



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO EN LAS EDIFICACIONES

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A N :
ALBINO CORONA ROSAS
GERMAN CUMPLIDO RODRIGUEZ
ESTEBAN GALICIA LOPEZ

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	PAGINA
I. INTRODUCCION	1
II. SISTEMAS ESTRUCTURALES	3
a) CASAS HABITACION	3
b) EDIFICIOS	5
c) NAVES INDUSTRIALES	8
III. EFECTOS EN LAS ESTRUCTURAS A CAUSA DE LAS SOLICITACIONES	11
a) CARGAS MUERTAS Y VIVAS	11
b) MOVIMIENTOS DEL SUBSUELO	23
c) SISMO	25
d) VIENTO	38
IV. PROBLEMAS EN CIMENTACION: EVALUACION, MEDIDAS PREVENTIVAS Y REPARACION.	40
a) CIMENTACIONES SOMERAS	40
b) CIMENTACIONES PARCIALMENTE COMPENSADAS.	43
c) CIMENTACIONES PROFUNDAS	46
V. PROBLEMAS EN LAS ESTRUCTURAS: EVALUACION, MEDIDAS PREVENTIVAS Y REPARACION	54
a) MAMPOSTERIAS	54
b) CONCRETO REFORZADO	63
c) CONCRETO PREFABRICADO	75
d) ESTRUCTURAS METALICAS	77
e) ESTRUCTURAS DE MADERA	82

VI. PROBLEMAS EN ELEMENTOS DIVISORIOS Y ACABADOS:	
EVALUACION, MEDIDAS PREVENTIVAS Y REPARACION. . .	86
a) MUROS DE RELLENO	87
b) APLANADOS DIVERSOS	88
c) LAMBRINES Y PISOS	90
d) PLAFONES	91
e) IMPERMEABILIZACIONES	92
VII. CONCLUSIONES.	96

BIBLIOGRAFIA

I. INTRODUCCION

Todo tipo de construcciones que se encuentran dentro de lo que son obras de Ingeniería Civil requieren de un mantenimiento adecuado de todos los elementos que la conforman, con el objeto de que su funcionamiento sea el adecuado. En ésta Tesis nuestros comentarios se enfocaran particularmente a obras de edificación.

Algunas edificaciones desde el inicio de su construcción comienzan a mostrar ciertas deficiencias en cuanto a su comportamiento, las que si no son corregidas técnica y oportunamente serán la causa de daños paulatinos que con el tiempo se convertirán en riesgosos.

Trataremos de comentar los casos que se presentan con mayor frecuencia en casas habitación, edificios y naves industriales, mencionando lo importante que es investigar cuidadosamente el estado de la cimentación y los posibles movimientos relativos de la construcción con respecto al suelo circundante, que la aparición de un daño local en una estructura puede indicar una insuficiencia de capacidad que no siempre se remedia con la simple restauración o reparación del elemento dañado, ya que con el tiempo el daño podrá aparecer en otros elementos.

Generalmetne este tipo de problemas se manifiestan si ocurre lo siguiente: movimientos en el subsuelo, modificaciones que alteren la concepción original de la estructura, cambios notables de temperatura y la ocurrencia de eventos accidentales como son los sismos o los ciclones. Se hace hincapié en los elementos estructurales principales, en los divisorios y en los acabados.

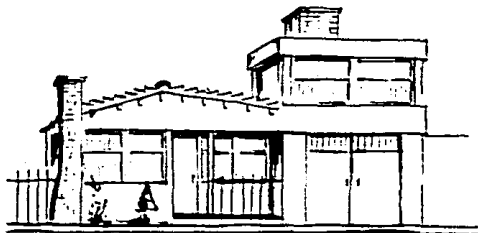
Con el objeto de aclarar su interpretación trataremos de ilustrar de manera gráfica algunos de estos problemas y sus posibles soluciones.

II. SISTEMAS ESTRUCTURALES

Constructivamente las edificaciones en función de su destino, indican el nombre del tipo genérico de la estructura -- que las soporta.

a) CASAS HABITACION

Su proyecto arquitectónico considera habitaciones diversas que salvo modificaciones excepcionales, se mantienen inmovibles durante su vida útil. Los elementos que la estructuran son todos los muros, algunas columnas y traveses o vigas, denominándose a este sistema como estructura a base de muros de carga.



Sus elementos de cimentación pueden ser mamposterías diversas, contratraveses con zapatas corridas y losas, obedeciendo la aplicación de cada una de ellas a la capacidad de carga admisible del suelo, relativa a baja o alta compresibilidad.

En su estructura se pueden emplear cualquiera de los siguientes materiales y sistemas constructivos:

- EN MUROS

PIEDRAS DIVERSAS.

TABIQUE DE BARRO RECOCIDO COMUN, MACIZO.

TABIQUES DE BARRO RECOCIDO Y PENSADO, MACIZOS Y HUECOS.

TABIQUES Y TABICONES DE CONCRETO, MACIZOS.

BLOQUES DE CONCRETO, HUECOS.

DALAS, CADENAS Y CASTILLOS DE CONCRETO REFORZADO

- EN COLUMNAS

MADERA

CONCRETO REFORZADO

PERFILES METALICOS

- EN TRABES O VIGAS

MADERA

PERFILES METALICOS

CONCRETO

- TIPOS DE LOSAS DE CONCRETO REFORZADO

PERIMETRALMENTE APOYADAS, MACIZAS

PERIMETRALMENTE APOYADAS, ALIGERADAS CON ELEMENTOS FIJOS O REMOVIBLES

- TIPOS DE LOSAS MIXTAS, DE MATERIAL PREFABRICADO Y COLADO COMPLEMENTARIO DE CONCRETO EN EL SITIO:

VIGUETA Y BOVEDILLA
EXTRUIDAS PRESFORZADAS
CONCRETO LIGERO
LOSACERO

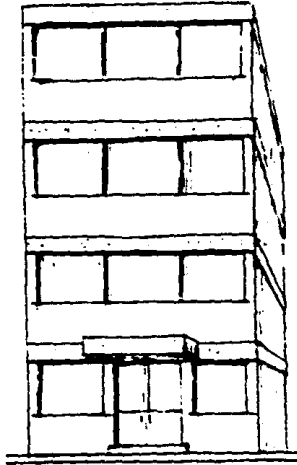
- TECHUMBRES LIGERAS

LAMINAS METALICAS ACANALADAS
LAMINAS DE ASBESTO CEMENTO ACANALADAS
MULTYPANEL
TABLONES DE MADERA

b) EDIFICIOS

En estas construcciones, las mamposterías convencionales ya no son óptimas para resistir todas las acciones que se consideran en el análisis y diseño estructural respectivo, haciéndose obligado el emplear sistemas a base de marcos en dos direcciones ortogonales, integrados por columnas, trabes y losas de materiales diversos. en proyectos de más de ocho pisos se hace indispensable la inclusión de muros de rigidez, los cuales proporcionan un mejor comportamiento estructural ante solicitaciones extraordinarias como las pro-

venientes de sismo o viento, según la zona geográfica en donde se ubique, en general los muros restantes únicamente se consideran como no estructurales.



Sus elementos de cimentación pueden ser: Contratabes con zapatas corridas, Zapatas aisladas, cajones con pilotes de fricción, punta o pilas, dependiendo de la capacidad de carga admisible del suelo y a los asentamientos que este puede ocasionar si se ubica el predio en zona de alta o baja compresibilidad.

En su estructura se pueden emplear cualquiera de los

siguientes materiales y sistemas constructivos:

- EN COLUMNAS

CONCRETO REFORZADO

CONCRETO PRESFORZADO

PLACAS Y PERFILES METALICOS

- EN TRABES O VIGAS

CONCRETO REFORZADO

CONCRETO PRESFORZADO

PLACAS Y PERFILES METALICOS

- TIPOS DE LOSAS DE CONCRETO REFORZADO

PERIMETRALMENTE APOYADAS, MACIZAS

PERIMETRALMENTE APITADAS, ALIGERADAS CON ELEMENTOS FIJOS O REMOVIBLES

- TIPOS DE LOSAS PLANAS DE CONCRETO REFORZADO

MACIZAS

ALIGERADAS CON ELEMENTOS FIJOS O REMOVIBLES

- TIPOS DE LOSAS MIXTAS, DE MATERIAL PREFABRICADO Y COLADO COMPLEMENTARIOS DE CONCRETO EN EL SITIO.

VIGUETA Y BOVEDILLA

EXTRUIDAS PRESFORZADAS
PRESFORZADAS
CONCRETO LIGERO
LOSACERO

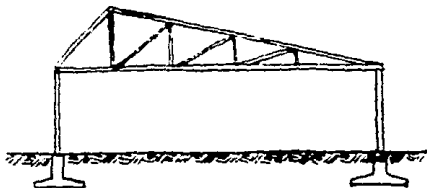
- LOS MUROS DIVISORIOS SE PUEDEN CONSTRUIR CON

TABIQUE DE BARRO RECOCIDO COMUN, MACIZO
TABIQUES DE BARRO RECOCIDO Y PRENSADO, MACIZOS
Y HUECOS.
TABLAROCA
PANEL W.

c) NAVES INDUSTRIALES

Generalmente son áreas cubiertas a doble altura, intercalandose mezanines en zona de actividades administrativas.

Las necesidades de estos proyectos son las de disponer de el máximo de espacio, sin que interfieran notablemente las estructuras que soportan los techos, con el propósito de distribuir locales en plan libre.



La cimentación de la estructura principal se resuelve con zapatas corridas, con contratraveses en el perímetro y zapatas aisladas en los elementos interiores. Cuando el suelo es de alta compresibilidad se recurre al uso de cajones zapatas o por zapatas aisladas con pilotes.

La estructura puede resolverse con los siguientes materiales y sistemas constructivos:

- EN MUROS PERIMETRALES Y CABECEROS

TABIQUE DE BARRO RECOCIDO COMUN, MACIZO

TABIQUE DE BARRO RECOCIDO Y PENSADO, MACIZOS Y HUECOS

TABIGUES Y TABICONES DE CONCRETO, MACIZOS.

BLOQUES DE CONCRETO, HUECOS.

- EN COLUMNAS

CONCRETO REFORZADO

PLACAS Y PERFILES METALICOS

- SOPORTE DE LA TECHUMBRE

TRABES ARMADAS METALICAS

ARMADURAS O ARCOS METALICOS
TRIDIMENSIONALES METALICAS
TRABE-LOSA DE CONCRETO PRESFORZADO

- TIPOS DE TECHUMBRE

LAMINAS METALICAS DE ACANALADO DIVERSO
LAMINAS DE ASBESTO-CEMENTO DE ACANALADO DIVERSO
MULTYPANEL
ARCOTEC METALICO

III. EFECTOS EN LAS ESTRUCTURAS A CAUSA DE LAS SOLICITACIONES

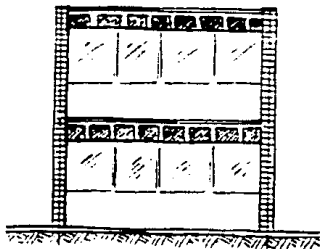
Una sollicitación es la acción o conjunto de acciones que obran sobre las estructuras de manera permanente, variable y accidental.

Las primeras actúan en forma continua y su intensidad va ría poco con el tiempo, las segundas varían notablemente con el tiempo y las últimas no son debidas al funcionamiento normal de la construcción alcanzando intensidades significativas solo durante lapsos breves.

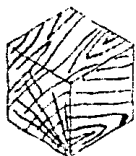
a) CARGAS MUERTAS Y VIVAS

CARGAS MUERTAS:

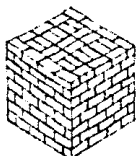
Las constituyen los pesos de todos los elementos constructivos, de los acabados y de todos los elementos que ocupan una posición permanente y tienen un pe so que no cambia sustancialmente con el tiempo.



LOS PESOS VOLUMETRICOS DE LOS MATERIALES MAS COMUNES
QUE SE EMPLEAN EN LAS CONSTRUCCIONES SON:



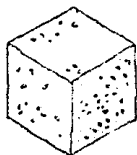
MADERA SECA
0,8 T/m³



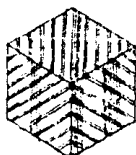
MAMPUESTA DE TALLER
1,5 T/m³



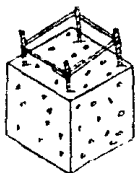
MAMPUESTA DE PIEDRA
2,2 T/m³



CEMENTO SUELO
2,2 T/m³



ALFAR
2,8 T/m³



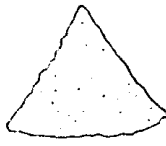
CEMENTO REFORZADO
2,4 T/m³



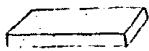
LENTILLE SUelta Y SECA
0,9 T/m³



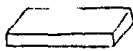
LENTILLE SUelta Y SECA
1,1 T/m³



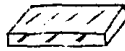
TIERRA SUelta Y SECA
1,6 T/m³



MORTERO DE CEMENTO Y ARENA
2,0 T/m³



APLAVADO DE YESO
1,5 T/m³



VIENTO PLANO
3,0 T/m³

La Carga Muerta promedio que se emplea en las edificaciones está formada por los siguientes conceptos:

CASA HABITACION

AZOTEA		ENTREPISO	
LOSA	240 kg/M2	LOSA	240 Kg/M2
RELLENO Y ENLADRILLADO	160 kg/M2	PISO TERMINADO	100 kg/M2
YESO	30 Kg/M2	YESO	30 kg/M2
PRETILES	100 Kg/M2	MUROS	250 Kg/M2
TRABES	<u>50 Kg/M2</u>	TRABES	<u>60 Kg/M2</u>
T O T A L	580 Kg/M2	T O T A L	680 Kg/M2

EDIFICIOS

AZOTEA		PLANTA TIPO	
LOSA	240 Kg/M2	LOSA	240 Kg/M2
RELLENO Y ENLADRILLADO	200 Kg/M2	PISO TERMINADO	100 kg/M2
PRETILES	100 Kg/M2	PLAFON	50 kg/M2
PLAFON	50 Kg/M2	MUROS	200 kg/M2
TRABES	90 Kg/M2	TRABES	100 kg/M2
		COLUMNAS	<u>70 Kg/M2</u>
T O T A L	<u>680 Kg/M2</u>	T O T A L	760 Kg/M2

NAVES INDUSTRIALES

TECHUMBRES METALICAS LIGERAS		TECHUMBRES DE CONCRETO PRES FORZADO	
LAMINA	6 Kg/M2	TRABELOSAS	300 Kg/M2
LARGUEROS	8 Kg/M2	TRABES	
ESTRUCTURA	16 Kg/M2	PORTANTES	60 kg/M2
COLUMNAS DE CONCRETO	30 Kg/M2	COLUMNAS	60 kg/M2
MUROS	<u>130 Kg/M2</u>	MUROS	130 kg/M2
T O T A L	190 Kg/M2	T O T A L	<u>550 Kg/M2</u>

El resultado de la construcción de los elementos que se consideran integrantes de la carga muerta influye de dos maneras:

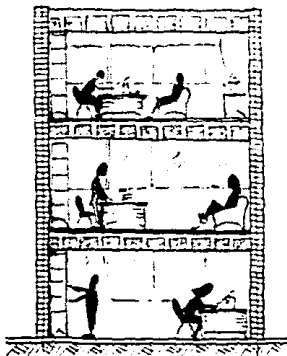
Cuando las dimensiones resultan inferiores a las de proyecto, el efecto es más desfavorable para los elementos estructurales lo cual les disminuye su capacidad de resistencia original que en principio por si solos no ocasionarían comportamientos desfavorables, ya que se aplican factores de carga o de seguridad en el análisis y diseño estructural, sin embargo, al presentarse las cargas vivas y las solicitaciones accidentales la estructura estaría escasa para resistir satisfactoriamente estas acciones. Si se presentan menores dimensiones en los elementos restantes prácticamente no habría problema alguno.

En el caso de que las dimensiones resultaran mayores a las de proyecto, pudieramos decir que si ocurre en los elementos estructurales no habría problemas significativos; sin embargo, si se presentan en los elementos restantes aumentaría la carga original de proyecto notoriamente, disminuyendo la capacidad de resistencia que corresponde al momento de la presencia de las cargas vivas y las solicitaciones accidentes

tales, quedando la estructura escasa para resistir satisfactoriamente estas acciones a pesar de los factores de carga o de seguridad que se consideraron en el proyecto estructural.

CARGAS VIVAS

Son fuerzas que se producen por el uso y ocupación de las construcciones y no tienen carácter permanente.



El reglamento de construcciones para el Distrito Federal, de fecha 3 de Julio de 1987 especifica que las cargas se tomen iguales a las que se mencionan a con-

tinuación:

- 1.- La carga viva máxima (W_m) Se deberá emplear para diseño estructural por fuerzas gravitacionales y para calcular asentamientos inmediatos en suelos, así como en el diseño estructural de los cimientos ante cargas gravitacionales;
- 2.- La carga instantánea (W_a) se deberá usar para diseño sísmico y por viento y cuando se revisen distribuciones de carga más desfavorables que la uniformemente repartida sobre toda el área;
- 3.- La carga media (W) se deberá emplear en el cálculo de asentamientos diferidos y para el cálculo de flechas diferidas;
- 4.- Cuando el efecto de la carga viva sea favorable para la estabilidad de la estructura, como en el caso de problemas de flotación, volteo y de succión por viento, su intensidad se considera nula sobre el área, a menos que pueda justificarse con otro valor, y

5.- Las cargas uniformes de la tabla siguiente se consideraran distribuidas sobre el área tributaria de cada elemento:

TABLA DE CARGAS VIVAS UNITARIAS, EN Kg/M2

DESTINO DE PISO O CUBIERTA	W	Wa	Wn	OBSERVACIONES
a) Habitación (Casa-Habitación, departamentos viviendas, dormitorios, - cuartos de hotel, internados de escuelas, cuarteles, cárceles, correccionales, hospitales y similares)	70	90	170	(1)
b) Oficinas, despachos y laboratorios.	100	180	250	(2)
c) Comunicación para peatones, (pasillos, escaleras, rampas, vestíbulos y pasajes de acceso libre al público)	40	150	350	(3), (4)
d) Estadios y lugares de reunión sin asientos individuales.	40	350	450	(5)
e) Otros lugares de reunión cines, teatros, gimnasios, salones de baile,				

restaurantes, bibliotecas, aulas, salas de juego y similares.	40	250	350	(5)
f) Comercios, fábricas y bodegas.	0.8W	0.9W	W	(6)
g) Cubiertas y azoteas con pendiente no mayor de 5 %.	15	70	100	(4), (7)
h) Cubiertas y azoteas con pendiente mayor de 5 %	5	20	100	(4), (7) (8)
i) Volados en vía pública (marquesinas, balcones y similares)	15	70	300	
j) Garages y estacionamiento (para automoviles exclusivamente)	40	100	250	(9)

OBSERVACIONES A LA TABLA DE CARGAS VIVAS UNITARIAS

- 1.- Para elementos con área tributaria mayor de 36 m², - (Wm) podrá reducirse, tomándola igual a $100 + 420A - \frac{1}{2}$ (A es el área tributaria en M²). Cuando sea más desfavorable se considerará en el lugar de (Wm), una carga de 500 kg. aplicada sobre un área de 50 X 50 cm., - en la posición más crítica.

Para sistemas de piso ligero con cubierta rigidizante, se considerará en lugar de (W_m) , cuando sea más desfavorable, una carga concentrada de 250 kg para el diseño de los elementos de soporte y de 100 kg. para el diseño de la cubierta, en ambos casos ubicadas en la posición más desfavorable.

- 2.- Para elementos con área tributaria mayor de 36 m², (W_m) podrá reducirse, tomándola igual a $180 + 420 - \frac{1}{2} A$ (A es el área tributaria en M²). Cuando sea más desfavorable se considerará en lugar de (W_m) , una carga de 1000 Kg aplicada sobre una área de 50 X 50 cm. en la posición más crítica.

Para sistemas de pisos ligeros con cubierta rigidizante, definidos como en la nota (1), se considerará en lugar de (W_m) , cuando sea más desfavorable, una carga concentrada de 500 kg para el diseño de los elementos de soporte y de 150 kg para el diseño de la cubierta, ubicadas en la posición más desfavorable.

- 3.- En áreas de comunicación de casas habitación y edificios de departamentos se considerará la misma carga viva que en el caso a) de la tabla.

- 4.- En el diseño de pretilas de cubiertas, azoteas, y barandales para escaleras, rampas, pasillos y balcones, se supondrá una carga viva horizontal no menor de 100 kg/M2 actuando al nivel y en la dirección más desfavorable.
- 5.- En estos casos deberá prestarse particular atención a la revisión de los estados límite de servicio relativos a vibraciones.
- 6.- Atendiendo al destino del piso se determinará con los criterios del artículo 187, la carga unitaria, (W_m), que no será inferior a 350 kg/m2 y deberá especificarse en los planos estructurales y en placas metálicas colocadas en lugares fácilmente visibles de la construcción.
- 7.- Las Cargas vivas especificadas para cubiertas y azoteas no incluyen las cargas producidas por tinacos y anuncios, ni las que se deben a equipos u objetos pesados que puedan apoyarse en o colgarse del techo. Estas cargas deben preverse por separado y especificarse en los planos estructurales.

Adicionalmente los elementos de las cubiertas y azo-

teas deberán revisarse con una carga concentrada de -
100 kg en la posición más crítica.

- 8.- Además, en el fondo de los valles de techos inclinados se considerará una carga, debida al granizo de 30 kg - por cada metro cuadrado de proyección horizontal del - techo que desagüe hacia el valle. Esta carga se considerará como una acción accidental para fines de revisión de la seguridad y se le aplicarán los factores de carga correspondientes según el artículo 194.
- 9.- Más una concentración de 1500 Kg. en el lugar más desfavorable del miembro estructural de que se trate.

Es importante no exceder las cargas vivas de proyecto, ya que el hacerlo alteraría riesgosamente las condiciones de análisis y diseño estructural de proyecto, que - sumado al efecto de la carga muerta y al de las solicitaciones accidentales exigirían a la estructura so-portar condiciones de carga no previstas, dando lugar a que aparezcan deformaciones y agrietamientos hasta agotar la capacidad de resistencia última de los materiales, rebasando la magnitud de los factores de carga o - de seguridad que se consideraron en el proyecto estructural.

Es posible modificar el destino de carga de un entrepiso siempre y cuando, las nuevas cargas impongan un valor máximo igual al del proyecto original, evitando concentraciones de carga notables, aún cuando aporten el mismo valor de la carga viva original.

En la mayoría de las edificaciones, se observa que aparentemente está sobrada de resistencia la construcción, pero esta impresión es derivada de que todo proyecto tiene una reserva de resistencia para cuando se vea sometida a las sollicitaciones accidentales, las cuales tienen un periodo de ocurrencia de por lo menos 50 años, no queriendo decir con esto que al cumplirse este plazo la construcción deje de ser útil.

No todos los proyectos de edificación están dotados de elementos estructurales mínimos necesarios, en muchas ocasiones, los proyectos arquitectónicos los dotan de un extra de elementos que aumentan la vida útil del inmueble, justificando con ello el porqué después de ocurrir un severo evento accidental no cause daños significativos; en cambio, es muy notorio cómo ocurre lo contrario en aquellos proyectos que se observan muy raquíticos y que por más refuerzos que se coloquen, no son los óptimos para que ofrezcan un comportamiento satis-

factorio.

También, el rebasar las cargas muertas y vivas lo solicitado por el proyecto original trae como consecuencia que las construcciones pesen más y por consecuencia en el caso de sismo los efectos que estos producen serán mayores, resultando escaso el proyecto original.

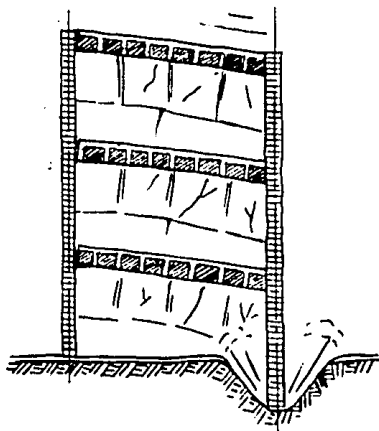
En cimentación, el efecto de estas cargas influye provocando asentamientos mayores de los previstos a pesar de los factores de carga o de seguridad que se emplean en los estudios de mecánica de suelos.

b) MOVIMIENTOS DEL SUBSUELO

El suelo en general presenta dos tipos de movimientos: Asentamientos y Expansiones. Estos efectos dependerán de qué tan completo haya resultado el estudio de mecánica de suelos y de que el proyecto estructural aplique cabalmente las recomendaciones que se deriven de aquél. En la práctica los asentamientos ocurren cuando son rebasadas las cargas originales o cuando se materializan ampliaciones que alteran las bases del proyecto original y cuando el agua freática invade las --

celdas de cimentación. En otras ocasiones se presentan en forma diferencial en lugar de uniforme, siendo en estos casos ocasionado por las construcciones colindantes o por modificaciones importantes en la falta de coincidencia del centroide de cargas de la estructura con el del sistema de cimentación.

Las expansiones ocurren principalmente en suelos arcillosos, en donde este efecto llega a fracturar elementos estructurales, de relleno y pisos de planta baja. Este fenómeno se manifiesta únicamente con la presencia del agua provocando altas presiones de expansión, en primer término sobre los elementos de la cimentación. Estos suelos en condiciones de ausencia de agua tienen una alta capacidad de carga. Para atenuar este efecto se ha encontrado razonable dimensionar las áreas de cimentación en función de la presión de expansión, estructurando los pisos de planta baja o dotándolos de elementos huecos que permitan que ocurran las expansiones sin que lleguen a afectar a éstos.



c) SISMO

Al producirse un sismo se generan movimientos en el subsuelo, los cuales se propagan hacia las estructuras de los inmuebles produciendoles desplazamientos y estos a su vez favorecen la aparición de elementos mecánicos extraordinarios que se suman a los de las condiciones normales de servicio. El mayor o menor incremento de esfuerzos en la estructura dependerá de la magnitud de --carga muerta y viva de ese instante en que se presenta el evento accidental, toda estructura ofrecerá un comportamiento adecuado con base en la reglamentación que se empleó en la obtención de los planos constructivos -

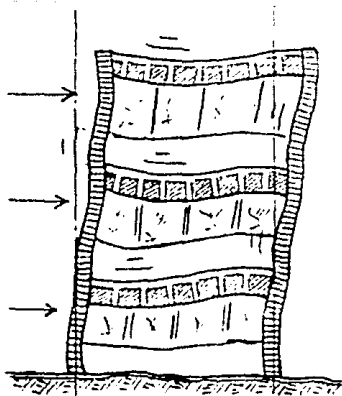
originales.

En casas habitación, los muros son los encargados de resistir satisfactoriamente los esfuerzos adicionales que se generen. Si se presentaron agrietamientos fue debido a que los muros resultaron insuficientes rebasándose por tanto su capacidad admisible, permitiendo que se afecten algunas columnas y traveses ya que el conjunto no se comportó como una autentica estructura soportada por muros de carga, en ocasiones fue debido a que la cimentación de los muros no le aportaron el soporte adecuado para absorber los elementos mecánicos que le correspondían resistir.

En edificios a base de muros de carga, los efectos solo se manifestarán cuando el proyecto estructural haya dejado muy al límite los muros para que absorbieran las fuerzas sísmicas reglamentarias, dañándose estos y algunas columnas y traveses. En edificios con estructura a base de marcos, el efecto se manifiesta generalmente en aquellos elementos divisorios o de relleno, que impidieron que la estructura se desplazase libremente y al no existir esta posibilidad, aquellos no tienen la capacidad suficiente para resistir el efecto y resultan ser los primeros en dañarse, lo cual ocasiona que un edificio bien analizado y diseñado fracase en su --

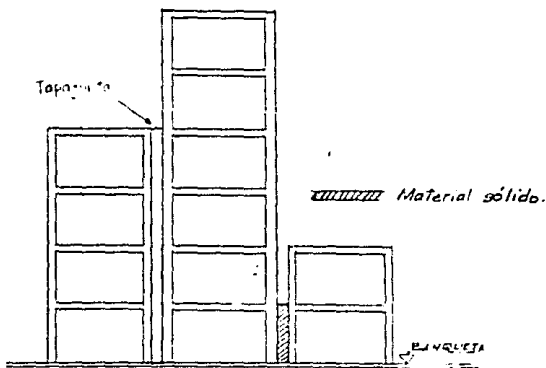
comportamiento, ya que cuando los muros de relleno agoten su escasa resistencia, requeriran de la estructura verdadera el resistir el efecto, sin embargo este no se comunicará en la forma como se concibió en el proyecto original, dañandose la estructura a pesar de existir la reserva de resistencia protegida con la reducción de esfuerzos resistentes en los materiales y por los factores de carga correspondientes. Cuando en el diseño de la cimentación, no se analizó correctamente el momento de volteo provocado por el sismo en edificios de cierta altura, se ocasionará que la estructura transmita esfuerzos excedentes a la resistencia admisible del suelo sobre una porción del área de cimentación, dando lugar a que se pierda verticalidad en el conjunto del inmueble.

En naves industriales con sistema de techumbre ligera el efecto del sismo será mínimo, prácticamente despreciable, llegandose a dañar únicamente los muros perimetrales y cabeceros cuando no esten estructurados adecuadamente. esto es, si el entre-eje es muy amplio, deben estructurarse como si fueran bardas aisladas.



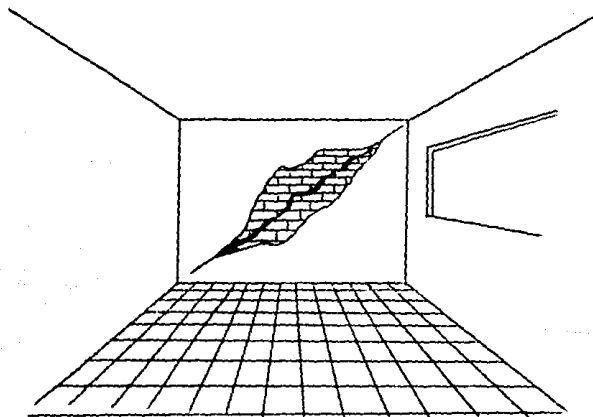
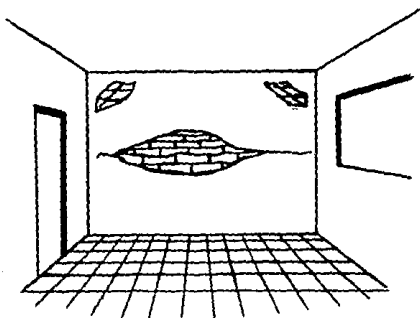
Durante un sismo también se presentan daños indirectos en edificios que si estuvieron bien proyectados y construidos, en los que se perdió toda esta ventaja al no haber resuelto favorablemente los espacios reglamentarios que deben existir entre las colindancias perimetrales, esto es que cada inmueble debe dejar físicamente una separación perimetral mínima, si no existe, es preferible que el último en construir deje el espacio necesario para que ambas estructuras se desplacen lo establecido por los reglamentos de construcción y no se presente la posibilidad de que choquen entre sí. En donde si existe, erróneamente se ha rellenado con materiales sólidos debiendo ser de característica deformable, o bien tapajuntas metálicos telescópicos,

fijados únicamente en uno de sus extremos longitudinales, otro detalle de control de obra que no debe pasarse por alto es que ese espacio quede perimetralmente libre de objetos innecesarios durante y después de terminada la construcción. Si no se logró este objetivo a tiempo será indispensable abrir boquetes en los muros para poder retirarlos y colocar un tapajuntas perimetral horizontal entre éste y las construcciones vecinas.

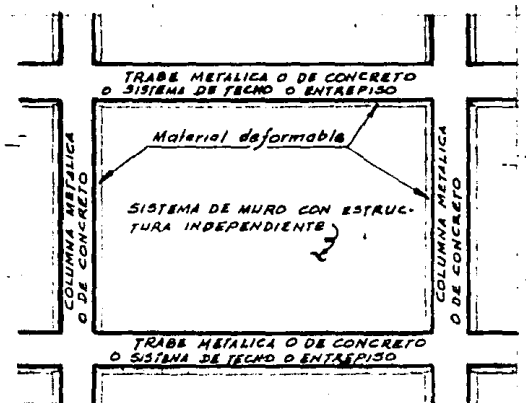


La omisión de alguna de las acciones citadas, ha dado lugar a severos daños al no poderse desplazarse libremente cada una por su lado, pues a pesar de que la duración del movimiento producido por el sismo es de unos cuantos instantes, los materiales aparecen

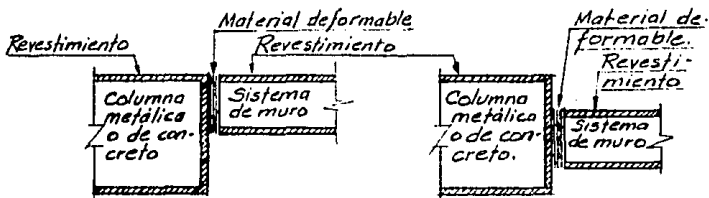
temente insignificantes ofrecerán una resistencia considerable que las convierte en ariete provocando efectos inimaginables.



Los dibujos siguientes idealizan la manera de facilitar los movimientos de la estructura principal que evitan el deterioro de los muros de relleno.

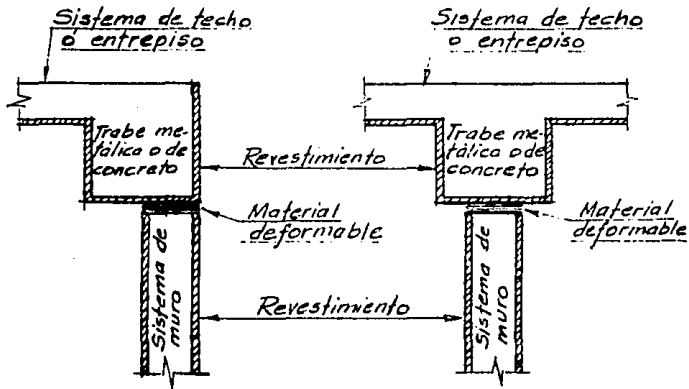


— ELEVACION —



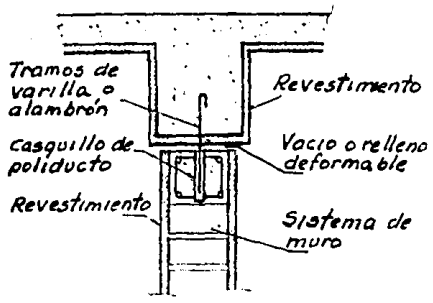
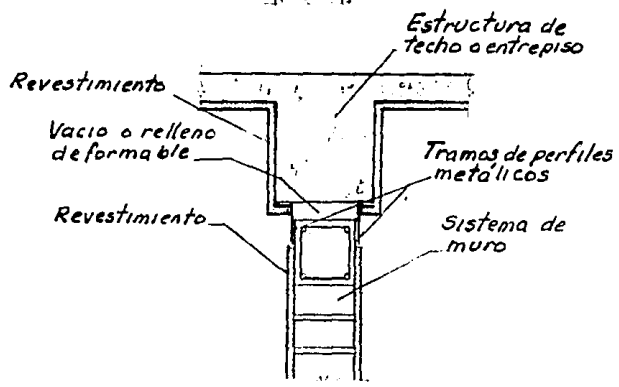
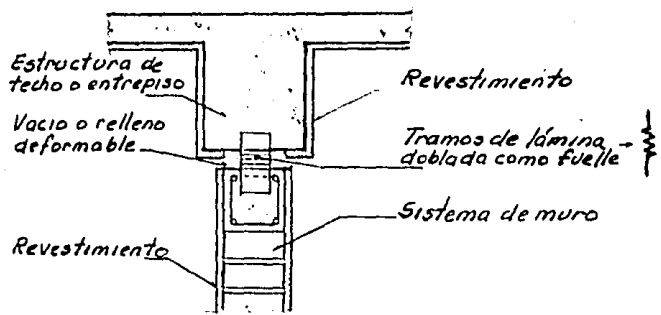
— PLANTA —

— PLANTA —

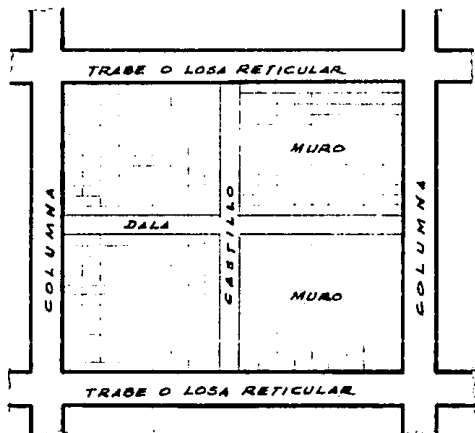
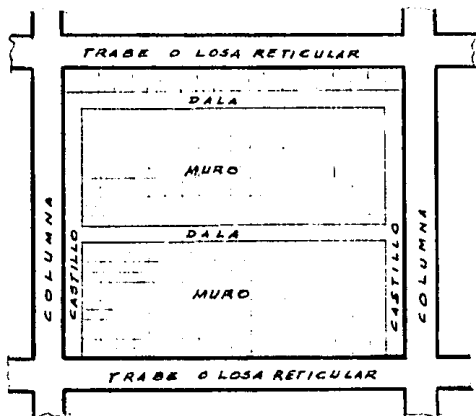


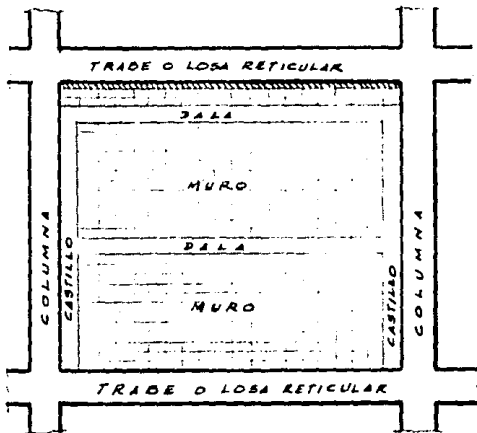
— ELEVACION —

— ELEVACION —

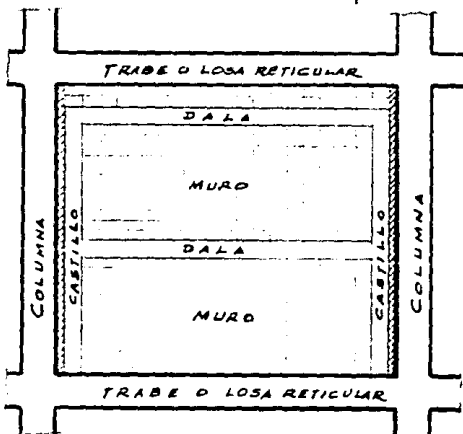


A continuación se esquematizan algunas soluciones con el concepto erróneo de que permiten a la estructura principal -- desplazarse independientemente de los muros de relleno interiores o de fachada.

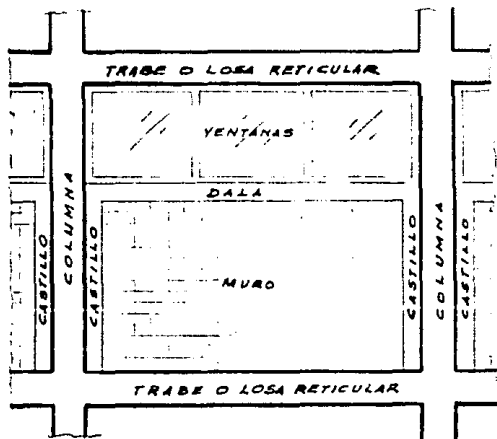
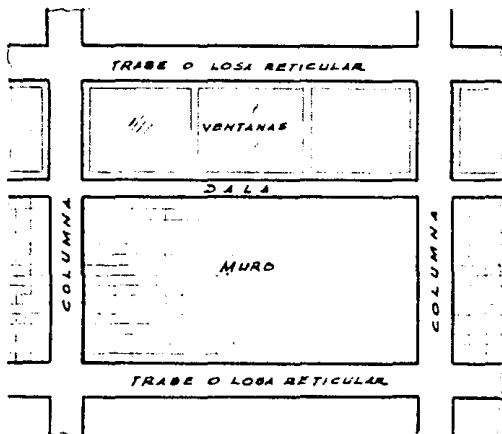


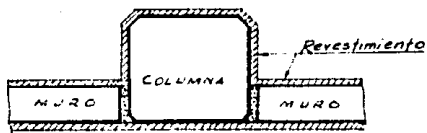
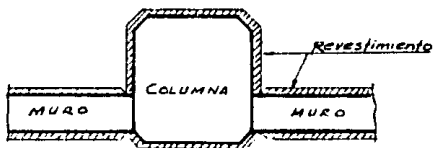




~~Material~~ Material deformable



~~Material~~ Material deformable





 Revestimiento  Material deformable

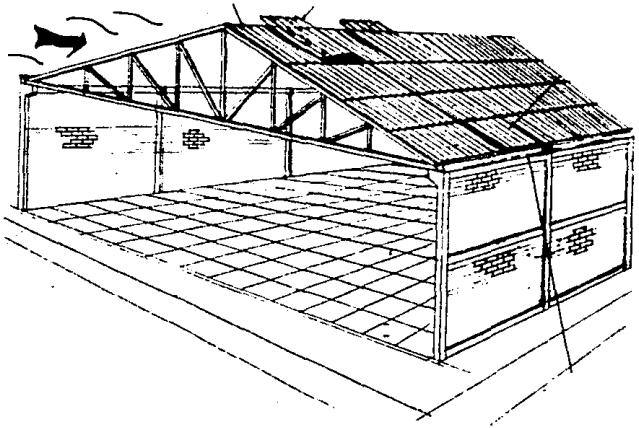
d) VIENTO

Manifiesta su efecto en forma sobresaliente en construcción de masa ligera. Las construcciones que suelen ser afectadas son aquellas cuyos proyectos se apartan tanto del periodo de recurrencia, como de la velocidad de diseño que recomiendan regionalmente los reglamentos de construcción, muchas veces se emplean elementos estructurales que son apropiados a zonas geográficas de vientos escasos o de velocidades mínimas o por proyectos que no están fundamentados por alguna reglamentación oficial mínima. Se presenta transmitiendo presiones y succiones sobre los elementos de la construcción, provocando el derribo de muros con estructura y cimentación inadecuadas, así como deformación excesiva en los elementos que conforman la estructura principal.

En casas habitación y en edificios solo afecta a aquellos elementos ligeros y a los vidrios de los cancelos y ventanas de fachada, por no protegerlos adecuadamente en aquellas localidades de mayor incidencia de vientos de cualquier magnitud.

En edificios altos, si llega a influir el efecto del viento y será necesario compararlo con el efecto -

que transmitan los sismos para determinar a partir -
de que nivel es más importante alguno de los dos.

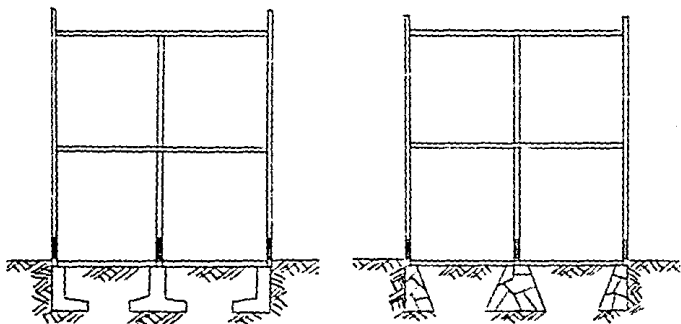


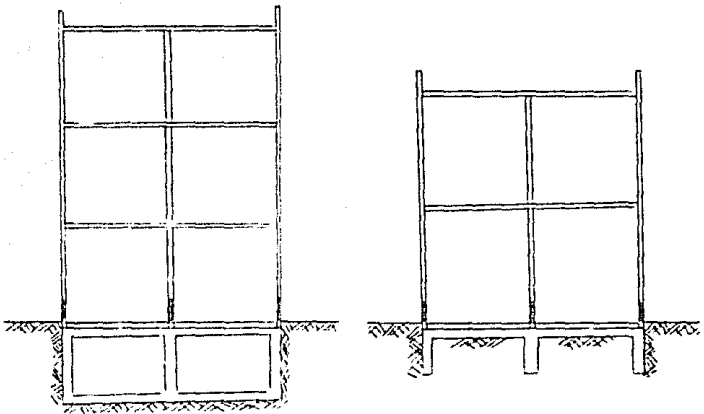
IV. PROBLEMAS EN CIMENTACION: EVALUACION, MEDIDAS PREVENTIVAS Y REPARACION

a) CIMENTACIONES SOMERAS

Empleamos esta denominación para las cimentaciones superficiales como las mamposterías, las zapatas tanto corridas como aisladas, las losas de cimentación y pequeños cajones de cimentación.

La elección de cada una de ellas dependerá de las características mecánicas intrínsecas del suelo, de los elementos mecánicos que transmitan al subsuelo en condiciones de servicio y cuando se sumen a estos efectos de solicitaciones accidentales, otro factor que se emplea en su elección es la práctica constructiva usada en las edificaciones vecinas.





La selección del nivel de desplante de las cimentaciones siempre debe comprobarse al momento de iniciar las primeras excavaciones, para verificar si el dato que proponen los planos constructivos son los adecuados, ya que en ocasiones no se detectan áreas que fueron rellenadas con materiales y técnicas inapropiadas, requiriendo en estos casos profundizar más la excavación hasta encontrar suelo firme y sin rastros de materia vegetal. El omitir esta acción favorecerá la aparición de asentamientos diferenciales, que pueden aumentar su magnitud si algún drenaje se daña permitiendo fugas de líquidos que sobresaturen el suelo y le hagan perder con más facilidad capacidad de carga.

El no tomar en cuenta las características de las construcciones colindantes también es índice para la aparición de problemas a futuro, la mayoría de los proyectos son analizados y diseñados en forma independiente, a veces no se sabe en donde se ubica el predio físicamente, lo cual da como resultado la necesidad de cambiar la solución de cimentación con su correspondiente retraso e incremento de costo constructivo. Si existen construcciones colindantes, el nivel de desplante de los cimientos deberá coincidir en donde el proyecto lo permita y recimentar cuidadosamente la construcción vecina hasta el mismo nivel que el proyecto requiera, previa notificación a su propietario, -- cuando el proyecto es más superficial que el colindante tendremos que prolongar la profundidad de nuestros cimientos hasta el mismo nivel, a fin de no sobrecargarlos y evitarnos reclamaciones posteriores, en estos casos también es aconsejable solicitar los servicios de un notario para que de fé legalmente de la condición en que se encuentran las construcciones vecinas en el momento del inicio de las excavaciones y las medidias que se aplicaron para resolver cada situación en particular.

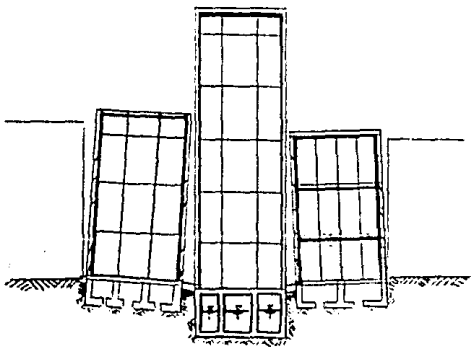
Si se pretende construir alguna ampliación o modificaca

ción al proyecto original, deberá proyectarse, en lo posible, sin modificar notablemente las bases de análisis y diseño de cimentación, esto se puede lograr - aligerando las cargas existentes a manera de compensar con la ampliación las cargas que se eliminan, - cuando el nuevo proyecto rebasa las condiciones de - carga originales deberá recimentarse ya sea ampliando en su base los cimientos existentes y/o agregar - los necesarios para no rebasar la capacidad admisible del suelo.

b) CIMENTACIONES PARCIALMENTE COMPENSADAS

Se emplea este sistema cuando e) peso de la edificación rebasa la capacidad admisible del suelo, recurriendo a sustituir peso del suelo por peso de la -- construcción a fin de transmitir únicamente la que si es posible que resista satisfactoriamente. Para lograr un buen comportamiento es necesario lograr coincidencia entre el centro de gravedad de las cargas - que transmita la construcción y la reacción del sub-suelo, con el propósito de evitar asentamientos e inclinaciones que afecten tanto al propio edificio como a las construcciones colindantes y a las instalaciones de servicios municipales; especificarse en los

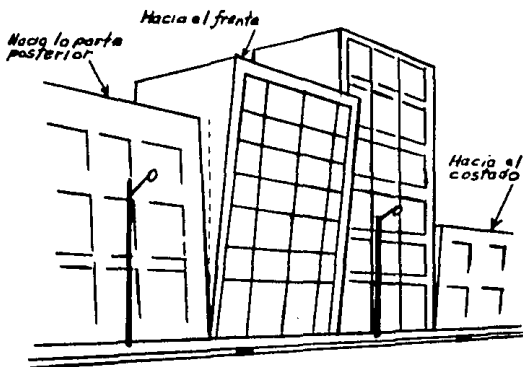
planos constructivos los posibles lastres que sean indispensables para lograr el centrado de cargas. Estos lastres por ningún motivo deberán menospreciarse ya sea en más o en menos. Un lastre extraordinario, que en la mayoría de las veces, se menosprecia o bien se acepta como algo inevitable, es que el agua penetre al interior de las celdas que se forman con este sistema de cimentación, por no haber incluido aditivos impermeabilizantes en el concreto de la losa de fondo como en las contratraves perimetrales, ni haber colocado barrera que bloquee el paso del agua en las juntas de colado y no dotar de un sistema de drenes que permita conducir hacia un cárcamo que achique las aguas que logren penetrar, a pesar de haber aplicado en su oportunidad las técnicas adecuadas.



El daño que provoca la infiltración de agua, ocasiona que se produzca corrosión en el acero de refuerzo, de estribos, para cambios volumetricos y longitudinal de las contratrabes perimetrales y en el acero de refuerzo, Daño que se manifiesta reduciendo su sección transversal y provocando significativos esfuerzos de expansión en la porción de material que se afecta, lo cual ocasiona que aumente el espesor de las fisuras, disminuyendo la sección transversal efectiva de concreto y al perder momento de inercia favorece la aparición de flechas o asentamientos muy notorios.

Localizar las fisuras por donde penetra el agua, calafatearlas y sellarlas con cementos impermeables de -- fraguado instantáneo que resistan el empuje del agua-- en la dirección más desfavorable así como dotar a la cimentación existente de una red de pasos que la lleven hasta un cárcamo para achicarla. El no realizar estas acciones favorecerá los desplomes lesionando a las construcciones colindantes haciendo más preocupante este caso cuando ocurra un sismo, dañándolas en -- forma importante.

DESPLOMES



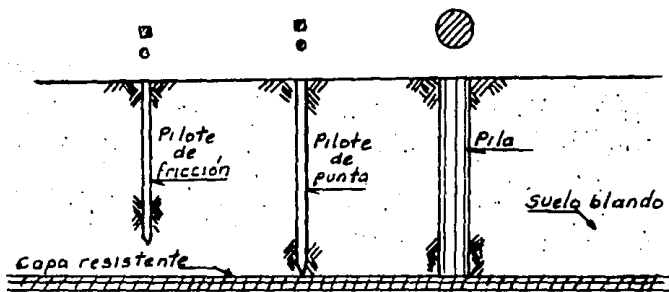
c) CIMENTACIONES PROFUNDAS

Cuando las dimensiones y altura de los edificios generan elementos mecánicos considerables, ya no es posible tratar la cimentación como somera, ni es razonable aplicar una compensación de suelo que equilibre las cargas, requiriéndose ayudar al suelo para que las transmita a mayor profundidad mediante pilotes de fricción, pilotes de punta o pilas.

Los proyectos arquitectónicos aprovechan la máxima profundidad a que puede llevarse la construcción de tal manera que facilite su proceso constructivo sin llegar al nivel máximo al que ascienden las aguas -

freaticas.

Es importante verificar la información técnica que contiene el proyecto ejecutivo, el resultado del estudio de mecánica de suelos y las condiciones del predio donde se pretende realizar la construcción, y evaluar las características de las construcciones colindantes con el propósito de establecer en campo los frentes de trabajo para la materialización de la cimentación, será inobjetable que la ubicación de los pilotes queden afuera de la sección de las contratrabes para que si durante la vida útil del edificio se presentan anomalías, puedan ejecutarse las maniobras y trabajos apropiados de recimentación o renivelación.

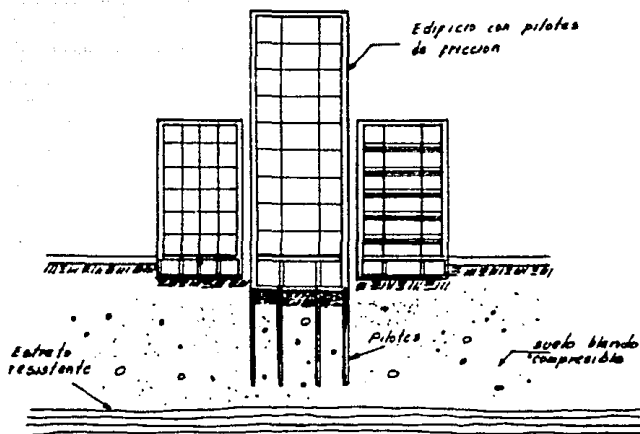


LOS PILOTES DE FRICCIÓN

Son apropiados a suelos compresibles, ofreciendo un comportamiento adecuado al seguir el mismo patrón de asentamientos de la zona en que se ubica la edificación. La máxima profundidad de excavación de suelo y la capacidad admisible de contacto correspondiente al área de la losa de fondo de la cimentación, alivia la carga neta que les toque absorber a estos pilotes.

La manera de identificar cuando un inmueble posee este tipo de cimientos es cuando se aprecia igual nivel entre la banqueta y el nivel interior de piso. Si se observa escalonamiento hacia abajo eso es índice de que la cantidad de pilotes resultó escasa, esto ocasiona que las construcciones colindantes de menor altura acusen desplome hacia esta construcción, tal situación se hará más riesgosa cuando ocurra un sismo, estos desperfectos iniciales no deben de menospreciarse, aquellas acusarán daños internos que paulatinamente se incrementarán.

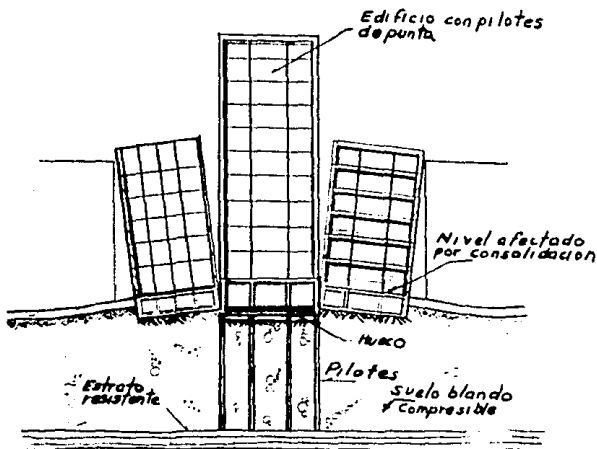
Estos hechos implican la necesidad de recimentar el edificio en cuestión y aplicar medidas apropiadas a las características de cada una de las construcciones vecinas.



LOS PILOTES DE PUNTA

Son la alternativa que sigue a los de fricción para soportar a un edificio localizado en zona de suelos blandos. Estos pilotes de punta desarrollan su capacidad de carga con apoyo directo en un estrato resistente y para su diseño la subestructura deberá considerarse apoyada totalmente en ellos. La consolidación regional ocasiona que pierda confinamiento lateral y pérdida de contacto regional ocasiona que pierda confinamiento lateral y pérdida de contacto con el suelo subyacente. La exploración y resultados que obtenga la mecánica de suelos dará a conocer las medidas que-

deben tomarse en cuenta al momento de presentarse la fricción negativa que se genera al producirse el enjuntamiento de los suelos blandos, los cuales tienden a bajar adheridos a lo largo del fuste del pilote, sobrecargándolo al cargarse el suelo circunvecino al pilote.



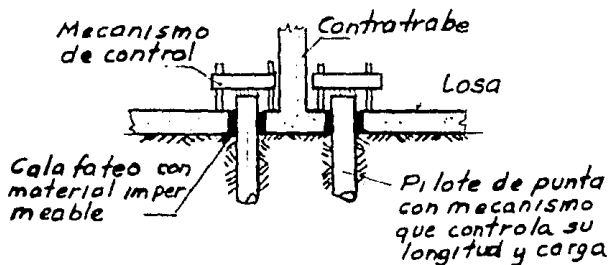
En aquellos edificios en que no se tomaron las medidas apropiadas para emplear este sistema, dan la impresión de estar emergiendo sobre la superficie del terreno, produciéndose un marcado desnivel entre el nivel de banqueta y el del piso interior, en algunos casos la fricción negativa aparentemente no inducen la falla, sin embargo este efecto continuará siendo maléfico pues ocupará una buena parte de la capacidad de carga-

del pilote, que está soportando al suelo adyacente y no carga útil, dicha sobrecarga no es uniforme, resultando más afectados los pilotes perimetrales al disponer de mayor suelo tributario que los interiores.

Al mismo tiempo las construcciones vecinas tenderán -- a moverse en sentido opuesto al edificio, produciéndose daños prácticamente irreparables, resultarán afectadas las instalaciones de servicios municipales que entren y colinden al edificio.

En suelos sumamente compresibles será necesario que es tos pilotes sean ajustados en su longitud a fin de que el sistema de cimentación se mantenga prácticamente pe gado al suelo y no permitir que éxista un espacio nota ble entre sí. Para lograrlo es necesario que penetren libremente por la losa de fondo con la intención de ba jar a discreción el edificio y a la vez controlar su verticalidad, mediante este sistema la estructura podrá cargarse directamente sobre el terreno, el cual ce derá bajo ese peso y después ajustar el mecanismo que se encargue de transferir la carga total del edificio a los pilotes, logrando con esto que la estructura ba je simultáneamente con la superficie del suelo. tam- bién se puede lograr la regulación de la carga que --- realmente deben tomar los pilotes a fin de no quedar -

sobrados o escasos.



LAS PILAS

Se usan en aquellos edificios que se ubican en predios cuyo suelo tiene no muy profunda su capa resistente. - Son elementos de sección transversal circular de más - de 0.60 M. de diámetro, trabajan exactamente igual a una zapata, sus dimensiones prohíben su manejo e hincado por lo cual es necesario realizar una excavación pre via para alojar el armado y vaciar dentro el concreto hasta el nivel de apoyo.

Al igual que en los pilotes de punta la subestructura no se apoya en el suelo que queda bajo la losa fondo, - aunque suelen ser mínimos los efectos de consolidación

por ser de menor espesor el estrato blando que queda entre ese nivel y el estrato resistente.

Es conveniente respetar las dimensiones de las juntas de colindancia y que las pilas no queden tan cercanas a los límites del predio para que con ello prácticamente no se afecten las construcciones vecinas, debido a que no será ventajoso tanto en lo económico como en lo técnico recimentar y/o repararlas si llegasen a resultar afectadas.

V. PROBLEMAS EN LAS ESTRUCTURAS; EVALUACION, MEDIDAS PREVENTIVAS Y REPARACION.

El análisis y diseño estructural son idealizados para que el proyecto arquitectónico de las nuevas construcciones, modificaciones, ampliaciones y reparaciones, posean una estructura eficiente, poseer seguridad y servicio adecuado ante las combinaciones de acciones más desfavorables que puedan presentarse durante su vida esperada; no obstante lo anterior, se manifiestan situaciones extras desde el inicio de su construcción que requieren ser atendidas técnica y expeditamente, por lo cual se abordan los sucesos más comunes en los siguientes tipos de elementos constructivos: Mamposterías, concreto reforzado, concreto prefabricado, estructuras metálicas y estructuras de madera.

a) MAMPOSTERIAS.

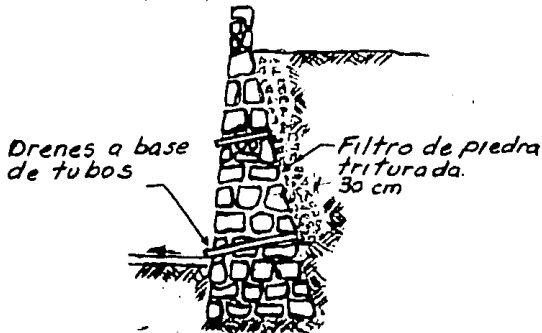
Constituyen las mamposterías aquellos muros contruidos con piezas prismáticas de piedra artificial, macizas o huecas, unidas por un mortero aglutinante; se incluyen muros reforzados con armados interiores, cadenas, castillos y contrafuertes, también se consideran dentro de esta denominación a las piedras naturales, generalmente sin labrar unidas por mortero empleandose como elementos de cimentación, muros de retención y o-

tros elementos estructurales.

No se consideran aptas para resistir tensiones en dirección normal al plano de las juntas, ventajosamente se aprovecha su capacidad para resistir esfuerzos de compresión producidos por las cargas verticales y esfuerzos cortantes producidos por las fuerzas laterales que generan los sismos.

La construcción de cimientos sobre suelo que aún posea materia vegetal, provocará en el momento de su pudrición aunado a la carga que transmita un efecto de consolidación no siempre uniforme, estos asentamientos fracturarán tanto el elemento de cimentación como al muro y elemento estructural que soporten, para corregir este problema será necesario demoler el tramo afectado y reconstruirlo sobre un estrato sin rastros de materia vegetal. La presencia de raíces de árboles provoca un efecto semejante con la variante de que normalmente aumentan su diámetro produciendo un aparente efecto de bufamiento que también ocasionará la fractura en los elementos antes citados, requerirá también de reconstrucción total, previo recorte de las raíces problemáticas o bien puentearlas en forma adecuada.

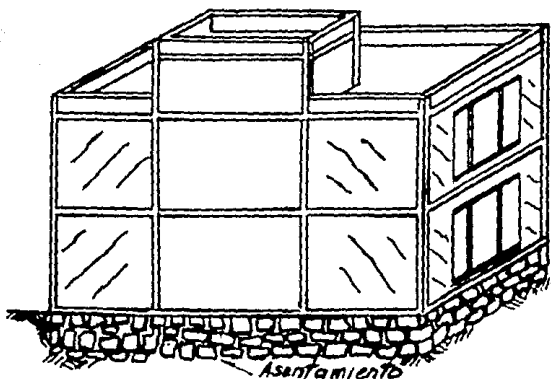
En muros de contención es imprescindible la colocación de un filtro de material permeable que canalice a las aguas hacia salidas que crucen los muros, debido a que es incosteable absorber el empuje adicional que genera, el omitirlos da lugar a la fractura y colapso tanto del propio muro como de los elementos constructivos que soporten.



El no provocar juntas constructivas en mamposterías con exceso de longitud ocasiona también la aparición de agrietamientos generados ya sea por los cambios térmicos volumétricos de los materiales empleados, leves asentamientos o por estar ligados a elementos estructurales que cumplen funciones diferentes.

La aparición de algunas fisuras diagonales, paralelas en el plano de los muros, son índice de estar presentándose asentamientos y para localizar la zona de sue

lo que se está afectando, debemos trazar imaginariamente una línea perpendicular a la traza de las fisuras. Estos daños ocurren en suelos blandos por las causas siguientes: tener escasa base sus cimientos, haber construido una ampliación sin verificar efectos y que colinde con una construcción más pesada con problemas en su cimentación. Si las fisuras son incipientes bastará con eliminar algo de cargas así como las ampliaciones que se hayan construido. Si la magnitud de las fisuras es ya muy notable deberá ejecutarse una recimentación, a fin de ampliar las bases de los cimientos que lo requieran y resanar las grietas con rajuela de piedra aglutinada con mortero que lleve aditivos estabilizadores de volumen. Cuando propicien las grietas una construcción colindante, es impráctico realizar cualquier trabajo de reparación si no son abordadas al mismo tiempo la recimentación de las dos construcciones, cosa que casi nunca ocurre, siendo preferible efectuar demoliciones parciales o totales.

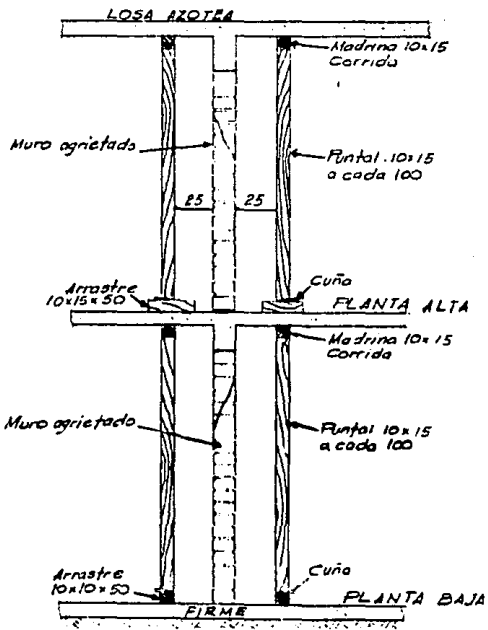
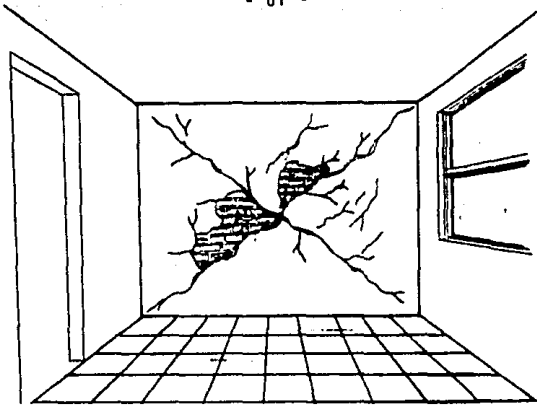


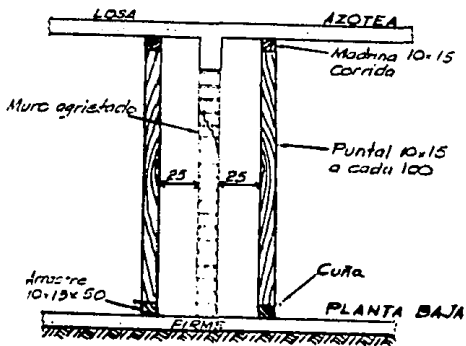
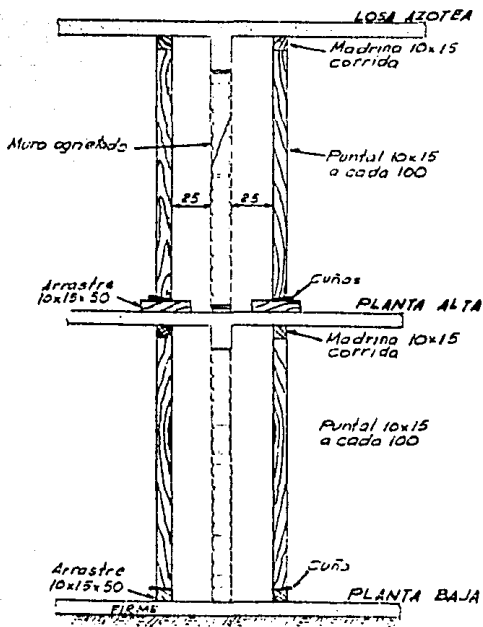
Si durante la ocurrencia de un sismo se producen agrietamiento diagonales cruzados en algunos muros, - deben ser motivo de una evaluación más técnica, pues este desperfecto puede dar origen a mayores problemas estructurales, incluyendo colapsos desastrosos. Si se trata de una casa habitación el riesgo puede ser muy alto cuando se repite en varios muros, pues ello indica que la estructura estaba sumamente escasa para resistir ese tipo de eventos; si es uno solo, lo que sucedió es que el muro intentó resistir gran porcentaje del total del efecto, sin haber estado lo suficientemente reforzado para esta condición, otra-

causa muy común es que el proyecto estructural sube timó la capacidad de absorción de fuerzas horizontales derivadas del sismo, otra más es debida a que en ese instante existían mayores cargas que las del pro yecto original incrementando notablemente los efec-- tos propios de ese sismo, a pesar de haberse diseñado con técnica apropiada otra más es que se hayan quita do muros sin haber revisado en qué condiciones se po dría comportar ante un evento como el que se está -- tratando. Si es un edificio habitacional de menos - de cinco niveles, sin locales comerciales o cochera, en la planta baja, la interpretación de los daños en los muros será semejante a la anterior, en el prime ro de los casos la estructura prácticamente queda inu tilizable y deben evacuarse de inmediato requirién dose demolición total, en ningún momento es técnica- mente posible pensar en una reestructuración. En el segundo caso podrá apuntalarse convenientemente, ais lar parcialmente la zona afectada y estudiar la posi bilidad de una reestructuración que le permita tener- un nuevo factor de seguridad más apropiado. Si ocur re en un edificio a base de marcos estructurales en direcciones ortogonales o con muros de rigidez ya -- sean de concreto o de mampostería y estos últimos no resultaron afectados en lo más mínimo, se podrá de-- cir que ocurrió el desperfecto en muros de relleno,-

debiendose aislar la zona afectada y proceder a la -
demolición de las porciones que aún quedaron en pié-
y elaborar un proyecto estructural en donde estos mu
ros no intenten absorber efectos sísmicos, nunca de-
berá admitirse que sólo se apliquen resanes de cual-
quier índole.

Deberá revisarse cuidadosamente la estructura princi
pal con la finalidad de descubrir que estos muros no
la hayan dañado importantemente, en forma local.



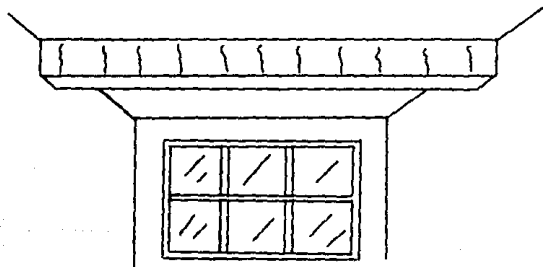


b) CONCRETO REFORZADO

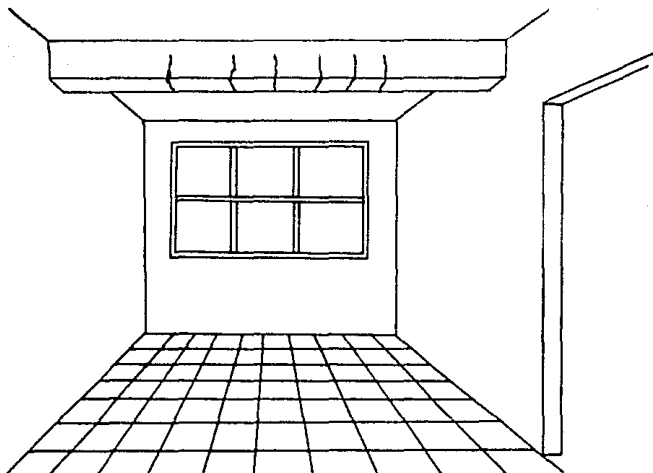
Los elementos estructurales construidos con este material son capaces de resistir esfuerzos de diversos tipos como: compresión pura, flexocompresión biaxial, torsión, flexión y tensión diagonal. El concreto es un material petreo, artificial, obtenido de la mezcla, en proporciones determinadas de cemento, agregados y agua. El cemento y el agua forman una pasta que rodea a los agregados, constituyendo un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos o adicionantes, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto. En su condición simple es resistente a la compresión, pero es débil en tensión. Para resistir las tensiones se emplea refuerzo de acero, generalmente en forma de barras, colocándolo en las zonas donde se prevee se produzcan tensiones bajo las diversas sollicitaciones. También se emplea en zonas de compresión para confinar y aumentar la resistencia del elemento y contribuye a reducir las deformaciones debidas a cargas de larga duración.

Principalmente en trabes, se presenta la aparición de fisuras por contracción del concreto una vez que se deposita en los moldes correspondientes debido a

que el agua de la mezcla se va evaporando, lo cual produce cambios volumétricos en la estructura interna del concreto, que a su vez producen deformaciones. Este fenómeno es más notorio cuando se emplean concretos de alto revenimiento que se depositarán mediante bombeo. Es posible reducir este efecto ejecutando un curado inicial muy cuidadoso, generalmente solo se aplica a las losas, o bien la inclusión de refuerzos a base de fibras sintéticas que se incorporan durante el mezclado de los componentes del concreto. En columnas y concreto presforzado no se presentan ya que en el primero al ser vertical las restringe con su peso propio y en los segundos la fuerza de presfuerzo también impide que aparezcan.

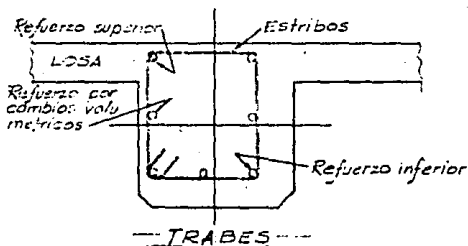
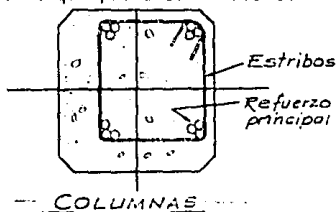


Si las grietas son verticales y aparecen a media altura del peralte de trabes son debidas a falta de refuerzo que prevenga los cambios volumétricos, si guardan un espaciamiento modular, es debido a que los estribos casi no tienen recubrimiento. En ambos casos no son riesgosas, debiendo resanarlas con lechadas epóxicas fluidas a fin de no dar mal aspecto y alarmar a los ocupantes. Si son verticales y se inician en las trabes de abajo hacia arriba, -- principalmente al centro de los claros, son índice de exceso de carga o que el elemento tiene sección o refuerzo es caso generalmente este fenómeno ocurre lentamente dando lugar a la aparición de deformaciones verticales, lo cual permite tomar medidas oportunas, procediendo a colocar apuntalamientos que auxilién al elemento para no tomar más cargas y faciliten su reforzamiento, que podrá consistir en construirle un apoyo intermedio, aumentar la sección y armados o adosarles placas o perfiles metálicos.



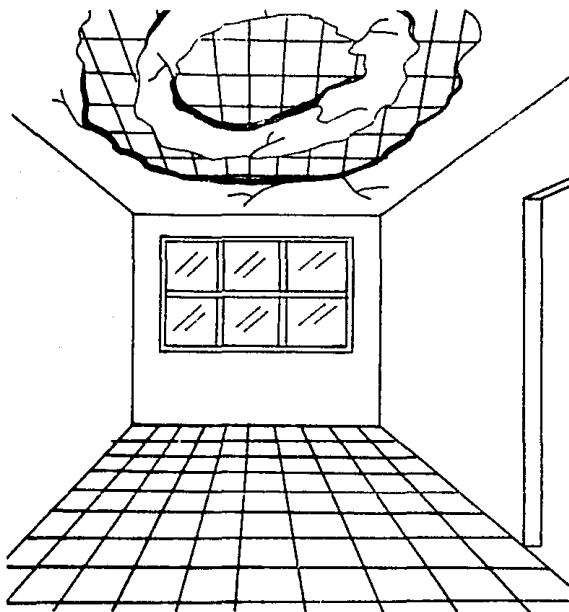
La omisión de posicionadores rígidos del acero de refuerzo, los escasos o sobrados recubrimientos, el decimbrado prematuro y sobrecargas tempranas, provocan esfuerzos de tensión que no pueden ser absorbidos de inmediato por los diferentes aceros que refuerzan al elemento. Este agrietamiento inicial en algunas ocasiones no fomentan problemas graves con el paso del tiempo, debido a que el diseño estructural los ha preparado para mayores esfuerzos. Deberá vigilarse el ensanchamiento de estas fisuras mediante testigos con pastillas de yeso, de tal manera que en este se manifieste el avance o detención del fisuramiento. Si se detuvo, quiere decir que -

el acero de refuerzo está trabajando adecuadamente, en caso contrario se debe estudiar la aplicación de una técnica apropiada de refuerzo a fin de que no pierda propiedades geométricas que hagan disminuir su rigidez, principalmente cuando sea solicitada -- por los efectos que produzca un sismo.



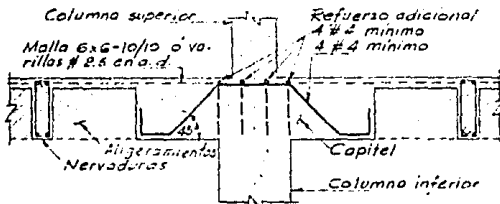
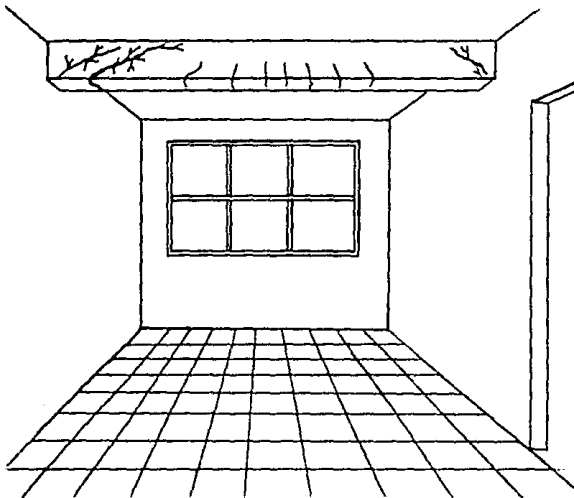
Las deformaciones verticales en losas perimetralmente apoyadas son debidas a: Descimbrado prematuro, armado expuesto por fuga de lechada del concreto, colocación incorrecta del refuerzo, peralte y/o refuerzo escasos y sobrecargas excesivas tempranas o en algún momento de su puesta en servicio. El acomodo en forma de red del acero de refuerzo contribuye a permitir observar el incremento de la flecha. Si la de

formación comienza a deteriorar los acabados de piso y aplanados de yeso es ineludible reforzar con un elemento longitudinal de apoyo, ya sea de concreto reforzado, un perfil metálico o un muro si es posible. El posponer el arreglo en losas de azotea provocará que se dañe todo el sistema de impermeabilización, favoreciendo que el agua de lluvia penetre y oxide el armado, lo cual si provoca colapsos.



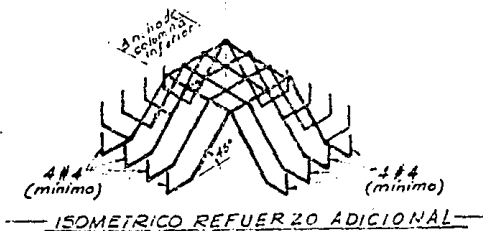
Las fisuras y grietas inclinadas que aparecen en el alma de traveses, nervaduras de losas reticulares y columnas son las más peligrosas debido a que ocasionan fallas frágiles, con colapso inmediato si no son atendidas oportunamente.

En el caso de traveses y nervaduras son provocadas por: descimbrado prematuro, sección y/o refuerzo escaso para resistir la tensión diagonal, por exceso de cargas, durante la ocurrencia de un sismo pueden ensancharse las grietas, poniendo en riesgo la estabilidad local de las cargas tributarias que soportan, para corregir este problema deberá procederse a colocar apuntalamientos que auxilien al elemento para no tomar más cargas y materializar cualquiera de las siguientes alternativas sin que se omita rellenar las grietas previamente con algún producto epóxico: agregarle estribos exteriores, pegarle placas con resina epóxica, considerar la posibilidad de colocar un apoyo intermedio o construir muretes estructurales en los extremos o demolerla totalmente para aumentar su sección y armados.

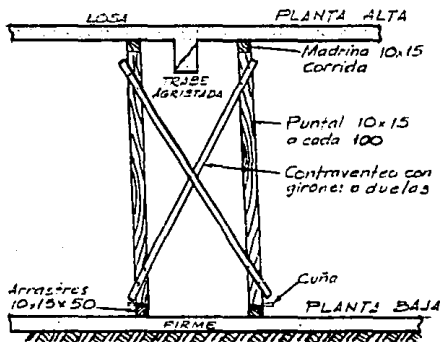
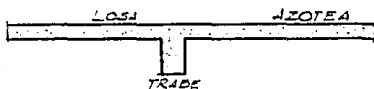
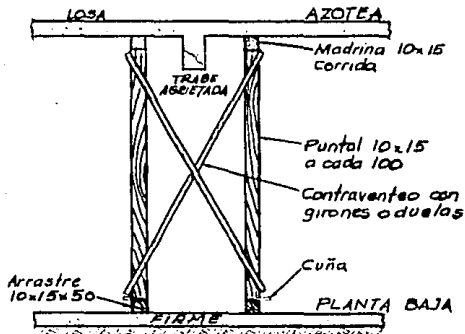


REFUERZO EN CAPITALES ADICIONAL

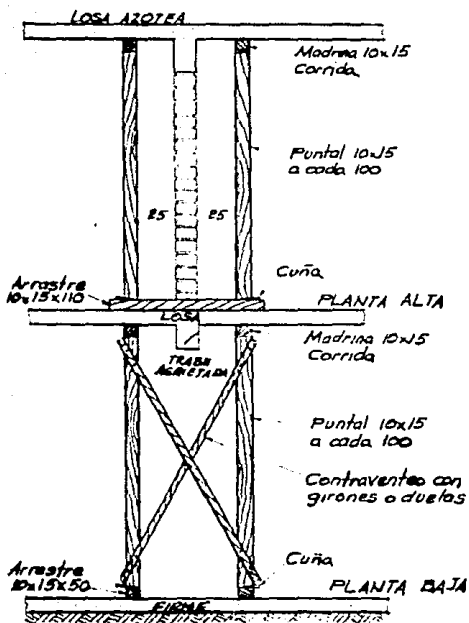
LOSAS ALIGERADAS



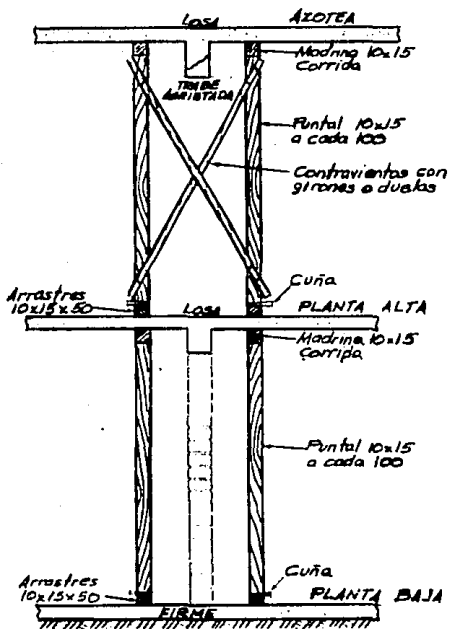
ISOMETRICO REFUERZO ADICIONAL



MODELOS DE APUNTALAMIENTO
PARA CASAS HABITACION

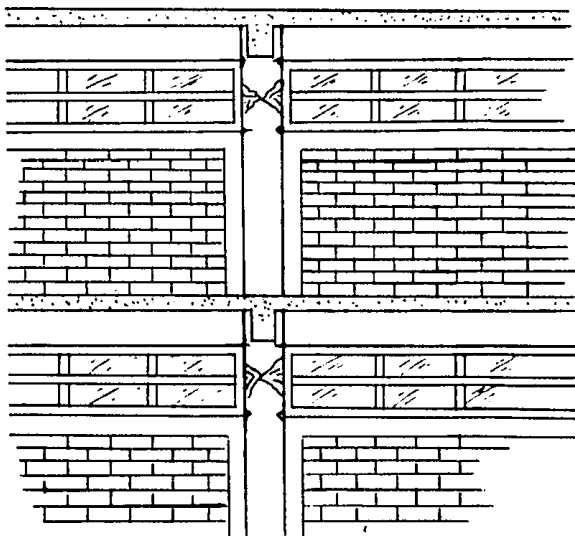


MODELO DE APUNTALAMIENTO
PARA CASA HABITACION



MODELO DE APUNTALAMIENTO
PARA CASA HABITACION

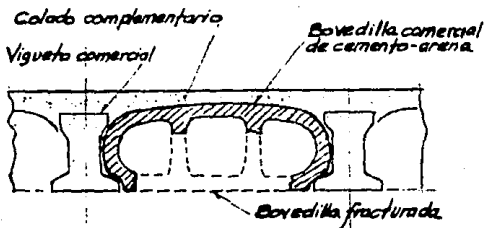
El daño por cortante en columnas se presenta solo con los sismos ocurriendo principalmente cuando se interponen elementos no estructurales que impiden deformarse libremente en toda su altura, aumentando varias veces su rigidez, lo que provoca que absorba mayor fuerza cortante sísmica que en el proyecto original, funcionando como columna corta, la falla es frágil y de elevado riesgo, debiendo aislar la zona afectada y apuntalar de inmediato el área tributaria a ella. Dependiendo de la magnitud de las fisuras podrá repararse inyectando productos epóxicos únicamente e impedir que aquellos elementos vuelvan a bloquear sus movimientos. Si los daños en las columnas son grietas deberá estudiarse en forma más completa el problema, pues no solo deberá repararse ese elemento sino todo el conjunto y de ahí se derive si basta con demolerla y reconstruirla como en el proyecto original o aumentar su sección y armados o integrarla a un nuevo elemento estructural que mejore el comportamiento general.



c) CONCRETO PREFABRICADO

Dentro de este género se consideran aquellos elementos de concreto presforzado pretensado apropiados a la edificación. La ventaja de usarlos consiste en aprovechar que se fabrican en plantas que optimizan tanto capacidad de resistencia de los materiales como el control de calidad de su fabricación, lo que permite aplicarlos a claros y cargas mayores, pues el acero especial que los refuerza produce que efectivamente el concreto funcione totalmente a compresión.

sión, lo cual impide que se presenten los efectos de las contracciones y de las tensiones tanto axiales como diagonales. Entre las desventajas más comunes está la contraflecha que le produce la colocación excéntrica del preesfuerzo, que no logra ser -- contrarrestada por las cargas muertas totales lo -- cual propicia que los firmes que suelen colocarse encima de ellos resulten con mayor espesor, principalmente en los extremos que en el claro central y al agregarse las demás cargas de proyecto provocarán flechas mayores con la consiguiente fractura de los acabados de los pisos, ruptura peligrosa de bovedillas y desprendimientos de aplanados de yeso. Deberán desecharse los elementos con flecha exagerada y no volverlos a emplear por ningún motivo. Esto se detecta comparando entre sí los elementos a usar.



Es imprescindible revisar antes de iniciar el montaje de un prefabricado que existan y coincidan los herrajes de fijación tanto en la parte que los recibe como en el elemento a colocar, en caso de no cumplirse esta condición se debe evitar el montaje si los elementos quedan cortos de longitud y agregar nuevos herrajes en sitios que garanticen un firme anclaje evitando colocar extensiones carentes de la técnica apropiada.

d) ESTRUCTURAS METALICAS

Son aquellas en donde los elementos estructurales son fabricados con acero denominado estructural, el cual se preforma ya sea laminándolo en frío o en caliente, formándose viguetas, canales, ángulos, tes, barras cuadradas y redondas, tubos, soleras, placas y láminas, las cuales se pueden unir mediante remaches, tornillos o soldadura. Este material es posible hacerlo trabajar a los siguientes esfuerzos: - compresión, tensión, torsión, cortante y flexión y las diferentes combinaciones entre ellas que sean necesarias para resistir cualquier sollicitación o efecto. Existen comercialmente secciones apropiadas a cada necesidad y también es posible fabricar-

nuevas secciones en el taller o en el campo. Es un material que se puede utilizar prácticamente sin desaprovechar alguna porción de su sección transversal y por esta característica es posible emplearlo para cualquier número de pisos, sin olvidar que es aproximadamente diez veces más flexible que el concreto, y por esta razón es necesario combinarlo con elementos de concreto reforzado para aumentar su rigidez.

Los problemas más comunes de este tipo de estructuras se manifiestan como deformaciones, tanto a lo largo de su eje como en forma local, debidas principalmente a exceso de carga y falta de verificación de deformaciones, estas últimas deben ser las admisibles a fin de no afectar a los diferentes revestimientos que se aplican sobre ellas.

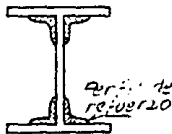
Estas anomalías se reparan fácilmente adosándole placas o perfiles, sujetas con tornillo o soldadura, previa colocación de un sistema de apuntalamiento.



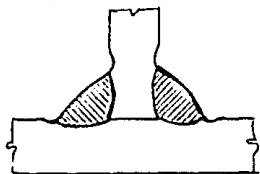
nuevas secciones en el taller o en el campo. Es un material que se puede utilizar prácticamente sin desaprovechar alguna porción de su sección transversal y por esta característica es posible emplearlo para cualquier número de pisos, sin olvidar que es aproximadamente diez veces más flexible que el concreto, y por esta razón es necesario combinarlo con elementos de concreto reforzado para aumentar su rigidez.

Los problemas más comunes de este tipo de estructuras se manifiestan como deformaciones, tanto a lo largo de su eje como en forma local, debidas principalmente a exceso de carga y falta de verificación de deformaciones, estas últimas deben ser las admisibles a fin de no afectar a los diferentes revestimientos que se aplican sobre ellas.

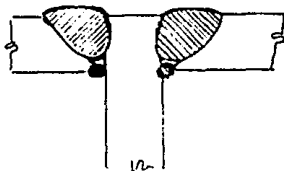
Estas anomalías se reparan fácilmente adosándole placas o perfiles, sujetas con tornillo o soldadura, previa colocación de un sistema de apuntalamiento.



La ejecución de cualquier tipo de soldaduras merece una supervisión profunda, ya que a pesar de ser ejecutada por soldadores calificados aparecen defectos riesgosos disminuyendo la capacidad de resistencia en las juntas, entre las más comunes están el ocasionar socavación en los extremos longitudinales de las soldaduras de filete, descuidar el retiro de la ceniza y escoria en las juntas de penetración tanto rectas como en las que requieren preparación, así como ejecución de soldaduras que no son aptas para considerarse como adecuadas para emplearlas en juntas estructurales y el uso de electrodos no compatibles con la calidad del material que van a unir.



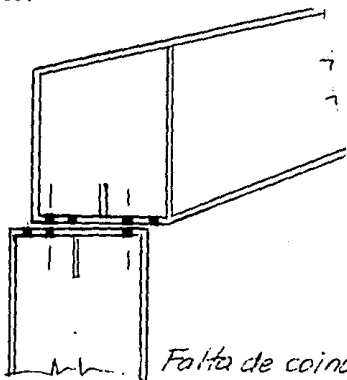
Socavación en soldadura de filete



Soldadura con falta de penetración.

En las estructuras que tienen juntas apernadas se debe esmerar la verificación de los entre ejes estructurales de campo con los representados en los planos constructivos, con el propósito de elaborar planos -

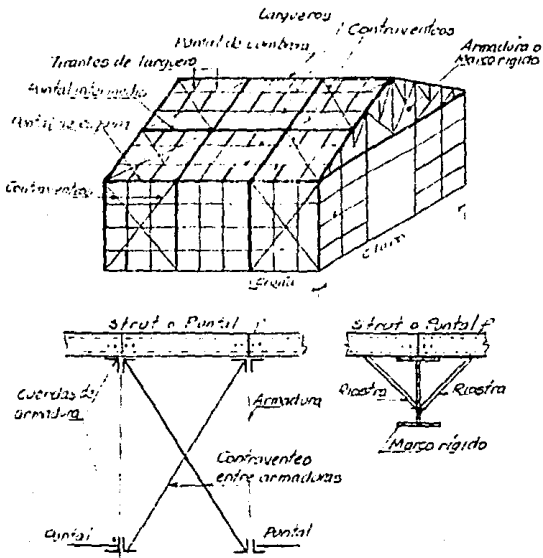
de taller más precisos que faciliten el montaje de los diferentes elementos estructurales, ya que suele presentarse falta de coincidencia entre placas de unión y se dan casos en que no se colocan todos los tornillos de proyecto. Esta situación debe evitarse impidiendo su montaje y ajustar al pie de la obra los elementos a unir, aplicando injertos aprobados por las normas constructivas correspondientes.



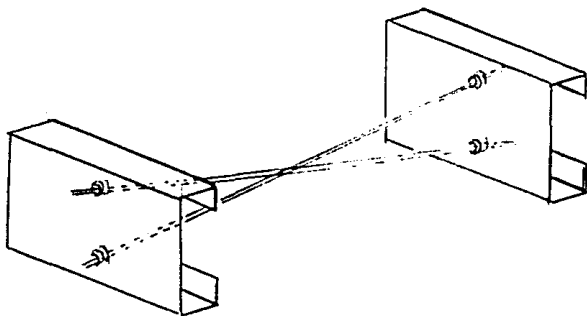
Falta de coincidencia entre las placas de conexión

En estructuras ligeras es común la omisión de colocar: tirantes de largueros tanto en los techos como en las paredes laterales, contraventeos paralelos a las cubiertas, contraventeos verticales entre arma-

duras, contraventeos entre columnas, largueros rigidizantes, torna-puntas. Todos estos accesorios cumplen una función necesaria para aumentar la capacidad de resistencia de los diferentes elementos estructurales.



En zonas ciclónicas es típico observar que los largueros que soportan las cubiertas no poseen tirantes de larguero apropiados a la inversión de esfuerzos provocada por el viento al rebasar la condición de cargas gravitacionales estáticas. Para estos sitios es conveniente dar soporte tanto al patín superior como al inferior de los largueros.

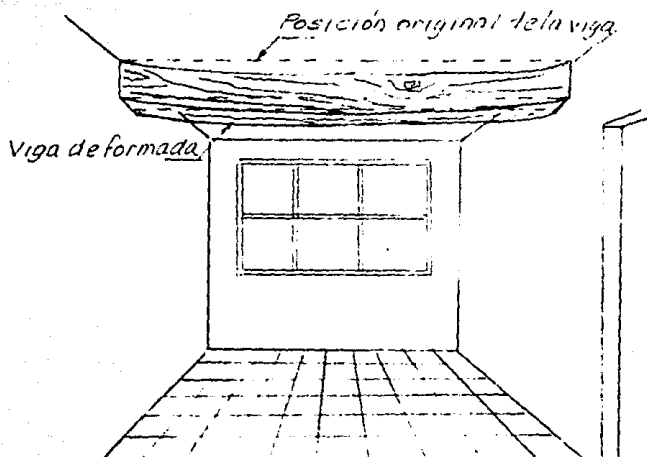


e) ESTRUCTURAS DE MADERA

Son aplicables para este caso las maderas aserradas que no sean en extremo livianas, y cuya densidad relativa promedio sea igual o mayor al 35 %. Su resistencia dependerá del contenido de humedad, de la duración de la carga y la preservación que la exente -

de infestación activa de agentes biológicos como hongos e insectos, cambios de humedad y fuego durante toda la vida útil de la estructura. Básicamente soporta esfuerzos de compresión, tensión, flexión y -- cortante. Se utilizan como elementos de unión: clavos, pernos, pijas y placas dentadas o perforadas. - la madera requiere de verificar su estado de conservación en forma periódica.

El problema más común es, no limitar la deformación vertical o flecha, principalmente en las vigas que soportan azoteas, debido a que se fractura el sistema de impermeabilización permitiendo que se infiltre el agua de lluvia; la cual provocará el deterioro -- riesgoso de la pieza. Cuando comiencen a ser notorias las flechas, deberá procederse a reemplazar los elementos deformados, al mismo tiempo se deben sustituir los que acusen ataque de insectos, algunos se pueden localizar a simple vista en otros se requerirá golpearlos ligeramente con la punta de un desatornillador para conocer si aún se nota sólida la sección transversal.



Las duelas de entresijos son otro de los elementos - en que se soslaya la flecha para cuando se presentan las cargas totales de diseño, resultando demasiado flexibles, ocurre esta circunstancia por no hacer una verificación técnica de las dimensiones del material que se adquiere comercialmente, debiendo desecharse y adquirir un peralte adecuado o si no es posible conseguirla, reducir el espaciamiento de las vigas de apoyo.

Viga deteriorada
por la humedad



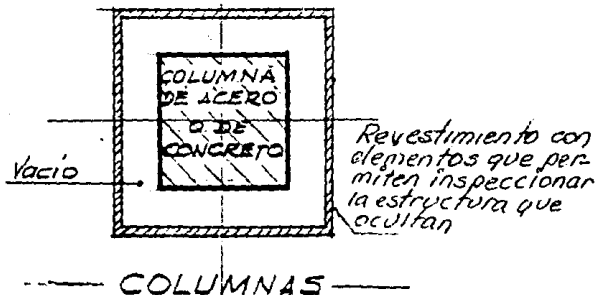
Polín atacado
por insectos

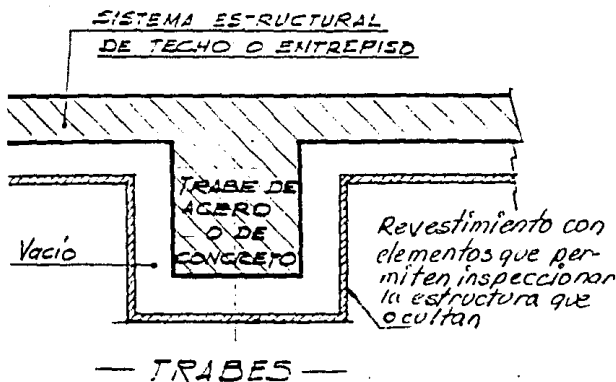


VI. PROBLEMAS EN ACABADOS Y EN ELEMENTOS DIVISORIOS: EVALUACION, MEDIDAS PREVENTIVAS Y REPARACION

Llamamos acabados a todos los materiales de protección o de revestimiento que cubren tanto elementos estructurales como divisorios. Estos recubrimientos deben aplicarse convenientemente de tal forma que su deterioro sea mínimo en condiciones normales de servicio y en las extraordinarias, sin provocar alarmas innecesarias a los ocupantes de los inmuebles pues estos imaginan en primer término que la estructura principal está fallando.

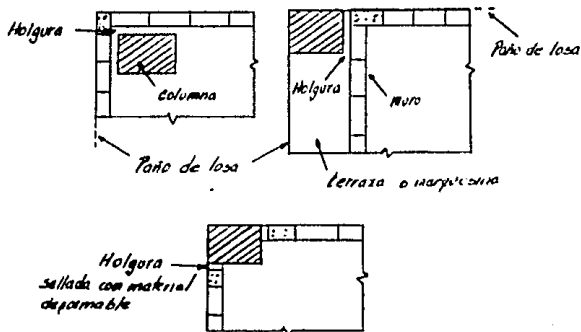
Algunos acabados se aplican directamente al elemento de soporte; en otros, se colocan en bastidores sobrepuestos. En los primeros resulta fácil conocer como se está comportando la estructura principal; en los segundos no, porque la ocultan, requiriéndose en este dejar módulos removibles que faciliten la inspección. En la colocación de estos revestimientos se debe vigilar que no interfieran los desplazamientos de la estructura, logrando también que dichos acabados no sufran deterioro por los movimientos de aquella.





a) MUROS DE RELLENO

Se emplean generalmente en edificios, en su construcción debe esmerarse la supervisión para que estos elementos no hagan contacto directo con la estructura principal y que su falta de verticalidad quede dentro de las tolerancias admisibles, la no observancia de estas indicaciones favoreceran su deterioro principalmente durante la ocurrencia de sismos, dando lugar a falsas alarmas mientras se esclarece su situación verdadera.



MUROS DE RELLENO CERCANOS A COLUMNAS

b) APLANADOS DIVERSOS

Se aplican tanto en la estructura principal como en la de relleno, su colocación debe ejecutarse correctamente ya que en caso de sismo las falsas adherencias son las primeras en causar alarma.

APLANADOS DE MORTEROS DIVERSOS

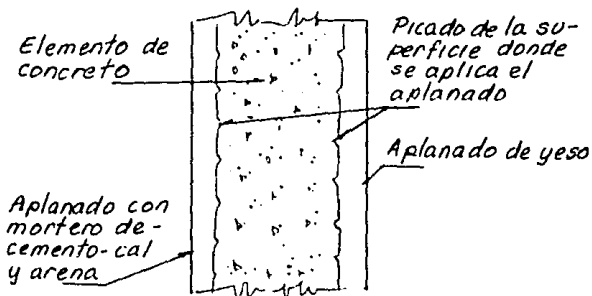
Es conveniente no omitir alguna proporción de cemento en las mezclas en que se use cal, ya que ésta --- pierde adhesividad con la arena en el transcurso de

la vida del inmueble.

Los aspectos fundamentales de su ejecución son el humedecimiento previo de la superficie que lo va a recibir, permitir que se desarrollen los efectos de contracción y aplicar una vez acabado una cura ligera con agua para minimizar la contracción de la superficie final.

APLANADOS CON YESO.

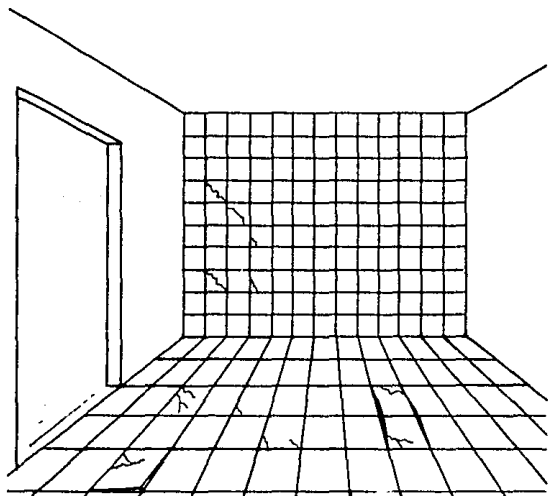
La superficie sobre la que se va a depositar debe picarse preferentemente si es concreto; no confiar totalmente en la impregnación de adhesivos pues en ocasiones se emplea en una proporción no conveniente y por tal no duradera, además en la preparación de la mezcla de yeso resulta ventajoso agregar alguna proporción de cemento que aumente su adhesividad y su impermeabilidad.



c) LAMBRINES Y PISOS

En la construcción de lambrines y pisos es importante el humedecimiento previo de las piezas a emplear y de las superficies sobre las que se van a colocar. Si van a revestir elementos de concreto es conveniente picarlos ligeramente e impregnarles algún adhesivo.

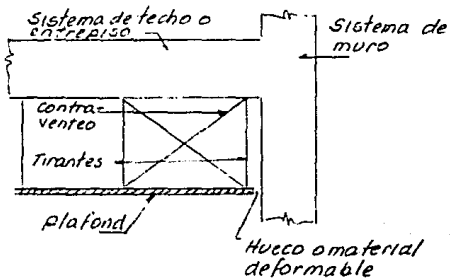
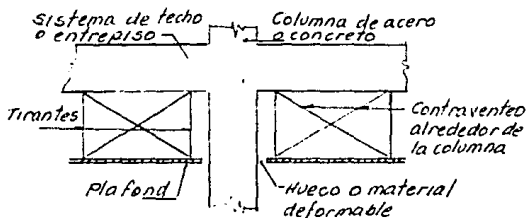
Es importante que no queden piezas mal adheridas, ya que son las primeras en fracturarse o desprenderse - en caso de sismo, corrija esta situación a fin de no causar falsas alarmas.



Piso con piezas mal adheridas y fracturadas

d) PLAFONES

Estos elementos sirven para dar diferentes configuraciones al interior de los techos, deben proyectarse de tal forma que faciliten la revisión de la estructura que ocultan, agregarles contravientos para restringir su oscilación como péndulo y dotarles de una holgura que evite que hagan contacto con los diferentes elementos estructurales, evitando deterioros en los materiales que lo integran en caso de movimientos en el inmueble generados por sismo.



e) IMPERMEABILIZACIONES

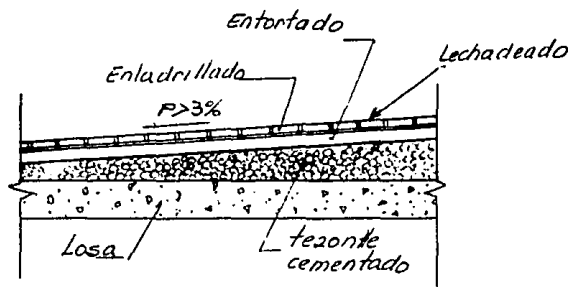
Es un requisito ineludible en todo tipo de construcción y de los que requiere atención periódica. En general el éxito o fracaso de un sistema de impermeabilización depende de la inclinación o pendiente de los techos, del tipo de cubierta que soporta la estructura de techo, de aplicarlo en la estación conveniente y de su vida útil.

La aplicación de sistemas de impermeabilización derivadas del petróleo o del caucho son pasajeras, casi nunca cumplen su periodo de garantía, requieren materiales patentados y personal especializado, resultan además costosas y difícilmente se les da mantenimiento.

En losas de concreto horizontales se recomienda emplear como mínimo 3% de pendiente para que drene con facilidad el agua hacia las bajadas pluviales el material de relleno sea tezontle o arena de tepetate debe ser mezclado con una lechada de cemento para minimizar los asentamientos ocasionados por la destrucción de su estructura granular, agregarle un entortado con algún impermeabilizante integral, después aplicar un enladrillado con su cara lisa hacia el en-

tortado y juntearlo con mortero de albañilería, rematar la superficie general con una lechadeada con cemento, cal y arena cernida, finalmente puede o no impregnarse jabón y alumbre según la práctica regional.

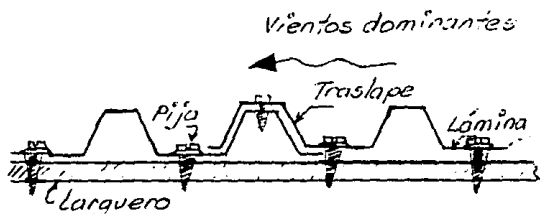
Es importante dejar juntas de dilatación y curar adecuadamente con agua todos los morteros o lechadas que se apliquen.



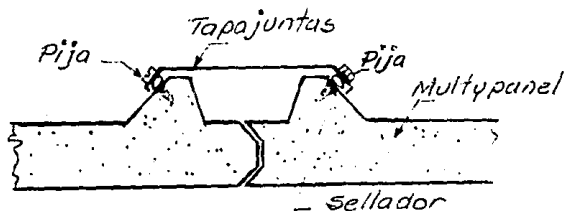
En techos acanalados de materiales diversos debe vigilarse el sentido de colocación de las láminas a fin de que los traslapes longitudinales se monten a favor y no en contra de los vientos dominantes. En techos que protejan gramíneas deberán llevar sellados los traslapes con un material de alta deformabi

lidad, no degradable.

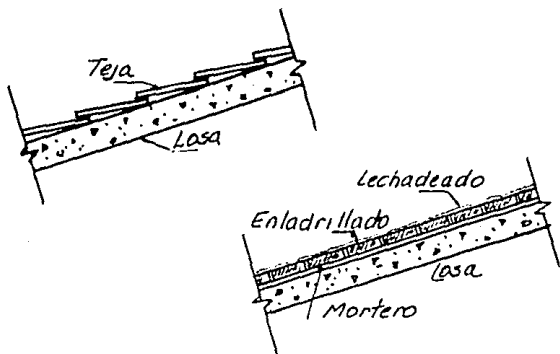
La sujeción de las láminas en zonas ciclónicas debe colocarse en cada onda o canal y en cada larguero.



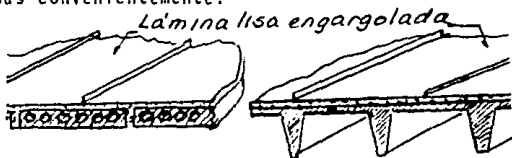
Para mejorar la colocación del sistema multypanel, requiere que se selle con un producto de alta deformabilidad sus tapajuntas que se agregan sobre los módulos, además de sujetarlo con pijas a discreción. En zonas ciclónicas se aumenta el número de pijas para fijar los módulos a la estructura de apoyo.



En losas de concreto inclinadas, lo más indicado es que esta lleve incorporado en el concreto un impermeabilizante integral y un excelente curado, en caso de aplicar la sugerencia anterior deberá aplicarse correctamente teja de barro o un enladrillado --junteado, no a tope y un lechadeado con cemento, cal arena e impermeabilizante integral.



En losas de concreto presforzado lo más adecuado en base a los movimientos diferenciales de cada módulo es colocar láminas galvanizadas lisas, engargoladas tanto en sentido longitudinal como transversal, las cuales quedan fijadas a la losa con anclas distribuidas convenientemente.



VII CONCLUSIONES

A través del desarrollo de ésta tesis, hemos tratado de mostrar de manera general cuales son los principales problemas estructurales y de tipo constructivo que presentan las obras de edificación durante su periodo de vida útil, enfatizando que muchas de ellas tienen su origen desde el proceso mismo de construcción.

Si fijamos nuestra atención en los muchos edificios que han resultado seriamente dañados o bien totalmente destruidos a consecuencia de los diferentes sismos que han ocurrido en la ciudad de México durante décadas y analizamos con detalle cuales han sido los problemas que causaron su falla, encontraremos que muchos de ellos estaban bien calculados estructuralmente, de acuerdo con las normas y reglamentos vigentes en su momento, sin embargo estos cálculos no fueron totalmente respetados durante la ejecución de la obra. Por un lado por la falta de responsabilidad y cuidado de los residentes y supervisores de obra, y por otro por la de capacidad técnica de los mismos.

Creemos que en muchos casos existe falta de comunicación entre el arquitecto, el ingeniero calculista y el constructor, de tal manera que cada quien resuelve su problema casi en forma independiente, lo cual ha originado diversos-

problemas en el funcionamiento de los edificios.

Es desde luego de gran importancia darles mantenimiento y revisarlos periodicamente durante su servicio, para mantenerlos en buen estado. Debemos recordar que la mala calidad de algunos materiales y mano de obra contribuyen a su mal comportamiento.

Si no se tiene la experiencia y los conocimientos necesarios para efectuar la revisión estructural de un edificio, es a consejable recurrir a un profesional calificado para la evaluación de los daños y sus posibles soluciones.

Tenemos la confianza en que estos problemas se superarán día con día y que dentro de la ingeniería civil mexicana nuestras obras serán mejores y brindarán mayor seguridad.

B I B L I O G R A F I A

- Reglamento de Construcciones para el D.F. Publicado por el diario oficial el 23 de julio de 1987.
- Mecánica de Suelos. Eulalio Juárez Badillo y Alfonso Rico Rodríguez.
Editorial LIMUSA.
- Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado.
Oscar M. González Cuevas, Francisco Robles, Juan Casillas G. de L., Roger Díaz de Cossío.
Editorial LIMUSA.
- Structural Steel Design.
Beedle y Blackmon.
Editorial THE RONALD PRESS COMPANY.