime a la de los muros sólidos (Figura No. 3.8), la posibilidad de hacer esto dependerán del tamaño de las fachadas". (5)

La Cuarta:

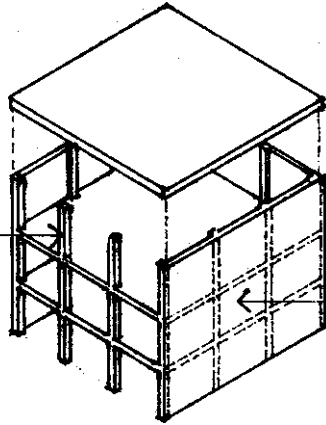
"Es aceptar la posibilidad de tener torsión y diseñar la estructura para resistirla (Figura No. 3.9) Esta solución se podrá aplicar sólo a estructuras relativamente pequeñas con diafragmas rígidos, que se puedan diseñar para actuar como una unidad". (5)

(5) IBID (pp. 90, 92)

CAPITULO III :

FIGURA No 3.4.
SOLUCION 1

ESTRUCTURA DE
MARCOS EN TODO
EL PERIMETRO



LOS MUROS SOLIDOS
DEBEN SER:
NO ESTRUCTURALES.

FIGURA No 3.6.
SOLUCION 2.

SE AGREGA MUROS
DE CORTE EN O
CERCA DE LA
CARA ABIERTA.

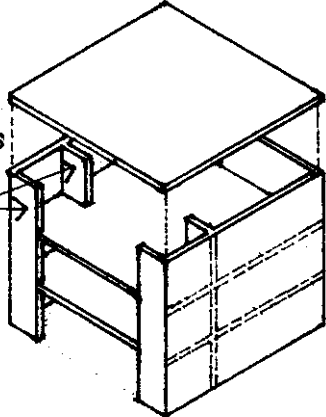


FIGURA No 3.8.
SOLUCION 3.

MARCO RESISTENTE
A MOMENTO O CON-
TRAVENTEADO RI-
GIDO Y FUERTE EN
LA CARA ABIERTA.

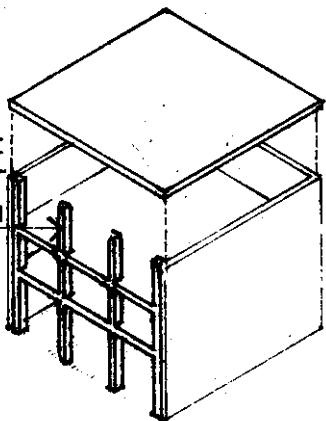
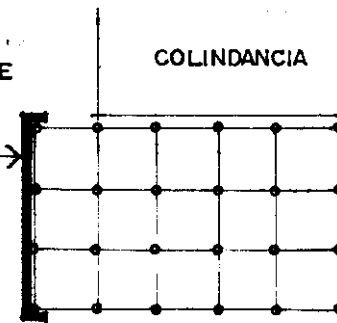


FIGURA No 3.5.
AISLAR MURO DE
MARCOS.

MURO CORTE

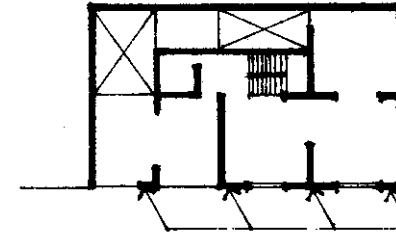
COLINDANCIA

AISLAR DE
ESTRUCTURA COLINDANTE



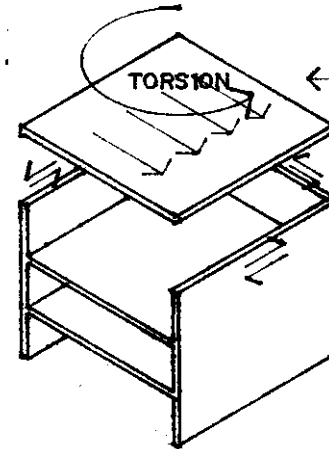
PLANTA

FIGURA No 3.7.
ADICION DE MUROS DE CORTE.



MUROS DE CORTE
EN CARA ABIERTA.

FIGURA No 3.9.
SOLUCION 4



TORSION

SE ACEPTA LA TORSION
Y SE DISEÑA EL EDIFICIO
PARA RESISTIR LAS FUER-
ZAS Y REDUCIR AL MINIMO
LA DISTORSION QUE ESTAS
CAUSEN.

CAPITULO III :

Discontinuidades de Resistencia y Rigidez:

III.2 El Piso débil:

El problema general de discontinuidad de resistencia y rigidez, se puede resumir de la siguiente forma:

"Si hay una zona débil en el trayecto de transmisión de fuerzas, o si hay un cambio brusco de rigidez, habrá una zona de peligro. Aun cuando la estructura permanezca elástica, la respuesta cambiará en forma considerable y la distribución de fuerzas en toda la altura de la estructura pueda variar substancialmente respecto a la distribución triangular supuesta. Sin embargo, esto es aún más crítico cuando la estructura se ha comenzado a deformar inelásticamente.

La absorción de la energía del sismo se distribuye en toda la estructura, ya sea de manera uniforme o conforme a algún patrón regular continuo. Si una estructura tiene una parte más flexible abajo de una parte rígida, la mayor parte de absorción de la energía se concentra en la porción flexible, y la porción rígida superior absorbe muy poco..." (5)

"El más importante del conjunto de problemas causados por discontinuidad de resistencia y rigidez es el del "piso débil". Este nombre se aplica comúnmente a los edificios cuya planta baja es más débil que las plantas superiores. Sin embargo, un piso débil en cualquier nivel crea problemas, pero como las fuerzas generalmente son mayores hacia la base del edificio, una discontinuidad de rigidez entre el primer piso y el segundo piso tiende a provocar la condición más grave (Figura 3.10).

Existe piso débil cuando hay una discontinuidad significativa de resistencia y rigidez entre la estructura vertical de un piso y el resto de la estructura. Esta discontinuidad se puede presentar debido a que un piso, por lo general el primero, es significativamente más alto que el resto, produciéndose así una disminución de rigidez.

También puede haber discontinuidad debido a un concepto de diseño muy común, en el cual no todos los elementos estructurales verticales se proyectan hacia la cimentación, sino que algunos terminan en el segundo piso para aumentar los claros de la planta baja (Figura 3.11). Esta condición crea una trayectoria de carga discontinua que produce un cambio abrupto de resistencia y rigidez en el punto de cambio". (5)

(5) IBID(pp. 122)

CAPITULO III :

FIGURA No. 3.10 :
UNA DISCONTINUIDAD DE RIGIDEZ PRODUCE UNA ZONA
O UN PISO DEBIL.

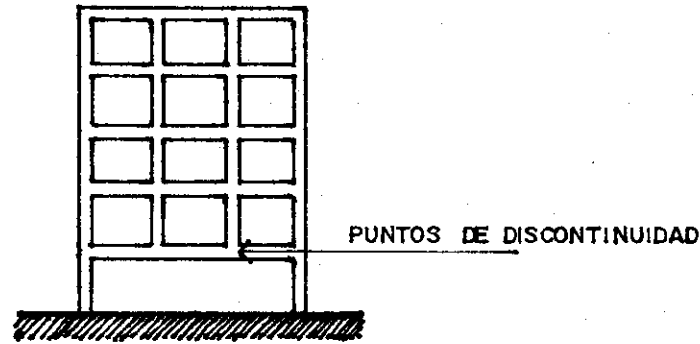
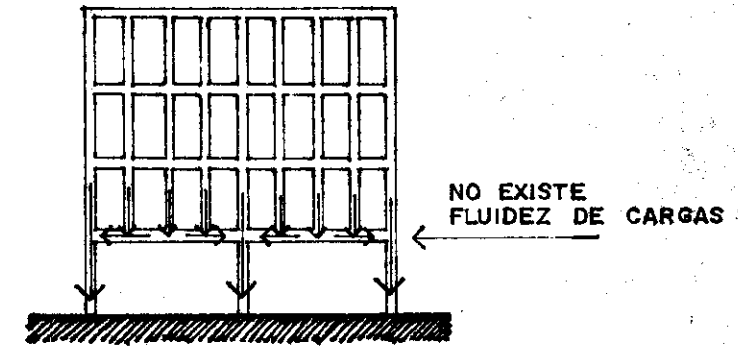


FIGURA No. 3.11 :
TRAYECTORIA DE CARGAS DISCONTINUAS.



La condición más grave de piso débil es producida por, un piso abierto que soporta muros de corte en la parte superior - (esto caso especial, se tratará más adelante).

El problema que genera el piso débil, en cualquiera de estas variaciones es que, la mayor parte de las fuerzas sísmicas y consecuentemente cualquier deformación tenderá a concentrarse en la parte más débil o en el punto donde exista discontinuidad de rigidez, puesto que no pueden distribuirse uniformemente entre todos los pisos; de manera que el piso débil experimentará esfuerzos y daños mayores.

Soluciones:

Los planteamientos que puedan proponerse para solucionar la condición de piso débil deben centrarse en eliminar esta condición o sea evitando la discontinuidad de rigidez, en determinado piso.

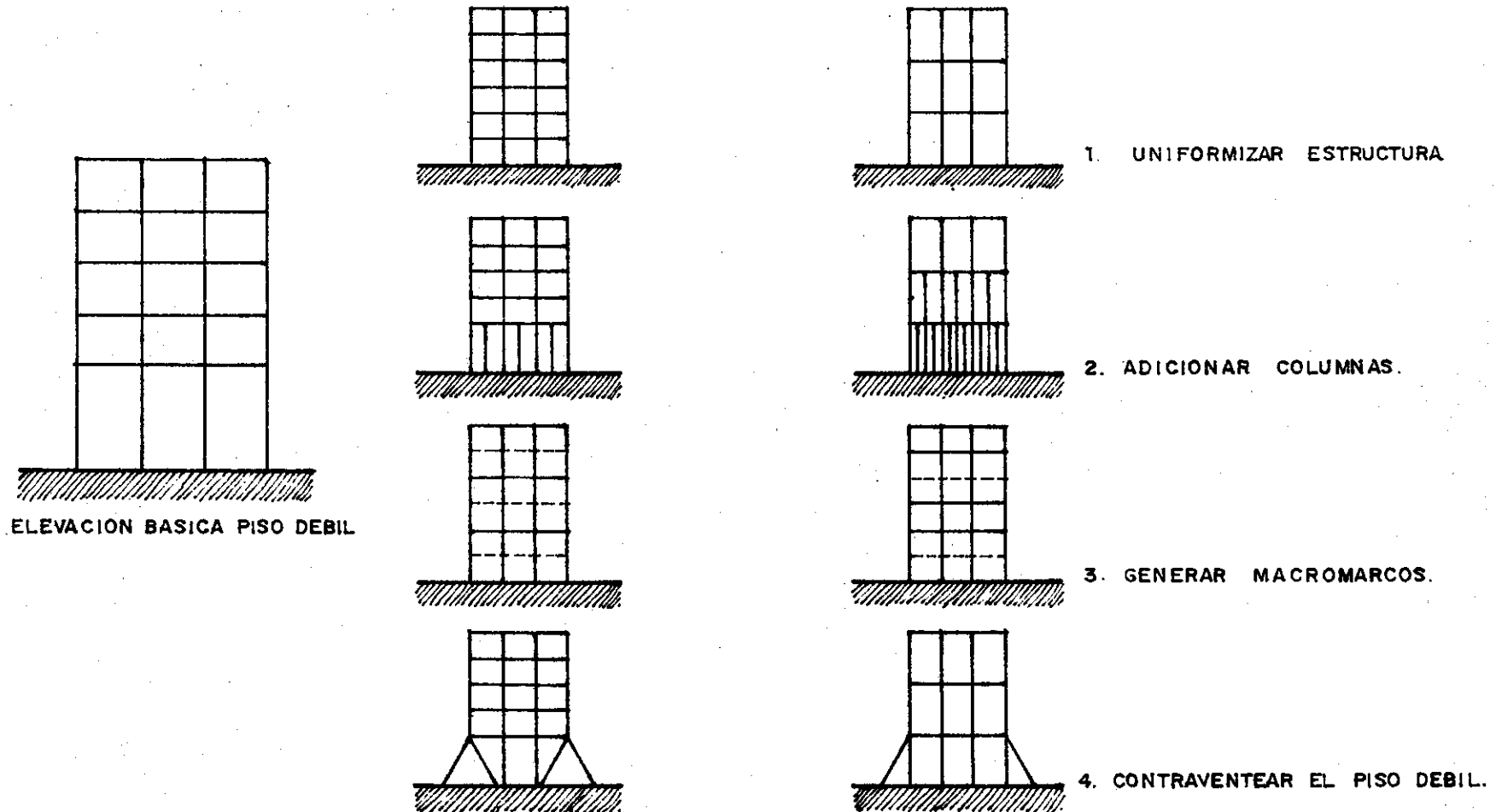
Si no es posible modificar el diseño arquitectónico, el paso siguiente es investigar de que manera se puede reducir o anular la discontinuidad de rigidez, por otros medios.

Los diagramas que se muestran en la Figura No. 3.12, requieren de un análisis profundo y de un diseño afinado, ya que tienen la finalidad de demostrar conceptos con los que pueden iniciar la investigación. La discontinuidad de rigidez, en un piso débil, se puede reducir aumentando el número de columnas o agregándole contraventeo. Otra alternativa, puede ser lograr desarrollar un marco vertical que abarque varios pisos y que en su estructura posea rigidez uniforme en toda su altura; al cual se le puedan adicionar pisos ligeros, de tal forma que el efecto que cause en las características de la estructura sean muy pocas.

CAPITULO III :

" No se deben olvidar las posibilidades de las soluciones arquitectónicas: el énfasis con la planta baja se puede obtener mediante enfoques de diseño que no requieren discontinuidad estructural (Figura 3.13)". (5)

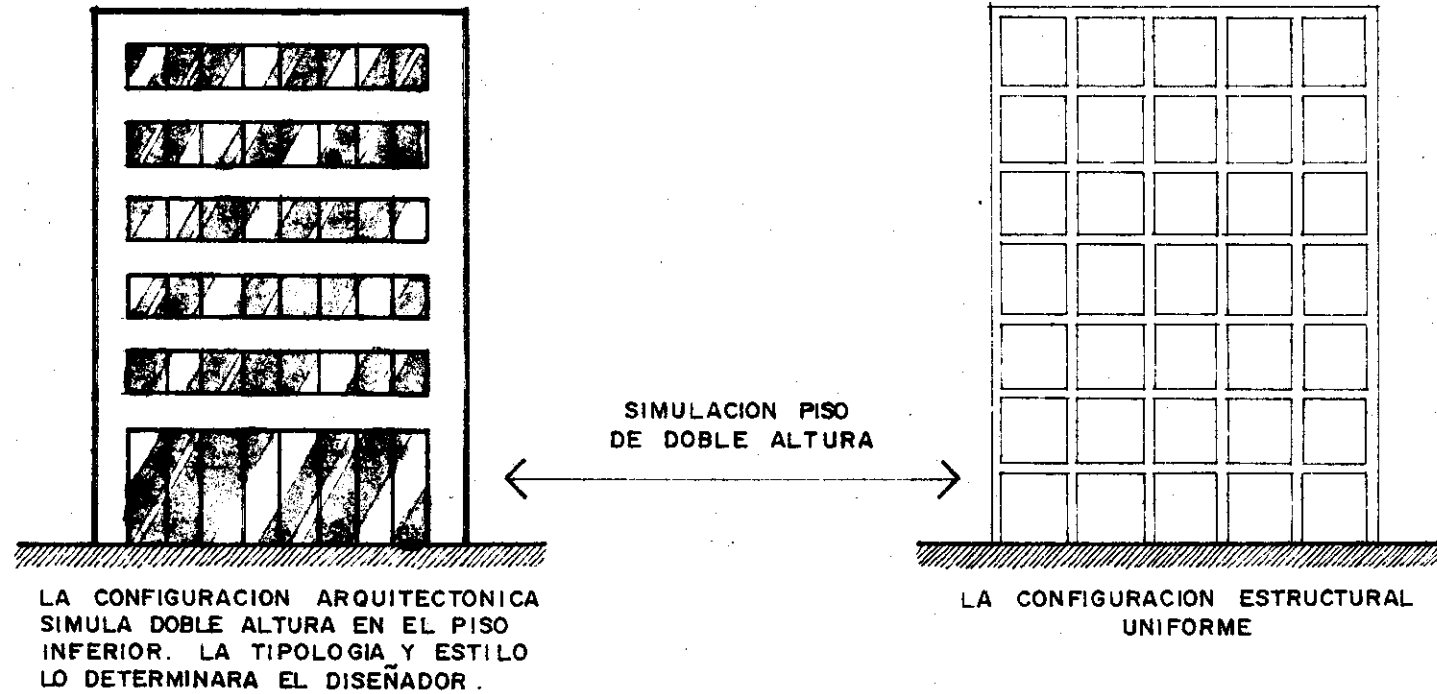
FIGURA N.º 3.12
SOLUCIONES PARA EL PISO DEBIL.



(5) IBID(pp. 127)

CAPITULO III :

FIGURA N. 3.13 :
FACHADA NO UNIFORME SOBRE UNA ESTRUCTURA UNIFORME.



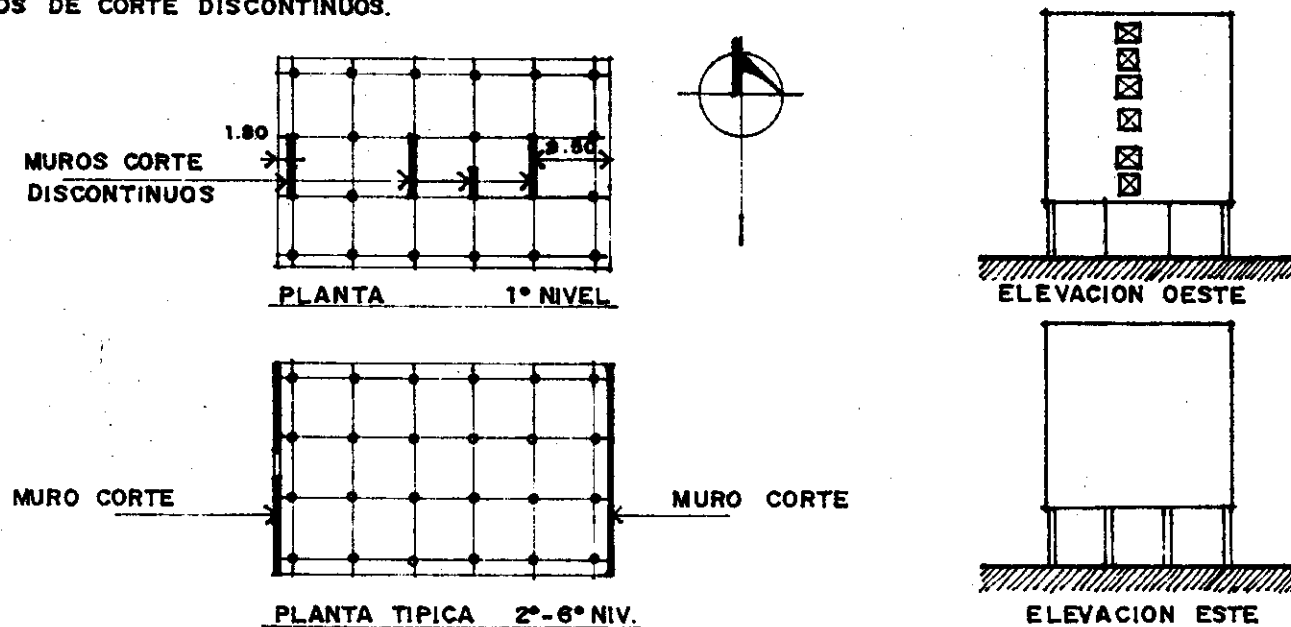
CAPITULO III :

III.3 Muros de Corte discontinuos:

"Cuando los muros de corte forman los principales elementos resistentes laterales del edificio, se puede requerir que soporten cargas muy altas. Si estos muros no coinciden en planta, de un piso al siguiente, las fuerzas producidas por estas cargas no pueden fluir directamente hacia abajo a través de los muros desde el techo a la cimentación, y la consecuente trayectoria indirecta de la carga pueden producir graves sobreesfuerzos en los puntos de discontinuidad.

Con frecuencia esta condición de discontinuidad de muros de corte, representa un caso especial, aunque común, del problema de planta baja débil. Los requisitos del programa para una planta baja abierta tiene como consecuencia la eliminación del muro de corte en ese nivel, y su reemplazo por un marco. Se debe señalar que el muro de corte discontinuo es una contradicción fundamental de diseño; el propósito de un muro de corte es coleccionar las cargas de diafragma de cada piso y transmitir las directa y eficientemente como sea posible a la cimentación. El hecho de interrumpir esta trayectoria de carga es un error fundamental, ... por lo tanto, los muros de corte discontinuos que terminan en el segundo piso representan el "peor caso" de la condición de planta baja débil, como el que se muestra en la Figura 3.14". (5)

FIGURA N. 3.14:
MUROS DE CORTE DISCONTINUOS.



(5) IBID(pp. 128 - 129)

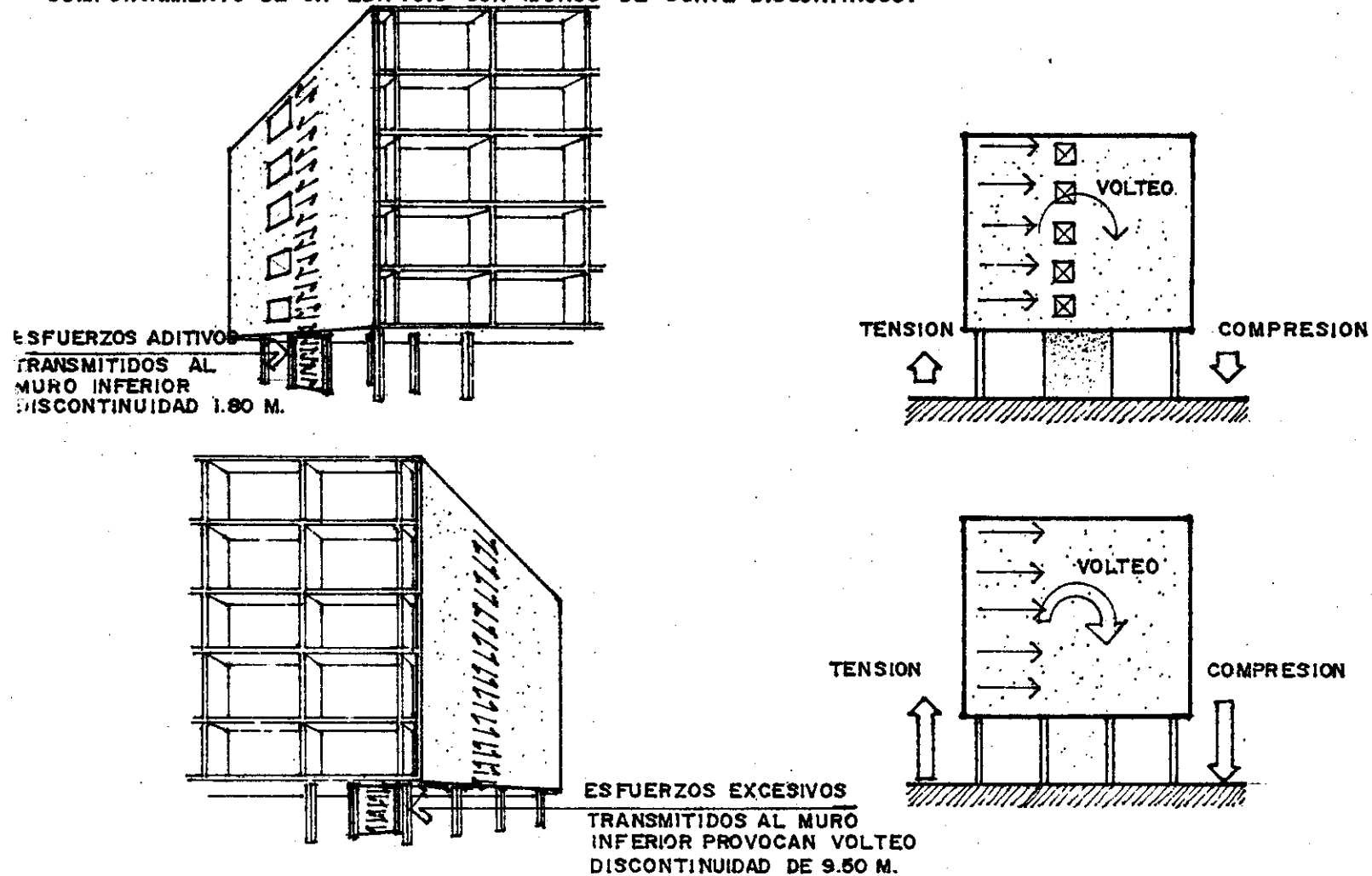
CAPITULO III :

Solución:

El problema de muro de corte discontinuo es el cambio abrupto de rigidez, por lo que se debe eliminar esta condición. De forma más clara, los muros de corte no deben ser discontinuos, ya que su función es transmitir los esfuerzos de los diafragmas hacia la cimentación de manera fluida y directa.

Si el diseño final del edificio presentará muros de corte discontinuos, significaría que la decisión de utilizarlos como elementos estructurales era inadecuada y errónea; puesto que la decisión de usarlos determina su presencia total, desde la cimentación hasta el último nivel de dicho edificio, debiendo hacer además, de profundo análisis y cuidadosa coordinación arquitectónica y de ingeniería, en su tamaño y localización.

FIGURA N.º 3.15:
COMPORTAMIENTO DE UN EDIFICIO CON MUROS DE CORTE DISCONTINUOS.



CAPITULO III :

III.4 Falsa Simetría:

Los núcleos de servicio:

"El término "falsa simetría" se usa para identificar edificios cuya configuración aparenta ser sencilla, regular y simétrica, pero que, debido a la distribución de los elementos resistentes, son estructuralmente asimétricos.

Generalmente, los muros de cortante interiores se contraponen a los requisitos de uso, flexibilidad y amplitud; los muros de corte exteriores pueden o no acoplarse a otros requisitos que debe cumplir el perímetro del edificio, y sólo es posible hacer un pequeño número de aberturas para ventanas sin evitar que el "muro de corte" se vea reducido a marco. Por lo tanto, la situación más común para los muros de corte, en un edificio de muchos pisos es el núcleo de servicio (Figura No. 3.16).

Sin embargo, la localización y el diseño detallado de este elemento voluminoso y rígido se vuelve entonces, extremadamente importante al determinar el comportamiento sísmico del edificio. En particular, la situación del núcleo en relación con la simetría, el núcleo tenderá en gran medida a incrementar la posibilidad de torsión. Así al determinar la simetría de la configuración de un edificio, se debe tomar en cuenta no sólo la forma general del edificio; también se debe investigar la localización de todos los elementos resistentes significativos". (5)

No se requiere simetría geométrica completa para asegurar simetría dinámica suficiente. En la Figura No. 3.17 se muestra el diseño de un edificio de oficinas que a primera vista, parece ser un caso importante de falsa simetría, con un gran núcleo desfasado (A). Sin embargo, un examen más de cerca muestra que los elementos resistentes longitudinales están distribuidos simétricamente con respecto al centro del edificio, y que resistirán fuerzas longitudinales sin crear torsión (B). Los muros de corte transversales están similarmente equilibrados para las fuerzas transversales (C)"(5)

Debe tenerse una clara visión, haciendo un análisis de la localización general de los elementos resistentes, tratando de lograr el equilibrio de estos, en relación a la estructura como un todo. En este mismo sentido el núcleo situado al centro o bien núcleos ubicados en el perímetro pueden reducir las deformaciones laterales de la estructura y atenuar la torsión.

Soluciones:

Debe evitarse la falsa simetría, o sea núcleos de servicios asimétricos, principalmente si están compuestos, por muros de corte. Si por determinadas funciones de diseño arquitectónico, su localización fuera asimétrica, deberán localizarse elementos de similar rigidez de forma que equilibren su resistencia; esta condición puede ser difícil de controlar debido a la naturaleza en la alternatividad de movimientos sísmicos.

Es importante mencionar que debido a su función el núcleo (elevadores, escaleras o duchas de servicio) es un elemento de circulación vertical, que define el Arquitecto y le corresponde también elegir si será o no un elemento estructural.

Se recomienda que, el núcleo no sea el único elemento resistente del edificio, ya que este debe estar compuesto por marcos resistentes a momento y poder tener alternativas de localizaciones de muros de corte, en el perímetro.

(5) IBID (92,95)

CAPITULO III :

FIGURA N.º 3.16:
FALSA SIMETRIA (NUCLEOS ASIMETRICOS).

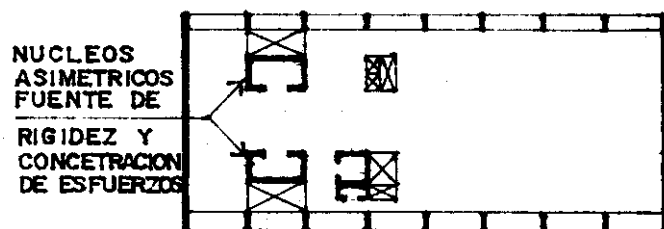
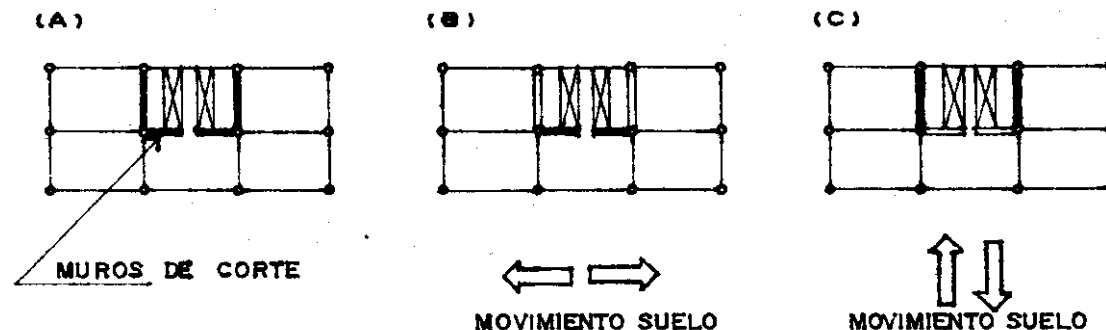


FIGURA N.º 3.17:
SIMETRIA DINAMICA.



III.5 Edificios con esquinas interiores:

Como se menciona anteriormente, en el Capítulo II, las esquinas interiores o entrantes en un edificio causan problemas especiales. Las esquinas entrantes son características especiales de edificios de configuración, que en planta generan formas de: L, T, U, H o + (cruz)ó, una combinación de estas.

Generalmente, este tipo de formas se utilizan en el diseño arquitectónico, para generar ambientes con alto porcentaje de iluminación y ventilación, de forma compacta, ya que las circulaciones son lineales, pero desarrollan pasillos.

"Estas formas plantean dos problemas. El primero es que tienden a producir variaciones de rigidez y, por tanto, movimientos diferenciales entre diversas partes del edificio, provocando una concentración local de esfuerzos en la esquina entrante.

Considere el edificio en forma de L, que se muestra en la Figura 3.18, si se presenta un movimiento del suelo en énfasis en la dirección norte-sur el ala orientada norte-sur, tenderá probablemente, por razones puramente geométricas, a ser más rígida que el ala situada este-oeste. Si el ala norte-sur fuera un edificio separado, tenderá a flexionarse menos que el ala este-oeste; pero las dos alas están unidas entre sí y tratan de moverse en forma diferente en su unión, tirándose y empujándose una a la otra (Figura 3.19). Hay que recordar también, que las fuerzas serán dinámicas y habrá movimiento de lado a otro que causará mayor daño. Para movimientos a lo largo del otro eje, las alas funcionan al revés, pero permanece el problema del movimiento diferencial".(5)

(5) IBID(pp. 98 - 99)

CAPITULO III :

FIGURA No. 3.18 :
FUERZAS EN UN EDIFICIO, EN FORMA DE "L".

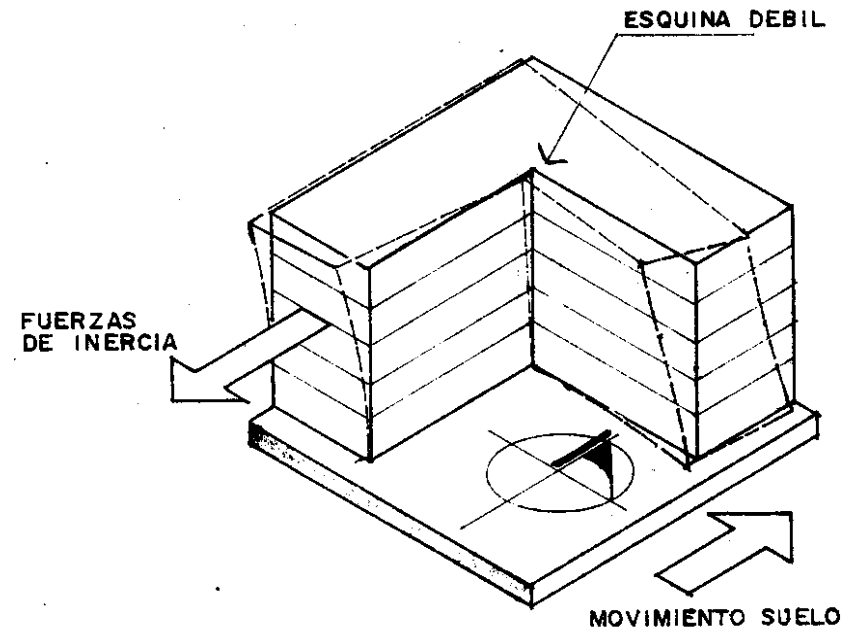
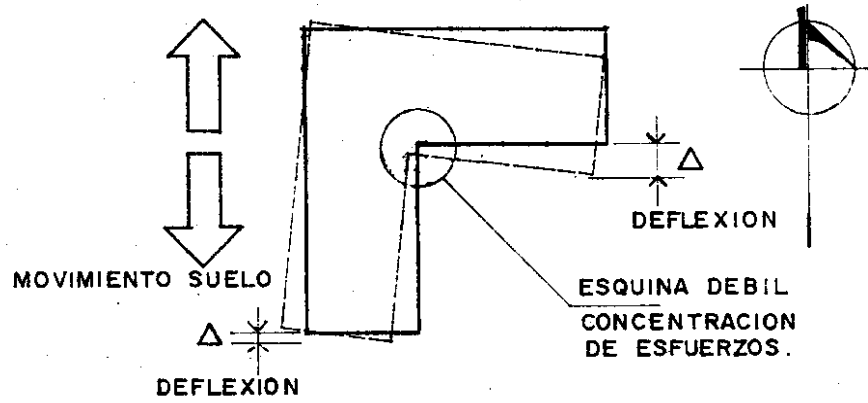
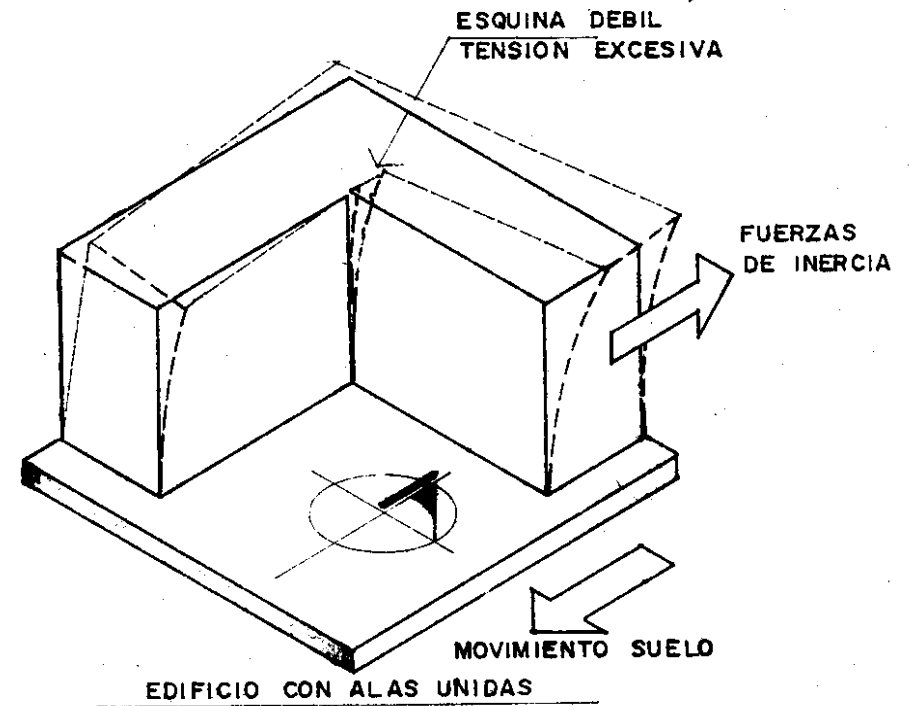
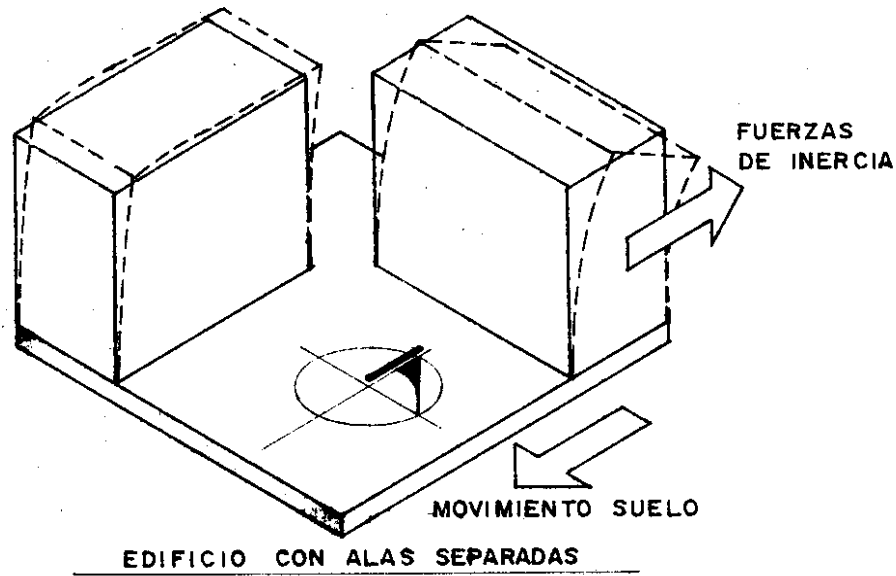


FIGURA No. 3.19 :
DEFORMACION Y COMPORTAMIENTO DE EDIFICIO, EN FORMA DE "L".



CAPITULO III :

"El segundo problema de este tipo de forma es la torsión. Esta se produce porque el centro de masa y el centro de rigidez, en formas asimétricas no coinciden geoméricamente, para todas las posibles direcciones del sismo. Esto provoca rotación, que tenderá a distorsionar la forma, de maneras cuya naturaleza y magnitud dependerán de la naturaleza y dirección del movimiento de tierra y causarán fuerzas muy difíciles de predecir y analizar.

La concentración de esfuerzos en el mismo cambio de sección y los efectos de torsión están interrelacionados, la magnitud de las fuerzas de gravedad en los problemas dependerán de:

1. La masa del edificio
2. Los sistemas estructurales
3. La longitud de las alas y su relación de aspecto (largo/ancho).
4. La altura de las alas y su relación de esbeltez (altura/ancho).

Además, es común que las alas de los edificios con esquinas interiores tengan diferentes alturas, de tal modo que la discontinuidad vertical de un escalonamiento en elevación se combina con la discontinuidad horizontal de la esquina entrante en planta, planteando un problema aún más grave". (5)

La planta con esquina interior ilustra bien los peligros de transferir el comportamiento estructural de una escala a otra. No hay comparación entre un perfil de acero H, que sólo es un cuadrado de 30 cm. por lado, y un edificio con alas de 30 metros o más, conectadas por losas de piso ocasionalmente. El edificio no tendrá un comportamiento homogéneo y las fuerzas se transferirán a docenas de columnas, vigas, losas y conexiones con resistencias y rigideces variables, y fuerzas de unas a otras con excentricidad y dirección variables.

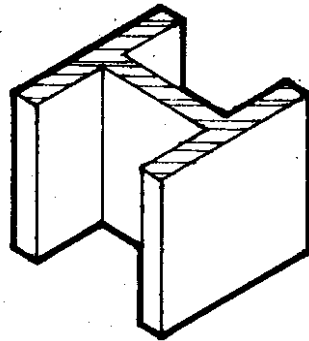
De este modo, sería una analogía totalmente falsa sugerir que si los patines de una columna H constituyen la clave de su resistencia y rigidez laterales, entonces las alas de un edificio en forma de H se deben comportar similarmente como patines (Figura 3.20).

Sólo se necesita aumentar un poco el tamaño de las secciones de acero H o I, para encontrar límites para esta clase de interacción entre el patín y el alma. Cuando una losa de concreto es monolítica o está rígidamente conectada con sus vigas de concreto, se produce una viga T. La losa actúa como patín superior y resistente en forma eficiente las fuerzas de compresión en las regiones de momento positivo, y el refuerzo de acero en la parte inferior de la viga soporta la tensión. No obstante, si las vigas están separadas 6 metros, se puede suponer que se crean patines de 6 metros de ancho? Esto no sucede así porque el concreto demasiado alejado del alma no interactúa. (Figura 3.21)". (5)

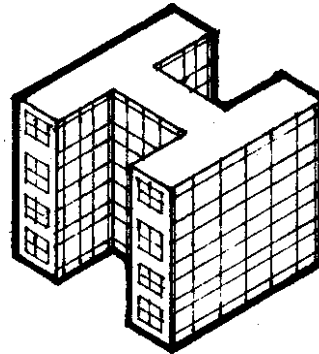
(5) IBID (pp.98 - 104 - 105)

CAPITULO III :

FIGURA No. 3.20 :
FALSA ANALOGIA, UNA COLUMNA "H" Y UN EDIFICIO FORMA "H".

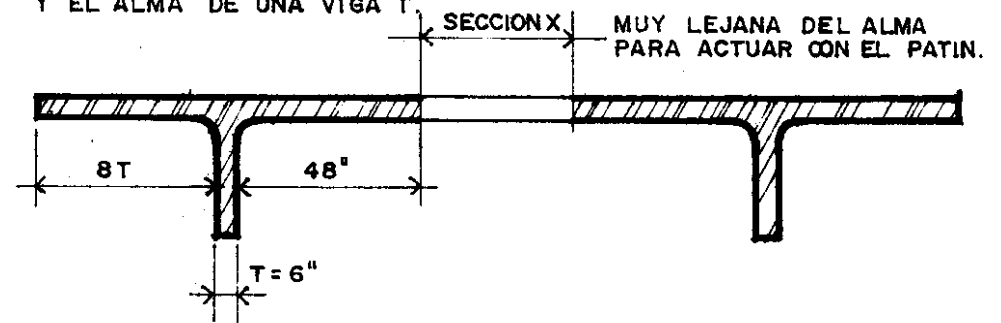


UNIFORME MUY RIGIDO



NO UNIFORME EXISTE LA
CONCENTRACION ESFUERZOS
EN LAS ESQUINAS ENTRANTES.

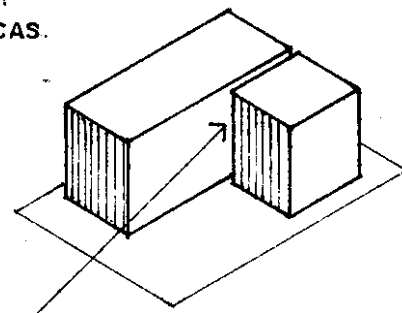
FIGURA No. 3.21 :
LIMITES PROPORCIONALES PARA LA INTERACCION ENTRE EL PATIN
Y EL ALMA DE UNA VIGA "T".



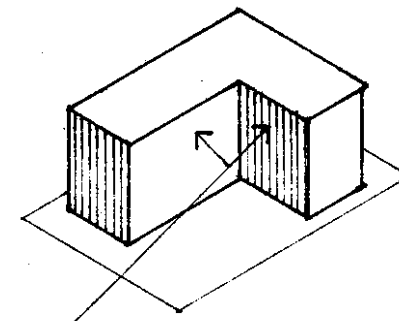
Soluciones:

"Existen dos enfoques alternativos al problema de las formas con esquinas internas: dividir estructuralmente el edificio en formas más sencillas, o bien, unir con más fuerza entre sí los edificios (Figura 3.22). Una vez tomada la decisión de hacer juntas sísmicas, estas se tienen que diseñar y construir de manera correcta para lograr el propósito original. Las entidades estructuralmente separadas de un edificio deben ser totalmente capaces de resistir por sí mismas las fuerzas verticales y laterales, y sus configuraciones individuales deben estar equilibradas horizontal y verticalmente". (5)

FIGURA No. 3.22 :
SOLUCIONES BASICAS.



1. SEPARAR EL EDIFICIO



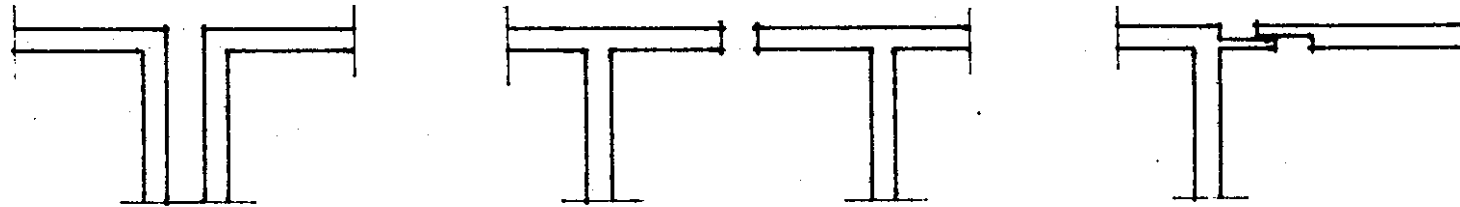
2. UNIR LAS ALAS ENTRE SI.

(5) IBID (pp. 105 - 106)

CAPITULO III :

"Para diseñar una junta sísmica, el proyectista estructural debe calcular el desplazamiento máximo de las dos unidades. El peor caso ocurre cuando dos estructuras individuales se inclinan simultáneamente una hacia la otra, y por tanto, la dimensión de la separación debe tomar en cuenta la suma de los desplazamientos de los edificios. Las juntas se pueden diseñar de varias maneras, pero deben lograr una separación estructural completa de los pisos y muros (Figura 3.23). Los componentes no estructurales, como las divisiones, cielos falsos, tubos ductos, también se deben detallar para permitir este movimiento a menos que se puedan sacrificar con seguridad y economía ciertos componentes.

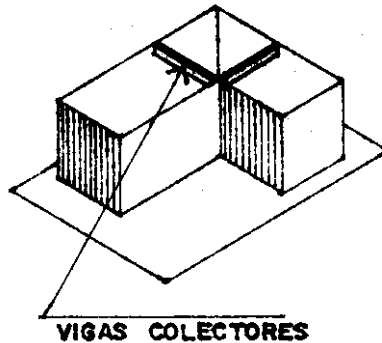
**FIGURA N. 3.23 :
IDEAS PARA JUNTAS SISMICAS.**



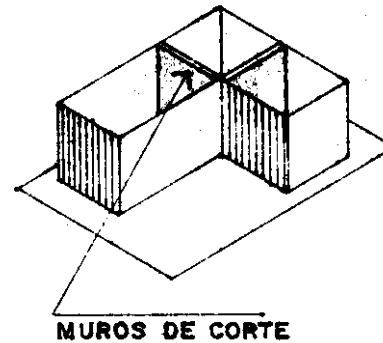
"Si se decide omitir las juntas sísmicas y unir entre sí los cuerpos del edificio, se deben hacer varias consideraciones. Como se vió en el Capítulo I, los colectores en la intersección pueden transferir fuerzas a través del área de la intersección, pero sólo si el diseño permite que estos miembros se extiendan de un lado a otro sin interrupción. Muros ubicados en la misma dirección y situación son aún mejores que los colectores (Figura 3.24). (5)

Puesto que la porción del ala que típicamente se distorsiona más en el extremo libre, es conveniente colocar elementos rigidizantes en ese lugar (Figura 3.25).

FIGURA N. 3.24 : FORMAS DE UNION DEL EDIFICIO.

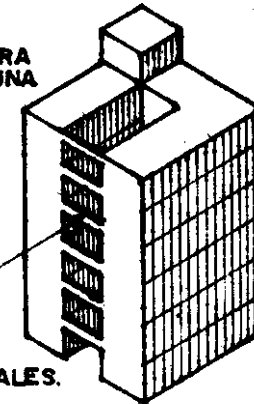


(5) IBID (pp. 108 - 110)



**FIGURA N. 3.25
UNA SOLUCION PARA
LA DEBILIDAD DE UNA
PLANTA EN FORMA
DE 'U'.**

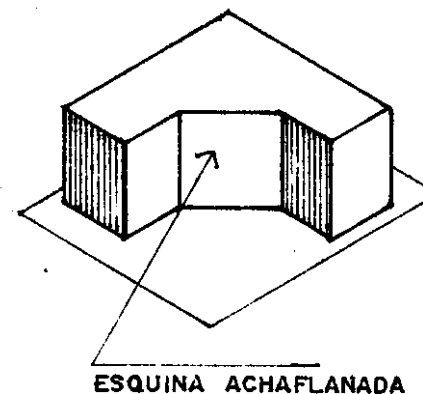
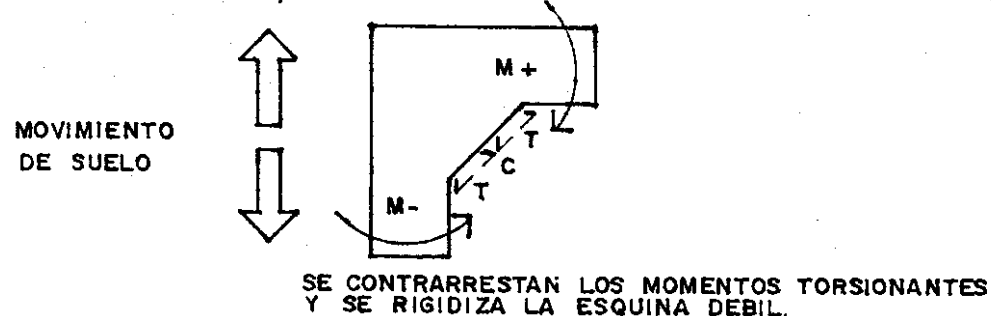
**VIGAS COLECTORES
RIGIDIZAN LAS ALAS
DISMINUYENDO LAS
DEFLEXIONES LATERALES.**



CAPITULO III :

"El uso de esquinas entrantes achaflanadas, en lugar de ángulos rectos, reduce el problema del cambio de sección brusco (Figura 3.26), que es análogo al agujero redondeado en una placa de acero, el que produce menos problemas de concentración de esfuerzos que un agujero rectangular, o la manera en que una viga acartelada es más conveniente que una con cambio de sección brusco". (5)

FIGURA N.º 3.26 :
ESQUINA ACHAFLANADA ; TRANSICION GRADUAL.



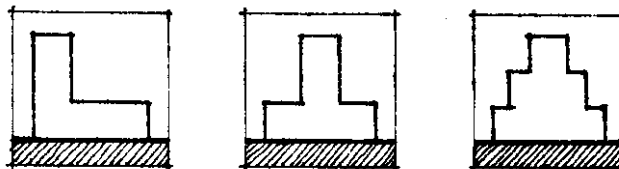
III.6 Edificios con escalonamiento vertical:

"Los edificios con configuraciones escalonadas constituyen una irregularidad común en la geometría del edificio, y consisten en una o más reducciones abruptas en el tamaño del piso en la altura del edificio.

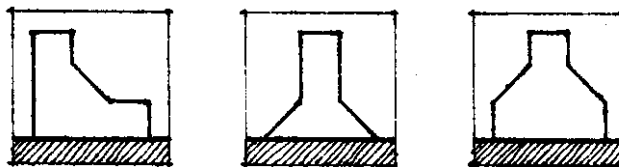
Las configuraciones escalonadas se definen como elevaciones complejas; algunos tipos y características se muestran en la Figura 3.27. Los escalonamientos pueden variar considerablemente con respecto a su proporción entre torre y base en altura y planta, la simetría de las porciones de la base y torre del edificio y los tipos de construcción utilizados en cada porción". (5)

FIGURA N.º 3.27 :
CONFIGURACIONES ESCALONADAS
CARACTERISTICAS.

1. ESCALONAMIENTO ABRUPTO.



2. TRANSICION GRADUAL.



(5) IBID (pp. 108 , 110 , 112 - 113)

CAPITULO III :

"Se pueden adoptar escalonamientos por diversas razones: las tres más comunes son los requisitos de zonificación en que los pisos superiores se escalonan hacia atrás para conservar la luz y el aire en los sitios adyacentes; los requisitos de programa cuando se necesitan pisos más pequeños a niveles más altos, y los requisitos de estilo relacionados con la forma del edificio. De hecho, la determinación de un escalonamiento completo, raras veces se debe a los requisitos de zonificación sísmica, los requisitos estilísticos de volumen han tendido a desempeñar el papel más importante.

Los escalonamientos relacionados con la zonificación sísmica eran comunes hace algunas décadas, cuando tenía gran importancia los requisitos de luz natural dando como resultado las formas más características de los edificios de la ciudad de New York (Figura 3.28)". (5)

Un nuevo tipo de configuración escalonada es la del edificio que se hace más grande a medida que se eleva: este tipo se denomina "escalonamiento invertido". Su definición geométrica es la misma que la de un escalonamiento, pero debido a los problemas de volcamiento, los extremos en su forma son menores. Sin embargo, se han diseñado y construido algunas sorprendentes demostraciones pésimas de esta forma (Figura 3.29).

FIGURA N.º 3.28
USO DEL ESCALONAMIENTO PARA REDUCIR EL SOMBREADO DEL EDIFICIO ADYACENTE.

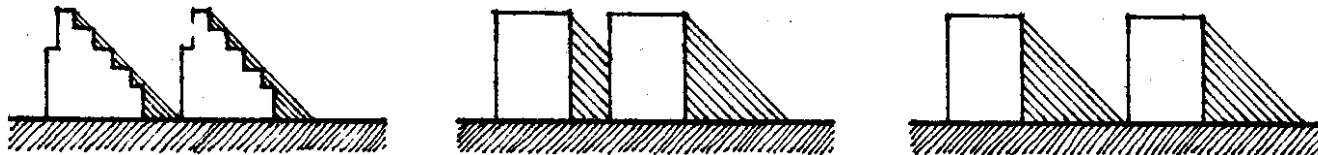
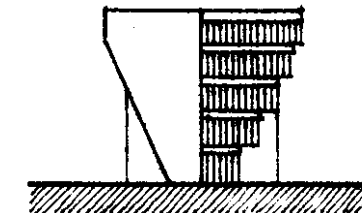


FIGURA N.º 3.29
ESCALONAMIENTO INVERTIDO.



(5) IBID (pp. 112, 113, 114)

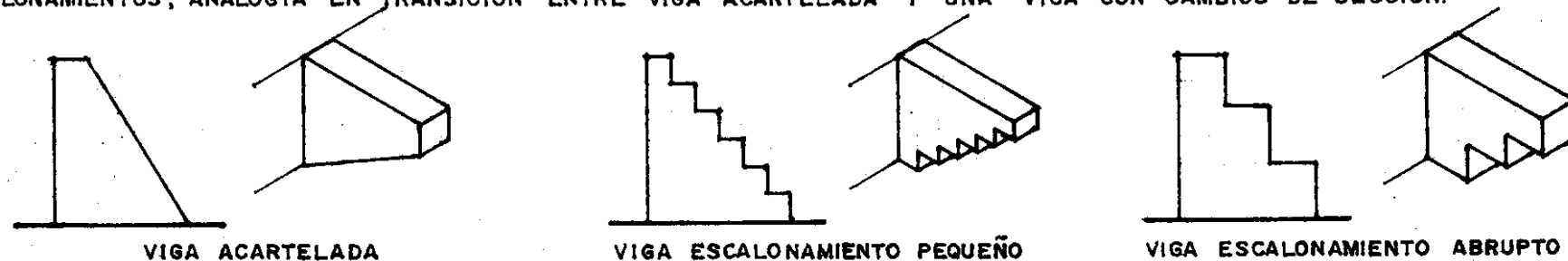
CAPITULO III :

"El problema de la forma escalonada cae dentro del problema más general de la discontinuidad, el cambio abrupto de resistencia y rigidez. En el caso de esta configuración compleja, es más probable que ocurra en el punto de escalonamiento o "cambio de sección".

La gravedad del efecto de escalonamiento depende de las proporciones relativas y el tamaño absoluto de las distintas partes del edificio. Además, la simetría o asimetría en planta de la torre y la base, afecta la naturaleza de la fuerza. Si la torre o la base, o ambas, son dinámicamente asimétricas, entonces se introducirán fuerzas de torsión en la estructura, haciendo mucho más complejo su análisis y su comportamiento.

El problema de cambio de sección también se puede visualizar como el de la esquina vertical interna. Los esfuerzos deben rodear la esquina porque se ha hecho un "cambio de sección" impidiendo una ruta más directa. Así cuanto más pequeños sean los escalones o cambios de sección en un escalonamiento normal o invertido, menor será el problema. Un acartelamiento suave evita temporalmente el problema del cambio de sección. Una viga acartelada no sufrirá concentraciones de esfuerzos, mientras que una viga escalonada sí (Figura 3.30)".

FIGURA No. 3.30 :
ESCALONAMIENTOS; ANALOGIA EN TRANSICION ENTRE VIGA ACARTELADA Y UNA VIGA CON CAMBIOS DE SECCION.



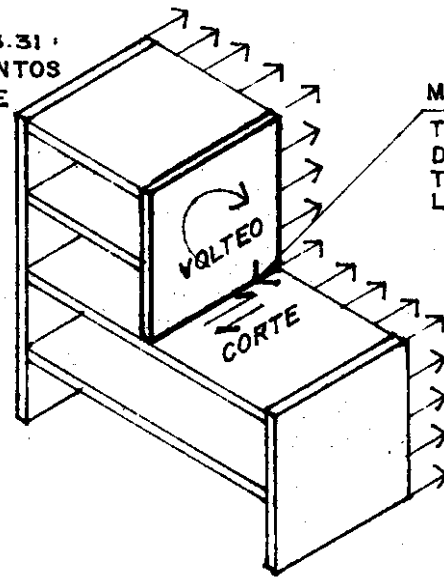
"Los escalonamientos con muros de corte en la porción del escalón pueden tener otras dificultades. Además de la posibilidad de un cambio abrupto de rigidez donde el muro de corte se inserta en la estructura de la base, el muro de corte transmitirá grandes fuerzas al diafragma superior de la base. Los momentos de volcamiento (que son difíciles de transferir horizontalmente), así como los cortantes, tienen que encontrar rutas alternativas, si los muros de corte no son continuos (Figura 3.31). Al igual que con otras combinaciones de problemas de configuración, un escalonamiento con muro de corte discontinuo crea una situación análoga a la de una función exponencial: las dos anomalías interactúan y provocan un problema mucho mayor y más incierto que el que se plantearía si las dos variables fueran independientes y simplemente aditivas.

Aunque los casos más comunes de escalonamiento se presentan en un sólo edificio, la condición también se puede crear en edificios adyacentes de diferentes alturas (Figura 3.32)". (5)

(5) IBID (pp. 115 - 116)

CAPITULO III :

FIGURA No 3.31 :
ESCALONAMIENTOS
CON MUROS DE
CORTE.



MUROS CORTE DISCONTINUOS PROVOCAN GRANDES PROBLEMAS PARA TRANSFERIR FUERZAS A LA CIMENTACION.

FIGURA No 3.32 :
ESCALONAMIENTOS ENTRE EDIFICIOS ADYACENTES.

EDIFICIOS ADYACENTES DE DISTINTO TIPO DE ESTRUCTURA NECESITAN SEPARARSE.



"Los escalonamientos normales e invertidos son similares en cuanto a que crean cambios de rigidez y son susceptibles al efecto de cambio de sección. Sin embargo, como se podría esperar son opuestos en cuanto a las características de su forma de conjunto. Aunque el cambio de un escalón grande por varios pequeños, o el hecho de acartelar la elevación puede eliminar los problemas debido a los cambios abruptos de rigidez en los edificios escalonados, el escalonamiento invertido tiene un problema adicional más grave.

Puesto que conviene mantener las fuerzas cerca del suelo, y no más arriba, es recomendable mantener el centro de gravedad o de masa del edificio más cerca del suelo. Las fuerzas a menores alturas significan menores brazos de palanca y por lo tanto menores momentos de vuelco. La configuración de edificios con escalonamiento normal o piramidal distribuye las masas de una manera positiva, mientras que la invertida constituye un paso significativo en la dirección estructural equivocada (Figura 3.33). La capacidad resistente debe estar relacionada con el tamaño de las fuerzas. La forma piramidal aumenta la cantidad de material (suponiendo una distribución uniforme de miembros) a medida que desciende, aumentando también las cargas en esa dirección. (5)

(5) IBID (pp. 116)

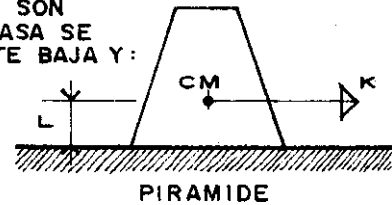
CAPITULO III :

La pirámide invertida, además de elevar su masa más arriba del suelo, tiene menos ancho y material a medida que desciende, lo que es opuesto a una configuración de edificio, sísmica efectiva.

FIGURA N. 3.33 :
ESCALONAMIENTO INVERTIDO Y EFECTOS DE VOLTEO.

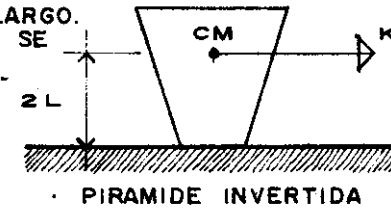
CENTRO DE MASA (CM) BAJO Y
BRAZO DE PALANCA (L) CORTO.
LOS EFECTOS DE VOLTEO SON
PEQUEÑOS, YA QUE LA MASA SE
ENCUENTRA EN LA PARTE BAJA Y:

$$MV = K \cdot L$$



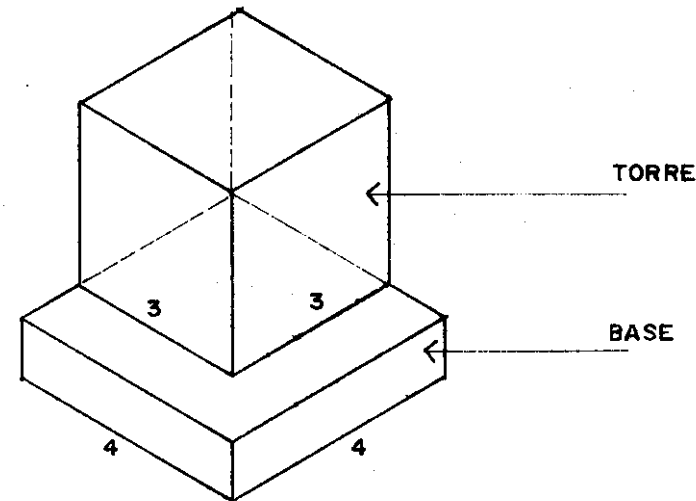
ESCALONAMIENTO INVERTIDO
CENTRO DE MASA (CM) ALTO Y
BRAZO DE PALANCA (2L) LARGO.
LOS EFECTOS DE VOLTEO SE
AMPLIFICAN, YA QUE:

$$MV = K \cdot 2L$$



Los edificios que tienen escalonamientos en que las dimensiones de la planta de la torre en cada dirección con cuando menos el 75% de la dimensión correspondiente en la planta de la parte más baja se deben considerar como edificios uniformes sin escalonamientos, siempre y cuando no existan otras irregularidades, como las que se definieron con anterioridad (Figura 3.34)". (5)

FIGURA N. 3.34 :
LIMITES PARA EDIFICIOS CON ESCALONAMIENTO.
DIMENSIONES MINIMAS DE LA TORRE SERAN
EL 75% DE LA BASE.



(5) IBID (pp. 116,117)

CAPITULO III :

Soluciones:

"Las soluciones para la configuración escalonada son análogas a aquellas de su contraparte horizontal, es decir, la planta de edificios con esquina interior. El primer tipo de solución consistente en una separación sísmica completa en planta, de tal modo que las porciones de los edificios estén libres para reaccionar independientemente (Figura 3.35)". (5)

Cuando se decide no separar el edificio, se recomienda que la torre del edificio sea el 75% del área de la base, como máximo (Figura 3.34). No deberá de presentarse discontinuidad de columnas, de modo que si hubiera escalonamiento coincida, con la modulación de las columnas mismas (Figura 3.36). "Cualquier edificio grande con condiciones de escalonamiento importantes se debe sujetar a un análisis especial o cuando menos una cuidadosa investigación de su comportamiento dinámico.

"Finalmente, en las áreas sísmicas se debe evitar los edificios con configuraciones escalonadas invertidas con forma y tamaños extraños ". (5)

FIGURA N. 3.35:
ESTRUCTURAS SEPARADAS POR JUNTA SISMICA.

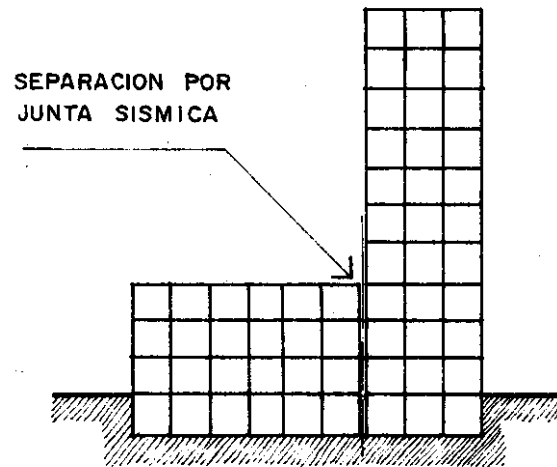
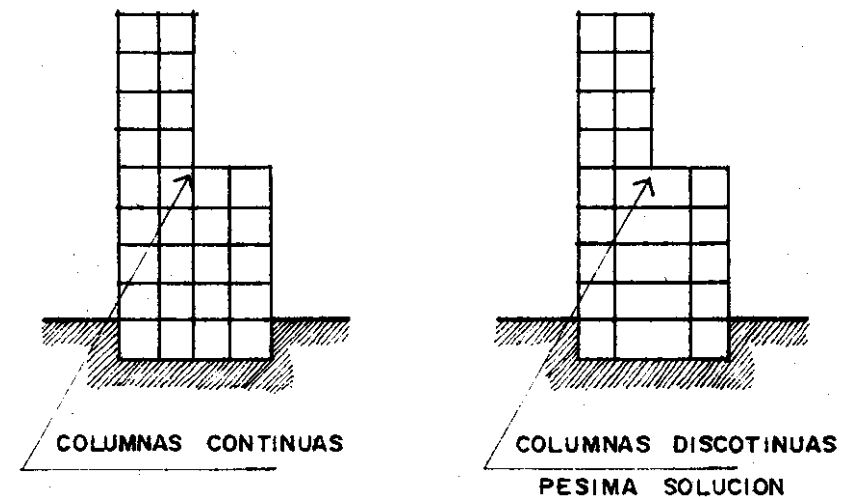


FIGURA N. 3.36:
EVITAR DISCONTINUIDAD DE ELEMENTOS.



(5) IBID (pp. 119,120)

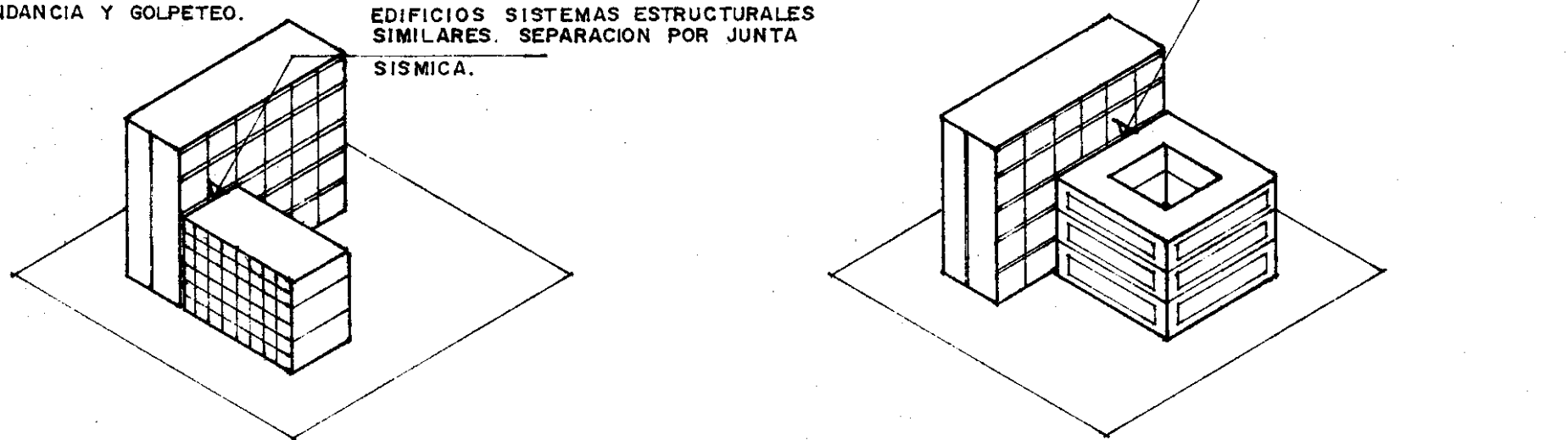
CAPITULO III :

III.7 La colindancia el problema del golpeteo:

"El problema de dos edificios adyacentes o de dos partes del mismo, que se golpean entre sí durante un sismo, está relacionado con dos temas: las juntas de separación (estructuras conectadas para formar arquitectónicamente, un sólo edificio), y la rigidez (ya que influye en el desplazamiento y, por tanto, en la magnitud de la separación requerida para prevenir el contacto). El golpeteo debe tratarse como tema de configuración arquitectónica porque se relaciona con la localización del edificio con otras estructuras (Figura 3.37).

Uno de los primeros problemas que se tienen que plantear, en la planeación de cualquier edificio es su localización en relación con la colindancia del terreno y estructuras adyacentes. En general, se sabe que los edificios oscilan durante los terremotos, pero no siempre se tiene cuenta que los edificios adyacentes pueden oscilar fuera de fase, primero alejándose y luego acercándose entre sí, cada uno con su período natural de vibración. Los edificios que se deben separar en varias unidades a causa de los movimientos por temperatura o por otras razones, deben tener separaciones suficientemente detalladas para evitar la posibilidad de golpeteo". (5)

FIGURA N.º 3.37 :
COLINDANCIA Y GOLPETEO.



(5) IBID (pp. 148)

CAPITULO III:

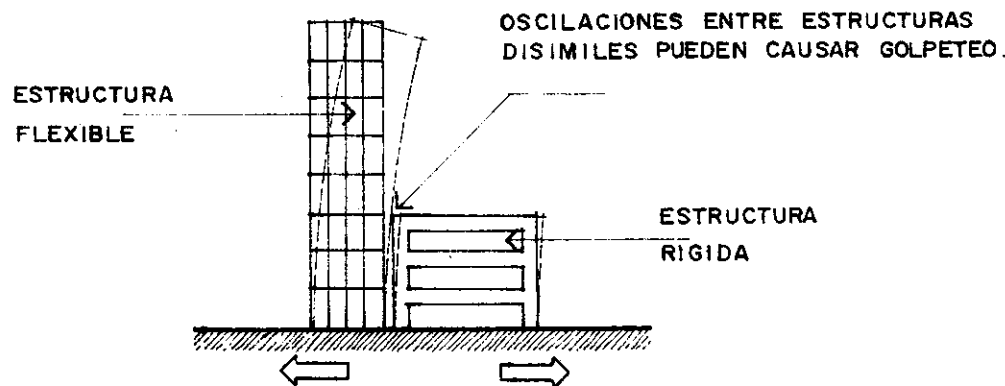
"La posibilidad de golpeteo es una función del desplazamiento lateral o de la deflexión vertical de los edificios adyacentes (o de partes de estos edificios). El desplazamiento se calcula aplicando las fuerzas de diseño al edificio y obteniendo las deflexiones que resulten. Puesto que las fuerzas estimadas serán menores que las que se puedan presentar, las deflexiones calculadas se deben corregir respecto a esto, a fin de obtener una estimación más realista de cuanto se puede mover realmente el edificio". (5)

Particularmente, en el caso de edificios con estructuras de muros de corte o de muros-marcos, los desplazamientos laterales se reducen, pero siempre se ven afectados por el movimiento del suelo. Anteriormente, se comentó que este tipo de estructuras responden mejor o tiene mejor comportamiento a movimientos de alta frecuencia del suelo, que dependerá de la constitución del mismo. El período de vibración de estructuras de muros de corte o muros-marcos es más corto, ya que la rigidez de estos elementos, les proporciona esta característica. Uno de los inconvenientes fuera de control durante la localización y diseño del edificio, son las colindancias, ya sean estos, flexibles como marcos de concreto o rígidos como muros de corte. (Figura 3.38).

Existen ciertas reglas prácticas, que pueden ser arbitrarias, pero puede utilizarse como tolerancia en los diseños esquemáticos; para las estructuras relativamente rígidas "las separaciones serán 2.5 cms., más 1.25 cms. por cada 3 metros de altura en exceso de 6 metros". (5) Dicho de otra forma: 2.5 cms. mínimo para los primeros 6 metros de altura más 1.25 cms. por cada 3 metros adicionales.

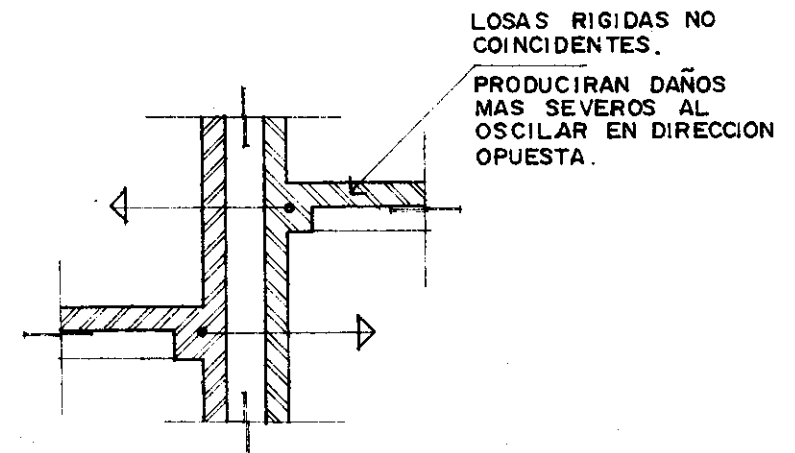
Es sumamente importante, que la localización de los elementos rígidos, de diversas estructuras colindantes, coincidan; si no ocurriera así el problema empeora (Figura 3.39), a la vez debe asegurarse que los edificios no se golpeen entre sí.

FIGURA No. 3.38.
ESTRUCTURAS ADYACENTES.



(5) IBID (pp. 150, 151)

FIGURA No. 3.39.
FALTA DE COINCIDENCIA DE ELEMENTOS RIGIDOS.



CAPITULO III :

III.8 Interacción entre Muros de Corte y Marcos:

En el Capítulo I, se describe de manera general el comportamiento de muros interactuando con marcos, se describe el ejemplo de un muro esbelto interactuando con marcos y sus características generales.

En este Capítulo, el tema tratará con mayor detenimiento las más comunes irregularidades que se dan, por la utilización de muros de corte con marcos, ya sean bajos o esbeltos, internos o externos.

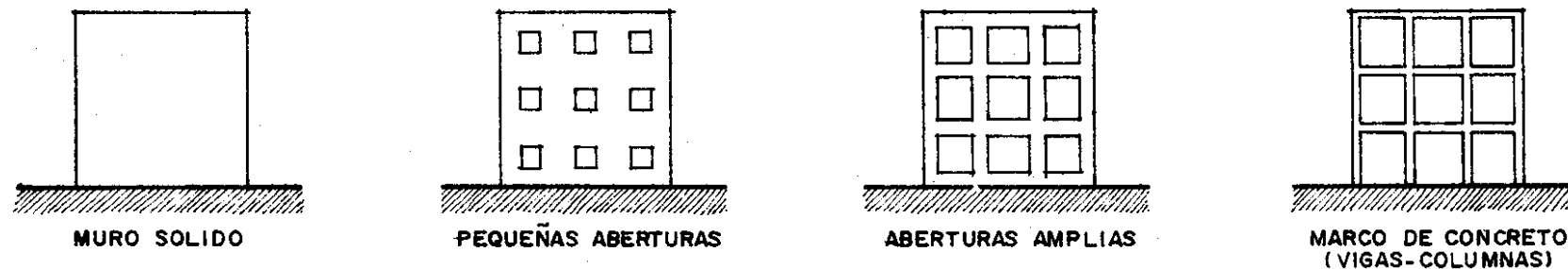
"La condición de columna débil y viga fuerte es un caso especial dentro de problemas más generales que surgen a causa de la relación entre muros de corte y marcos.

Un diseño de columna y viga se puede definir también como un muro de corte en que se ha hecho grandes aberturas, reduciendo severamente la capacidad del muro de corte. A medida que se hacen aberturas en el muro de corte, su carácter puede cambiar hasta llegar a ser en efecto un marco. (Figura 3.40).

Las formas en que el muro es perforado o reducido a marco, puede producir áreas localizadas de debilidad y de posible falla (Figura 3.41). En este diagrama la condición 5 es potencialmente la columna corta-viga fuerte, dependiendo de la resistencia y rigidez efectivas de los muros y las columnas cortas. Si esta configuración se hace más errática, como en la condición 6, de modo que un número pequeño de columnas cortas soportan las fuerzas, entonces se crea un sistema de muy escasa resistencia" (4) (5) Las perforaciones que menos afectan la resistencia de los muros son las circulares; las perforaciones a carteladas o poliédricas afectan un poco más y las perforaciones cuadradas y rectangulares son las que más afectan concentrando esfuerzos en las esquinas.

FIGURA No. 3.40

TRANSICIÓN DE MUROS DE CORTE A MARCOS.



(4) Amrheim, James "Reinforced Masonry Engineering Handbook". Institute of America, Los Angeles California, 1980 (pp. 171, 173)

(5) IBID (pp. 139, 140)

CAPITULO III :

FIGURA N.º 3.41 : LOCALIZACION DE LAS POSIBLES FALLAS, EN EL DISEÑO DE MUROS DE CORTE. DEL 1-3 MUROS INTERNOS O EXTERNOS. DEL 4-6 EXTERNOS.

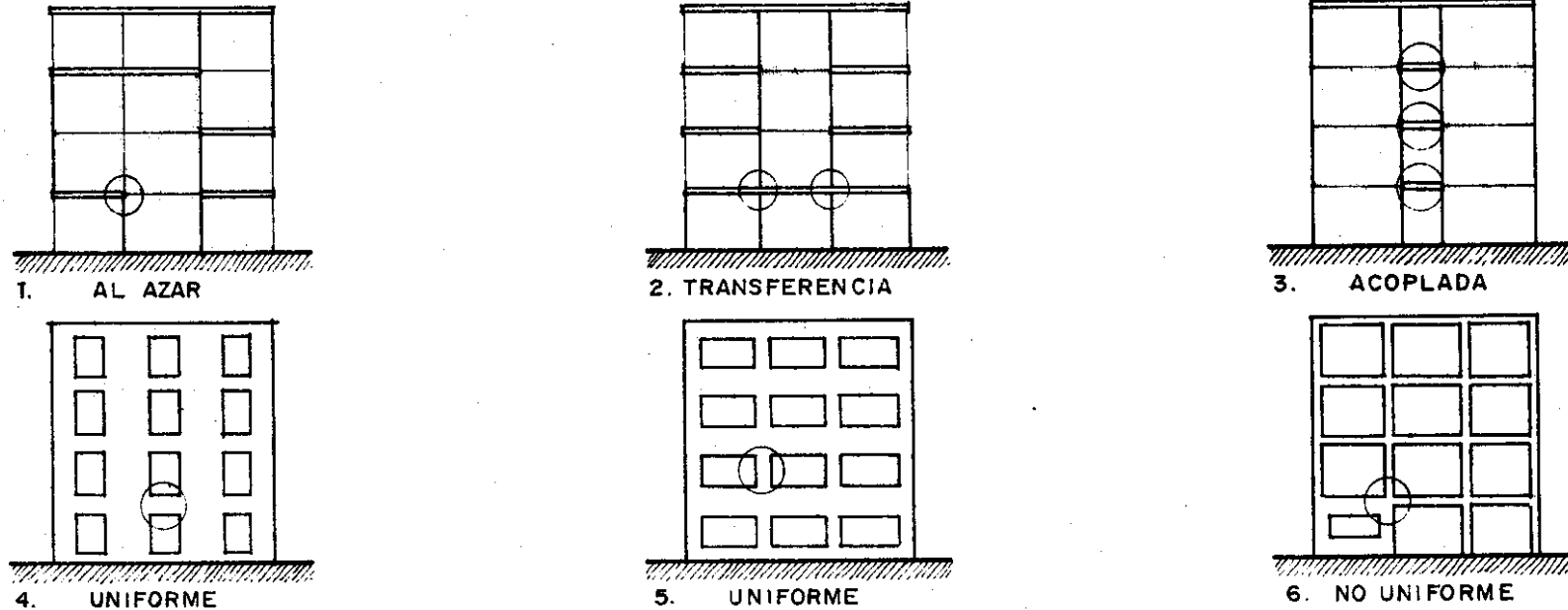
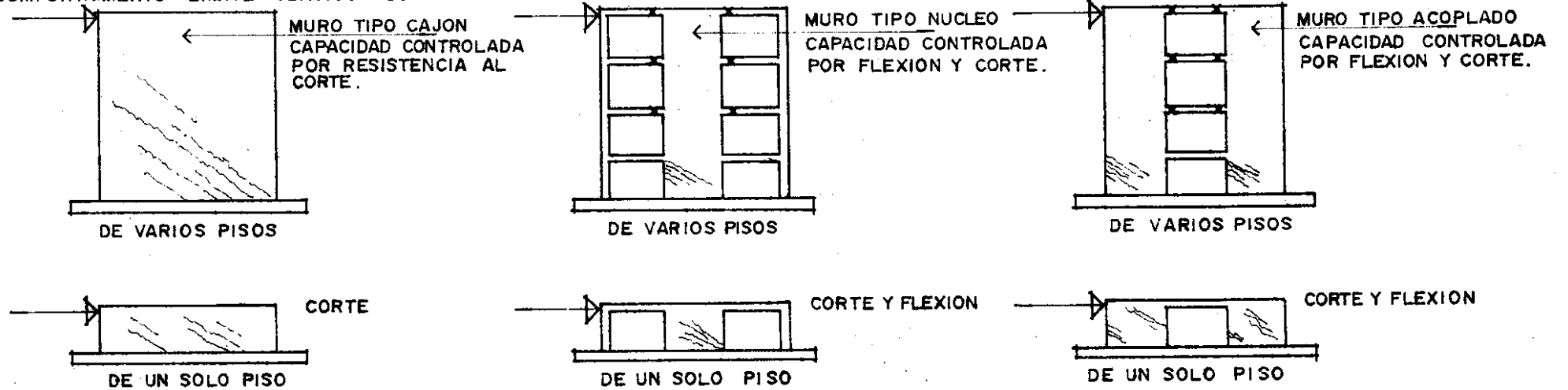


FIGURA N.º 3.42 : COMPORTAMIENTO LIMITE (BASICO) DE MUROS DE CORTE.



CAPITULO III :

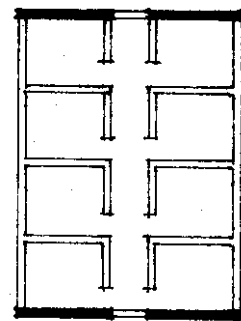
"En la Figura 3.42, se muestra el comportamiento límite de muros de corte típicos. En este diagrama se puede ver que se deben tener 3 tipos de comportamiento. El muro debe tener suficiente capacidad para resistir las fuerzas cortantes que se le transmiten en cada conexión de diafragma; debe tener suficiente capacidad para soportar la flexión creada por fuerzas de volcamiento, y la relación entre muro y marco debe ser capaz de transmitir fuerzas del muro al marco o de un muro a otro muro a través del marco, como en el sistema de muros de corte acoplados.

El diseño de muros de corte acoplados es significativo porque al igual que la solución de columna débil-viga fuerte, a menudo se origina en un concepto arquitectónico útil y en la necesidad de penetrar el perímetro para fines de iluminación natural, como en la configuración de la Figura 3.43.

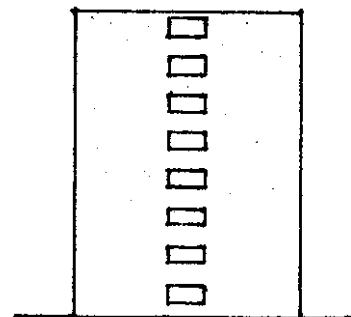
El diseño de muros de corte acoplados se puede ver también como si fuera análogo a la condición de la columna débil-viga fuerte girada 90° (Figura 3.44), aunque en los muros de corte acoplados es más probable que los problemas se presenten por flexión de los muros de corte, particularmente si son altos y esbeltos, y la fluencia ocurra en la viga en vez de la columna, lo cual es obviamente más deseable". (4) (5)

FIGURA N.º 3.43:
MUROS DE CORTE ACOPLADOS POR CONDICION ARQUITECTONICA.

CON FRECUENCIA LOS MUROS DE CORTE ACOPLADOS SON EL RESULTADO DEL PROGRAMA ARQUITECTONICO COMO EN LOS CASOS DE: HOTELES, APARTAMENTOS, ESCUELAS, ETC.

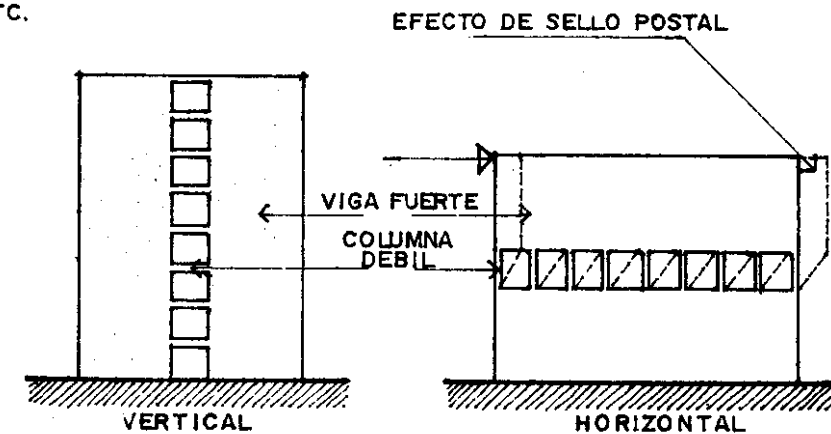


PLANTA



ELEVACION ESTE/OESTE

FIGURA N.º 3.44:
ANALOGIA EN LOS MUROS COLUMNA DEBIL-VIGA FUERTE.



(4) IBID (pp. 172,173)

(5) IBID (pp. 140 - 141)

CAPITULO III :

Soluciones:

"Las soluciones para los tipos de problemas que presenta la interacción de muros de corte-marcos, se dividen en tres grupos (Figura 3.45). El primer tipo de solución es prevenir el daño por flexión del marco mediante su separación del muro de corte, de tal manera que quede libre para moverse sin riesgo de daño.

La segunda solución es unir entre sí firmemente el marco al muro de corte junto con la cimentación, para reducir el movimiento diferencial. Esta solución puede ser adecuada para muros y marcos bajos, pero no resolverá el problema creado por muros altos y esbeltos. Para estos, la solución consiste en conectarlos con una viga de transferencia de alta capacidad, también en la parte superior.

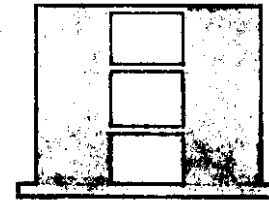
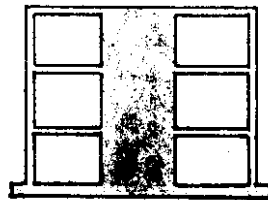
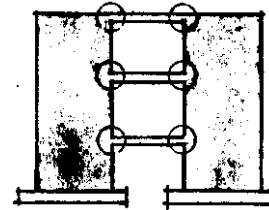
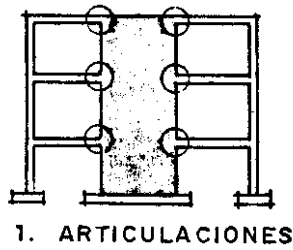
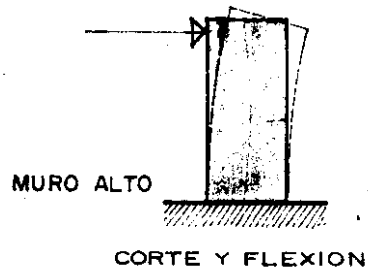
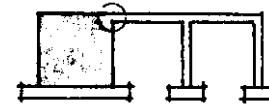
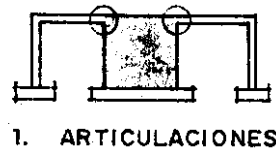
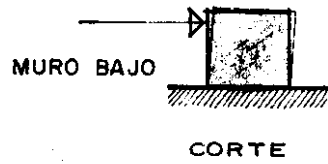
Se debe señalar además, que el diseño de muro-marco, como el de muros de corte acoplados, la fluencia y la deflexión del marco pueden desempeñar una útil función de absorción de energía, actuando como una segunda línea de defensa cuando se empieza a exceder la capacidad del muro de corte.

Se pueden contemplar soluciones de diseño complicado, en los que el tamaño, y por tanto, las restricciones de costo y arquitectónicas de los muros de corte, se pueden reducir a fin de darles capacidad de resistencia para soportar movimientos desuelo moderados, los cuales se presentarán mucho más frecuentemente que los grandes terremotos. Cuando ocurre un sismo fuerte, se obtiene capacidad adicional mediante la absorción de energía en el marco, diseñado para fluir de modo que se reduzca el mínimo el riesgo de colapso, y combinado con detalles arquitectónicos y otros no estructurales que limitarán las pérdidas económicas y funcionales debidas al daño no estructural". (5)

(5) IBIB (pp. 142 - 143)

CAPITULO III :

FIGURA N. 3.45 : SOLUCIONES PARA EL PROBLEMA DE MUROS DE CORTE ACOPLADOS.



CAPITULO III :

III.9 Modificaciones y Elementos No estructurales:

"Los efectos de la adición de elementos no estructurales, que cambien gravemente el comportamiento dinámico de una estructura se tratarán con mayor detenimiento en este tema, también las variaciones y las relaciones de la longitud de las columnas.

La rigidización casual de una estructura de marcos mediante rellenos de mampostería es una causa frecuente de daños y falla. El mecanismo siempre es el mismo: las fuerzas sísmicas son atraídas por las áreas de mayor rigidez, y si estas no están diseñadas para ajustarse a estas fuerzas, estarán propensas a fallar. (Figura 3.47)

La interacción no intencional tiene dos aspectos negativos: los componentes, de la configuración, no estructurales se sacrifican innecesariamente y, desde el punto de vista de la configuración, la rigidez introducida en lugares al azar puede redistribuir cargas en forma desigual y producir torsión. (Figura 3.46)

La posibilidad de modificaciones involucradas accidentalmente se reduce si se hace una cuidadosa revisión del diseño al terminar los planos constructivos y se muestran en ellos todos los elementos arquitectónicos que el ingeniero pueda no haber considerado al realizar el diseño estructural. Se debe hacer una advertencia especial, en general, se deben evitar los muros de relleno arbitrariamente en los marcos, en particular si son de materiales pesados. Los muros de relleno deben figurar ya sea dentro del concepto estructural y detallarlos de acuerdo a esto, o bien, separarlos de tal modo que la distorsión estructural no provoque esfuerzos al muro. Para hacerlo se requiere cierto análisis del desplazamiento esperado y desarrollo de detalles arquitectónicos que sostendrán al muro en su lugar en forma segura, contra cargas verticales normales y cargas laterales y aún permitir el movimiento en relación con su marco, como se verá más adelante". (5)

"Es importante reconocer que los elementos no estructurales pueden formar, de manera inadvertida, parte del sistema de defensa lateral. Si los muros de confinamiento o separación no se aíslan de la estructura mediante juntas aislantes, estos se tienen que diseñar como partes integrales de la estructura". (5) (11)

Elementos no estructurales:

"Como un resultado de la acción de la fuerza sísmica actuando en la base del edificio, la estructura completa y todas sus partes incluyendo elementos no estructurales y equipo, están sujetas a deformaciones.

Los elementos no estructurales interaccionan entre sí, por ejemplo: en la intersección de paredes, y entre la intersección entre cielo y pared, también existe los ductos que pasan a través de los muros.

Estos elementos pueden interaccionar con los componentes del sistema estructural en sí, como muros de mampostería ajustados entre columnas.

(5) IBID (pp. 144 - 145)

(11) Scheider, Robert & Dikey, Walter. "Reinforced Masonry Design" Prentice Hall, Inc. New Jersey USA 1980 (pp162.163)

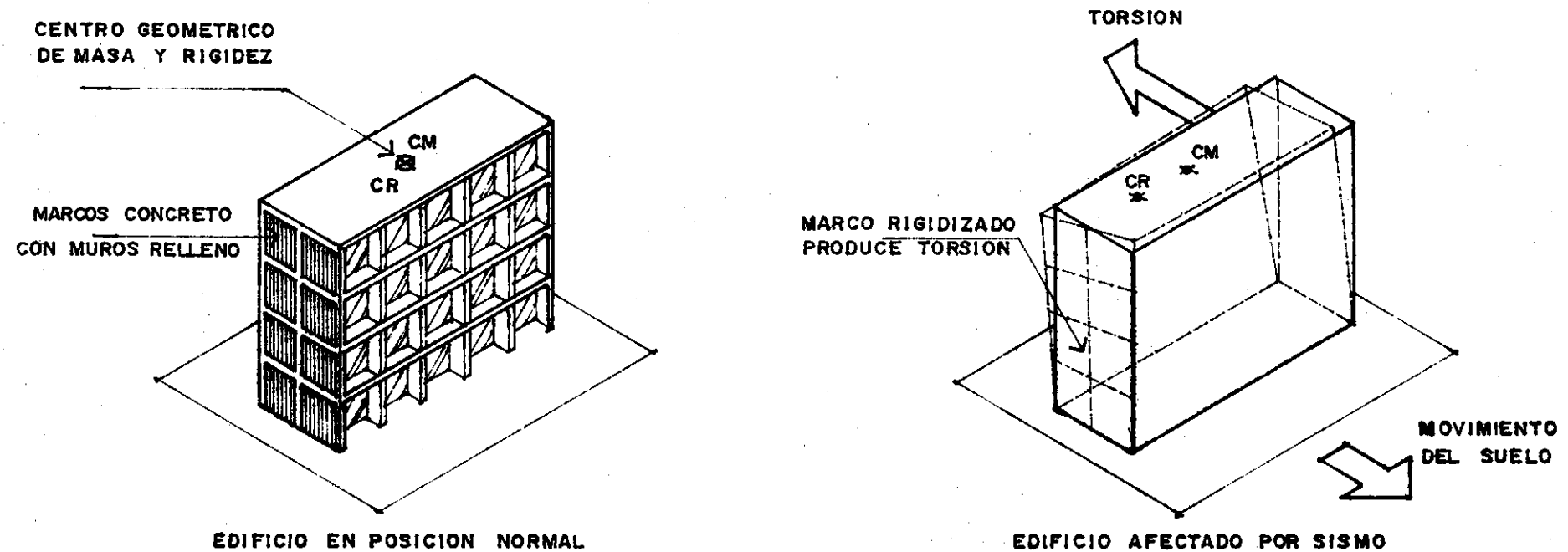
CAPITULO III :

Es un error común pensar que la mampostería ajustada en marcos dúctiles de acero o de concreto reforzado incrementa la capacidad de carga lateral, y por tanto ayude a absorber energía en el momento de un sismo". (18)

"Debido a la enorme rigidez de los muros, en comparación de los marcos, una pequeña porción de muro mal situada, en lugar equivocado puede redistribuir drásticamente las cargas y cambiar el comportamiento de la estructura.

Las distribuciones asimétricas de muros pueden impedir que un conjunto de marcos simétricos responda a las fuerzas laterales de un modo relativamente libre de torsión (Figura 3.46)". (5)

FIGURA N. 3.46 :
DISTRIBUCION ASIMETRICA DE MUROS DE RELLENO.



(18) IBID (pp. 66 - 67)

(5) IBID (pp. 145)

CAPITULO III :

"De hecho, hay numerosos ejemplos de daños causados por terremotos, que pueden ser analizados, para modificar la estructura básica del marco dúctil por la asíllamada "partición de mampostería no estructural". Se ha notado que aunque se coloque una mampostería relativamente frágil ajustada entre columnas, esta puede alterar drásticamente el comportamiento de la estructura atrayendo fuerzas a ciertas partes las cuales no han sido diseñadas para resistirlas". (11)(18)

"El utilizar pánenes de mampostería conlleva un decremento en el período fundamental, y un incremento de los cortes - producidos por el sismo, que frecuentemente dan por resultado fallas por cortante en las columnas de los marcos".(18)

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

(11) IBID (pp. 164)

(18) IBID (pp. 67)

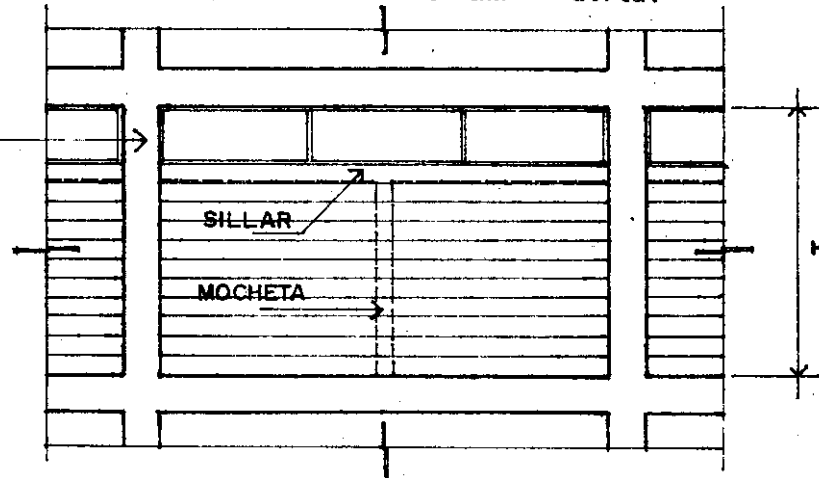
CAPITULO III :

III.10 Muros de Relleno o Tabiques:

"Por ejemplo, si se coloca una pared de mampostería ajustada a las columnas, la cual posee ventanería por requerimientos de diseño arquitectónico, por necesidad de ventilar e iluminar el ambiente, esta altera drásticamente el comportamiento del marco dúctil incrementando excesivamente los cortantes producidos por el sismo. La construcción se realiza tal y como se muestra en la Figura 3.47". (18) Este efecto se conoce como el de columna corta.

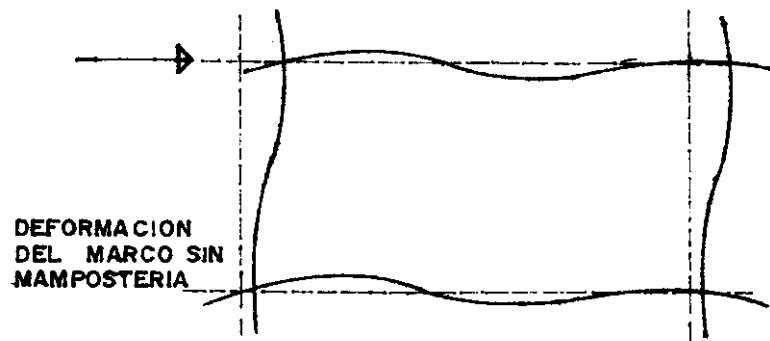
FIGURA N.º 3.47:
MAMPOSTERIA AJUSTADA ENTRE LAS COLUMNAS DEL MARCO.

EFEECTO DE COLUMNA CORTA

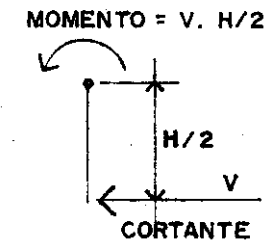
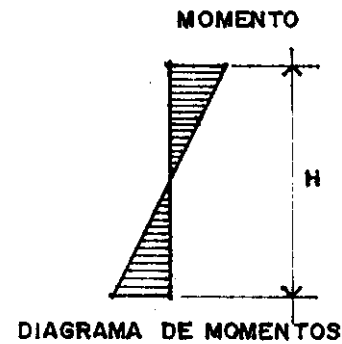


"El resultado del análisis estructural realizado para el marco dúctil nos proporciona un diagrama típico en columnas debido a cargas laterales (sismo)". (18)

FIGURA N.º 3.48:
DEFORMACION DEL MARCO Y DIAGRAMA DE MOMENTOS DE COLUMNA.



(18) IBID (pp. 67 - 68)



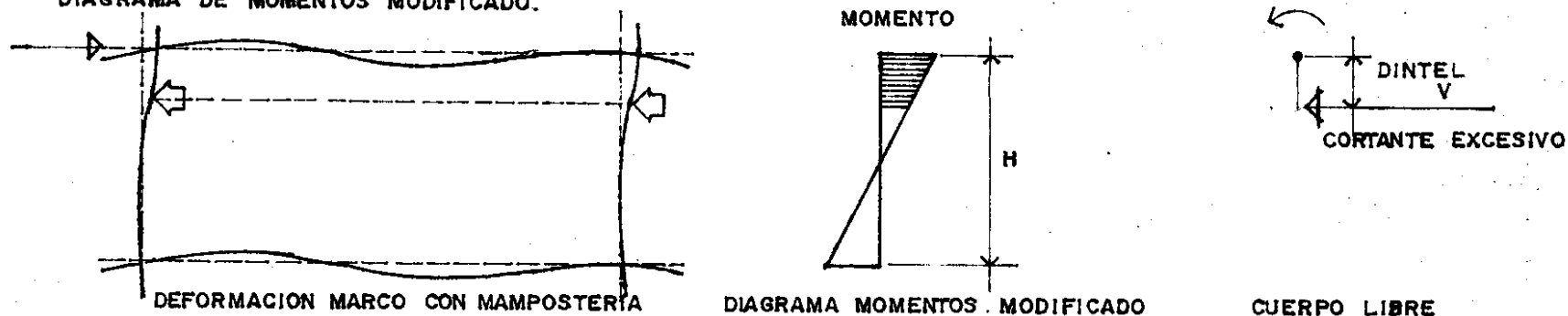
CUERPO LIBRE

CAPITULO III :

"El comportamiento de la columna se vé afectado al no dejar holgura entre los dos elementos, debido a que no deja deformarse libremente, a la parte de la columna que está ajustada a la mampostería que a la vez ayudará a absorber fuerzas cortantes. Quedando únicamente una columna corta del tamaño del dintel, como parte del marco dúctil, que deberá absorber las fuerzas que allí se producen. (18)

El diagrama de momentos alterado por la presencia de la mampostería queda de la siguiente forma:

FIGURA N.º 3.49
DIAGRAMA DE MOMENTOS MODIFICADO.



En la figura anterior, se deduce que el momento en el nudo deberá de ser contrarrestado por el momento debido a fuerza cortante. Debido a que el brazo de palanca de la fuerza cortante se ha reducido, la fuerza deberá incrementarse, produciendo esfuerzos cortantes excesivos hasta llegar a un valor para el cual la columna no ha sido diseñada, lo que provocará un tipo de falla frágil e inadecuada en el diseño sísmico.

"Hay varios diferentes posibles modos de falla de marcos dúctiles, los cuales se les ha ajustado muros de mampostería entre columnas (Figura 3.50)

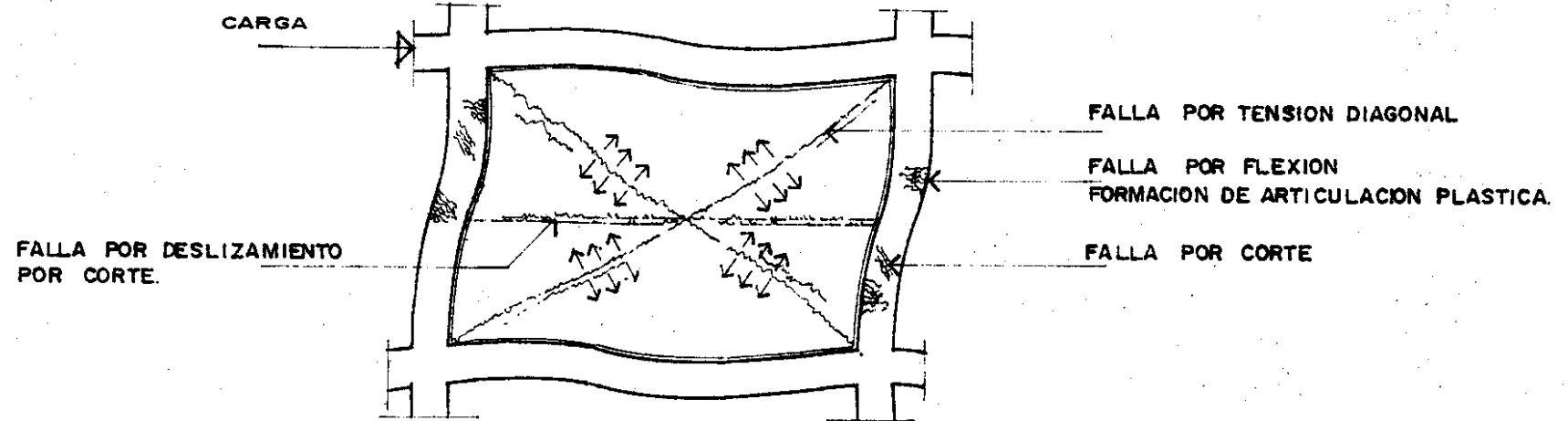
- a) Falla a flexión : debido a momentos aplicados a las columnas.
- b) Falla por deslizamiento: por cortante de la mampostería.
- c) Falla por tensión diagonal: del panel de mampostería
- d) Falla por compresión (diagonal): de la franja diagonal.
- e) Falla por flexión: o cortante de las columnas." (8)

(18) IBID (pp. 68 - 69)

(8) Gallegos Vargas, Héctor. "Diseño Sismoresistente de Edificios de Albañilería", Primera Edición Caracas Venezuela, 1985 (pp. 35, 36)

CAPITULO III :

FIGURA N. 3.50:
TIPOS DE FALLA QUE SE PRESENTAN
DEBIDO A MUROS DE RELLENO NO DESCONECTADOS.



"Una falla frágil en mampostería sin reforzar daría por resultado la caída de la misma, a las calles o a las escaleras, con riesgo para la seguridad de las personas.

El diseñador de muros de mampostería, como relleno, tienen entonces la alternativa:

1. Dejar holgura entre el marco y la mampostería, ó
2. Afianzar un contacto-íntimo y contínuo del marco con la mampostería, y diseñar ambos para las fuerzas sísmicas a las que están sujetos. Esto presenta dificultades de cálculo y el comportamiento es incierto. (14)

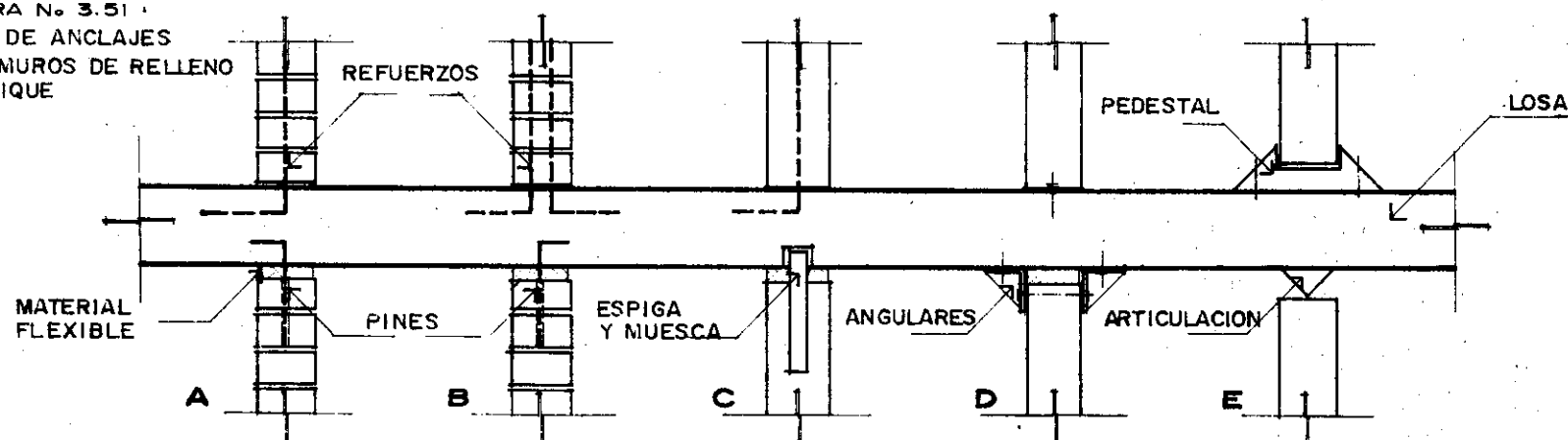
Para asegurar la acción normal del marco dúctil, la mampostería puede ser colocada de tal manera que esté separada de los lados así como de la parte superior, para permitir una libre deformación del marco relativa a la mampostería.

El acoplamiento flexible del panel y el marco debe ser adoptado en este caso para preveer un adecuado soporte lateral".
(8) (18)

- (8) IBID (pp.37)
(14) IBID (pp.185)
(18) IBID (pp.69)

CAPITULO III :

FIGURA N.º 3.51
TIPOS DE ANCLAJES
PARA MUROS DE RELLENO
O TABIQUE



"Los cálculos de las holguras deben asegurar, que la separación prevista entre marco y muro (pánel), sea lo suficientemente grande para permitir la tendencia de deformación del marco" (3)

"Por el peligro de colapso total de páneles sin reforzar, bajo el efecto de un terremoto, se recomienda que los páneles que posean holgura con el marco, sean reforzados con un refuerzo nominal.

Son variadas las soluciones, que permiten el libre desplazamiento entre marco y pánel, este último anclado al piso o cielo.

En la Figura 3.51, se muestra algunos ejemplos:

a y b) Muros empotrados en su base y libres arriba, con refuerzo interior. Se recomienda que en la parte superior no quede totalmente libre sino que se deje un pin en la losa que pueda fijar el muro.

c) Muro apoyado en su base y guiado arriba, mediante láminas que se anclan en la losa, ofreciendo resistencia apreciable al desplazamiento lateral y despreciable a longitudinal.

d) Muro apoyado en su base y guiado arriba mediante un canal o par de angulares ligados a la losa.

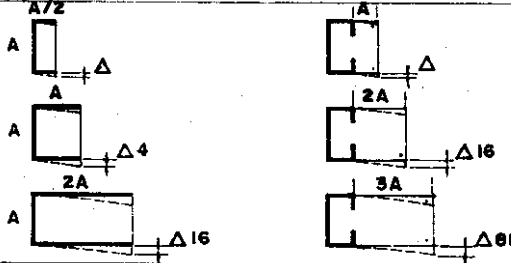
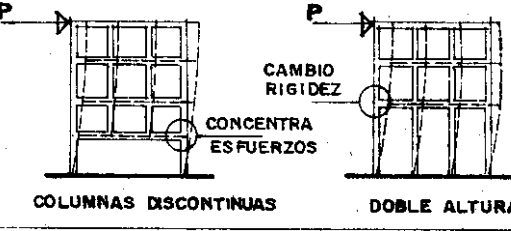
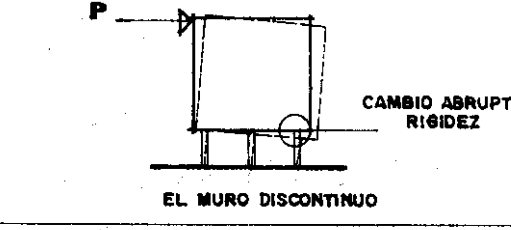
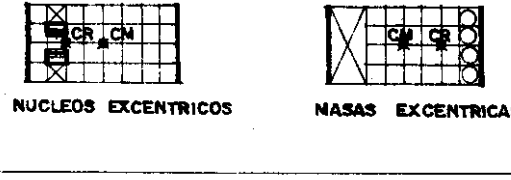
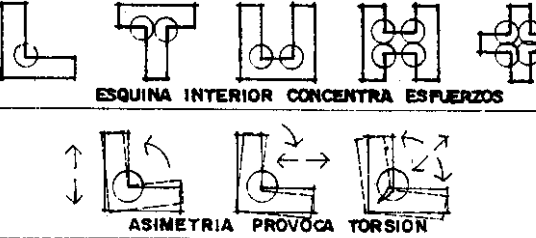
e) Muro de precolados ligeros reforzados, colgante de una articulación superior guiado sin apoyarse, en su extremo mediante un canal" (14) (18)

(14) IBID (pp. 192)

(18) IBID (pp. 71)


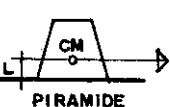
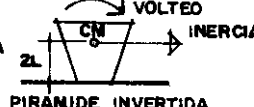
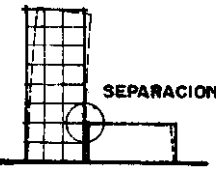
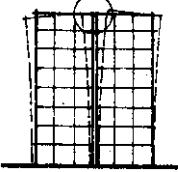


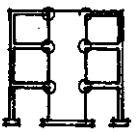
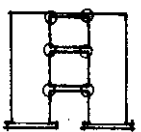
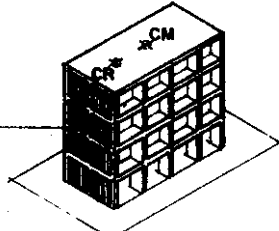
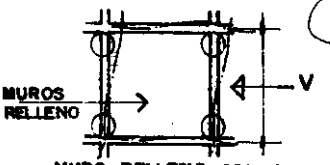
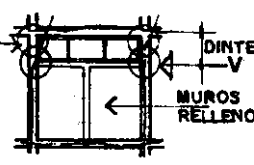
CAPITULO III :

CONCLUSIONES RESUMEN

	GRAFICACION	PROBLEMAS ESTRUCTURALES	SOLUCION
<p>Variaciones de resistencia y rigidez perimetral:</p> <p>Desequilibrio de los elementos resistentes en el perímetro del edificio, causan concentración de rigidez y posibilidad de torsión</p>		<p>Desequilibrio Rigidez Perimetral</p> <p>Incoincidencia del centro de masa y el de rigidez. Concentración, es - fuerzas torsión</p>	<p>(Si) Análisis particular de cada edificio</p> <p>(Si) Equilibrar la resistencia de los elementos .</p> <p>(Si) Coincidan el centro de masa y el de rigidez.</p> <p>(Si) Aislar elementos de mucha rigidez para lograr equilibrar la resistencia en el edificio.</p>
<p>Discontinuidad de rigidez al piso débil</p> <p>La discontinuidad de elementos resistentes o cambios en su altura, producen un piso flexible que concentra fuerzas generando un piso débil.</p>		<p>Discontinuidad rigidez:</p> <p>Debilidad de piso Cambio de rigidez Concentración esfuerzos Zona de falla</p>	<p>(Si) Análisis particular de cada edificio</p> <p>(No) Debe haber discontinuidad de elementos resistentes o cambio de altura en estos.</p> <p>Posibilidad de adición de columnas, contraventeo, generar macromarcos, uniformizando la estructura, evitando la debilidad en el piso.</p>
<p>Muro de corte discontinuos:</p> <p>Discontinuidad de muro de corte, cambio abrupto de rigidez produce concentración de cargas y debilidad en el área de cambio.</p>		<p>Muro de Corte Discontinuo</p> <p>Cambio abrupto rigidez Concentración de esfuerzos Zona de debilidad y falla Ineficiencia de transmisión de cargas.</p>	<p>(No) Existe posibilidad de compensar el - cambio abrupto de rigidez de un muro de corte discontinuo.</p> <p>(No) Hay solución porque no deben interrumpirse los muros de corte.</p> <p>La decisión de usar muros de corte no es adecuada, debe estudiarse otra opción.</p>
<p>Falsa simetría:</p> <p>Localización asimétrica de elementos que concentran fuerzas o causan debilidad en planta. Incluye localización de núcleos de servicio, escaleras o elevadores o bien masas o equipo pesado anclado al edificio o perforaciones en los diafragmas.</p>		<p>Falsa simetría</p> <p>Cambio de rigidez Incoincidencia entre el centro de masa y el de rigidez Concentración de esfuerzos torsión.</p>	<p>(No) Debe generarse falsa simetría ya que se concentran fuerzas en determinados elementos y causan incoincidencia en el centro de masa y el de rigidez con posibilidad de torsión.</p> <p>(Si) Los núcleos se conforman con muros de corte pueden ser aislados por juntas simétricas del resto de la estructura.</p> <p>(Si) Los núcleos pueden conformarse sin elementos rígidos. Ya pueden formar parte de la estructura principal.</p>
<p>Edificios con esquinas interiores:</p> <p>Permiten generar formas que sirven ambientes de manera compacta, pero que a la vez concentran fuerzas y pueden dar posibilidad de torsión.</p>		<p>Esquinas Interiores</p> <p>Concentración esfuerzos Cambio de rigidez Movimientos diferenciales Zonas de debilidad y falla.</p> <p>Edificio asimétricos</p> <p>Concentración esfuerzos Cambio de rigidez Movimientos diferenciales Zonas de debilidad y falla. Torsión.</p>	<p>(No) Concentrar fuerzas en esquinas internas</p> <p>(Si) Reforzar esquinas con colectores o muros de corte.</p> <p>(Si) Dividir al edificio en formas más sencillas que sean capaces de sostenerse solas.</p> <p>(Si) Generar una transición gradual</p> <p>(Si) Evitar formas asimétricas geométrica y estructuralmente</p>

CAPITULO III:

CONCLUSIONES RESUMEN

CONCLUSIONES RESUMEN	GRAFICACION	PROBLEMAS ESTRUCTURALES	SOLUCION
<p>Escalonamiento vertical: Característica similar a la esquin interior, pero en elevación. Concentra esfuerzos en el punto de cambio.</p>	<p>TORRE</p>  <p>ESCALONAMIENTO VERTICAL</p>  <p>PIRAMIDE</p>  <p>PIRAMIDE INVERTIDA</p>	<p>Escalonamiento Vertical</p> <ul style="list-style-type: none"> Cambio abrupto rigidez Concentración esfuerzos Movimientos diferenciales Zona de debilidad <p>Escalonamiento Invertido</p> <ul style="list-style-type: none"> Cambio abrupto rigidez Centro masa alto Possibilidad volteo 	<p>(S) Evitar escalonamiento vertical</p> <p>(S) Generar que la torre se aproxime al 75% de la base.</p> <p>(S) Dividir la estructura por medio de juntas sísmicas. Generando partes más homogéneas, capaces de sostenerse solas.</p> <p>(S) Generar una transición gradual</p> <p>(N) Escalonamiento invertido solución errónea puesto que provocan grandes fuerzas de volteo.</p>
<p>La Colindancia:</p> <p>Localización de estructuras adyacentes de similar tipo estructural o diferentes.</p> <p>Consideraciones para ubicar el edificio y recomendaciones para que no se golpeen al verse afectados por sismos.</p>	<p>SEPARACION</p>  <p>SEPARACION</p> <p>ESTRUC. DIFERENTES</p>  <p>SEPARACION</p> <p>ESTRUC. SIMILARES</p>	<p>Edificios colindantes</p> <ul style="list-style-type: none"> Possibilidad golpeteo Incoincidencia de elementos rígidos entre edificios Diferentes oscilaciones de los edificios. 	<p>(S) Análisis cuidadoso de localización del edificio</p> <p>(S) Considerar una adecuada separación entre estructuras.</p> <p>(S) Evitar incoincidencia de elementos rígidos, como losas, entre edificios.</p>
<p>Interacción Muros-Marcos</p> <p>Comportamiento básico entre la combinación de muros de corte con marcos y donde pueden localizarse las zonas de debilidad.</p> <p>Esta combinación reduce la deflexión horizontal de la estructura permite que existan menos daños no estructurales.</p>	<p>NUCLEOS</p> <p>BAJOS</p>  <p>BAJOS</p>  <p>BAJOS</p> <p>ALTOS</p>  <p>ALTOS</p>  <p>ALTOS</p>	<p>Muros-Marcos:</p> <p>bajos</p> <ul style="list-style-type: none"> Concentración esfuerzos en elementos de unión. Comportamiento dominante por corte Possibilidad de volteo <p>altos</p> <ul style="list-style-type: none"> Concentración esfuerzos en elementos de unión. Comportamiento dominante por flexo-compresión Possibilidad de volteo. 	<p>(S) Dejar articulaciones entre elementos de unión de muros y el marco, que permitan las deformaciones de la estructura.</p> <p>(S) Desarrollar una viga de transferencia de alta capacidad en la cimentación (muros-marcos, bajos y altos.)</p> <p>(S) Desarrollar una viga de transferencia de alta capacidad en la parte superior de la estructura (muros-marcos altos)</p>
<p>Elementos no estructurales:</p> <p>Elementos que no se consideran parte de la estructura principal y que pueden causar concentración de rigidez al localizarse arbitrariamente.</p>	<p>MUROS RELLENO</p> 	<p>Elementos No estructurales Perimetrales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Concentración de rigidez arbitrariamente. No permiten deformaciones adecuadas en marcos Concentración esfuerzos en elementos de marcos (vigas y columnas) Incoincidencia del Centro de masa y el de rigidez. Possibilidad torsión. 	<p>(S) Análisis cuidadoso de localización y andaje de elementos no estructurales</p> <p>(S) Aislar elementos no estructurales de la estructura principal, dejando holguras que permitan las deflexiones pertinentes.</p> <p>(N) Confinar los marcos con muros de mampostería creyendo que aumenta su resistencia.</p> <p>(S) Possibilidad de considerar los elementos como elementos de la parte resistente de la estructura, o sea que cambiarían haciéndose elementos estructurales.</p>
<p>Muros de Relleno y/o tabique:</p> <p>Elementos que permiten delimitar los ambientes pero que debe cuidarse su localización y anclaje ya que pueden afectar el comportamiento de la estructura principal.</p>	<p>MURO RELLENO CONECTADO</p>  <p>MURO RELLENO CONECTADO</p> <p>COLUMNA CORTA</p>  <p>COLUMNA CORTA</p>	<p>Muros de Relleno y/o tabiques:</p> <ul style="list-style-type: none"> Concentración de rigidez arbitrariamente No permiten deformaciones adecuadas en marcos. Concentración esfuerzos en elementos de marcos (vigas, muros) 	<p>(S) Aislar muros de relleno o tabiques de la estructura principal, dejando holguras suficientes.</p> <p>(S) Correcto anclaje de muros de relleno o tabiques que permita que resistan las fuerzas que los puedan afectar y mantenerse verticalmente.</p> <p>(N) Los muros de relleno o tabiques no deben confinar los marcos, creyendo que aumenta su resistencia.</p>

CAPITULO

IV

CAPITULO IV :

Como hemos visto en la determinación de la configuración de un edificio, existe mucha influencia de las características físicas de este y el efecto que implícitamente llevan, ya que el comportamiento del edificio durante un sismo tiene su causalidad, en la mayor parte, en las características mismas, además de los materiales, sistemas constructivos, mano de obra de calidad, etc.

Se trataron de considerar, en los Capítulos anteriores, las características y elementos configurativos más importantes y de mayor influencia en el comportamiento dinámico; las que se pueden controlar a través del análisis crítico del proceso metodológico de diseño arquitectónico.

En este Capítulo, se ejemplificará el diseño arquitectónico de un complejo de edificios multifamiliares, particularmente se enfatiza la utilización y determinación del sistema estructural de muros de corte y marcos de concreto; los cuales previo estudio se consideraron ídneos para este caso.

De manera importante se debe indicar que, debido a la adaptabilidad del sistema estructural de muros de corte-marcos, se le dá prioridad para analizar las variables que se pueden presentar y las ventajas que existen al proponerlo como sistema estructural de los edificios.

También se elabora un proceso dentro del cual se verá el manejo de las variables descritas en Capítulos anteriores, la forma que inciden, su análisis y la toma de decisiones de cada una de ellas, hasta culminar en un diseño arquitectónico que involucre dentro de su configuración los conceptos de análisis dinámico y su control a través del proceso de diseño arquitectónico. Se aplicará, en forma importante el diseño canónico (2), que genera sistemas geométricos y dimensionales, totalmente coordinados, aprovechando la forma y la función de éstas por su configuración.

(2) Broadbent, Geoffrey, "El Lenguaje de la Arquitectura, un Análisis semiótico". Segunda Edición , Buenos Aires 1971 (pp. 53, 54)

CAPITULO IV :

IV.1 Proyecto: Edificios habitacionales multifamiliares.

Antecedentes:

El crecimiento desmesurado de la ciudad de Guatemala urbanísticamente presenta problemas de hacinamiento de grandes grupos familiares en lugares periféricos al centro urbano.

Debido a los escasos recursos económicos del Estado, dedicados a este aspecto y sumados a terrenos inadecuados y escasos para proporcionarles infraestructura, como la escasez de transporte urbano y sus repercusiones; para terminar de hacer más crítico el problema, el porcentaje de inflación y el bajo nivel económico y adquisitivo de la población, causado por la devaluación de nuestra moneda y el alto porcentaje de desempleo.

"Datos obtenidos por respecto a la problemática de la vivienda en Guatemala, en recientes estudios e investigaciones señalan, que:

En 1985 aproximadamente 650,000 familias (3.5 millones de personas) no estaban en posibilidad de optar a una vivienda digna.

Anualmente se registra un promedio de 40,000 nuevas familias con necesidad de resolver su falta de vivienda.

Durante 1985, el sector público y el sector privado apenas lograron producir alrededor de 5,000 viviendas, es decir 12.5% del número total de nuevas familias y menos del 1% de déficit acumulado hasta ese año.

El ingreso promedio anual familiar estaba calculado hacia 1981 en Q.3,051.00 (254.25 mensuales) lo cual evidencia la incapacidad de la mayoría para acceder a la adquisición de vivienda". (17)

(17) "Proyecciones departamentales de población 1980 - 2000" SEGEPLAN -INE, Junio 1985 (pp. 93 - 94)

CAPITULO IV :

Pronóstico:

De acuerdo con el desenvolvimiento histórico que ha tenido el sector vivienda en Guatemala, puede proyectarse la magnitud que alcanzaría el problema del déficit habitacional.

Tomando en cuenta lo expuesto y asumiendo que continúe la tendencia hasta ahora observada, el sector vivienda tendría las características siguientes:

El déficit cuantitativo habitacional acumulado para 1991 sería de 840,000 viviendas, alcanzando para el año 2,000 la cantidad de 1.230,000 viviendas.

"La producción acumulada de vivienda por parte de los sectores público y privado alcanzaría a ser solamente el 30% del número de hogares al año 2,000. Lo anterior significa que, para 1991, aproximadamente un número de 1.060,450 familias (5.8 millones de personas) estaría viviendo en soluciones habitacionales informales, es decir aquellas que no reúnen las condiciones mínimas de habitabilidad y para el año 2,000 este se incrementaría a 1.516.487 (8.3 millones de personas).

De acuerdo con el comportamiento actual de las corrientes migratorias y el crecimiento vegetativo de la población para 1991 estaría habitado en los centros urbanos el 40% de la población total del país y para el año 2,000, el 42%. Esto implica que el problema habitacional se vería agudizado en las áreas urbanas, principalmente en la ciudad capital." (17)

"Según lo señalado anteriormente, para 1991, el departamento de Guatemala contaría con 2.019,650 habitantes y para el año 2,000 con 2.538,227, lo que representaría el 47% de la población urbana del país y el 20% de la población total. Esto definitivamente agudizará las manifestaciones del problema:

- A. Invasiones u ocupaciones ilegales.
- B. Áreas urbanas en precarias condiciones.
- C. Vivienda informal.
- D. Deficiencia de los servicios de infraestructura ". (16)

(16) Quesada S. Flavio, "Invasiones de Terrenos en la Ciudad de Guatemala". CEUR USAC, Guatemala 1985 (pp. 34, 37)

(17) IBID (pp. 96 , 97)

CAPITULO IV :

Objetivos:

Generales:

Proponer proyectos relacionados con el mejoramiento de las condiciones de vida de la población, satisfaciendo sus necesidades mínimas de vivienda, mediante soluciones habitacionales, cuyas características de habitabilidad manifiesten un claro resguardo de la dignidad humana.

Proponer soluciones habitacionales acordes con el nivel del progreso social alcanzado en el país, que reúnan las condiciones de habitabilidad y que permitan el desarrollo integral del individuo y la familia, además adecuarse a los distintos niveles de ingreso de la población.

Estimular la investigación dirigida a temas que estudien el comportamiento de las diversas configuraciones formales-especiales, así como su adecuación en la solución de proyectos arquitectónicos.

Particulares:

Ejemplificar un determinado proyecto arquitectónico que, llene los requisitos de la demanda, por su naturaleza y que a la vez posea cualidades donde se adecuen la aplicación de los criterios de configuración de los muros.

Determinar dentro del proceso metodológico de diseño arquitectónico, el manejo de las variables y criterios de configuración, su control y coincidencia con los elementos y componentes físico-formales que se establezcan en el diseño del anteproyecto.

Desarrollar el proyecto de un conjunto habitacional, que concentre infraestructura y servicios, que disminuyan el costo del proyecto.

Desarrollar un proyecto en el que pueda utilizarse un sistema constructivo conocido a nivel nacional, que permita el uso de recursos y mano de obra locales.

Condiciones Naturales:

Medio Ambiente:

Topografía: El terreno posee una topografía con poca variabilidad entre 8.00 m. de altura en 200 m. de largo y en lado ancho aproximado 150 m. posee algunas depresiones de 2.00 a 3.00 m. aproximado; lo que indica la posibilidad de movimientos de -

CAPITULO IV :

tierra y elaboración de plataformas. Su composición no está totalmente determinada, pero se puede considerar que posee la capacidad promedio del suelo del área urbana. (25)

Agua / Hidrología: Respecto a la hidrología, la fuente natural más cercana es el río Villalobos, que se encuentra a 800 m. aproximadamente y por razones topográficas no permite el acceso sin la utilización de equipo de bombeo; el que no se recomienda pues aumentaría el costo y mantenimiento del mismo. La mayor posibilidad de abastecimiento de agua potable la representa la perforación de pozos.

Clima: Predominantemente Templado con temperatura promedio anual de 18.7° a 23.9°C; precipitación promedio anual de 1,200 mm.; viento dominante Nor-noreste y Sur-suroeste con características de los alisios. Altitud promedio de 1500 m/nm. (27)

Sismos / asentamientos del suelo: La zona que se localiza el terreno, es parte del graben del Valle de Guatemala, es afectada por la fallas locales de Mixco y Villanueva, las que generan sismos locales de pequeña y mediana magnitud, bastante destructivos (ver contexto). (15)

Contaminación: No existe contaminación directa, ya que la localización del terreno es relativamente alejada de la zona industrial pero se ve afectada indirectamente en aspectos como: contaminación del aire, desechos industriales hacia el cauce del río, congestionamiento de transporte, etc..

Flora y fauna: Con respecto a estos factores se presenta la siguiente situación: no existe una flora determinada que posea valor conservacionista; existen pastizales en la mayor parte del terreno algunos arbustos silvestres. La fauna está compuesta por: roedores y aves de pequeño tamaño, por lo que el objetivo se centrará en eliminar el hábitat de roedores, pues constituyen una plaga; al hacer el movimiento de tierras y tratamiento de jardinería se proyectarán áreas verdes mejor tratadas y que den posibilidad de hábitat para las aves.

Recursos Naturales para la construcción:

Técnicos:

Se puede decir que no existen limitaciones, ya que los sistemas constructivos para la realización de sistemas estructurales de muros de corte y de muros de corte-marcos, son perfectamente adaptables al tipo de mano de obra, materiales locales, equipo, maquinaria, asesoría técnica, etc..

Climáticos (control):

Los recursos climáticos, para el logro del confort dentro de la proyección de los edificios, estará dirigido en el uso de

(25) Coordinación Proyecto Nimajuyú II, Guatemala, BANVI

(27) INSIVUMEN

(18) IBID (pp. 1,6)

CAPITULO IV :

recursos naturales (orientación climática); de esta manera no se aumenta el costo del proyecto en aspectos de instalaciones especiales. Se enfatizará la correcta iluminación y ventilación de los ambientes que constituyan el edificio, teniendo como base mínima la reglamentación urbana.

Estéticos:

Estos no poseen ninguna restricción, a menos que fueran estos los recursos que condicionaran la forma del edificio o del proyecto. Se deja abierto el campo, para que el diseñador haga uso racional e inventivo de los recursos con que cuenta; la tipología circundante no condiciona las características formales del proyecto, por el contrario nos dá una pauta para que se logre vislumbrar una perspectiva mejor, generando mayor confortabilidad, sin descuidar el aspecto dignificativo que involucra el mismo fenómeno.

CAPITULO IV :

Estimación de Costo del Proyecto:

Para determinar la oferta habitacional que podría presentar el proyecto a los usuarios, se ha tomando como base datos proporcionados por el Banco Nacional de la Vivienda (BANVI) y tiene como parámetros los siguientes:

Costos por Urbanización: Q. 35.00 /m²
Costos por Construcción: 350.00 /m² ___ / 1

El cálculo para definir los costos del proyecto, es de la manera siguiente:

Área del terreno:	44,852.00 m ²	
Costos por Urbanización:	44,852 x 35	Q. 1,569,820.00
Costos por Construcción:	31,040 x 350	Q. 10,864,000.00
		<hr/>
Subtotal =		Q. 12,433,820.00
Costo del terreno	44,852 x 50	
		Q. 2,242,600.00
		<hr/>
Total =		Q. 14,676,420.00

Luego de determinar los costos generales del proyecto, también se puede establecer un costo por apartamento.

Total de apartamentos = 320 u.

Costo por apartamento: = Q. 14,676,420. ÷ 320
Q. 45,863.81
Q. 46,000.00 cada apartamento ___ / 2

Para estimar la distribución de los precios de los apartamentos por nivel, se tomará el 10% del total calculado y será la diferencia entre cada uno de estos:

Apartamentos:	1° Nivel:	Q. 46,000.00	+	10%	=	Q. 50,600.00
	2° Nivel:	46,000.00	+	5%	=	48,300.00
	3° Nivel:	46,000.00	+	5%	=	43,700.00
	4° Nivel:	46,000.00	+	10%	=	41,400.00

___ / 1 Las estimaciones de los costos por urbanización y construcción han sido estimados de datos proporcionados por el BANVI, de proyectos habitacionales de edificios multifamiliares, a los que se les ha incrementado un porcentaje para actualizarlos.

CAPITULO IV:

Adicional al cálculos del precio por apartamento y nivel, también debe incrementarse el interés del financiamiento, que se estimaría en el 12%. Los precios finales, para los apartamentos quedarán de la siguiente forma:

Apartamentos	Precio	Intereses	Precio Final	Enganche 20%	Mensualidades			
					5 AÑOS	10 AÑOS	15 AÑOS	20 AÑOS
1o. Nivel	Q.50,600.00	12%	Q.56,672.00	Q. 11,344.40	Q.755.46	Q.377.73	Q.251.82	Q.183.87
2o. Nivel	48,300.00	12%	54,096.00	10,819.20	721.28	360.64	240.43	180.32
3o. Nivel	43,700.00	12%	48,944.00	9,788.80	652.59	326.29	217.53	163.15
4o. Nivel	41,400.00	12%	40,368.00	9,273.60	618.24	309.12	206.08	154.56

Rango de Ingreso por Familia:

Para establecer el rango de ingresos por familia, que podría optar a poseer un apartamento, se tomaron criterios similares, como los adoptados por el BANVI.

Los porcentajes para la amortización del pago de cada apartamento será de la siguiente forma:

Tipo de ingresos por familia:

Quando: sólo el jefe de familia contribuye 30%
ambos cónyuges contribuyen 40%

Los rangos de ingresos por familia serán del 30% ó 40% de la amortización del pago correspondiente; dependerá también de la forma de plaza de la deuda (5, 10, 15 ó 20 años plazo), distribuyendose de la siguiente manera:

Apartamentos	Precio	Enganche	INGRESO POR FAMILIA / MES							
			5 AÑOS		10 AÑOS		15 AÑOS		20 AÑOS	
			30%	40%	30%	40%	30%	40%	30%	40%
1o. Nivel	Q.56,672.00	Q.11,344.00	Q.2,518.20	Q.2,518.20	Q.1,888.65	Q.944.33	Q.839.40	Q.629.57	Q.629.57	Q.472.18
2o. Nivel	54,096.00	10,819.20	2,404.27	1,083.20	1,201.13	901.60	801.43	601.08	601.07	450.80
3o. Nivel	48,944.00	9,788.80	2,175.30	1,631.48	1,087.63	815.73	725.10	543.83	543.83	407.88
4o. Nivel	46,368.00	9,273.60	2,060.80	1,545.60	1,030.40	772.80	686.93	512.20	515.20	386.40

De esta forma puede notarse claramente, cuales deberán ser los ingresos por familia por mes, y la opción que presenta el plazo de amortización del precio total de cada apartamento y de cada nivel. Puede parecer bajo el rango de ingreso, cuando el plazo es a 20 años y se toma la mensualidad como el 40% del ingreso, pero esto es objeto de estudios socio-económicos, que se desarrollan cuando se elabora la factibilidad del proyecto.

/2 Los costos por cada apartamento, se han estimado de los costos globales del proyecto generalmente se hace un incremento en la venta de los apartamentos pero para efectos de estudio sólo se tomaran los costos estimados sin incrementar su valor, pero afectados por el interés bancario, el que no se incrementó para demostrar que es más accesible obtener precios bajos al no aumentar el interés al financiamiento.

CAPITULO IV :

Población:

Para determinar la cantidad de población que consumirá el Proyecto Habitacional se tomaran los siguientes criterios de regulación: (10)

Area del terreno	100%	44,852.00	M ²
Indice de ocupación	40%	17,940.80	M ²
Area escolar	6%	2,691.12	M ²
Area deportiva	5%	2,242.60	M ²
Area verde municipal	10%	4,485.20	M ²
Area de estacionamiento	30%	13,455.60	M ²

Para cada edificio habitacional, se consideró que sea compuesto por 4 apartamentos por nivel de 72 M² y un total de 4 niveles por edificio. El programa de necesidades del apartamento es el siguiente:

Sala	12.00	M ²
Comedor	12.00	M ²
Dormitorio 1	12.00	M ²
Dormitorio 2	12.00	M ²
S.S. Familiar	3.00	M ²
Cocina	9.00	M ²
Lavandería	6.00	M ²
Area de tender	6.00	M ²
Total	<u>72.00</u>	M ²

El programa general para la configuración urbanista, se define de la siguiente forma:

4 grupos 5 unidades habitacionales (o combinación)	320 Apartamentos	1,500 Personas
4 estacionamientos para cada grupo habitacional	320 Automóviles	1 auto c/apto.
4 áreas de plazas/interedificios	2,000 M ² (mínimo)	2.67 M ² /persona
áreas deportivas	2,000 M ² (mínimo)	3.00 M ² /persona
área escolar	2,700 M ² (mínimo)	4.5 M ² /alumno

(10) IBID (pp. 32, 35, 61, 71, 73, 74, 81)

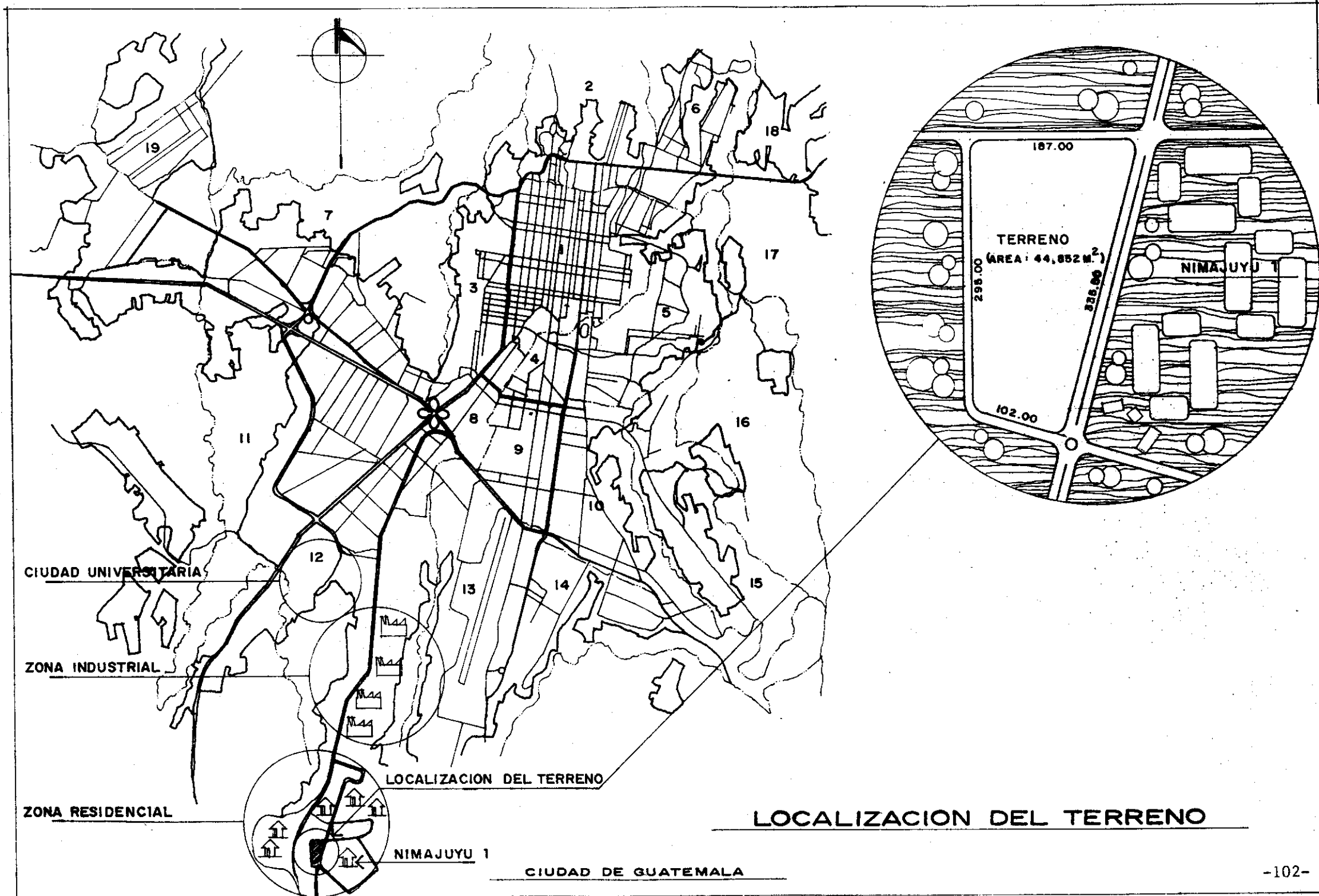
DISEÑO ARQUITECTONICO

LOCALIZACION DEL TERRENO

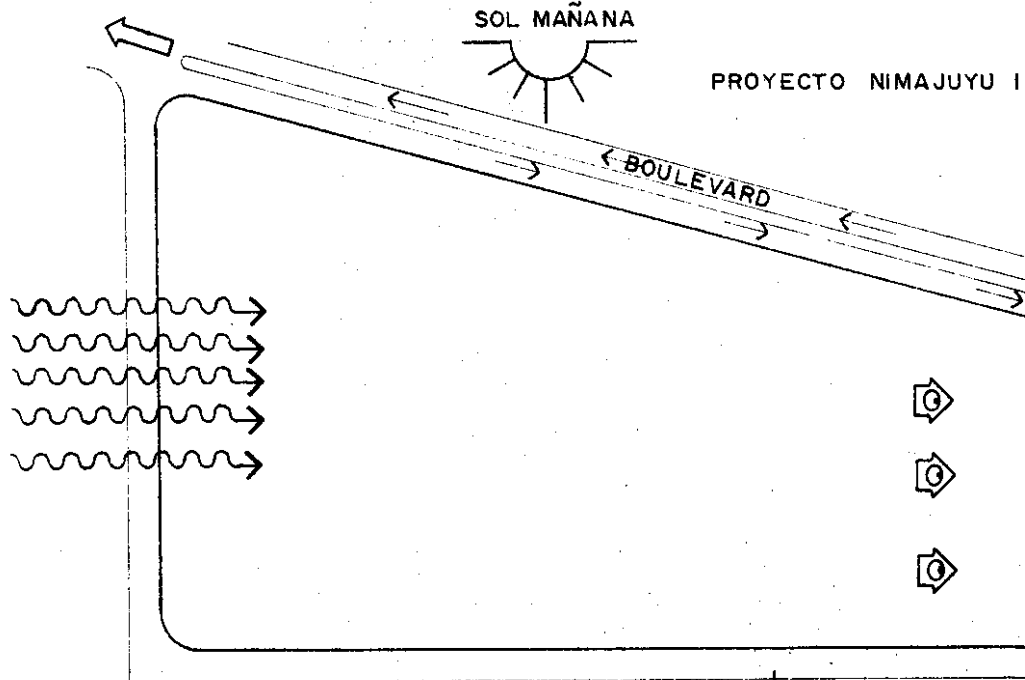
MATRICES ECOLOGICA Y DE INFRAESTRUCTURA

MATRIZ Y DIAGRAMA DE RELACIONES DE CONJUNTO

CONFIGURACION URBANISTICA / CRITERIOS







HACIA CENTRO DE LA CIUDAD



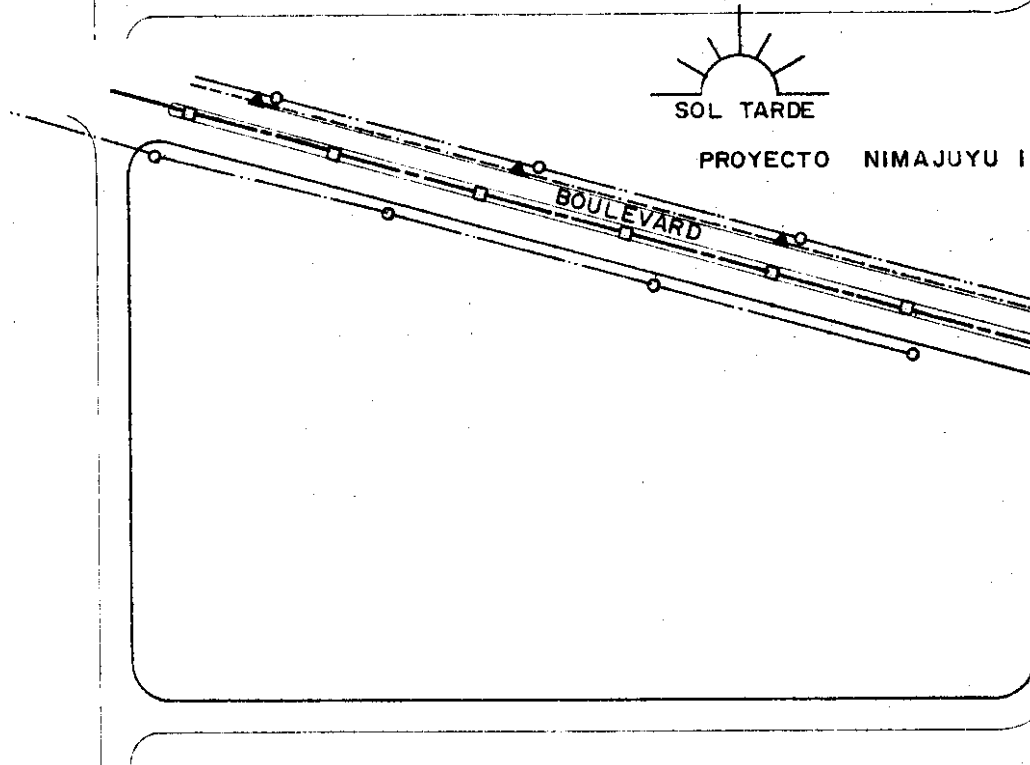
PROYECTO NIMAJUYU I

SOL MAÑANA

BOULEVARD

-  VIENTOS PREDOMINANTES
-  VISTA ATRACTIVA
-  CURVAS DE NIVEL
PENDIENTE 2.3 %
-  TRAFICO VEHICULAR






MATRIZ ECOLOGICA



SOL TARDE

PROYECTO NIMAJUYU I

BOULEVARD

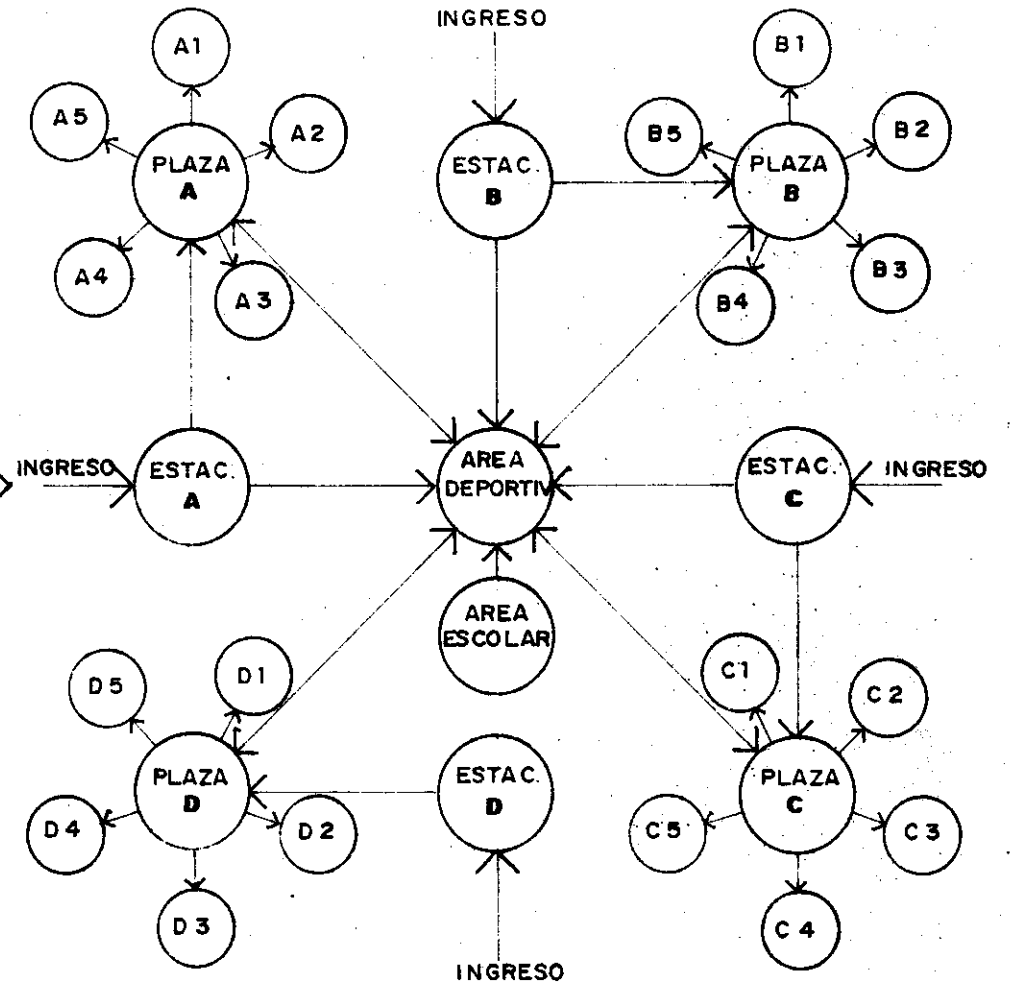
-  SERVICIO DE ALUMBRADO ELECTRICO
-  RED DE DRENAJES
-  SERVICIO DE TELEFONO
-  CALLE ASFALTADA
-  CALLE TERRACERIA

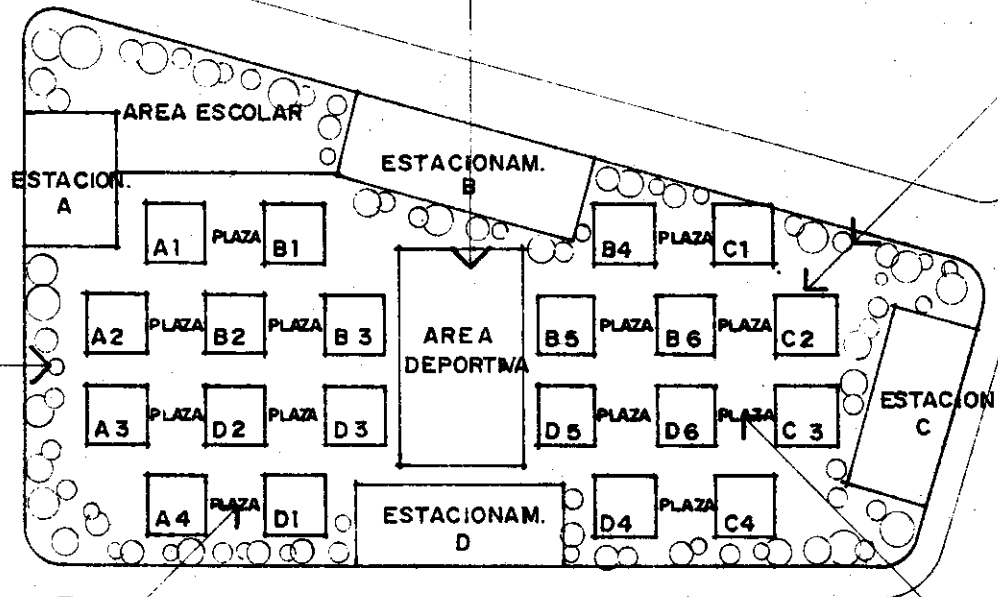
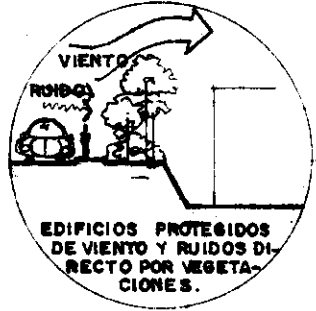
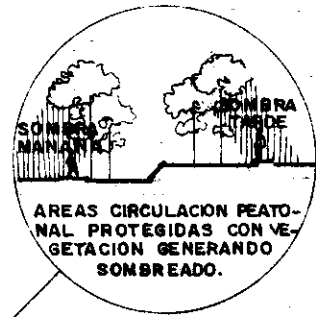
MATRIZ DE INFRAESTRUCTURA

MATRIZ DE RELACIONES GENERALES GRUPOS

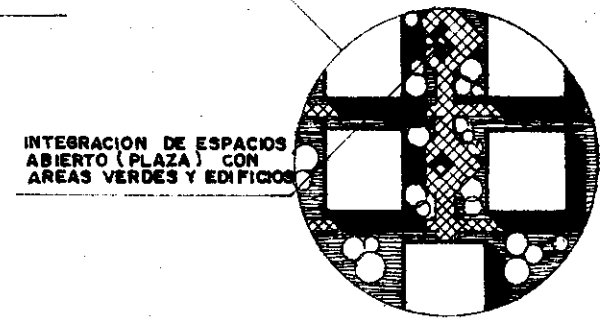
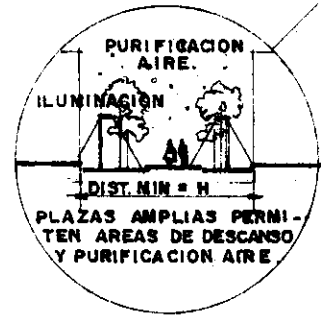
	ESTACIONAMIENTO A	
	PLAZA A	○
A 1	EDIFICIO APTOS.	○
A 2	EDIFICIO APTOS.	○
A 3	EDIFICIO APTOS.	○
A 4	EDIFICIO APTOS.	○
A 5	EDIFICIO APTOS.	○
	ESTACIONAMIENTO B	
	PLAZA B	○
B 1	EDIFICIO APTOS.	○
B 2	EDIFICIO APTOS.	○
B 3	EDIFICIO APTOS.	○
B 4	EDIFICIO APTOS.	○
B 5	EDIFICIO APTOS.	○
	ESTACIONAMIENTO C	
	PLAZA C	○
C 1	EDIFICIO APTOS.	○
C 2	EDIFICIO APTOS.	○
C 3	EDIFICIO APTOS.	○
C 4	EDIFICIO APTOS.	○
C 5	EDIFICIO APTOS.	○
	ESTACIONAMIENTO D	
	PLAZA D	○
D 1	EDIFICIO APTOS.	○
D 2	EDIFICIO APTOS.	○
D 3	EDIFICIO APTOS.	○
D 4	EDIFICIO APTOS.	○
D 5	EDIFICIO APTOS.	○
	AREA DEPORTIVA	○
	AREA ESCOLAR	○

DIAGRAMA DE RELACIONES GENERALES GRUPOS





CONFIGURACION URBANISTICA



MATRIZ DE DIAGNOSTICO

N.	AMBIENTE	ESCALA PSICOLOGICA		ESCALA ANTROPOMETR.			ESCALA ECOLOGICA			TORMENTA DE IDEAS	
		NECESIDAD	ACTIVIDAD	MOBILIARIO	DIMEN.	AREA	ILUM.	VENT.	ORIENT.	IDEA	GRAFICACION
1	VESTIBULO	DISTRIBUIR, DIRIGIR	CAMINAR, CIRCULAR,	—	6.00x6.00	36.00	50 %	25%	—	DIRIGIR, DISTRIBUIR CIRCULAR	
2	SALA	REUNION FAM. DESCANSAR	SENTARSE, ACOMODARSE, CONVERSAR	SILLONES, MESAS SALA.	3.00x4.00	12.00	1.80	0.60	NOR OESTE SUR ESTE	AGRADABLE VISTA COMODIDAD, CONFORT AMPLITUD.	
3	COMEDOR	INGERIR ALIMENTOS	SENTARSE, COMER, CONVERSAR	MESA COMED. SILLAS ALACENA	3.00x4.00	12.00	1.80	0.60	NOR OESTE SUR ESTE	AGRADABLE VISTA COMODIDAD, CONFORT AMPLITUD	
4	DORMITORIO 1	DESCANSAR DORMIR	CIRCULAR, DESVESTIRSE, ACOSTARSE	CAMA MAT. MESAS NOCHE, CLOSET	3.00x4.00	12.00	1.80	0.60	NOR OESTE SUR ESTE	AGRADABLE VISTA COMODIDAD, CONFORT PRIVACIDAD	
5	DORMITORIO 2	DESCANSAR DORMIR	CIRCULAR, DESVESTIRSE, ACOSTARSE	CAMAS INDIV. MESAS NOCHE, CLOSET	3.00x4.00	12.00	1.80	0.60	NOR OESTE SUR ESTE	AGRADABLE VISTA COMODIDAD, CONFORT PRIVACIDAD	
6	S.S. FAMILIAR	NEC FISIOLÓG. ASEO PERS.	MINGIR, DEFECAR, DUCHARSE	LAVAMANOS INODORO DUCHA	1.20 x 3.00	3.60	1.08	0.54	ESTE OESTE	FUNCIONALIDAD, COMODIDAD, PRIVACIDAD	
7	COCINA	PREP. ALIMEN. COCINAR	CIRCULAR, PREPARAR COCINAR	REFRIGERADOR, ESTUFA, GABIN. LAVATRASTOS	3.00 x 3.00	9.00	1.35	0.68	NOR OESTE SUR ESTE	FUNCIONALIDAD, COMODIDAD, HIGIENE	
8	LAVANDERIA	LIMP. ROPA	CIRCULAR, LAVAR, PLANCHAR	PILA / LAVAD. PLANCHADOR. CLOSET	2.00 x 3.00	6.00	0.90	0.45	NOR OESTE SUR ESTE	FUNCIONALIDAD, COMODIDAD, HIGIENE	
9	AREA TENDER	SECAR ROPA	CIRCULAR, ESCURRIR, TENDER	—	2.00 x 3.00	6.00	3.00	3.00	ESTE OESTE	FUNCIONALIDAD, SEGURIDAD, HIGIENE	

MATRIZ DE RELACIONES

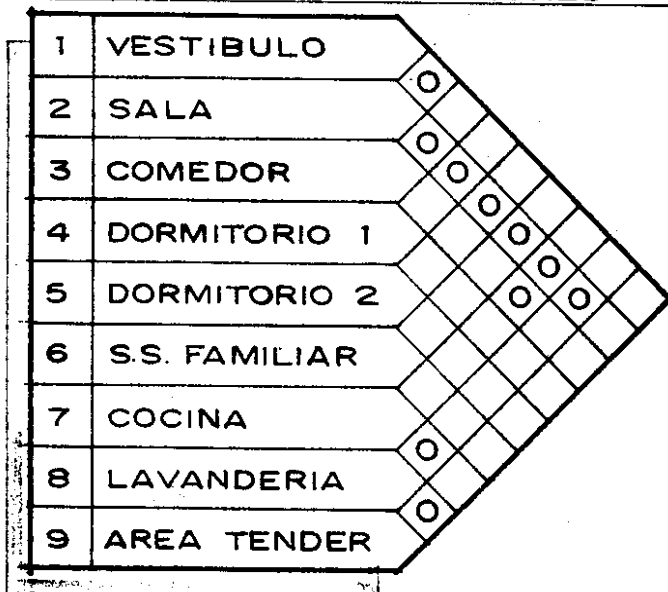


DIAGRAMA DE RELACIONES

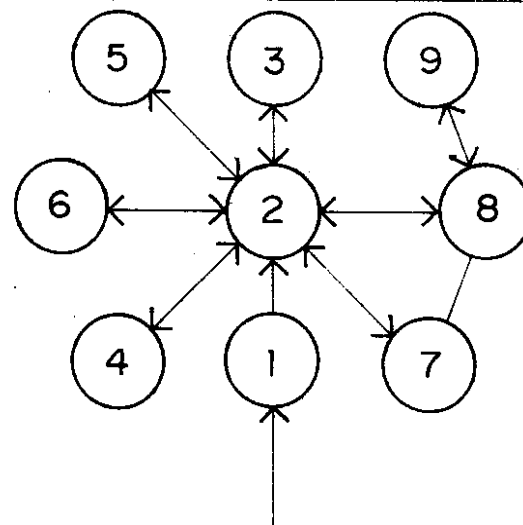
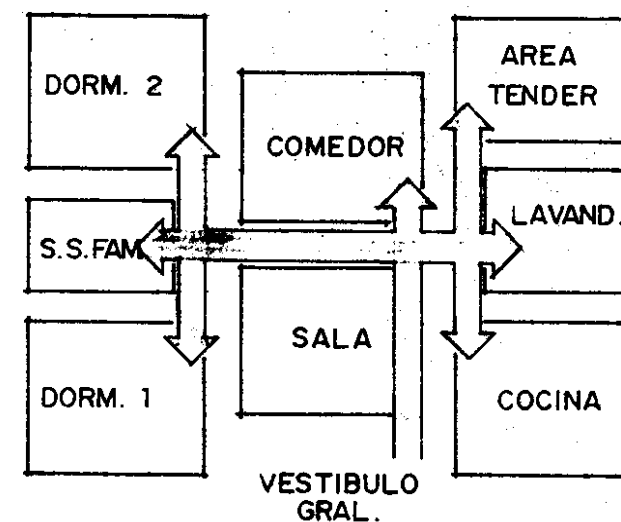
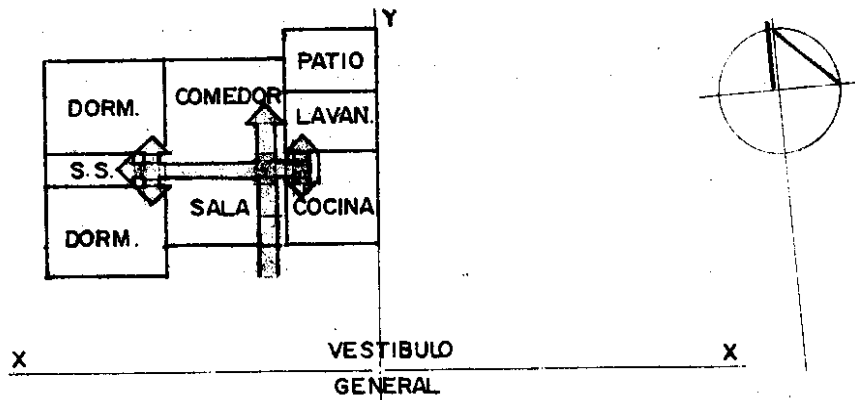


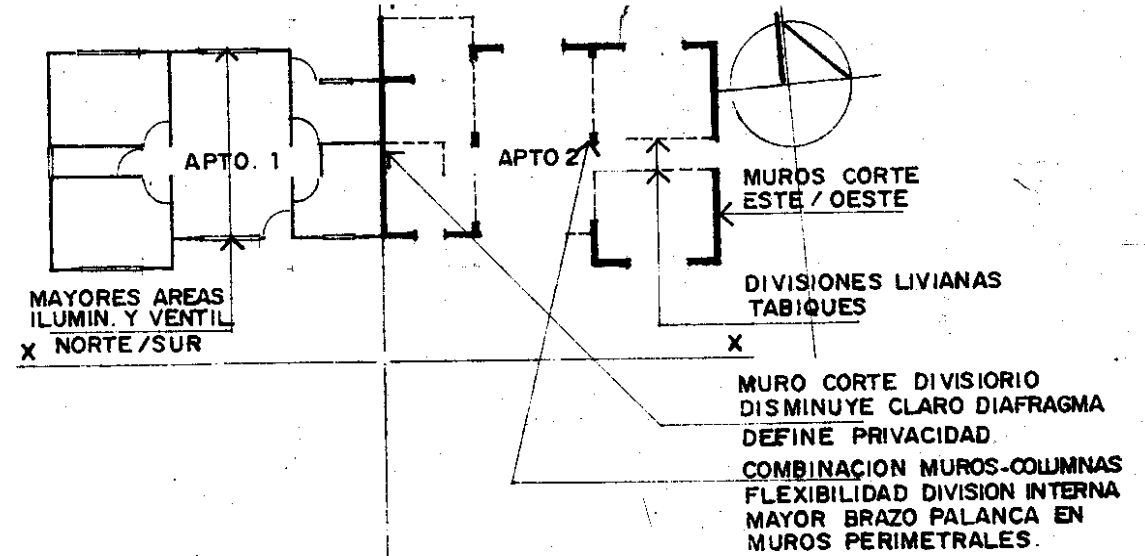
DIAGRAMA DE BLOQUES





1

FASE 1: SE APLICA EL DIAGRAMA DE BLOQUE DETERMINADO EN LAS MATRICES. SE DEFINE UNA GRILLA DE RETICULAS Y DOS EJES PRINCIPALES DE SIMETRIA.

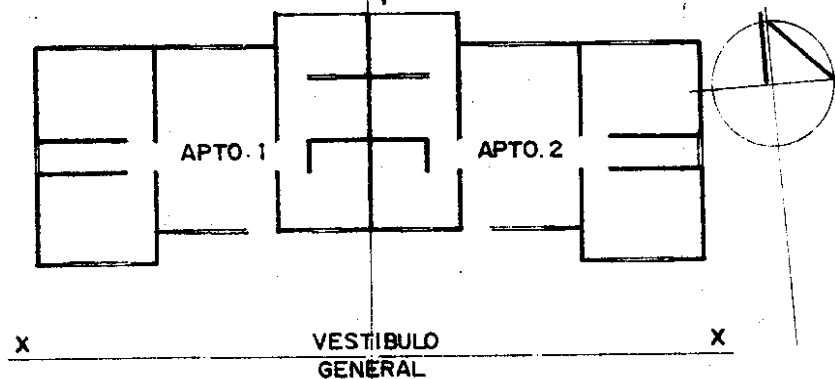


2

FASE 2 DISEÑO DE SIMETRIA. MAYORES ILUMINACIONES Y VENTIL. NORTE/SUR. MUROS ESTE/OESTE CONTROLAN ORIENTACION. COLUMNAS INTER.FLEXIBILIDAD DIVISION.

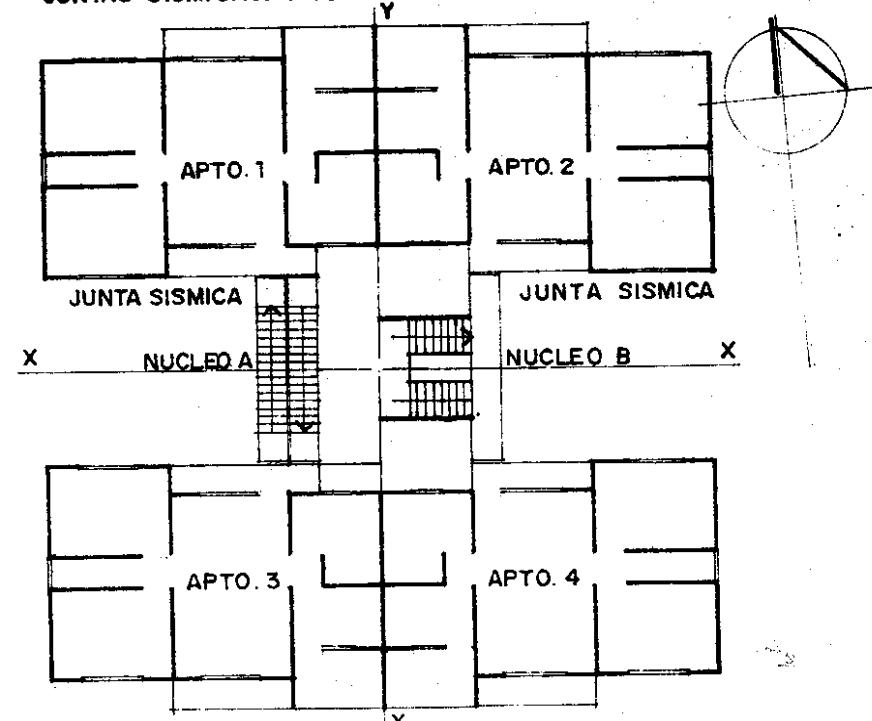
3

FASE 3: DISEÑO DE SIMETRIA EN AMBOS EJES MEJOR CONTROL DE ELEMENTOS FUNCIONALES. EL VESTIBULO SE CENTRALIZO PARA MENOR CONSUMO DE CIRCULACION.



4

FASE 4: EL CENTRALIZAR EL NUCLEO DE CIRCULACION GENERA ESQUINAS INTERNAS, POR LO QUE SE PROPONEN JUNTAS SISMICAS. Y SE DECIDE POR LA PROPUESTA B.



ANALISIS DINAMICO CONFIGURATIVO

MATRIZ DE CARACTERISTICAS FORMALES DEL EDIFICIO
DIAGRAMAS DEL COMPORTAMIENTO DINAMICO
MATRICES DE CARACTERISTICAS FORMALES DE MUROS

CAPITULO IV :

Análisis Dinámico Configurativo:

Las características formales de un edificio desarrollan su parte configurativa, como se ha venido mencionando, portanto deben considerarse todos los elementos que influyan dentro de su comportamiento dinámico. Dentro de la parte teórica, se ha tratado de considerar las características más relevantes dentro de la configuración y que pueden tenerse bajo control en el diseño arquitectónico.

Las matrices desarrolladas a continuación, tiene la finalidad de mostrar como se tratan de controlar las características formales, primeramente de manera general en el edificio y luego particularmente, analizando los muros más relevantes dentro del diseño.

Dentro de las características formales más relevantes se consideraron: el sistema estructural del edificio, la escala, la altura, el tamaño horizontal, la forma general; luego aparecen variables de problemas configurativos de forma particular entre los que se cuentan: las esquinas interiores, en forma, la simetría, la falsa simetría, la resistencia perimetral, la discontinuidad de resistencia, la colindancia, la densidad de la estructura en planta, otros componentes, como ductos de servicio, núcleo de gradas o elevadores y elementos no estructurales. En la dirección horizontal se relacionan, con las anteriores características, factores que involucran elementos imprescindibles que determinan, en alto grado las cualidades de las características y la manera que determinados elementos se les dá tratamiento dentro del diseño.

La comprensibilidad de las matrices parte de los principios teóricos, que no deben perderse de vista y las características se complementan con los elementos relevantes; por ejemplo: los elementos resistentes, considerados en el edificio, ya sean columnas y/o muros; los materiales que se proponen para desarrollar la construcción; las gráficas explican de mejor forma aspectos cualitativos en planta y en elevación del edificio, sus dimensiones generales y los elementos resistentes, su localización y distribución; también se consideran los aspectos cualitativos de la forma, refiriéndola a la sencillez ó complejidad de las características y las proporciones que posee el edificio de manera general, que involucran sus relaciones de: corto ó bajo, medio y largo ó alto, y que refieren a aspectos de planta o elevación correspondiente.


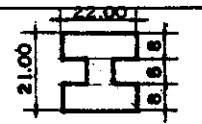

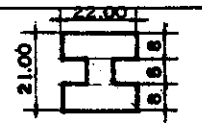






En las matrices que consideran las características formales de los muros, el análisis se hace de forma particular; así los factores que afectan en mayor grado a los elementos resistentes (muros y/o columnas) son: la altura, el tamaño horizontal y la forma general; estas características determinan de manera cualitativa y cuantitativa aspectos de dimensiones de los elementos resistentes así como su forma y las proporciones que adquiere: el resultado de la relación de estas, y la necesidad de aumentar su rigidez flexional por medio de la utilización de alas que conformarán perfiles homogéneos haciéndolos más eficientes. Particularizando más en los aspectos configurativos encontramos la simetría de los elementos su localización con 1 ó 2 ejes, respecto al elemento mismo ó al edificio en general; la falsa simetría define también la localización de elementos que pueden influir en su comportamiento, como los núcleos de servicio, gradas ó elevadores; la resistencia perimetral determina la localización de elementos en el perímetro y el brazo de palanca que puedan generar para resistir la torsión; su uniformidad, intensidad ó división interior; si existe la posibilidad de discontinuidad de resistencia en los elementos resistentes, este aspecto adquiere mucha relevancia, ya que muestra lo acertado de las decisiones en la utilización del sistema estructural y puede ubicar la zona.

CAPITULO IV :

donde se concentran fuerzas; que generarían una posible zona de falla; la densidad de la estructura en planta, muestra la relación de longitud de muros respecto al área de piso, el porcentaje nos dá un parámetro de la carga/capacidad de la planta.

De esta forma, la matrices tratan de incluir las variables que puedan afectar el comportamiento dinámico del edificio y la forma de tener control sobre ellas, ya que evalúan el diseño arquitectónico luego de determinar la forma general del edificio, la utilización y localización de los elementos resistentes (muros y/o columnas), sus dimensiones y proporciones, y la eficiencia que muestra su forma misma ó bien la necesidad de recomendar cambios que ayuden en su funcionamiento.




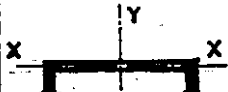
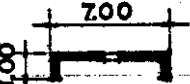

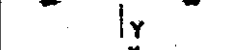








MATRIZ CUALITATIVA DE CARACTERISTICAS FORMALES EDIFICIO / 1

Nº	CARACTERISTICAS	ELEM. RESISTEN.		MATERIALES	GRAFICACION		FORMA		PROPORCIONES					
		MUROS	COLUM.		PLANTA	ELEVACION	SENCILLO	COMPLEJO	CORT.	BAJO	MED.	MED.	LARG.	ALTO
1	SISTEMA ESTRUCTURAL	SI	SI	MAMPOSTERIA Y CONCRETO REFORZ.	—		NO	SI	—	—	X	X	—	—
2	ESCALA	MEDIA 4 NIV.	MEDIA 4 NIV.				—	—	—	—	X	X	—	—
3	ALTURA	12 M.	12 M.			12 M.	SI	NO	—	—	X	X	—	—
4	TAMAÑO HORIZONTAL	VER MAT. 2,3 y 4	0.15 x 0.30		21 x 22 M.	—	NO	SI	—	—	X	X	—	—
5	FORMA GENERAL	VER MAT. 2,3 y 4	RECTANG.		DE "H"	RECTANGULAR	NO	SI	—	—	X	X	—	—
6	ESQUINAS INTERIORES	SI	NO	POSIBILIDAD DE JUNTA SISMICA	SI	NO	NO	SI	—	—	—	—	—	—
7	SIMETRIA: RESPECTO A 1 EJE: RESPECTO A 2 EJES:	SI	SI				NO	SI	—	—	—	—	—	—
8	FALSA SIMETRIA	NO	NO		NO	NO	—	—	—	—	—	—	—	—
9	RESISTENCIA PERIMETRAL	SI	SI		BRAZO PALANCA 	MUROS ELEVACION 	NO	SI	X	—	—	—	X	X
	UNIFORMIDAD:	NO	NO				—	—	—	—	—	—	—	—
	INTENSIDAD:	SI	SI				NO	SI	X	—	—	—	—	X
10	DISCONTINUIDAD RESIST.													
	MUROS:	NO	NO		NO	NO	—	—	—	—	—	—	—	—
	COLUMNAS:	NO	NO		NO	NO	—	—	—	—	—	—	—	—
11	COLINDANCIA:	NO	NO	SOLO ENTRE ESTRUCTURAS MISMA PLANTA	NO	NO	—	—	—	—	—	—	—	—
12	DENSIDAD EST. EN PLANTA	SI	SI		DISTRIB. GRAL. DE MUROS 	—	SI	NO	—	—	X	X	—	—
	DISTRIBUCION:													
	CONCENTRACION:	NO	NO				—	—	—	—	—	—	—	—
13	OTROS COMPONENTES:				SEPARACION ESTRUCTURA 		—	—	—	—	—	—	—	—
	DUCTOS DE SERVICIO:	SI	NO	SU LOCALIZACION SE VE AFECTADA POR ESQUINAS INTERIORES QUE CONCENTRAN ESFUERZO			NO	SI	—	—	X	X	—	—
	NUCLEOS DE GRADAS:						—	—	—	—	—	—	—	—
	ELEVADORES:						—	—	—	—	—	—	—	—
14	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:	SI	NO	TABIQUES LIVIANOS CON JUNTA SISM.	SI	EXTERIOR NO	SI	NO	X	X	—	—	—	—

OBSERVACIONES:





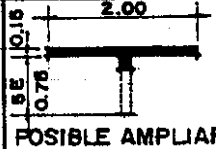



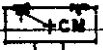
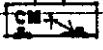
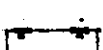
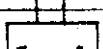

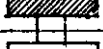
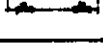
VER MATRICES DE MUROS HOJAS 2, 3 Y 4.

MATRIZ DE CARACTERISTICAS FORMALES DE MUROS EST/OEST. / 2

Nº	CARACTERISTICAS	DIMENSION	GRAFIC. PREL.	PROPORCIONES						RIGIDEZ F.	GRAFICACION		
			PLANTA	CORT.	BAJO	MED.	MED.	LARG.	ALTO	RELACION	ALAS	PLANTA	ELEVACION
1	ALTURA	12.00		1.00	—	—	—	—	12.00	0.08	SI SOLO LADO CORTO.		
2	TAMAÑO HORIZONTAL	7.00		—	—	—	—	7.00	12.00	0.58	NO		
3	FORMA GENERAL	DE "C"		—	—	—	—	X	X	BUENA	NO		
4	SIMETRIA RESPECTO A 1 EJE EN MURO AISLADO	SI		—	—	—	—	X	X	BUENA MUROS UBICADOS	NO		
	RESPECTO A 2 EJES EN EDIFICIO	SI		—	—	X	X	—	—	EN PERIMETRO BUENA PALANCA	NO		
5	FALSA SIMETRIA	NO		—	—	—	—	—	—	NO	NO		ESTE / OESTE
6	RESISTENCIA PERIMET. UNIFORMIDAD	SI		—	—	X	X	—	—	BUENA BRAZO DE PALANCA	NO		
	INTENSIDAD	NO		—	—	—	—	—	—	LARGO, LA RIGIDEZ	—		
	DIVISION INTERIOR	NO		—	—	—	—	—	—	ALTA	—		
7	DISCONTINUIDAD RESIST. MUROS	NO		—	—	—	—	—	—	NO			
	COLUMNAS	NO		—	—	—	—	—	—	LOS MUROS SON CONTI- NUOS DEL 1° - 4° NIV.			
8	DENSIDAD EST. EN PLANTA DISTRIBUCION	SI		—	—	X	X	—	—	BAJA 2 %	NO		
	CONCENTRACION	NO		—	—	—	—	—	—	SOLO SE CONSIDERAN LOS MUROS EST/OEST.	—		
9	OTROS COMPONENTES DUCTOS DE SERVICIO NUCLEOS DE GRADAS ELEVADORES	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

OBSERVACIONES: LA CONFIGURACION DEL MURO ES BUENA. SU LOCALIZACION ES SIMETRICA RESPECTO A 2 EJES, GENERA GRAN BRAZO DE PALANCA POR ENCONTRARSE EN EL PERIMETRO. NO TIENE DISCONTINUIDAD DE RESISTENCIA. SU DENSIDAD ES DEL 2%, BAJA, YA QUE SOLO SE CONSIDERO EL AREA DE LOS MUROS E/O. POR SU PROPORCION > 0.20 NO REQUIERE ALAS RIGIDIZANTES.

MATRIZ DE CARACTERISTICAS FORMALES DE MUROS NORT/SUR / 3

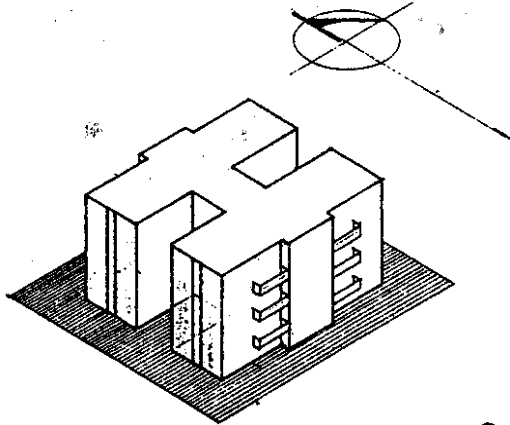
N°	CARACTERISTICAS	DIMENSION	GRAFIC. PREL.	PROPORCIONES						RIGIDEZ F.	GRAFICACION		
			PLANTA	CORT	BAJO	MED	MED.	LARG	ALTO	RELACION	ALAS	PLANTA	ELEVACION
1	ALTURA	11.00		0.30	-	-	-	-	11.00	0.03	SI		
2	TAMAÑO HORIZONTAL	2.00		-	-	-	-	2.00	11.00	0.18	SI		
3	FORMA GENERAL	DE "T"		X	-	-	-	-	X	CORTO ALTO	SI		
4	SIMETRIA: RESPECTO A 1 EJE EN MURO AISLADO	SI		-	-	X	X	-	-	BUENA MUROS U- BICADOS EN EL PE- RIMETRO.	SI		
	RESPECTO A 2 EJES EN EDIFICIO	SI		-	-	X	X	-	-				
5	FALSA SIMETRIA	NO		-	-	-	-	-	-	NO	NO		NORTE / SUR
6	RESISTENCIA PERIMET.: UNIFORMIDAD	SI		-	-	X	X	-	-	BUENA	SI		
	INTENSIDAD	NO		-	-	-	-	-	-	BRAZO DE PALANCA MEDIO. ME- JORAR LA RIGIDEZ.			
	DIVISION INTERIOR	NO		-	-	-	-	-	-				
7	DISCONTINUIDAD RESIST.: MUROS	NO		-	-	-	-	-	-	NO			
	COLUMNAS	NO		-	-	-	-	-	-	LOS MUROS SON CONTI- NUOS DEL 1°-4° NIV.			
8	DENSIDAD EST. EN PLANTA DISTRIBUCION	SI		X	-	-	-	-	X	BAJA 0.5 %	SI		
	CONCENTRACION	NO		-	-	-	-	-	-	SOLO SE CONSIDERA LOS MUROS NOR/SUR			
9	OTROS COMPONENTES DUCTOS DE SERVICIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	NUCLEOS DE GRADAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	ELEVADORES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

OBSERVACIONES: LA CONFIGURACION DEL MURO ES BUENA. SU LOCALIZACION ES SIMETRICA RESPECTO AL EDIFICIO, GENERA UN BRAZO DE PALANCA MEDIO, YA QUE ESTA EN EL PERIMETRO. NO EXISTE DISCONTINUIDAD DE RESISTENCIA. SU DENSIDAD EN PLANTA ES MUY BAJA 0.5%. SU PROPORCION $0.18 < 0.20$ INDICA QUE REQUIERE ALA RIGIDIZANTE O AUMENTAR LA QUE SE PROPONE, QUE FORMA EL MARCO (COLUMNA).

MATRIZ DE CARACTERISTICAS FORMALES DE MUROS NUCLEO / 4

Nº	CARACTERISTICAS	DIMENSION	GRAFIC. PREL.		PROPORCIONES						RIGIDEZ .F.	GRAFICACION	
			PLANTA	CORT.	BAJO	MED.	MED.	LARG.	ALTO	RELACION	ALAS	PLANTA	ELEVACION
1	ALTURA	11.00		1.00	-	-	-	-	11.00	0.09	SI SI SE TOMA SOLO EL LADO CORTO.		
2	TAMAÑO HORIZONTAL	6.00		-	-	-	-	6.00	11.00	0.54	NO		
3	FORMA GENERAL	DE "C"		-	-	-	-	X	X	BUENA	NO		
4	SIMETRIA RESPECTO A 1 EJE EN MURO AISLADO	SI		-	-	-	-	X	X	BUENA MUROS PERIFERICOS BUENA PALANCA.	NO		
	RESPECTO A 2 EJES EN EDIFICIO	SI		-	-	X	X	-	-		NO		
5	FALSA SIMETRIA	NO		-	-	-	-	-	-	NO	NO		NORTE / SUR
6	RESISTENCIA PERIMET. UNIFORMIDAD	SI		-	-	-	-	X	X	ALTA EN RELACION DEL AREA DEL NUCLEO.	NO		
	INTENSIDAD	SI		-	-	-	-	X	X		NO		
	DIVISION INTERIOR	NO		-	-	-	-	-	-				
7	DISCONTINUIDAD RESIST. MUROS	NO		-	-	-	-	-	-	NO LOS MUROS SON CONTI- NUOS DEL 1º- 4º NIV.			
	COLUMNAS	NO		-	-	-	-	-	-				
8	DENSIDAD EST. EN PLANTA DISTRIBUCION	SI		-	-	X	X	-	-	ALTA 8 % SOLO SE CONSIDERO EL NUCLEO	NO		
	CONCENTRACION	NO		-	-	-	-	-	-				
9	OTROS COMPONENTES DUCTOS DE SERVICIO	NO		-	-	-	-	-	-	ALTA ELEMENTO MUY RIGI- DO. AIS- LARLO DE ESTRUCT.	-		
	NUCLEOS DE GRADAS	SI		-	-	-	-	X	X		NO		
	ELEVADORES	NO		-	-	-	-	-	-				

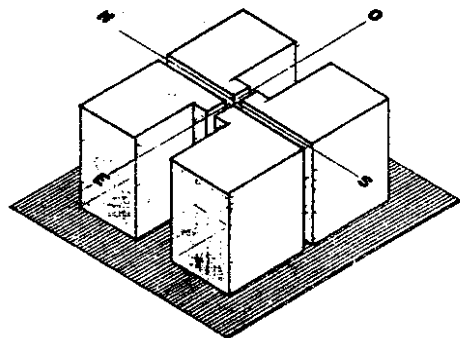
OBSERVACIONES : LA CONFIGURACION DEL MURO ES BUENA, SU LOCALIZACION ES SIMETRICA RESPECTO AL NUCLEO, GENERA BUEN BRAZO DE PALANCA, ESTANDO EN EL PERIMETRO. NO EXISTE DISCONTINUIDAD DE RESISTENCIA. SU DENSIDAD EN PLANTA ES ALTA 8%, GENERA MUCHA RIGIDEZ, SE RECOMIENDA SEPARAR EL NUCLEO DE LAS OTRAS ESTRUCTURAS YA QUE CONCENTRARIAN ESFUERZOS. POR SU PROPORCION $0.54 > 0.20$ NO REQUIERE ALAS RIGIDIZANTES.



LA FORMA DE H DEL EDIFICIO, FUE GENERADA POR LA NECESIDAD DE TENER AREAS DE ILUMINACION Y VENTILACION AMPLIAS, ORIENTADAS NORTE-SUR SOBRE LAS ALAS Y LOS LADOS CORTOS ORIENTADOS ESTE-OESTE CON POSIBILIDAD DE SER BLOQUEADOS. NOISEE QUE LA FORMA DE H DEL EDIFICIO FUE GENERADA POR LA FUNCION, CONFORT Y USO DEL ESPACIO.

2

SIMETRIA

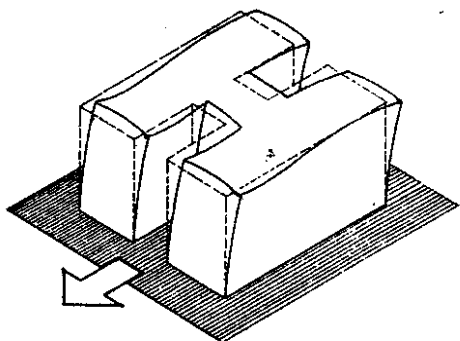


LA SIMETRIA ES CONDICION IMPORTANTE PARA QUE NO SE GENEREN ESFUERZOS DE TORSION Y VOLTEO EN EL EDIFICIO. LA FORMA DE H POSEE SIMETRIA EN DOS EJES (N-S) Y (E-O) LOCALIZADO SU ORIGEN EN EL CENTRO GEOMETRICO. NOTESE QUE EL NUCLEO QUE UNE LAS ALAS DE LA H, ESTA LOCALIZADO EN EL CENTRO Y ES EL MODULO DE GRADAS POR LO QUE NO GENERARA TORSION. LAS ESQUINAS ENTRANTES GENERADAS POR LA UNION DEL NUCLEO Y ALAS DE LA H AFECTARAN EL COMPORTAMIENTO DINAMICO DEL EDIFICIO, COMO SE APRECIA EN LAS SIGUIENTES GRAFICAS.

ES IMPORTANTE RECORDAR QUE LA SIMETRIA VA MAS ALLA, DE LA FORMA EXTERNA, POR LO QUE DEBE PONERSE ESPECIAL ATENCION EN LA DISTRIBUCION INTERNA Y LOS ELEMENTOS PERMANENTES QUE SE DEFINAN.

3

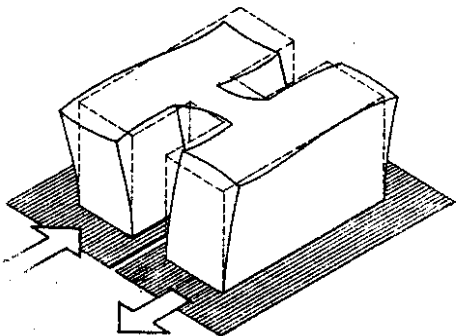
MOVIMIENTO SUELO (E-O)



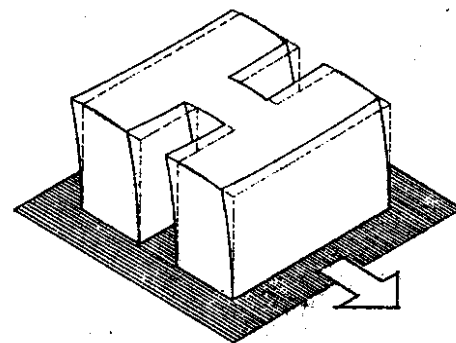
CUANDO EL SUELO TIENE MOVIMIENTOS ESTE-OESTE, LA INERCIA DE LA MASA DEL EDIFICIO AFECTARA A LAS ALAS DE LA H, EN EL SENTIDO LONGITUDINAL. EL NUCLEO QUE UNE LAS ALAS, SE VERA HALADO DE ESTE A OESTE Y VICEVERSA, SIENDO LA PARTE MAS DEBIL DEL EDIFICIO. LOS LADOS LARGOS DE LAS ALAS SE VERAN AFECTADOS POR ESFUERZOS DE FLEXOCOMPRESION EN LOS EJES ESTE-OESTE Y EN LOS DIAFRAGMAS (LOSAS) HORIZONTALES. HACIENDO LOS LADOS LONGITUDINALES MAS FLEXIBLES QUE LOS LADOS CORTOS.

4

MOVIMIENTO BIDIRECCIONAL SUELO



LOS MOVIMIENTOS DEL SUELO, MUCHAS VECES CAUSAN VIBRACIONES BIDIRECCIONALES DEL EDIFICIO Y SON LOS CASOS MAS CRITICOS. LAS ALAS DE LA H, EN SENTIDO LONGITUDINAL SE DEFORMAN EN SENTIDO OPUESTO Y HALAN LA PARTE CENTRAL (NUCLEO), GENERANDO EN SUS ESQUINAS ENTRANTES, CONCENTRACION DE ESFUERZOS Y MOVIMIENTOS DIFERENCIALES QUE, RASGARAN LAS PARTES MAS DEBILES DEL NUCLEO.



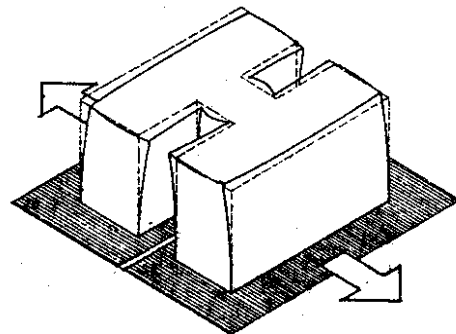
5

MOVIMIENTO SUELO (N-S)

CUANDO EL SUELO TIENE MOVIMIENTOS NORTE-SUR, LA INERCIA DE LA MASA DEL EDIFICIO AFECTARA A LAS ALAS DE LA H, EN EL SENTIDO CORTO. EL NUCLEO QUE UNE LAS ALAS, SE VERA HALADO DE NORTE A SUR Y VICEVERSA, SIENDO LA PARTE MAS DEBIL DEL EDIFICIO. LOS LADOS CORTOS DE LAS ALAS SE VERAN AFECTADOS POR ESFUERZOS DE FLEXOCOMPRESION Y EFECTOS DE APLASTAMIENTO EN LOS ELEMENTOS LOCALIZADOS EN LOS EXTREMOS.

6

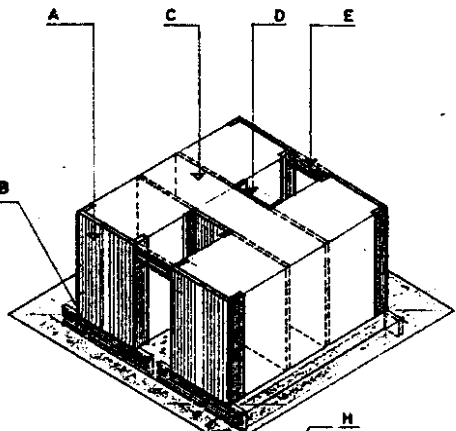
MOVIMIENTO BIDIRECCIONAL SUELO



LAS VIBRACIONES BIDIRECCIONALES DE LAS ALAS DEL EDIFICIO, REPRESENTAN LOS CASOS MAS CRITICOS. LAS ALAS DE LA H, TIENDEN A ACERCARSE EN EL SENTIDO CORTO. EL NUCLEO QUE UNE LAS ALAS, SE VERA AFECTADO POR ALTOS ESFUERZOS DE COMPRESION CAUSANDO APLASTAMIENTO EN LOS ELEMENTOS LOCALIZADOS EN LAS ESQUINAS ENTRANTES.

7

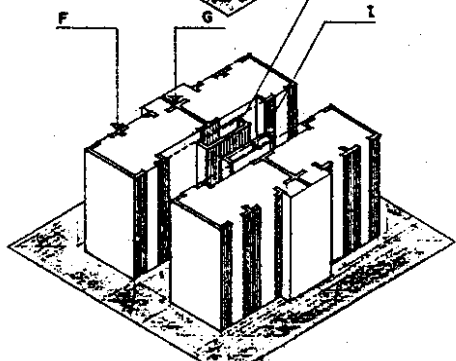
SOLUCIONES (N-S)



- A.- UTILIZAR MUROS DE CORTE EN EL SENTIDO CORTO AGREGANDOLE ALAS EN LOS EXTREMOS, FORMANDO PERFILES C E INCREMENTANDO SU RIGIDEZ FLEXIONAL. ESTO EVITARA GRANDES DEFORMACIONES EN EL SENTIDO N-S.
- B.- COLOCAR VIGAS DE CIMENTACION PARA CONTRARRESTAR ESFUERZOS DE VOLTEO.
- C.- EL NUCLEO ES LA PARTE MAS DEBIL, SE PUEDEN COLOCAR MUROS COLECTORES, COMO ESTA INDICADO. PERO NO ES RECOMENDABLE, PUES AFECTARIA EN GRAN MEDIDA EL FUNCIONAMIENTO INTERNO.
- D.- EL NUCLEO PUEDE CONFORMARSE POR MUROS DE CORTE, PERO EN EL SENTIDO NORTE-SUR, COMO SE MUESTRA NO ES RECOMENDABLE, YA QUE BLOQUEARIA LOS LADOS UTILILES, POR LO QUE LA SOLUCION H ES MAS ADECUADA.
- E.- LAS VIGAS DE TRANSFERENCIA SUPERIORES EVITARAN QUE LAS ALAS TIENDAN A JUNTARSE POSIBLE SOLUCION, PERO ES MAS ADECUADA LA SOLUCION A.

8

SOLUCIONES (E-O)



- F.- EL EDIFICIO ES MAS FLEXIBLE, EN EL SENTIDO LONGITUDINAL, POR LO QUE ES NECESARIO QUE LAS CARAS NORTE-SUR SEAN AMPLIAS PARA ILUMINACION Y VENTILACION NATURAL. SE DECIDE GENERAR MUROS DE CORTE ESBELTOS, PERO CON ALAS RIGIDIZANTES. SE DECIDE COLOCARLOS DE MANERA SIMETRICA, PARA EVITAR FOCOS DE TORSION. SE LOCALIZAN EN EL PERIMETRO GENERANDO MAYOR BRAZO DE PALANCA.
- G.- MUROS DE CORTE INTERNOS DISMINUYEN EL CLARO DEL DIAFRAGMA Y AISLAN ACUSTICAMENTE ENTRE APARTAMENTOS.
- H.- MUROS DE CORTE PARA EL NUCLEO EVITARAN DEFORMACION EXCESIVA Y ESTABILIDAD A LA PARTE CENTRAL.
- I.- SE DECIDE SEPARAR EL EDIFICIO EN TRES ESTRUCTURAS EN DEPENDIENTES DEJANDO JUNTAS SISMICAS ENTRE EL NUCLEO Y LAS ALAS DE LA H.

SOLUCION ARQUITECTONICA

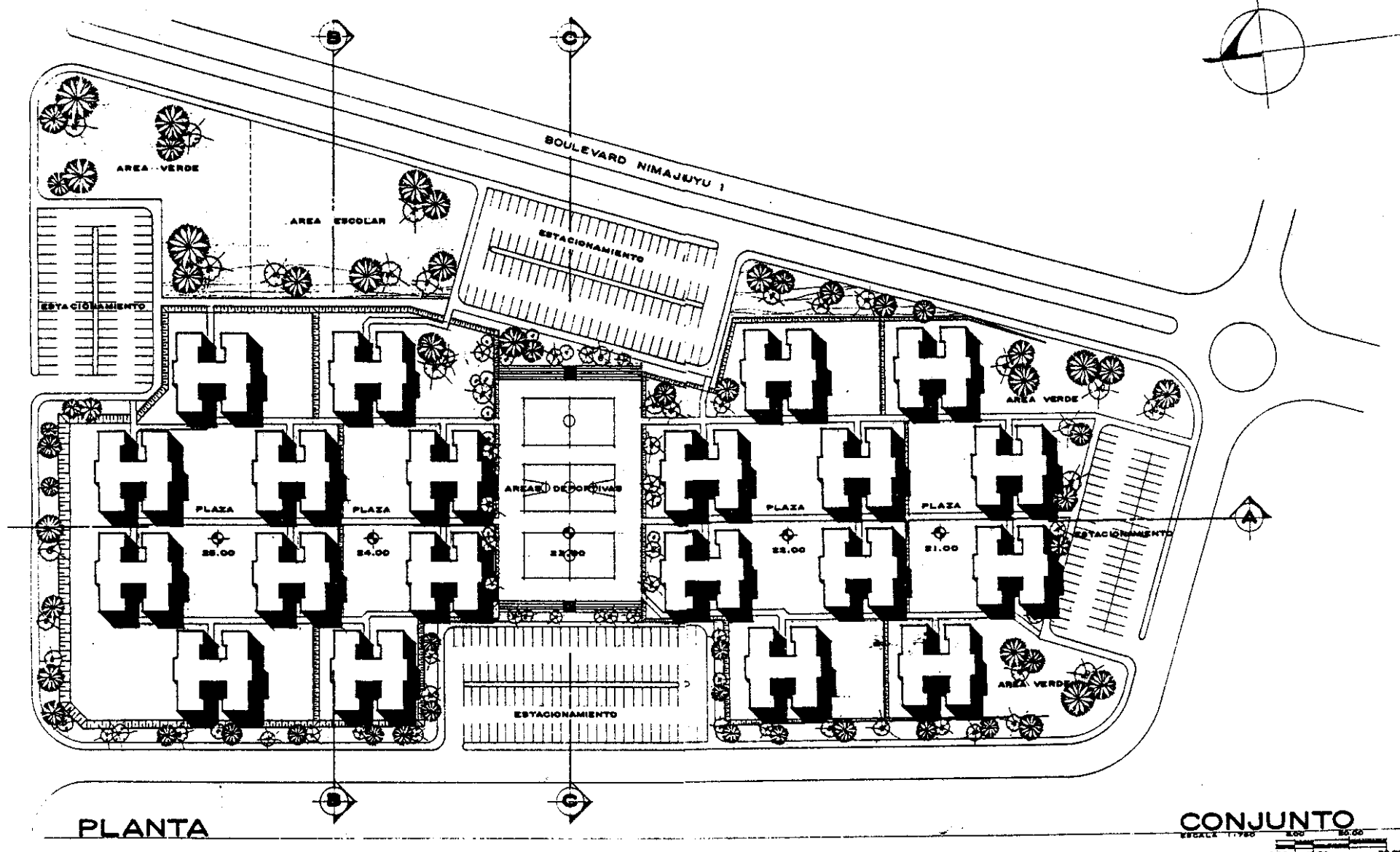
PLANTA DE CONJUNTO URBANISTICO

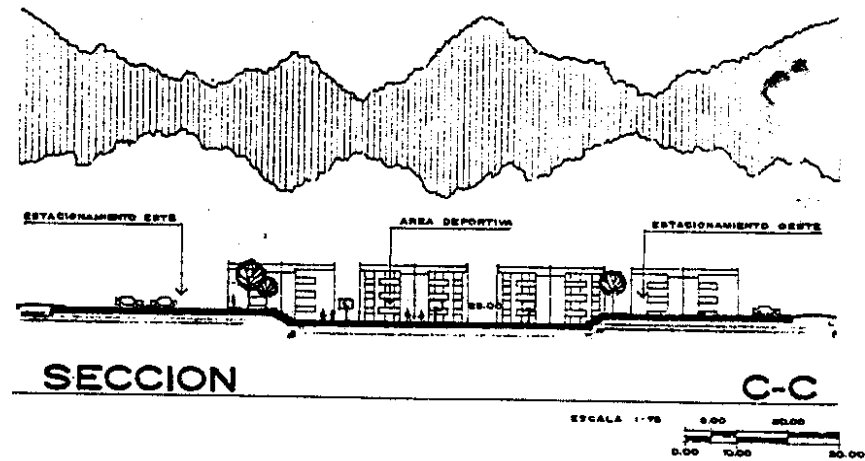
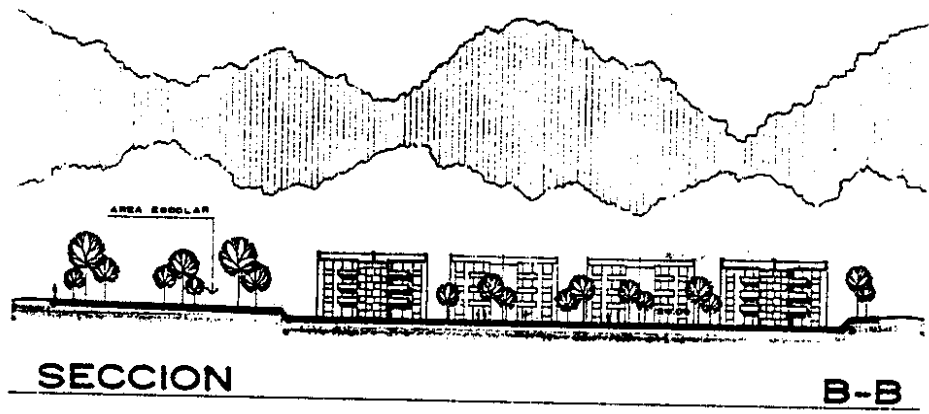
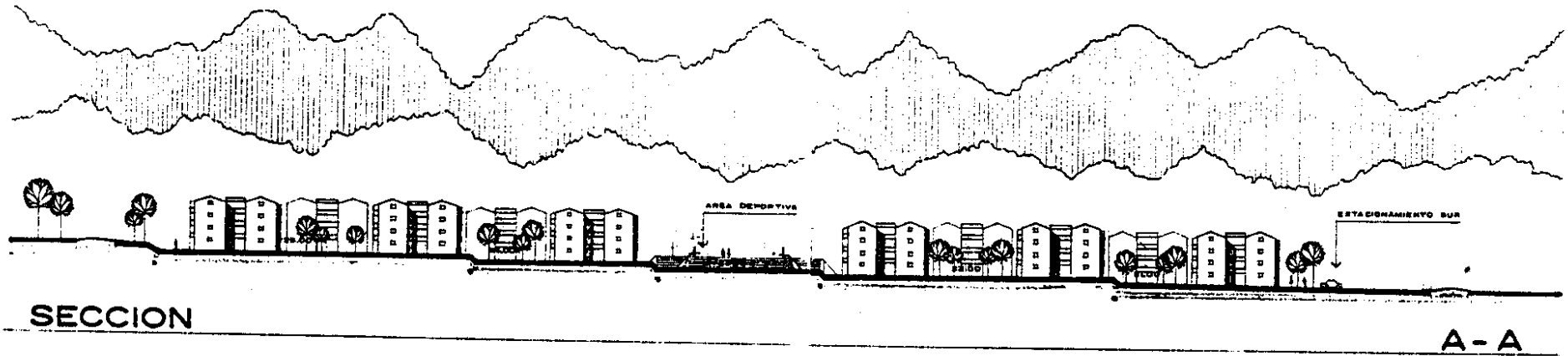
SECCIONES DE CONJUNTO

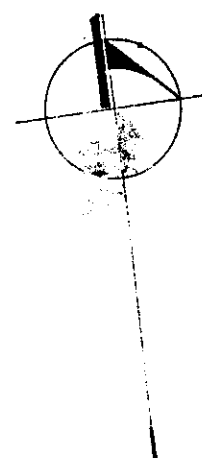
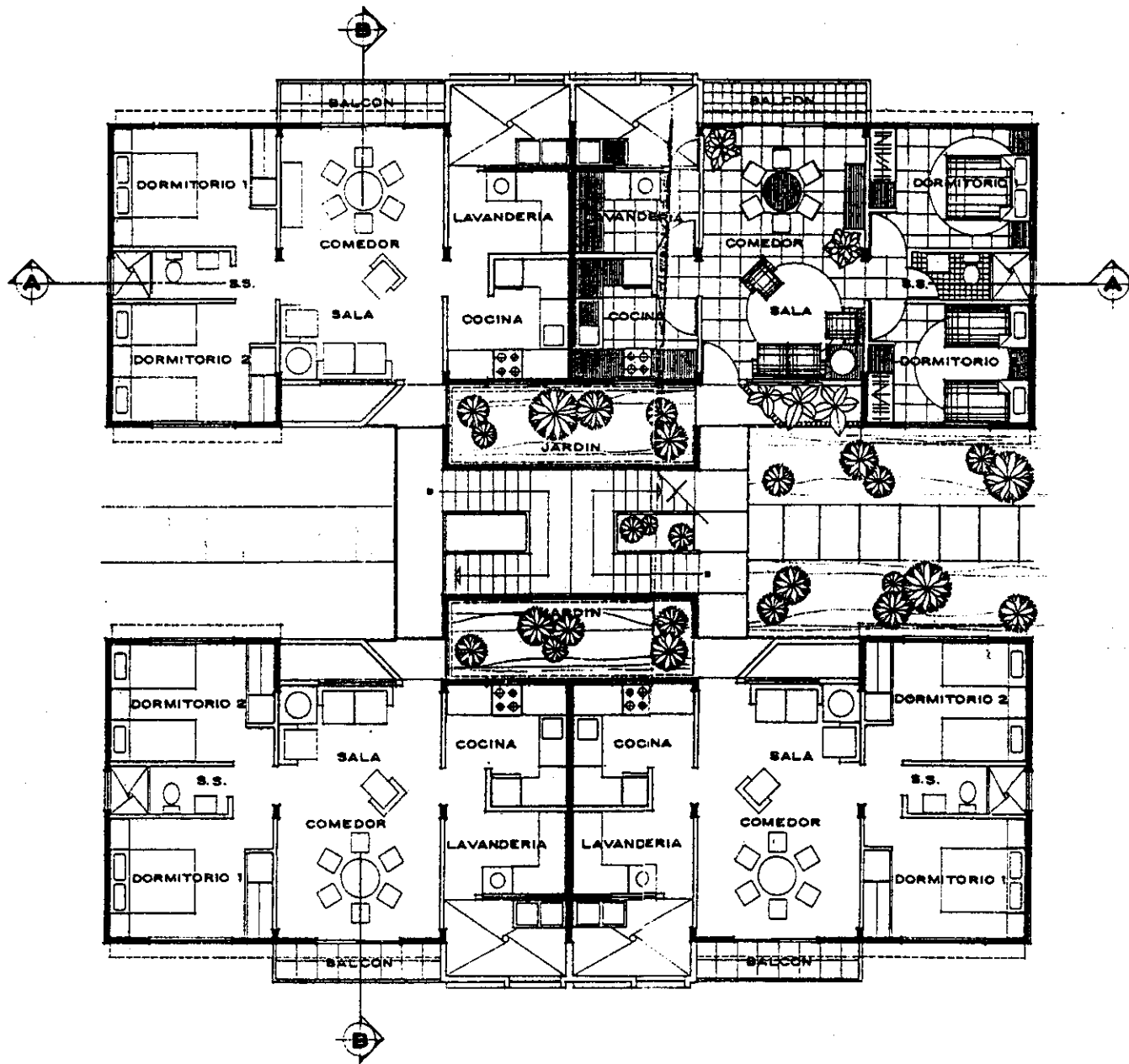
PLANTA DE ARQUITECTURA DE UNIDAD HABITACIONAL

ELEVACIONES NORTE/SUR ESTE/OESTE

SECCIONES LONGITUDINAL TRANSVERSAL



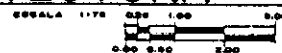


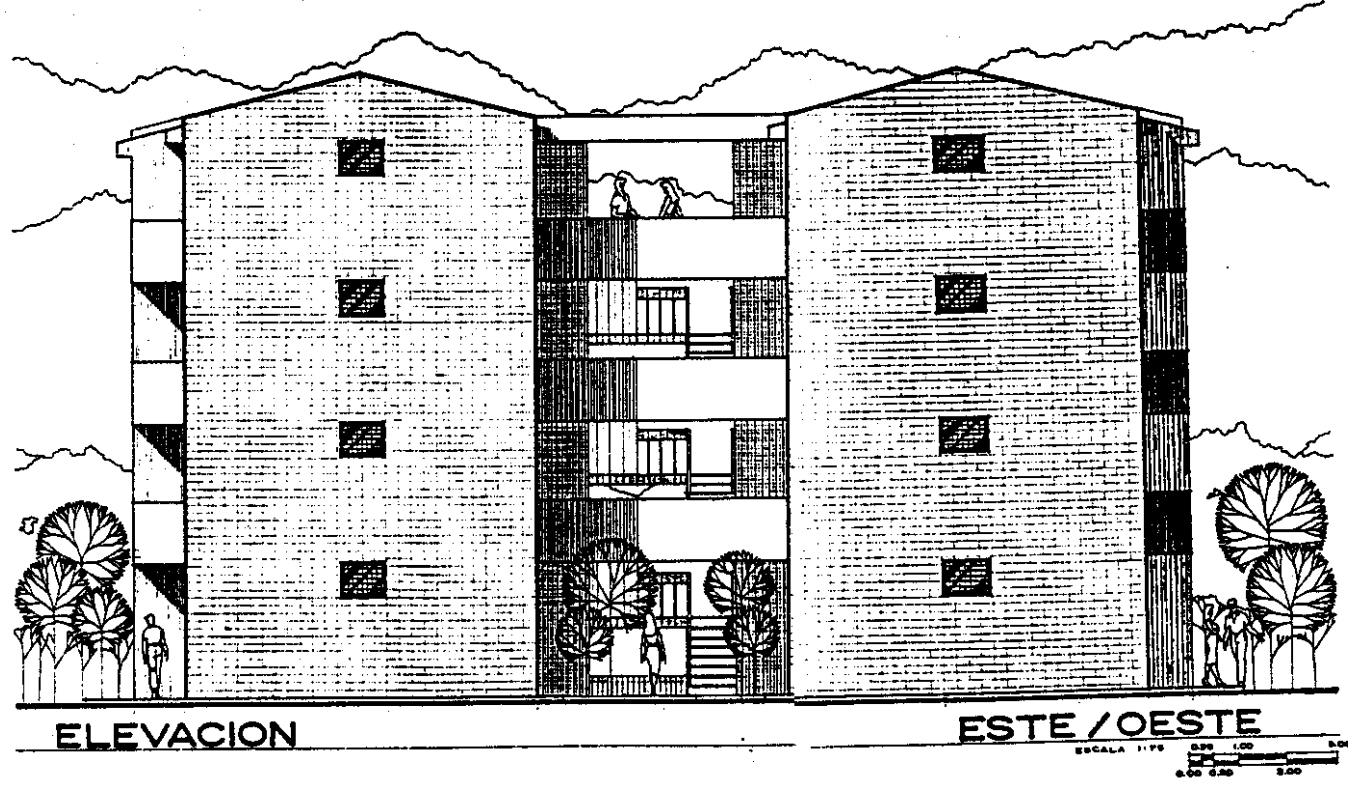
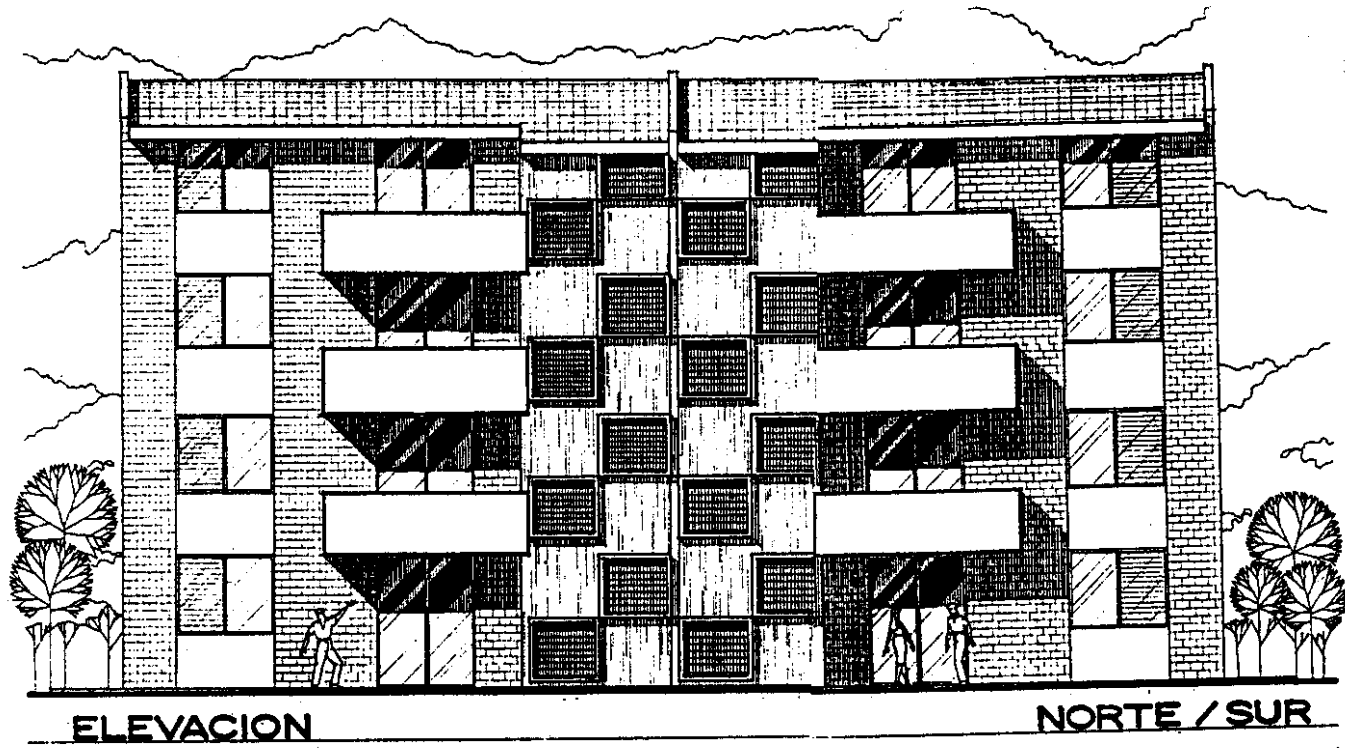


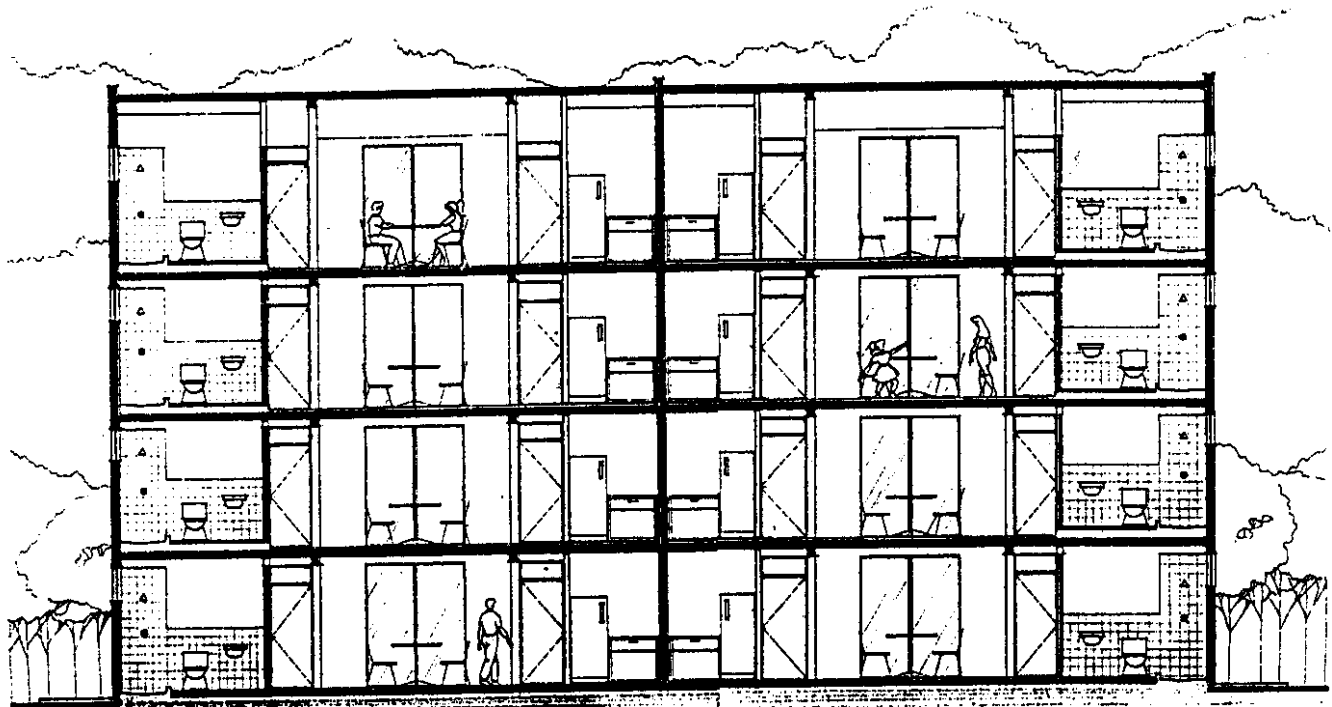
PLANTA

TÍPICA PARA LOS 4 NIVELES

ARQUITECTURA

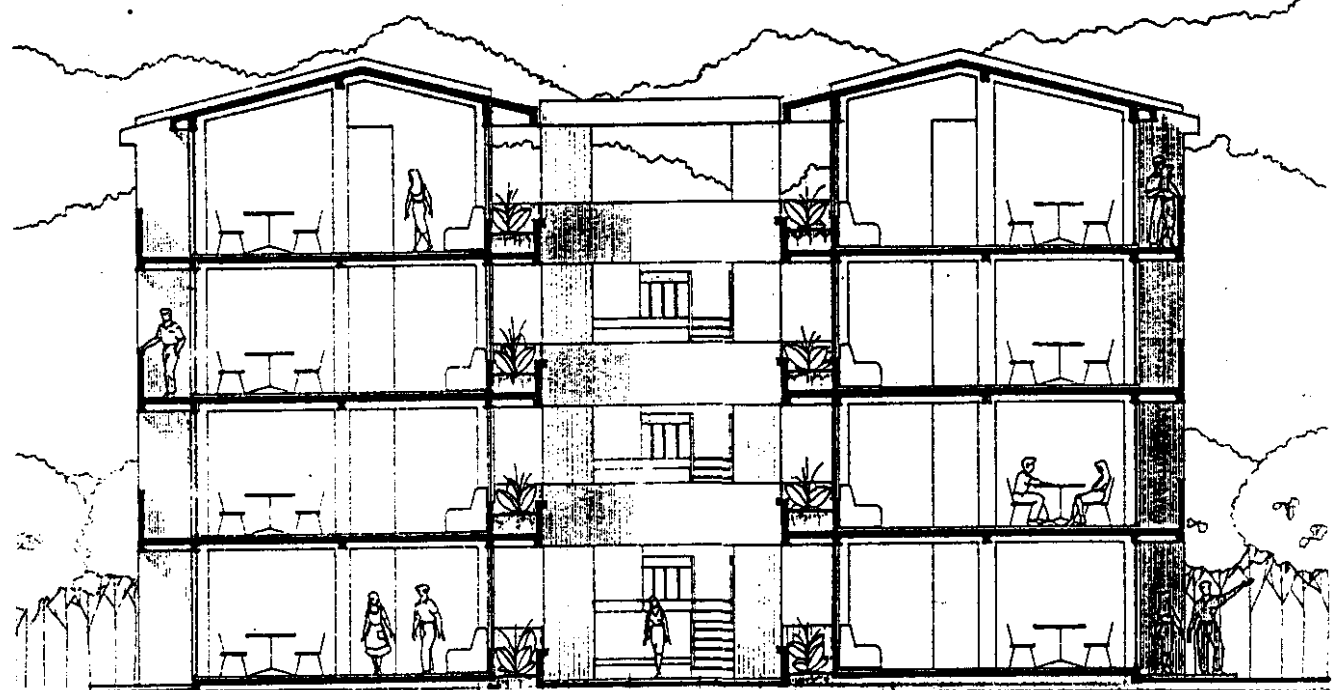






SECCION LONGITUDINAL

A-A



SECCION TRANSVERSAL

B-B

ESCALA 1:75 0.50 1.00 2.00
0.50 1.00

CONCLUSIONES / RECOMENDACIONES :

- Guatemala posee características geográficas y sismogénicas, que la hacen una región con un potencial áltamente sísmico, por lo que es imprescindible que el profesional de Arquitectura la conozca, al menos de forma general.
- Las configuraciones formales que utilizan muros, poseen criterios especiales de reacción y comportamiento dinámico. Debido a sus características en los elementos y componentes, responden con eficiencia al verse afectados por movimientos - de sismicidad, frecuentes en nuestro país.
- Debe tenerse presente que la utilización de configuraciones conformadas con muros, poseerán la característica de generar una estructura relativamente rígida. Las estructuras rígidas, tienen una respuesta eficiente en zonas altamente sísmicas, compuestas de suelos blandos; además está comprobado que este tipo de configuraciones han sufrido menos daño, en elementos no estructurales (ventanería, instalaciones, etc.) en terremotos de épocas anteriores.
- Es sumamente importante que al generar objetos (edificios) configurados formalmente con muros, se cumplan totalmente con los requisitos y se tomen las decisiones que generen la seguridad del usuario y longevidad del objeto. Dentro de este mismo aspecto, hay que poner especial atención al generar y localizar elementos que sean fuente o concentración de rigidización de la estructura (p.e.: núcleos de gradas, elevadores, núcleos de servicio, etc.) ya que pueden cambiar drásticamente su comportamiento dinámico, y a la vez los aspectos de seguridad y protección del edificio.
- Resulta claro que, debido a la importancia que poseen la determinación y generación de configuraciones arquitectónicas, que utilizan muros, es imprescindible poder controlar los criterios, de sus características, componentes, reacciones y comportamiento, dentro de un proceso metodológico que se integre al proceso de diseño arquitectónico. Siguiendo esta directriz, se tabularon las variables más significativas de configuración formal como lo son: escala, altura, tamaño horizontal, forma general, simetría, falsa simetría, esquinas interiores, resistencia perimetral, discontinuidad de resistencia, colindancia, densidad de la estructura en planta, otros componentes y elementos no estructurales.
- En el proyecto desarrollado en el Capítulo IV, del complejo de Edificios Habitacionales, se vé con mucha claridad la adecuación de configuraciones arquitectónicas que utilizan muros, debido a sus dimensiones moderadas; divisiones permanentes; entrepisos lisos; forma compacta de distribución y orientación; necesidad de generar un tipo de estructura de pequeños desplazamientos laterales, que no causen pánico a los usuarios, al verse afectada por sismos y que a la vez, al vibrar no provoquen grandes daños no estructurales (en ventanerías, instalaciones, tabiques, etc.).
- Se recomienda que se profundize en el estudio que involucre la configuración formal arquitectónica, y la relación intrínseca que existe en la función del objeto, vista desde la perspectiva del diseño arquitectónico, y la simultaneidad con la función estructural, que se fusionan en determinado momento y se presentan como elementos físicos dentro de la solución del diseño arquitectónico.

CONCLUSIONES / RECOMENDACIONES:

- Se recomienda que se consideren, las características y elementos configurativos de un edificio y los problemas que puedan desarrollarse dentro de su comportamiento dinámico. Debido a la importancia de los conceptos y criterios vertidos, en los Capítulos I, II, y III, se desarrollaron cuadros que resumen: los temas y características que involucran a la configuración, se esquematizan en gráficas y diagramas sencillos; además se mencionan los problemas estructurales que generan y las posibles soluciones que se pueden aplicar; debe quedar claro que cualquier problema configurativo que afecte el comportamiento del edificio, deberá investigarse cuidadosamente y la propuesta que se ha hecho, tiene la finalidad de evidenciar la problemática y servir de base para profundizar en la adecuada solución que se pueda proponer. Otro aspecto que puede ser de gran ayuda es que las conclusiones y propuestas de solución de los cuadros resumen, se pueda tomar como premisas de diseño, dentro del proceso de configuración del edificio y en la determinación del sistema estructural que poseerá.
- También se recomienda que, se lea determinadamente la explicación de las matrices que se desarrollaron en el Análisis Dinámico configurativo, puesto que tratan de involucrar las variables que afectan el comportamiento del edificio, al verse afectado por movimientos sísmicos y se traducen a determinados aspectos físicos o formales que claramente pueden ser controlados en el proceso de diseño. Se ha propuesto una forma de utilización de matrices para su control, pero no significa que no existan otras posibles soluciones en el control de estas; la generación de matrices tienen la finalidad que las personas logren tener un buen manejo de las variables, en forma tabular, ya que dentro del proceso de diseño se tiene conocimiento en el uso de esta técnica.
- También, es necesario recomendar que, la definición de todo proyecto arquitectónico debe realizarse a través de un proceso metodológico-sistemático de Diseño, que permita controlar las variables y condicionantes, tanto arquitectónicas como variables de criterios de configuración formal de muros, tratando de generar un sistema retroalimentativo y definiendo soluciones adecuadas a las demandas reales afines al medio nacional. La toma de decisiones deben darse en un proceso claro, donde se tengan un control total de estas así como la aplicación de las soluciones, integrándolas al diseño arquitectónico del proyecto.
- Finalmente, es importante recomendar que la solución de proyectos de determinada magnitud, se establezca a través de grupos Multiprofesionales; donde cada uno de ellos, considerando su formación y especialización, participe en la resolución de determinada parte del proyecto, para luego integrarlo a la solución final.

BIBLIOGRAFIA :

1. Alexander, Christopher.
"Ensayo sobre la síntesis de la Forma".
Segunda Edición, Edición Infinito, Buenos Aires 1971.
2. Broadbent, Geoffrey.
"El Lenguaje de la arquitectura, un análisis semiótico".
Editorial Limusa, México 1984.
3. Amrhein, James E. & Kesler, James.
"Masonry Design Manual".
Masonry Industry Advancement Committee. Copyright 1979.
Third Edition.
4. Amrhein, James E.
"Reinforced Masonry Engineering Handbook".
Institute of America, Los Angeles California 1980.
5. Arnold, Christopher & Reitherman, Arnold.
"Configuración y Diseño sísmico de Edificios".
Editorial Limusa, México primera Edición 1987.
6. Carr, Michael J., Rose, William I. & Stoiber, Richard.
"Central America".
John Wiley & Sons. Copyright 1982 USA.
7. Dengo, Gabriel.
"Estructura Geológica, historia tectónica y Morfología de América Central"
Primera Edición, Guatemala 1980.
8. Gallegos Vargas, Héctor.
"Diseño sismorresistente de Edificios de Albañilería".
Primera Edición, Caracas Venezuela 1985
9. Lin, T.Y. & Stotesbury, S.D.
"Structural Concepts & Systems for Architects & Engineers".
Editorial Wiley & Sons, USA.-Copyright 1981

BIBLIOGRAFIA :

10. Municipalidad de Guatemala, Depto. de Control de Construcción.
"Regulación Urbana de la Construcción".
Guatemala 1981.
11. Schneider, Robert R. & Dikey, Walter.
"Reinforced Mansory Desing".
Prentice Hall, Inc. New Jersey, USA 1980.
12. Varios Autores
"Simposio Internacional sobre el Terremoto del 4 de febrero de 1976, de Guatemala y al Proceso de Reconstrucción".
Memorias, Tomo I. Guatemala 1982.
13. Vergum, Ambrose.
"Diseño Simplificado de Edificios para cargas de Viento y Sismo".
Editorial Limusa. Primera Edición, México 1986.
14. Zurita Bazán, Enrique Y Melli Piralla, Roberto.
"Manuel de Diseño Sísmico de Edificios".
Editorial Limusa. Segunda reimpresión, México 1989.

DOCUMENTOS :

15. Monzón, Héctor.
"Sobre la sismicidad en Guatemala y la Perspectivas Futuras".
Seminario de actualización, Colegio de Arquitectos de Guatemala 1986.
16. Quesada S., Flavio J.
"Invasiones de Terrenos en la ciudad de Guatemala".
CEUR, Serie de Informes 1-85. USAC. Guatemala 1985.
17. SEGEPLAN - INE
"Proyecciones Departamentales de Población 1980-2000".
Guatemala 1985.

TESIS :

18. Arce Venzuela, Alfredo.
"Consideraciones sobre Estructuración y Diseño Estructural sismorresistente".
Tesis. Facultad de Ingeniería, USAC. 1983.

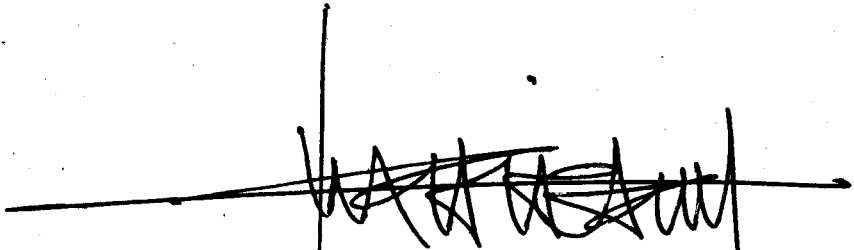
BIBLIOGRAFIA :

19. Richardson Echeverría, Roberto.
"Análisis y Diseño de Mampostería Reforzada".
Tesis. Facultad de Ingeniería, USAC. 1978.
20. Rosales Arenales, Ernesto.
"Consideraciones en el Análisis y Diseño de Estructuras de Mamposterías".
Tesis. Facultad de Ingeniería, USAC. 1975.
21. Ventura Zamora, Carlos E.
"Aspectos importantes a considerar en la Elaboración de un Código de Diseño Antisísmico para Guatemala".
Tesis. Facultad de Ingeniería, USAC. 1977.

INSTITUCIONES:

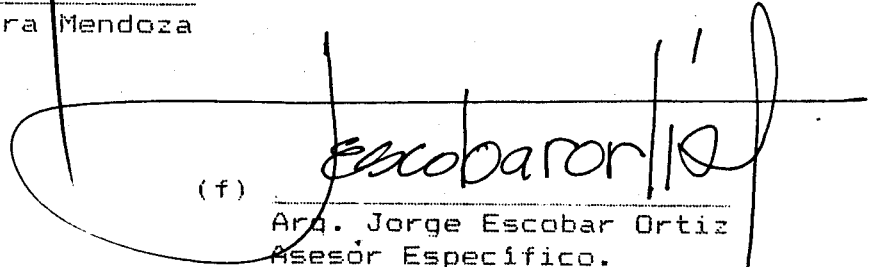
22. Biblioteca Central, Universidad de San Carlos de Guatemala
23. Biblioteca Facultad de Arquitectura, USAC.
24. Biblioteca de Universidad del Valle de Guatemala.
25. Coordinación del Proyecto Nimajuyú II, Guatemala.
Banco Nacional de la Vivienda (BANVI).
26. Secretaría General de Planificación (SEGEPLAN).
27. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).

IMPRIMASE



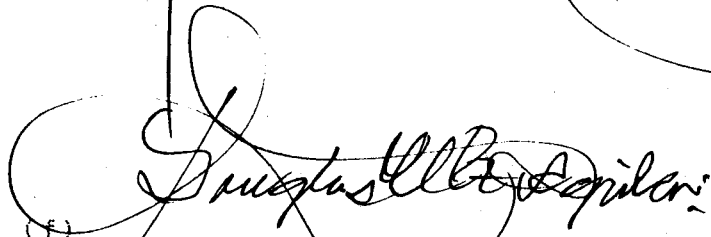
(f)

Arq. Marco Antonio Rivera Mendoza
Decano en funciones.



(f)

Arq. Jorge Escobar Ortiz
Asesor Especifico.



(f)

Douglas Cosmos Ortiz Aguilar
Sustentante.