

ESPECTRO DE DISEÑO SÍSMICO SEGÚN NCH2369.OF2003

Guía de Diseño



www.herreraingenieros.cl

Espectro de diseño sísmico según NCh2369.Of2003

Contenido de la presentación:

- Normativa
- Alcance y aplicación
- Coeficiente de importancia
- Zona sísmica
- Aceleración efectiva
- Parámetros del suelo
- Razón de amortiguamiento

Normativa

Norma Chilena de Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales NCh2369.Of2003

NORMA CHILENA OFICIAL

NCh2369.Of2003

Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales

1 Alcance y campo de aplicación

1.1 Esta norma establece los requisitos para el diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales, ya sea livianas o pesadas. Se aplica, tanto a las estructuras propiamente tales, como a los sistemas de ductos y cañerías y a los equipos de proceso, mecánicos y eléctricos y a sus anclajes. También se aplica a las estructuras de bodegas o recintos de vocación industrial, y a las construcciones estructuradas con columnas en voladizo.

1.2 Esta norma no se aplica a otros tipos de estructuras tales como centrales nucleares, centrales de energía eléctrica y líneas de transmisión, presas, tranques de relaves, puentes, túneles, muelles gravitacionales, muros de contención, líneas de ductos enterradas, etc.

1.3 Los edificios de oficinas, casinos o aquellos asimilables a un uso habitacional se pueden diseñar de acuerdo a NCh433.Of96.

1.4 Se complementa con NCh433.Of96, *Diseño sísmico de edificios*. Todos los requisitos de dicha norma que no se modifiquen específicamente son aplicables.

Coeficiente de importancia

4.3 Clasificación de estructuras y equipos según su importancia

4.3.1 Clasificación

Para los efectos de la aplicación de esta norma, las estructuras y equipos se clasifican en categorías según su importancia, como sigue:

- Categoría C1. Obras críticas, por cualquiera de las razones siguientes:
 - a) Vitales, que se deben mantener en funcionamiento para controlar incendios o explosiones y daño ecológico, y atender las necesidades de salud y primeros auxilios a los afectados.
 - b) Peligrosas, cuya falla involucra riesgo de incendio, explosión o envenenamiento del aire o las aguas.
 - c) Esenciales, cuya falla puede causar detenciones prolongadas y pérdidas serias de producción.
- Categoría C2. Obras normales, que pueden tener fallas menores susceptibles de reparación rápida que no causan detenciones prolongadas ni pérdidas importantes de producción y que tampoco pueden poner en peligro otras obras de la categoría C1.
- Categoría C3. Obras y equipos menores, o provisionales, cuya falla sísmica no ocasiona detenciones prolongadas, ni tampoco puede poner en peligro otras obras de las categorías C1 y C2.

4.3.2 Coeficientes de importancia

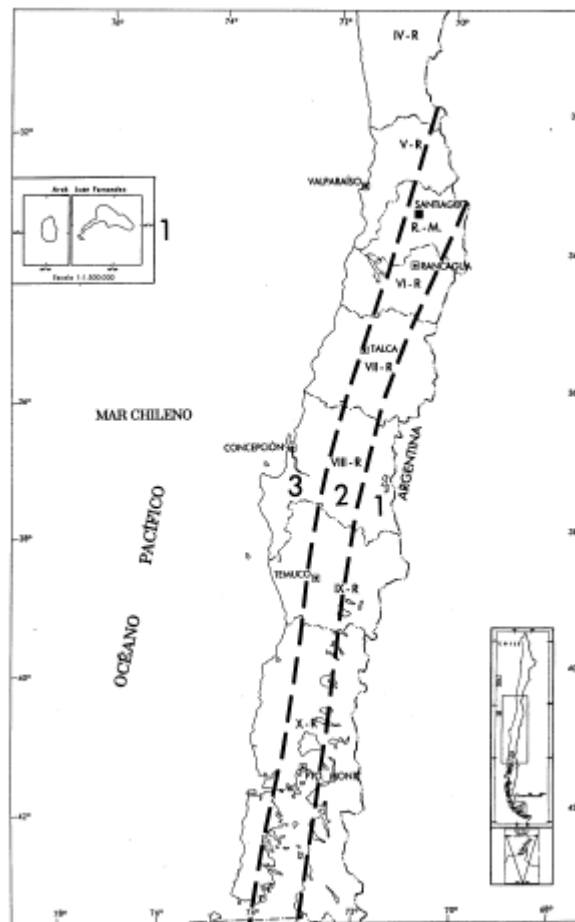
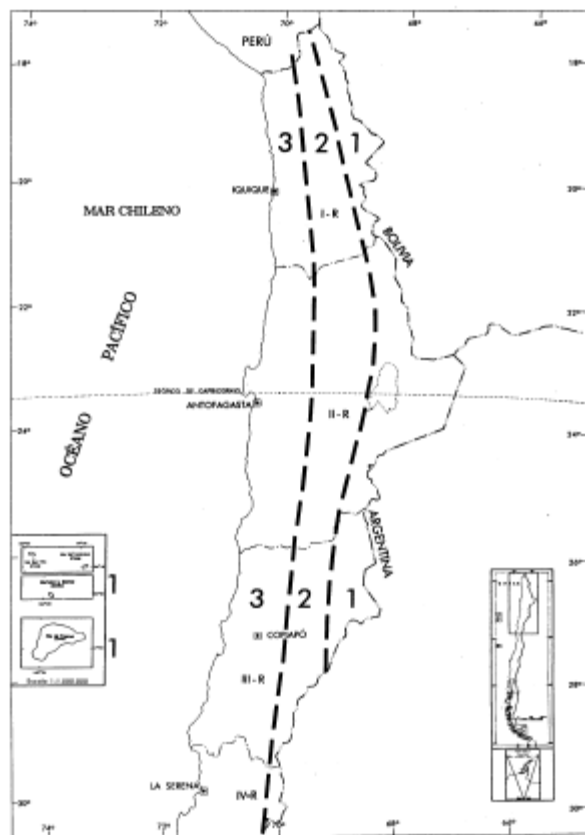
A cada categoría le corresponde un coeficiente de importancia I , cuyo valor es el siguiente:

$$C1 \quad I = 1,20$$

$$C2 \quad I = 1,00$$

$$C3 \quad I = 0,80$$

Zona sísmica



Aceleración efectiva máxima

.

Tabla 5.2 - Valor de la aceleración efectiva máxima A_0

Zona sísmica	A_0
1	0,20 g
2	0,30 g
3	0,40 g

Parámetros del suelo

.

Tabla 5.4 - Valor de los parámetros que dependen del tipo de suelo

Tipo de suelo	T' (s)	n
I	0,20	1,00
II	0,35	1,33
III	0,62	1,80
IV	1,35	1,80

Razón de amortiguamiento

Tabla 5.5 - Razones de amortiguamiento

Sistema resistente	ξ
Manto de acero soldado; chimeneas, silos, tolvas, tanques a presión, torres de proceso, cañerías, etc.	0,02
Manto de acero apernado o remachado	0,03
Marcos de acero soldados con o sin arriostramiento	0,02
Marcos de acero con uniones de terreno apernadas, con o sin arriostramiento	0,03
Estructuras de hormigón armado y albanilería	0,05
Estructuras prefabricadas de hormigón armado puramente gravitacionales	0,05
Estructuras prefabricadas de hormigón armado con uniones húmedas, no dilatadas de los elementos no estructurales e incorporados en el modelo estructural	0,05
Estructuras prefabricadas de hormigón armado con uniones húmedas dilatadas de los elementos no estructurales	0,03
Estructuras prefabricadas de hormigón armado con uniones secas, dilatadas y no dilatadas:	0,03
Con conexiones apernadas y conexiones mediante barras embebidas en mortero de relleno	
Con conexiones soldadas	
Otras estructuras no incluidas o asimilables a las de esta lista	0,02

NOTAS

- 1) En caso que se use un análisis con interacción suelo-estructura en que resulten valores de la razón de amortiguamiento del primer modo mayores que los indicados en esta tabla, el incremento de esta razón no podrá ser superior al 50% de los valores indicados. Los valores para los restantes modos deben ser los indicados en esta tabla.
- 2) En caso de duda sobre la clasificación de un sistema resistente, debe aplicarse la disposición 4.7.

Factor de modificación de respuesta

Tabla 5.6 - Valores máximos del factor de modificación de la respuesta

Sistema resistente	R
1. Estructuras diseñadas para permanecer elásticas	1
2. Otras estructuras no incluidas o asimilables a las de esta lista ¹⁾	2
3. Estructuras de acero	
3.1 Edificios y estructuras de marcos dúctiles de acero con elementos no estructurales dilatados	5
3.2 Edificios y estructuras de marcos dúctiles de acero con elementos no estructurales no dilatados e incorporados en el modelo estructural	3
3.3 Edificios y estructuras de marcos arriostrados, con anclajes dúctiles	5
3.4 Edificios industriales de un piso, con o sin puente grúa, y con arriostamiento continuo de techo	5
3.5 Edificios industriales de un piso, sin puente-grúa, sin arriostamiento continuo de techo, que satisfacen 11.1.2	3
3.6 Naves de acero livianas que satisfacen las condiciones de 11.2.1	4
3.7 Estructuras de péndulo invertido ²⁾	3
3.8 Estructuras sísmicas isostáticas	3
3.9 Estructuras de plancha o manto de acero, cuyo comportamiento sísmico está controlado por el fenómeno de pandeo local	3
4. Estructuras de hormigón armado	
4.1 Edificio de estructuras de marcos dúctiles de hormigón armado con elementos no estructurales dilatados	5
4.2 Edificios y estructuras de marcos dúctiles de hormigón armado con elementos no estructurales no dilatados e incorporados en el modelo estructural	3
4.3 Edificios y estructuras de hormigón armado, con muros de corte	5
4.4 Edificios industriales de un piso, con o sin puente grúa, y con arriostamiento continuo de techo	5
4.5 Edificios industriales de un piso, sin puente-grúa, sin arriostamiento continuo de techo, que satisfacen 11.1.2	3

(continúa)

Tabla 5.6 - Valores máximos del factor de modificación de la respuesta (continuación)

Sistema resistente	R
4.6 Estructuras de péndulo invertido ²⁾	3
4.7 Estructuras sísmicas isostáticas	3
5. Estructuras de hormigón armado prefabricado	
5.1 Estructuras prefabricadas puramente gravitacionales	5
5.2 Estructuras prefabricadas con uniones húmedas, no dilatadas de los elementos no estructurales e incorporados en el modelo estructural	3
5.3 Estructuras prefabricadas con uniones húmedas, dilatadas de los elementos no estructurales	5
5.4 Estructuras prefabricadas con uniones secas, dilatadas y no dilatadas, con: Conexiones apemadas y conexiones mediante barras embebidas en mortero de relleno ³⁾ Conexiones soldadas ³⁾	4 4
5.5 Estructuras prefabricadas de péndulo invertido ²⁾ o con pilares en voladizo	3
5.6 Estructuras sísmicas isostáticas	3
6. Estructuras y edificios de albanilera	
6.1 Albanilera armada de bloques con llenado total de huecos	4
6.2 Albanilera armada de bloques sin llenado total de huecos, y albanilera armada de unidades cerámicas tipo rejilla	3
6.3 Albanilera confinada	4
7. Estanque, recipientes, chimeneas, silos y tolvas	
7.1 Chimeneas, silos y tolvas con mantos continuos hasta el suelo	3
7.2 Silos, tolvas, estanques apoyados sobre columnas, con o sin arriostamiento entre columnas	4
7.3 Estanques de acero de eje vertical con manto continuo hasta el suelo	4
7.4 Estanques de hormigón armado de eje vertical con manto continuo hasta el suelo	3
7.5 Estanques y ductos de materiales sintéticos compuestos (FRP, GFRP, HDPE y similares)	3
7.6 Recipientes horizontales apoyados sobre cunas con anclajes dúctiles	4

(continúa)

Tabla 5.6 - Valores máximos del factor de modificación de la respuesta (conclusión)

Sistema resistente	R
8. Torres, tuberías y equipos	
8.1 Torres de proceso	3
8.2 Torres de enfriamiento de madera o plástico	4
8.3 Gabinetes de control eléctrico apoyados en el suelo	3
8.4 Tuberías de acero, excepto sus conexiones	5
9. Estanterías de almacenamiento	4
NOTAS	
1) Salvo que un estudio demuestre que se puede usar un valor de R distinto de 2. No son asimilables a esta clasificación estructuras cuyo sistema resistente está explícitamente citado en esta tabla.	
2) Más del 50% de la masa sobre el nivel superior. Un solo elemento resistente.	
3) El valor $R = 4$ es un límite superior. Si el valor de R es menor para el sistema estructural equivalente de hormigón armado, se debe usar dicho valor menor.	
4) En caso de duda sobre la clasificación de un sistema resistente, debe aplicarse la disposición 4.7.	

Coeficiente sísmico

5.3.3 El coeficiente sísmico se determina de:

$$C = \frac{2,75 A_o}{g R} \left(\frac{T'}{T^*} \right)^n \left(\frac{0,05}{\xi} \right)^{0,4} \quad (5-2)$$

en que:

A_o = aceleración efectiva máxima definida en Tabla 5.2 según la zonificación sísmica establecida en Figura 5.1 y Tabla 5.1;

T', n = parámetros relativos al tipo de suelo de fundación, que se determinan de Tablas 5.3 y 5.4;

T^* = período fundamental de vibración en la dirección de análisis;

R = factor de modificación de la respuesta que se establece en Tabla 5.6;

ξ = razón de amortiguamiento que se establece en Tabla 5.5.

5.3.3.1 El valor de C no necesita ser mayor que el indicado en Tabla 5.7.

5.3.3.2 En ningún caso el valor de C será menor que $0,25 A_o/g$.

Coeficiente sísmico máximo

Tabla 5.7 - Valores máximos del coeficiente sísmico

R	$C_{\text{máx.}}$		
	$\xi = 0,02$	$\xi = 0,03$	$\xi = 0,05$
1	0,79	0,68	0,55
2	0,60	0,49	0,42
3	0,40	0,34	0,28
4	0,32	0,27	0,22
5	0,26	0,23	0,18

NOTA - Los valores indicados son válidos para la zona sísmica 3. Para las zonas sísmicas 2 y 1, los valores de esta tabla se deben multiplicar por 0,75 y 0,50, respectivamente.

Espectro de diseño en análisis modal

5.4.2 Espectro de diseño

El análisis modal espectral se debe hacer para el espectro de diseño siguiente:

$$S_a = \frac{2,75 A_o I}{R} \left(\frac{T'}{T} \right)^n \left(\frac{0,05}{\xi} \right)^{0,4} \quad (5-5)$$

en que:

T = período de vibración del modo considerado.

No obstante, el valor de S_a no debe ser mayor que $IC_{\text{máx.}} \times g$, en que $C_{\text{máx.}}$ se determina de Tabla 5.7.

Ejemplo

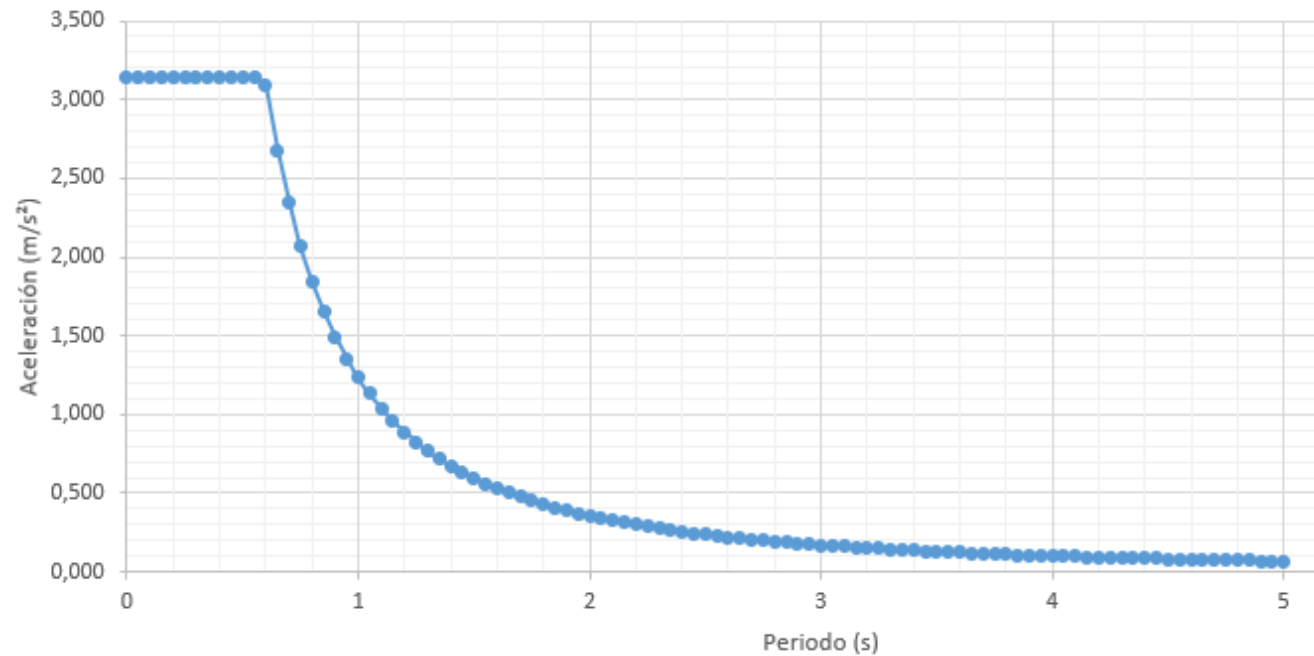
Desarrollemos el siguiente ejemplo:

- Estructura uso común: C2 → $I=1$
- Ubicación La Serena: Zona Sísmica: 3 → $A_0=0,3g$
- Clasificación de suelo: IV → $T'=0,62$
→ $n=1,80$
- Estructuras de marco de acero soldado → $\xi=0,02$
- Nave de acero liviana: → $R=4$

Ejemplo

Desarrollemos el siguiente ejemplo:

- $C_{\max} = 0,32$
- $S_{a,\max} = 3,139 \text{ (m/s}^2\text{)}$



T (s)	Sa (m/s²)	Sa/g
0	3,139	0,320
0,05	3,139	0,320
0,10	3,139	0,320
0,15	3,139	0,320
0,20	3,139	0,320
0,25	3,139	0,320
0,30	3,139	0,320
0,35	3,139	0,320
0,40	3,139	0,320
0,45	3,139	0,320
0,50	3,139	0,320
0,55	3,139	0,320
0,60	3,097	0,316
0,65	2,681	0,273
0,70	2,346	0,239
0,75	2,072	0,211
0,80	1,845	0,188
0,85	1,654	0,169
0,90	1,492	0,152
0,95	1,354	0,138
1,00	1,235	0,126
1,05	1,131	0,115
1,10	1,040	0,106
1,15	0,960	0,098
1,20	0,889	0,091
1,25	0,826	0,084
1,30	0,770	0,078
1,35	0,719	0,073

¿Quieres una planilla para el diseño?

Ingresa para descargar.



[Clic aquí](#)

