

EVALUACIÓN DE CÓDIGO SÍSMICO

(Original: Ingles)

GUATEMALA

Evaluación llevada a cabo por Guillermo Santana

NOMBRE DEL DOCUMENTO: “Normas Estructurales de Diseño y Construcción Recomendadas para la República de Guatemala”

AÑO: 1996

COMENTARIOS GENERALES: Documento elaborado por un comité técnico constituido en 1986, bajo la supervisión del Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas del Gobierno de la República de Guatemala.

TEMAS ESPECÍFICOS:

NOTA: Los números entre corchetes se refieren a capítulos o artículos específicos del Código: [4.1.b]

Los números entre paréntesis se refieren a temas de este documento: (ver 2.2)

1. ALCANCE

1.1 Conceptos explícitos. [Sec. 1-1.1]

La norma se aplica al diseño y construcción de edificaciones nuevas, así como a la reparación y readaptación de facilidades existentes. Este incluye prescripciones de carga únicamente para terremoto, a pesar de que la explicación establece los vientos y también las cargas de depósitos de cenizas volcánicas, con la zonificación asociada. Esta claro para el revisor que el comité técnico fue comisionado para redactar una norma para todos los tipos de condiciones de carga pero de alguna manera su esfuerzo quedó corto.

1.2 Objetivos del Desempeño. [Sec. 1-1.1]

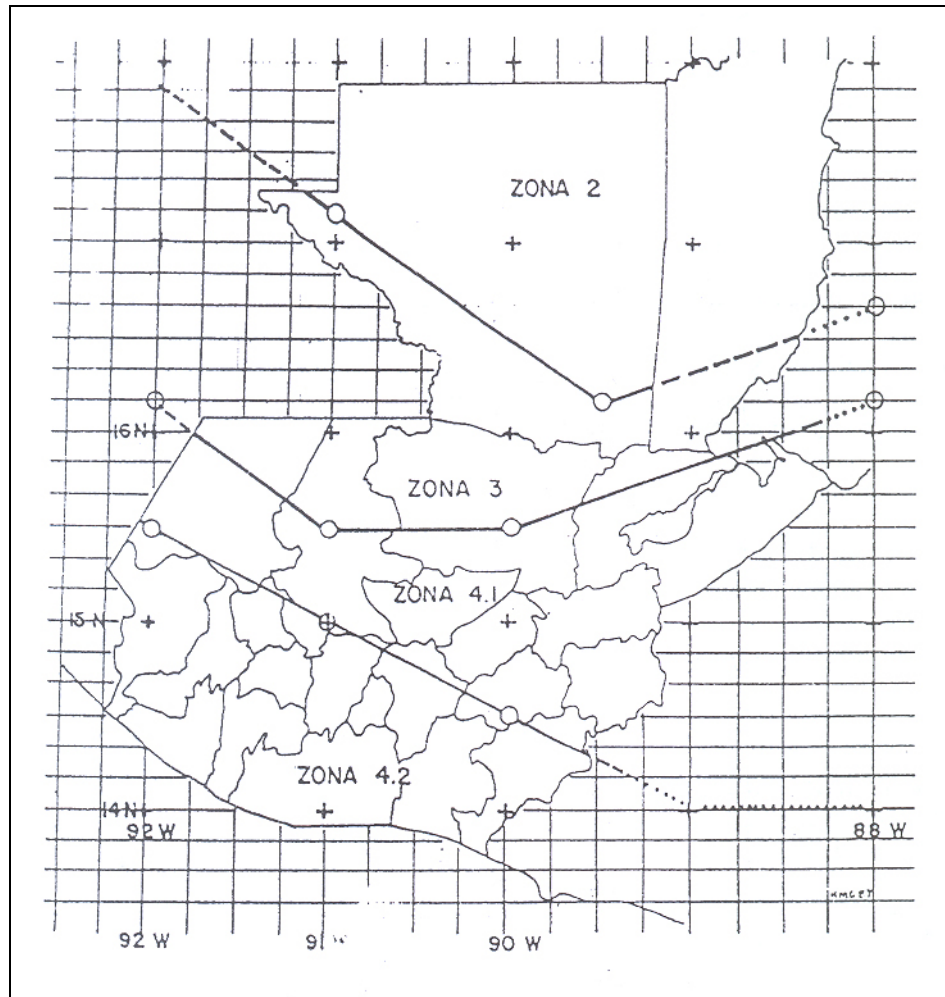
Los objetivos de desempeño se presentan como a) la salvaguardia contra la pérdida de vida y para reducir la posibilidad de daños físicos a las personas; b) proveer o suministrar un mínimo de calidad estructural de tal manera que la integridad de la facilidad que está siendo sometida a cargas frecuentes y permanentes, pueda ser preservada y c) proveer protección contra daños directos o indirectos causados por los agentes naturales adversos. Las cargas permanentes y frecuentes incluirán carga muerta, carga viva y presiones laterales. Los agentes naturales adversos considerados son

terremotos, inestabilidad en terrenos con pendiente, actividad volcánica y meteorológica así como acciones ambientales.

2. ZONIFICACIÓN SÍSMICA Y CARACTERIZACIÓN DE SITIO

2.1 Zonificación Sísmica (Calidad de Datos). [Sec. 2-2.1]

El país está dividido en cuatro zonas sísmicas. El nivel más bajo se asigna a la mitad nororiental del país. Esta área, mostrada en el mapa que sigue, cubre 30% del país así como Belice (para el cual una disputa territorial está aún sin resolverse desde los tiempos coloniales) las otras dos terceras partes del país se dividen en las tres zonas adicionales las cuales aumentan en intensidad a medida que se acercan al Océano Pacífico. El mapa refleja las dos zonas sismológicas más importantes en Guatemala, la falla del Motagua-Polochic y la zona de Subducción.



2.2 Niveles de Intensidad Sísmica. [Sec. 2-2.2.3]

Se consideran tres niveles de intensidad sísmica en esta norma: frecuente, severa y extrema. El nivel correspondiente a terremoto severo corresponde

al nivel base. El terremoto frecuente es asignado a un nivel de aceleración más bajo en cada zona sísmica. El terremoto extremo se define finalmente como el evento que producirá un 30% de incremento en los niveles de aceleración pico con respecto al caso severo.

Zona Sísmica	I_o	A_o	A_f	A_e
2	2	0.10g	0.00g	0.13g
3	3	0.10 a 0.30g	0.00 a 0.10g	0.13 a 0.39g
4.1	4	0.30g	0.10 a 0.15g	0.39g
4.2	4	0.30g	0.15g	0.39g

2.3 Consideraciones de Falla Cercana.

Ninguna consideración de falla cercana está prevista en este documento.

2.4 Requisitos de Sitio. [Sec. 2-2.2.3]

Se establecen tres tipos de suelo. Se dan definiciones de suelos, suave (S_3), mediano (S_2) y suelo duro y roca (S_1) en términos de profundidad de los estratos, propiedades geofísicas y composición. En lugares donde las propiedades del suelo no son conocidas en suficiente detalle para determinar el tipo de perfil de suelo, se utilizará el caso más crítico, ya sea del perfil de suelo mediano o del perfil de suelo suave. El capítulo 2-5 se dedica totalmente a condiciones de suelo y terreno que deben ser consideradas. En primer lugar se define un criterio básico y se da el criterio de micro zonificación mediante la definición de zonas de precaución diferente, de acuerdo a las principales características de la topografía de la ciudad de Guatemala y otros centros urbanos de importancia. Se hace énfasis en la identificación de inestabilidad de terrenos con pendiente, fallos en tierra debidos a falla y licuación. Se dan provisiones especiales para los sitios a ser utilizados para facilidades, a los que se asigna un índice de sismicidad de 5, el nivel más alto.

2.5 Clasificación de Sitio. [Sec. 2-2.2.3]

Las definiciones de sitio y los coeficientes asociados se dan en el siguiente cuadro

CUADRO 1. COEFICIENTES DE SITIO	
Tipo	Descripción
S_1	Un perfil de suelo con: (a) Roca de cualquier característica. Dicho material puede caracterizado por una velocidad de onda de sismorresistencia mayor que 800/s, o (b) Condiciones de suelo rígido donde la profundidad del suelo es menos de 50 m y los tipos de suelo que recubren roca son depósitos estables de cenizas volcánicas, arenas, gravas o arcillas duras.
S_2	Un perfil de suelo con condiciones profundas no cohesivas o de arcilla rígida, incluyendo sitios donde la profundidad del suelo excede 50 m y los tipos de suelo que recubren roca son depósitos estables de cenizas volcánicas, arenas, gravas o arcillas rígidas.
S_3	Un perfil de suelo con arcillas suaves a medianamente rígidas, cenizas y arenas volcánicas, caracterizadas por 10 m o más de arcillas suaves a medianamente rígidas con o sin capas intermedias de arena u otros suelos no cohesivos. En general los perfiles de suelo caracterizados por una velocidad de onda sismorresistente de menos de 200 m/s.

2.6 Aceleraciones Pico en Tierra (Horizontales y Verticales). [Sec. 2-2.2]

Las aceleraciones pico en tierra Horizontales efectivas se definen en términos del coeficiente A_0 presentado en (2.2) anteriormente. Las aceleraciones pico varían entre los rangos de 0.00g en la Zona 2 a 0.39g en la Zona 4.2 para terremotos definidos como de niveles frecuente, diseño de base y extremo. Como una traducción editada no tan apropiadamente de ATC 3-06, esta norma requiere que para edificaciones a las que se asignan las categorías C y D (*Categorías de Desempeño Sísmico*), el componente vertical del movimiento de terremoto sea considerado en el diseño de vigas voladizas horizontales y componentes pretensados. Para los componentes de vigas voladizas horizontales, estos efectos pueden ser satisfechos mediante el diseño de una fuerza ascendente neta del 20% de la carga muerta. La norma no es específica en el caso de otros componentes horizontales que empleen pre-tensión. Este revisor opina que la intención fue considerar vigas voladizas horizontales y componentes pretensados horizontales de edificaciones que requieren un nivel de protección sísmica D y E [Cuadro 2-2/A], que se presenta abajo.

CUADRO 2. NIVEL DE PROTECCIÓN SÍSMICA					
Índice de Sismicidad I_0	Clasificación de Ocupación				
	Critica	Esencial	Importante	Ordinaria	Miscelánea
5	E	E	D	C2	C1
4	E	D	C2	C1	B
3	D	C2	C1	B	B
2	C2	C1	B	B	A

Nota: Ver Clasificación de Ocupación [Sección 1-1.3] e Índice de sismicidad en [2-2.1.1]

3. PARÁMETROS PARA LA CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL

3.1 Ocupación e Importancia. [Sec. 1-1.3]

Se definen cinco clasificaciones de ocupación. Estas son facilidades críticas, esenciales e importantes y ocupaciones ordinarias y misceláneas que incluyen lo siguiente:

CUADRO 3. CLASIFICACIÓN DE OCUPACIÓN	
Grupos de Ocupación	Tipo de Ocupación o Función de la Estructura
I Facilidades Críticas	Facilidades que son indispensables para el país porque son necesarias para el desarrollo socioeconómico de un segmento grande de la población. También aquellas facilidades cuyas fallas o derrumbes pondrían en peligro directa o indirectamente a un segmento grande de la población. Ejemplos son estaciones de generación de energía grandes, diques grandes, puentes grandes y otras facilidades similares. Las facilidades críticas debieran ser designadas como tales por las autoridades relevantes. De lo contrario, las facilidades debieran ser clasificadas como pertenecientes a cualquiera de las clases que aparecen más abajo.

II	Facilidades Esenciales	Todas aquellas facilidades públicas o privadas que deben permanecer en operación durante y después de la ocurrencia de un desastre o evento natural adverso: hospitales y otras facilidades médicas que tengan áreas de cirugía y tratamiento de emergencias; estaciones de bomberos y policía; tanques u otras estructuras que contienen, alojan o sostienen agua; plantas de tratamiento de aguas negras; plantas generadoras de energía, incluyendo líneas de transmisión y subestaciones; estructuras y equipo en centros de comunicación y otras facilidades requeridas para respuesta de emergencia; estaciones de radio –transmisión; puentes sobre autopistas principales; todas aquellas facilidades declaradas como esenciales por los gobiernos nacional o local.
III	Facilidades Importantes	Edificaciones de alta ocupación diseñados para asamblea pública o edificaciones cuyo derrumbe podría poner en peligro a un gran número de personas; edificaciones cuyos ocupantes están restringidos a una movilidad limitada; edificaciones donde se proveen servicios importantes (pero no esenciales) a un gran número de personas; edificios que alojan valores culturales conocidos o equipo costoso: escuelas públicas o privadas y guarderías, hospitales, sanatorios, facilidades públicas o privadas para el cuidado de la salud no clasificadas como esenciales; facilidades de parqueo de vehículos y garajes no incluidos como esenciales; cárceles; museos y otras facilidades similares; todas las edificaciones de más de cinco pisos de altura o 3000 m ² ; teatros; cines; auditorium; plazas de mercado; restaurantes y facilidades similares con ocupaciones de más de 300 personas; bodegas o fábricas de materiales tóxicos, explosivos o inflamables; redes de distribución de agua; redes de aguas negras.
IV	Ocupación Ordinaria	Todas las otras estructuras no clasificadas en ninguno de los grupos previos incluyendo facilidades de vivienda, comerciales o industriales, bodegas cuya importancia o características no las colocan en ninguna de las categorías anteriores
V	Ocupaciones Misceláneas	Facilidades industriales o agrícolas de baja ocupación.

3.2 Sistemas Estructurales. [Sec. 3-1.3]

Se definen cinco sistemas estructurales y un valor R_o se asigna a cada uno de ellos. Este valor R_o es definido como un *factor de reducción de respuesta sísmica genérico* que toma en cuenta la capacidad post elástica genérica de un sistema estructural (ductilidad más otros efectos disipantes de energía).

CUADRO 4. SISTEMAS ESTRUCTURALES			
	Sistemas Estructurales	Sistemas de Resistencia de Fuerza Lateral	R_o
E1	Marco de Construcción	Muros sismorresistentes	
		a. Mamposterías reforzadas	2.5
		b. Concreto reforzado	3.5
		c. Mampostería no reforzada	1.0
		d. Mampostería parcialmente reforzada	1.7
		e. Madera	4.0
		Marcos reforzados	3.0
E2	Marco de Resistencia de Momento		
	E2-1 Ordinario (OMRF)	a. Acero	3.5
		b. Concreto reforzado	1.7
	Marco de Resistencia de Momento	a. Acero	5.5
	E2-2 Especial (SMRF)	b. Concreto reforzado	5.0

E3	Sistemas de Interacción Muro sismorresistente-Marco	Con Muros Sismorresistentes de Mampostería Reforzada	3.5
		Con Muros Sismorresistentes de Concreto Reforzado	4.5
		Con Marcos Reforzados en vez de Muros Sismorresistentes	
		a. Concéntricos	3.5
		b. Excéntricos	4.0
E4	Doble	Con Muros Sismorresistentes de Mampostería Reforzada	3.5
		Con Muros Sismorresistentes de Concreto Reforzado	5.5
		Con Marcos Reforzados en vez de Muros Sismorresistentes	
		a. Concéntricos	3.5
		b. Excéntricos	5.0
E5	Péndulo Invertido	Concreto Reforzado	
		a. Encerrado	2.0
		b. Ordinario — No Permitido	—
		Acero	
		a. Detalle Ordinario	1.0
		b. Detalle Sísmico	2.0
		Madera	2.5
E6	Otros	Clasificado como E5 o chequear Caps. 3-7, 3-8, 3-9.	

3.3 Regularidad Estructural. [Sec. 3-1.4]

Se hace referencia a regularidad estructural en la sección 3-1.4 bajo Configuración de Edificaciones. En esta sección, se da atención a configuración plana y vertical así como a redundancia estructural. Estas características son cuantificadas mediante un Factor de Calidad de Resistencia Sísmica Q , definido formalmente en la Sección 3-1.2 como $Q = 1.00 + 0.01 \sum q_i$. Si $Q < 0.80$ en cualquier dirección del análisis, el proyecto debe ser modificado. La filosofía detrás de este enfoque es calificar la concepción estructural de la edificación de manera que se permita al diseñador más libertad de escoger. El revisor no tiene conocimiento alguno de cualquier enfoque similar en ningún otro código escrito en las Américas. Supuestamente, este tipo de enfoque resultaría en una mejor comprensión del comportamiento de la edificación por parte del diseñador así como por parte de los propietarios y usuarios de la facilidad. El enfoque del factor de calidad no se aplica al sistema estructural E5, ni tampoco a caparazones, membranas, ni a edificaciones sin diafragmas. Se asigna Regularidad Plana, si más de 75% del área de la edificación por encima del nivel base está compuesta de pisos regulares sin esquinas reentrantes o aleros, sin excentricidad entre el centro de masa y el centro de rigidez; es decir, la relación e_x/L_x o e_y/L_y es menor de 0.15 y sin anisotropía de rigidez excesiva; es decir, la rigidez traslacional por piso en cada dirección está entre 0.67 y 1.5, y $0.33 < L_x/L_y < 3.0$. Se asigna Regularidad Vertical si no hay reveses presentes, si la relación masa/rigidez no cambia en más de 15% entre niveles adyacentes y si las particiones internas no participan en el sistema de resistencia de fuerza lateral.

3.4 Redundancia Estructural. [Sec. 3-1.4]

Como se explica anteriormente (3.3), la redundancia estructural es considerada como parte del Factor Q. La redundancia se evalúa por separado para cada dirección de análisis con el número de claros libres, ejes estructurales (es decir componentes estructurales) y muros sismorresistentes tomado en consideración para esa dirección. El factor Q más alto es asignado a una edificación con cuatro o más claros iguales y cinco o más componentes estructurales con muros sismorresistentes (o marcos reforzados excéntricamente) en al menos un tercio de ellos. No se dan aquí requisitos explícitos relacionados con rigidez del diafragma.

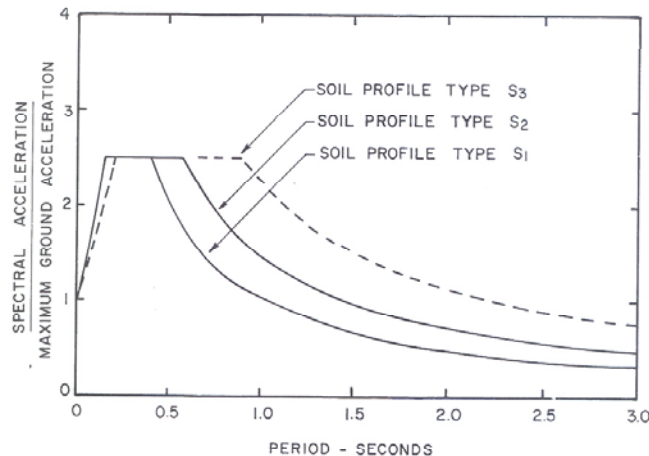
3.5 Ductilidad de elementos y componentes. [Sec. 3-1.2]

No se refiere explícitamente a la ductilidad en la porción del estándar que se evalúa. En su lugar, se define un Factor de Reducción de Respuesta Sísmica R para cada sistema estructural que es expresado como $R = 1.2R_oQ$, donde ambos R_o y Q han sido anteriormente definidos, ver (3.2) y (3.3). El factor R está basado en una adaptación de la literatura técnica publicada en los 90s. Los comentarios declaran que el factor R como está dado es quizás demasiado simplificado, pero no se trata de presentar ninguna corrección. La ductilidad de elementos se considera en la [Sec. 7-1.4] donde se dan requisitos para Marcos de Momento Especiales como una extensión de fuentes de ACI 318-89. El capítulo 7-1, Concreto Reforzado no se evalúa en el presente trabajo.

4. ACCIONES SÍSMICAS

4.1 Espectros de Respuesta Elásticos (Horizontales y Verticales). [Sec. 2-2.2]

Los Espectros de Respuesta Elásticos se definen sólo para acciones horizontales. La expresión utilizada es $S_a(T) = A_o D(T)$, donde A_o es la Aceleración Pico Efectiva definida en (2.2) y (2.6). Los espectros son definidos para los tres diferentes tipos de perfil de suelo presentados en (2.5). La porción constante de los espectros de respuesta está delimitada por períodos T_A y T_B según el cuadro presentado abajo.



CUADRO 5. FUNCIÓN DE AMPLIFICACIÓN DINÁMICA	
Cuando $T < T_A$	$D(T) = 1.0 + 1.5T/T_A$
Cuando $T_A \leq T \leq T_B$	$D(T) = 2.5$
Cuando $T_B \leq T$	$D(T) = 2.5(T_B/T)^{0.67}$

	PERFILES DE SUELO		
	S_1	S_2	S_3
T_A	0.12	0.12	0.12
T_B	0.40	0.52	0.74

4.2 Espectros de Diseño.

Los Espectros de Diseño se definen en términos de los Espectros de Respuesta Elásticos y el Factor de Reducción de Respuesta Sísmica R definidos anteriormente. Ver (3.5). La combinación de estos dos elementos define las Fuerzas Sísmicas del Diseño.

4.3 Representación de historias del tiempo de aceleración.

No se han considerado explícitamente en este documento historias de tiempo de aceleración.

4.4 Desplazamientos de Tierra del Diseño.

Los desplazamientos de tierra del diseño no son considerados explícitamente.

5. FUERZAS DEL DISEÑO, MÉTODOS DE ANALISIS Y LIMITACIONES DEL DESVÍO

5.1 Combinaciones de Carga incluyendo Efectos de Carga Sísmica Ortogonal.

Se dan Combinaciones de Carga en la [Sec. 2-7.5] como:

- a) Para todos los sistemas de construcción incluyendo R/C, acero, madera, mampostería:

$$U = 1.2M + V \pm S$$

$$U = 0.8M \pm S$$

- b) Para diseño de muros y columnas, la última ecuación en a) puede ser limitada a

$$U = M \pm S$$

Donde M = Carga muerta
 V = Carga viva
 S = Acción sísmica horizontal

Los Efectos de Carga Sísmica Ortogonales son considerados en la [Sec. 3-1.8.2] donde se afirma que deben diseñarse elementos verticales y sus cimientos para el 100% del efecto en una dirección más el 30% de la carga vertical debido a la acción sísmica en la dirección ortogonal.

5.2 Procedimientos de Análisis Simplificado y Diseño.

Se promete un procedimiento de análisis simplificado para viviendas pequeñas y construcción menor en el esquema general pero no se ha cumplido. El esquema simplemente dice que aún está pendiente.

5.3 Procedimientos del Método Estático.

Un Método de Fuerza Sísmica Equivalente se prescribe en el [Capítulo 3-2]. El método se aplica a edificaciones clasificadas como regulares dentro de plano y elevación según la [Sec. 3-1.4]. Ver (3.3). Adicionalmente, este método se aplica únicamente a edificaciones que no exceden 50 metros de altura y cuyo período fundamental de vibración no excede 1.5 segundos. La sismorresistencia base total es $V_B = C_S W_S$, donde W_S es el peso de la masa reactiva incluyendo hasta 25% de la carga viva para bodegas y facilidades de almacenaje o 5% de masa debido a líquido; y C_S es calculado conforme a:

$$C_S = \frac{S_a(T)}{R} \quad \text{for } T \geq T_A$$

$$C_S = \frac{S_a(T)}{1 + (R-1) * T/T_A} \quad \text{for } T < T_A$$

donde R fue definido en (3.5), T_A fue definido en (4.1), $T = 0.09 h_n / \sqrt{L}$ es el período fundamental de vibración para la edificación, h_n es la altura total de la edificación, L es la distancia entre los ejes estructurales en la dirección de análisis y $S_a(T)$ es la demanda sísmica del diseño definida en (4.1). La sismorresistencia base total es distribuida a través de la altura de la edificación mediante la aplicación de fuerzas verticales en cada nivel. Estas fuerzas son

$$F_j = \frac{W_j h_j^k}{\sum_{i=1,n} W_i h_i^k} * V_B$$

donde:

- k = Coeficiente dependiente del período de la edificación, $k = 1$ para $T \leq 0.5s$ y $k = 0.75 + 0.5T$ para $T > 0.5s$.
- F_i = Fuerza horizontal aplicada en el nivel i .
- $h_{i,j}$ = Altura del nivel i o j medida desde la base.

W_{ij} = Peso del piso i o j .

5.4 Métodos de Superposición Modal.

Un Método de Análisis Modal se presenta en el [Capítulo 3-3]. El método se puede aplicar a todas las edificaciones. Se requiere siempre que el método estático equivalente no se permite. Para los llamados Modelos Planos (sin acoplamiento de modos ortogonales), el número de modos debería ser al menos tres o todos los modos cuyo período modal excede 0.4 s. Para Modelos No Planos (masas concentradas por piso diafragmas rígidos) y de 3 Dimensiones (diafragmas flexibles), se deben considerar dos modos de traslación para cada dirección de análisis y al menos dos modos de rotación en adición al requisito para modelos planos. La combinación modal será hecha utilizando un promedio del procedimiento de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados (SRSS) y la suma de los valores absolutos:

$S = 0.5 \left[\sum |S_i| + \sqrt{\sum S_i^2} \right]$. Para modos espaciados cercanamente, es decir, para frecuencias de vibración que están separadas por menos de 10%, el procedimiento de la Combinación Cuadrática Completa, CQC es obligado.

5.5 Métodos No Lineales.

No se prescriben Métodos No Lineales en este documento.

5.6 Consideraciones Torsionales.

Se requiere como parte del Método de Fuerza Sísmica Equivalente [Sec. 3-2.3] y no puede ser menor que una torsión accidental generada por incertidumbres en la localización de cargas (5 por ciento de la dimensión de la edificación).

5.7 Limitaciones de Desvío. [Sec. 2-8.4]

El desvío de piso se calcula como $\Delta_x = \delta_o^x - \delta_o^{x-1}$ donde δ_o^x es el desplazamiento horizontal post-elástico del centro de masa del nivel x definido en la [Sec. 3-2.5]. Δ_N es el desvío total de la edificación. El desvío de piso y global ambos tienen diferentes valores límite conforme al nivel de protección sísmica asignado a la estructura como se indica en el cuadro siguiente.

Nivel de Protección Sísmica	$\frac{\Delta_N}{h_N}$	$\frac{\Delta_x}{(h_x - h_{x-1})}$
A, B, C1	0.015	0.018
C2	0.0125	0.015
D, E	0.010	0.012

5.8 Consideraciones de la Interacción Suelo-Estructura.

Un procedimiento de evaluación para la interacción suelo-estructura se promete en el esquema general pero no es cumplido. El esquema simplemente dice que aún está pendiente.

6. VERIFICACIONES DE SEGURIDAD.

6.1 Separación de Edificaciones. [Sec. 3-1.5.5]

Todas las estructuras estarán separadas de estructuras adyacentes por una distancia igual a la suma del desvío calculado para ambas edificaciones. No se dan lineamientos específicos para desvío total o desvío de piso.

6.2 Requerimientos para Diafragmas Horizontales. [Sec. 3-1.8.9]

Se requiere que los diafragmas de piso y techo resistan las demandas sísmicas determinadas por análisis estructural. Deberían resistir una fuerza de corte dentro de plano de al menos $0.5 A_0$ veces el peso del diafragma y todos los elementos conectados a él. Las desviaciones dentro de plano del diafragma no deberían exceder las desviaciones más grandes permitidas para los elementos conectados a él.

6.3 Requerimientos para los Cimientos. [Capítulo 3-5]

Se proveen recomendaciones para capacidades de suelo y requisitos por separado para los diferentes Niveles de Protección Sísmica definidos en (2.6). Se requiere que cuando sean considerados los efectos sísmicos, las capacidades de suelo puedan ser incrementadas considerando el tiempo corto de carga y las propiedades dinámicas del suelo. Para el Nivel A de Protección Sísmica, no se dan requisitos adicionales. Para el Nivel B de Protección Sísmica, tirantes de cimiento serán provistos para topes de pilote individuales, pilares taladrados o cajones de aire comprimido. Todos los tirantes serán capaces de cargar, en tensión o compresión, una fuerza igual a $0.25A_0$ del tope de pilote o carga de columna mayor a menos que pueda demostrarse que puede proveerse sujetador equivalente por otros medios aprobados. Para los Niveles C, D y E de Protección Sísmica, zapatas individuales serán interconectadas por tirantes. Todos los tirantes serán capaces de cargar, en tensión o compresión, una fuerza igual a $0.25A_0$ de la zapata o carga de columna mayor a menos que pueda demostrarse que puede proveerse sujetador equivalente por otros medios aprobados.

6.4 Consideraciones de P-Δ. [Sec. 3-2.6]

Los efectos de $P-\Delta$ son considerados mediante el uso del coeficiente de inestabilidad:

$$CI_x = \frac{P_x(\Delta/R_o)}{V_x(h_x - h_{x-1})}$$

donde P_x es la carga de gravedad totales en y por encima del nivel x ,
 V_x es la fuerza de corte sísmica que actúa entre los niveles x y $x - 1$

$$\Delta_x = \delta_o^x - \delta_o^{x-1} \text{ como se definió en (5.7)}$$

Si el coeficiente de inestabilidad excede 0.20 en cualquier piso, se deben hacer cambios en la estructura para reducir el valor. Si el coeficiente es menor que 0.10, no se necesitan cambios. Para los casos donde el coeficiente tiene un valor entre 0.10 y 0.20, todos los efectos sísmicos, incluyendo desvío, serán incrementados por el factor $1/(1 - CI_x)$.

6.5 Componentes No Estructurales. [Capítulo 3-6]

Se dan requisitos en forma de una fuerza sísmica de diseño simplificado para partes y porciones de estructuras y sus accesorios, componentes permanentes no estructurales y sus accesorios, y los accesorios para equipo permanente sostenido por una estructura. La fuerza sísmica de diseño lateral total es $F_p = A_o C_c P W_c / g$, donde C_c es el coeficiente del componente, W_c es el peso del componente, y P es un factor de protección asignado conforme a ocupación e importancia según se definió (3.1).

6.6 Previsiones para el Aislamiento de la Base.

No se han hecho provisiones para Aislamiento de la Base.

7. EDIFICIOS RESIDENCIALES PEQUEÑOS

Como se menciona en (5.2) un procedimiento de análisis simplificado para viviendas pequeñas y construcción menor se promete en el esquema general pero no a sido cumplido. El esquema general simplemente dice que todavía está pendiente.

8. PREVISIONES PARA EDIFICACIONES EXISTENTES

Se dan provisiones para las edificaciones existentes únicamente en cuanto a que requiere que cualquier readaptación hecha debería cumplir con el mismo nivel de fuerzas prescrito para nuevas edificaciones el cual obviamente es muy alto para la mayoría de las facilidades existentes. Tal y como fue el caso con otras secciones en esta evaluación, se prometen provisiones para las edificaciones existentes en el esquema general pero no se cumple. El esquema simplemente dice que todavía está pendiente.

RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL CÓDIGO

Un gran esfuerzo fue hecho en 1987 y 1988 por un grupo muy calificado de ingenieros estructurales en ejercicio, para producir un amplio documento que abarca todos los aspectos del diseño sísmico de edificaciones y otras estructuras. Sin embargo, el esfuerzo no llegó muy lejos. La presente edición de esta Norma fue redactada nuevamente en 1996 pero, lamentablemente, tiene un considerable número de vacíos. Da una muy buena guía de lo que el comité sintió que eran los temas necesarios a ser cubiertos por un código moderno, pero simplemente faltan muchas secciones y no se ha ofrecido ningún calendario para su inclusión en una futura versión del documento.

Adicionalmente, esta norma depende en gran medida del ATC 3-06, aunque el mismo fue adoptado por la comunidad de Ingenieros Estructurales de Guatemala en 1996 cuando el documento de referencia ya estaba desactualizado. Esta evaluación ha revelado que las previsiones actuales de Guatemala necesitan ser actualizadas rápidamente.

También, una de las conclusiones principales a las que puede llegar el revisor es que ya no es suficiente actualizar un código sísmico para un país o región particular. También es necesario establecer el apoyo institucional por medio del cual se pueda lograr la actualización periódica de la norma. Quizás es necesario la creación o fortalecimiento de organizaciones profesionales regionales existentes que se enfocan hacia actividades para el desarrollo de un código.