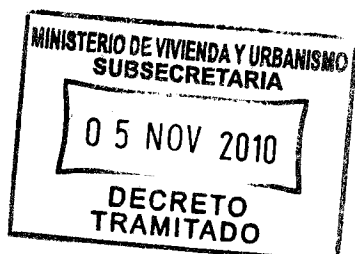




DIVISION JURIDICA  
MJM.RMM (2350/10)



DECLARA NORMAS OFICIALES DE LA  
REPUBLICA DE CHILE LAS NORMAS  
TÉCNICAS QUE INDICA.

05 NOV 2010

HOY SE DECRETO LO QUE SIGUE

SANTIAGO

DECRETO EXENTO N° 672

**VISTO:** Lo solicitado por el Instituto Nacional de Normalización por Carta N° 3010 - 0344 - 10 de 16 de agosto de 2010; el Ordinario N° 7532 de 04 de octubre de 2010, del Jefe del Departamento Comercio Exterior (S) del Ministerio de Economía Fomento y Turismo; el Ordinario N°347 de 18 de octubre de 2010, del Jefe de la División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional del MINVU; el Oficio N° 012691 de 20 de marzo de 2008, de la Contraloría General de la República, por el cual señaló que estos decretos no están afectos al trámite de toma de razón; el artículo 13°, letra c), del D.L. N° 1.305, de 1975; y el artículo 3°, incisos quinto y sexto del D.F.L. N° 458, (V. y U.), de 1975, Ley General de Urbanismo y Construcciones,

**DECRETO :**

1°.- Decláranse Normas Oficiales de la República de Chile, las normas técnicas que se indican a continuación:

<b>NCh 790.Of2010</b>	Madera - Preservación - Clasificación, composición y requisitos de los preservantes para madera.
<b>NCh3206.Of2010</b>	Geotecnia - Excavaciones, entibaciones y socialzados - Requisitos

2°.- Estas normas reemplazan a las normas siguientes:

*Nch 786 Madera – Preservación – Clasificación de los preservantes*, declarada Norma Oficial de la República, por Decreto N° 22 de fecha 21 de febrero de 1995, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial del 22 de marzo de 1995.

*Nch 790 Madera - Preservación - Composición y requisitos de los preservantes para madera*, declarada Norma Oficial de la República, por Decreto N° 22 de fecha 21 de febrero de 1995, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial del 22 de marzo de 1995.

VºBº Diju

3°.- El presente decreto se publicará en el Diario Oficial. Las normas identificadas en él tendrán vigencia a partir de la fecha de su publicación. El texto íntegro de las normas será publicado en documentos oficiales del Instituto Nacional de Normalización.

4°.- El Instituto Nacional de Normalización deberá enviar tres ejemplares de dichas normas, debidamente certificada su conformidad con el texto oficial a la Contraloría General de la República y además proporcionar gratuitamente el mismo número de ejemplares al Ministerio de Vivienda y Urbanismo, que las declara normas oficiales de la República, y a la Biblioteca Nacional.

Anótese, comuníquese y publíquese

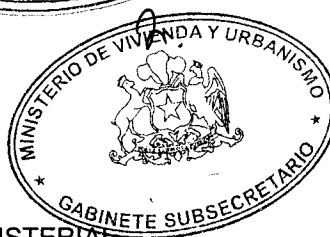
POR ORDEN DEL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA



(FGAB)

*[Handwritten signature]*  
VºBº Dijo

- DISTRIBUCION**  
DIARIO OFICIAL  
GABINETE MINISTRA  
GABINETE SUBSECRETARIO  
DIVISIONES MINVU  
CONTRALORÍA INTERNA MINISTERIAL  
AUDITORIA INTERNA MINISTERIAL  
UNIDAD DE TECNOLOGÍA - DITEC  
OFICINA DE PARTES



LO QUE TRANSCRIBO PARA SU CONOCIMIENTO

*[Handwritten signature]*

**ANDRES IACOBELLI DEL RIO**  
Subsecretario de Vivienda y Urbanismo

---

**NORMA CHILENA**

***NCh* 3206-2010**

---

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION • INN-CHILE

---

**Geotecnia - Excavaciones, entibaciones y socalzados -  
Requisitos**

*Geotechnical engineering - Excavation, shoring and shielding - Requirements*

Primera edición : 2010

---

CIN

---

COPYRIGHT © : INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION - INN

\* Prohibida reproducción y venta \*

Dirección : Matías Cousiño N° 64, 6° Piso, Santiago, Chile

Web : [www.inn.cl](http://www.inn.cl)

Miembro de : ISO (International Organization for Standardization) • COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas)

## Geotecnia - Excavaciones, entibaciones y socialzados - Requisitos

### Preámbulo

El Instituto Nacional de Normalización, INN, es el organismo que tiene a su cargo el estudio y preparación de las normas técnicas a nivel nacional. Es miembro de la INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) y de la COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS (COPANT), representando a Chile ante esos organismos.

Esta norma se estudió a través del Comité Técnico *Geotecnia*, para establecer los requisitos que deben cumplir las excavaciones abiertas, las entibaciones y los socialzados.

Por no existir Norma Internacional, en la elaboración de esta norma se ha tomado en consideración la experiencia nacional y extranjera y los antecedentes técnicos proporcionados por el Comité.

La norma NCh3206 ha sido preparada por la División de Normas del Instituto Nacional de Normalización, y en su estudio el Comité estuvo constituido por las organizaciones y personas naturales siguientes:

Asociación Chilena de Sismología e Ingeniería  
Antisísmica, Achisina  
Asociación de Ingenieros Civiles Estructurales, AICE  
Cámara Chilena de la Construcción  
Colegio de Ingenieros de Chile A.G.  
Instituto de la Construcción, IC  
Instituto Nacional de Normalización, INN  
Mauricio Poblete y Cía. Ltda.  
Ministerio de Vivienda y Urbanismo, SERVIU  
Petrus Consultores Geotécnicos

Héctor Ventura B.  
Fernando Yáñez U.  
Manuel Brunet B.  
Sergio Contreras A.  
Carmen Abarca C.  
Miguel Angel Jaramillo B.  
Mauricio Poblete R.  
Rafael González M.  
Pedro Ortigosa de P.

NCh3206

Pilotes Terratest  
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso  
Ruz Vukasovic y Cía. Ltda.  
SANDOR Ingenieros  
Sociedad Chilena de Geotecnia, SOCHIGE

Universidad de Chile, IDIEM

Oscar Taiba M.  
Patricia Rodríguez S.  
Manuel Ruz J.  
Miguel Sandor E.  
Issa Kort K.  
Héctor Ventura B.  
Iván Bejarano B.

Los Anexos A y B forman parte de la norma.

El Anexo C no forma parte de la norma, se inserta sólo a título informativo.

Esta norma ha sido aprobada por el Consejo del Instituto Nacional de Normalización, en sesión efectuada el 30 de julio de 2010.

## Geotecnia - Excavaciones, entibaciones y socialzados - Requisitos

### 1 Alcance y campo de aplicación

Esta norma establece los requisitos mínimos que deben cumplir las excavaciones abiertas, las entibaciones y los socialzados.

### 2 Referencias normativas

Los documentos siguientes son indispensables para la aplicación de esta norma. Para referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para referencias sin fecha se aplica la última edición del documento referenciado (incluyendo cualquier enmienda).

NCh349	<i>Construcción - Disposiciones de seguridad en excavación.</i>
NCh430	<i>Hormigón armado - Requisitos de diseño y cálculo.</i>
NCh433	<i>Diseño sísmico de edificios.</i>
NCh1508	<i>Geotecnia - Estudio de mecánica de suelos.</i>
UNE EN 1537	<i>Ejecución de trabajos geotécnicos especiales anclajes.</i>
AASHTO	<i>Standard Specifications for Highway Bridges.</i>

### 3 Términos y definiciones

Para los propósitos de esta norma, se aplican los términos y definiciones siguientes:

**3.1 AASHTO:** American Association of Highway and Transportation Officials

**3.2 anclaje:** elemento de arriostamiento que trabaja a tracción y está compuesto por una cabeza de anclaje, tendón y bulbo resistente

**3.3 ASTM:** American Society for Testing and Materials

**3.4 bulbo resistente:** longitud teórica del tirante sobre la cual la fuerza de tracción se transmite al terreno circundante

**3.5 cabeza de anclaje:** sistema mecánico de fijación de cables o barras al elemento de contención

**3.6 cuña sísmica:** prisma de suelo que se produce por efecto sísmico generando un empuje sobre el elemento de contención

**3.7 deformación horizontal máxima de diseño de la pantalla:** deformación correspondiente a la carga muerta más la carga viva más el sismo

**3.8 elemento de arriostamiento:** elemento estructural, que trabaja a compresión o tracción, destinado a tomar la componente lateral de los empujes sobre una entibación o socialzado

**3.9 elementos temporales:** se considera como elementos temporales las entibaciones, taludes y elementos de arriostamiento cuya vida útil sea menor o igual que dos años

**3.10 entibación:** estructura provisoria de contención de tierras que permite excavar con paredes verticales o con talud

**3.11 estudio de mecánica de suelos:** estudio para determinar las propiedades mecánicas y/o hídricas del subsuelo necesarias para analizar la estabilidad, deformabilidad y/o conductividad hidráulica de la masa de suelo sometidas a sollicitaciones estáticas y/o dinámicas y/o por la acción del agua y que cumple con NCh1508

**3.12 fundación:** elemento estructural de transferencia de las cargas de la estructura al terreno

**3.13 geotecnia:** rama de la Ingeniería Civil que estudia el comportamiento mecánico de la zona superficial de la corteza terrestre bajo la acción de esfuerzos y/o la acción del agua

**3.14 mecánica de suelos:** parte de la geotecnia que estudia el comportamiento mecánico de un depósito de suelo bajo la acción de esfuerzos y/o la acción del agua

**3.15 mejoramiento:** acción sobre el suelo que permita mejorar sus propiedades geomecánicas, tal como su compactación, refuerzo, reemplazo de material existente por otro de mejores características, u otro método

**3.16 micropilote:** pilote de diámetro menor que 300 mm

**3.17 muro berlinés:** estructura de contención de tierra constituida por perfiles de acero hincados a una distancia regular, entre los cuales se colocan piezas de madera u otro material como elemento de contención

- 3.18 muro pantalla:** estructura de contención de tierra en la cual se utiliza un elemento continuo como sostenimiento del terreno
- 3.19 pantalla:** fortificación estructural que tiene por objeto contener, ya sea temporal o permanentemente, cortes de terreno verticales o con talud
- 3.20 pantalla de tablestacas:** estructura de contención de tierra constituida por elementos prefabricados, conectados estructuralmente entre sí, ya sean éstos de acero u otro material, que se hincan en el terreno antes de excavar
- 3.21 pantalla discontinua:** estructura de contención de tierra constituida por elementos estructurales verticales espaciados entre ellos
- 3.22 pila de entibación:** elemento estructural vertical de hormigón armado colocado al borde de las excavaciones de manera de conformar una pantalla discontinua
- 3.23 pila de socalizado:** elemento estructural vertical de hormigón armado colocado bajo las fundaciones de una estructura en forma discontinua
- 3.24 pilote:** elemento estructural prefabricado hincado en el terreno o construido en sitio mediante preexcavación y hormigonado
- 3.25 protocolo de inspección técnica:** plan detallado de las actividades y mediciones, y su registro, que debe realizar la inspección técnica
- 3.26 puntal:** elemento de arriostramiento rígido de acero, madera u hormigón, que trabaja a compresión
- 3.27 sello de excavación:** nivel correspondiente al fondo de la excavación sobre la cual se apoya una estructura o un mejoramiento
- 3.28 sello de fundación:** nivel de la superficie de apoyo del suelo que reciben las cargas de la fundación
- 3.29 sifonamiento:** fenómeno producido por la presión de un flujo de agua ascendente que iguala o supera a la presión efectiva de tierras en un mismo punto
- 3.30 socalizado o recalce:** refuerzo estructural de las fundaciones de edificaciones existentes, de manera de mejorar o mantener su estabilidad y/o traspasar las cargas hacia una cota más profunda
- 3.31 suelo:** conjunto conformado por partículas sólidas, aire y agua, producto de la desintegración física y/o química de las rocas, que puede o no contener materia orgánica u otros minerales tales como sales solubles
- 3.32 tendón:** cables o barra que componen el anclaje
- 3.33 torón:** hebras que componen un cable



#### 4 Simbología

Los símbolos indicados en esta norma tienen el significado que se indica a continuación:

- $b$  : Separación entre la pantalla y las cargas de estructuras vecinas.
- $B$  : Ancho de una fundación.
- $D_f$  : Profundidad medida desde el nivel de terreno hasta el nivel del sello de fundación.
- $FS$  : Factor de seguridad.
- $H_e$  : Profundidad de excavación.
- $H_m$  : Profundidad de monitoreo.
- $H_p$  : Profundidad de la pantalla.
- $P_b$  : Fuerza de falla del cilindro o bulbo resistente de un anclaje.
- $P_e$  : Fuerza de diseño para condición estática de un anclaje según Anexo A.
- $P_{eq}$  : Fuerza de diseño para condición sísmica de un anclaje según Anexo A.
- $P_y$  : Fuerza de fluencia de un anclaje.
- $P_s$  : Fuerza de bloqueo según Anexo A, A.2.7. Carga transmitida a la cabeza del anclaje inmediatamente después de una operación de puesta en carga.
- $P_p$  : Fuerza de aceptación según Anexo A, A.2.6. Carga máxima a la cual está sometido un anclaje durante un ensayo de aceptación.
- $q_s$  : Presión de contacto vertical de servicio o trabajo de una estructura a nivel de sello de fundación.
- $q_u$  : Presión de falla obtenida del ensayo de compresión no confinada.
- $q_z$  : Presión horizontal inducida por una estructura vecina sobre la pantalla.
- $\Delta_{eq}$  : Desplazamiento permanente post sismo de la cabeza del anclaje.
- $z$  : Coordenada vertical que crece en profundidad.

## **5 Taludes de excavación sin entibación**

### **5.1 Generalidades**

El diseño de los taludes de las excavaciones debe cumplir con lo establecido en el Informe de Mecánica de Suelos elaborado según NCh1508. Además, se debe tener en consideración las disposiciones de seguridad en excavaciones indicadas en NCh349.

### **5.2 Bases de diseño**

**5.2.1** Se debe verificar que las excavaciones no afecten la estabilidad de las fundaciones de las estructuras cercanas.

**5.2.2** En el diseño de un talud se debe asegurar su estabilidad estática y sísmica considerando las singularidades existentes. Si existen estructuras cercanas al talud, se debe verificar que este talud no comprometa la integridad de dichas estructuras. Lo indicado no es válido para cierros perimetrales que no formen parte de una estructura.

**5.2.3** La profundidad de la excavación ( $H_e$ ) a considerar en el proyecto corresponde a la diferencia de nivel entre la superficie del terreno y el sello de fundación del muro perimetral del subterráneo o el fondo de excavación, la que resulte mayor.

**5.2.4** Todas las excavaciones no entibadas deben dejar en su coronamiento una berma horizontal libre con un ancho no menor que 1,0 m a lo largo de todo el deslinde o estructura existente. En esta berma no se debe colocar cargas (temporales o permanentes) ni ser utilizada como pasillo de circulación, a menos que ello se haya considerado en el diseño.

**5.2.5** Los taludes excavados se deben proteger contra la saturación o pérdida de humedad, si corresponde.

**5.2.6** En los taludes excavados en suelo gravoso, roca fracturada u otros que presenten clastos susceptibles de desprendimiento, se debe considerar la colocación de una malla de protección que sea capaz de sostenerlos y/o encauzarlos.

**5.2.7** Los rellenos de reposición entre los muros de subterráneos y el talud deben ser ejecutados con procedimientos controlados.

## 6 Entibación y socialzado

### 6.1 Bases de diseño

Para el dimensionamiento del sistema de entibación y socialzado se debe considerar lo siguiente:

**6.1.1** El empuje de tierra y su distribución debe ser compatible con la deformación horizontal máxima de diseño de la pantalla.

**6.1.2** Para el cálculo de las entibaciones se puede utilizar el método de equilibrio de fuerzas o el método de esfuerzo-deformación. En el caso del método de equilibrio de fuerzas se debe considerar lo siguiente:

- a) Cuando se proyecta un elemento de arriostramiento, para el caso estático, se debe analizar tanto una distribución rectangular como triangular del empuje, utilizando la condición más desfavorable para el elemento de arriostramiento y de la pantalla. Para el caso sísmico se debe utilizar una distribución triangular invertida.
- b) Cuando se proyectan dos o más elementos de arriostramiento se puede utilizar una distribución uniforme en profundidad para el empuje, tanto estático como sísmico.

**6.1.3** Para todos los casos, la sollicitación sísmica se debe determinar considerando la aceleración sísmica según NCh433 y lo indicado en Anexo A.

**6.1.4** Si existen edificios inmediatos a los límites de una excavación, o en sus proximidades, se debe considerar su acción como una carga en el cálculo de empujes.

NOTA - En caso de tener fundaciones de edificaciones existentes a menos de 1 m de separación de la excavación (b) se recomienda, entibar o socialzar dichas fundaciones.

**6.1.5** La carga inducida sobre la pantalla ( $q_2$ ) se debe calcular considerando la carga a nivel de sello de fundación de la estructura vecina ( $q_s$ ). Para edificios habitacionales o de oficinas se debe considerar, como mínimo, una carga uniformemente distribuida de 11 kPa por piso, incluido los subterráneos. Para otro tipo de edificaciones se debe evaluar la carga correspondiente. Ver Figura 1.

**6.1.6** Para entibaciones contiguas a una calle se debe considerar una carga uniformemente repartida de 12 kPa, como mínimo.

**6.1.7** En el caso de cargas especiales tales como camiones, grúas, zonas de acopio de materiales, etc., se debe considerar el efecto de éstas sobre el elemento de contención o talud, según corresponda.

**6.1.8** En el diseño se debe verificar que el comportamiento estructural de la pantalla, en cada una de las fases de ejecución de la entibación y de la excavación no produzca daño en las construcciones vecinas.

**6.1.9** Los elementos de arriostamiento se deben dimensionar según lo indicado en Anexos A y B.

**6.1.10** Todos los elementos de hormigón armado deben cumplir lo indicado en NCh430.

**6.1.11** Todos los elementos de acero deben cumplir lo indicado en NCh433, Anexo B.

**6.1.12** Todos los elementos de madera deben cumplir lo indicado en NCh1198 y NCh1990.

## **6.2 Análisis de estabilidad**

### **6.2.1 Estabilidad global**

- a) Se debe verificar la estabilidad del conjunto estructura-suelo frente a una falla por corte y la seguridad respecto a un levantamiento del fondo de la excavación por superación de la resistencia al esfuerzo cortante por efecto de las presiones verticales del terreno. En caso de existencia de napa freática, se deben considerar los efectos producidos por sifonamiento, subpresión y erosión interna.
- b) Se debe evitar cualquier falla local o global que se pueda producir en el terreno durante cada etapa de excavación. Durante la construcción se debe considerar NCh349 para seguridad en excavaciones.

### **6.2.2 Estabilidad de la pantalla**

Se debe verificar la estabilidad propia de la pantalla considerando las obras a entibar o socialzar según corresponda. Se debe considerar los aspectos siguientes:

- a) rotación o traslación del elemento de contención o partes del mismo;
- b) capacidad de soporte considerando las cargas propias de la pantalla y las cargas transmitidas por las fundaciones socialzadas, si corresponde;
- c) compatibilidad de la deformación de la pantalla con la deformación admisible de las estructuras vecinas;
- d) tensiones de servicio, considerando todas las fases de excavación y construcción.

La comprobación de estabilidad propia de la pantalla debe considerar la condición temporal o permanente, según corresponda.

### 6.2.3 Estabilidad del arriostramiento

En el diseño de los arriostramientos se debe, a lo menos:

- a) Determinar las tensiones de servicio y de prueba de los elementos de arriostramiento, cuando corresponda.

Estos elementos deben permitir mantener su tensión de servicio durante el tiempo necesario hasta que la edificación definitiva sea capaz de absorber los esfuerzos que generan dichas tensiones.

Además, se debe asegurar que su retiro no genere deformaciones en las estructuras vecinas.

- b) Asegurar que los anclajes postensados cumplan con las condiciones indicadas en Anexo A.
- c) Asegurar que en caso de usar puntales, éstos garanticen un contacto permanente con sus apoyos de manera que transmitan adecuadamente las cargas de diseño. Además se debe cumplir con lo indicado en Anexo B.
- d) Considerar una contención local entre pilas cuando exista riesgo de vaciamiento del suelo entre elementos discontinuos.

En la descripción del procedimiento constructivo debe quedar claramente establecida la secuencia en que se debe instalar y/o construir los elementos de arriostramiento.

También se debe determinar claramente el momento a partir del cual se pueden destensar los anclajes postensados o retirar los puntales.

### 6.3 Limitación de deformaciones

Se debe evitar que las deformaciones horizontales máximas que experimente la pantalla de contención, producto de la excavación, provoquen daños a las edificaciones vecinas tanto en condiciones estáticas como sísmicas.

## 7 Controles

### 7.1 Inspección técnica

Este tipo de obra, por el riesgo involucrado, debe contar con una Inspección Técnica de Obra (ITO), la que debe recibir cada elemento de la pantalla considerando lo indicado en cláusula 8. Se debe dejar constancia de ello en el Libro de Obra.

### 7.2 Control de desplazamientos en excavaciones entibadas

En las entibaciones o socialzados cuya profundidad de excavación ( $H_e$ ) sea mayor o igual a la profundidad de monitoreo ( $H_m$ ) indicada en Tabla 1 (ver Figura 2), se debe verificar a través de un sistema de monitoreo que las deformaciones del sistema de entibación y/o de las edificaciones contenidas y/o socialzadas se mantengan dentro del rango establecido en el proyecto.

Tabla 1 - Profundidad de excavación mínima a partir de la cual se debe monitorear

Tipo de suelo	Profundidad para monitoreo $H_m$
	m
Gravas	15
Arenas	6
Limos y arcillas	10

## 8 Proyecto

Se debe elaborar un proyecto en todos aquellos casos en que una falla pueda afectar la seguridad de las personas, edificaciones existentes y/o intereses de terceros.

### 8.1 Antecedentes requeridos

Corresponde a la información requerida para el proyecto de excavación, entibación y/o socialzado.

#### 8.1.1 Información del proyecto

- plano de topografía del terreno con cota de referencia para el proyecto;
- plano de emplazamiento;
- plantas de subterráneos;
- planta del primer piso;
- cortes en elevación; y
- otros planos que sean de interés para el proyecto.

### **8.1.2 Información geotécnica**

Parámetros geotécnicos que caractericen adecuadamente el comportamiento carga-deformación del suelo a contener con las entibaciones, socialzados y/o taludes, definidos en NCh1508.

### **8.1.3 Información de estructuras cercanas**

Se debe obtener la información necesaria de las estructuras y obras civiles cercanas que pudieran ser afectadas por las excavaciones y las obras de entibación y/o socialzado.

**8.1.4** Cualquier otro antecedente que se considere pertinente.

## **8.2 Especificaciones técnicas**

**8.2.1** El proyecto de taludes, entibación y/o socialzado debe incluir una especificación técnica que contenga la información para su construcción, incluyendo su secuencia constructiva y el control de desplazamientos cuando ello corresponda.

**8.2.2** La especificación técnica debe incluir, como mínimo la información siguiente:

- a) procedimiento constructivo;
- b) especificación de los materiales;
- c) control de calidad;
- d) control de deformaciones, si corresponde; y
- e) protocolo de la inspección técnica.

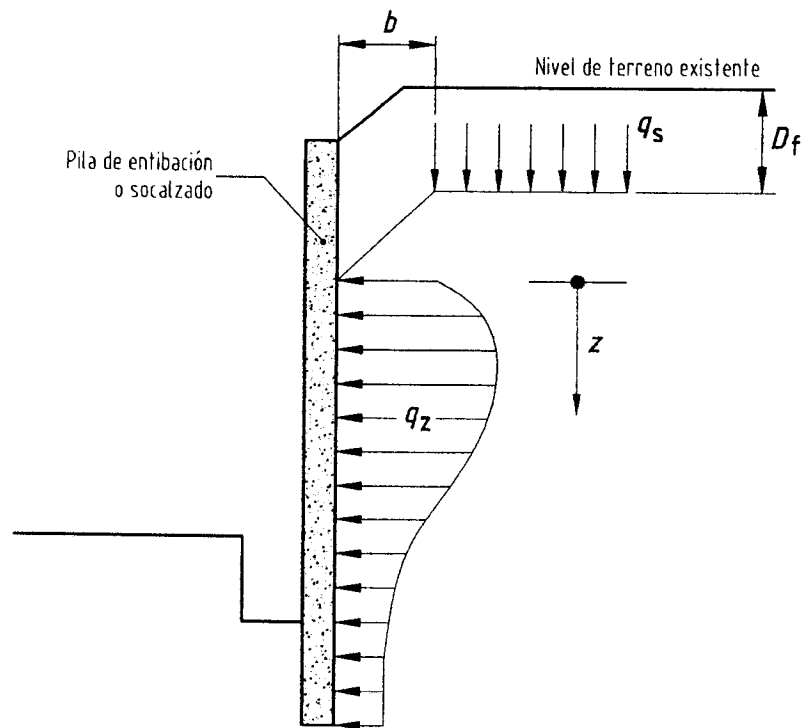


Figura 1 - Distribución de cargas inducidas por estructuras vecinas

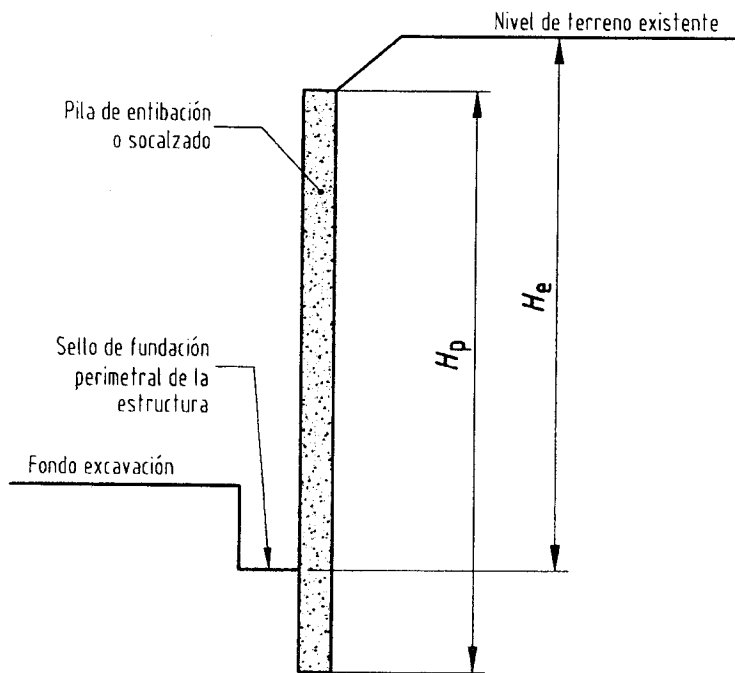


Figura 2 - Definición de alturas



**Anexo A**  
(Normativo)

**Dimensionamiento de elementos  
de arriostre conformados por anclajes**

Los criterios para el dimensionamiento que aquí se establecen sólo son aplicables a anclajes inyectados que dispongan un tramo de longitud libre a lo largo del cual no exista restricción del suelo para la elongación del tendón.

**A.1 Condición estática**

**A.1.1** La fuerza estática del anclaje,  $P_e$ , para el dimensionamiento del tendón del anclaje (barra o cable) debe verificar:

$$P_e \leq \frac{P_y}{(FS)_1} \quad (1)$$

en que:

$P_y$  = fuerza de fluencia a la tracción del tendón;

$(FS)_1$  = factor de seguridad estático con valor no menor que 1,5 para anclajes temporales.

**A.1.2** El cilindro o bulbo resistente del anclaje se debe dimensionar de modo que la sollicitación  $P_b$  requerida para alcanzar su falla (fuerza de arranque), verifique:

$$P_e \leq \frac{P_b}{(FS)_2} \quad (2)$$

en que:

$(FS)_2$  = factor de seguridad, mayor o igual que 2,0 para anclajes temporales. El factor  $(FS)_2$  se puede reducir dependiendo del grado de certidumbre en la determinación de  $P_b$  a través de pruebas de arranque en anclajes ejecutados en suelos con características similares o en anclajes de la obra en particular, de acuerdo al protocolo respectivo. En todo caso, el  $(FS)_2$  debe ser mayor o igual que 1,5.

**A.1.3** Los anclajes deben ser sometidos a pruebas de aceptación de acuerdo a UNE EN 1537 o AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges.

## A.2 Condición estática más sísmica

**A.2.1** Para la condición estática más sísmica el dimensionamiento de un anclaje, que incorpora un elemento dúctil como lo es la barra o cable de acero, se debe efectuar considerando el desplazamiento permanente post sismo,  $\Delta_{eq}$ , según el eje longitudinal del tendón.

**A.2.2** Para el dimensionamiento del tendón en socalzados o en entibaciones con estructuras emplazadas dentro de la cuña sísmica del suelo, donde se debe limitar los desplazamientos post sismo, se debe verificar:

$$P_{eq} \leq 0,85 \times P_y \quad (3)$$

en que:

$P_{eq}$  = fuerza para la condición estática más sísmica, determinada con un coeficiente sísmico  $C_{eq} = A_0$ , siendo  $A_0$  la aceleración máxima efectiva expresada como fracción de la aceleración de gravedad indicada en NCh433.

**A.2.3** Para socalzados o entibaciones en los que se pueda admitir desplazamientos post sismo ( $\Delta_{eq} > 0$ ) se debe mantener la condición dada en la ecuación 3, donde  $P_{eq}$  se determina con un coeficiente sísmico reducido,  $A_r$ , definido como:

$$A_r = \alpha \times A_0 \quad (4)$$

En Tabla A.1 se indican los valores del factor de reducción,  $\alpha$  en función del tipo de suelo y de la magnitud del desplazamiento  $\Delta_{eq}$ .

Tabla A.1 - Factor de reducción para determinar el coeficiente sísmico de diseño en socalzados y entibaciones con desplazamiento sísmico

Suelo	Coeficiente de reducción, $\alpha$			
	$\Delta_{eq} = 5 \text{ mm}$	10 mm	20 mm	40 mm
Gravas densas	0,79	0,65	0,55	0,46
Arenas densas y suelo fino con $q_u \geq 150 \text{ kPa}$ (1,5 kg/cm <sup>2</sup> )	0,84	0,73	0,61	0,52
Resto de los suelos, exceptuando suelos finos con $q_u \leq 50 \text{ kPa}$ (0,5 kg/cm <sup>2</sup> )	0,90	0,82	0,69	0,58

NOTAS

- 1) Los valores de  $\alpha$  indicados corresponden a una aceleración máxima efectiva de 0,4 g. Para las zonas sísmicas con una aceleración máxima efectiva de 0,3 g y 0,2 g, el coeficiente  $\alpha$  se obtiene multiplicando por 0,93 y 0,85, respectivamente.
- 2) El factor de reducción se obtiene aplicando la metodología del bloque deslizando establecida por Newmark.

**A.2.4** El desplazamiento sísmico del tendón,  $\Delta_{eq}$ , queda limitado a través de la relación siguiente:

$$\varepsilon_y + \varepsilon_{eq} < \lambda \varepsilon_u \quad (5)$$

$$\varepsilon_{eq} = \Delta_{eq} / L_f \text{ donde } L_f \geq 4 \text{ m} \quad (6)$$

en que:

$\lambda$  = valor que limita la deformación resultante con respecto a la deformación requerida para alcanzar la ruptura. Este valor es igual a  $1/3$  para anclajes permanentes y  $1/2$  para anclajes temporales;

$\varepsilon_y$  = deformación de fluencia del acero del tendón;

$\varepsilon_u$  = deformación de ruptura del acero del tendón;

$L_f$  = longitud libre del anclaje a lo largo de la cual no existe restricción del suelo para la elongación del tendón.

NOTA - La cabeza debe tener una resistencia mayor o igual a la resistencia del cable.

**A.2.5** El cilindro o bulbo resistente se dimensiona de modo de garantizar que el anclaje alcance la fluencia del tendón antes que el cilindro resistente falle por arranque. Para ello se debe verificar:

$$P_b \geq \beta \times P_y \quad (7)$$

en que:

$\beta$  = coeficiente de mayoración mayor o igual que 1,5.

El coeficiente  $\beta$  que se adopte depende del grado de certidumbre que se tenga de la resistencia al arranque del cilindro resistente,  $P_b$ . Este coeficiente se puede reducir a un valor mínimo de 1,15 en la medida que se justifique a través de pruebas de arranque ejecutadas en suelos de características geomecánicas similares. Los resultados de estas pruebas se deben referenciar.

**A.2.6** Todos los anclajes deben ser sometidos a una fuerza de aceptación,  $P_p$ , definida como:

$$\text{Máx. } \{P_e, P_{eq}\} \leq P_p \leq 0,85 P_y \quad (8)$$

**A.2.7** Para anclajes postensados la fuerza de bloqueo,  $P_j$ , debe verificar que:

$$P_j \leq 0,85 P_y \quad (9)$$

La fuerza de bloqueo,  $P_j$ , debe considerar, a lo menos, lo siguiente:

- a) Pérdidas de carga por acomodo del sistema de agarre.
- b) Pérdidas por relajación del tendón.
- c) Creep del suelo.
- d) Incrementos de carga por desplazamiento de la estructura a nivel de la cabeza del anclaje.

**A.2.8 Requisitos mínimos de tendones tensados**

La sección total de los tendones debe tener, a lo menos, 180 mm<sup>2</sup> y el diámetro de cada barra o cable del torón debe ser de 20 mm como máximo.

En la longitud del bulbo, los tendones deben tener características de adherencia equivalente a la de barras estriadas para hormigón armado.

**Anexo B**  
(Normativo)

**Condiciones para el dimensionamiento de elementos de arriostre conformados por puntales**

Para el dimensionamiento de los elementos de arriostre se requiere verificar lo siguiente:

**B.1 Puntal**

**B.1.1** El diseño del puntal debe considerar al menos lo siguiente:

- a) el material de los puntales debe ser de acero, hormigón armado, madera de eucalipto o roble sano;
- b) verificación de la resistencia por compresión;
- c) verificación de la estabilidad por pandeo; y
- d) especificación del procedimiento de compresión y descompresión cuando ello sea necesario.

**B.1.2** Los puntales de madera deben ser de una pieza, sin uniones.

**B.2 Fundación del puntal**

El diseño de la fundación debe considerar al menos lo siguiente:

- a) La fundación debe ser construida en hormigón armado y diseñada de acuerdo a NCh430. Otro sistema debe ser adecuadamente justificado.
- b) La tensión de contacto no debe ser mayor que la capacidad de soporte admisible del suelo ajustada a sus condiciones (cargas inclinadas, sin confinamiento lateral u otros casos según corresponda).

### **B.3 Elemento de unión entre puntal y la entibación o socialzado**

El diseño del elemento de unión debe considerar al menos lo siguiente:

- a) la unión debe ser un elemento de acero, una ménsula de hormigón armado o un nicho;
- b) se debe verificar la resistencia al corte del elemento de unión; y
- c) se debe evitar el corrimiento lateral del puntal.

### **B.4 Elemento de unión entre puntal y su fundación**

Para el diseño de este elemento se debe considerar lo siguiente:

- a) la unión debe ser una placa de acero, un nicho en el hormigón o un dispositivo que permita traspasar la carga de compresión del puntal a su fundación; y
- b) la verificación de la resistencia por compresión del elemento de unión.

**Anexo C**  
(Informativo)

**Monitoreo: Sistemas, instrumentos, equipos y procedimientos**

**C.1 Generalidades**

**C.1.1** El monitoreo permite obtener información y datos a partir de mediciones de deformaciones de estructuras y masas de suelo. Teniendo presente que lo esencial del monitoreo geotécnico debe ser la precisión y confiabilidad de las mediciones -además de la simplicidad y rapidez en la ejecución, registro, manejo de información y presentación de los resultados- se ha considerado conveniente elaborar una metodología de trabajo que cumpla con los objetivos señalados.

**C.1.2** La precisión requerida debe ser garantizada en las condiciones que son propias de un ambiente de obra, tales como la existencia de iluminación artificial, polvo en suspensión y lecturas de distancias.

**C.1.3** El Contratista de la Obra debe proteger todo punto de medición o instrumento dentro de las excavaciones o en la superficie en forma adecuada para que no sufra movimientos o daños que puedan alterar los resultados de las mediciones.

**C.2 Monitoreo tridimensional de deformaciones**

El monitoreo debe ser efectuado con un sistema de medición óptico o electromagnético que debe cumplir con las condiciones siguientes:

**C.2.1** Se deben emplear equipos topográficos del tipo Estaciones totales con precisión máxima de 1" (0,3 Mgon) de arco centesimal y  $\pm 1 \text{ mm} \times 2 \text{ ppm}$  de distancia. Además, se debe contar con *Nivel de Ingeniero* que tenga una precisión máxima de 0,5 mm en 1 km con la utilización de mira invar para todas las lecturas.

**C.2.2** Los puntos de medición a instalar deben ser miras reflectoras o prismas ópticos de reflexión de alta precisión y centrado positivo. Las miras reflectoras deben tener un centro físicamente visible y permitir la ejecución de mediciones desde dos lados opuestos, sin necesidad de rotarlas. Estas miras deben ser empleadas para puntos de medición de deformaciones, mientras que los prismas se deben usar para materializar los puntos fijos que conforman la red de referencia básica del sistema.

**C.2.3** Los prismas y miras deben quedar fijos a las estructuras y/o al suelo mediante pernos de acero roscados. La ubicación de éstos debe ser definida en un plano de instrumentación.

C.2.4 En la generación de datos se debe tener en cuenta lo siguiente:

- a) La toma de datos va a estar influenciada por las condiciones ambientales de ventilación e iluminación, como también la ausencia de material particulado en suspensión, por lo tanto, para la compensación de anomalías de refracción y de otros errores de medición se debe tener cuidado en ingresar los datos de temperatura ambiente y de presión atmosférica a la estación total al momento de iniciar la medición de datos con el objeto de poder compensar la refracción existente, mecanismo que el equipo ejecuta en forma automática.
- b) Por tratarse de una estación total, la transferencia de datos hacia y desde el computador, se debe realizar en forma completamente digital, sin alterar los datos tomados durante el traspaso de los mismos.
- c) La determinación de las coordenadas, una vez leído los puntos de monitoreo, debe ser automática, al igual que la determinación de las coordenadas de la estación móvil, considerando que se emplea el programa propio de cada estación total.
- d) Los instrumentos de medición deben estar calibrados.



---

**NORMA CHILENA**

***NCh* 790-2010**

---

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION • INN-CHILE

---

**Madera - Preservación - Clasificación, composición y requisitos de los preservantes para madera**

*Wood - Preservation - Classification, composition and requirements of wood preservatives*

Primera edición : 2010

---

CIN

---

COPYRIGHT © : INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION - INN

\* Prohibida reproducción y venta \*

Dirección : Matías Cousiño N° 64, 6° Piso, Santiago, Chile

Web : [www.inn.cl](http://www.inn.cl)

Miembro de : ISO (International Organization for Standardization) • COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas)

## **Madera - Preservación - Clasificación, composición y requisitos de los preservantes para madera**

### **Preámbulo**

El Instituto Nacional de Normalización, INN, es el organismo que tiene a su cargo el estudio y preparación de las normas técnicas a nivel nacional. Es miembro de la INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) y de la COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS (COPANT), representando a Chile ante esos organismos.

Esta norma se estudió a través del Comité Técnico *Preservación y secado*, para establecer la clasificación, los límites de composición y requisitos de los productos preservantes para madera.

Por no existir Norma Internacional en la elaboración de esta norma se ha tomado en consideración la norma NCh790.Of1995 *Madera - Preservación - Composición y requisitos de los preservantes para madera* y antecedentes técnicos proporcionados por el Comité.

La norma NCh790 ha sido preparada por la División de Normas del Instituto Nacional de Normalización, y en su estudio el Comité estuvo constituido por las organizaciones y personas naturales siguientes:

CMPC Maderas S.A.  
Instituto Nacional de Normalización, INN  
Ministerio de Obras Públicas, MOP - Departamento  
Innovación Tecnológica  
Osmoste Chile S.A.  
Quimetal Industrial S.A.  
Universidad de Chile, Departamento de  
Ingeniería de la Madera

Gina Cerda P.  
Alfredo López V.  
Zeus Aguilera G.  
Jorge Geldes G.  
Andrés Ducaud N.  
Alejandro Bozo G.

NCh790

Esta norma anulará y reemplazará, cuando sea declarada Norma Chilena Oficial a las normas NCh790.Of1995 *Madera - Preservación - Composición y requisitos de los preservantes para madera*, declarada Oficial de la República por Decreto N°22, de fecha 21 de febrero de 1995, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial del 22 de marzo de 1995 y NCh786.Of1995 *Madera - Preservación - Clasificación de los preservantes*, declarada Oficial de la República por Decreto N° 22, de fecha 21 de febrero de 1995, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial del 22 de marzo de 1995.

Esta norma ha sido aprobada por el Consejo del Instituto Nacional de Normalización, en sesión efectuada el 30 de julio de 2010.

# Madera - Preservación - Clasificación, composición y requisitos de los preservantes para madera

## 1 Alcance y campo de aplicación

1.1 Esta norma establece la clasificación, los límites de composición y requisitos de los productos preservantes para madera.

1.2 Esta norma se aplica en la industria de preservación de maderas.

1.3 Esta norma se aplica para el control de calidad de los productos preservantes de madera, soluciones preservantes de madera y madera preservada.

## 2 Referencias normativas

Los documentos siguientes son indispensables para la aplicación de esta norma. Para referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para referencias sin fecha se aplica la última edición del documento referenciado (incluyendo cualquier enmienda).

NCh61	<i>Petróleo combustible (fuel oil) - Requisitos.</i>
NCh630	<i>Madera - Preservación - Terminología.</i>
NCh819	<i>Madera preservada - Pino radiata - Clasificación según uso y riesgo en servicio y muestreo.</i>
ASTM D 390	<i>Specification for Coal-Tar Creosote for the Preservative Treatment of Piles, Poles, and Timbers for Marine, Land, and Freshwater Use.</i>
AS/NZ 1605	<i>Methods for Sampling and Analyzing Timber Preservatives and Preservative - Treated Timber.</i>
AWPA A1	<i>Standard Methods for Analysis of Creosote and Oil-Type Preservatives.</i>
AWPA A2	<i>Standard Methods for Analysis of Waterborne Preservatives and Fire-Retardant Formulations.</i>

