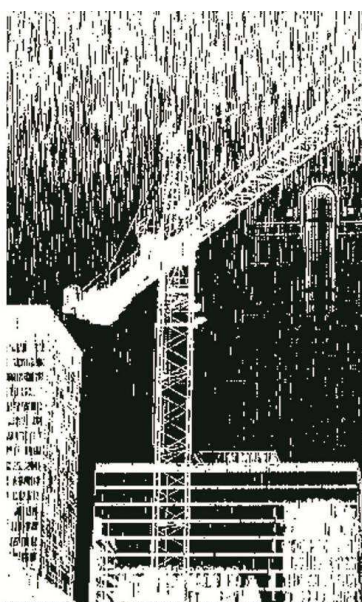


REGLAMENTO PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO SÍSMICO DE ESTRUCTURAS



R-001 Decreto
No. 201-11

DGRS Dirección General de
Reglamentos y Sistemas

MOPE
Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
REPÚBLICA DOMINICANA

UNIDAD 5

ESTRUCTURAS

Título 1-B

Reglamento para el Análisis y Diseño Sísmico de Estructuras

□ Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC)
Santo Domingo, República Dominicana
2011

TABLA DE CONTENIDO

TÍTULO I CONSIDERACIONES GENERALES	1
CAPÍTULO I OBJETIVO, CAMPO DE APLICACIÓN Y DEFINICIONES	1
TÍTULO II ZONIFICACIÓN SÍSMICA	6
CAPÍTULO I ZONAS SÍSMICAS	6
TÍTULO III CLASIFICACIÓN DE LAS EDIFICACIONES	14
CAPÍTULO I POR SU FUNCIÓN O USO	14
CAPÍTULO II CLASIFICACIÓN DE EDIFICACIONES SEGÚN SISTEMA ESTRUCTURAL	14
TÍTULO IV ANÁLISIS SÍSMICO DE ESTRUCTURAS	18
CAPÍTULO I CRITERIOS GENERALES	18
CAPÍTULO II SELECCIÓN DEL TIPO DE ANÁLISIS	19
CAPÍTULO III SOLICITACIONES SÍSMICAS	19
CAPÍTULO IV COEFICIENTE DE CORTE BASAL	20
CAPÍTULO V DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS DE ANÁLISIS	23
CAPÍTULO VI DESPLAZAMIENTO TOTAL	30
CAPÍTULO VII DESPLAZAMIENTO MÁXIMO PERMITIDO	31
CAPÍTULO VIII SEPARACIÓN ENTRE EDIFICIOS ADYACENTES	31
TÍTULO V ESTRUCTURACIÓN	31
CAPÍTULO I CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL	31
CAPÍTULO II CRITERIOS GENERALES DE APLICACIÓN	32
CAPÍTULO III CASOS ESPECÍFICOS	33
TÍTULO VI FUNDACIONES	35
TÍTULO VII CRITERIOS GENERALES PARA EL DISEÑO SÍSMICO POR DESEMPEÑO	37
TÍTULO VIII SANCIONES	38
CAPÍTULO I DISPOSICIONES ADMINISTRATIVAS	38

DECRETO No. 201-11

CONSIDERANDO: Que es deber del Estado dominicano garantizar la seguridad ciudadana, mediante el establecimiento de requisitos mínimos para el diseño y la construcción de obras, acordes con nuestra realidad y con los avances tecnológico;

CONSIDERANDO: La importancia de establecer medidas que garanticen el análisis y el diseño de las estructuras, de acuerdo a lineamientos que respondan a criterios propios de nuestras condiciones geológicas y sísmicas;

CONSIDERANDO: Que es deber ciudadano acatar las disposiciones emanadas de los poderes públicos de la Nación;

CONSIDERANDO: Que de acuerdo a la Ley No.687, del 27 de julio del 1982, la Comisión Nacional de Reglamentos Técnicos de la Ingeniería, la Arquitectura y Ramas Afines es la única autoridad estatal encargada de definir la política de reglamentación técnica de la Ingeniería, la Arquitectura y Ramas Afines, mediante el sistema establecido en dicha ley;

VISTA: La Ley No. 687, del 27 de julio del 1982, que crea un sistema de reglamentación para la preparación y la ejecución de proyectos y obras relativas a la ingeniería, la arquitectura y ramas afines;

En ejercicio de las atribuciones que me confiere el Artículo 128, de la Constitución de la República, dicto el siguiente:

REGLAMENTO PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO SÍSMICO DE ESTRUCTURAS

TÍTULO I CONSIDERACIONES GENERALES

CAPÍTULO I OBJETIVO, CAMPO DE APLICACIÓN Y DEFINICIONES

Artículo 1. OBJETIVO. El presente Reglamento establece los requerimientos mínimos que se deberán cumplir en el análisis y diseño sísmico de todas las estructuras que se erijan en el territorio nacional, para resistir los efectos de movimientos sísmicos, de tal forma que su estructura se mantenga estable, garantizando principalmente la seguridad humana.

Artículo 2. CAMPO DE APLICACIÓN. La Aplicación de este Reglamento es para todas las estructuras, con énfasis en los tipos estructurales incluidos en el Título 5.

Artículo 3. Para estructuras diferentes a las especificadas en el Capítulo II, del Título III, de este Reglamento, se establecen los criterios mínimos para determinar las fuerzas sísmicas, a partir de los mapas de isoaceleraciones números 8, 9 y 10, del Apéndice A, según el nivel de amenaza correspondiente para cada caso. Los coeficientes de diseño y demás factores deberán ser determinados en base a las características dinámicas del sistema.

PÁRRAFO: Las estructuras a que se refiere este artículo incluyen, sin ser limitativo: presas y obras afines, plantas nucleares, oleoductos, puentes, tanques de almacenamiento de agua, muros de contención, silos, estructuras de sistemas de tuberías, estructuras en base a elementos de paredes delgadas, estructuras tridimensionales techadas para acoger multitudes, torres de comunicación y de transmisión eléctrica, estructuras para generación de energía renovable, estructuras marítimas fuera de la costa, túneles y estructuras afines, estructuras para muelles y puertos y cualesquiera otras similares.

Artículo 4. CAMBIO DE USO DE LA EDIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD. El presente Reglamento será aplicado para aquellas edificaciones existentes, cuyo sistema estructural requiera ser modificado, ampliado, intervenido o rehabilitado para un nuevo uso; así como, para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica, en atención a la clasificación establecida en el Capítulo I, del Título III.

Artículo 5. UNIDADES Y TÍTULOS DEL REGLAMENTO GENERAL DE EDIFICACIONES. El Reglamento General de Edificaciones lo conforman las siguientes unidades y títulos, incluido este Título 1-B, correspondiente a la Unidad 5, las cuales serán de aplicación obligatoria para la debida concepción de los proyectos; así como, para la ejecución, inspección y supervisión de las obras en cuestión; de igual modo, le serán aplicables los demás reglamentos vigentes necesarios para estos fines:

- UNIDAD 1. REQUERIMIENTOS GENERALES DE APLICACIÓN Y TRAMITACIÓN DE PLANOS
- UNIDAD 2. DISPOSICIONES ARQUITECTÓNICAS
- UNIDAD 3. SISTEMAS DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS
- UNIDAD 4. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

- UNIDAD 5. ESTRUCTURAS
 - TÍTULO 1: CARGAS MÍNIMAS
 - TÍTULO 1-A: CARGAS Y COMBINACIONES DE CARGAS
 - TÍTULO 1-B: ANÁLISIS Y DISEÑO SÍSMICO DE ESTRUCTURAS
 - TÍTULO 1-C: ANÁLISIS Y DISEÑO POR VIENTO DE ESTRUCTURAS
 - TÍTULO 2: HORMIGÓN ARMADO
 - TÍTULO 3: MAMPOSTERÍA

- TÍTULO 4: MADERA
- TÍTULO 5: ACERO
- TÍTULO 6: ANÁLISIS Y DISEÑO BÁSICO DE ESTRUCTURAS PREFABRICADAS.
- TÍTULO 7: METODOLOGÍA PARA EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD Y REDISEÑO DE REFUERZO EN EDIFICACIONES

- UNIDAD 6. SISTEMAS ELÉCTRICOS EN EDIFICACIONES
 - TÍTULO 1: INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EDIFICACIONES

- UNIDAD 7. SISTEMAS SANITARIOS
 - TÍTULO 1: INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES Y PROYECTOS DE URBANIZACIÓN

- UNIDAD 8. SISTEMAS MECÁNICOS
 - TÍTULO 1: VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO
 - TÍTULO 2: SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN
 - TÍTULO 3: SISTEMAS DE SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE GAS.

- UNIDAD 9. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN

Artículo 6. DEFINICIONES. Para los fines del presente Reglamento, serán definidos los siguientes términos:

- 1) CAMPO CERCANO. Efectos sísmicos causados a estructuras localizadas a una distancia menor o igual a 5 kilómetros a ambos lados de la falla. (ver Mapa # 11, en el apéndice A)

- 2) CENTRO DE MASAS DE UN PISO. Es el punto donde se considera aplicada la fuerza horizontal "Fi", que incide sobre ese piso. El centro de masas coincide con el centro de gravedad de las cargas verticales del piso (cargas muertas + proporción de cargas vivas).

Si las cargas verticales están distribuidas uniformemente, el centro de masas coincide con el centroide geométrico de la planta del piso.

- 3) CENTRO DE CORTANTES DE UN PISO. Es el punto donde se considera aplicada la fuerza cortante "Vi", de ese piso. Si la distribución de cargas y la geometría del piso considerado se repite en todos los pisos superiores a él, el centro de cortantes coincide con el centro de masas.

- 4) CENTRO DE RIGIDEZ DE UN PISO. Es el punto por el que debe pasar la línea de acción de la fuerza cortante "Vi", para que el desplazamiento sea sólo de traslación.

- 5) COEFICIENTE DE CORTE BASAL. Cociente que resulta de dividir la fuerza lateral sísmica a nivel de base entre el peso total del edificio considerado en el análisis.

- 6) CUANTÍA MURO-ÁREA. Área total de los muros de carga en la dirección analizada, dividida entre el área total de cada piso.

- 7) DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL RELATIVO. Diferencia entre los desplazamientos laterales entre dos pisos consecutivos.

- 8) DIAFRAGMA FLEXIBLE. Todo sistema de losas que no cumpla con la definición de Diafragma Rígido.

- 9) **DIAFRAGMA RÍGIDO.** Todo sistema de losa plana de hormigón armado con espesor mayor o igual que 5 cms, y una relación largo-ancho menor o igual que 4.
- 10) **PISOS SIN VIGAS.** Estructuras compuestas por losas planas o nervadas apoyadas directamente sobre columnas.
- 11) **EXCENRICIDAD ACCIDENTAL.** Parte de la excentricidad reglamentaria que cubre entre otras cosas, las incertidumbres de la distribución de las sobrecargas en las plantas en el instante del sismo.
- 12) **EXCENRICIDAD GEOMÉTRICA.** Es la distancia entre el centro de masas y el centro de rigidez del piso considerado, perpendicular a la dirección del análisis.
- 13) **EXCENRICIDAD REGLAMENTARIA.** Es la excentricidad geométrica amplificada por el factor dinámico incluido en este Reglamento, más los efectos producidos por la excentricidad accidental.
- 14) **FUNDACIONES.** Son los elementos estructurales que transmiten las cargas de las edificaciones al suelo subyacente. Incluirán las cargas gravitacionales aplicadas al sistema estructural y a las fuerzas sísmicas de diseño.
- 15) **LOSAS NERVADAS.** Losas apoyadas sobre vigas y/o muros monolíticamente vaciados con nervaduras espaciadas en formas regulares y colocadas en una o dos direcciones perpendiculares.
- 16) **MUROS DE BLOQUES ARMADOS EN DOS DIRECCIONES.** Muros de bloques huecos de concreto o arcilla unidos con mortero, reforzados con acero vertical y horizontal espaciados en forma regular.
- 17) **MUROS DE BLOQUES VERTICALMENTE ARMADOS.** Muros de bloques huecos de concreto o arcilla unidos con mortero, reforzados con acero vertical espaciado en forma regular.
- 18) **MUROS DE BLOQUES CONFINADOS.** Muros de bloques huecos de concreto o arcilla, unidos con mortero, verticalmente armados, enmarcados por vigas y columnas.
- 19) **RIGIDEZ DE PISO.** Es el valor dado por la expresión:

$$\frac{1}{K_{pi}} = \sum_{e=1}^{N_e} \frac{h_e^3}{12E_e I_e} + \sum_{e=1}^{N_e} \frac{h_e}{A_e G_e}$$

Donde: K_{pi} es la rigidez del piso i

N_e : es el número de elementos

E : es el elemento estructural (muro o columna)

E_e : es el módulo de elasticidad del elemento

I_e : es el momento de inercia de la sección transversal del elemento

h_e : es la altura del piso

A_e : es el área de la sección transversal

G_e : Módulo de Cortante

- 20) **PISO SUAVE.** Es aquél que se produce cuando la rigidez del sistema sismo-resistente a las fuerzas laterales en cualquier piso es menor que el 70% de la rigidez del piso adyacente superior, o menor que el 80% de la rigidez promedio de los tres pisos adyacentes superiores. Para el cálculo de la rigidez del piso se deberán tomar en cuenta los elementos no estructurales construidos con

materiales rígidos, como: mampostería, ladrillos, concreto con poliestireno expandido y otros similares, adosados a los elementos verticales del sistema sismo-resistente.

- 21) **PISO DÉBIL.** Es aquél que se produce cuando la resistencia de los elementos verticales (muros y columnas) a la fuerzas laterales en cualquier piso es menor que el 80% de la resistencia del piso adyacente superior.
- 22) **PÓRTICOS ESPECIALES.** Pórticos que en su diseño se garantice que la falla se produzca por momento de flexión en las vigas, fuera de las uniones viga-columna. Estos deberán cumplir con los requerimientos Normativos sísmicos especiales del ACI 318, Capítulo 21 y del Seismic Design Manual AISC.
- 23) **PÓRTICOS INTERMEDIOS DE HORMIGÓN ARMADO.** Pórticos que en su diseño se garantice el confinamiento de los elementos estructurales en los puntos críticos de unión viga-columna.
- 24) **PÓRTICOS INTERMEDIOS DE ACERO.** Aquéllos que no cumplen con la definición de pórticos especiales.
- 25) **RETRANQUEOS.** Reducción brusca que ocurre en un determinado nivel en la planta de una edificación, consistente en una torre que se levanta sobre una plataforma de un área considerablemente mayor.
- 26) **SISMO EXTREMO.** Un sismo con probabilidad de excedencia de un 2%, en 50 años, lo que equivale a un sismo con un Período de Retorno de 2,475 años.
- 27) **SISMO SEVERO.** Un sismo con probabilidad de excedencia de un 10%, en 50 años, lo que equivale a un sismo con un Período de Retorno de 475 años.

Artículo 7. NOTACIÓN GENERAL.

Ae	Área en metros cuadrados de un paño de losa.
Ai	Área del piso "i" del edificio.
C	Coeficiente sísmico espectral.
Cb	Coeficiente de Corte basal.
Cd	Factor de ampliación del desplazamiento lateral.
di	Espesor del estrato i de suelo.
ds	Espesor de suelo granular en los primeros 30 m.
D _{CM}	Desplazamiento horizontal del centro de masa, causado por la fuerza sísmica en la dirección del análisis.
D _{PD}	Desplazamiento horizontal adicional, causado por los efectos P-Delta, en la dirección considerada.
D _T	Desplazamiento horizontal adicional, causado por el efecto de la torsión en la dirección considerada.
D _{TOT}	Desplazamiento total en un punto del piso considerado.

Ds	Dimensión en planta del edificio en la dirección de la sollicitación analizada.
DGRS	Dirección General de Reglamentos y Sistemas del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones.
e _a	Excentricidad accidental.
e _g	Excentricidad geométrica.
e _{in}	Excentricidad reglamentaria en el piso "i".
Fi	Fuerza lateral en el piso "i".
Ft	Fuerza lateral en el tope del edificio.
g	Aceleración de la gravedad.
H	Altura total del edificio.
hi	Altura del piso considerado ("i"), medida desde el nivel de base.
hij	Altura del piso "i" al piso "j".
K	Rigidez de los elementos estructurales.
Ko	Coeficiente que depende del tipo estructural elegido para la determinación del período fundamental de la estructura.
Li	Longitud en planta del muro "i".
M	Masa superior del sistema tipo pendular. En el caso de tanques elevados deberá incluir el material almacenado.
MOPC	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones.
Mti	Momento torsor en el piso "i".
Mvi	Momento de vuelco en el piso i.
N	Número de pisos del edificio.
$\bar{N}$	Número de golpes efectivos en el Ensayo de Penetración Estándar para suelos estratificados, definido según ASTM D1586.
$\bar{N}_i$	Número de golpes en el Ensayo de Penetración Estándar para el estrato i, definido según ASTM D1586.
$\bar{N}_{ch}$	Número de golpes efectivos en el Ensayo de Penetración Estándar para suelos con estratos granulares.
Qi	Cuantía muro-área en el piso "i".

Rd	Coeficiente de reducción por capacidad de disipación de energía. No necesita ser menor de 1.00.
RM	Respuestas modales en el análisis dinámico.
Sa	Aceleración espectral de diseño.
Ss	Aceleración espectral de referencia para períodos cortos ($T=0.20$ seg).
S_1	Aceleración espectral de referencia para períodos largos ($T=1.00$ seg).
Su	Resistencia Promedio al Cortante del Suelo sin drenar.
T	Período de vibración de la estructura en segundos.
t	Espesor nominal del muro.
U	Coeficiente que depende de la función o uso de la estructura.
V	Cortante basal.
Vi	Fuerza cortante directa en el piso "i".
Vs	Velocidad de onda de corte del suelo.
Vsi	Velocidad de onda de corte del suelo en el estrato i.
W	Peso del edificio considerado en el análisis.
Wmi	Peso del edificio correspondiente al piso "i".
Wi	Peso muerto total más un porcentaje de la carga viva en el piso considerado "i".
W'vi	Sobrecarga del edificio en el piso "i".
Wvi	Porción de la sobrecarga del edificio para el análisis sísmico correspondiente al piso "i".
$\emptyset_i$	Coeficiente de reducción de la sobrecarga en el piso "i", en función del uso.
$\emptyset_{ri}$	Coeficiente de reducción de la sobrecarga en el piso "i", en función de las dimensiones del área cargada.

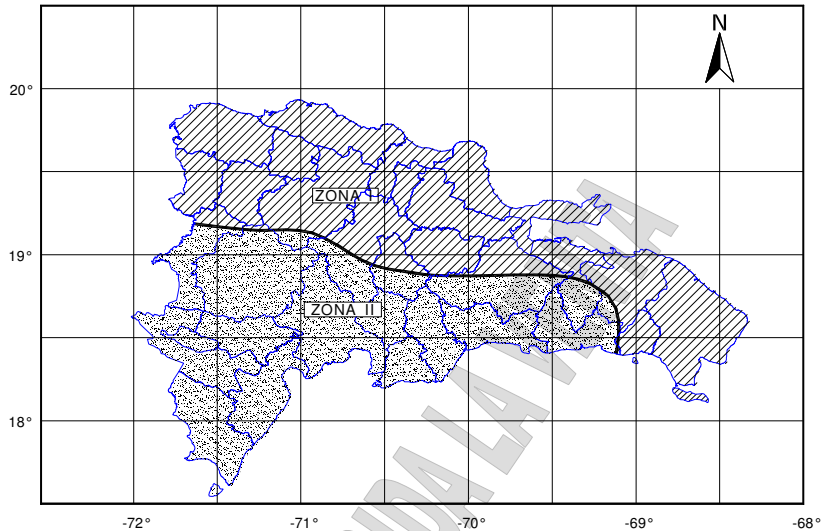
TÍTULO II ZONIFICACIÓN SÍSMICA

CAPÍTULO I ZONAS SÍSMICAS

Artículo 8. A los efectos de este Reglamento, la República Dominicana se considera dividida en dos zonas, de acuerdo a sus niveles de aceleración sísmica espectral de referencia S_s , para un período de retorno de 2,475 años, con una probabilidad de excedencia de un 2%, en 50 años. (Véase Mapa No.1).

- a) Zona I = Zona de alta sismicidad. Esta zona comprende las provincias y/o municipios donde S_s sea mayor que 0.95 g.
- b) Zona II = Zona de mediana sismicidad. Esta zona comprende las provincias y/o municipios donde S_s sea menor o igual que 0.95 g.

MAPA N°1. - ZONIFICACIÓN SÍSMICA



Artículo 9. De acuerdo a la zonificación sísmica establecida en el Artículo 8, los valores de la aceleración espectral de referencia para períodos cortos (S_s) y para períodos largos (S_l) serán los indicados en la tabla siguiente:

TABLA 1
ZONIFICACIÓN SÍSMICA. VALORES DE S_s y S_l

ZONA	S_s	S_l
I	1.55 g	0.75 g
II	0.95 g	0.55 g

Artículo 10. ZONIFICACIÓN POR PROVINCIAS Y MUNICIPIOS. En la Tabla 2, se presenta la lista de las provincias y los municipios que componen las distintas zonas referidas en el Artículo 8.

TABLA 2
LISTA DE POBLACIONES DE ACUERDO A LA ZONA SÍSMICA CORRESPONDIENTE

Provincias	Municipios, Pueblos y Localidades	
	Zona I	Zona II
Azua	-	Todas las Localidades.
Bahoruco	-	Todas las Localidades.
Barahona	-	Todas las Localidades.

Provincias	Municipios, Pueblos y Localidades	
	Zona I	Zona II
Dajabón	Todas las Localidades.	-
Distrito Nacional y Santo Domingo	-	Todas las Localidades.
Duarte	Todas las Localidades.	-
El Seybo	Otras Localidades.	Batey Block de Haití, Piedra Grande, Casabe.
Elías Piña	Billiguín, La Sierrecita, Francisco José, Los Algodones, Río Limpio, Pedro Sánchez, Burunde, Musú, El Maniel.	Otras Localidades.
Españillat	Todas las Localidades.	-
Hato Mayor	Arroyo de Agua, Palo de Caña, Sabana de la Mar, Tío Pepe, Loma Clara, Trepada Alta, El Centro, Río Chiquito, Arroyón, Pedro Pablo, El Brinco, Guachimán, El Carrito, El Escobar, La Cruz, El Valle, Alto de Piedra, El Caño, Río Arriba, Manaclita, Rincón Fogón, Los Callejones, El Cabao, Capitán, Caño Hondo, Arenitas, Las Cañitas, Magua, El Bohío, San Rafael, Mango Limpio, Km 20, Las Palmeras, Km 15, Sabana Grande, Moña Gorra, Guamira, Las Sorias, El Cercado, Manchado.	Otras Localidades.
Hermanas Mirabal	Todas las Localidades.	-
Independencia	-	Todas las Localidades.
La Altagracia	Todas las Localidades.	-
La Romana	Todas las Localidades.	-
La Vega	Otras Localidades.	La Ciénaga, Mata de Café, Angostura, La Cotorra, Los Sánchez, Maldonado, Tireo Arriba, Tireo Abajo, El Naranjal, Los Coralillos, El Cercado, Constanza, Colonia Japonesa, Colonia Húngara, Sabina, Los Botados, Vallecito Lechuga, Sabana Quéliz, Nizao, La Nevera, Piedra Gorda.

Provincias	Municipios, Pueblos y Localidades	
	Zona I	Zona II
María Trinidad Sánchez	Todas las Localidades.	-
Monseñor Nouel	Jima, Palero, Fula, Los Platanitos, Sabana del Puerto, La Manaclita, Miranda, Jayaco Arriba, La Ceiba, Cabina Clara, Masipetro, Caribe, El Verde, Hato Viejo, Los Arroces, Bonao.	Otras Localidades.
Monte Cristi	Todas las Localidades.	-
Monte Plata	El Manguito, Bañadero, Higuerito, Rincón Claro, Batey Nuevo, Batey San Antonio, Zapote, Batey Los Guineos, Batey Hato San Pedro, Batey Altagracia, Batey Piraco, Los Mapalos, La Charca, Los Limones, Lambedera, Osua, Carmona, Juan Sánchez, Batey Cojobal, Batey Enriquillo, Sabana Grande de Boyá, Gonzalo Rodeo, Batey Mejía.	Otras Localidades.
Monte Plata	Puerto Grande, Rancho de Agua Piedra Chiquita, La Lomita, Batey Triple, San Pedro Cabeza de Toro, Batey Vara de Vaca, Hidalgo, Sabana de los Javieles, Cruce de la Elmurst, Mata Seco, Antón Sánchez, Sabana del Medio, Plantón, La Jaquita, La Guázuma, Payabo, Hoyo de Pun Cruce Las Mellizas, Frías, El Bosque Arriba, El Mamey, Cruce de Boñé, Sabana del Estado, El Cerrito, El Guanito.	Otras Localidades.
Pedernales	-	Todas las Localidades
Peravia	-	Todas las Localidades.
Puerto Plata	Todas las Localidades.	-
Samaná	Todas las Localidades.	-
San Cristóbal	-	Todas las Localidades.
San Juan	-	Todas las Localidades.
Santiago	Todas las Localidades.	-
Santiago Rodríguez	Todas las Localidades.	-
San José de Ocoa	-	Todas las Localidades.
Sánchez Ramírez	Todas las Localidades.	-

Provincias	Municipios, Pueblos y Localidades	
	Zona I	Zona II
San Pedro de Macorís	Batey Piñones, Batey Regajo, Boca de Cumayasa.	Otras Localidades.
Valverde Mao	Todas las Localidades.	-

Artículo 11. MAPAS DE ISOACELERACIONES. Para los fines de este Reglamento, además de la zonificación sísmica, se incluyen los mapas de iso-aceleraciones espectrales de referencia S_s y S_1 para períodos de retorno de 50, 475 y 2,475 años (véase mapas Nos. 2, 3, 4, 5, 6 y 7; en el Apéndice A); así como, para los mismos períodos, los mapas de iso-aceleraciones en la roca (véase mapas no. 8, 9 y 10, en el Apéndice A). Los mapas Nos. 6 y 7, para un período de retorno de 2,475 años (2% de probabilidad de excedencia en 50 años) se usarán para los métodos de análisis descritos en el Título IV, Capítulo V, (Secciones 1, 2 y 3).

Artículo 12. EFECTOS DE SITIO. Para fines del presente Reglamento, los suelos serán clasificados según se indica en la Tabla 3, en función de las velocidades de ondas de corte, V_s y/o el número de golpes del ensayo de penetración estándar $\bar{N}$ o usando la resistencia al corte sin drenar, S_u .

**TABLA 3
CLASIFICACIÓN DEL SITIO**

Clasificación del Sitio	Designación	Propiedades Promedio en los Primeros 30m		
		Velocidad Onda de Corte V_s (m/s)	Resistencia Penetración Estándar $\bar{N}$	Resistencia al corte del Suelo sin drenar S_u (Kg/cm ²)
A	Roca Fuerte	$V_s > 1,500$	N/A	N/A
B	Roca	$760 < V_s \leq 1,500$	N/A	N/A
C	Suelo muy Denso y Roca Blanda	$360 < V_s \leq 760$	$\bar{N} > 50$	$S_u \geq 1.0$
D	Suelo Rígido	$180 \leq V_s \leq 360$	$15 \leq \bar{N} \leq 50$	$0.5 \leq S_u \leq 1.0$
E	Suelo Blando	$V_s < 180$	$\bar{N} < 15$	$S_u < 0.5$
E	-	Además, se considerará un suelo tipo E, cualquier capa de suelo con más de 3 m que tenga las siguientes características: 1. Índice de Plasticidad ^(a) $PI > 20$. 2. Contenido de Humedad ^(b) , $w \geq 40\%$. 3. Resistencia al Cortante sin drenar ^(c) , $S_u < 0.2 \text{ Kg/cm}^2$		

Clasificación del Sitio	Designación	Propiedades Promedio en los Primeros 30m		
		Velocidad Onda de Corte Vs (m/s)	Resistencia Penetración Estándar $\bar{N}$	Resistencia al corte del Suelo sin drenar Su (Kg/cm ²)
F	-	Cualquier suelo que tenga una o más de las siguientes características: 1. Suelos que podrían sufrir licuefacción durante sismo fuerte. 2. "Turbas" y/o arcillas con una gran cantidad de material orgánico, con más de 3 m de Espesor. 3. Arcillas con un índice de plasticidad > 75 y un espesor mayor o igual a 7.5 m. 4. Arcillas blandas con un espesor mayor o igual a 35.0 m y $S_u \leq 0.50$ Kg/cm²		

N/A: No aplica

- (a) El Índice de Plasticidad PI está definido según ASTM D4318.
 (b) El contenido de humedad se determinará según ASTM D2216.
 (c) La resistencia al cortante no drenado de cada estrato se determinará según ASTM D2166 o ASTM D2850.

Artículo 13. En caso de que el terreno no sea uniforme y presente en los primeros 30 m una estratigrafía con valores distintos en estos parámetros en cada uno de ellos, se procederá a calcular valores equivalentes a un estrato de un solo material, utilizando un procedimiento que tome en cuenta un espesor de suelo de hasta 30 m, constituido por n estratos, donde i es el número de orden del estrato, iniciando con i=1 el superficial, de acuerdo a lo siguiente:

La velocidad de onda de corte equivalente viene dada por:

$$(A) \quad V_S = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{V_{si}}}$$

Donde:

$$\sum_{i=1}^n d_i = 30 \text{ m}$$

V_{si} = velocidad de la onda de corte en el estrato i (m/seg)
 d_i = espesor del estrato i (m)

Artículo 14. Cuando el suelo es cohesivo y la clasificación se realice en base a la resistencia, a la penetración estándar, se usará la expresión:

$$(B) \bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\bar{N}_i}}$$

Donde $\bar{N}_i$ no debe tomarse mayor de 3 golpes por centímetro (90 golpes/pie).

Artículo 15. En caso de que el suelo contenga estratos granulares, se calculará el valor:

$$(C) \bar{N}_{ch} = \frac{d_s}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\bar{N}_i}} \quad d_s = \sum_{i=1}^m d_i$$

Donde:

d_s = espesor de suelo granular en los primeros 30 m.

$\bar{N}_i$ = Valor de $\bar{N}$ en el estrato i considerado

PÁRRAFO: Sólo se tomarán en cuenta la cantidad de estratos granulares que aparecen en los primeros 30 m. Se tomará en cada caso el menor valor del obtenido de las ecuaciones B ó C.

Artículo 16. Cuando la clasificación se realice sobre la base de la resistencia al corte promedio sin drenar S_u , se podrá tomar como:

$$(D) S_u = \frac{\sum_{i=1}^k d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{S_{u,i}}}$$

$$S_{u,i} \leq 2.5 \text{ Kg/cm}^2.$$

Donde k es el número de estratos de suelo cohesivo en los primeros 30 metros, considerando sólo aquéllos que tienen un índice de plasticidad mayor que 20.

Artículo 17. En caso de que alguno de los sondeos no lleguen a la profundidad de 30 m será responsabilidad del Ingeniero Geotécnico determinar el tipo de suelo.

Artículo 18. No se asignará la categoría de sitio A o B si existe un estrato de suelo de otro tipo, mayor de 3 metros, entre la superficie del estrato rocoso y el fondo de cimentación.

Artículo 19. Si la velocidad promedio de la onda de corte (V_s), el número de golpes ($\bar{N}$) y/o la resistencia última promedio al corte del suelo no drenado (S_u) resultaran en valores tales, que exista discrepancia en la clasificación del sitio, el sitio será clasificado de tal forma que corresponda al suelo que resulte en una mayor demanda sísmica.

Artículo 20. Se permitirá la realización de un análisis de respuesta específica de sitio para cualquier clasificación de sitio; pero el factor de amplificación de base a superficie (calculado en cada período dentro del rango de interés) en ningún caso será menor al especificado en las tablas 4 y 5.

Artículo 21. INFLUENCIA DE LOS TIPOS DE SUELOS EN LA RESPUESTA SÍSMICA. La influencia de los tipos de suelos en la respuesta sísmica estará determinada por los factores de sitio F_a y F_v que dependen de la clasificación del sitio, el tipo de suelo y de los valores espectrales de referencias del sitio S_s y S_1 . Los valores de F_a y F_v se dan en las tablas 4 y 5.

TABLA 4
VALORES DEL FACTOR DE SITIO (F_a)

Clase de sitio	Aceleración Espectral de referencia para períodos cortos (S_s) ^a						
	$S_s = 0.30$	$S_s = 0.40$	$S_s = 0.50$	$S_s = 0.60$	$S_s = 0.70$	$S_s = 0.80$	$S_s \geq 0.90$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.2
E	2.3	2.0	1.7	1.5	1.3	1.1	1.0
F	nota b	nota b	nota b	nota b	nota b	nota b	nota b

- Use interpolación lineal para valores del Mapa No. 6 no incluidos.
- Para el sitio F se debe hacer un análisis dinámico del suelo para determinar el factor F_a adecuado.

TABLA 5
VALORES DEL FACTOR DE SITIO (F_v)

Clase de sitio	Aceleración Espectral de referencia para períodos largos (S_1) ^a			
	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 \geq 0.50$
A	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.2	2.8	2.4	2.4
F	nota b	nota b	nota b	nota b

- Use interpolación lineal para valores del Mapa No. 7 no incluidos.
- Para el sitio F se debe hacer un análisis dinámico del suelo para determinar el factor F_v adecuado.

TABLA 6

Clase de sitio	Zona I, II	
	F_a	F_v
A	0.8	0.8
B	1.0	1.0
C	1.0	1.3
D	1.2	1.5
E	1.0	2.4
F	nota a	nota b

- Use interpolación lineal para valores del Mapa No. 7 no incluidos.
- Para el sitio F se debe hacer un análisis dinámico del suelo para determinar el factor F_v adecuado.

TÍTULO III CLASIFICACIÓN DE LAS EDIFICACIONES

CAPÍTULO I POR SU FUNCIÓN O USO

Artículo 22. Para los fines del presente Reglamento, las edificaciones serán clasificadas atendiendo a su función o su uso, de acuerdo a lo siguiente:

a) GRUPO I. EDIFICACIONES E INSTALACIONES ESENCIALES. Construcciones cuyas funciones sean esenciales para la sociedad y que, por lo tanto, no deban sufrir daños estructurales o de otro tipo que las hagan inoperables; con la ocurrencia de un sismo extremo. Entre ellas se cuentan: los hospitales con cirugías y atención de emergencias; edificaciones y equipos de estaciones telefónicas, de comunicaciones, bomberos, y otras instalaciones necesarias para responder a una emergencia. Además, las edificaciones que sirvan para preservar el orden público y la seguridad nacional, como son: Fuerzas Armadas, Policía Nacional y Oficinas Gubernamentales con el asiento del Presidente, Gobernadores, Síndicos y Cámaras Legislativas; así como también tanques de almacenamiento de agua y edificaciones que almacenen productos esenciales.

b) GRUPO II. EDIFICACIONES E INSTALACIONES RIESGOSAS. Construcciones o Instalaciones riesgosas, como son las que producen, almacenan o manipulan sustancias y materiales químicos, gases tóxicos y explosivos, cuya falla pueda poner en peligro otras edificaciones. Estas edificaciones no deben sufrir daños en elementos estructurales y no estructurales, durante la ocurrencia de un sismo extremo; de manera que se garantice la integridad de la instalación o edificación, y la protección de la población y el medio ambiente.

c) GRUPO III. EDIFICACIONES DE OCUPACIÓN ESPECIAL. Construcciones que se deben mantener en operación inmediatamente después de la ocurrencia de un sismo severo, como los son: hospitales con 50 ó más camas; edificaciones públicas no incluidas en el Grupo I: escuelas, colegios o centros educativos; edificaciones y equipos en instalaciones de generación de energía y cualquier otra edificación que albergue más de 3,000 personas al mismo tiempo: estadios deportivos, centros de convención, entre otras.

d) GRUPO IV. EDIFICACIONES DE OCUPACION NORMAL. Construcciones de ocupación normal que puedan tolerar daños estructurales que las hagan inoperables como consecuencia de un sismo severo, sin llegar al colapso parcial o desplome, tales como son: bancos, hoteles, edificios de oficinas, apartamentos familiares, edificios públicos y restaurantes, no incluidas en los Grupos I, II y III.

e) GRUPO V. EDIFICACIONES NO INCLUIDAS EN LOS GRUPOS ANTERIORES. Construcciones cuyo colapso no induce daños a otras estructuras ni produce pérdidas de vidas humanas, como son: almacenes de productos no tóxicos, edificaciones provisionales para la construcción, entre otras.

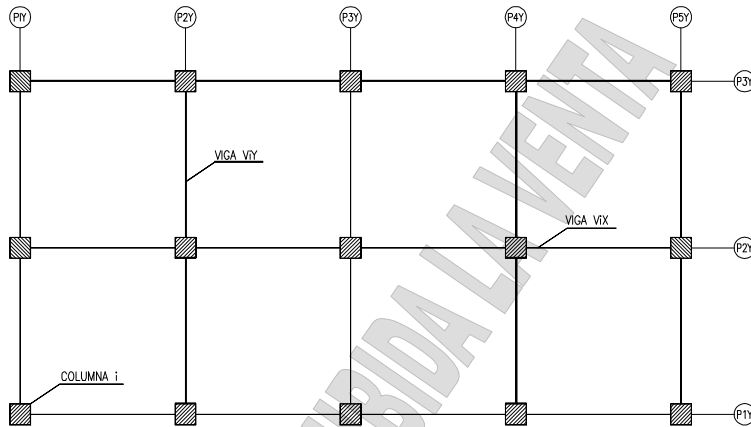
CAPÍTULO II CLASIFICACIÓN DE EDIFICACIONES SEGÚN SISTEMA ESTRUCTURAL

Artículo 23. Los sistemas Sismo-Resistentes serán clasificados en cinco grupos generales, de acuerdo al sistema estructural utilizado para resistir las fuerzas sísmicas. Estos a su vez están subdivididos en función de los materiales estructurales utilizados, y de su capacidad de absorción y disipación de energía.

A) Sistema 1. Aporticado. Sistemas estructurales formados por vigas y columnas con capacidad para soportar y transmitir, a las cimentaciones, tanto las cargas gravitacionales como las fuerzas laterales generadas por los sismos (Véase Fig. 1), los cuales están subdivididos en:

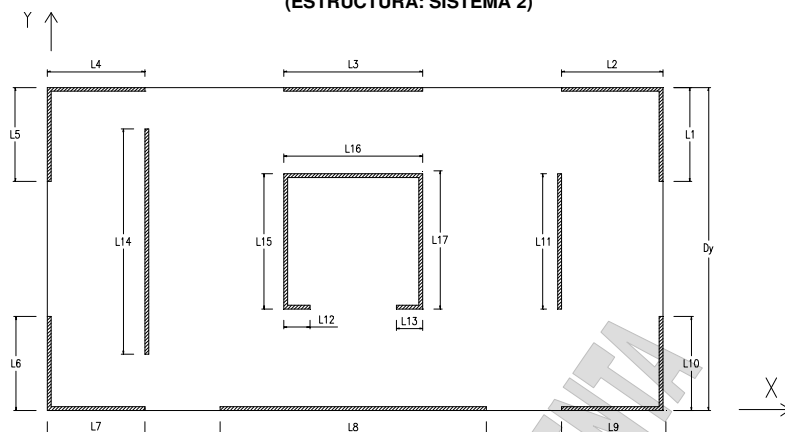
- Tipo A-I. Pórticos Especiales de acero.
- Tipo A-II. Pórticos intermedios de acero.
- Tipo A-III. Pórticos ordinarios de acero.
- Tipo A-IV. Pórticos especiales de hormigón armado.
- Tipo A-V. Pórticos intermedios de hormigón armado.
- Tipo A-VI. Pórticos ordinarios de hormigón armado.

FIGURA 1
SISTEMA DE PÓRTICOS ORTOGONALES (X,Y)
(ESTRUCTURA: SISTEMA 1)



B) Sistema 2. Muros. Sistemas estructurales formados por muros con capacidad para soportar y transmitir a las cimentaciones las cargas gravitacionales y las fuerzas laterales generadas por los sismos (Véase Fig. 2), los cuales están subdivididos en:

- Tipo M-I. Muros especiales de hormigón armado.
- Tipo M-II. Muros ordinarios de hormigón armado.
- Tipo M-III. Muros prefabricados intermedios de hormigón armado.
- Tipo M-IV. Muros prefabricados ordinarios de hormigón armado.
- Tipo M-V. Muros especiales de mampostería armada.
- Tipo M-VI. Muros intermedios de mampostería armada.
- Tipo M-VII. Muros ordinarios de mampostería armada.



$$Q_i = \frac{\sum_{j=1}^N \left(\sum_{k=1}^{17} L_{jk} \cdot t_j \right)}{\sum_{j=1}^N D_{xi} \cdot D_{yi}}$$

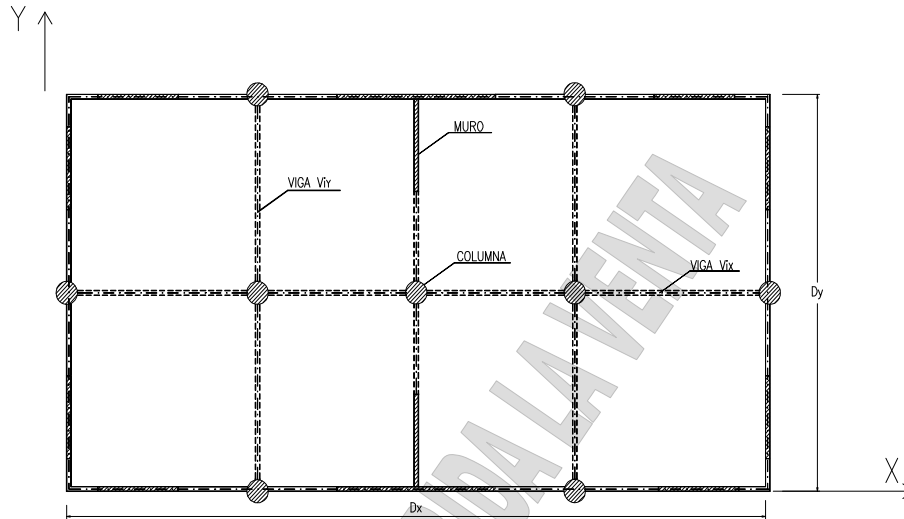
- Los pórticos y muros o pórticos arriostrados se repartirán la fuerza total, en proporción a sus rigideces relativas.
- Los pórticos se diseñarán para una fuerza no menor del 25% de la fuerza sísmica actuante.

Tipo De-I. Pórticos de acero con arriostramiento excéntrico.
 Tipo De-II. Pórticos de acero con arriostramiento concéntrico.
 Tipo De-III. Muros especiales de hormigón armado.
 Tipo De-IV. Muros ordinarios de hormigón armado.
 Tipo De-V. Muros especiales de mampostería armada.
 Tipo De-VI. Muros intermedios de mampostería armada.

Tipo Di-I. Pórticos de acero con arriostramiento excéntrico.
Tipo Di-II. Pórticos de acero con arriostramiento concéntrico.
Tipo Di-III. Muros especiales de hormigón armado.

Tipo Di-IV. Muros especiales de mampostería armada.
 Tipo Di-V. Muros intermedios de mampostería armada.
 Tipo Di-VI Muros ordinarios de hormigón armado.

FIGURA 3
SISTEMA MIXTO (MUROS Y PÓRTICOS)
SISTEMA DE MUROS ORTOGONALES (X,Y)
(ESTRUCTURA SISTEMA 3)



D) Sistema 4. Péndulos invertidos o Sistema Estructural con una sola línea resistente. Sistemas estructurales en los cuales las cargas gravitacionales y las fuerzas laterales generadas por los sismos son resistidas por una o varias columnas en voladizo, empotradas en su base, y más de un 70% de su masa se encuentra concentrada en un solo nivel.

Pi-I Pórticos especiales de acero
 Pi-II Pórticos intermedios de acero
 Pi-III Pórticos ordinarios de acero
 Pi-IV Pórticos especiales de hormigón
 Pi-V Pórticos intermedios de hormigón
 Pi-VI Pórticos ordinarios de hormigón
 Pi-VII Pórticos de madera

E) Sistema 5. Combinados. Se refiere a las estructuras que no sean clasificadas como Duales y que contienen diferentes tipos de sistemas estructurales dentro de una misma edificación, tanto en planta como en elevación. Para tales fines, se limitará el valor de R_d al menor de los Tipos combinados.

TÍTULO IV ANÁLISIS SÍSMICO DE ESTRUCTURAS

CAPÍTULO I CRITERIOS GENERALES.

Artículo 24. Para los fines de este Reglamento, todas las edificaciones deberán tener un sistema de elementos estructurales colocados en dos direcciones ortogonales para resistir las cargas gravitacionales y las fuerzas sísmicas predeterminadas. En caso de que los elementos estructurales no sean ortogonales en planta, las estructuras serán penalizadas por esta irregularidad, según el Artículo 38(d). Las fuerzas sísmicas serán aplicadas en dos direcciones ortogonales entre sí y seleccionadas de tal forma que produzcan los efectos más desfavorables en los elementos estructurales.

Artículo 25. Las estructuras serán analizadas separadamente para dos direcciones ortogonales, con el 100% de las fuerzas sísmicas en una dirección y el 30% en la dirección perpendicular, de manera simultánea, para que produzcan los efectos más desfavorables en los elementos estructurales.

Artículo 26. Se establecerán cinco métodos de análisis sísmico: simplificado, cuasi-estático, modal, dinámico paso a paso no lineal y el método estático no lineal de empuje progresivo (push over).

Artículo 27. El análisis modal y el de paso a paso se aceptarán como métodos dinámicos.

Artículo 28. Para la determinación de los efectos críticos en la estructura, serán sumadas vectorialmente los efectos de las cargas gravitacionales (carga muerta y sobrecargas) y las fuerzas sísmicas, de acuerdo al Artículo 25, amplificadas por los coeficientes correspondientes, según el Apéndice C, las cuales no estarán en contradicción con el Reglamento de Cargas Mínimas.

Artículo 29. En los métodos de análisis cuasi-estático y dinámico se deberán tomar en cuenta las torsiones y los momentos de vuelco que se producen en cada piso.

Artículo 30. Para el análisis de un edificio en hormigón armado será tomado en cuenta el efecto del agrietamiento de los elementos estructurales. Si no se hace un análisis más exhaustivo, los valores para las inercias y las áreas a considerar son los siguientes:

a) Momento de Inercia
Columnas 0.8 I_g
Muros de Hormigón Armado 0.8 I_g
Muros de mampostería 0.6 I_g
Vigas 0.6 I_g (sin incluir el efecto de vigas T)

b) Áreas 1.0 A_g

Donde:

I_g = Momento de Inercia de la sección bruta, sin considerar el acero de refuerzo.

A_g = Área bruta, sin considerar el acero de refuerzo.

CAPÍTULO II SELECCIÓN DEL TIPO DE ANÁLISIS

Artículo 31. Método Simplificado: Este procedimiento se podrá aplicar a los edificios que cumplan las condiciones siguientes:

- a) Las estructuras dentro de los Grupos IV y V (según el artículo 22), de los tipos M (M-I, M-II, M-III, M-IV, M-V, M-VI y M-VII), con un número de pisos menor o igual que cuatro (4).
- b) En cada nivel, la longitud total de apoyo de las losas sobre los muros de cargas, en cada dirección del análisis, debe ser mayor que el 50% de la longitud total máxima posible de la losa en la dirección considerada.
- c) La cuantía de muro Q_i , en cada piso, deberá ser mayor que el 5%.
- d) La relación entre la altura del edificio y su dimensión mínima en planta no debe exceder de 1.5 y su planta deberá ser regular.
- e) En el caso de estructuras del tipo M-III, el cociente entre la altura de entrepiso y el espesor del muro de carga no debe exceder de 20.
- f) Todos los muros estructurales en cualquier nivel deberán llegar y anclarse en las cimentaciones.

Artículo 32. MÉTODO CUASI-ESTÁTICO. Este método se aplicará a los edificios de menos de 10 pisos o de 30 metros de altura.

Artículo 33. MÉTODO DINÁMICO. Este método se aplicará a cualquier edificio o a los edificios en los que no se usen los Métodos Simplificado o Cuasi-Estático, edificios con diferencias importantes de rigideces y/o resistencia entre pisos adyacentes y estructuras con diseños considerados como convencionales y no convencionales.

CAPÍTULO III SOLICITACIONES SÍSMICAS

Artículo 34. ESPECTRO SÍSMICO LINEAL ELÁSTICO. Para el método de análisis sísmico que sea aplicable, este Reglamento incluye un espectro sísmico elástico que contiene las aceleraciones espectrales de diseño (S_a) correspondientes a un oscilador de un grado de libertad, con un factor de amortiguamiento crítico de un cinco por ciento (5%). El espectro tiene tres regiones de frontera, como se muestra en la grafica No.1, y sus expresiones son las siguientes:

$$S_a = 0.6 \frac{S_{DS}}{T_0} * (T) + 0.4 S_{DS} \quad \text{para } T \leq T_0$$

$$S_a = S_{DS} \quad \text{para } T_0 < T \leq T_s$$

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad \text{para } T > T_s$$

Donde:

$$S_{DS} = 2/3 F_a \cdot S_s$$

$$S_{D1} = 2/3 F_v \cdot S_1$$

$$T_0 = 0.2 \cdot \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

$$T_S = 5 T_0$$

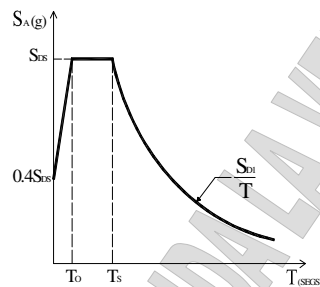
S_s = Ordenada espectral de referencia para $T=0.20$ seg.
(Tabla 1 ó Mapa No.6, del apéndice A).

S_1 = Ordenada espectral de referencia para $T=1.00$ seg.
(Tabla 1 ó Mapa No.7, del apéndice A).

F_a = Factor de suelo asociado a períodos cortos (tabla 6 ó 4).

F_v = Factor de suelo asociado a períodos largos (tabla 6 ó 5).

GRÁFICA 1
ESPECTRO SÍSMICO LINEAL ELÁSTICO



PÁRRAFO: Para estructuras localizadas en el campo cercano, $S_{A(g)} = F_a S_s$, para $T \leq T_s$ y $S_{A(g)} = F_v S_1 / T$ para $T > T_s$. (Véase Mapa No. 11, en el Apéndice A).

CAPÍTULO IV **COEFICIENTE DE CORTE BASAL**

Artículo 35. El coeficiente de corte basal “Cb” tiene la expresión general siguiente:

$$Cb = \frac{U \cdot Sa}{Rd} \geq 0.03$$

Artículo 36. El coeficiente “U” se tomará atendiendo a la clasificación establecida en el Capítulo I, del Título III, de este Reglamento, cuyos valores se obtienen en la siguiente tabla:

TABLA 7
COEFICIENTE QUE DEPENDE DE LA FUNCIÓN O USO DE LA ESTRUCTURA

EDIFICIO GRUPO	U
I	1.50
II	1.40
III	1.20
IV	1.00
V	0.90

Artículo 37. El coeficiente de reducción por capacidad de disipación de energía “Rd” dependerá del tipo de estructura, atendiendo a la clasificación contenida en el Capítulo II, del Título III, de este Reglamento, y sus valores se tomarán de acuerdo a la Tabla 8.

TABLA 8
COEFICIENTE DE DISEÑO Y FACTORES PARA SISTEMAS ESTRUCTURALES SISMO-RESISTENTES

TIPO ESTRUCTURAL		Qi	Rd	Cd	Ko	Limitaciones en altura (mt)	
						Zona 1	Zona 2
Sistema 1. Aportados							
A-I.	Pórticos especiales de acero	NA	5.5	4.75	0.15	50	SL
A-II.	Pórticos intermedios de acero	NA	4.5	4.00	0.15	NP	12
A-III.	Pórticos ordinarios de acero	NA	2.5	2.00	0.15	NP	NP
A-IV.	Pórticos especiales de hormigón armado	NA	5.5	4.75	0.13	SL	SL
A-V.	Pórticos intermedios de hormigón armado	NA	4.5	4.00	0.13	36	SL
A-VI.	Pórticos ordinarios de hormigón armado	NA	2.5	2.00	0.13	NP	NP
Sistema 2. Muros							
M-Ia.	Muros especiales de hormigón armado	< 0.10	4.5	4.00	0.09	50	SL
M-Ib.		≥ 0.10	4.0	3.50	0.07	50	SL
M-IIa.	Muros ordinarios de hormigón armado	< 0.10	3.0	2.50	0.09	NP	30
M-IIb.		≥ 0.10	3.0	2.00	0.07	NP	30
M-IIIa.	Muros prefabricados intermedios de HA	< 0.10	3.5	3.50	0.09	12	30
M-IIIb.		≥ 0.10	3.0	3.00	0.07	12	18
M-IVa.	Muros prefabricados ordinarios de HA	< 0.10	2.5	2.50	0.09	NP	NP
M-IVb.		≥ 0.10	2.0	2.00	0.07	NP	12
M-Va.	Muros especiales de mampostería armada	< 0.10	3.0	2.50	0.09	12	18
M-Vb.		≥ 0.10	2.5	2.00	0.07	12	18
M-VIa.	Muros intermedios de mampostería armada	< 0.10	2.5	2.00	0.09	NP	12
M-VIb.		≥ 0.10	2.0	1.80	0.07	NP	12
M-VIIa.	Muros ordinarios de mampostería armada	< 0.10	2.0	1.80	0.09	NP	NP

TIPO ESTRUCTURAL		Qi	Rd	Cd	Ko	Limitaciones en altura (mt)	
						Zona 1	Zona 2
M-VIIb.		≥ 0.10	1.5	1.30	0.07	NP	NP
Sistema 3^a. Duales con pórticos especiales							
De-I	Pórticos de acero con arriostramiento excéntrico	NA	5.00	4.00	0.13	SL	SL
De-II	Pórticos especiales de acero con arriostramiento concéntrico	NA	4.50	4.00	0.13	SL	SL
De-III	Muros especiales de hormigón armado	NA	4.50	4.00	0.09	SL	SL
De-IV	Muros ordinarios de hormigón armado	NA	4.00	3.50	0.09	18	30
De-V	Muros especiales de mampostería armada	NA	3.50	3.00	0.09	12	18
De-VI	Muros intermedios de mampostería armada	NA	3.00	2.50	0.09	NP	12
Sistema 3^b. Duales con pórticos intermedios							
Di-I	Pórticos de acero con arriostramiento excéntrico	NA	4.50	4.00	0.13	12	15
Di-II	Pórticos de acero con arriostramiento concéntrico	NA	4.00	3.50	0.13	NP	12
Di-III	Muros especiales de hormigón armado	NA	3.50	3.00	0.09	30	50
Di-IV	Muros especiales de mampostería armada	NA	2.50	2.00	0.09	NP	12
Di-V	Muros intermedios de mampostería armada	NA	2.00	1.80	0.09	NP	9
Di-VI	Muros ordinarios de hormigón armado	NA	3.00	2.50	0.09	NP	NP
Sistema 4. Péndulos invertidos							
Pi-I	Pórticos especiales de acero	NA	1.50	1.50	NA	10	12
Pi-II	Pórticos intermedios de acero	NA	1.50	1.50	NA	NP	10
Pi-III	Pórticos ordinarios de acero	NA	1.30	1.30	NA	NP	NP
Pi-IV	Pórticos especiales de hormigón	NA	1.50	1.50	NA	10	12
Pi-V	Pórticos intermedios de hormigón	NA	1.50	1.50	NA	NP	NP
Pi-VI	Pórticos ordinarios de hormigón	NA	1.00	1.00	NA	NP	NP
Pi-VII	Pórticos de madera	NA	1.50	1.50	NA	NP	NP

SL = Sin límite, NP = No permitido, NA = No se aplica

Nota: Las alturas se miden desde el tope de la fundación.

Artículo 38. Los factores de reducción “Rd”, de la Tabla 8, deberán ser modificados según las condiciones siguientes:

- a) Cuando el máximo desplazamiento de un piso en un extremo de la estructura, calculado incluyendo la excentricidad accidental, es mayor que 1.2 veces el promedio de los desplazamientos del piso, en los dos extremos de la estructura, el valor de Rd deberá ser reducido a un 65%. Cuando esta relación sobrepase 1.4, el diseño deberá ser modificado para eliminar el efecto torsional y llevarlo a un valor menor que 1.2.
- b) Cuando la estructura posea un Piso Suave, el valor de “Rd” no será mayor que 1.5.
- c) Cuando haya en la estructura un Piso Débil, el “Rd” no será mayor de 1.5.
- d) Cuando los elementos sismo-resistentes no sean ortogonales entre sí, el factor Rd correspondiente deberá ser reducido a un 70%.
- e) En caso de que una estructura tenga reentrantes de más de un 15% de la dimensión en planta, en la dirección del análisis, el valor de Rd deberá ser reducido al 80%.

CAPÍTULO V DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS DE ANÁLISIS

SECCIÓN 1 MÉTODO SIMPLIFICADO

Artículo 39. El cortante en la base “V” será determinado utilizando la expresión siguiente:

$$V = Cb * W$$

$$W = \sum_{i=1}^N W_i$$

Artículo 40. El período fundamental de la estructura “T” para obtener el coeficiente de corte basal será el menor valor calculado por las dos expresiones siguientes:

$$T = \frac{K_o H}{\sqrt{D_s}} \quad (\text{Segundos})$$

Donde los valores de Ko, para H y Ds, expresados en metros, se tomarán de la Tabla 8.

$$T = C_T H^X \quad (\text{Segundos})$$

Donde CT y X están dados en la Tabla 9.

TABLA 9
VALORES DE LOS COEFICIENTES C_T Y X

Sistema estructural sismo-resistente	C_T	X
Pórticos de acero	0.072	0.80
Pórticos de acero arriostrados	0.073	0.75
Pórticos de hormigón armado	0.046	0.90
Muros de hormigón armado y de mampostería	0.048	0.75

Artículo 41. El peso total correspondiente al nivel “i” se determinará de acuerdo a las expresiones siguientes:

$$W_i = W_{mi} + W'_{vi}$$

$$W'_{vi} = (\phi_i * \phi_{ri}) W_{vi}$$

Donde el producto $\phi_i * \phi_{ri} = 0.25$, a menos que se desee realizar un análisis en general más detallado, en cuyo caso se calcularán los coeficientes ϕ_i y ϕ_{ri} utilizando la Tabla A-2 (véase Apéndice A) y los Artículos 42 y 43, respectivamente.

Artículo 42. El coeficiente de reducción de la sobrecarga “ ϕ_{ri} ” se determinará según las expresiones siguientes:

$$\phi_{ri} = 1.00 \quad \text{cuando } A_e \leq 20 \text{ m}^2$$

$$\phi_{ri} = 0.30 + \frac{3.13}{\sqrt{A_e}} \quad \text{cuando } A_e > 20 \text{ m}^2$$

Artículo 43. En edificios cuyas plantas están formadas por paños de losas de diferentes dimensiones, el coeficiente de reducción “ ϕ_{ri} ” se tomará, en cada piso, como el promedio de los “ ϕ_{ri} ” o la unidad.

Artículo 44. Las fuerzas horizontales “ F_i ” que actúan a nivel de cada piso o techo de la estructura serán calculadas de la manera siguiente:

$$F_i = V * \frac{W_i * h_i}{\sum_{i=1}^N W_i * h_i}$$

Artículo 45. En el Método Simplificado no se considerará el efecto de la torsión, momentos de vuelco ni desplazamientos horizontales.

Artículo 46. La resistencia al corte de los muros en cada piso, en la dirección del análisis, deberá ser igual o mayor que la fuerza cortante total actuante, amplificada según los factores de amplificación del Reglamento de Cargas Mínimas.

SECCIÓN 2

MÉTODO CUASI-ESTÁTICO

Artículo 47. En el método cuasi-estático son aplicables los artículos desde el Artículo 39 hasta el Artículo 43.

Artículo 48. El período de vibración “T” será calculado de acuerdo con el Artículo 40, excepto para estructuras del sistema estructural 4. En estos casos, el período será calculado por la expresión siguiente:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{K}}$$

Artículo 49. Las fuerzas "Fi" que actúan a nivel de cada piso o techo de la estructura serán calculadas de la manera siguiente:

$$F_i = (V - F_t) * \frac{W_i * h_i}{\sum_{i=1}^N W_i * h_i}$$

Artículo 50. La fuerza concentrada en el tope "Ft" será calculada por la expresión siguiente:

$$F_t = 0.07 T V$$

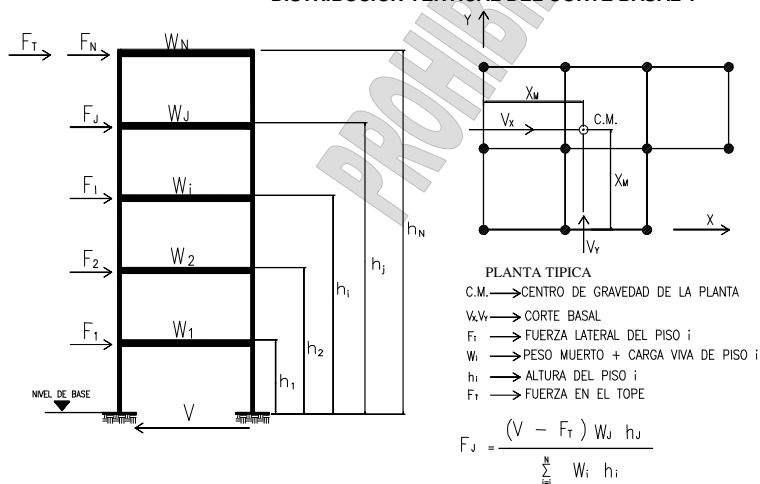
Artículo 51. La fuerza concentrada en el tope "Ft" no será mayor que el 25% del cortante basal (0.25 V) y será nula cuando el período de vibración "T" sea igual o menor que 0.7 segundos.

Artículo 52. El cortante basal, de acuerdo a lo indicado en los Artículos 49 y 50, tendrá la expresión siguiente:

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

Artículo 53. En edificios cuyos techos y entresijos estén formados por losas de hormigón, macizas o aligeradas, la fuerza cortante por piso "Vi", que actúa en el nivel "i", debe ser distribuida entre los elementos verticales en proporción a su rigidez.

FIGURA 4
DISTRIBUCIÓN VERTICAL DEL CORTE BASAL V



Artículo 54. En los edificios cuyos techos y pisos estén formados por elementos prefabricados (hormigón armado, pretensado, postensado, entre otros) o de viguetas de acero con losa de hormigón, estos elementos podrán ser considerados como transmisores de la fuerza lateral, siempre que la conexión a los apoyos sea capaz de transmitir estas solicitaciones.

Artículo 55. En las estructuras cuyos pisos y techos estén formados por elementos sin rigidez horizontal (diafragmas flexibles), la fuerza por piso deberá ser distribuida entre los elementos verticales, en proporción a la carga vertical que soporten. Además, se deberá garantizar la transmisión de estas fuerzas horizontales a los elementos sismo-resistentes, mediante elementos colectores.

Artículo 56. El momento torsor en el piso “i” se calculará por medio de la expresión siguiente:

$$M_{ti} = V_i * e_{in}$$

Artículo 57. La excentricidad reglamentaria “e_{in}” se calculará de acuerdo con la expresión siguiente (Véase Fig.5):

$$e_{in} = 1.5 e_i \pm e_a$$

Artículo 58. La excentricidad accidental “e_a” será igual al 5% de la máxima dimensión en planta del piso considerado, en la dirección normal a la fuerza cortante “V_i”.

Artículo 59. La fuerza cortante en un elemento “j” del piso “i” considerado, será igual a la suma de la fuerza cortante directa y la fuerza cortante producida por el momento torsor. No deberán ser utilizados en el cálculo los cortantes debidos a la torsión que reduzcan el cortante directo.

Artículo 60. Es obligatorio mantener los valores e_{in} dentro de límites que impidan que el cortante producido por M_{ti} en un elemento sea mayor y de signo opuesto al producido por la fuerza cortante directa. En caso contrario, la estructura deberá ser rediseñada.

Artículo 61. La distribución de las fuerzas laterales entre los elementos resistentes, cuando el diafragma es rígido, se hará considerando tres grados de libertad por piso (dos traslaciones perpendiculares entre si y una rotación).

Artículo 62. Los edificios serán diseñados para resistir los efectos producidos por los momentos de vuelco debidos a las fuerzas sísmicas. En cualquier piso “i”, el incremento del momento de vuelco deberá ser distribuido en los muros y pórticos, en la misma forma que la fuerza cortante.

Artículo 63. El momento de vuelco en el piso “i” deberá ser calculado mediante la expresión siguiente:

$$M_{vi} = 0.80 * \sum_{s=i+1}^N F_s (h_s - h_i)$$

Donde:

F_s = fuerzas horizontales que actúan en los niveles “s” superiores al piso “i”, incluyendo la fuerza horizontal en el tope “F_t”. (Cuando los niveles se ordenan en forma numérica ascendente, el subíndice “s” es mayor que el subíndice “i”).

h_s = Altura medida desde el nivel de base hasta el nivel “s”.

h_i = Altura medida desde el nivel de base hasta el piso “i”.

N = Número de pisos del edificio.

PÁRRAFO: Para la obtención del momento de vuelco en la base, $h_i=0$ e $i=0$

Artículo 64. Para obtener los desplazamientos totales horizontales inelásticos referidos en el Artículo 71, los desplazamientos elásticos causados por las fuerzas sísmicas reducidas serán amplificados por el factor "Cd", cuyos valores aparecen en la Tabla 8,

Artículo 65. La fuerza sísmica vertical F_v , estará dada por la expresión siguiente:

$$F_v = 0.3 S_{DS} D$$

Donde D es la acción de la carga muerta.

PÁRRAFO: En el caso especial de los voladizos, éstos serán calculados para una fuerza mínima vertical adicional del 30% de su carga muerta.

SECCIÓN 3 MÉTODOS DINÁMICOS

Artículo 66. Para los métodos de análisis dinámico serán aplicables los Artículos 39, 41, 42, 43 y los Artículos 55 y 65.

Artículo 67. Si la fuerza cortante basal obtenida utilizando un método dinámico de análisis resultase menor que el 65% del valor asociado al método cuasi-estático de análisis, todas las fuerzas serán amplificadas proporcionalmente, de manera que la fuerza cortante basal ajustada al 65 %.

Artículo 68. ANÁLISIS MODAL. Para el análisis modal deberán ser tomadas en cuenta las consideraciones siguientes:

- Se incluirá el efecto de todos los modos de vibración con período igual o mayor que 0.2 segundos y que garanticen que participe al menos el 90% de la masa del edificio en cada dirección del análisis. En ningún caso se podrán considerar menos de tres modos.
- La aceleración espectral expresada en función de "g" será calculada de acuerdo al Capítulo III, del Título IV, de este Reglamento, para cada período de vibración de los modos considerados.
- Se permitirá usar un valor de aceleración espectral diferente a la especificada en la letra b, de este Artículo 68, siempre que se demuestre por un análisis exhaustivo del sitio que tome en cuenta la amenaza sísmica y las condiciones locales del suelo.
- Los valores de diseño (fuerzas laterales, fuerzas cortantes, momentos de vuelco, y otros) serán determinados mediante la combinación de los valores modales según la expresión siguiente:

$$RM = \sqrt{\sum_{i=1}^{NM} (RM_i)^2}$$

- e) Se exceptúa el caso de modos de vibración casi idénticos, como ocurre cuando se toman en consideración grados de libertad correspondientes a torsión o a deformaciones de apéndices. En este caso se usará la expresión:

$$RM = \sum_{i=1}^{NM} |RM_i|$$

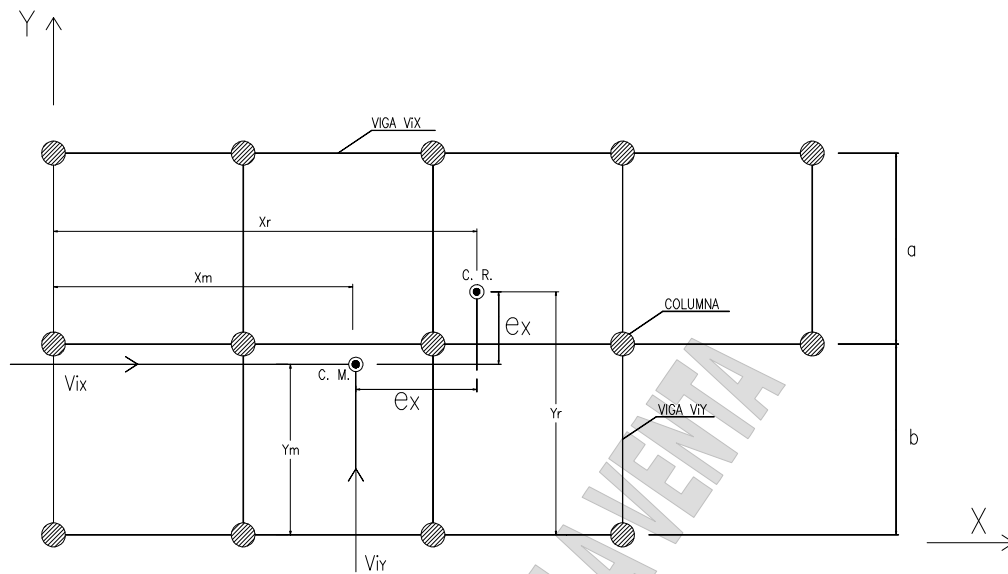
Artículo 69. ANÁLISIS PASO A PASO. Para el análisis paso a paso se deberán tomar en cuenta las consideraciones siguientes:

- a) Se deberán usar no menos de cuatro (4) acelerogramas de eventos sísmicos específicos reales, independientes entre sí, con magnitud, mecanismo focal y distancia a la falla, consistentes con las fallas que controlan el sismo de diseño de la localidad donde estará ubicada la estructura. También se podrán usar registros artificiales siempre y cuando se cumpla con los requerimientos establecidos en este artículo. Los niveles de aceleración pico deberán ser iguales o mayores a los establecidos en los mapas de Isoaceleraciones Nos. 9 o 10, dependiendo del uso de la estructura.
- b) Las ordenadas del Espectro promedio, resultante de los registros utilizados con un 5% de amortiguamiento en el intervalo 0.2T y 1.5T, no serán menores que las del espectro dado en el Artículo 34, después de haber considerado los efectos de sitio, establecidos en los Artículos 12 al 21.
- c) Se deberá tener en cuenta el comportamiento no lineal de la estructura.

Artículo 70. MÉTODO ESTÁTICO DE EMPUJE PROGRESIVO ("Pushover"). Para este método se deberán tomar en cuenta las consideraciones siguientes:

- a) Este método se podrá aplicar cuando se requiera evaluar la capacidad y estabilidad de una estructura a las fuerzas máximas horizontales generadas por el sismo de diseño, a través de la aplicación creciente de fuerzas laterales.
- b) La fuerza máxima total aplicada deberá ser al menos igual al Cortante Basal, especificada en el Artículo 39.
- c) Se deberá tomar en cuenta el efecto no lineal de los materiales.

FIGURA 5



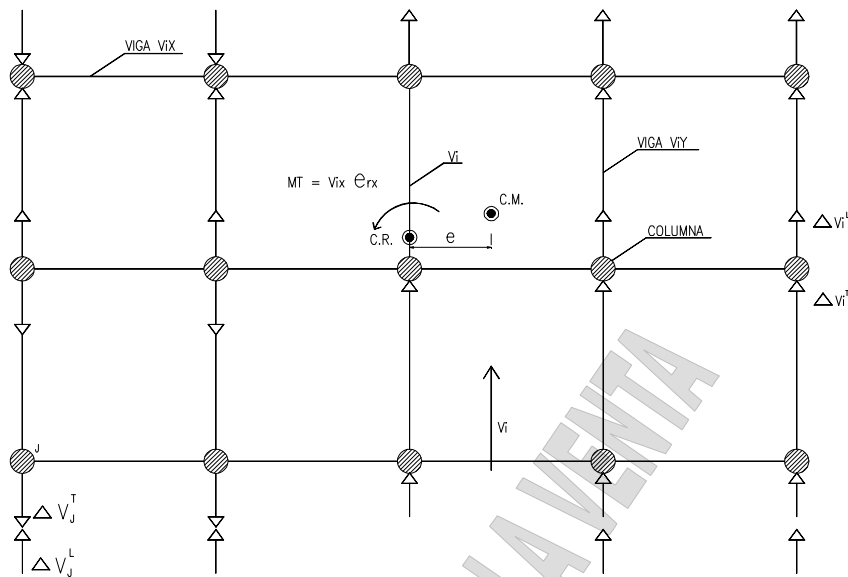
C.M. $\rightarrow$ CENTRO DE GRAVEDAD DE LA PLANTA — C. R. $\rightarrow$ CENTRO DE RIGIDEZ

$e_x, e_y \rightarrow$ EXCENTRICIDADES EN LAS DIRECCIONES X, Y

$X_r, Y_r, X_m, Y_m \rightarrow$ COORDENADAS DEL CENTRO DE RIGIDEZ Y DEL CENTRO DE MASA

$V_{ix}, V_{iy} \rightarrow$ FUERZAS LATERALES PISO i EN LAS DIRECCIONES X, Y

FIGURA 6



SISMO DIRECCIÓN Y

- ΔV_i → FUERZA CORTANTE DE LA COLUMNA i
- ΔV_i^L → FUERZA CORTANTE DEBIDA A LA FUERZA V_i
- ΔV_i^T → FUERZA CORTANTE DEBIDA A LA TORSIÓN
- $\Delta V_j = \Delta V_i^L \pm \Delta V_i^T$

 CAPÍTULO VI
DESPLAZAMIENTO TOTAL

Artículo 71. Los desplazamientos horizontales totales en ambas direcciones principales ortogonales en planta, serán calculados a partir de los valores obtenidos en el Artículo 64, como la suma de los valores absolutos, según la expresión siguiente:

$$D_{TOT} = |D_{CM}| + |D_T| + |D_{PD}|$$

Donde:

D_{CM} : Desplazamiento horizontal del centro de masa en la dirección considerada, causada por la fuerza sísmica.

D_T : Desplazamiento horizontal, adicional, causado por los efectos de torsión en la dirección considerada.

D_{PD} : Desplazamiento horizontal adicional, causado por los efectos P-delta en la dirección considerada.

CAPÍTULO VII DESPLAZAMIENTO MÁXIMO PERMITIDO

Artículo 72. El desplazamiento relativo entre dos puntos, situados en una misma vertical, separados por una distancia “h”, y calculado según el Artículo 71, no será mayor que 0.008 h para los edificios cuyos sistemas estructurales se correspondan con los descritos en el Artículo 23 (A, B Y C). Se deberá verificar que el desplazamiento total del edificio, a partir de la base, no será mayor que 0.008 H.

Artículo 73. El desplazamiento relativo entre dos puntos, situados en una misma vertical separados por una distancia “h”, y calculado según el Artículo 71, no será mayor que 0.005 h para los edificios cuyos sistemas estructurales se correspondan con los descritos en el Artículo 23 (D).

Artículo 74. En aquellas edificaciones donde los elementos no estructurales no están conectados a la estructura y, por tanto, no sufren daños por las deformaciones de ésta, se podrá ampliar este límite a 0.016 h.

CAPÍTULO VIII SEPARACIÓN ENTRE EDIFICIOS ADYACENTES

Artículo 75. Cuando se efectúe una verificación de desplazamientos, la distancia entre edificios adyacentes no será menor que:

$$\sqrt{(D_{1TOT})^2 + (D_{2TOT})^2} \geq 10cm$$

Donde:

D_{1TOT} y D_{2TOT} son los valores de desplazamiento totales del techo.

Artículo 76. Para edificios de alturas diferentes, la separación se calculará de acuerdo al Artículo 75, con referencia al de menor altura.

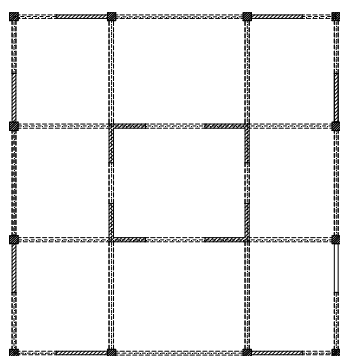
TÍTULO V ESTRUCTURACIÓN

CAPÍTULO I CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

Artículo 77. Para el análisis de toda estructura, se deberá definir su configuración estructural, mediante la colocación, tanto en planta como en elevación, de todos los elementos estructurales que forman el sistema resistente a cargas gravitacionales y a fuerzas horizontales de una edificación, procurando que las estructuras tengan una distribución regular de masas y de rigideces, que garanticen a la vez el flujo uniforme e ininterrumpido de las cargas, desde el techo hasta las fundaciones.

Artículo 78. CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN. La distribución en planta de los elementos estructurales verticales que forman el sistema resistente a fuerzas horizontales de una edificación sismo-resistente, se realizará en toda el área del edificio. En los edificios con núcleo central, se deberán adicionar elementos resistentes de las mismas características en el perímetro del edificio, véase ejemplo ilustrativo en la Fig. 7.

FIGURA 7
EJEMPLO DE DISTRIBUCIÓN DE LOS ELEMENTOS RESISTENTES EN PLANTA



**SISTEMA ESTRUCTURAL
RECOMENDADO**

Artículo 79. En ningún caso se permitirá el uso de elementos de hormigón armado para elevadores ubicados en esquinas y/o en los centros laterales de la edificación, si éstos no están acompañados de otros elementos estructurales sismo-resistentes, distribuidos convenientemente, de forma tal, que su presencia reduzca los efectos torsionales a los niveles establecidos en el Artículo 60, proporcionando una distribución de rigidez uniforme.

Artículo 80. La continuidad en elevación de los elementos sismo-resistentes distribuidos en planta, se deberá mantener en la totalidad de los pisos del edificio. En el caso de que algunos de estos elementos no continuaran hacia arriba, a partir de uno de los pisos superiores, se deberá respetar el flujo de las cargas hacia las fundaciones y su eliminación se deberá hacer gradualmente, garantizando que la rigidez de cualesquiera de los entrepisos de la estructura donde se inicie la eliminación y/o reducción de los elementos, sea mayor o igual que la correspondiente al entrepiso inmediato superior.

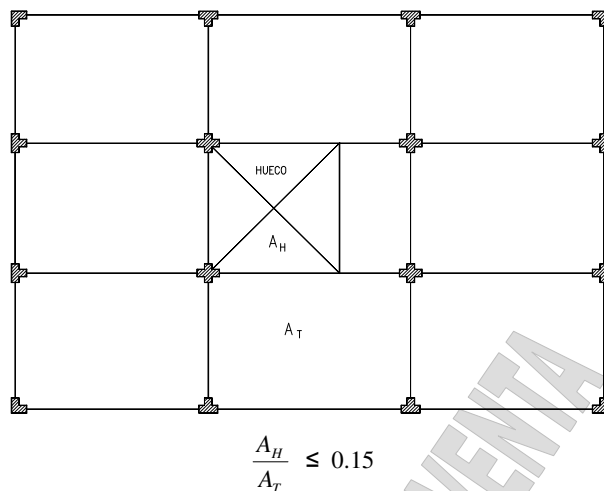
Artículo 81. En ningún caso, se permitirá el uso de muros de hormigón armado, de mampostería o pórticos arriostrados como elementos estructurales, si no inician desde las fundaciones.

CAPÍTULO II

CRITERIOS GENERALES DE APLICACIÓN

Artículo 82. DISCONTINUIDAD EN LOS DIAFRAGMAS. En cualquier piso se deberá evitar los cambios o discontinuidades significativas en resistencia o rigidez de las losas utilizadas como diafragmas. En el caso de aberturas o huecos, el área de éstos no deberá exceder del 15 % del área total en planta, a menos que se utilicen métodos técnicamente justificados, que tomen en cuenta las variaciones de distribución de las fuerzas sísmicas y rigideces originadas por los huecos. (Véase Fig. 8)

FIGURA 8
EJEMPLO DISCONTINUIDAD EN LOSAS



Artículo 83. Si la estructura presenta aberturas mayores que el 50% del área total, el factor R_d deberá reducirse al 80%.

Artículo 84. DISTRIBUCIÓN DE MASAS. Si la diferencia de masas en pisos adyacentes excede de un 20 %, se deberá realizar un análisis dinámico; no obstante, se deberá cumplir con el requerimiento del Artículo 67.

Artículo 85. Las piscinas, estanques de agua y equipos mecánicos serán ubicados preferiblemente a nivel de terreno. Cuando su ubicación sea prevista en los pisos superiores, se deberá tomar en cuenta, en el análisis, la influencia de la masa de éstos en el piso considerado.

Artículo 86. PISOS SIN VIGAS. Para los fines de este Reglamento, las estructuras compuestas por losas planas o nervadas apoyadas solamente sobre columnas, no se considerarán aptas para resistir solicitaciones sísmicas. Dichas solicitaciones deberán ser soportadas mediante la introducción de núcleos, muros perimetrales u otros elementos sísmo-resistentes.

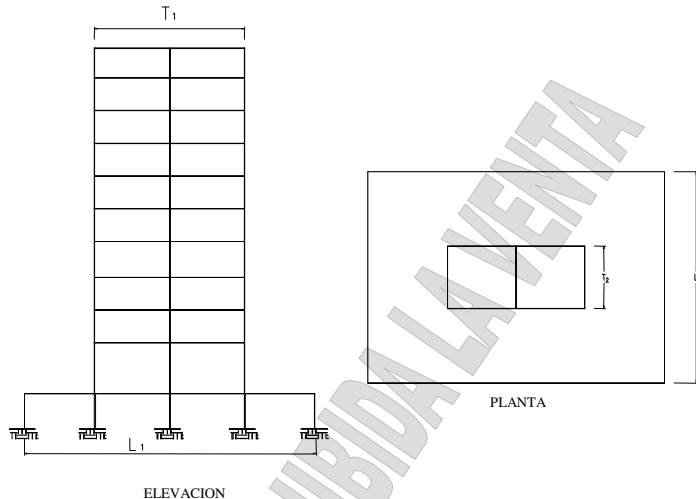
Artículo 87. REDUNDANCIA. Toda edificación deberá tener como mínimo tres líneas resistentes en cada una de las dos direcciones ortogonales o casi ortogonales entre sí. Se permitirán dos líneas de resistencia siempre y cuando los elementos sísmo-resistentes verticales (columnas o muros) tengan las dimensiones transversales suficientes que permitan que los elementos horizontales (vigas o cerchas) puedan desarrollar su capacidad última. Para estos casos, el valor de R_d no será mayor que 1.50 y C_d no menor que 1.30.

CAPÍTULO III **CASOS ESPECÍFICOS**

Artículo 88. EDIFICIOS CON RETRANQUEOS. En los edificios que presenten retranqueos se procederá como sigue:

- a) Se analizarán como un solo edificio, cuando las dimensiones en la planta de la torre sean iguales o mayores que el 75% de las correspondientes a la parte inferior en todas las direcciones. En este caso, cuando se aplique el método cuasi-estático, el valor del período se obtendrá a partir de la anchura media ponderada.
- b) Si se aplica el Método Cuasi-estático, se desacoplará en dos estructuras independientes, cuando el porcentaje señalado en el Artículo 88 (a) sea inferior al especificado anteriormente, o se analizará como un todo, utilizando uno de los métodos dinámicos descritos en la Sección 3, del Título IV, Capítulo V.

**FIGURA 9
RETRANQUEOS**



Artículo 89. EDIFICIOS DE PÓRTICOS RELLENOS DE MUROS DE MAMPOSTERÍA. En las estructuras de los sistemas 1, deberán ser tomados en cuenta en el modelo estructural los muros no estructurales construidos con materiales rígidos (mampostería, ladrillos, paneles de hormigón y poliestireno expandido u otros) que estén adosados a los elementos verticales del sistema sismo-resistente, y que coincidan con las líneas sismo-resistentes.

Artículo 90. El análisis se deberá realizar en dos etapas, debiendo usar la condición más crítica para el diseño de cada elemento estructural. Las etapas de análisis serán las siguientes:

- a) Análisis de la estructura, considerando la participación de los muros no estructurales.
- b) Análisis de la estructura, sin considerar la participación de los muros no estructurales, usando el R_d de la estructura sin muros disminuidos en un 30%.

Artículo 91. ESTRUCTURAS PREFABRICADAS. Toda estructura prefabricada deberá tener elementos sismo-resistentes en cada dirección, que garanticen que su comportamiento sea similar al de una estructura vaciada in situ.

Artículo 92. Las uniones deberán ser diseñadas para absorber y disipar la energía, de acuerdo a los factores de reducción de la Tabla V. En todo caso, el diseño de las mismas, deberá cumplir con los requisitos del Capítulo 21, del ACI-318.

Artículo 93. Las losas constituidas por elementos prefabricados deberán tener la rigidez y resistencia suficientes para distribuir las fuerzas horizontales entre los elementos estructurales sismo-resistentes. Se deberá colocar una losa vaciada in situ sobre los elementos prefabricados, de un espesor mínimo de 5 cm. Para los fines del diseño del diafragma, se deberá aplicar el ASCE 7.

Artículo 94. EDIFICACIONES DE MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL. Para edificios de muros de bloques, como elementos sismo-resistentes, se aplicará lo siguiente:

- a. Para edificios construidos con muros de bloques con una altura no mayor de 6 pisos, se permitirá el uso del método simplificado o del método cuasi-estático, según sea el caso.
- b. No se permitirán edificios de altura mayor de 6 pisos.
- c. En todo caso, para este tipo de edificaciones, se deberá aplicar el Reglamento de Mampostería Estructural.

TÍTULO VI FUNDACIONES

Artículo 95. CRITERIOS GENERALES. Todos los elementos estructurales que resisten las fuerzas horizontales producidas por los sismos deberán ser anclados en las fundaciones.

Artículo 96. Las fuerzas sísmicas que actúan sobre las fundaciones y el suelo que las sustenta, deberán cumplir el Título 1-A: Cargas y Combinaciones de Cargas (Unidad 5) y el Reglamento de Estudios Geotécnicos (Unidad 4), del Reglamento General de Edificaciones.

Artículo 97. En el análisis de las fundaciones, se deberán considerar los efectos de los momentos de vuelco, en combinación con los efectos de las otras solicitaciones.

Artículo 98. Para aquellas combinaciones de cargas, que incluyan las fuerzas sísmicas, la capacidad del suelo se podrá incrementar hasta en un 30 %, considerando el efecto de corta duración de la carga.

Artículo 99. FUNDACIONES CON ZAPATAS AISLADAS. En caso de edificaciones de más de 4 pisos o 12 m de altura, cuyo sistema de fundaciones sea de zapatas aisladas, éstas deberán ser arriostradas en la parte superior, según dos direcciones perpendiculares o casi perpendiculares entre sí, excepto para el caso de suelos tipo A y B.

Artículo 100. Las edificaciones separadas por una junta de construcción deberán estar fundadas sobre una zapata común.

Artículo 101. Las vigas riostras se deberán diseñar para el asentamiento diferencial indicado en el estudio geotécnico o, en su defecto, se deberá considerar un asentamiento mínimo de 2.5 cm y una fuerza de tracción – compresión de $0.10P$, donde P es la carga axial máxima de la columna exterior.

Artículo 102. FUNDACIONES CON PLATEA. En caso de que por las condiciones de las cargas y la capacidad del suelo se requiera el uso de este tipo de fundaciones, su diseño se hará de acuerdo al "Reglamento para los estudios Geotécnicos en Edificaciones R-024".

Artículo 103. FUNDACIONES MIXTAS. En un edificio, se permitirá el uso de diferentes sistemas de fundación entre los elementos estructurales, tales como: plateas, zapatas aisladas y combinadas.

Artículo 104. Cuando en un mismo edificio se utilice más de un sistema de fundaciones, será obligatorio el uso de vigas riostras que las unan en su parte superior, en ambas direcciones ortogonales o aproximadamente ortogonales, excepto para suelos tipo A y tipo B.

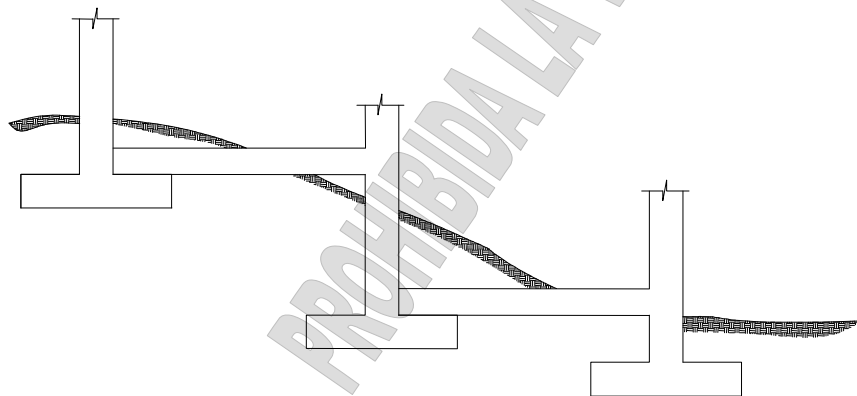
Artículo 105. FUNDACIONES SOBRE PILOTES. Donde sea requerido el uso de fundaciones sobre pilotes, de acuerdo a las condiciones del suelo, en caso de que se usen cabezales aislados, éstos deberán estar unidos en su parte superior por una viga riostra dispuesta en ambas direcciones ortogonales o aproximadamente ortogonales. El mismo concepto será aplicable a las zapatas combinadas sobre pilotes.

Artículo 106. Las vigas riostras deberán cumplir con lo estipulado en el Artículo 101.

Artículo 107. Las fundaciones sobre pilotes cumplirán con las disposiciones estipuladas en el "Reglamento para los estudios Geotécnicos en Edificaciones R-024".

Artículo 108. FUNDACIONES A DIFERENTES NIVELES O ESCALONADAS. Toda fundación de una edificación realizada a diferentes niveles de desplante deberá tener elementos de unión que garanticen su continuidad en cada nivel de referencia; y su nivel de desplante, en cada caso, deberá quedar por debajo del bloque de deslizamiento, (Véase Fig. 10).

FIGURA 10



Artículo 109. INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA. En los casos especiales donde las condiciones del suelo y el proyecto lo requieran, se permitirá el uso de un modelo que tome en cuenta la interacción entre el suelo, el sistema de fundaciones y la estructura del edificio.

Artículo 110. EFECTOS DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS. Se evitará la construcción de edificaciones sobre suelos con posibilidad de licuefacción; en caso que sea permitido, se deberá realizar el mejoramiento del suelo o utilizar un sistema de fundación que sobrepase la profundidad de los estratos licuables, (Véase el Reglamento para Estudios Geotécnicos R-024).

Artículo 111. SISTEMAS DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA. Se permitirá el uso de sistemas de disipación de energía o de aislamiento en la base de las edificaciones. En caso de que se utilicen, el sistema estructural como tal, sin la presencia de disipadores de energía, deberá ser capaz de resistir al menos el 75% de la fuerza sísmica, calculada a partir del método cuasi-estático de la Sección 2, del título IV, Capítulo V.

Artículo 112. MUROS DE CONTENCIÓN. Los muros de contención deberán ser calculados por sismo, cuando:

- a) La altura de la masa del suelo a retener sea mayor o igual que 4.00 metros.
- b) La altura de la masa del suelo a retener excede 2.00 metros y la distancia medida en ángulo recto desde el muro de contención hasta la edificación es menor que la altura del muro de contención.

Artículo 113. MUROS DE SÓTANO. Éstos serán en hormigón armado, y para su diseño se deberán considerar las diferentes posibilidades de profundidad de un futuro sótano adyacente. (Véase el Reglamento para Estudios Geotécnicos R-024).

TÍTULO VII

CRITERIOS GENERALES PARA EL DISEÑO SÍSMICO POR DESEMPEÑO

Artículo 114. CONSIDERACIONES GENERALES. Para los fines de este Reglamento, se considerará como un diseño por desempeño, el que predefine los niveles de daños para los cuales se desea analizar una estructura en zonas sísmicas. Para aplicar este método se dispone de los mapas de isoaceleraciones espectrales S_s y S_1 para los tres niveles de amenaza sísmica siguientes:

- a) **Nivel de Amenaza Alta:** Para este nivel se dispone de los mapas de S_s y S_1 (mapas No.2 y No.3 del Apéndice A), para un período de retorno de 50 años (10% de probabilidad de ser excedidos en 5 años).
- b) **Nivel de Amenaza Moderada:** Para este nivel se dispone de los mapas de S_s y S_1 (mapas No.4 y No.5 del Apéndice A), para un período de retorno de 475 años (10% de probabilidad de ser excedidos en 50 años).
- c) **Nivel de Amenaza Baja:** Para este nivel se dispone de los mapas de S_s y S_1 (mapas No.6 y No.7 del Apéndice A), para un período de retorno de 2,475 años (2% de probabilidad de ser excedidos en 50 años).

PÁRRAFO: Para cualesquiera de estos niveles, se deberá comprobar que los valores mínimos de las solicitaciones serán los establecidos en los Títulos III y IV, de este Reglamento.

Artículo 115. FILOSOFÍA DEL DISEÑO POR DESEMPEÑO. La filosofía en que se basa este método implica el diseño, evaluación, construcción, supervisión y el mantenimiento del edificio y de las facilidades que forman las áreas comunes, los equipos mecánicos, los elementos no estructurales y su contenido, cuando éstos son sometidos a solicitaciones sísmicas comunes y/o extremas. Está basado en la premisa de que este comportamiento se puede predecir y evaluar de forma confiable, en función de nuestras necesidades y decisiones.

Artículo 116. NIVELES DE DISEÑO POR RAZONES ECONÓMICAS Y DE SEGURIDAD. Este Reglamento establece los siguientes cuatro niveles de Diseño por Desempeño, que predefinen sus condiciones, atendiendo a razones económicas y de seguridad:

- a) **Ocupación Inmediata.** La edificación puede seguir operando luego de ocurrido un sismo y los elementos estructurales se mantendrán trabajando en el rango elástico. Los elementos no estructurales y el equipamiento no sufrirán ningún tipo de daño.
- b) **Continuidad de operación con daños menores.** La edificación puede seguir operando después de la ocurrencia de un sismo. Los elementos estructurales y el equipamiento no sufrirán daños, aunque los elementos no estructurales podrán tener daños menores.
- c) **Seguridad de Vida.** Los elementos estructurales pueden sufrir daños localizados en puntos especificados que pueden ser reparables. En todos los casos, no se producirán fallas que pongan en peligro la vida de los ocupantes.
- d) **Prevención de Colapso.** Se refiere al diseño de las edificaciones en las que se permite que los elementos estructurales y no estructurales puedan sufrir daños importantes sin llegar al colapso. En este caso, los niveles de daños en los elementos estructurales son tan importantes que no son reparables.

Artículo 117. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES. Los criterios mínimos de diseño para los elementos no estructurales, que forman parte de la edificación como elementos permanentes o anclados a la estructura, serán regidos por las disposiciones del Apéndice D y el Reglamento “Seismic Design Requirements for Nonstructural Components “ de ASCE “Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures”).

Artículo 118. Para fines de este Reglamento, se considerarán elementos no estructurales: muros no estructurales, exteriores e interiores; ducterías de aires acondicionados, de sistemas contra incendios; estantes, plafones, equipos eléctricos, mecánicos y cualquier otro elemento sujeto a la estructura de tal forma que sean capaces de absorber el desplazamiento relativo de los pisos adyacentes.

TÍTULO VIII SANCIONES

CAPÍTULO I DISPOSICIONES ADMINISTRATIVAS

Artículo 119. El no cumplimiento a las disposiciones establecidas en este Reglamento conllevará a la aplicación de las sanciones instituidas en los capítulos V y VI, de la Ley No. 687, del 27 de julio del 1982, que crea un Sistema de Elaboración de Reglamentos Técnicos para Preparación y Ejecución, relativos a la ingeniería, la arquitectura y las ramas afines.

Artículo 120. Los Apéndices A, B, C y D, que se describen a continuación, contienen:

- Apéndice A: Pesos de materiales de construcción, Cargas vivas en estructuras y Mapas de isoaceleraciones espectrales.
- Apéndice B: Ejemplos de Edificios con pisos suaves, Esquemas de Estructuras con pisos suaves.
- Apéndice C: Combinaciones de cargas.
- Apéndice D: Elementos no estructurales.

APÉNDICE A

TABLA A-1
PESO DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

MATERIALES	PESO
Hormigón armado	2.40 Ton/m ³
Bloques huecos de concreto	1.80 “
Bloques huecos de arcilla	1.20 “
Mosaicos de granito	2.3 “
Mosaicos de concreto	1.9 “
Mortero para colocación mosaicos	1.8 “
Maderas duras	0.80 “
Acero	7.80 “
Asfalto	1.30 “
Aluminio	2.60 “
Zinc	7.04 “
Mármol	1.50 “
Yeso	1.00 “
Parquet	0.80 “
Arcilla y arena en seco	1.63 “
Arcilla y piedra en seco	1.63 “
Arena seca suelta	1.68 “
Arena seca compactada	1.92 “
Grava suelta	1.68 “
Grava compactada	1.92 “
Tierra suelta seca	1.20 “
Tierra seca compactada	1.52 “
Asbesto Cemento	0.025 Ton/m ²
Teja de barro	0.070 “
Ladrillo de barro de 5 cm de espesor	0.060 “
Plafón colgado con malla metálica y enyesado	0.050 “
Plafón de metal troquelado	0.010 “

TABLA A-2
CARGAS VIVAS EN EDIFICACIONES

TIPO DE EDIFICACIONES	CARGA (Kg/m ²)	COEFICIENTE ϕ_i
1. EDIFICIOS RESIDENCIALES		
1.1 Residencias y edificios de apartamentos		
a) Balcones (I), escaleras (I, II).....	400	0.15
b) Otras áreas.....	200	0.15
1.2 Hoteles		
a) Pasillos, vestíbulos, balcones y escaleras (I, II) y otras áreas de uso público.....	500	0.20
b) Dormitorios y áreas de uso privado.....	200	0.20
2. EDIFICIOS PARA COMERCIOS		
2.1 Tiendas (ver edificios para almacenaje).....		
2.2 Bares y restaurantes.....	500	0.20
3. EDIFICIOS INSTITUCIONALES		
3.1 Escuelas		
a) Pasillos, salas, escaleras y balcones (I, II)....	500	0.25
b) Aulas.....	300	0.25
3.2 Hospitales		
a) Pasillos, espacios para el público, salas de cirugía, escaleras y balcones.....	500	0.30
b) Cuartos de pacientes.....	200	0.30
3.3 Biblioteca		
a) Salas de lectura.....	300	0.25
b) Estanterías.....	600	0.25
4. EDIFICIOS DE OFICINAS		
4.1 Pasillos y escaleras (II).....	500	0.20
4.2 Oficinas.....	250	0.20
5. EDIFICIOS INDUSTRIALES		
5.1 Industrias ligeras (III).....	400	0.25
5.2 Industrias semi-pesadas (III).....	600	0.25
5.3 Industrias pesadas (III).....	800	0.25
6. EDIFICIOS PÚBLICOS		
6.1 Sitios de reunión		
a) Sitios de reunión con asientos fijos individuales.....	300	0.25
b) Sitios de reunión con asientos fijos,		

TIPO DE EDIFICACIONES	CARGA (Kg/m ²)	COEFICIENTE ϕ_i
móviles o asientos fijos colectivos.....	500	0.25
c) Salones de baile.....	600	0.25
d) Pasillos, salas de descanso, vestíbulos y escaleras (III).....	500	0.25
6.2 Gimnasios.....	500	0.25
7. EDIFICIOS PARA ALMACENAJE		
7.1. Almacenamiento general		
a) Almacenamiento ligero (III).....	400	0.25
b) Almacenamiento semi-pesado (III).....	600	0.25
c) Almacenamiento pesado (III).....	800	0.25
7.2 Garajes		
a) Para automóviles (IV).....	400	0.25
b) Para vehículos en general (V).....	900	0.25
8. ACERAS (VI).....	1250	0.25
9. TECHOS (VII) Y (VIII)		
9.1 Techos planos o con inclinación de 10 % (5° 43').....	100	0.10
9.2 Techos con inclinación de 10 a 20.....	70	0.10
9.3 Techos con inclinación mayor de 20 % (11° 19').....	50	0.10

CARGAS VIVAS EN EDIFICACIONES

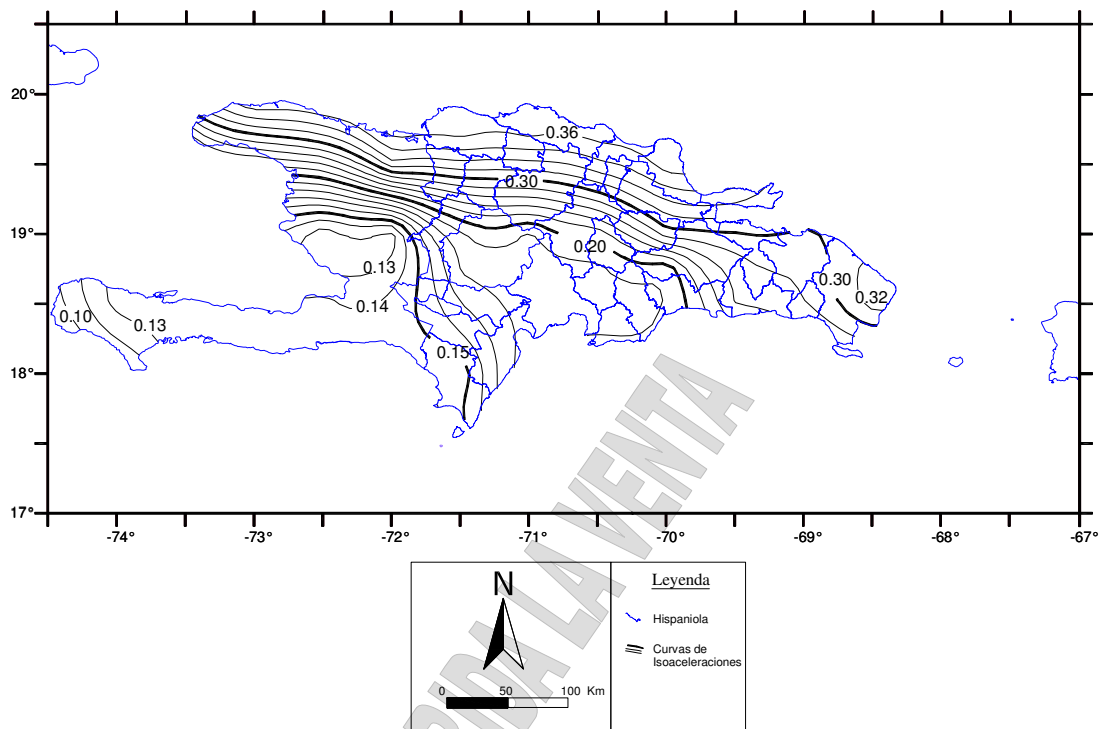
NOTAS ACLARATORIAS A LA TABLA DE CARGAS VIVAS

- (I) Las barandas de los balcones deberán ser diseñadas para resistir una carga horizontal de 75 kg/m, aplicada en la parte superior de la baranda; en escaleras se aplicará una carga horizontal de 30 kg/m.
- (II) En escaleras con escalones aislados se deberán comparar los esfuerzos para una carga concentrada en la posición más desfavorable de 150 Kg en residencias, y de 200 Kg, en los demás edificios en que se permitan estos tipos de escalones.
- (III) Valores indicativos solamente: se podrán utilizar otros valores presentando un análisis justificativo, siempre que dichos valores no sean menores de 400 kg/m².
- (IV) Esta carga se podrá reducir a 250 kg/m² si se comparan los esfuerzos con los obtenidos para una carga de rueda concentrada de 1,000 Kg, en la posición más desfavorable.
- (V) Esta carga se podrá reducir a 500 kg/m² si se comparan los esfuerzos con los obtenidos para una carga de rueda concentrada de 3,000 Kg, en la posición más desfavorable. Si el camión está totalmente cargado se usará una carga de 6,000 Kg. Use 600 kg/m² para las vigas que soportan el peso.
- (VI) Si la acera es accesible a vehículos se compararán los esfuerzos con los obtenidos para una carga de rueda de acuerdo a (V) o (IV).

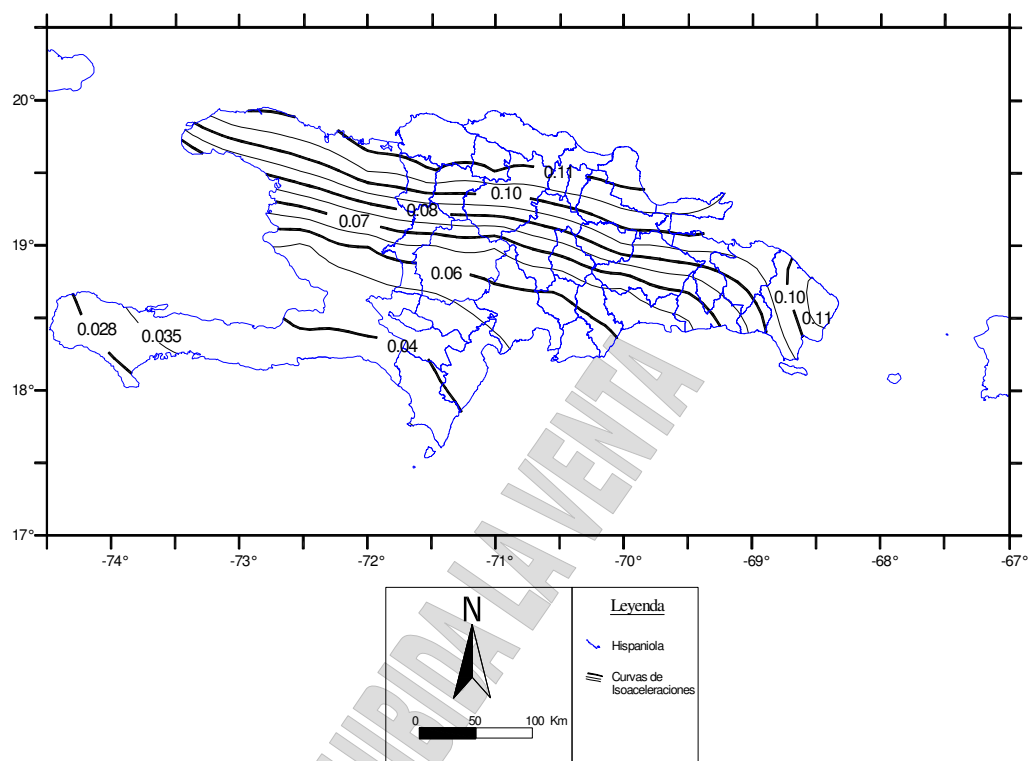
- (VII) Las cargas vivas en estos techos pueden tan solo disminuirse si mediante desagües adecuados se asegura que el nivel mínimo que puede alcanzar el agua de lluvia, en caso de que se tapen los bajantes, no produce una carga viva superior a la indicada; en ningún caso será menor de 50 kg/m^2 .
- (VIII) En techos, se verificarán independientemente los elementos portantes que estén en contacto inmediato con la cubierta (cordón superior de tijerillas, correas, cabios, etc.), con carga viva mínima por reparación o limpieza de 100 kg/m .

PROHIBIDA LA VENTA

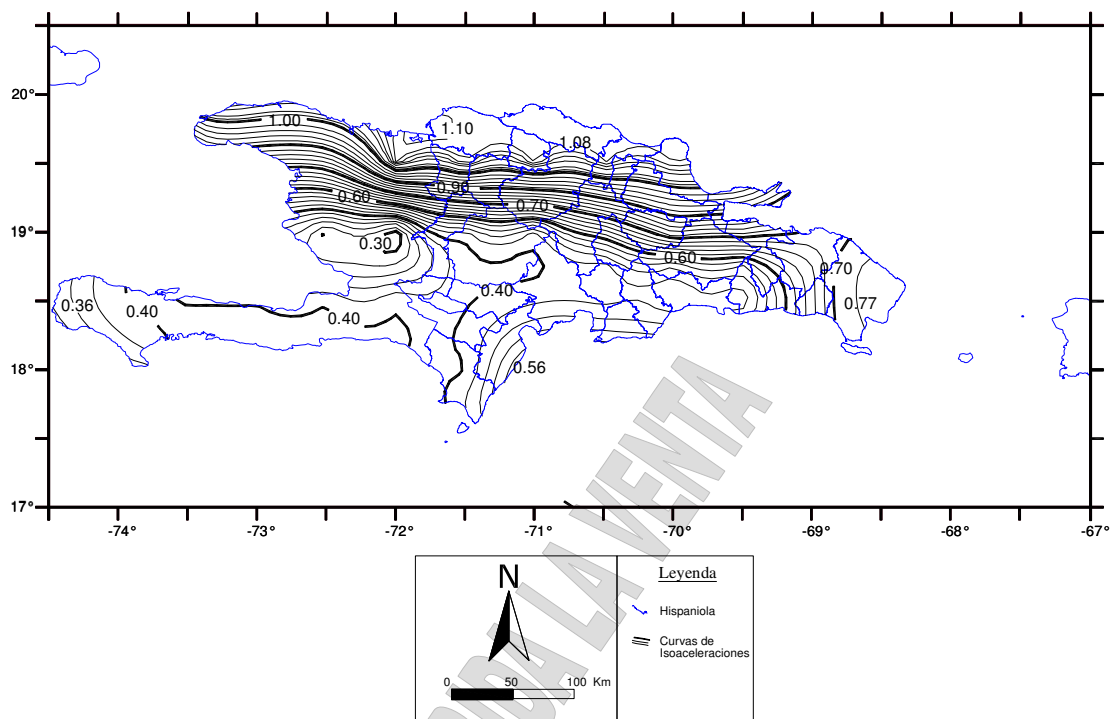
Mapa N°2. - Mapa de isoaceleraciones espectrales S_s para un 10% de Probabilidad de ser excedida en 5 años



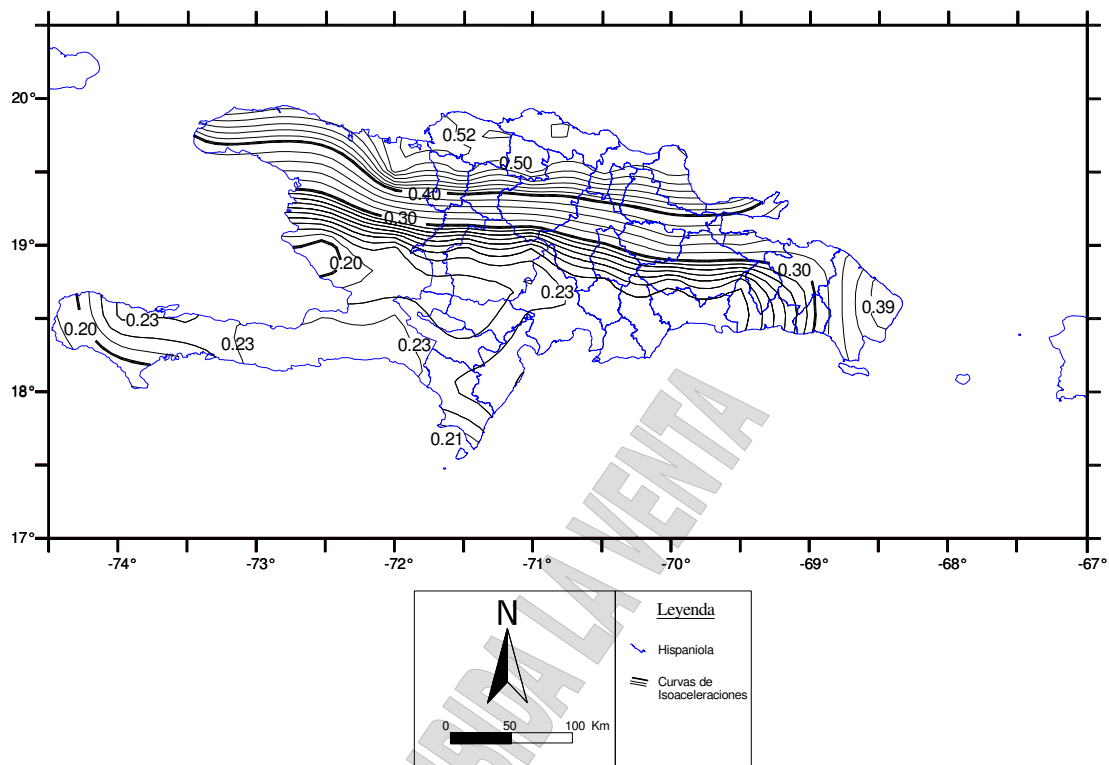
Mapa N°3. - Mapa de isoaceleraciones espectrales S_1 para un 10% de Probabilidad de ser excedida en 5 años



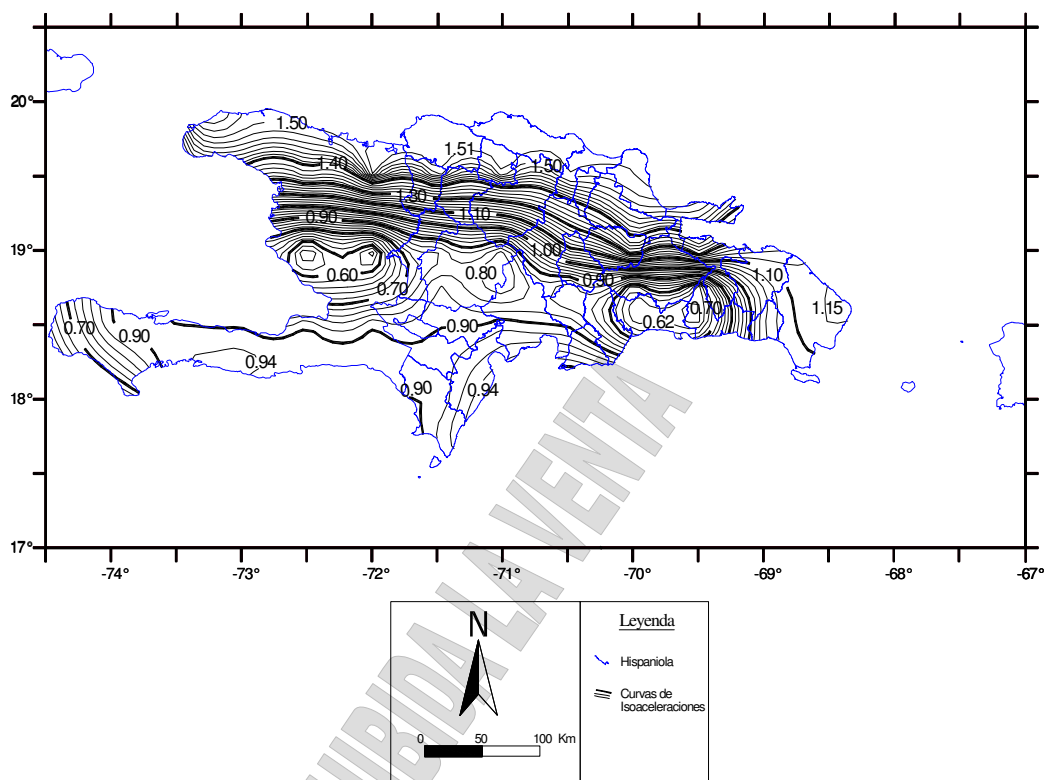
Mapa N°4. - Mapa de isoaceleraciones espectrales S_s para un 10% de Probabilidad de ser excedida en 50 años



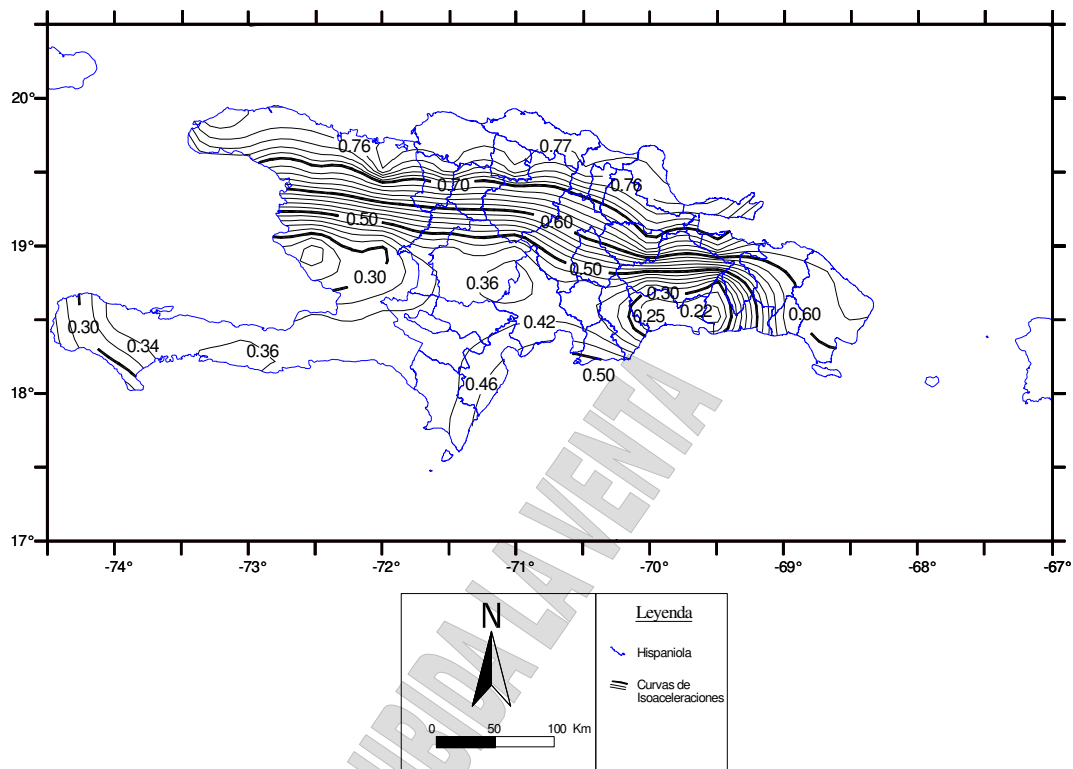
Mapa N°5. - Mapa de isoaceleraciones espectrales S_1 para un 10% de Probabilidad de ser excedida en 50 años



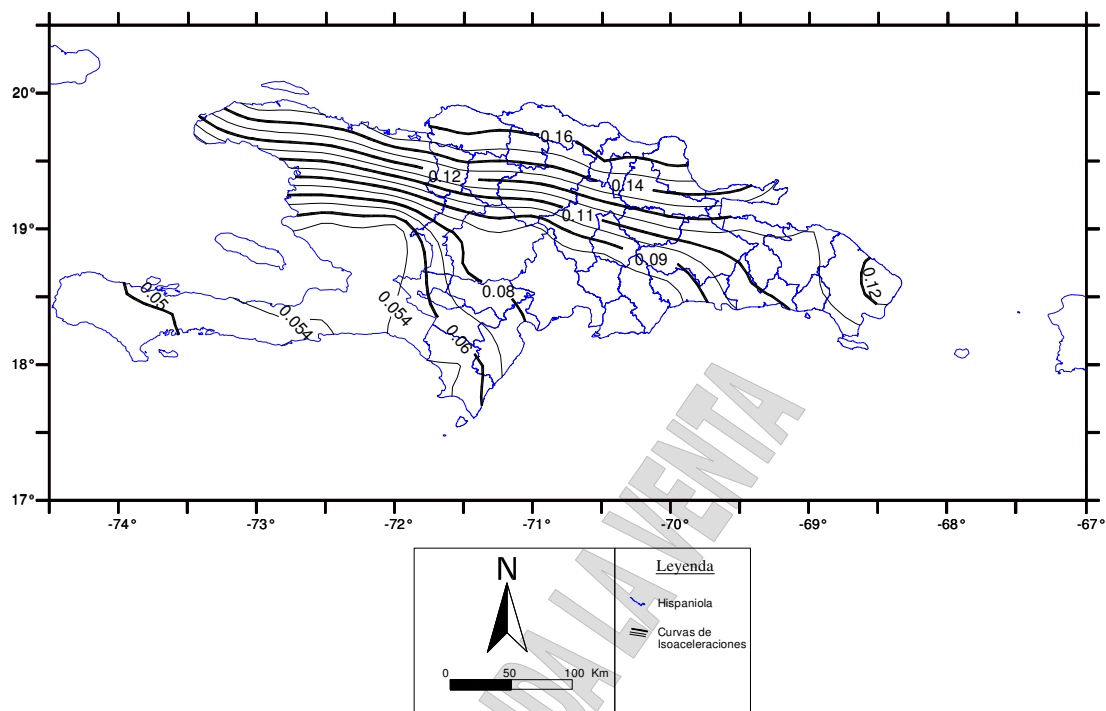
Mapa N°6. - Mapa de isoaceleraciones espectrales S_s para un 2% de Probabilidad de ser excedida en 50 años



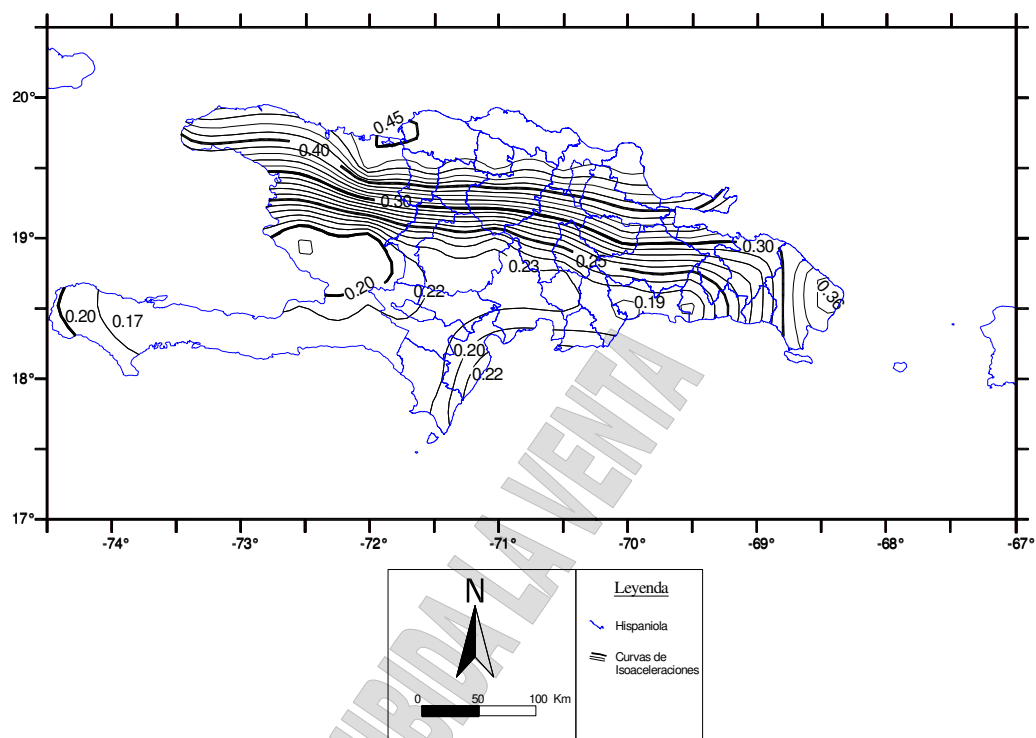
Mapa N°7. - Mapa de isoaceleraciones espectrales S_1 para un 2% de Probabilidad de ser excedida en 50 años



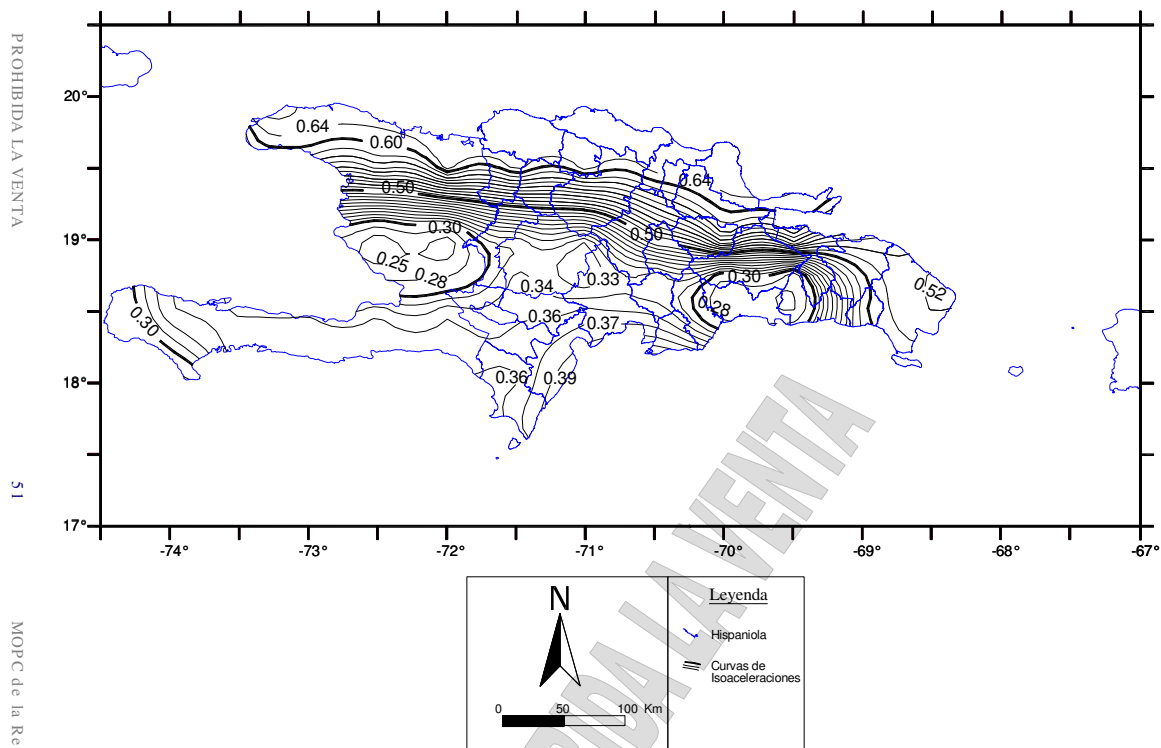
Mapa N°8. - Mapa de isoaceleraciones en la Roca para un 10% de Probabilidad de ser excedida en 5 años



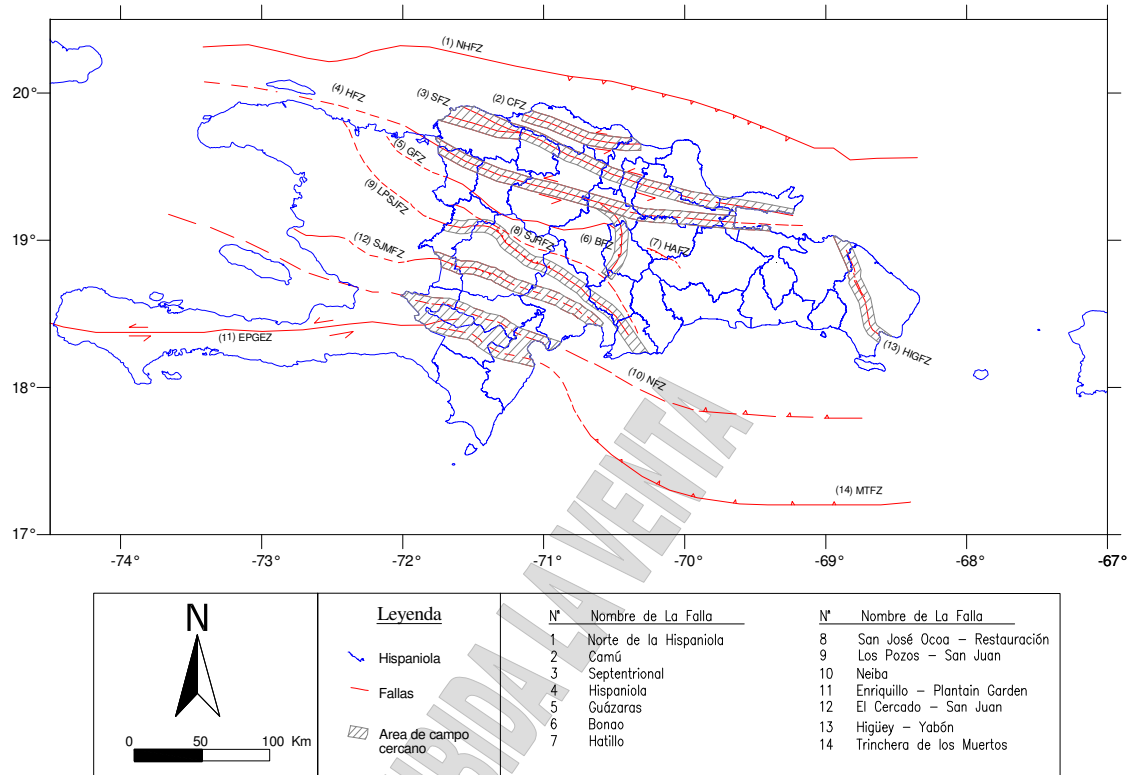
Mapa N°9. - Mapa de isoaceleraciones en la Roca para un 10% de Probabilidad de ser excedida en 50 años



Mapa N°10. - Mapa de isoaceleraciones en la Roca para un 2% de Probabilidad de ser excedida en 50 años

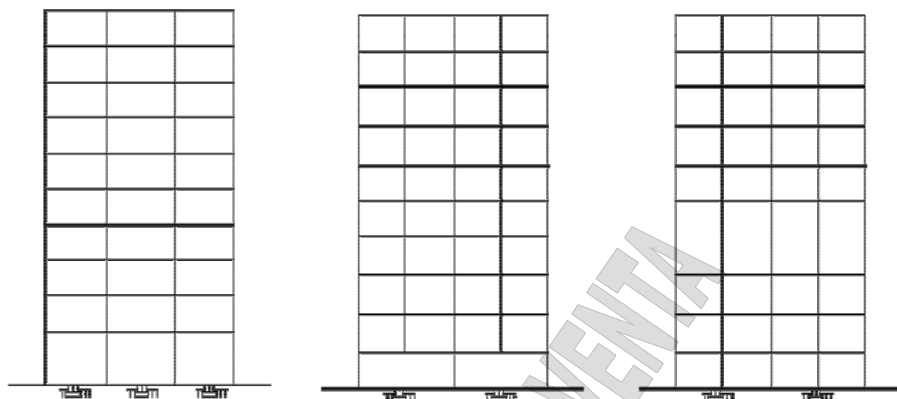


Mapa N°11. - Mapa del Campo Cercano

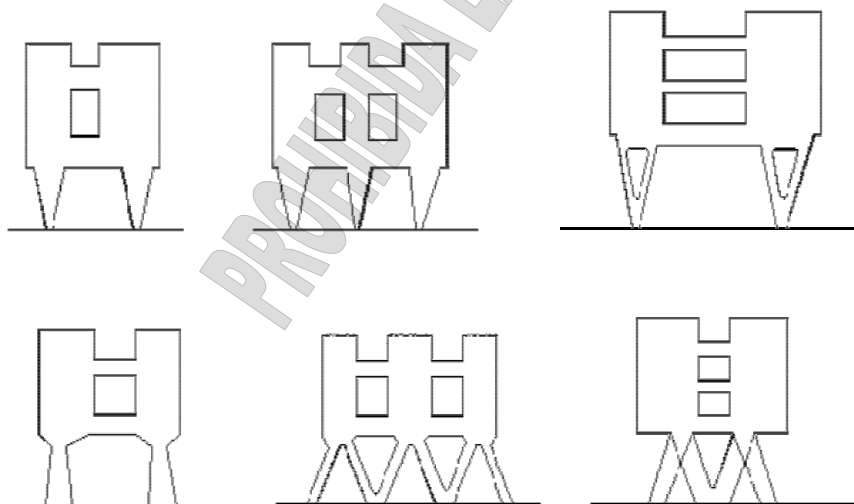


APÉNDICE B

ESTRUCTURAS APORTICADAS CON PISO SUAVE



EDIFICIOS CON PISO SUAVE EN EL PRIMER NIVEL



APÉNDICE C

C. COMBINACIONES DE CARGAS.

Este apéndice establece los criterios para la combinación de la acción sísmica con otras acciones, las cuales tienen probabilidad de ocurrir simultáneamente. A menos que se indique lo contrario explícitamente, todos los miembros estructurales, incluyendo aquéllos que no son parte del sistema de resistencia lateral, deberán ser diseñados para resistir las acciones sísmicas combinadas que se definen en este apéndice. La acción sísmica está definida como la resultante de esfuerzos en las secciones de diseño de los elementos estructurales, producto de la aplicación de las fuerzas sísmicas determinadas según el Reglamento.

Los elementos estructurales, componentes y fundaciones deberán ser diseñados de tal forma que su resistencia de diseño exceda los efectos de combinaciones establecidas, en las normas de diseño usadas; por ejemplo, para el ACI-318, las combinaciones son las siguientes:

- 1) $1.4 (D+F)$
- 2) $1.2 (D+F+T)+1.6 (L+H) + 0.5 (L_R \text{ o } R)$
- 3) $1.2D + 1.6(L_R \text{ o } R) + L$
- 4) $1.2D + 1.0E+L$
- 5) $0.9D+1.0E + 1.6H$

Donde:

D = Acción de la carga muerta

L = Acción de la carga viva

L_R = Acción de la carga viva de techo

E = Acción sísmica

F = Acción producto de presión de fluidos

H = Acción del empuje lateral del terreno

R = Acción producto de los efectos de la lluvia

La acción sísmica, E, se determinará de acuerdo a los siguientes criterios:

Para la combinación (4), la acción sísmica, E, estará definida como:

$$E = E_H + E_V$$

Para la combinación (5), la acción sísmica, E, estará definida como:

$$E = E_H - E_V$$

Donde E_H es la acción producida por las fuerzas sísmicas horizontales y E_V es la acción producida por las fuerzas sísmicas verticales.

En la combinación (5), el factor de carga en H se tomará igual a cero, si la acción de H contrarresta la acción de E.

En la combinación (2), la acción de H se tomará igual a cero, si la acción de H contrarresta la acción combinada de D y L.

APÉNDICE D

D.1 Elementos No-Estructurales.

Todos los elementos no estructurales de una edificación, tales como: paredes divisorias, de fachada, tuberías, ductos, equipos fijados a la estructura como transformadores, aire acondicionados, generadores; así como otros afines, se deberán diseñar para resistir como mínimo las demandas establecidas en este apéndice. Las demandas sísmicas se determinarán aplicando por separado las demandas de fuerzas o desplazamientos establecidas en este apéndice.

D.2 Fuerza Sísmica de Diseño.

Todos los elementos no estructurales se deberán diseñar para resistir una fuerza horizontal sísmica de diseño (F_p), a ser aplicada en el centro de gravedad del elemento y distribuida en función a la distribución de masas del elemento. La fuerza F_p debe ser aplicada en 2 direcciones ortogonales y combinada con las cargas de servicio propias del elemento.

Esta fuerza se determinará mediante la expresión:

$$F_p = \frac{0.4a_p S_{DS} W_p}{R_p} + 2 \frac{z}{h} \quad 1.6 S_{DS} I_p W_p \geq F_p \geq 0.3 S_{DS} I_p W_p$$

Donde:

F_p = fuerza sísmica de diseño

S_{DS} = aceleración espectral de periodo corto

a_p = factor de amplificación del elemento o componente no estructural según Tabla D.1

I_p = factor de importancia del elemento. Se tomará igual a 1.00

W_p = peso operativo del elemento

R_p = factor de modificación de respuesta, según Tabla D.1

z = altura del punto de sujeción, relativo a la base de la estructura.

h = altura promedio del techo, relativa a la base de la estructura.

D.3 Desplazamiento Relativo de Diseño

El efecto del desplazamiento sísmico relativo (D_p) deberá ser considerado en combinación con los desplazamientos causados por otras cargas. El desplazamiento relativo sísmico se determinará según se

establece en esta sección, dependiendo si el elemento o componente no estructural está en una misma estructura o si el mismo se extiende sobre dos estructuras separadas entre sí.

Desplazamiento dentro de una misma estructura

El desplazamiento D_p , entre 2 puntos localizados a alturas h_i y h_j será:

$$D_p = \delta_{A,i} - \delta_{A,j}$$

Desplazamiento entre estructuras diferentes

El desplazamiento entre 2 puntos conectados en diferentes estructuras (A y B) y a alturas h_i y h_j será determinado por:

$$D_p = |\delta_{A,i}| + |\delta_{B,j}|$$

Donde:

D_p = desplazamiento sísmico relativo que el elemento debe tolerar.

$\delta_{A,i}$ = deformación de la estructura A a la altura h_i , determinado mediante un análisis estructural elástico, según el Artículo 71.

$\delta_{A,j}$ = deformación de la estructura A a la altura h_j , determinado mediante un análisis estructural elástico, según el Artículo 71.

$\delta_{B,j}$ = deformación de la estructura B a la altura h_j , determinado mediante un análisis estructural elástico, según el Artículo 71.

h_i = altura a la cual la conexión superior está sujeta.

h_j = altura a la cual la conexión inferior está sujeta.

TABLA D.1 COEFICIENTES PARA ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS		
Elemento arquitectónico	a_p	R_p
Particiones y paredes no estructurales interiores:		
paredes de mampostería no reforzada	1.0	1.5
otras paredes y panderetas	1.0	2.5
Elementos en voladizo sin o con diagonales a la estructura por debajo de su centro de masas:		
parapetos y paredes interiores en voladizo	2.5	2.5
chimeneas y estantes soportados por la estructura	2.5	2.5
Elementos en voladizo arriostrados a la estructura por encima de su centro de masas:		
parapetos	1.0	2.5
chimeneas y estantes	1.0	2.5
paredes exteriores no estructurales	1.0	2.5
Elementos de paredes exteriores no estructurales y conexiones:		
elemento de pared	1.0	2.5
cuerpo de conexión de pared	1.0	2.5
sujetadores del sistema de conexión	1.25	1.0
revestimientos de madera:		
elementos de deformabilidad limitada y sujetadores	1.0	2.5
elementos de baja deformabilidad y sujetadores	1.0	1.5
Penthouses	2.5	3.5
Plafones	1.0	2.5
Gabinetes:		
gabinetes de almacenaje y equipos de laboratorios	1.0	2.5
Pisos de acceso:		
especiales	1.0	2.5
otros	1.0	1.5
Apéndices y ornamentos	2.5	2.5
Señales y pantallas	2.5	2.5
Otros elementos rígidos:		
elementos de alta deformabilidad y sujetadores	1.0	3.5
elementos de deformabilidad limitada y sujetadores	1.0	2.5
materiales de baja deformabilidad y sujetadores	1.0	1.5
Otros elementos flexibles:		
elementos de alta deformabilidad y sujetadores	2.5	3.5
elementos de deformabilidad limitada y sujetadores	2.5	2.5
materiales de baja deformabilidad y sujetadores	2.5	1.5

Artículo 121. Envíese al Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, para los fines correspondientes.

DADO en la ciudad de Santo Domingo de Guzmán, Distrito Nacional, capital de la República Dominicana, a los veinticuatro (24), días del mes de marzo del año dos mil once (2011), años 168 de la Independencia y 148 de la Restauración.

LEONEL FERNÁNDEZ

ANEXO

CRONOLOGÍA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN, CONOCIMIENTO Y APROBACIÓN

Reglamento para el Análisis y Diseño Sísmico de Estructuras

En virtud de la ley No.687, promulgada el día 27 de julio de 1982, el Estado dominicano creó un Sistema de Reglamentación de la Ingeniería, la Arquitectura y Ramas Afines para garantizar la seguridad de las estructuras, la habitabilidad, la preservación de la ecología y demás normas relativas a las obras de transporte y edificios, así como para definir una política de reglamentación acorde con la tecnología actual de estas disciplinas. Para estos fines se crearon los siguientes organismos:

- a) **La Comisión Nacional de Reglamentos Técnicos de la Ingeniería, la Arquitectura y Ramas Afines**, adscrita al Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, investida como la única autoridad estatal encargada de definir la política de Reglamentación de la Ingeniería, la Arquitectura y Ramas Afines.
- b) **La Dirección General de Reglamentos y Sistemas**, organismo ejecutivo de la Comisión Nacional y encargado de la elaboración, de la coordinación y del control de la aplicación de los Reglamentos técnicos.

De conformidad con la Ley antes citada, presentamos este **Reglamento para el Análisis y Diseño Sísmico de Estructuras**, cuyo objetivo principal es proporcionar los requerimientos mínimos que se deberán cumplir en el análisis y diseño sísmico de todas las estructuras, para resistir los efectos de movimientos sísmicos, de tal forma que se mantengan estables, garantizando principalmente la seguridad humana.

Este anteproyecto de Reglamento fue preparado por la Sociedad Dominicana de Sismología e Ingeniería Sísmica (SODOSISMICA) y revisado por un comité interno del MOPC, así como por los expertos internacionales Vitelmo Bertero, PhD., Eduardo Fierro, PhD., y el dominicano Guillermo Paniagua, PhD. Este anteproyecto de reglamento fue sometido a un proceso de vistas públicas por un Comité Técnico convocado por la Dirección General de Reglamentos y Sistemas, DGRS, integrado por los siguientes representantes del sector público y privado:

INSTITUCIÓN	REPRESENTANTE
BNV	Ing. Iris M. González
CODIA	Ing. Fortunio Ubiñas Ing. Rubén Martínez
CONDE Y ASOCIADOS	Ing. Fernando Perdomo
INDRHI	Ing. Manuel Suero
INSTITUTO SISMOLÓGICO	Ing. Ángel Rosario
MINISTERIO DE EDUCACIÓN	Ing. Javier Pérez
ONESVIE	Ing. Rafael Taveras Moronta
SESPAS	Ing. José Sánchez

UASD	Ing. José Miguel Abreu
UNPHU	Ing. William Read
CONSULTORES PRIVADOS	Ing. Emilio A. Pimentel Hued Ing. Luis Saillant Ing. Carlos Sánchez Ing. Julio Reyes Ing. Bienvenido Hernández Ing. Francisco José Jimenez Ing. César Madera Ing. Carlos Cruz Ing. Oliver Guillén Ing. Emilio Cruz Herasme Ing. Manuel Taveras Ing. Víctor M. Hernández Ing. Luis José Brugal Ing. Francisco G. Martínez Ing. Roberto Calderón
INTEC	Ing. Eric Hernández Ing. Luis Abbott
MOPC	Ing. Claudia de los Santos Ing. Jacqueline Medrano Ing. Rocío M. Orozco Ing. Luis Mota Ing. Hamlet Abreu Ing. Ciriaco Peña Ing. Julio C. Checo Ing. Bernardo Núñez Ing. Rosa Ortiz Ing. Ludovino R. Francisco
INVITADO ESPECIAL	Ing. Bernardo Deschappelles
EQUIPO COORDINADOR	SODOSÍSMICA Ing. Juan A. Chalas Ing. Romeo A. Llinás Ing. Sergio López Ing. Hector O'Reilly Ing. Leonardo Reyes Madera Ing. Víctor Pizano

Los comentarios y sugerencias del Comité Técnico fueron analizados y discutidos por un Petit Comité tripartito, encargado de consensuar las sugerencias, y de introducir los cambios correspondientes, dando como resultado el proyecto de reglamento final. El Petit Comité estuvo integrado por el MOPC-SODOSISMICA-INTEC, en el cual participaron los profesionales siguientes:

Por SODOSISMICA: Ing. Hector O'Reilly, M.Sc.
Ing. Leonardo Reyes Madera, M.Sc.

Ing. Sergio López, M.Sc.

Por INTEC:

Eric Hernández, Ph.D.
Luis Abbott, M.Sc.
José Manuel Díaz, M.Sc.

Por el MOPC:

Ing. Ernesto Musa
Ing. Jaquelin Medrano

Finalmente, este Proyecto de Reglamento fue sometido al conocimiento y aprobación de la Comisión Nacional de Reglamentos Técnicos de la Ingeniería, la Arquitectura y Ramas Afines (CONARTIA), convirtiéndolo en Reglamento, la cual estuvo representada por los profesionales siguientes:

REPRESENTANTE

INSTITUCIÓN

Ing. Félix Manuel Pérez
Asistente Vice-Ministro

MOPC, Presidente de CONARTIA

Ing. Gilberto Martínez
Analista Técnico

MIC

Ing. Andrés A. Pichardo
Director Ingeniería, y
Ing. Laudiseo Guzmán

MISPAS

Arq. Iván Cordero
Evaluador de Proyectos

Ministerio de Turismo

Ing. Alberto Núñez

Liga Municipal Dominicana

Ing. Teodoro Tejada
Sub-Director Ejecutivo

INDRHI

Ing. Leonardo Pérez
Ingeniero Estructural

Instituto Nacional de la Vivienda

Ing. Mario Carlos Rodríguez
Arq. Johanny Alcántara R.

CDEEE

Ing. Mario M. Guerrero
Encargado Supervisión

Banco Nacional de la Vivienda

IEM. Domingo Mateo
Presidente CODIA, y
Ing. Rubén Jesús Martínez García

CODIA

Ing. Cristian Gómez
Sub-Director Técnico

INAPA

Ing. Moisés Montás

EGEHID

Dirección de Obras Civiles

Beatriz A. Moquete
Dirección de Presupuestos

ETED

Invitados especiales
Ing. Luis Abbott
Ing. Marino Fernández
Ing. Ernesto Musa

INTEC
MOPC

Ing. Jaquelin Medrano
Directora General de Reglamentos y Sistemas

Secretaria General de CONARTIA

Luego de aprobado el Reglamento, el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones lo remitió a la Consultoría Jurídica del Poder Ejecutivo, para fines de oficialización.

Este Reglamento fue oficializado mediante el Decreto No.201-11, a los 24 días del mes de Marzo del año 2011.

ING. VÍCTOR DÍAZ RÚA
Ministro de Obras Públicas y Comunicaciones