

# **PROPUESTA DE CONTENIDOS DEL CÓDIGO MODELO DE DISEÑO SÍSMICO PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE**

**3° Jornada Proyecto “Elaboración Colaborativa De Código Modelo De  
Diseño Sísmico Para América Latina Y El Caribe”**

**Antigua – Guatemala – marzo 2019**

## Preámbulo

El presente documento denominado **“Propuesta de Contenidos del Código Modelo De Diseño Sísmico para América Latina y El Caribe”**, es parte de los acuerdos de la 2° Jornada de Elaboración Colaborativa del Código Modelo de Diseño Sísmico para América Latina y el Caribe, efectuada en San José, Costa Rica durante los días 19 y 20 de julio de 2018.

Con el objetivo de lograr una propuesta a presentar en la 3° Jornada, el Instituto de la Construcción en el marco del Convenio de Colaboración suscrito con el Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile, convocó a un Comité Técnico que sesionó entre los meses de septiembre de 2018 y marzo de 2019 efectuando un total de 12 reuniones.

El subcomité es presidido por el señor Ian Watt (Asociación de Ingenieros Civiles Estructurales - AICE Chile), contando como vicepresidenta a Marlena Murillo Segura (Colegio de Ingenieros de Chile).

Participaron en el comité las siguientes personas e instituciones:

NOMBRE	INSTITUCIÓN
Ian Watt (presidente)	Asociación de Ingenieros Civiles Estructurales - AICE
Marlena Murillo (vicepresidenta)	Colegio de Ingenieros de Chile
Rodolfo Saragoni	Asociación Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica - Achisina
Cristian Delporte	Asociación de Ingenieros Civiles - AICE
Lucio Ricke	Asociación de Ingenieros Civiles - AICE
Cristina Barría	Ministerio de Vivienda y Urbanismo - División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional
Guillermo Calderón	Ministerio de Vivienda y Urbanismo - División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional
Isabel García	Universidad Central



## Índice

Preámbulo.....	1
<b>a) Introducción.....</b>	<b>5</b>
<b>b) Terminología y Simbología .....</b>	<b>6</b>
b.1. Términos y definiciones .....	6
b.2. Simbología.....	6
<b>c) Alcance, ámbito de aplicación y exclusiones .....</b>	<b>6</b>
c.1. Edificaciones.....	6
c.1.1. Habitacional .....	6
c.1.2. No habitacional .....	6
c.2. Elementos no estructurales.....	6
<b>d) Clasificación de edificaciones.....</b>	<b>6</b>
d.1 Tipología Estructural .....	6
d.2 Importancia .....	6
d.3 Irregularidad.....	7
d.4 Uso.....	7
<b>f) Referencias.....</b>	<b>7</b>
f.1. Normas de referencia y consulta.....	7
f.1.1. Normas de Requisitos Generales de Materiales de Construcción .....	7
f.1.2. Normas para Otras Solicitaciones.....	8
f.1.3. Documentos de referencias y consulta.....	9
<b>g) Amenaza sísmica .....</b>	<b>9</b>
g.1. Sismicidad .....	9
g.1.1. Regional .....	9
g.1.2. Local .....	9
g.2. Estimación de la amenaza sísmica .....	9
g.2.1. Métodos Determinísticos.....	9
g.2.2. Métodos Probabilísticos .....	9
g.3. Registros Sísmicos.....	10
g.3.1. Procesamiento de registros sísmicos.....	10
g.3.2. Características y parámetros de los registros sísmicos.....	10
g.3.3. Metodologías y procedimientos para la obtención de registro sísmicos específicos a las características de cada sitio.....	10
<b>h) Demanda sísmica.....</b>	<b>10</b>



<b>i) Metodología de análisis del sistema estructural.....</b>	<b>10</b>
i.1. Sistema estructural de la edificación y los parámetros de análisis que aplican en su caso.....	10
i.1.1. Sistema de Marcos Rígidos.....	10
i.1.2. Sistema de Marcos Arriostrados.....	10
i.1.3. Sistemas de Muros de Corte .....	10
i.1.4. Sistemas mixtos.....	10
i.1.5. Sistemas de enrejados .....	11
i.1.6. Sistemas de Cables. Colgantes y atirantados. ....	11
i.2. Objetivos de desempeño y lineamientos del diseño .....	11
i.3. Demanda sísmica de diseño .....	11
i.4. Métodos de Análisis Sísmico .....	11
i.4.1. Lineales .....	11
i.4.2. No Lineales.....	12
i.4.3. Simplificado - viviendas de 1 y 2 pisos .....	13
i.5. Interacción suelo-estructura .....	13
i.6. Análisis de estructuras aisladas sísmicamente o con disipación.....	13
i.6.1. Aislación Sísmica.....	13
i.6.2. Disipación Pendiente, similar a i.6.1.....	16
i.6.3. Masas Sintonizadas (Pendiente, No hay norma mundial ni local) .....	16
i.6.4. Otros sistemas (Pendiente, No hay norma mundial ni local) .....	16
<b>j) Metodología de diseño del sistema estructural.....</b>	<b>16</b>
j.1. Diseñar y detallar los elementos estructurales que componen la edificación, incluyendo fundaciones.....	16
j.2. Verificar los objetivos de desempeño en la estructura diseñada y el cumplimiento de los requerimientos normativos mínimos de seguridad.....	16
j.2. Diseño de estructuras aisladas sísmicamente o con disipación.....	16
J.2.1 Aislación Sísmica.....	16
j.2.2. Disipación.....	16
j.2.3 Masas Sintonizadas.....	16
j.2.4. Otros sistemas.....	16
<b>k) Metodología de análisis y diseño sísmico de elementos no estructurales, secundarios y equipos .....</b>	<b>16</b>
k.1. Definición solicitaciones para los componentes.....	16
(fuerza y deformaciones) .....	16
k.2. Verificación Compatibilidad con la Estructura.....	16



k.3.	Diseño Anclajes.....	16
<b>l)</b>	<b>Requisitos para el aseguramiento de la calidad en el diseño sísmico y construcción .....</b>	<b>17</b>
l.1.	Verificación de los objetivos desempeño a niveles de diseño.....	17
	(verificación de desplazamiento, derivas, vibraciones, etc.).....	17
l.2.	Instrumentación de Edificios.....	17
l.3.	Requisitos de Gestión .....	17
l.3.1.	Participación de Ingenieros Revisores de Proyectos de Diseño Estructural.....	17
	(Propuesta de crear un Registro Nacional de Revisores de Proyectos de Diseño Estructural) .....	17
l.3.2.	Participación de Inspectores Técnicos de Obra - ITO.....	17
	(Propuesta de crear un Registro Nacional de ITOs).....	17
l.3.3.	Fiscalización de la autoridad competente.....	17
l.3.4.	Documentación Estandarizada.....	17
	(planos, memorias, Especificaciones Técnicas) .....	17
l.3.5.	Suscripción de los profesionales responsables.....	17
l.3.6.	Protocolo de revisión y mantenimiento en el tiempo de la obra. ....	17
<b>m)</b>	<b>Evaluación y rehabilitación de estructuras existentes .....</b>	<b>17</b>
m.1.	Evaluación y diagnóstico .....	18
m.1.1.	Criterios y objetivos de desempeño (pendiente) .....	18
m.1.2.	Procedimientos de análisis (pendiente).....	18
m.2.	Adecuación.....	18
m.3.	Reparación .....	18
m.4.	Reforzamiento.....	18
<b>n)</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>19</b>
n.1.	Anexo 1: Mapas de zonificación sísmica .....	19
n.2.	Anexo 2: Cuantificación y caracterización de Amenaza Sísmica.....	19
n.3.	Anexo 3: Espectros de Diseño Sísmico.....	19

## a) Introducción

El presente documento corresponde a una propuesta de contenidos mínimos del código sísmico referencial para América Latina y El Caribe, que considera las diferentes características de la sismicidad de la región, debido a la interacción de las placas tectónicas presentes, lo que da lugar a una marcada subducción en la costa pacífica de Sudamérica, Centro América y México, así como a una transcurción en el caso de la placa del Caribe.

Considera además los efectos neotectónicos de fallas activas muy importantes en la sismicidad de algunos países de la región. Adicionalmente, en algunos casos el efecto dinámico del suelo tiene un rol dominante en su diseño sísmico.

Este código referencial considera este amplio espectro de situaciones que se presentan en la región, resumiendo el conocimiento y el estado del arte actual en materia de diseño sísmico de todos los países, para lograr este documento que satisface las diversas necesidades potenciales de los países miembros.

El objetivo del código es tener construcciones seguras que garanticen salvaguardar las vidas humanas y en una etapa futura conducir al desafío de construcciones y ciudades resilientes.

Considerando el avance acelerado de la investigación en sismología, geotecnia, análisis y diseño estructural este documento requiere de una revisión y actualización periódica que recoja los resultados de dichas investigaciones.

Este documento al ser referencial debe ser comparado y complementado con las normas, leyes, ordenanzas y reglamentos locales de cada país, sirviendo de complemento a los códigos nacionales y está orientado a su actualización y mejora en la medida que cada país lo estime necesario.

A continuación, se entrega la propuesta de contenidos mínimos del Código Modelo de Diseño Sísmico Regional para América Latina y El Caribe en adelante CMDSR.

### **Rodolfo Saragoni Huerta**

Presidente Asamblea CMDSR

Presidente - Asociación Chilena De Sismología E Ingeniería Antisísmica (ACHISINA) - Chile

## b) Terminología y Simbología

De la revisión de las normativas regionales, se detecta distinta terminología para los países miembros, siendo necesario que se genere una nomenclatura común.

- b.1. Términos y definiciones
- b.2. Simbología

## c) Alcance, ámbito de aplicación y exclusiones

Se define una versión preliminar, pero se identifica que este documento debe cerrarse en la tercera jornada por el Comité Técnico Mayor.

Definición de los usuarios del documento: Inversores extranjeros; Autoridad Competente/Entidad Regulatoria; Aseguradoras; Profesionales competentes; Organismos de Gobierno.

- c.1. Edificaciones  
(Se trata de edificaciones y habrá que definir cómo clasificarlo, uso, importancia, tipo de estructura, se puede usar como referencia el estándar ASCE-7, y/o normativa local según corresponda)
  - c.1.1. Habitacional  
(Es lo que hay que definir, tipo de clasificaciones)
  - c.1.2. No habitacional
- c.2. Elementos no estructurales  
(se incluye)

## d) Clasificación de edificaciones

Se genera una propuesta de diversas clasificaciones de las edificaciones.

### d.1 Tipología Estructural

Se debe identificar si el sistema es de pórticos, muros, o mixto, dado que el comportamiento sísmico de cada uno es distinto e incide directamente en la modelación, análisis y diseño.

### d.2 Importancia

Basado en la práctica de priorizar el uso de la edificación, confiriendo mayores índices a las construcciones que deban mantenerse operativas durante un sismo, como hospitales, centros de salud, oficinas de emergencia, refugios temporales y otros de similar naturaleza.

#### d.3 Irregularidad

No todos los países tratan este tema, y aun cuando lo hacen, lo resuelven de manera diferente. Se presenta la forma de resolución chilena.

La norma chilena NCh433 Of.96 mod 2009 señala en punto 5.5.2.2. que los edificios de planta irregular (en H, en L, en T, en U, etc.) se pueden proyectar como una sola estructura, cuando los diafragmas se calculen y construyan como un solo cuerpo, verificando además que los diafragmas tengan la rigidez y resistencia necesaria para distribuir las fuerzas inerciales entre planos o subestructuras verticales resistentes (5.5.2.4.). Si existiesen dudas sobre la rigidez del diafragma, se deberá considerar su flexibilidad, agregando los grados de libertad necesarios o bien, introduciendo separaciones estructurales, adoptando disposiciones señaladas en la norma chilena NCh433 Of.96 mod 2009, en puntos desde 5.10.1 hasta 5.10.4. La misma norma indica que un edificio de planta irregular, proyectado como una sola estructura, deberá considerar con especial cuidado el diseño de conexiones entre las distintas partes que conforman la planta (5.5.2.3.).

#### d.4 Uso

En la normativa chilena el uso está asociado al nivel de importancia, haciendo este punto redundante. Se propone revisar esta redundancia en la tercera jornada.

### e) Objetivos de desempeño

El desarrollo de este ítem queda pendiente hasta recibir el aporte del documento “Propuesta de Objetivos de Desempeño Sísmico para Obras en América Latina y El Caribe”

### f) Referencias

#### f.1. Normas de referencia y consulta

##### f.1.1. Normas de Requisitos Generales de Materiales de Construcción

Todo material a utilizar en el diseño sismo resistente debe a lo menos contar con suficiente documentación, reglamentos y/o normativas aprobadas por la Autoridad Competente para cumplir con los siguientes puntos.

##### f.1.1.1 Requisitos Generales del Material

Este Reglamento debe establecer los requisitos que debe cumplir el material para que se pueda confeccionar, clasificar, transportar, colocar y trabajar de forma que su uso sea aplicable para la construcción de estructuras. (Ejemplo NCh 170 - Hormigón - Requisitos generales)

##### f.1.1.2 Diseño del Material

Este Reglamento debe proporcionar los requisitos mínimos para el diseño y la construcción de elementos (muros, pilares, vigas, losas, consolas, nudos, etc.) conformados por el





material. Este Reglamento complementa al reglamento general de construcción aprobado por la Autoridad Competente, y rige en todos los aspectos relativos al diseño del material. (Ejemplo ACI-318 - Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural)

#### f.1.1.3 Control de Calidad Material

Este Reglamento debe proporcionar los procedimientos de evaluación de la calidad del material. Los procedimientos de evaluación tienen por objetivo determinar la conformidad de los resultados con respecto a las propiedades especificadas en el diseño. Este Reglamento debe establecer los criterios de inspección, muestreo, ensayos y de aceptación y rechazo del material. (Ejemplos, ACI-318 Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural / NCh. 1998 - Hormigón Evaluación estadística de la resistencia mecánica)

#### f.1.1.4 Prescripciones Adicionales del Material

Este Reglamento presenta prescripciones adicionales para el material que la Autoridad Competente estime conveniente. (Ejemplo NCh 430 - Hormigón armado - Requisitos de diseño y cálculo)

### f.1.2. Normas para Otras Solicitaciones

#### f.1.2.1 Combinación de Cargas

Se debe hacer referencia a el Reglamento que contiene las disposiciones y criterios de combinación de distintas solicitaciones. (Ejemplo NCh 3171 - Diseño estructural - Disposiciones generales y combinaciones de cargas, Capítulo 2 ASCE-07 Minimum Design Loads for. Buildings and Other Structures)

#### f.1.2.2 Cargas Permanentes y Sobrecargas

Se debe hacer referencia a el Reglamento que contiene las bases que permitan evaluar las cargas permanentes y cargas de uso que se deben considerar en el diseño de edificios y otras estructuras. (Ejemplo NCh 1537 - Cargas permanentes y cargas de uso, Capítulo 3 y 4 ASCE-07 Minimum Design Loads for. Buildings and Other Structures)

#### f.1.2.3 Viento

Se debe hacer referencia a el Reglamento que contiene las bases que permitan evaluar las cargas que la acción del viento induce sobre la estructura, revestimientos y elementos secundarios. (Ejemplo NCh 432 – Diseño Estructural Cargas de Viento, Capítulo 6 ASCE-07 Minimum Design Loads for. Buildings and Other Structures)

#### f.1.2.4 Nieve:

Se debe hacer referencia a el Reglamento que contiene las bases que permitan evaluar las cargas que la acción de la nieve induce sobre la estructura, revestimientos y elementos secundarios. (Ejemplo NCh 433- Diseño Sísmico de Edificios, Capítulo 7 ASCE-07 Minimum Design Loads for. Buildings and Other Structures)

f.1.2.5 Inundación

Se debe hacer referencia a el Reglamento que contiene las bases que permitan evaluar las cargas que la acción de una inundación induce sobre la estructura, revestimientos y elementos secundarios. (NTM-007 Diseño estructural para edificaciones en áreas de riesgo de inundación por tsunami o seiche, Capítulo 5 ASCE-07 Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures)

f.1.2.6 Lluvia

Se debe hacer referencia a el Reglamento que contiene las bases que permitan evaluar las cargas que la acción de la lluvia induce sobre la estructura, revestimientos y elementos secundarios. (Capítulo 8 ASCE-07 Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures)

f.1.3. Documentos de referencias y consulta.

Se debe incluir cualquier documento adicional que no sea un Reglamento aprobado por la Autoridad Competente, pero que esta considera importante para consultar y referenciar. Comúnmente son documentos emitidos por asociaciones gremiales internacionales (Ejemplo ACI Handbooks) o locales (Ejemplo Manual de Detallamiento ICH)

## g) Amenaza sísmica

El desarrollo de este ítem queda pendiente hasta recibir el aporte de los avances de los miembros del comité Amenaza Sísmica, liderado por Costa Rica.

g.1. Sismicidad

g.1.1. Regional

g.1.2. Local

g.2. Estimación de la amenaza sísmica

(condiciones sismogénicas, fallas tectónicas: subductivas profundas, profundidad intermedia o corticales, otras)

g.2.1. Métodos Determinísticos

g.2.2. Métodos Probabilísticos



- g.3. Registros Sísmicos
  - g.3.1. Procesamiento de registros sísmicos
  - g.3.2. Características y parámetros de los registros sísmicos
  - g.3.3. Metodologías y procedimientos para la obtención de registro sísmicos específicos a las características de cada sitio

## h) Demanda sísmica

El desarrollo de este ítem queda pendiente hasta recibir el aporte del documento “Propuesta de Objetivos de Desempeño Sísmico para Obras en América Latina y El Caribe”

## i) Metodología de análisis del sistema estructural

- i.1. Sistema estructural de la edificación y los parámetros de análisis que aplican en su caso
  - i.1.1. Sistema de Marcos Rígidos

Sistema estructural compuesto por vigas y columnas conectados entre sí por nudos rígidos, los cuales permiten la transferencia de momentos flectores, esfuerzos de corte y cargas axiales a las columnas y por medio de ellas a las fundaciones.
  - i.1.2. Sistema de Marcos Arriostrados

Sistema estructural compuesto por vigas, columnas y diagonales conectados entre sí por nudos rígidos o rotulados, los cuales permiten la transferencia de momentos flectores, esfuerzos de corte y cargas axiales a las columnas y por medio de ellas a las fundaciones.
  - i.1.3. Sistemas de Muros de Corte

Sistema estructural compuesto por muros unidos por diafragmas horizontales que resisten las cargas horizontales y verticales de la estructura. Adicionalmente puede considerar vigas de acople entre los muros.
  - i.1.4. Sistemas mixtos

Sistemas estructurales compuestos por marcos rígidos y muros de corte conectados por diafragmas horizontales



i.1.5. Sistemas de enrejados

Sistema estructural compuesto por barras unidas en nudos, dispuestas geométricamente en diferentes direcciones con el objetivo de conformar un sistema soportante de las cargas aplicadas. Las barras principalmente son consideradas para resistir compresiones y tracciones.

i.1.6. Sistemas de Cables. Colgantes y atirantados.

Sistema estructural compuestos por elementos que resisten sólo tracciones y son dispuestos geométricamente para lograr un sistema en equilibrio que resista las cargas aplicadas.

i.2. Objetivos de desempeño y lineamientos del diseño

(que aplican para una edificación según el nivel de amenaza sísmica, y la importancia de la obra en el sitio de construcción).

i.3. Demanda sísmica de diseño

(que actuarán sobre la estructura y las combinaciones y casos de carga que deban contemplarse en el análisis)

i.4. Métodos de Análisis Sísmico

(Seleccionar el método de análisis adecuado para determinar la respuesta sísmica de la estructura en términos de: desplazamientos, deformaciones, fuerzas y sollicitaciones sobre los elementos estructurales que se utilizarán para su diseño)

i.4.1. Lineales

i.4.1.1. Estático Equivalente

Las sollicitaciones sísmicas se representan por medio de fuerzas horizontales actuando en cada piso, cuya amplitud se calcula con fórmulas que se ajustan a algunos parámetros de la estructura, tales como corte basal, momento basal, principal modo de vibración de la estructura, etc.

Este método se permite para el análisis de estructuras regulares, de baja altura y con limitaciones de acuerdo a la zona sísmica e importancia de la estructura.

Se requiere la consideración de los efectos de torsión para la excentricidad accidental.

i.4.1.2. Dinámico Modal Espectral

Este método consiste en la superposición de los resultados de los efectos en cada uno de los modos propios de vibrar de la estructura cuando se aplica espectros de aceleraciones que representan los efectos del sismo sobre la estructura.



Considera propiedades elásticas de los materiales componentes de la estructura y un espectro reducido de las aceleraciones en base a una estimación de las capacidades no lineales remanentes de la estructura.

Las respuestas modales se superponen utilizando el procedimiento de superposición cuadrática completa (CQC), si los períodos de los modos son cercanos entre sí. Si están separados, las normas permiten utilizar la superposición cuadrática simple (SSRS).

Por lo general se consideran efectos de excentricidad accidental, para lo cual se añaden a los resultados del análisis, los efectos estáticos de una excentricidad del cortante, igual a un porcentaje de la dimensión de la planta perpendicular a la dirección del cortante analizado.

#### i.4.1.3. Dinámico Tiempo Historia

Se determina la respuesta bajo la acción de acelerogramas compatibles con espectros de diseño de cada sitio, mediante métodos de integración numérica.

Las normas que lo permiten introducen recomendaciones y requerimientos sobre los acelerogramas a utilizar (que en general deben ser compatibles con los espectros de diseño), el número mínimo de casos y los respaldos de información necesarios para fundamentar los estudios (por ejemplo, respaldo experimental o de otro tipo, de las curvas de restitución utilizadas).

En el análisis se considera un modelo matemático y se obtiene resultados mediante la superposición modal, la integración directa u otro procedimiento debidamente desarrollado.

#### i.4.2. No Lineales

##### i.4.2.1. Estático No lineal – Pushover

Es un método que considera la aplicación de fuerzas de piso, monotónicamente creciente, proporcionales a las que se obtienen con la aplicación de los métodos lineales, hasta valores que definan sucesivamente la resistencia global y cedente, y el nivel de inestabilidad.

Es un procedimiento complementario que ayuda a determinar en forma aproximada, mecanismos de falla, zonas críticas, capacidad y demandas globales o locales de ductilidad. También se utiliza para verificar los objetivos de desempeño para distintos niveles de demanda sísmica.

Este procedimiento permite la obtención de índices del valor de ductilidad global y/o factor de reducción de respuesta en función de las características mecánicas de los miembros diseñados con diagramas de restitución adecuados.

#### i.4.2.2. Dinámico Tiempo Historia

El procedimiento de respuesta no lineal en el tiempo consiste en el análisis de un modelo matemático que tiene implícito el comportamiento histerético no lineal de los componentes de la estructura. Se determina la respuesta bajo la acción de acelerogramas compatibles con espectros de diseño de cada sitio, mediante métodos de integración numérica.

Las normas que lo permiten, introducen recomendaciones y requerimientos sobre los acelerogramas a utilizar (que en general deben ser compatibles con los espectros de diseño), el número mínimo de casos y los respaldos de información necesarios para fundamentar los estudios (por ejemplo, respaldo experimental o de otro tipo, de las curvas de restitución utilizadas).

#### i.4.3. Simplificado - viviendas de 1 y 2 pisos

En muchas normas se incluyen métodos simplificados, en general basados en el método estático equivalente, para facilitar el análisis y diseño de estructuras de baja altura.

Son métodos prescriptivos locales limitados a estructuras de baja altura que permiten el diseño de una manera simple en zonas que no hay recursos profesionales más sofisticados.

#### i.5. Interacción suelo-estructura

#### i.6. Análisis de estructuras aisladas sísmicamente o con disipación.

##### i.6.1. Aislación Sísmica

Métodos de Análisis para Aislación sísmica.

Los métodos de análisis para estructuras con aislación sísmica que se permiten son:

- 1) Lineales
  - a) Estático Equivalente
  - b) Dinámico Modal Espectral
  - c) Dinámico Tiempo Historia
- 2) No Lineales
  - a) Dinámico Tiempo Historia

Para poder usar cada método de aislación se deben cumplir con requerimientos mínimos de regularidad de la estructura, tipo de sismo, tipo de suelo y del comportamiento de los aisladores.

### Lineal Estático Equivalente

El procedimiento de análisis estático lateral equivalente se puede utilizar para el diseño de una estructura con aislación sísmica, siempre que:

1. La estructura esté ubicada a más de 10 km. de todas las fallas activas.
2. La estructura esté ubicada en un tipo de suelo I o II. (clasificación suelo duro, a revisar con otro capítulo para dar consistencia)
3. La superestructura tenga menos de cinco pisos y una altura menor que 20 m.
4. El período efectivo de la estructura aislada, sea menor o igual que 3,0 s.
5. El período efectivo de la estructura aislada, sea mayor que tres veces el período elástico de base fija de la superestructura.
6. La superestructura tenga una configuración regular. (clasificación por regularidad, a revisar con otro capítulo para dar consistencia)
7. El sistema de aislación esté definido por todos los atributos siguientes:
  - 7.1 El sistema de aislación que no presente mayor degradación de rigidez.
  - 7.2 El sistema de aislación tiene la capacidad de producir una fuerza restitutiva.
  - 7.3 El sistema de aislación tiene propiedades de fuerza-deformación que son independientes de la velocidad de carga.
  - 7.4 El sistema de aislación tiene propiedades de fuerza-deformación que son independientes de las cargas verticales y efectos de sollicitaciones bidireccionales.
  - 7.5 El sistema de aislación debe permitir alcanzar el desplazamiento sísmico máximo posible y no menos de 1,2 veces el desplazamiento total de diseño.

### Lineal Dinámico Modal Espectral

El procedimiento de respuesta modal espectral se debe utilizar para el diseño de estructuras con aislación sísmica como se especifica a continuación:

- 1) La estructura esté ubicada en un tipo de suelo I, II, o III. (clasificación suelo duro y medianamente blandos, a revisar con otro capítulo para dar consistencia)

- 2) El sistema de aislación esté definido por todos los atributos siguientes:
- 2.1 El sistema de aislación que no presente mayor degradación de rigidez.
  - 2.2 El sistema de aislación tiene la capacidad de producir una fuerza restitutiva.
  - 2.3 El sistema de aislación tiene propiedades de fuerza-deformación que son independientes de la velocidad de carga.
  - 2.4 El sistema de aislación tiene propiedades de fuerza-deformación que son independientes de las cargas verticales y efectos de sollicitaciones bidireccionales.
  - 2.5 El sistema de aislación debe permitir alcanzar el desplazamiento sísmico máximo posible y no menos de 1,2 veces el desplazamiento total de diseño.

#### Lineal Dinámico Tiempo Historia

El análisis de respuesta en el tiempo se puede utilizar para el diseño de cualquier estructura con aislación sísmica y se debe utilizar para el diseño de todas las estructuras con aislación sísmica que no

cumplan con los criterios para análisis modal espectral. En particular:

- 1) La estructura esté ubicada en un tipo de suelo IV. (clasificación suelo muy blando, a revisar con otro capítulo para dar consistencia)
- 2) El sistema de aislación esté definido por algunos de los atributos siguientes:
  - 2.1 Aisladores que presentan mayor degradación de rigidez.
  - 2.2 El sistema de aislación no tiene la capacidad de producir una suficiente fuerza restitutiva.
  - 2.3 El sistema de aislación tiene propiedades de fuerza-deformación que son dependientes de la velocidad de carga.
  - 2.4 El sistema de aislación no permite alcanzar el desplazamiento sísmico máximo posible y/o no permite alcanzar al menos de 1,2 veces el desplazamiento total de diseño.

#### No-Lineal Dinámico Tiempo Historia

El análisis de respuesta en el tiempo no lineal se puede utilizar para el diseño de cualquier estructura con



aislación sísmica y se debe utilizar específicamente para el diseño de las estructuras con aislación sísmica donde el sistema de aislación tiene propiedades de fuerza-deformación que son dependientes de las cargas verticales y/o efectos de solicitaciones bidireccionales.

- i.6.2. Disipación Pendiente, similar a i.6.1
- i.6.3. Masas Sintonizadas (Pendiente, No hay norma mundial ni local)
- i.6.4. Otros sistemas (Pendiente, No hay norma mundial ni local)

## j) Metodología de diseño del sistema estructural

- j.1. Diseñar y detallar los elementos estructurales que componen la edificación, incluyendo fundaciones.
- j.2. Verificar los objetivos de desempeño en la estructura diseñada y el cumplimiento de los requerimientos normativos mínimos de seguridad.
- j.2. Diseño de estructuras aisladas sísmicamente o con disipación.
  - J.2.1 Aislación Sísmica
  - j.2.2. Disipación
  - j.2.3 Masas Sintonizadas
  - j.2.4. Otros sistemas

## k) Metodología de análisis y diseño sísmico de elementos no estructurales, secundarios y equipos

- k.1. Definición solicitaciones para los componentes (fuerza y deformaciones)
- k.2. Verificación Compatibilidad con la Estructura
- k.3. Diseño Anclajes  
(se deben diseñar) ejemplo  
[http://www.normativaconstruccion.cl/normas\\_tecnicas/Norma\\_Tecnica\\_Minvu\\_001.pdf](http://www.normativaconstruccion.cl/normas_tecnicas/Norma_Tecnica_Minvu_001.pdf)

## l) Requisitos para el aseguramiento de la calidad en el diseño sísmico y construcción

- I.1. Verificación de los objetivos desempeño a niveles de diseño (verificación de desplazamiento, derivas, vibraciones, etc.)
- I.2. Instrumentación de Edificios
- I.3. Requisitos de Gestión
  - I.3.1. Participación de Ingenieros Revisores de Proyectos de Diseño Estructural (Propuesta de crear un Registro Nacional de Revisores de Proyectos de Diseño Estructural)
  - I.3.2. Participación de Inspectores Técnicos de Obra - ITO (Propuesta de crear un Registro Nacional de ITOs)
  - I.3.3. Fiscalización de la autoridad competente.
  - I.3.4. Documentación Estandarizada (planos, memorias, Especificaciones Técnicas)
  - I.3.5. Suscripción de los profesionales responsables
  - I.3.6. Protocolo de revisión y mantenimiento en el tiempo de la obra.

## m) Evaluación y rehabilitación de estructuras existentes

Se deben fijar criterios y procedimientos para:

- 1) evaluar el daño producido en la estructura resistente de edificios como consecuencia de un sismo.
- 2) orientar la recuperación estructural tanto de edificios dañados por un sismo como de edificios potencialmente inseguros frente a un movimiento sísmico futuro.

Las características de una estructura que se pueden modificar con un proceso de recuperación estructural son su resistencia, rigidez, ductilidad, masa y sistema de fundaciones.

Tanto la evaluación como el proyecto de reparación deben ser desarrollados por un profesional competente reconocido por la Autoridad Competente.

La Autoridad Competente, con el informe escrito concordante de al menos un profesional especialista, puede ordenar la demolición de estructuras con daños sísmicos severos que presentan la posibilidad de colapso o que ponga en peligro vidas humanas o bienes ubicados en la vecindad del edificio.

m.1. Evaluación y diagnóstico

Se deben fijar criterios y procedimientos para:

- 1) evaluar el daño producido en la estructura resistente de edificios como consecuencia de un sismo.
- 2) orientar la recuperación estructural tanto de edificios dañados por un sismo como de edificios potencialmente inseguros frente a un movimiento sísmico futuro.

Las características de una estructura que se pueden modificar con un proceso de recuperación estructural son su resistencia, rigidez, ductilidad, masa y sistema de fundaciones.

Tanto la evaluación como el proyecto de reparación deben ser desarrollados por un profesional competente reconocido por la Autoridad Competente.

La Autoridad Competente, con el informe escrito concordante de al menos un profesional especialista, puede ordenar la demolición de estructuras con daños sísmicos severos que presentan la posibilidad de colapso o que ponga en peligro vidas humanas o bienes ubicados en la vecindad del edificio.

m.1.1. Criterios y objetivos de desempeño (pendiente)

m.1.2. Procedimientos de análisis (pendiente)

m.2. Adecuación

Este proyecto debe ser realizado por un profesional competente, y busca reforzar una estructura existente sin daños a que se le modifican sus características de modo de alcanzar un nivel de seguridad predeterminado mayor que el original.

m.3. Reparación

Este proyecto debe ser realizado por un profesional competente, y busca restituir a una estructura existente dañada al menos su capacidad resistente y su rigidez originales.

m.4. Reforzamiento

Este proyecto debe ser realizado por un profesional competente, y busca reforzar una estructura existente dañada a que se le modifican sus características de modo de alcanzar un nivel de seguridad predeterminado mayor que el original.

*Se podría dejar planteada la existencia de un anteproyecto de norma que se está empezando a trabajar en el INN (pr. NCh3389 Intervención Estructural en Construcciones de Valor Patrimonial - Construcciones Históricas, norma que establece procedimientos y parámetros mínimos para la intervención de construcciones patrimoniales. Para ello se definen niveles mínimos de desempeño sísmico objetivo y procedimientos para su evaluación de manera explícita. Este documento puede también utilizarse para otros tipos de construcción, no necesariamente patrimonial.*



## n) Anexos

- n.1. Anexo 1: Mapas de zonificación sísmica
- n.2. Anexo 2: Cuantificación y caracterización de Amenaza Sísmica
- n.3. Anexo 3: Espectros de Diseño Sísmico



# **PROPUESTA DE CONTENIDOS DEL CÓDIGO MODELO DE DISEÑO SÍSMICO PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE**

**3° Jornada Proyecto “Elaboración Colaborativa De Código Modelo De  
Diseño Sísmico Para América Latina Y El Caribe”**

**Antigua – Guatemala – 2019**

