

REGLAMENTO DE EMERGENCIA DE DISEÑO SISMICO DE LA REPUBLICA DE EL SALVADOR.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

DECRETO N° 14

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA DE EL SALVADOR.

CONSIDERANDO:

I. Que el Decreto Legislativo N° 1904, de fecha 9 de Agosto de 1955, publicado en el Diario Oficial N° 151, Tomo N° 168, del 18 del mismo mes y año, faculta al Organo Ejecutivo en el Ramo de Obras Públicas, para emitir reglamentos que guíen el futuro desarrollo de las poblaciones de un modo coordinado y armónico, a fin de mejorar el diseño de las edificaciones.

II. Que por consecuencia del terremoto del 10 de octubre de 1986 sufrimos la pérdida de gran cantidad de vidas humanas, así como también, el país sufrió grandes daños en la infraestructura y por consiguiente, se hace necesario, de conformidad a la información sismológica registrada y procesada, corregir las deficiencias más notorias del Reglamento de Diseño Sísmico vigente.

POR TANTO,

En uso de sus facultades constitucionales.

DECRETA:

el siguiente

REGLAMENTO DE EMERGENCIA DE DISEÑO SISMICO DE LA REPUBLICA DE EL SALVADOR.

TITULO I

DE LAS NORMAS MINIMAS A QUE DEBEN SUJETARSE

LA CONSTRUCCION Y REPARACION DE EDIFICIOS

CAPITULO I

PROPOSITOS-ALCANCE

Art. 1.- El presente Reglamento tiene por propósito establecer los requisitos mínimos que regirán el Diseño Sísmico de las construcciones nuevas, así como el de las reparaciones de aquellas que hayan sido dañadas por un sismo.

Tendrá carácter transitorio mientras El Ministerio de Obras Públicas, en colaboración con la Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos, elabora el Reglamento de Diseño Sísmico definitivo.

CAPITULO II

CLASIFICACION DE LOS EDIFICIOS

Art. 2.- Tomando en cuenta su destino y uso, las edificaciones se clasifican dentro de uno de los siguientes grupos:

GRUPO I:

Este grupo comprende aquellas edificaciones que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud, y la seguridad de las personas. Este grupo debe incluir hospitales, centros de salud, estaciones de bomberos, centrales telefónicas y de telecomunicaciones, subes-instalaciones militares y cualquier otra edificación de servicio público que se requiere para superar la emergencia.

GRUPO II:

Cualquier edificación que tenga niveles altos de ocupación o que tengan población transitoria alta y/o en reposo, o edificaciones que requieren su operación en el período inmediatamente después del temblor. Este grupo debe incluir: Edificios gubernamentales, escuelas universidades, guarderías, mercados, centros comerciales con un área de más de 3000 m² excluyendo la zona de estacionamiento, almacenes con un área de piso 500 m² o más de 10 mts. de altura, salones que agrupen más de 200 personas, estadios con graderías al aire libre para 2000 personas o más, oficinas de más de 4 pisos o más de 1000 m² por piso, edificios de más de 4 pisos, garages para vehículos de emergencia, museos, monumentos, terminales de transporte, instalaciones hospitalarias diferentes a las del Grupo I, locales que alojen equipo especialmente costoso.

GRUPO III:

Construcciones de poca densidad y que tengan poca población transitoria. En este grupo deben incluirse aquellas construcciones comunes destinadas a viviendas, oficinas, locales comerciales, hoteles, edificaciones industriales y todas aquellas construcciones no incluidas en los grupos I y II.

GRUPO IV:

Construcciones provisionales aisladas, cuya falla por sismo no puede normalmente causar daños a estructuras de los grupos anteriores, a seres humanos o a materiales o equipos costosos.

Art. 3.- Considerando las características estructurales de las edificaciones, se hace la siguiente clasificación en cinco tipos de sistema estructural de resistencia sísmica:

Tipo 1: SISTEMA DE MARCOS

Consiste de un sistema de marcos especiales, esencialmente completos no arriostrados, que resisten todas las cargas tanto verticales como sísmicas.

Tipo 2: SISTEMA DE PAREDES ESTRUCTURALES

En este sistema las cargas verticales son llevadas por marcos no arriostrados espaciales esencialmente completos y las cargas sísmicas son resistidas por paredes estructurales o marcos arriostrados.

TIPO 3: SISTEMA DUAL

Es un sistema estructural que combina marcos espaciales no arriostrados resistentes a momentos, que resisten las cargas verticales y parte de las cargas sísmicas, con paredes estructurales o marcos arriostrado, de acuerdo a los criterios siguientes:

1. Los marcos y paredes estructurales o marcos arriostrados resisten la totalidad de las cargas sísmicas de acuerdo a sus rigideces relativas, considerando la interacción entre las paredes estructurales y los marcos.
2. Los marcos resistentes a momentos deben ser capaces de resistir al menos un 25% de las cargas sísmicas.

TIPO 4: SISTEMA DE MUROS DE CARGA

Es un sistema estructural donde los muros de carga proveen soporte para todas o casi todas las cargas verticales y marcos arriostrados o paredes estructurales proveen la resistencia sísmica.

TIPO 5: SISTEMAS AISLADOS

Tanques elevados, chimeneas y todas aquellas construcciones que sean soportadas por una sola columna una hilera de columnas orientadas perpendicularmente a la dirección de análisis, o cuyas columnas o muros no estén ligados en el techo y en los pisos por elementos de suficiente rigidez y resistencia, para una adecuada distribución de las fuerzas horizontales entre elementos de distinta flexibilidad.

En la presente clasificación se entiende que una estructura puede pertenecer a uno de los tipos en una dirección de análisis y a otro distinto en dirección perpendicular a la primera.

CAPITULO III

COEFICIENTE PARA DISEÑO SISMICO

Art. 4.- Se entiende por coeficiente de diseño sísmico el coeficiente de la fuerza cortante horizontal V en base del edificio y el peso W del mismo sobre dicho nivel.

Para el cálculo de W se añadirá a las cargas permanentes las cargas vivas para sismo que se tabulan en el Capítulo V. El coeficiente de diseño sísmico se obtendrá del producto de los factores ICD.

Art. 5.- Zonificación Sísmica

Para efecto de establecer el coeficiente sísmico a utilizar se tomará como referencia el mapa de zonificación sísmica mostrado. Si existiera alguna duda sobre la ubicación precisa del lugar, se tomarán los factores correspondientes a la zona I. Para efectuar la distribución de fuerzas horizontales especificada en el Capítulo VI, se emplearán como mínimo los valores de I, C y D siguientes:

NOTA: DENTRO DE ESTE REGLAMENTO SE INCLUYE UN MAPA DE REGIONALIZACION SISMICA DE LA REPUBLICA DE EL SALVADOR.

Art. 6.- El factor C se determinará de la tabla siguiente:

VALORES DE "C"					
Ú Á Ä Å Æ Ç È É Ê Ë Ì Í Î Ï Ñ Ò Ó Ô Õ Ö × Ø Ù Ú Û Ü Ý Þ ß à á â ã					
3 TIPO DE	3	3	3	3	3
3 ESTRUCTURA	3 CONFIGURACION VERTICAL	3	3 ZONA I	3 ZONA II	3
3	3	3	3	3	3
3	3 Marcos de Concreto Reforzado	3	3 0.12	3	3 0.06
3	3	3	3	3	3
3 1	3 Marcos de Acero Estructural	3	3 0.10	3	3 0.05
3	3	3	3	3	3
3	3 Paredes de Concreto Reforzado	3	3 0.11	3	3 0.06
3	3	3	3	3	3
3 2	3 Paredes de Mampostería Reforzada	3	3 0.17	3	3 0.09
3	3	3	3	3	3
3	3 Marcos Arriostrados de Concreto	3	3	3	3
3	3 reforzado o Acero Estructural	3	3 0.13	3	3 0.07
3	3	3	3	3	3
3	3 Paredes de Concreto Reforzado	3	3 0.10	3	3 0.05
3	3	3	3	3	3
3 3	3 Paredes de Mampostería Reforzada	3	3 0.15	3	3 0.08

3		-----3-----3-----3			
3		Marcos Arriestrados de Concreto	3	3	3
3		Reforzado o Acero Estructural	3	0.11	3 0.06 3
3		-----3-----3-----3			
3		Paredes de Concreto Reforzado(*)	3	0.12	3 0.06 3
3		-----3-----3-----3			
3	4	Paredes de Mampostería Reforzada	3	0.19	3 0.10 3
3		-----3-----3-----3			
3		Marcos Arriestrados de Concreto	3	3	3
3		Reforzado o Acero Estructural	3	0.14	3 0.07 3
3		-----3-----3-----3			
3		Elemento aislado de concreto	3	3	3
3	5	Reforzado o Acero Estructural	3	0.30	3 0.1 3
3		-----3-----3-----3			

(*) Si se diseña según los requisitos del Capítulo XV, C se incrementará en 40%.

Art. 7.- El factor I se determinará según la importancia de la edificación por la tabla:

3	USO DE LA EDIFICACION	FACTOR I	3
3	Grupo I	1.5	3
3	Grupo II	1.3	3
3	Grupo III	1.0	3
3	Grupo IV	0.2	3

Art. 8.- El factor D se determinará por la expresión:

$$D = \frac{0.72}{T^{2/3} \mu} \quad \mu \leq 1.0$$

Donde: T = Período elástico fundamental de vibración de la estructura en la dirección bajo consideración, en segundos.

El valor del período T, debe determinarse usando las propiedades estructurales y las características de deformación de los elementos resistentes por medio de un análisis apropiado, tal como se hace utilizando la expresión:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \frac{W_i}{g} \left(\delta_i^2 + \frac{F_n + F_t}{W_i} \right)}{\sum_{i=1}^n W_i}}$$

Donde:

δ_i = Desplazamientos laterales en los niveles i y n con respecto a la base en cms. Causados por las fuerzas laterales.

g = Aceleración de la Gravedad.

F_i F_n = Fuerzas laterales aplicadas en los niveles i , n respectivamente.

Nivel i = Nivel de la estructura al cual se refiere el sub-índice i .

$i = 1$ designa el primer nivel localizado por encima de la base de la estructura.

Nivel n = Nivel superior de la parte más importante del edificio.

W_i = Parte de W que se encuentra localizada en el nivel i .

Los valores de F_i , F_t , γ_i y γ_n deben provenir de la aplicación del cortante basal V , distribuido en la forma indicada en el Capítulo VI o utilizando cualquier cortante basal con una distribución racional.

A falta de un análisis como el descrito, el período T puede determinarse aproximadamente en la forma:

a) Para todos los edificios, exceptuando los indicados en el literal (b) de este artículo:

$$T = \frac{0.09 h_n}{\sqrt[3]{L_e}}$$

Donde:

h_n = Altura del edificio en metros, medida desde la base hasta el nivel n .

L_e = Dimensión efectiva del edificio en metros, determinada por la expresión:

$$L_e = \sqrt[3]{\sum L_s^3 + \sum L_{xm}^3}$$

Donde:

L_s = Longitud en metros de los segmentos de paredes de cortante o marcos arriostrados orientados en la dirección paralela a las fuerzas aplicadas.

L_{xm} = Longitud en metros del segmento de pared cortante o marcos arriostrados más largo orientado en la dirección paralela a las fuerzas aplicadas.

b) Para edificios del Tipo 1

$$T = C_t h_n^{3/4}$$

Donde:

$C_t = 0.085$ para marcos de acero estructural.

Ct = 0.073 para marcos de concreto reforzado.

hn = Altura del edificio en metros medida desde la base hasta el nivel n.

CAPITULO IV

CARGAS MUERTAS

Art. 9.- Para la evaluación de las cargas muertas se emplearán los pesos unitarios especificados en la tabla siguiente:

PESOS VOLUMETRICOS DE MATERIALES CONSTRUCTIVOS

MATERIAL				PESO VOLUMETRICO EN Ton/m3	
				Máximo	Mínimo
A. Piedras Naturales					
Andesita	Secas	2.40	1.80		
		Saturadas	2.50		2.00
Basalto	Secos	2.60	2.35		
		Saturados	2.65		2.45
Granito			3.20	2.40	
Mármol			2.60	2.55	
Talpetates	Secos	1.60	0.75		
		Saturados	1.95		1.30
Escoria Volcánica	Secos	1.25	0.65		
		Saturados	1.55		1.15
B. Suelos					
				PESO VOLUMETRICO EN Ton/m3	
				Máximo	Mínimo
Arena con granos de tamaño uniformes	Seca	1.75	1.40		
		Saturada	2.10		1.85
Arena bien graduada	Seca		1.90		1.60
		Saturada	2.30	1.95	
Linio arenoso	Seco		1.55		1.15
		Saturado	1.90		1.40
Arena limosa	Seca		1.50	1.10	

		Saturada	1.80	1.30	
C. Piedras Artificiales. Concretos y Morteros.					
Concreto simple con agregados de peso norma		2.20	2.00		
Concreto reforzado		2.40	2.20		
Mortero de cal y arena		1.50	1.40		
Mortero de cemento y arena	2.19	1.90			
Aplanado de yeso		1.50	1.10		
Tabique macizo hecho a mano		1.50	1.30		
Tabique macizo prensado		2.20	1.60		
Bloque hueco de concreto ligero (Volumen neto)	1.30	0.90			
Bloque hueco de concreto intermedio (Volumen neto)	1.70	1.30			
Bloque hueco de concreto pesado (Volumen neto)	2.20	2.00			
Vidrio plano		3.10	2.80		
				PESO VOLUMETRICO EN Ton/m3	
			Máximo	Mínimo	
D. Madera					
Caoba	Seca	0.65	0.55		
	Saturada	1.00	0.70		
Cedro	Seco	0.55	0.40		
	Saturado	0.70	0.50		
Pino	Seco	0.65	0.45		
	Saturado	1.00	0.80		
				PESO (kg/m ³)	
			Máximo	Mínimo	
E. Recubrimientos					
Azulejo		15	10		
Mosaicos de pasta de yeso	35	25			

Granito o terraza			
de 20 x 20		45	35
30 x 30	55		45
40 x 40	65		55
Loseta asfáltica o vinílica	10	5	

Art. 10.- CARGA MUERTA ADICIONAL PARA PISOS DE CONCRETO

El peso muerto calculado de losas de concreto de peso normal, coladas en el lugar, se incrementará en 20 kg/m². Cuando sobre una losa colada en el lugar o precolada, se coloque una capa de mortero de peso normal, el peso calculado de esta capa se incrementará también en 20 Kg/m², de manera que en losas coladas en el lugar y que lleven una capa de mortero, el incremento total será de 40 kg/m², estos mismos valores se aplicarán para superficies verticales.

Tratándose de losas y capas de mortero que posean pesos volumétricos diferentes del normal, estos valores se modificarán en proporción a los pesos volumétricos.

CAPITULO V

CARGAS VIVAS

Art. 11.- Se considerarán cargas vivas las fuerzas gravitacionales que obran en una construcción y que no tienen carácter permanente.

Art. 12.- TIPOS DE CARGAS VIVAS

En el diseño deberán considerarse los valores nominales de las cargas vivas especificados en el Art. 13 de este Reglamento por unidad de área y en función del uso del piso o cubierta en cuestión.

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, ante cargas gravitacionales de los cimientos.

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.

La carga media W se deberá emplear en el cálculo de asentamientos diferidos en materiales poco permeables (limos y arcillas) saturados.

Cuando el efecto de la carga viva sea favorable para la estabilidad de la estructura, como en el caso de problemas de flotación y volteamiento, su intensidad se considerará nula sobre toda el área.

Art. 13 Las cargas vivas unitarias nominales no se considerarán menores que las de la tabla siguiente, donde A representa el área tributaria en metros cuadrados, correspondientes al elemento que se diseña.

TABLA DE CARGAS VIVAS UNITARIAS DE DISEÑO EN kg/m²

DESTINO DEL PISO O CUBIERTA	W	W_a	W_m	Observaciones
A. Habitación (casa-habitación, apartamentos, 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 pasajes de acceso libre al público).	40		150	350		(3), (4)
D. Estadios y lugares de reuniones sin asientos individuales.	40		350	450		
E. Otros lugares de reunión (templos, cines, teatros, gimnacios salones de baile, restaurantes, bibliotecas, aulas, salas de juegos y similares).	40		250	350		(5)
F. Comercios, fábricas y bodegas	0.8Wm	0.9Wm	Wm			(6)
G. Tanques y cisternas		0.7Wm	0.8Wm	Wm		(7)
H. Cubiertas y azoteas con pendiente no mayor de 5%	15	70	100			(8)
I. Cubiertas azoteas con pendientes mayor del 5%			5	20	40	(9)
J. Voladizos en vía pública (marquesinas, balcones y similares)	15		70	300		
K. Garages y estacionamientos (para automóviles exclusivamente)		40		100	250	(10)
L. Andamios y cimbra para concreto		15		70	120	(11)

OBSERVACIONES

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

Para sistemas de piso ligero con cubierta rigidizante, considérese en lugar de wm, 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.

Se considerarán sistemas de piso ligero aquellos formados por tres o más miembros aproximadamente paralelos y separados entre sí no más de 80 cm. y unidos con una cubierta de madera contrachapada, de duelas de madera bien clavadas u otro material que proporcione una rigidez equivalente.

2 Para elementos con área tributaria mayor de 36 m^2 Wm podrá reducirse, tomándola igual a $180 + 420 A^{-1/2}$ (A es el área tributaria en m^2). Cuando sea más desfavorable se considerará en lugar de Wm, una carga de 1000 kg aplicada sobre un área de $50 \times 50 \text{ cm}$. en la posición más crítica.

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

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/m actuando al nivel y en la dirección más desfavorables.

5 Las cargas especificadas no incluyen el peso de muros divisorios de tabique ni de otros materiales de peso comparable, ni de cortinajes en las salas de espectáculos, archivos importantes, cajas fuertes, librerías sumamente pesados ni el de otros objetos no usuales. Cuando se prevean tales cargas deberán diseñarse elementos estructurales destinados a ellas, especificarse en los planos estructurales, y mediante placas metálicas colocadas en lugares fácilmente visibles de la construcción, señalarse su ubicación y carga permisible.

6 Atendiendo el destino del piso la carga unitaria nominal W_m , la que deberá especificarse en los planos estructurales y en placas metálicas colocadas en lugares fácilmente visibles de la construcción. La carga W_m será mayor de 350 kg/m² en todos los casos. Cuando se prevean cargas concentradas importantes se debe proceder como se especifica en 5.

7 W_m = Presión en el fondo del tanque o cisterna, correspondiente al tiraje máximo posible.

8 Las cargas vivas en estas cubiertas y azoteas pueden disminuirse si mediante lloraderos adecuados se asegura que el nivel máximo que puede alcanzar el agua de lluvia en caso de que se tapen las bajadas no produce una carga viva superior a la supuesta; pero en ningún caso este valor será menor que el correspondiente al especificado para cubiertas y azoteas con pendiente mayor de cinco por ciento.

Las cargas vivas especificadas para cubiertas y azoteas no incluyen las cargas producidas por tanques y anuncios. Estas deben preverse por separado y especificarse en los planos estructurales.

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/m actuando al nivel y en la dirección más desfavorables.

9 Adicionalmente los elementos de las cubiertas deberán revisarse con una carga concentrada de 100 kg. en la posición más crítica, si ésta resulta más desfavorable que la carga uniforme especificada.

10 Más una concentración de 1.5 ton. en el lugar más desfavorable del miembro estructural de que se trate.

11 Más una concentración de 100 kg. en el lugar más desfavorable.

Art. 14.- Cargas Vivas Durante la Construcción.

Durante el proceso de construcción deberán considerarse; éstas incluirán el peso de los materiales que se almacenan temporalmente, el de los vehículos y equipo, el de colado de plantas superiores que se apoyen en la planta que se analiza y del personal necesario, no siendo este último peso menor que la carga viva que se especifica para cubiertas y azoteas con pendiente no mayor de 5%.

Art. 15.- Cambios de Cargas y Modificaciones.

El propietario será responsable de perjuicios que ocasione el cambio de uso de una construcción, cuando produzca cargas mayores que las del diseño aprobado y de cualquier modificación que reduzca la resistencia de la edificación.

CAPITULO VI

DISTRIBUCION DE LAS FUERZAS HORIZONTALES

Art. 16.- CONFIGURACION DEL EDIFICIO:
Regulares e Irregulares.

Para efectos del diseño sísmico el edificio debe clasificarse como regular o como irregular de acuerdo a los requisitos de esta sección. Se debe tomar en cuenta la forma del edificio tanto vertical como en planta para definir la regularidad e irregularidad.

Para que una estructura pueda considerarse regular debe satisfacer los siguientes requisitos:

1. Su planta es sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales por lo que toca a masas, así como a muros y otros elementos resistentes.

2. La relación de su altura a la dimensión menor de su base no excede de 2.5

3. La relación de largo a ancho de la base no excede de 2.5.

4. En planta ni tiene entrantes ni salientes cuya dimensión excede de 20 por ciento de la dimensión de la planta medida paralelamente a la dirección que se considera de la entrante o saliente.

5. En cada nivel tiene un sistema de techo o piso rígido y resistente.

6. No tiene aberturas en sus sistemas de techo o piso cuya dimensión excede de 20 por ciento de la dimensión en planta medida paralelamente a la dimensión que se considere de la abertura, las áreas huecas no ocasionan asimetrías significativas ni difieren en posición de un piso a otro y el área total de aberturas no excede en ningún nivel de 20 por ciento del área de la planta.

7. El peso de cada nivel, incluyendo la carga viva que debe considerarse, para diseño sísmico, no es mayor que el del piso inmediato inferior ni, excepción hecha del último nivel de la construcción, es menor que 70 por ciento de dicho peso.

8. Ningún piso tiene un área, delimitada por los paños exteriores de sus elementos resistentes verticales, mayor que la del piso inmediato inferior ni menor que 70% de ésta. Se exime de este último requisito únicamente al último piso de la construcción.

9. Todas las columnas están restringidas en todos los pisos en dos direcciones ortogonales por diafragmas horizontales y por trabes o losas planas.

10. La rigidez al corte de ningún entrepiso excede en más de 100 por ciento a la del entrepiso inmediatamente inferior.

11. En ningún entrepiso la excentricidad torsional calculada estáticamente, excede del 10 por ciento de la dimensión en planta de ese entrepiso medida paralelamente a la excentricidad mencionada.

Art. 17.- Estructuras Regulares: La fuerza horizontal total V debe distribuirse en toda la altura de la estructura de acuerdo a la fórmula.

$$V = F_t + \sum_{i=1}^n F_i$$

La fuerza concentrada en la cubierta F_t debe determinarse con la fórmula:

$$F_t = 0.07 TV$$

En la cual F_t no debe exceder 0.25V y puede considerarse como cero cuando T es 0.7 segundos o menos. La parte restante de V debe distribuirse a toda altura de la estructura incluyendo el nivel n, de acuerdo a la fórmula:

$$F_x = \frac{(V \cdot F_t) w_x h_x}{\sum_{i=1}^n w_i h_i}$$

Donde:

h_i, h_x = Altura medida desde la base hasta el nivel i ó x respectivamente en metros.

w_i, w_x = Parte de w que se encuentra localizada en el nivel i ó x respectivamente.

En cada nivel la fuerza F_x debe aplicarse sobre el área de acuerdo con la distribución de masa del nivel x.

Art. 18.- Estructuras Irregulares: La distribución de las fuerzas horizontales en estructuras que no cumplan con los requisitos de regularidad indicados en el Art. 16, deben determinarse considerando las características dinámicas de la estructura.

Art. 19.- Partes o porciones del Edificio.

La estabilidad de tanques y casetas que se hallen sobre edificios así como la de otro elemento cuya estructuración difiera radicalmente de la del resto de la construcción, se verificará suponiendo que pueden estar sometidos a una aceleración no menor que el doble de la que resulte de aplicar la especificación anterior, ni menor que 0.45 veces la gravedad. Se incluyen en este requisito los parapetos, pretilas, anuncios, ornamentos, ventanales, paredes, revestimientos y su anclaje, etc. Se incluyen así mismo los elementos sujetos a esfuerzos que dependen principalmente de su propia aceleración (no de la fuerza cortante ni del momento de volteo), como las losas que transmiten fuerza de inercia de las cargas que soportan.

Art. 20.- Retrocesos: Los edificios que tengan retrocesos en los cuales las dimensiones en planta de la torre en cualquiera de las direcciones es por lo menos el 75% de la correspondiente dimensión en planta de la parte más baja, pueden considerarse como efectos de determinar las fuerzas horizontales sísmicas como edificios sin retrocesos. Siempre y cuando no existan otras irregularidades como se definen en esta Sección.

Art. 21.- Distribución del Cortante Horizontal.

El cortante en cualquier plano horizontal debe distribuirse a los varios elementos del sistema resistente a fuerzas horizontales en proporción a sus rigideces tomando en cuenta la rigidez del Sistema de arriostramiento horizontal o del diafragma. Los Elementos rígidos que se han considerado como parte del sistema resistencia a fuerzas horizontales pueden ser colocados dentro del edificio siempre y cuando su efecto en el sistema se considere y se tome en cuenta en el diseño.

Art. 22.- Momentos Torsionales Horizontales.

El aumento en la fuerza cortante causados por efectos torsionales debidos a una excentricidad entre el centro de masas y el centro de rigidez deben ser tomados en cuenta. Los cortantes torsionales negativos deben ser despreciados además un momento torsional accidental que se obtiene al suponer que el centro de masa se desplaza a cada lado de su localización real una distancia igual al 5% de la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de las fuerzas aplicadas.

Art. 23.- Efectos Ortogonales.

El efecto crítico de las cargas sísmicas sobre el edificio se puede suponer satisfecho si todos los elementos estructurales del edificio se diseñan para las combinaciones ortogonales de cargas sísmicas prescritas según el Art. 31.

Art. 24.- Momentos de Volteo.

Todo edificio debe diseñarse para resistir los efectos de volteo causado por las fuerzas sísmicas determinadas en este capítulo. En cualquier nivel, el aumento del momento de volteo en el piso bajo consideración debe distribuirse a los diferentes muros o marcos de la misma proporción que se distribuyeron los cortantes horizontales a aquellos muros y marcos.

Los momentos de volteo se deben determinar mediante la aplicación de las fuerzas prescritas como se indica a continuación:

$$M_x = K \sum_{i=1}^{n-1} F_i (h_i - h_x) + (F_n + F_t) (h_n - h_x)$$

Donde:

K = 1.0 Para los 10 pisos superiores.

K = 0.8 Para el piso 20 contando desde la superior y todos los pisos por debajo de éste.

K = Un valor entre 1.0 y 0.8 determinado por medio de una interpolación lineal para los pisos situados entre el 20 y el piso 10 contados desde la parte superior.

Las cimentaciones excepto en las estructuras de péndulo invertido pueden diseñarse para el momento de volteo de la cimentación M_f , calculado en el plano de contacto con el suelo utilizando la fórmula anterior K = 0.75 para edificios de cualquier altura. La resultante de las fuerzas sísmicas y cargas verticales a la altura del plano de contacto con el suelo no debe caer fuera de la mitad central de la base del componente o componentes que resisten el momento de volteo.

CAPITULO VII

DETERMINACION ALTERNA DE LAS FUERZAS SISMICAS

Art. 25.- Nada de lo requerido por este Reglamento debe ser argumentado para impedir la utilización de un análisis dinámico efectuado por técnicas apropiadas, con el fin de determinar las fuerzas horizontales del diseño y su distribución; para la cual, deberá utilizarse la información sismológica registrada hasta la fecha en el país y se hagan los análisis de los espectros y condiciones geológicas del subsuelo.

CAPITULO VIII

CONTROL DE DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES

Art. 26.- Generalidades.

En este capítulo se dan los procedimientos para calcular los desplazamientos horizontales relativos así como sus límites permisibles.

Los desplazamientos horizontales ocasionados por un sismo, están asociados con los efectos siguientes:

a) Deformación tinelástica de los Elementos Estructurales.

c) Daños a los elementos no estructurales.

El desplazamiento elástico horizontal " Δx " del nivel " x " del edificio se obtiene de un análisis elástico de la estructura hecho de acuerdo a los principios de la mecánica estructural y usando las fuerzas aplicadas obtenidas según lo indicado en el Capítulo VI. El desplazamiento total Δ_{tx} del nivel x puede estimarse por la fórmula:

$$_tx = Cd_x$$

Cd = Coeficiente de amplificación de desplazamientos horizontales elásticos, según la siguiente tabla:

TIPO DE					
ESTRUCTURA		CONFIGURACION VERTICAL		Cd	
Marcos de Concreto Reforzado					
		8.0			
Marcos de Acero Estructural					
		9.0			
Paredes de Concreto Reforzado					
		7.0			
Paredes de Mampostería Reforzada					
		4.0			
Marcos Arriostrados de Concreto					
		Reforzado o Acero Estructural	6.5		
Paredes de Concreto Reforzado					
		9.0			
Paredes de Mampostería Reforzada					
		4.5			
Marcos Arriostrados de Concreto					
		Reforzado o Acero Estructural	7.0		
Paredes de Concreto Reforzado					
		5.5			
Paredes de Manposterja					
		3.0			
Marcos Arriostrados de Concreto					
		Reforzado o Acero Estructural	5.0		
Marcos Aislados de Concreto					
		Reforzado o Acero Estructural	2.5		

Art. 28.- Cálculo y Límites de los Desplazamientos Horizontales Relativos. El desplazamiento relativo de diseño Δx correspondiente al piso x , es la diferencia entre los desplazamientos totales obtenidos según lo indicado en el artículo anterior de los dos niveles consecutivos que limitan al piso.

El desplazamiento relativo de diseo no debe exceder de 0.015 veces de altura del piso bajo consideraci3n. Si el valor calculado es mayor que este l3mite, la estructura debe rigidizarse hasta que se cumpla.

Art. 29.- Efecto P-Delta. La influencia del efecto P-Delta en los cortantes y desplazamientos horizontales de un piso y en las fuerzas cortantes, axiales y momentos de los miembros puede despreciarse cuando el ndice de estabilidad 3 dado por la siguiente expresi3n es menor o igual a 0.1

$$\delta = \frac{P_x \Delta_x}{C_d V_x h_{sx}}$$

Donde:

$$P_x = \sum_{i=x}^n W_i \quad \text{Peso de la estructura que act3a sobre el piso } x$$

Δ_x = Desplazamiento relativo de diseo del piso x

V_x = Fuerza cortante que act3a en el piso x

h_{sx} = Altura del piso x

Cuando 3 es mayor que 0.10 debe determinarse el factor de magnificaci3n, por medio de un an lisis racional. El aumento en los valores del cortante y desplazamientos horizontales debe sumarse a los valores determinados, sin incluir el efecto P-Delta.

Art. 30.- Separaci3n de colindancia y entre estructuras adyacentes. Toda nueva construcci3n, deber separarse de sus linderos con los predios vecinos una distancia no menor que el desplazamiento total 3tx calculado en la forma indicada en este capitulo.

Todas las partes del edificio deben diseoarse y construirse para que act3en como una unidad integral bajo la acci3n de las fuerzas s3smicas, a menos que se separen una distancia suficiente para evitar el contacto nocivo entre las partes cuando se presente el desplazamiento total 3tx

CAPITULO IX

Art. 31.- Valuaci3n de los efectos del sismo.

Deber n calcularse los efectos de las aceleraciones verticales y los de las aceleraciones horizontales, para los dos planos ortogonales.

Se revisar la seguridad de cada elemento estructural para la condici3n m s desfavorable que resulta, de considerar la acci3n de cada una de las componentes por separado o la combinaci3n del efecto de cada componente horizontal con 0.7 veces el efecto de la componente vertical.

El efecto de las aceleraciones verticales se considera equivalente a un sistema de fuerzas verticales obtenido multiplicando por 0.4 las cargas muertas y las cargas vivas reducidas para fuerzas horizontales.

CAPITULO X

ANALISIS ESTADISTICO SIMPLIFICADO

Art. 32.- Podrá utilizarse un análisis estático simplificado, según se describe en el Artículo 33 cuando la estructura presente las siguientes características:

a) En cada planta, al menos el 75% de las cargas verticales es soportado por muros, ligados entre sí mediante losas corridas o sistemas de techo con la rigidez necesaria para transmitir las fuerzas sísmicas a los distintos elementos resistentes.

b) En cada una de las dos direcciones ortogonales existen al menos dos muros simétricos localizados uno del otro a más del 50% del ancho del edificio, paralelos o formando un ángulo menor de 20 grados, estando cada muro ligado por losas o techo antes citadas en una longitud de por lo menos 50% de la dimensión del edificio medidas en las direcciones de dichos muros.

c) La relación de altura a dimensión mínima de la base del edificio no excede 1.5 (y su altura no es mayor de dos pisos).

d) La relación de largo a ancho de la planta del edificio no es mayor que 2, a menos, que se pueda suponer dicha planta dividida en tramos independientes cuya relación de largo a ancho satisfaga esta restricción.

Art. 33.- En el análisis estático simplificado se hará caso omiso de los desplazamientos horizontales, de las torsiones y de los momentos de volteo y se verificará únicamente que las fuerzas cortantes totales que obran en cada piso, calculadas como se indica antes, no excedan a la suma de las resistencias al corte de los muros de carga proyectados en la dirección en que se considera la aceleración, debiéndose verificar en dos direcciones ortogonales.

En este capítulo, tratándose de muros cuya relación de altura "h" entre pisos consecutivos a longitud L, exceda a 1.33 el esfuerzo admisible se reducirá multiplicándolo por el coeficiente $(1.33 L/h)^{1/3}$.

CAPITULO XI

REQUISITOS PARA MECANICA DE SUELOS

Art. 34.- Previo a la construcción de toda obra de ingeniería civil deberá efectuarse un estudio del subsuelo para garantizar la estabilidad de la estructura.

Debe evitarse la construcción de estructuras sobre suelos cuyo estudio indique la posibilidad de asentamientos o expansiones, licuefacción, tubificación, deslizamientos o cualquier otro factor que haga peligrar su estabilidad, a menos que se demuestre que su efecto está bajo control. No se permitirán estructuras de ningún tipo sobre evidentes fallas geológicas sistemáticamente activas y en el caso de estructuras especiales se recomienda realizar un estudio geológico de la zona. En construcciones adyacentes a los ríos o quebradas se deberá hacer un análisis de estabilidad de taludes para determinar la obra de protección más adecuada.

Se considerarán en suelos dos tipos de falla: por asentamientos excesivos o por capacidad de carga del suelo.

Art. 35.- Se consideran asentamientos diferenciales y totales máximos permisibles según la siguiente tabla.

ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES MAXIMOS PERMISIBLES

TIPO DE ESTRUCTURA ARENAS, LIMO Y ARCILLAS

Ú Á Ä Å Æ Ç È É Ê Ë Ì Í Î Ï Ñ Ò Ó Ô Õ Ö × Ø Ù Ú Û Ü Ý Þ ß à á â ã

3 Cimentaciones de	3		
3 Columnas		Duras	Suaves 3
3	3		
3 a) Estructuras de Acero y de	3		
3 Concreto reforzado	0.002L	0.002L	3

3

0.001L 3

ÄÜ

L = Distancia entre ejes de columnas.

Asentamientos Totales Mximos Permisibles

Cimentación de Maquinaria	0.05 cm
Edificios Comerciales y Habitación	2.50 cm
Edificios Industriales	3.50 cm
Almacenes (Bodegas)	5.00 cm

Art. 36.- Capacidad de Carga de los Suelos. Los factores de seguridad que deben aplicarse a la capacidad de carga de los suelos ser de acuerdo a la siguiente tabla:

COMBINACION DE CARGAS		FACTORES DE SEGURIDAD	
		Diseño con	Diseño con
Cartas Estáticas	Esfuerzo Ultimo	Esfuerzos de Trabajo	
P_{min}			
$\frac{P_{max}}{P_{min}} > 0.25$		2.0	3.0
P_{max}			
P_{min}			
$\frac{P_{max}}{P_{min}} < 0.25$		1.7	2.5
P_{max}			
Cargas Estáticas y Sísmicas			
P_{min}			
$\frac{P_{max}}{P_{min}} > 0.25$		1.5	2.0
P_{max}			
P_{min}			
$\frac{P_{max}}{P_{min}} > 0.25$		1.2	1.5
P_{max}			

Donde: P_m x. y P_{min} son las presiones máximas y mínima en el suelo tomando una distribución lineal de las mismas; en el suelo $P_{min}/P_m \times < 0.25$, incluye distribución triangular de presiones.

Art. 37.- Las fuerzas axiales y cortantes, así como los momentos transmitidos por las columnas a las fundaciones deben ser equilibradas por las presiones del suelo sobre las mismas.

Si el cálculo indica la aparición de tensiones sobre la fundación y el terreno, se admitir que en zona de fundación no existen esfuerzos de contacto, debiendo satisfacerse el equilibrio con el resto del área siempre que no se sobrepasen los esfuerzos permisibles del terreno modificados por el factor de seguridad de la tabla anterior; se revisa la estabilidad de la fundación y la estructura, bajo esas condiciones se recomienda unir las placas aisladas mediante vigas de amarre de acuerdo con el Art. 38.

Art. 38.- Fundaciones sobre Pilotes.

A menos que pueda disponerse de un empotramiento equivalente por otros medios, en todo edificio las zapatas individuales sobre pilotes deben interconectarse por medio de elementos de amarre, cada uno de los cuales debe resistir en tensi3n o compresi3n una fuerza horizontal igual al 25% de la carga axial correspondiente a la zapata m s solicitada.

Art. 39.- Licuefacción y Tubificación. Deber suponerse que existe la posibilidad de licuefacción y tubificación cuando se presenten capas de arena fina con más del 50% de los granos con dimensiones de 2 milímetros o menos y la densidad relativa D_r sea del orden del 30 a 40% o cuando existan fugas o nacimientos de agua en las condiciones anteriores.

En caso de que exista posibilidad de licuefacción, tubificación, las estructuras en el sitio deberán fundarse más allá de las capas susceptibles a tales fenómenos o hacer las correcciones respectivas del suelo que el caso amerite.

Art. 40.- Muros de retención.

Los muros de retención deberán diseñarse para resistir las fuerzas sísmicas además de las fuerzas estáticas y en este caso los factores de seguridad contra volteo y deslizamiento podrán reducirse a 1.2. La determinación de las fuerzas sísmicas podrá efectuarse utilizando cualquier método de análisis como el de Mononobe - Okabe o en su defecto considerar las siguientes fuerzas:

$$PDH = \frac{\gamma_s H^3}{8} \quad \text{çs H}^3 \text{ (ah m x.)}$$

$$PDV = \frac{\gamma_s H}{2} \quad \text{çs H}^3 \text{ (av. m x.)}$$

Donde:

PDH = Fuerza Sísmica horizontal, actúa a 0.6M sobre la base.

PDV = Fuerza Sísmica vertical, actúa a 0.2H del pie del muro, incrementará el peso de la cuña crítica.

γ_s = Peso unitario del suelo.

H = Altura total del muro.

Ú Á Ä Å Æ Ç È É Ê Ë Ì Í Î Ï Ñ Ò Ó Ô Õ Ö × Ø Ù Ú Û Ü Ý Þ ß à á â ã			
3	3	ZONA	3
3	COEFICIENTE	Ä Å Æ Ç È É Ê Ë Ì Í Î Ï Ñ Ò Ó Ô Õ Ö × Ø Ù Ú Û Ü Ý Þ ß à á â ã	3
3	3	I II	3
Ä Å Æ Ç È É Ê Ë Ì Í Î Ï Ñ Ò Ó Ô Õ Ö × Ø Ù Ú Û Ü Ý Þ ß à á â ã			
3	ah m x	3 0.20 0.10	3
3	3	3	3
3	av m x	3 0.10 0.05	3
Ä Å Æ Ç È É Ê Ë Ì Í Î Ï Ñ Ò Ó Ô Õ Ö × Ø Ù Ú Û Ü Ý Þ ß à á â ã			

Art. 41.- Estabilidad de Taludes.

Para la estabilidad de taludes deberá considerarse, además de las fuerzas estáticas, una fuerza horizontal igual al peso de la masa deslizante multiplicado por ah m x. y una fuerza vertical igual al peso de la masa deslizante multiplicado por av m x. , ubicados en su centro de gravedad.

Ser necesario un estudio más cuidadoso si existen posibilidades de licuefacción o tubificación así como por la presencia de suelos residuales.

Art. 42.- Ampliación Dinámica del Suelo.

Para efectos de considerar el suelo como elemento amplificador de la excitación sísmica y establecer la interacción suelo-estructura podrá usarse métodos como el péndulo de torsión libre, la columna de resonancia y otros; para definir el período de vibración del suelo (T_s).

CAPITULO XII

REQUISITOS PARA MAMPOSTERIA REFORZADA

Art. 43.- En este Capítulo se dan los requisitos especiales de diseño y construcción de las estructuras de mampostería reforzada sujetas a efectos sísmicos.

A. Requisitos Generales:

Con excepción de las modificaciones dadas en este capítulo, el diseño de las construcciones en mampostería reforzada deberá regirse por los requisitos establecidos en el Uniform Building Code (UBC), edición de 1985.

B. Requisitos de Diseño - Refuerzos:

El refuerzo en la mampostería deberá estar de acuerdo con los requisitos del U.B.C. 2407 (h) 4 y 2409. El uso de varillas lisas no será permitido exceptuando lo estipulado en el Capítulo XV.

C. Requisitos de Diseño, Desarrollo de Refuerzo, Anclaje y Empalmes:

En adición a los requisitos dados por el UBC 2409 (e) 3 y 2409 (e) 6, las varillas soldadas o conexiones mecánicas deben desarrollar una resistencia del 125% de la resistencia de fluencia especificada de las varillas a tensión.

EXCEPCIONES: Para las columnas con varillas a compresión, que no sean parte del sistema sísmico y no estén sujetas a flexión, solamente será necesario que llenen los requisitos de resistencia a la compresión.

D. Requisitos en Paredes de Corte:

1. Además de los requisitos establecidos en el UBC 2407 (h) 4F (ii), el refuerzo longitudinal en las uniones puede utilizarse en las piezas huecas para cumplir con los requisitos mínimos de refuerzo, pero no debe considerarse en la determinación de la resistencia al corte del miembro.

2. Únicamente podrá diseñarse el refuerzo por cortante, se utilizará una fuerza cortante igual a 1.5 veces la calculada de acuerdo a lo establecido en el Capítulo III.

CAPITULO XIII

REQUISITOS PARA CONCRETO REFORZADO

Art. 44.- Todos los elementos estructurales de concreto reforzado deben satisfacer las secciones de la A-2 a la A-8 del apéndice A, además de los requisitos de los capítulos del 1 al 17 del Reglamento ACI 318-83.

Art. 45.- Puede emplearse cualquier sistema estructural de concreto reforzado del artículo anterior, siempre que se demuestre evidencias y análisis experimentales que el sistema propuesto tendrá resistencia y dureza iguales o superiores a las proporcionadas por una estructura monolítica de concreto reforzado.

CAPITULO XIV

REQUISITOS PARA ACERO ESTRUCTURAL

Art. 46.- El diseño y construcción de toda estructura de acero deberá cumplir con los requisitos establecidos en:

- a) AISC (American Institute of Steel Construction) para miembros laminados en caliente, modificando las secciones 1.5.1.2 y 1.10, en donde se sustituirá: $F_v = 0.32 F_y$ en vez de $F_v = 0.40 F_y$.
- b) AISI (American Iron and Steel Institute), para miembros de lámina delgada doblados en frío.

CAPITULO XV

VIVIENDAS DE UNA Y DOS PLANTAS

Art. 47.- Generalidades:

1. En este capítulo se establecen las bases y criterios para diseñar estructuras para viviendas de una y dos plantas. Además, se proporcionan recomendaciones que permiten estructurar las viviendas para los sistemas de construcción más usuales, en caso de que no se hubiere elaborado un análisis y diseño estructural específico, de acuerdo al presente reglamento. Deberá sin embargo, comprobarse siempre la estabilidad de estas estructuras ante cargas gravitacionales.
2. Todas las construcciones de uno y dos pisos deben poseer un sistema estructural que provean estabilidad lateral adecuada y capaz de resistir las fuerzas del sismo especificadas en este Reglamento, sin exceder los esfuerzos admisibles especificados.
3. La comprobación de resistencia y estabilidad debe realizarse al menos en dos direcciones ortogonales, pudiendo efectuarse el análisis para cada dirección en forma independiente.
4. Todas las conexiones entre elementos deben tener la capacidad de transmitir las fuerzas cortantes, momentos flectores y fuerzas axiales a que están sometidas bajo la acción de las cargas especificadas en el Reglamento.
5. Debido a que los sistemas constructivos que comúnmente se utilizan para construir viviendas de una y dos plantas resultan en estructuras que tienen muy poca capacidad de deformación inelástica y el hecho de que el comportamiento inelástico de la mampostería no está suficientemente bien estudiada, el diseño de los elementos estructurales de viviendas de una y dos plantas, se efectuará mediante el método de esfuerzo de trabajo.
6. Los esfuerzos cortantes en todos los tipos de paredes definidas en este capítulo se determinarán utilizando una fuerza cortante igual a 1.5 veces la calculada según lo indicado en el Capítulo III del presente Reglamento.
7. Los sistemas constructivos y materiales descritos en estos artículos son los más comúnmente usados en El Salvador. Sin embargo, se puede usar cualquier otro sistema o material, siempre que se compruebe su resistencia y estabilidad y se demuestre un buen comportamiento ante las cargas especificadas en este Reglamento.

8. DEFINICIONES

Área Bruta: Área total de una pieza de mampostería, incluyendo las celdas.

Área Neta: Área bruta menos el área de todas las celdas de una pieza de mampostería.

Muro de Carga: Toda aquella pared que soporte cualquier tipo de entrepiso o techo de concreto, o que lleve una carga mayor o igual a 100 kg por metro lineal de pared adicional a su peso propio.

f_c: Resistencia última a la compresión del concreto, medida en cilindros de 15 x 30 cm., a los 28 días, según especificación ASTM C-39, última revisión.

f m: Resistencia última a la compresión de la mampostería sobre el área neta de un prisma a los 28 días, según especificaciones ASTM E-447 última revisión.

Art. 48.- Tipos de Estructuras Consideradas.

1. TIPOS DE ESTRUCTURA

Se consideran los siguientes tipos de estructuras de acuerdo con los sistemas de entrepiso y techo que los caracterizan:

1.1 Estructuras de un piso:

- a) Sistema de techo con características de diafragma rígido.
- b) Sistema con estructura flexible de techo.

1.2 Estructuras de dos pisos:

- a) Sistema con características de diafragma rígido en el techo y el entrepiso.
- b) Sistema con estructura flexible en el techo y el entrepiso.
- c) Sistema con características de diafragma rígido solo en el entrepiso.

2. TIPOS DE ENTREPISOS Y TECHOS

Para efectos de la clasificación anterior se definen los tipos de entrepiso y techos como sigue:

2.1 Diafragma rígido:

Se considera que un techo o entrepiso tiene características de diafragma rígido cuando es capaz de transmitir fuerzas de torsión a los elementos resistentes.

En este caso, las fuerzas sísmicas son distribuidas de acuerdo a las rigideces de dichos elementos. Clasifican como tales los siguientes sistemas:

- a) Losas sólidas de concreto reforzado.
- b) Losas de concreto reforzado nervadas en una o dos direcciones.
- c) Sistema a base de viguetas de concreto prefabricadas o de acero en una dirección, en combinación con losa de concreto reforzado colada en el sitio.

En todos los casos el espesor mínimo de la losa o ala de compresión debe ser 5 cm.

2.2 Diafragma flexible:

Se considera que un sistema de techo o entrepiso es flexible cuando no es capaz de transmitir fuerzas de torsión a los elementos resistentes.

La fuerza de sismo se distribuye en este caso de acuerdo a los pesos tributarios.

Clasifican como tales los siguientes sistemas:

- a) Cubiertas de asbesto-cemento o metálicas apoyadas en estructuras metálicas o de madera (a base de tijeras, vigas o largueros).
- b) Sistemas de pisos de madera sobre estructuras a base de viguetas de acero o madera.

Art. 49.- Materiales y Sistemas Constructivos.

1. MATERIALES

Se consideran en este Reglamento los siguientes materiales por ser los más usados en El Salvador en la construcción de viviendas:

- a) Piezas sólidas de concreto o de arcilla cocida (ladrillos).
- b) Piezas huecas de concreto o de arcilla cocida (bloques).
- c) Concreto reforzado.

Se consideran piezas sólidas aquellas que tienen una relación área neta o área bruta igual o mayor de 0.75 medida en cualquier sección horizontal.

No son admisibles piezas huecas que tengan dicha relación área neta o área bruta menor que 0.50 ni aquellas cuyo espesor de pared sea menor de 2 cm.

Cuando se empleen piezas huecas de arcilla que no cumplan con este requisito, se deberán llenar totalmente con concreto.

2. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

2.1 Se definen los siguientes sistemas constructivos:

- a) Mampostería con refuerzo integral:

Sistema de paredes a base de piezas huecas con refuerzo vertical de acero en algunas o todas las celdas, las cuales deben estar rellenas con concreto. Debe existir también refuerzo horizontal en las juntas de los bloques.

- b) Mampostería confinada:

Sistema de paredes a base de piezas sólidas o huecas confinadas mediante elementos de concreto reforzado.

- c) Concreto reforzado:

Sistema de paredes de concreto colocado en el sitio, reforzadas con malla de acero, cumpliendo con las normas ACI-318, última revisión o equivalentes.

2.2 Se permite el uso de cualquier otro material o sistema constructivo no mencionado aquí, siempre y cuando un estudio detallado demuestre su estabilidad y resistencia, así como su buen comportamiento ante las fuerzas de sismo especificadas en este Reglamento.

Art. 50.- Esfuerzos Admisibles:

- 1. Los esfuerzos en los materiales, calculados mediante un análisis elástico, no deberán exceder a los que se indican a continuación:

La carga sísmica para efectuar el cálculo de estos esfuerzos deberá determinarse según se indica en el artículo siguiente:

a) MAMPOSTERÍA CON REFUERZO INTEGRAL

f_m 95 Kg/cm²

Compresión Axial	20 Kg/cm ²	0.20 f_m
Compresión en Flexión	30 Kg/cm ²	0.33 f_m
Cortante	2 Kg/cm ²	0.23 f_m

b) MAMPOSTERÍA CONFINADA

Unidades Huecas

Compresión Axial y en Flexión	10 Kg/cm ²
Tensión, Flexión Vertical	0.4 Kg/cm ²
Tensión, Flexión Horizontal	0.8 Kg/cm ²
Cortante	0.8 Kg/cm ²

Unidades Sólidas

Compresión Axial y en Flexión	10 Kg/cm ²
Tensión en Flexión Vertical	0.7 Kg/cm ²
Tensión en Flexión Horizontal	1.4 Kg/cm ²
Cortante	1.0 Kg/cm ²

c) CONCRETO REFORZADO

Compresión Axial	0.20 f_c
Compresión en Flexión	0.45 f_c
Cortante	$0.27^{33} f_c$

d) ACERO DE REFUERZO

Tensión y Compresión

Grado 60	1700 Kg/cm ²
Grado 40 y 50	1400 Kg/cm ²

2. Todos los esfuerzos indicados en el artículo anterior pueden aumentarse en un 33% para la combinación de cargas sísmicas y gravitacionales.

NOTA 1. Todos los esfuerzos indicados para unidades de mampostería se refiere a fuerzas sobre el área neta.

NOTA 2. Los esfuerzos indicados para mampostería con refuerzo integral son válidos para un valor de f_m = 95 Kg/cm². Si mediante pruebas se logra determinar una mayor resistencia del prisma de mampostería, los valores se pueden modificar de acuerdo a las fórmulas dadas.

Art. 51.- Cargas de Diseño.

1. Cargas Gravitacionales. El valor de la carga permanente y de la carga temporal se calculará según se indica en los capítulos IV y V de este Reglamento.

2. Cargas Sísmicas. La distribución de masas en la estructura se podrá simplificar como sigue:

- a) Las estructuras de uno y dos pisos con diafragma rígido en techo y entrepiso se considerarán con las masas concentradas a nivel de cada uno de los diafragmas.
- b) Las estructuras de dos pisos con diafragma rígido y con techo flexible se pueden considerar como una sola masa concentrada a nivel del primer piso.
- c) En estructuras de uno y dos pisos con sistemas de entrepiso y techo flexibles, las paredes deben analizarse como losas verticales que se apoyan entre sí para lograr la estabilidad lateral.

En este caso, la masa de las paredes se considerará distribuida uniformemente en su plano, y las masas de entrepiso y techo concentradas en el nivel correspondiente a cada uno de ellos.

2.1 El cortante total en la base de la estructura estará dado según los coeficientes sísmicos indicados para la estructuración tipo 4 del capítulo III de este Reglamento.

2.2 Para el análisis de paredes individuales en el sentido perpendicular al plano de los mismos, estas se considerarán como losas verticales sometidas a una carga lateral de:

$$q = C w$$

Donde:

w = Peso por metro cuadrado de pared.

C = Coeficiente sísmico definido para la estructura tipo 4 en capítulo II

2.3 Los apoyos laterales de las paredes lo constituyen las vigas de fundación, solera de coronamiento, soleras intermedias, nervios, columnas y paredes transversales según sea el caso, y deben ser diseñadas para resistir las reacciones producidas por la carga definida en el inciso anterior.

Art. 52.- Requisitos Mínimos.

A. Sistemas Constructivos

A-1 Mampostería con refuerzo integral:

- a) El espesor de las paredes de mampostería reforzada no será inferior a 10 cm para un piso y 15 para dos pisos.
- b) La relación máxima de altura sin soporte lateral a espesor será de 25.
- c) La suma de las áreas de refuerzo vertical y horizontal debe ser por lo menos 0.0013 veces el área bruta de la pared. El área de refuerzo en cualquier dirección, no será mayor de 0.0005 veces el área bruta, independientemente del Grado del acero de refuerzo.
- ch) El espaciamiento máximo de las varillas de refuerzo vertical será seis veces el espesor de la pared o de 80 cm, el que sea menor y el de las varillas de refuerzo horizontal de 40 cm.
- d) El diámetro mínimo de refuerzo vertical será de 9.5 mm (Nº 3) y el refuerzo horizontal 6.4 mm (Nº 2).
- e) Todas las paredes se deberán cimentar en cualquiera de las 2 formas siguientes:

e-1) Una zapara corrida de concreto reforzado con un ancho mínimo de 30 cm para viviendas de un piso y de 40 cm. para viviendas de dos pisos, con un espesor mínimo de 20 cm. y desplantadas a una profundidad no menor de 50 cm.

Esta zapata corrida deberá armarse con 3 varillas N° 3 y varillas transversales N° 3 de 15 cms.

e-2) Una solera corrida de concreto reforzado con un ancho y una profundidad de desplante no menores a las indicadas en e-1), con un peralte de 25 cms. y armadas con 4 varillas N° 3 y estribos N° 2 a 10 cms.

f) Todas las paredes deberán llevar adicionalmente vigas horizontales o inclinadas de 20 cms. de altura como mínimo por el espesor de la pared especificada.

Estas vigas deberán colocarse en el borde superior de cada pared y en cada nivel de entrepiso o techo, pero su separación vertical máxima no deberá exceder la especificada en A-1 (b) artículo 52. Estas vigas deberán armarse por lo menos con 4 varillas N° 3 y estribos N° 2 a cada 20 cms. En los claros libres deberán diseñarse estas vigas para resistir las cargas impuestas.

g) Todas las celdas de los bloques adyacentes a boquetes de puertas y ventanas deben ir reforzadas con 2 varillas N° 3.

h) En todas las repisas de ventana deberán existir por lo menos un elemento de concreto de 10 cms. de altura por el espesor de pared, con dos varillas N° 3, uniendo las varillas verticales de los bordes y estribos N° 2 a 20 cms.

En su defecto podrá usarse una hilada de bloques en forma de U, con dos varillas N° 3 y estribos N° 2 a 20 cms.

i) Todos los cargadores de puertas y ventanas deberán ser de concreto reforzado con dimensiones mínimas de 20 cms. de alto por el espesor de la pared, Dichos elementos deberán ser diseñados para soportar las cargas verticales impuestas.

A-2 Mampostería Confinada.

a) El espesor mínimo para muros de carga será de 14 cms. para el resto de las paredes podrá ser de 10 cms.

b) La razón de altura sin soporte lateral a espesor no debe exceder 18 en mampostería de piezas huecas, ni 20 en mampostería de piezas sólidas.

c) Todas las paredes deben ir confinadas por elementos de concreto reforzado, consistiendo estos en nervios y soleras de amarre con las características que se fijan a continuación.

c-1 Deberán existir elementos de confinamiento de tal manera que se formen cuadros no mayores de 2.4 m de altura por 2.0 mts. de largo. Además todos los elementos verticales se prolongarán hasta el borde superior de la pared anclándose en la solera de coronamiento.

También deberán existir dichos elementos en los siguientes lugares:

- En intersecciones y esquinas de paredes en ambos extremos de toda la pared aislada.
- En los bordes libres de todo muro.
- Alrededor de los boquetes de puertas y ventanas.

c-2 Todos los elementos estructurales deberán tener por lo menos el mismo espesor de la pared que están confinando, pero no menos de 10 cms. La otra dimensión no será menor de 15 cms. para soleras intermedias y nervios, ni de 20 cms. para soleras de coronamiento.

c-3 Todas las paredes de mampostería confinada deben cimentarse sobre una solera de fundación en contacto directo con el terreno, según lo especificado en la sección A-1, literal (e).

c-4 Todas las paredes medianeras y de colindancia no serán menores de 14 cms. de espesor; para aquellas colindancias cuya altura no sea mayor de 2.0 m. el espesor mínimo será de 10 cm.

A-3 Concreto Reforzado.

a) El espesor mínimo a usar en paredes de concreto reforzado será de 7.5 cms en interiores, 10 cms en paredes exteriores y 12 cms en muros de carga.

b) La altura máxima de paredes sin soporte lateral será de 2.60 mts.

c) El área mínima del refuerzo tanto horizontal como vertical deben ser de 0.002 veces el área de pared.

ch) La separación máxima entre varillas será de 3 veces el espesor de la pared, pero no mayor de 45 cms.

d) En todos los bordes de puertas, ventanas y otros boquetes debe ir como mínimo una varilla N° 3 adicional al refuerzo del resto de la pared. Este refuerzo debe extenderse por lo menos 60 cms. más allá de la esquina de la abertura.

e) Las paredes de concreto deben cimentarse sobre una solera corrida de concreto reforzado de un ancho mínimo de 30 cms. para viviendas de un piso, y de 40 cms. para viviendas de dos pisos, y una altura mínima de 20 cms. El refuerzo de la solera será como mínimo de 3 varillas transversales N° 3 en forma de U a un espaciamiento máximo de 17 cms. Todas las varillas de refuerzo vertical de la pared deben quedar ancladas en esta placa en una longitud no menor de 30 diámetros.

f) Si todas las paredes de la vivienda están estabilizadas lateralmente por medio de nervios rigidizadores o paredes transversales, es necesario construir solera de coronamiento en estructuras de un piso con estructura flexible en el techo.

B. CALIDAD DE LOS MATERIALES

B-1 Piezas sólidas de concreto: Deben cumplir con la norma ASTM C-145, última revisión.

B-2 Piezas sólidas de arcilla: Deben cumplir con la norma ASTM C-62, última revisión.

B-3 Piezas huecas de concreto: Deben cumplir con la norma ASTM C-90 y C-129, última revisión.

B-4 Piezas huecas de arcilla: Deben cumplir con la norma ASTM C-62 y C-216.

B-5 El mortero para pegar unidades de mampostería deberá ser del tipo PM o PL según la norma ASTM C-476, última edición.

B-6 Concreto: Resistencia mínima a la compresión especificada a los 28 días: Vigas corona de carga, de amarre, de fundación, columnas y nervios, paredes de concreto reforzado $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Relleno de bloques de mampostería: Según Normas ASTM.

Art. 53.- Reglas Básicas de Estructuración.

1. Las dimensiones, refuerzos y separación de elementos especificados se pueden variar siempre y cuando los cambios se justifiquen con un análisis y diseño empleando los criterios establecidos por este Reglamento, y estén de acuerdo con métodos aceptados corrientemente en Ingeniería. Cuando no se especifique lo contrario en este capítulo, deben emplearse los requerimientos mínimos del artículo anterior.

2. FUNDACIONES

A) Todas las cimentaciones deben colarse sobre suelo firme. En caso de cimentarse sobre relleno, este debe ser efectuado con material granular y compactado hasta el 90% del proctor modificado o equivalente (ASTM D-1557).

b) Las paredes deben cimentarse siempre sobre una solera de fundación.

El ancho mínimo de dicha placa debe ser de 30 cms., para viviendas de un piso y 40 cms., para viviendas de dos pisos. En su defecto usarse en paredes de mampostería de viviendas de un piso una viga o solera de fundación colada sobre concreto ciclopeo o mampostería de piedra, anclando por lo menos 30 cms., los elementos estructurales verticales.

c) Para proveer amarre de fundación, todas las soleras de fundación deben estar dispuestas en cuadros cerrados. Cuando no haya pared, debe continuarse la viga hasta su intersección con otra.

ch) Todas las vigas de fundación deben llevar el refuerzo mínimo especificado en el artículo 52 en inciso (e) parte A-1 del presente Reglamento.

3. PAREDES Y MUROS

a) Todas las paredes, cuando no lleven diafragma rígido en su parte superior, deben llevar una solera de corona de dimensiones y refuerzo como se indica en las tablas 1a y 1b.

b) Cuando no lleven diafragma rígido, todas las paredes o muros deben estabilizarse lateralmente mediante columnas capaces de transmitir momentos de volcamiento al terreno, o bien sirviéndose de otras paredes colocadas en planos perpendiculares a aquella que se requiere estabilizar. La distancia máxima entre dichos soportes laterales será de 7.00 mts.

c) Cuando se usen columnas de concreto para dar estabilidad lateral, las dimensiones mínimas y su refuerzo, serán como se indica en las tablas 2a y 2b.

ch) Cuando se usen columnas de mampostería, estas deben por lo menos tener 75 cms. en el sentido perpendicular a la pared, el refuerzo como se indica en las tablas 3a y 3b.

d) Para que las columnas de los incisos (c) y (ch) sean capaces de transmitir los momentos de volcamiento al terreno, deben proveerse zapatas de fundación aisladas con las dimensiones y refuerzo que se indican en la tabla 4a y 4b.

e) Cuando exista un diafragma rígido deben proveerse suficientes paredes en dos direcciones perpendiculares para que el sistema sea estable lateralmente. En cada dirección se deben disponer en forma razonablemente simétrica muros con una longitud total de 0.25 mts. por cada metro cuadrado del diafragma.

f) Para que un muro o pared se considere efectivo para resistir fuerza de sismo en estructuras con diafragma rígido, debe tener una relación de longitud a altura L/h no menor de 0.33

g) Todas las paredes que soporten entrepiso o techo con características de diafragma rígido, deben proveerse, independientemente del sistema constructivo empleado, de nervios, de concreto en sus dos extremos. Dichos nervios deben cumplir con los requisitos del inciso c) sección A-2, en cuanto a refuerzo y dimensiones se refiere.

h) Cuando en un sistema con diafragma rígido en entrepiso y techo, una pared en planta alta no continúe hasta la fundación, debe desligarse del diafragma superior a menos que se provean en el nivel inferior (planta baja) elementos capaces de transmitir el momento de volcamiento al terreno.

Sin embargo, cuando una pared se desligue del diafragma, debe garantizarse su estabilidad lateral por otros medios.

TABLA 1-a REFUERZO Y DIMENSIONES DE VIGAS CORONA

UAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

3 t(cm) 3 3 3 3 Seccitn 3

3 1(m) 3 10 3 12 3 15 3 b x a (cm)³

AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA³

3 3 4 N\$ 3 3 4 N\$ 4³ 3 12 x 20 3

3 4 AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA³

3 3 3 3 4 N\$ 3³ 15 x 20 3

AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA³

3 3 4 N\$ 4 3 4 N\$ 4³ 3 12 x 20 3

3 5 AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA³

3 3 3 3 4 N\$ 4³ 15 x 20 3

AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA³

3 3 3 3 3 12 x 20 3

3 6 AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA³

3 3 4 N\$ 4 3 4 N\$ 5³ 4 N\$ 5³ 15 x 20 3

AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA³

3 3 3 3 3 15 x 20 3

3 7 AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA³

3 3 4 N\$ 5 3 4 N\$ 5³ 4 N\$ 5³ 20 x 20 3

AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

PARA ZONA II

[illegible]

PARA ZONA I

UAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

3 t(cm) 3 3 3 3 Sección 3

3 1(m) 3 10 3 12 3 15 3 b x a (cm)3

[illegible]
$$^3 \quad {}^{34}\text{N}\S\ 5 \quad {}^{34}\text{N}\S\ 5 {}^{34}\text{N}\S\ 6 \quad {}^3\ 15 \times 35 \quad {}^3$$
[illegible]

3 3 3 3 3 20 x 40 3

[illegible]
$$^3 \quad {}^3_4 N \S 6 \quad {}^3_4 N \S 6 {}^3_4 N \S 7 \quad {}^3 15 \times 35 \quad {}^3$$
[illegible]

3 34 N§ 5 3 34 N§ 6 3 20 x 40 3

[illegible]
$$^3 \quad {}^{34}\text{N}\S\ 6 \quad {}^{34}\text{N}\S\ 7^3 \quad {}^{34}\text{N}\S\ 7^3 \quad 15 \times 35^3$$
[illegible]
$$3 \quad 3 \quad 3^4 \text{ NS } 6^3 4 \text{ NS } 6^3 \quad 20 \times 40^3$$
[illegible]
$$^3 \quad {}^{34}\text{N}\delta 7 \quad {}^{34}\text{N}\delta 7^3 \quad {}^{34}\text{N}\delta 7^3 \quad 13 \times 35^3$$
[illegible]
$$^3 \quad {}^{34}\text{N}\S 6 \quad {}^{34}\text{N}\S 6^3 \quad {}^3 20 \times 40 \quad {}^3$$
[illegible]

**TABLA 2-b REFUERZO Y DIMENSIONES DE COLUMNAS DE
CONCRETO REFORZADO**

PARA ZONA II

[illegible]

3 t(cm) 3 3 3 3 Sección 3

$$^3 1(m) \quad ^3 10 \quad ^3 12 \quad ^3 15 \quad ^3 b \times a (cm)^3$$

À Á Â Ã Ä Å Æ Ç È É Ê Ë Ì Í Î Ï Ñ Ò Ó Ô Õ Ö × Ø Ù Ú Û Ü Ý Þ ß à á â ã

$$^3 \quad {}^3_4 N \S 5 \quad {}^3_4 N \S 5^3 {}^3_4 N \S 5^3 \quad 15 \times 35^3$$

³ 4 ÄÄ,

$$^3 \quad {}^{34}\text{N}\S\ 4 \quad {}^{34}\text{N}\S\ 4^3 \quad {}^3\ 20 \times 40 \quad {}^3$$

ÀÁÂÃÄÅÆÇÈÉÊËÌÍÎÏÐÑÒÓÔÕÖ×ØÙÚÛÜÝÞßàáâãäåæçèéêëìíîïðñòóôõö÷øùúûüýþÿ

$$^3 \quad {}^3 4 N \S 5 \quad {}^3 4 N \S 5 {}^3 4 N \S 5 \quad {}^3 15 \times 35 \quad {}^3$$
[illegible]

3 3 3 3 3 20 x 40 3

[illegible]
$$^3 \quad {}^{34}\text{N}\S\ 5 \quad {}^{34}\text{N}\S\ 5 {}^{34}\text{N}\S\ 6 \quad {}^3\ 15 \times 35 \quad {}^3$$
[illegible]
$$3 \quad 3 \quad 3 \quad 3^4 N 5^3 20 \times 40^3$$
[illegible]
$$^3 \quad {}^{34}\text{N}\S 5 \quad {}^{34}\text{N}\S 6^3 \quad {}^{34}\text{N}\S 6^3 \quad 15 \times 35^3$$
[illegible]
$$3 \quad 3 \quad 34 \text{ N} 5^3 \quad 3 \quad 20 \times 40 \quad 3$$

ÀÁÂÃÄÅÆÇÈÉÊËÌÍÎÏÐ

TABLA 3-a COLUMNAS, MAMPOSTERIA

PARA ZONA I

[illegible]
$$^3 \quad \quad \quad ^3 \quad 10 \quad ^3 \quad 12 \quad ^3 \quad 15 \quad ^3$$
[illegible]

3 Sección b x a (cm) 3

[illegible]
$$^3 \quad ^3 \quad ^3 12 \times 80 \quad ^3 \quad ^3$$
$$^3 1(m) \quad ^3 10 \times 80 \quad ^3 (12 \times 75) \quad ^3 15 \times 80^3$$

[illegible]

1. = Longitud de pared tributaria a la columna (en una fila de columnas es la separación de las mismas).

t = Espesor de una pared.

a = Dimensión de una columna perpendicular al eje de la pared o altura de una viga.

b = Dimensión de una columna paralela al eje de la pared o ancho de una viga.

A = Dimensión de una placa perpendicular al eje de la pared.

B = Dimensión de una placa paralela al eje de la pared.

h = Espesor de una placa.

BARRAS

X = Refuerzo en el sentido largo de la placa (paralelo a A)

BARRAS

Y = Refuerzo en el sentido corto de la placa (paralelo a B)

REQUISITOS ADICIONALES

Art. 54.- Precauciones en Fachadas.

En fachadas tanto interiores como exteriores los, vidrios de ventana se colocarán en los marcos de éstas de manera que permitan un juego por lo menos igual al desplazamiento horizontal de diseño correspondiente a ese piso, sólo, podrá omitirse esta precaución cuando los marcos de las ventanas estén ligadas a la estructura de tal manera que las deformaciones de ésta no les afecten.

Art. 55.- Marquesinas.

En las fachadas de edificios de más de dos pisos no se permitirán elementos que no formen parte de la estructura tales como, materiales frágiles o vidrios montados en marcos fijados a la estructura que no sean capaces de evitar daños estructurales y si se usan deberán estar provistos de una marquesina cuyo voladizo tendrá una longitud igual a la altura de dicho elemento pero no menor de 1.50 metros y a lo largo de toda la fachada, esta protección no será necesaria si la fachada se arremete 1.50 metros o más de la línea de construcción y que además se restrinja el paso de peatones en esa zona.

Art. 56.- Elementos que no forman parte integrante de la estructura. Se consideran como elementos que no forman parte integrante de la estructura y no contribuyen a su resistencia y rigidez, los constituidos por materiales frágiles como el vidrio, yeso y las divisiones con espesor menor de 10 centímetros. Las divisiones metálicas, las de madera y las formadas por materiales sumamente deformables, como plásticos reforzados con fibra de vidrio siempre que no posean tableros de materiales frágiles, no requieren precauciones especiales en su liga con la estructura por lo que respecta a desplazamientos horizontales. Los demás elementos que no forman parte integrante de la estructura deben ligarse tomando precauciones para que no se dañen al deformarse ésta.

Dichas precauciones consistirán, por ejemplo, empotrar el elemento en un nivel dejándolo libre en el nivel opuesto, o ligarlo en un piso, guiándolo en el otro mediante un canal o ranura, etc., pero en todo caso existirán holguras congruentes con los desplazamientos de la estructura y se revisará la estabilidad del elemento de acuerdo con las aceleraciones horizontales y verticales que se indican en el capítulo.

Art. 57.- Elementos que forman parte integrante de la estructura.

Se considerarán como elementos que forman parte integrante de la estructura y contribuyen a su resistencia o rigidez, aquellos, sean metálicos, madera, concreto o mampostería, cuyas partes se hallan ligadas entre sí y al resto de la estructura.

Art. 58.- Soleras de Liga en Fundaciones.

Los elementos estructurales que se apoyan sobre el terreno deben estar ligados entre sí mediante miembros de la liga. Cada miembro de liga capaz de resistir lo mismo en tensión que en compresión, el 25% de la carga vertical, incluyendo la carga accidental total que sostenga el cimiento que esta sometido a la carga mayor.

Los requisitos exigidos en el inciso anterior, pueden omitirse, cuando se trata de elementos estructurales que se hallen empotrados adecuadamente en roca sana o estratos resistentes.

Art. 59.- Soleras y Nervios.

Las barras de soleras y nervios resistirán en tensión los componentes de los esfuerzos de la pared suponiendo que esta se puede agrietar a 45 grados con la horizontal.

En este cálculo deben tomarse en cuenta los esfuerzos debidos a peso propio. Se verificará que es adecuada la capacidad de adherencia de refuerzo; se logrará la cantidad en la transmisión de la fuerza que resisten las barras, y en sus

dobles, se tomaran las precauciones para resistir la resultante diagonal de la tensión. El refuerzo se anclará penetrando en el núcleo de concreto de la columna o en el extremo de la pared cuando allí termine.

Art. 60.- El análisis de todo edificio se verificará que los desplazamientos horizontales y verticales de las losas y de los demás elementos resistentes sean compatibles entre sí, debiéndose revisar que sean capaces de resistir los esfuerzos inducidos.

CAPITULO XVII

REPARACION DE EDIFICACIONES DAÑADAS

Art. 61.- Cuando una edificación haya sufrido daños por el sismo del 10 de Octubre de 1986, deberá ser reparada efectuando un estudio completo de su integridad estructural a fin de garantizar la seguridad y las condiciones de servicio necesarias para su uso según los requisitos establecidos en este Reglamento.

Art. 62.- El estudio debe incluir en mayor o menor grado las etapas siguientes:

A. Diagnóstico.

Consistirá en una evaluación detallada de los daños, levantamiento físico de la edificación, evaluación de la calidad de los materiales, análisis estructural de la edificación en sus condiciones originales de proyecto y en sus condiciones actuales, evaluaciones de condiciones del subsuelo y otros aspectos que puedan ser causa de falla.

B. Alternativas de Reforzamiento.

Se plantearán y analizarán las opciones de reparación las cuales además de satisfacer los requisitos de funcionamiento de la estructura deberán corregir las deficiencias obtenidas en la etapa de diagnóstico de acuerdo al presente Reglamento.

C. Diseño Final.

Comprende el diseño definitivo de la opción seleccionada esto incluye elaboración de planos de la reparación, memoria de cálculo, especificaciones técnicas constructivas que estén acordes al presente Reglamento.

D. Supervisión de la Construcción.

Debido a la importancia técnica que requieren los procesos constructivos durante la ejecución de la reparación y a los problemas de detalle en los diversos procesos de la misma es recomendable la participación del Ingeniero responsable del diseño estructural en la inspección y supervisión de la obra.

Art. 63.- Cuando existan daños en fachadas o elementos no estructurales se tendrán que cumplir los requisitos dados en Requisitos Adicionales del Capítulo XVI del presente Reglamento.

CAPITULO XVIII

PRECAUCIONES DURANTE LA CONSTRUCCION

Art. 64.- Toda obra debe ejecutarse de tal manera que durante la construcción sea capaz de resistir las fuerzas laterales que corresponden a los coeficientes sísmicos que se indican en el capítulo III del presente Reglamento.

Art. 65.- En caso de reparación o reconstrucción se deberá apuntalar la edificación de acuerdo a las instrucciones del Ingeniero Civil o Arquitecto responsable de la Obra.

En las reparaciones de Concreto Reforzado donde se requiera el uso de aditivos especiales, se deberá utilizar la técnica apropiada tanto en su dosificación como en la aplicación.

Art. 66.- Se construirán las protecciones necesarias para evitar daños a personas, vehículos o bienes y de construcciones adyacentes, indicando mediante señalizaciones conveniente ubicadas, los avisos de peligro.

Art. 67.- En toda nueva construcción de más de dos pisos además de satisfacer las precauciones dadas en el Art. 64 deberá satisfacer también las precauciones mencionadas en el Art. 66.

CAPITULO XIX

SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

Art. 68.- En toda edificación en construcción ya sea nueva o por reparar, será necesario e imprescindible la supervisión y control de los materiales a usarse en la Obra, para comprobar si en efecto se esta cumpliendo con lo especificado en los planos y especificaciones técnicas.

Art. 69.- La supervisión de la obra deberá ser efectuada por un Ingeniero o Arquitecto de experiencia legalmente facultado para el ejercicio de su profesión, el control de calidad por un Laboratorio de reconocida capacidad y serán contratados por el propietario.

Art. 70.- El control de calidad de los materiales será reportado al supervisor y al propietario. El supervisor notificará e informará al propietario sobre cualquier anomalía que se esté cometiendo en cuanto al uso de los materiales, técnicas de construcción o incumplimiento de las especificaciones técnicas, así este fuera del caso, el propietario, antes de tomar cualquier decisión sobre lo informado deberá consultar al Ministerio de Obras Públicas quien decidirá emitiendo un fallo al respecto, mientras tanto el constructor deberá suspender temporalmente esa parte de la construcción mientras no se emita por parte del MOP el dictamen correspondiente el cual será inapelable por las partes.

CAPITULO XX

INSTRUMENTOS

Art. 71.- Para el permiso de ocupación en estructuras cuya área cubierta exceda de 10.000 m² o cuya altura exceda de 30 metros, deberá constatarse ante la Dirección General de Urbanismo y Arquitectura que se encuentran instalados deformímetros y acelerógrafos capaces de registrar con precisión movimientos intensos siempre y cuando el Centro de Investigaciones Geotécnicas así lo exija.

Art. 72.- La Dirección General de Urbanismo y Arquitectura, podrá exigir la instalación de deformímetros y acelerógrafos en otras estructuras que por su importancia y ubicación lo ameriten, a juicio del Centro de Investigaciones Geotécnicas.

CAPITULO XXI

PERMISOS DE CONSTRUCCION

Art. 73.- Todo proyecto de construcción nueva, ampliación o reparación de edificios dañados por sismos, que sean presentados para su aprobación deberá cumplir con este Reglamento y requerirá la autorización de la Dirección General de Urbanismo y Arquitectura, la cual además, esta facultada para inspeccionar, supervisar las Obras con la frecuencia que estime, para comprobar que se cumple con los requisitos correspondientes.

Los planos y cálculos estructurales deberán ser elaborados por un Ingeniero Civil legalmente facultado en nuestro país para el ejercicio de su profesión, quién deberá exigir que las obras que las obras sean ejecutadas tal como se muestran en los planos aprobados.

Art. 74.- Toda reparación de daños originados por sismos, deberá hacerse mediante licencia previa de la Dirección General de Urbanismo y Arquitectura.

En caso de que los daños se hubieran resanado o reparado sin tal licencia o sin acatar las disposiciones dadas en el presente Reglamento, la Dirección General de Urbanismo y Arquitectura podrá, obligar a demoler la parte en cuestión para repararla de conformidad a las normas del presente Reglamento a costas del propietario.

CAPITULO XXII

DISPOSICIONES FINALES

Art. 75.- Queda derogado el Decreto Ejecutivo N° 6, de fecha 10 de Enero de 1966, publicado en el Diario Oficial N° 15, Tomo 210, de fecha 21 del mismo mes y año.

Art. 76.- El presente Decreto entrará en vigencia ocho días después de su publicación en el Diario Oficial.

DADO EN CASA PRESIDENCIAL; SAN SALVADOR: A DOCE DEL MES DE SEPTIEMBRE DE MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y NUEVE.

ALFREDO FELIX CRISTIANI BURKARD,
PRESIDENTE DE LA REPUBLICA.

JOSE MAURICIO STUBIG,
MINISTRO DE OBRAS PUBLICAS.

D.E. N° 14, del 12 de septiembre de 1989, publicado en el D.O. N° 170, Tomo 304, del 14 de septiembre de 1989.