

Decreto 61

APRUEBA REGLAMENTO QUE FIJA EL DISEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS Y DEROGA DECRETO N° 117, DE 2010

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO

Publicación: 13-DIC-2011 | Promulgación: 02-NOV-2011

Versión: Única De : 13-DIC-2011

Url Corta: <https://bcn.cl/3lf50>



APRUEBA REGLAMENTO QUE FIJA EL DISEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS Y DEROGA DECRETO N° 117, DE 2010

Santiago, 2 de noviembre de 2011.- Hoy se decretó lo que sigue:

Núm. 61.- Visto: La ley 16.391, en especial lo dispuesto en su artículo 2° número 3; el DL N° 1.305, de 1975, en su artículo 4°; lo previsto en los artículos 2°, 105 y 106, del DFL N° 458, de 1975, Ley General de Urbanismo y Construcciones y sus modificaciones; la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, aprobada por DS N° 47 (V. y U.), de 1992 y sus modificaciones; la ley 19.912; el DS N° 77, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, del año 2004, en especial lo dispuesto en su artículo 7°; la Norma Técnica NCh 433, sobre Diseño Sísmico de Edificios, aprobada mediante DS N° 172, (V. y U.), de 1996, modificado por decreto exento N°406 (V. y U.), de 2010; el DS N° 117 (V. y U.), de 2010, que Aprueba el reglamento que Fija el Diseño Sísmico de Edificios; el artículo 32, N° 6 de la Constitución Política de la República de Chile, y la resolución N° 1.600, de 2008, de la Contraloría General de la República.

Considerando:

- 1.- Que al Ministerio de Vivienda y Urbanismo le corresponde, entre otras materias, dictar ordenanzas, reglamentos e instrucciones generales sobre urbanización de terrenos, construcción de viviendas, obras de equipamiento comunitario, desarrollo y planificación urbanos y cooperativas de viviendas;
- 2.- Que por DS N° 172 (V. y U.), de 1996, se aprobó la Norma Técnica NCh 433, sobre Diseño Sísmico de Edificios y mediante decreto exento N° 406 (V. y U.), de 2010, se oficializó una modificación a la referida Norma Técnica;
- 3.- Que la NCh 433, según lo dispuesto en el artículo 5.5.7, de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, tiene el carácter de obligatoria;
- 4.- Que como es de público conocimiento, una amplia zona del país fue afectada por un sismo de intensidad excepcionalmente severa con características de terremoto el pasado 27 de febrero de 2010, catástrofe que produjo un nivel de daños que se considera por sobre lo aceptable;
- 5.- Que en virtud de lo señalado en los puntos precedentes, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo dictó el DS N° 117 (V. y U.), de 2010, Reglamento que Fija el Diseño Sísmico de Edificios, normativa que esta Secretaría de Estado estimó necesario revisar, dado que a la época de su formulación se contaba con información parcial de las causas y consecuencias de los daños que la referida catástrofe provocó en las edificaciones del país, estableciéndose, en el indicado Reglamento Técnico, factores de seguridad y estándares que requieren ser ajustados, razón por la cual se convocó a un panel de expertos en materias relativas a diseño sísmico de edificios que efectuara recomendaciones en este sentido, compuesto por:

Alfonso Larraín, Alfonso Larraín Vial y Asociados Ltda.;
Augusto Holmberg, Instituto del Cemento y del Hormigón - ICH;
Bernardo Valdés, Cámara Chilena de la Construcción;

Carl Lüders, Pontificia Universidad Católica de Chile;
 Carlos Aguirre, Universidad Técnica Federico Santa María;
 Carlos Méndez, Ministerio de Obras Públicas;
 Carlos Sepúlveda, Gonzalo Santolaya Ingenieros Consultores S.A.;
 Carmen Abarca, Instituto de la Construcción;
 Christian Ledezma, Pontificia Universidad Católica de Chile;
 Claudio Rivera, Ministerio de Obras Públicas;
 Cristina Barría, Ministerio de Vivienda y Urbanismo;
 Diego López-García, Pontificia Universidad Católica de Chile;
 Gonzalo Santolaya, Gonzalo Santolaya Ingenieros Consultores S.A.;
 Héctor Ventura, Héctor Ventura y Asociados;
 Horacio Musante, Geofun;
 Jorge Lindenberg, I. E. C. Ingeniería S.A.;
 José Jiménez, R. Gatica U. J. Jiménez O. Ingenieros y Cía. Ltda.;
 Juan Luis Ramírez, Colegio de Arquitectos de Chile;
 Leopoldo Breschi, VMB Ingeniería;
 Leopoldo Dominichetti, Universidad de Chile;
 Manuel Brunet, Cámara Chilena de la Construcción;
 Manuel Ruz, Ruz" & "Vukasovic Ingenieros Asociados Ltda.;
 Marcelo Soto, Ministerio de Vivienda y Urbanismo;
 Marcial Baeza, Asociación Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica -
 Achisina;
 Marianne Küpfer, René Lagos y Asociados Ingenieros Civiles Ltda.;
 Mario Durán, Universidad de La Serena;
 Mario Valenzuela, Universidad de Concepción;
 Matías Hube, Pontificia Universidad Católica de Chile;
 Mauricio Poblete, Mauricio Poblete y Cía. Ltda.;
 Mauricio Sarrazin, Universidad de Chile;
 Miguel Sandor, Sandor Ingenieros;
 Patricio Bonelli, Patricio Bonelli y Asociados Ltda.;
 Pedro Hidalgo, ARA WorleyParsons S.A.;
 Rafael González, Serviu Metropolitano;
 Rafael Riddell, Pontificia Universidad Católica de Chile;
 Ramón Verdugo, Sociedad Chilena de Geotécnica - Sochige;
 René Lagos, René Lagos y Asociados Ingenieros Civiles Ltda.;
 Rodolfo Saragoni, S y S Ingenieros Consultores;
 Rodrigo Concha, RCP Ingeniería Ltda.;
 Rubén Boroschek, Universidad de Chile;
 Sergio Contreras, Colegio de Ingenieros de Chile, y
 Tomás Guendelman, I.E.C. Ingeniería S.A.

6.- Que producto del análisis efectuado por el referido panel de expertos, se recomendó la urgente adecuación y complementación de las disposiciones contenidas en el DS N° 117 (V. y U.), de 2010, que ajusten los factores de seguridad y los estándares del diseño sísmico de edificios, de acuerdo a la información obtenida de los daños que ocasionó el sismo de febrero del año 2010, siendo necesaria la dictación de un reglamento técnico que lo reemplace, para su aplicación hasta que el Instituto Nacional de Normalización confeccione la norma técnica correspondiente y ésta sea declarada Norma Oficial de la República de Chile por decreto supremo del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, dicto el siguiente:

Decreto:

Apruébese el siguiente Reglamento que fija el diseño sísmico de edificios.

Artículo 1°.-

El diseño sísmico de edificios deberá realizarse de conformidad a las exigencias establecidas en el presente decreto y en lo que no se contraponga con

éstas, supletoriamente, por lo establecido en la Norma Técnica NCh 433, aprobada mediante DS N° 172 (V. y U.), de 1996 y su modificación del año 2009, oficializada por DS exento N° 406 (V. y U.), de 2010, en adelante NCh 433. Of. 1996, mod. 2009.

Artículo 2°.-

Las disposiciones que se fijan en el presente decreto, no serán exigibles para obras civiles tales como puentes, presas, túneles, acueductos, muelles o canales. Tampoco se aplicará a edificios industriales ni instalaciones industriales, cuyo diseño deberá ajustarse a lo dispuesto en la normativa legal, reglamentaria y técnica correspondiente.

Artículo 3°.-

Toda referencia a cláusulas, simbología, figuras o tablas que se contengan en el presente decreto, deberá entenderse realizada a las contenidas en la NCh 433. Of. 1996, mod. 2009.

Artículo 4°.- Glosario

Los símbolos empleados en este decreto y cuando corresponda, en la NCh433.Of1996, mod. 2009, tendrán el siguiente significado:

Df	:	Profundidad del sello de fundación en metros, medido desde la superficie natural del terreno
LL	:	Límite Líquido
MASW	:	Análisis Multicanal de Ondas Superficiales (Multichannel Analysis of Surface Waves)
N-SPT	:	Índice de Penetración Estándar
N1	:	Índice de penetración estándar normalizado por presión de confinamiento de 0,1 MPa. Aplicable sólo a suelos que clasifican como arenas
qu	:	Resistencia a la compresión simple del suelo
ReMi	:	Refracción de ruido ambiental (Refraction Microtremor)
RQD	:	Rock Quality Designation, según norma ASTM D 6032
SASW	:	Análisis Espectral de Ondas Superficiales (Spectral Analysis of Surface Waves)
Su	:	Resistencia al corte no-drenada del suelo
Vs	:	Velocidad de propagación de ondas de corte
Vp	:	Velocidad de propagación de ondas de compresión
Vs30	:	Velocidad de onda de corte equivalente de los 30 m superiores del terreno
Vs(Df +15):	:	Velocidad de onda de corte equivalente de los metros superiores del terreno en una profundidad Df + 15

Q _{mín}	:	Corte basal mínimo en la dirección de análisis
R ₁	:	Factor que resulta de multiplicar el valor de R* por el cuociente Q ₀ /Q _{mín} , siempre que Q ₀ /Q _{mín} sea menor o igual a 1,0. En caso que este cuociente sea mayor que 1,0, se debe usar R ₁ =R*
Cd*	:	Factor de amplificación de desplazamiento Elástico
S _{de}	:	Espectro de desplazamiento elástico
Tag	:	Período de mayor masa traslacional en la dirección de análisis, calculado con las secciones agrietadas, es decir, considerando la influencia del acero y la pérdida de rigidez debido al agrietamiento del hormigón.
	:	Desplazamiento lateral de diseño en el techo.
	:	Deformación unitaria desarrollada cuando se alcanza la resistencia máxima en el ensayo de compresión simple.

Artículo 5º.- Exploración geotécnica asociada a la clasificación sísmica de suelos

La respuesta sísmica en superficie de un depósito de suelo y la sollicitación sísmica que se desarrolla sobre una estructura emplazada en dicho depósito son principalmente dependiente de la rigidez a bajas deformaciones de los estratos superiores del terreno de fundación, del período fundamental del depósito de suelos, del nivel de amortiguamiento desarrollado por los distintos suelos constituyentes del terreno y de la excitación sísmica propiamente tal. Teniendo en consideración la tecnología disponible a lo largo del país, la clasificación sísmica de suelos se ha optado por centrarla en el parámetro que se estima más relevante en una primera aproximación, éste es el parámetro de rigidez a bajas deformaciones de los estratos superiores, correspondiente a la velocidad de ondas de corte promedio de los 30 metros superiores del terreno, Vs30. Este parámetro se determina de acuerdo a la siguiente expresión:

.

$$V_{s30} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_{s-i}}}$$

Donde:

- Vs-i : velocidad de ondas de corte del estrato i, en m/s
- hi : espesor del estrato i, en metros
- n : número de estratos en los 30 metros superiores del terreno.

En edificios con subterráneos se debe verificar que la profundidad de exploración se extienda al menos 15 metros por debajo del sello de fundación. En aquellos casos en que la profundidad del sello de fundación, Df, más 15 metros resulte mayor a 30 metros, es decir $Df + 15 > 30$, los parámetros geotécnicos requeridos en la Tabla de Clasificación Sísmica del terreno son aplicables a la profundidad Df + 15. En este caso el parámetro Vs30 se reemplaza por Ws (Df+15), aplicando la expresión correspondiente considerando n igual al número de estratos existentes en la profundidad Df + 15 de los metros superiores del terreno.

La velocidad de propagación de las ondas de corte puede ser medida por ensayos down-hole, cross-hole o sonda de suspensión o a partir de mediciones de ondas superficiales (Rayleigh), por métodos como SASW, MASW o ReMi. En estos casos se deben informar las curvas de dispersión y los resultados del perfil de velocidades en profundidad para dos mediciones preferentemente ortogonales. Adicionalmente, cuando se utilice el método ReMi se debe incluir una medición con una fuente activa de conocida ubicación. El perfil de velocidades de ondas de corte que caracteriza el terreno corresponderá a aquel que resulte en el caso más desfavorable. No se permite estimar Vs a partir de ondas Vp.

Para conjuntos de viviendas en terrenos de más de 8.000 metros cuadrados o estructuras de 5 o más pisos sobre la superficie del terreno natural o edificios categoría de III y IV, las propiedades que permiten clasificar el suelo de fundación deben ser evaluadas en los primeros 30 metros bajo la superficie natural del terreno o hasta la roca.

Sin embargo, en el caso particular de estructuras clasificadas de acuerdo a su uso como III o IV, que presentan un total menor a 500 metros cuadrados construidos, no sean superior a 2 niveles y/o pisos y tampoco presenten una altura total mayor a 8 metros, no es obligatorio justificar Vs30 con mediciones in-situ, ni tampoco es obligatorio justificar valores del Índice de Penetración o resistencia no-drenada en una profundidad de 30 metros. En estos casos, el estudio de Mecánica de Suelos realizado cumpliendo la norma NCh1508.Of 2008, debe descartar que se está en

presencia de suelo licuable, susceptible de densificación por vibración, colapsable, orgánico o turba. Además, el terreno no debe estar afecto a amplificación topográfica. Además, en estos casos, las estructuras deben ser diseñadas considerando la condición más desfavorable de tipo de suelo. Consecuentemente, el análisis sísmico se debe realizar mediante el método estático, utilizando el coeficiente sísmico máximo para el tipo de suelo más desfavorable, Suelo Tipo E.

Artículo 6°.- Clasificación Sísmica del Terreno

La experiencia empírica y la teoría indican que el mejor comportamiento sísmico se observa en terrenos de afloramiento rocoso y, por el contrario, el mayor daño se ha observado en terrenos de suelos finos blandos. Consecuentemente, la clasificación sísmica del terreno de fundación considera unidades, o niveles, que van desde el de mejor comportamiento (Roca: Suelo Tipo A) al de mayor exigencia sísmica (Suelo Tipo E: Suelo de compacidad o consistencia mediana).

Existen depósitos de suelos que por sus propiedades geotécnicas singulares no permiten ser categorizados sísmicamente sólo por V_{s30} y por tanto requieren estudios especiales de amplificación de acuerdo a sus particulares características. Estos suelos son los siguientes:

- Suelos potencialmente licuables, entendiendo por ellos las arenas, arenas limosas o limos, saturados, con Índice de Penetración Estándar N_1 , menor que 20 golpes/pie (normalizado a la presión efectiva de sobrecarga de 0.10 MPa)
- Suelos susceptibles de densificación por vibración
- Suelos colapsables
- Suelos orgánicos
- Suelos finos saturados con $LL > 80$ y espesor > 20 metros
- Suelos finos saturados de sensibilidad mayor a 10

También quedan fuera de la clasificación sísmica aquellos terrenos con topografía irregular, donde pueden existir fenómenos de amplificación local, los cuales no están cubiertos por la clasificación.

De acuerdo al comportamiento sísmico esperado se han definido los Tipos de Suelos, para los cuales se establecen las propiedades geotécnicas de requisito mínimo en cada caso. La definición de los Tipos de Suelos asociados a la Clasificación Sísmica de Suelos se establece de acuerdo a la siguiente Tabla:

TABLA. CLASIFICACIÓN SÍSMICA DEL TERRENO DE FUNDACIÓN

.

	Suelo Tipo	V_{s30} (m/s)	RQD	q_u (MPa)	(N_1) (golpes/pie)	S_u (MPa)
A	Roca, suelo cementado	≥ 900	$\geq 50\%$	≥ 10 ($\epsilon_{qu} \leq 2\%$)		
B	Roca blanda o fracturada, suelo muy denso o muy firme	≥ 500		$\geq 0,40$ ($\epsilon_{qu} \leq 2\%$)	≥ 50	
C	Suelo denso o firme	≥ 350		$\geq 0,30$ ($\epsilon_{qu} \leq 2\%$)	≥ 40	
D	Suelo medianamente denso, o firme	≥ 180			≥ 30	$\geq 0,05$
E	Suelo de compacidad, o consistencia mediana	< 180			≥ 20	$< 0,05$
F	Suelos Especiales	*	*	*	*	*

N1 : Índice de Penetración Estándar normalizado por presión de confinamiento de 0,1 MPa. Aplicable sólo a suelos que clasifican como arenas

RQD : Rock Quality Designation, según norma Astm D 6032

q_u : Resistencia a la compresión simple del suelo

: Deformación unitaria desarrollada cuando se alcanza la resistencia máxima en el ensayo de compresión simple

S_u : Resistencia al corte no-drenada del suelo

- SUELO TIPO A

Para Suelo Tipo A se debe justificar V_{s30} , más RQD en roca y q_u en suelo cementado, con un mínimo de 5 mediciones. En aquellos casos donde se demuestre que todo el perfil de los 15 metros superiores presenta una velocidad de onda de corte superior a 900 m/seg, no será necesaria la justificación de RQD, ni q_u .

Cuando la estructura se apoya íntegramente en el basamento rocoso y este basamento cumple las características geotécnicas antes indicadas, independientemente de los materiales geotécnicos existentes sobre el sello de fundación, el sitio clasifica como Suelo Tipo A.

- SUELO TIPO B

Para Suelo Tipo B se debe justificar V_{s30} , más N_1 , en caso de arenas, y q_u , en el caso de suelos finos. En el caso de suelos granulares gruesos, donde no resulta posible el uso del Índice de Penetración, se deberá proporcionar una detallada descripción estratigráfica del terreno hasta una profundidad de 30 metros, medidos a partir de la superficie natural, indicando el tamaño máximo nominal de partícula cada 5 metros de profundidad.

En el caso que sólo se disponga del perfil de V_s en profundidad y que dicho perfil indique claramente que V_s aumenta monótonamente con la profundidad y además,

se cumple que $V_{s30} > 500$ m/s, se podrá clasificar automáticamente como suelo tipo C, sin necesidad de otras mediciones.

Una excepción son las gravas fluviales de espesor mayor o igual a 30 metros (medidos a partir de la superficie natural), las cuales clasifican en Suelo Tipo B sin necesidad de medir V_s , ni presentar la descripción estratigráfica detallada. El sustento para establecer la presencia de gravas fluviales de espesor mayor o igual a 30 metros, puede ser de tipo geológico, o información confiable y demostrable de sectores del entorno inmediato.

- SUELO TIPO C

Para Suelo Tipo C se debe justificar V_{s30} , más N_1 , en caso de arenas, y q_u , en el caso de suelos finos.

En el caso de suelos granulares gruesos, donde no resulta posible el uso del Índice de Penetración, se deberá proporcionar una descripción estratigráfica del terreno hasta una profundidad de 30 metros, medidos desde la superficie natural, indicando el tamaño máximo nominal de partícula cada 5 metros de profundidad.

En el caso que sólo se disponga del perfil de V_s en profundidad y que dicho perfil indique claramente que V_s aumenta monótonamente con la profundidad y además, se cumple que $V_{s30} > 350$ m/s, se podrá clasificar automáticamente como Suelo Tipo D, sin necesidad de mayores mediciones.

- SUELO TIPO D

Para Suelo Tipo D se debe justificar V_{s30} , más N_1 , en caso de arenas, y S_u en el caso de suelos finos.

En depósitos de suelos arenosos donde se disponga de mediciones del Índice de Penetración, al menos cada un metro de profundidad en los 30 metros superiores y se cumpla que $N_1 > 30$ golpes/pie, se podrá clasificar automáticamente el terreno como Suelo Tipo D, sin necesidad de otras mediciones. Dentro de los 30 metros de medición del N-SPT se aceptan en total no más de 5 metros con N_1 , en el rango de 20 - 29 golpes/pie.

En el caso que sólo se disponga del perfil de V_s en profundidad y que dicho perfil indique claramente que V_s aumenta monótonamente con la profundidad y además, se cumple que $V_{s30} > 180$ m/s, se podrá clasificar automáticamente como Suelo Tipo E, sin necesidad de otras mediciones.

- SUELO TIPO E

Para suelo tipo E se debe justificar V_{s30} , más N_1 , en caso de arenas y S_u en el caso de suelos finos.

- SUELO TIPO F

Se consideran Suelos Especiales (Tipo F) aquellos que presentan singularidades en su comportamiento mecánico y por tanto requieren estudios geotécnicos especiales. Como ejemplo se pueden citar: suelos licuables, suelos colapsables, suelos orgánicos, suelos sensitivos, turba, entre otros.

OBSERVACIÓN: Cuando la información sobre el suelo de fundación permita clasificarlo dentro de dos o más tipos de suelo, se debe optar por Clasificación Sísmica que resulte en el caso más desfavorable.

Artículo 7º.- Situaciones transitorias

Durante los dos primeros años de vigencia del presente decreto, V_s se debe determinar mediante una medición in-situ, o del análisis de los datos y ensayos obtenidos de la exploración geotécnica. A partir del tercer año de vigencia de este decreto la medición de V_s in-situ será obligatoria.

Cuando existe una adecuada base geológica del terreno en estudio, además, se dispone del perfil de velocidad de onda de corte en profundidad que indique que V_s aumenta monótonamente con la profundidad hasta los 30 metros (medidos éstos desde la superficie natural) y adicionalmente, se cuente con calicatas o exploración de al

menos 10 metros de profundidad, el Ingeniero Especialista en Mecánica de Suelos, bajo su responsabilidad técnica, para establecer la clasificación sísmica del subsuelo puede prescindir de la exploración de 30 metros de profundidad que requiere para establecer valores de N-SPT, q_u , o S_u , según corresponda.

Esta disposición será válida por un período de 18 meses desde la fecha de entrada en vigencia del presente decreto.

No podrán acogerse a esta disposición las estructuras clasificadas según su uso como Tipo III o IV, a excepción de:

- Aquellas que cumplen con ser menores a 500 metros cuadrados construidos y, además, no superior a 2 niveles y/o pisos y de una altura total menor a 8 metros.
- Aquellas correspondientes a galpones metálicos y no prefabricados, de un piso, de menos de 3.000 metros cuadrados construidos.

Artículo 8°.- Diafragmas de Piso

Se debe verificar que los diafragmas tienen la rigidez y la resistencia suficiente para lograr la distribución de las fuerzas inerciales entre los planos o subestructuras verticales resistentes. Si existen dudas sobre la rigidez del diafragma, se debe tomar en cuenta su flexibilidad agregando los grados de libertad que sea necesario o introduciendo separaciones estructurales. Del mismo modo, se puede incorporar la rigidez a flexión y corte de los diafragmas si se considera que a través de ellos se produce un acoplamiento que altera los parámetros vibratorios de la estructura y la distribución y magnitud de los esfuerzos sísmicos en los planos o subestructuras verticales resistentes, como es el caso, entre otros, de vanos cortos de puertas o ventanas y de pasillos de circulación.

Artículo 9°.- Deformaciones Sísmicas

9.1. Para efecto del análisis estructural, se deberá respetar la cláusula 5.9 de la norma NCh433.Of1996, mod.2009.

9.2. Para efectos de diseño de estructuras de hormigón armado, el desplazamiento lateral de diseño en el techo, δ_u , se debe considerar igual a la ordenada del espectro elástico de desplazamientos S_{de} , para un 5% de amortiguamiento respecto al crítico, correspondiente al período de mayor masa traslacional en la dirección del análisis, multiplicada por un factor igual a 1.3.

$$\delta_u = 1.3 S_{de} (T_{ag})$$

Donde T_{ag} es el período de mayor masa traslacional en la dirección de análisis, considerando en su cálculo la influencia del acero y la pérdida de rigidez debido al agrietamiento del hormigón en la rigidez elástica inicial. Si el período ha sido calculado con las secciones brutas, es decir, sin considerar la influencia del acero y la pérdida de la rigidez debido al agrietamiento del hormigón, el período de mayor masa traslacional en la dirección de análisis de la estructura se puede aproximar a 1,5 veces al calculado sin considerar estos efectos.

El espectro elástico de desplazamientos S_{de} (T_n) se calcula según la expresión del artículo 13 del presente decreto.

Artículo 10.- Separación entre edificios o cuerpos de edificios

- 10.1. La distancia de un edificio al plano medianero en cualquier nivel no debe ser inferior a $2R^{1/3}$ veces el desplazamiento a ese nivel calculado con los métodos de análisis establecidos en 6.2 y 6.3 de la Norma Técnica NCh433.Of1996, mod.2009, ni a un dos por mil de la altura del mismo nivel ni a 1,5 centímetros. Se exceptúan los edificios colindantes con un predio de uso público no destinado a ser edificado.
- 10.2. Las distancias entre los cuerpos de un mismo edificio o entre el edificio en

estudio y uno existente, medidas en cada nivel, no deben ser inferiores al doble de las establecidas en 10.1.

Artículo 11. Método de Análisis, generalidades.

Cualesquiera sea el método de análisis usado, se debe considerar un modelo de la estructura con un mínimo de tres grados de libertad por piso: dos desplazamientos horizontales y la rotación del piso en torno a la vertical. En la elección del número de grados de libertad incluidos en el análisis se debe tener en cuenta lo dispuesto en el artículo 8 del presente decreto. En el caso de planos o subestructuras verticales resistentes concurrentes a aristas comunes, deberá considerarse el monolitismo estructural mediante la inclusión de grados de libertad que compatibilicen los desplazamientos verticales de las aristas correspondientes.

Artículo 12.- Espectro de Diseño

12.1. El espectro de diseño que determina la resistencia sísmica de la estructura está definido por:

$$S_a = \frac{SA_0 \alpha}{(R^* / I)}$$

En que los valores de I y A₀ se determinan en la forma estipulada en la cláusula 6.2.3 de la NCh433.0f1996, mod.2009.

12.2. El factor de amplificación a se determina para cada modo de vibrar n, de acuerdo a la expresión:

$$\alpha = \frac{1 + 4.5 \left(\frac{T_n}{T_0} \right)^p}{1 + \left(\frac{T_n}{T_0} \right)^3}$$

En que:

T_n = período de vibración del modo n
T₀ y p = parámetros relativos al tipo de suelo que se determinan de la tabla dada en 12.3

12.3. Los parámetros dependientes del tipo de suelo, contenidos en la tabla 6.3 de la Norma Técnica NCh433.Of1996, mod.2009, deben obtenerse de la siguiente tabla:

Tipo de Suelo	S	T ₀ seg	T' seg	n	p
A	0.90	0.15	0.20	1.00	2.0
B	1.00	0.30	0.35	1.33	1.5
C	1.05	0.40	0.45	1.40	1.6
D	1.20	0.75	0.85	1.80	1.0
E	1.30	1.20	1.35	1.80	1.0
F	*	*	*	*	*

12.4 Las tablas 6.1, 6.2 y 6.4 de la norma NCh433.Of1996, mod.2009 se mantienen sin modificaciones.

Artículo 13.- Espectro Elástico de Desplazamientos.

13.1 El espectro elástico de desplazamientos requerido para el cálculo del desplazamiento lateral de diseño en el techo se obtiene de:

$$S_{de}(T_n) = \frac{T_n^2}{4\pi^2} \alpha A_0 C_d^*$$

En esta ecuación S_{de} es el espectro elástico de desplazamientos (cm), A_0 está expresada en cm/seg² y los valores de C_d^* son los indicados en la tabla siguiente:

Tipo de Suelo	C_d^*	Rango Períodos
A	1.0	$T_n \leq 0.23 \text{ seg}$
	$-0.055T_n^2 + 0.36T_n + 0.92$	$0.23 \text{ seg} < T_n \leq 2.52 \text{ seg}$
	$0.08T_n^2 - 0.9T_n + 3.24$	$2.52 \text{ seg} < T_n \leq 5.00 \text{ seg}$
B	1.0	$T_n \leq 0.47 \text{ seg}$
	$0.95T_n + 0.55$	$0.47 \text{ seg} < T_n \leq 2.02 \text{ seg}$
	$0.065T_n^2 - 0.75T_n + 3.72$	$2.02 \text{ seg} < T_n \leq 5.00 \text{ seg}$
C	1.0	$T_n \leq 0.65 \text{ seg}$
	$0.57T_n + 0.63$	$0.65 \text{ seg} < T_n \leq 2.02 \text{ seg}$
	$0.055T_n^2 - 0.63T_n + 2.83$	$2.02 \text{ seg} < T_n \leq 5.00 \text{ seg}$
D	1.0	$T_n \leq 0.90 \text{ seg}$
	$1.1T_n$	$0.90 \text{ seg} < T_n \leq 1.75 \text{ seg}$
	1.93	$1.75 \text{ seg} < T_n \leq 5.00 \text{ seg}$

Nota: Las ecuaciones contenidas en esta tabla representan un ajuste analítico de los valores del espectro elástico de desplazamientos obtenidos con los registros del sismo de 27 de febrero de 2010, y con las recomendaciones de diseño de confinamiento para muros de hormigón armado, contenidas en el DS N° 118 (V. y U.), de 2010 o en la norma que lo reemplace o modifique.

13.2 Para los suelos clasificados como Tipo E se requiere un estudio especial, en el cual se establezca el espectro de desplazamiento elástico.

Artículo 14.- Limitaciones del esfuerzo de corte basal mínimo

Si la componente del esfuerzo de corte basal en el análisis modal espectral en la dirección de la acción sísmica resulta menor que ISAOP/6g los desplazamientos y rotaciones de los diafragmas horizontales y las sollicitaciones de los elementos estructurales se deben multiplicar por un factor de manera que dicho esfuerzo de corte alcance el valor señalado como mínimo.

Artículo 15.- Análisis Estático.

15.1. El coeficiente Sísmico C, se obtiene de la expresión:

$$C = \frac{2.75SA_3}{gR} \left(\frac{T'}{T^*} \right)^n$$

En que los parámetros tienen el significado dado en la Norma Técnica NCh 433.Of1996, mod.2009.

15.2. En ningún caso el valor de C será menor que AoS/6g.

Artículo 16.-

Toda referencia que se contenga en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, aprobada por DS N° 47 (V. y U.), de 1992 y sus modificaciones, a la NCh 433, o al diseño sísmico de edificios, deberá entenderse efectuada al presente decreto.

Artículo 17.-

En consideración a que las disposiciones que se introducen por el presente reglamento vienen a solucionar problemas urgentes relacionados con la seguridad de las personas que habitan y utilizan las edificaciones que se construyen en el país y de los bienes que se guarnece en éstos, omítanse los trámites previstos en el artículo 4° de la ley 19.912 y en aplicación del artículo 7°, del DS N° 77, del Ministerio de Economía, del año 2004, cúmplase con los que corresponda, comenzando a regir lo dispuesto en el presente decreto desde su publicación en el Diario Oficial.

Artículo 18.-

Derógase el DS N° 117 (V. y U.), de 2010, a contar de la fecha de publicación en el Diario Oficial del presente decreto, el que se aplicará hasta que el Instituto Nacional de Normalización confeccione la norma técnica correspondiente y ésta sea declarada norma oficial de la República de Chile por decreto supremo del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Anótese, tómese razón y publíquese.- SEBASTIÁN PIÑERA ECHENIQUE, Presidente de la República.- Rodrigo Pérez Mackenna, Ministro de Vivienda y Urbanismo.

Lo que transcribo para su conocimiento.- Juan Carlos Jobet Eluchans, Subsecretario de Vivienda y Urbanismo.