

**ORGANISMO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN
Y CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN
Y LA EDIFICACIÓN, S. C.**



**NORMA MEXICANA
NMX-C-405-ONNCCE-2014**

**INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN - PANELES PARA
USO ESTRUCTURAL APLICADOS EN SISTEMAS
CONSTRUCTIVOS - ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE
ENSAYO**

**BUILDING INDUSTRY - PANELS FOR STRUCTURAL PURPOSES IN
BUILDING SYSTEMS - SPECIFICATIONS AND TEST METHODS**

Esta norma cancela a la NMX-C-405-1997-ONNCCE



Declaratoria de vigencia publicada en el
Diario Oficial de la Federación el día 07 de noviembre de 2014
©Copyright, Derechos Reservados ONNCCE, S. C., MMXIV

NORMA MEXICANA

NMX-C-405-ONNCE-2014

Esta norma cancela a la
NMX-C-405-1997-ONNCE

Declaratoria de vigencia publicada en el
D. O. F. el día 07 de noviembre de 2014

**INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN - PANELES PARA USO
ESTRUCTURAL APLICADOS EN SISTEMAS CONSTRUCTIVOS -
ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE ENSAYO**

**BUILDING INDUSTRY - PANELS FOR STRUCTURAL PURPOSES
IN BUILDING SYSTEMS- SPECIFICATIONS AND TEST METHODS**

Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C.
Ceres #7, Col. Crédito Constructor C. P. 03940, México, D. F. Tel: (01 55) 56 63 29 50 ext. 103
Correo electrónico: normas@mail.onnce.org.mx Internet: <http://www.onnce.org.mx>
©COPYRIGHT, DERECHOS RESERVADOS ONNCE, S. C., MÉXICO MMXIV



COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN DE PRODUCTOS, SISTEMAS Y SERVICIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

0. PREFACIO

En la elaboración de esta norma, participaron las siguientes empresas e instituciones:

- AISLANTES MINERALES, S. A. DE C. V.
- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, A.C.
- ASOCIACIÓN DE EMPRESAS PARA EL AHORRO DE LA ENERGÍA EN LA EDIFICACIÓN, A.C. (AEAAE).
- ASOCIACIÓN DE INDUSTRIALES DE FIBROCEMENTO A. C. (AIFIC)
- CONCRETO W, S. A. DE C. V.
- DURATHERM BUILDING SYSTEMS S.A. DE C.V.
- EUREKA S.A. DE C. V.
- FRIGOCEL S.A. DE C.V.
- INDUSTRIAS REPSHEL S.A. DE C.V.
- INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO (IMCYC).
- MEXALIT INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.
- PANELES DE MADERA Y CONCRETO, S. A.
- SAINT-GOBAIN AMÉRICA S.A. DE C.V. (ADFORS).
- WORLD CLASS HOME MÉXICO.
- WORLD-PC-TECHNOLOGIES.
- XELLA MEXICANA, S.A. DE C.V.

ÍNDICE

	PAGINA
0. PREFACIO	2
1. OBJETIVO	3
2. CAMPO DE APLICACIÓN	3
3. DEFINICIONES	3
3.1. Anclaje	3
3.2. Componentes	3
3.3. Conexiones	3
3.4. Conexión estructural	3
3.5. Edificaciones de riesgo menor	3
3.6. Edificaciones de riesgo mayor	3
3.7. Elementos	3
3.8. Junta	4
3.9. Losa de entepiso	4
3.10. Losa de techo	4
3.11. Muro estructural	4
3.12. Paneles	4
3.13. Panel para uso estructural	4
3.14. Panel para uso no estructural	4
3.15. Sistema constructivo	4
4. CLASIFICACIÓN	4
5. ESPECIFICACIONES	5
5.1. Paneles estructurales TIPO I	5
5.2. Paneles estructurales TIPO II y TIPO III	6

6.	MUESTREO	7
6.1.	Procedimiento de muestreo para evaluación de la conformidad	7
6.2.	Tamaño de la muestra	7
6.3.	Manejo y traslado de la muestra.....	7
6.4.	Secuencia de los ensayos	7
7.	MÉTODOS DE ENSAYO.....	8
7.1.	Paneles estructurales TIPO I.....	8
7.2.	Paneles estructurales TIPO II y TIPO III.....	14
8.	MARCADO, ETIQUETADO, ENVASE Y EMBALAJE.....	16
8.1.	En el producto	16
8.2.	Instructivo	17
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	17
10.	CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES	17
11.	VIGENCIA	17

1. OBJETIVO

La presente norma mexicana establece las especificaciones y métodos de ensayo que deben cumplir los paneles para uso estructural aplicados en sistemas constructivos para muros, techos y entresijos de las edificaciones.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma mexicana es aplicable a los paneles de fabricación nacional y de importación de cualquier material que se comercialicen en el país para uso estructural aplicados en sistemas constructivos para muros, techos y entresijos de las edificaciones.

3. DEFINICIONES

3.1. Anclajes

Dispositivo para sujetar y dar continuidad funcional y estructural entre componentes y/o elementos del cual dependa su buen funcionamiento y estabilidad estructural.

3.2. Componentes

Productos prefabricados que son unidades simples o compuestas y que unidas entre sí forman un elemento. (como: tabique, bloque, tabicón, paneles para revestimiento o aislamiento, etc.)

3.3. Conexiones

Es la unión entre componentes y elementos para dar continuidad funcional entre los mismos.

3.4. Conexión estructural

Es la unión que proporciona continuidad de esfuerzos de trabajo entre componentes y elementos.

3.5. Edificaciones de riesgo menor

Edificaciones de hasta 25,00 m de altura, hasta 250 ocupantes y hasta 3 000 m².

3.6. Edificaciones de riesgo mayor

Edificaciones de más de 25,00 m de altura, o más de 250 ocupantes o más de 3 000 m², y además las bodegas, depósitos e industrias de cualquier magnitud, que manejen madera, pinturas, plásticos, algodón y combustibles o explosivos de cualquier tipo.

3.7. Elementos

Integración de componentes constructivos para uso estructural, no estructural y de instalaciones.

3.8. Junta

Espacio entre componentes y elementos el cual puede rellenarse o no rellenarse, cubrirse o sellarse de acuerdo a su función y que favorezca el comportamiento estructural.

3.9. Losa de entepiso

Elemento estructural horizontal que delimita los niveles de una edificación cuya función es servir de piso, debiendo resistir cargas permanentes, variables y accidentales, además de servir de diafragma que distribuye las fuerzas laterales entre los muros y/o columnas que lo soportan.

3.10. Losa de techo

Elemento estructural de un edificio que lo cubre y cierra, delimitándolo en su parte superior, siendo comúnmente horizontal o inclinado, debiendo resistir cargas permanentes, variables y accidentales, además de servir de diafragma que distribuye las fuerzas laterales entre los muros y/o columnas que lo soportan.

3.11. Muro estructural

Elemento estructural vertical que constituye los lados exteriores y/o interiores de la edificación, que tiene la función de soportar los entrepisos y/o techos, debiendo resistir cargas permanentes, variables y accidentales, tanto verticales como horizontales.

3.12. Paneles

Son componentes con dos dimensiones mayores con respecto al espesor, que pueden ser elaborados en planta o a pie de obra, los cuales una vez instalados y terminados en la edificación conforman un elemento constructivo.

3.13. Panel para uso estructural

Es aquel que por sus características mecánicas es apto para resistir las acciones de diseño, permanentes, variables y accidentales a las cuales va a estar sujeto como componente de un elemento estructural vertical (muro), o de un horizontal (entepiso y techo). Éstos paneles pueden ser simples o compuestos.

3.13.1. Panel para uso estructural simple

Es aquel que por sus características es empleado para la elaboración de elementos continuos, en muros, techos o entrepisos y no contiene elementos estructurales ajenos que lo refuercen para desempeñar su función.

3.13.2. Panel para uso estructural compuesto

Es aquel que por sus características es empleado para la elaboración de elementos continuos, en muros, techos o entrepisos y sí contiene elementos estructurales ajenos que lo refuercen para desempeñar su función.

3.14. Panel para uso no estructural

Es aquel que por sus características es apto solo para cumplir con funciones de división entre espacios o cubiertas útiles de la edificación, sin que éste deba tomar alguna fuerza vertical u horizontal de importancia.

3.15. Sistema constructivo

Es aquel que integra una serie de componentes constructivos y elementos estructurales, no estructurales y de instalaciones, para obtener una edificación.

4. CLASIFICACIÓN

Los paneles para uso estructural en muros, techos y losas de entrepisos, se clasifican conforme a su trabajo estructural en:

TABLA 1.- Clasificación de los paneles estructurales

TIPO I	Para uso en muros
TIPO II	Para uso en losas de entresijos
TIPO III	Para uso en losas de techos



5. ESPECIFICACIONES

5.1. Paneles estructurales TIPO I

Los paneles estructurales TIPO I deben cumplir con las siguientes especificaciones:

5.1.1. Resistencia a la compresión simple

Los paneles estructurales TIPO I deben ser capaces de resistir un esfuerzo mínimo axial a la compresión de 0,49 MPa (5 kg/cm²)

Se verifica de acuerdo con lo indicado en el inciso 7.1.1.

5.1.2. Resistencia bajo carga lateral en el plano del muro

Los paneles estructurales TIPO I deben tener una resistencia mínima al cortante de 0,098 MPa (1 kg/cm²), o bien resistir una carga lateral mínima de 1,5 t por cada metro de longitud del muro, actuando simultáneamente con la carga vertical de servicio o la especificada por el fabricante.

Con el propósito de que las uniones y conexiones resistan la aplicación de la carga lateral especificada en este inciso, el fabricante debe especificar el armado y/o anclaje para que resistan como mínimo 1,5 veces el esfuerzo que se desarrolle en ellos cuando se alcanza la resistencia del (los) panel (es).

Esta resistencia se obtiene de acuerdo con lo indicado en el inciso 7.1.2.

5.1.3. Resistencia al fuego

Los paneles estructurales TIPO I para uso en las edificaciones de riesgo menor deben cumplir con una resistencia al fuego de una hora como mínimo, sin producir flama, gases tóxicos o explosivos a una temperatura de 823 K (550 °C).

Los paneles estructurales TIPO I para uso en las edificaciones de riesgo mayor deben cumplir con una resistencia al fuego de tres horas como mínimo, sin producir flama, gases tóxicos o explosivos a una temperatura de 823 K (550 °C).

NOTA 1: En ambos casos el fabricante puede solicitar que la resistencia al fuego se efectúe a temperaturas y/o tiempos superiores a los aquí indicados, y en su caso se manifieste en el certificado correspondiente.

Se debe evaluar de acuerdo al procedimiento de 7.1.3. y se permite una disminución de resistencia a la compresión simple de hasta el 30% con respecto al valor alcanzado en la probeta testigo, cuando éstos han llegado al colapso total de recubrimientos, revestimientos y estructura.

5.1.4. Resistencia al impacto para muros

Los paneles estructurales así como sus uniones horizontales y/o verticales deben resistir un impacto provocado por una masa de 50 kg liberada en forma de péndulo a una altura de 2,20 m y un ángulo de 45°, conservando su integridad estructural sin separación en ambas caras de la probeta, y una deflexión instantánea no mayor a 10 mm al impacto y recuperarse parcialmente de su deformación, pero conservando su integridad estructural.

Esta resistencia se verifica de acuerdo a lo indicado en el inciso 7.1.4.

5.1.5. Resistencia a carga uniformemente repartida actuando perpendicular al plano

Los paneles estructurales TIPO I deben resistir una carga de 981 Pa (100 kg/m^2), sin rebasar una flecha de $L/360$, donde L es la longitud del claro mayor, y recuperarse parcialmente de su deformación, pero conservando su integridad estructural.

NOTA 2: El fabricante debe considerar que las uniones y conexiones resistan cuando menos 1,5 veces el esfuerzo que se desarrolle en ellos cuando se alcanza la resistencia del (los) panel (es) especificada en este inciso.

Esta resistencia se verifica de acuerdo a lo indicado en el inciso 7.1.5.

5.2. Paneles estructurales TIPO II y TIPO III

Los paneles TIPO II y TIPO III deben cumplir con lo siguiente:

5.2.1. Resistencia a la flexión

El fabricante de los paneles estructurales TIPO II y TIPO III así como sus uniones, debe especificar las cargas totales de diseño (cargas de servicio multiplicadas por el factor de carga correspondiente) aplicadas perpendicularmente al plano de la losa.

Los paneles estructurales TIPO II así como sus uniones, deben resistir además de su propio peso terminado una carga especificada por el fabricante, la cual no debe ser menor a una carga vertical uniformemente repartida de 1 668 Pa (170 kg/m^2) multiplicada por un factor de carga de 1,4 correspondiente a 2 335 Pa (238 kg/m^2), aplicada perpendicularmente al plano de la losa, sin rebasar una flecha de $L/360$, donde L es la longitud del claro mayor.

Los paneles estructurales TIPO III así como sus uniones, deben resistir además de su propio peso terminado una carga especificada por el fabricante, la cual no debe ser menor a una carga vertical uniformemente repartida de 981 Pa (100 kg/m^2) multiplicado por el factor de carga de 1,4 correspondiente a 1373 Pa (140 kg/m^2), aplicada perpendicularmente al plano de la losa, sin rebasar una flecha de $L/360$, donde L es la longitud del claro mayor.

El fabricante en ambos casos puede especificar una carga total y un factor de carga mayores que corresponda a su solución presentada, sin rebasar una flecha de $L/360$.

Esta resistencia se verifica de acuerdo a lo indicado en el inciso 7.2.1.

5.2.2. Resistencia al impacto

Los paneles estructurales TIPO II y TIPO III así como sus uniones, deben resistir el impacto en caída libre provocado por una masa de 50 kg, que se libera desde una altura de 1,50 m sin rebasar una flecha de $L/360$, donde L es la longitud del claro mayor y recuperarse parcialmente de su deformación, pero conservando su integridad estructural.

Esta resistencia se verifica de acuerdo a lo indicado en inciso 7.2.2.

5.2.3. Resistencia al fuego

Los paneles estructurales TIPO II y TIPO III para uso en las edificaciones de riesgo menor deben cumplir con una resistencia al fuego de una hora como mínimo, sin producir flama, gases tóxicos o explosivos a una temperatura de 823 K ($550 \text{ }^\circ\text{C}$).

Los paneles estructurales TIPO II y TIPO III para uso en las edificaciones de riesgo mayor deben cumplir con una resistencia al fuego de tres horas como mínimo, sin producir flama, gases tóxicos o explosivos a una temperatura de 823 K ($550 \text{ }^\circ\text{C}$).

NOTA 3: En ambos casos el fabricante puede solicitar que la resistencia al fuego se efectúe a temperatura y/o tiempo superior a los aquí indicados, y en su caso se manifieste en el certificado correspondiente.

Se debe evaluar de acuerdo al procedimiento de 7.1.3 y se permite una diferencia de resistencia a la compresión simple y/o flexión de hasta el 30% con respecto al valor alcanzado en la probeta testigo, cuando éstos han llegado al colapso total de recubrimientos, revestimientos y estructura. El fabricante debe indicar si el ensaye es a flexión y/o compresión.

6. MUESTREO

El armado de los paneles debe ser igual para probetas del mismo tipo.

6.1. Procedimiento de muestreo para evaluación de la conformidad

El muestreo debe ser aleatorio, por duplicado. Las probetas de la muestra testigo (duplicado) quedan en resguardo del fabricante; hasta que finalice el proceso de certificación. Este duplicado sólo se puede utilizar a requerimiento del organismo certificador o por sufrir daños durante su traslado y manejo.

Eventualmente algún panel puede ser repuesto de esta muestra por daño durante su traslado o manejo incluso por el mismo laboratorio, debiendo mediar aprobación escrita del organismo certificador.

6.2. Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se indica en la tabla 2.

6.3. Manejo y traslado de la muestra

El traslado de las muestras se debe efectuar en condiciones adecuadas de acuerdo con los procedimientos o instrucciones del fabricante.

6.4. Secuencia de los ensayos

La secuencia de los ensayos se realiza por acuerdo del fabricante y el organismo.

TABLA 2.- Tamaño de muestra para los ensayos

Paneles TIPO I			Paneles TIPO II			Paneles TIPO III		
Tipo de ensayo	No. de probetas mínimas	Tamaño de probetas (metros)	Tipo de ensayo	No. de probetas mínimas	Tamaño de probetas (metros)	Tipo de ensayo	No. de probetas mínimas	Tamaño de probetas (metros)
Compresión	3	Tamaño máximo de probeta, del fabricante	Compresión	NA	Tamaño máximo de probeta, del fabricante	Compresión	NA	Tamaño máximo de probeta, del fabricante
Flexión	NA		Flexión	3		Flexión	3	
Carga lateral	3		Impacto	3		Impacto	3	
Impacto	3		Fuego (compresión simple)	2	0,60 x 0,60	Fuego (compresión simple)	2	0,60 x 0,60
Carga uniformemente repartida	3		Fuego (Compresión simple)	2	0,40 X 0,90	Fuego (Compresión simple)	2	0,40 X 0,90
Fuego (Compresión simple)	2	0,60 x 0,60	Fuego (flexión)	NA	NA	Fuego (flexión)	NA	NA

NOTA 4:

(1) A petición del interesado estos ensayos se pueden sustituir por probetas con unión horizontal y/o vertical.

(2) Se debe considerar un lote de igual número de piezas como reserva a resguardo del fabricante.

(3) Para ensayos de fuego el fabricante puede solicitar de 1 a 3 probetas para ensayo de fuego y de igual número de probetas para testigo.

(4) Cuando los paneles sean iguales para el TIPO II y TIPO III solo se debe realizar una serie de muestreos y ensayos cubriendo ambos tipos.

(NA) No aplica.

7. MÉTODOS DE ENSAYO

Los ensayos deben realizarse dentro de un tiempo acordado entre el fabricante, el organismo y el laboratorio, considerando los tiempos de maduración de las probetas y programas de ensayos.

7.1. Paneles estructurales TIPO I

7.1.1. Resistencia a la compresión simple

7.1.1.1. Equipo y herramienta

- Marco de carga rígido que permita montar los dispositivos necesarios para aplicar la carga axial de compresión a los especímenes a evaluar. El marco debe ser rígido y resistente para evitar fallas locales o deformaciones de sus miembros por efecto de las cargas aplicadas durante los ensayos; además debe contar con un sistema de sujeción que evite desplazamientos en cualquier dirección.
- Cilindro hidráulico con capacidad suficiente para fallar el espécimen.
- Soporte metálico suficientemente rígido para sujetar el dispositivo hidráulico.
- Manómetro para cilindro hidráulico que permita aplicar cargas con incrementos de 2,45 kN.
- Perfil de acero para distribuir uniformemente la carga.
Deformímetros mecánicos con precisión de 0,025 4 mm.
- Barra metálica para transmitir deformaciones al deformímetro mecánico, véase figura 1.
- Pedestal rígido para sujeción de deformímetro mecánico, véase figura 1.
- Estructura de seguridad para sujeción del panel.

7.1.1.2. Preparación

La probeta debe ser preparada de acuerdo a las especificaciones del fabricante, siendo sus dimensiones de ensayo de 1,22 m (± 2 cm) x 2,44 m (± 4 cm) más las dimensiones de los acabados y espesor dado por el fabricante según las especificaciones de construcción.

Para el caso de ensayar uniones horizontales y/o verticales, la probeta debe ser preparada de acuerdo a las especificaciones del fabricante, siendo sus dimensiones de ensayo iguales a las indicadas en el párrafo anterior.

La probeta debe ser anclada al sistema de cimentación de acuerdo a las especificaciones del fabricante. El fabricante debe acordar con el laboratorio la adaptación al sistema.

7.1.1.3. Procedimiento

- Colocar la probeta en el marco de carga con los elementos de seguridad apropiados.
- Colocar el perfil de acero para distribución de carga entre la probeta y el dispositivo de presión hidráulica, el cual debe colocarse en un soporte metálico para sujetarlo y evitar movimientos laterales, permitiendo que la aplicación de la carga se transmita uniformemente sobre el eje longitudinal de la probeta.
- Instalar la barra metálica para transmisión de deformaciones para el deformímetro mecánico, sobre el eje longitudinal de una de las superficies laterales al centro de la probeta. Los puntos de medición se deben ubicar a $15 \text{ cm} \pm 2,5 \text{ cm}$ de los extremos de la probeta.
- Colocar un deformímetro mecánico en la barra metálica.
- Colocar un deformímetro mecánico sobre la otra superficie lateral a la que fue colocado el deformímetro mecánico anterior, apoyando su vástago al centro geométrico de la probeta, utilizando para esto el pedestal rígido para sujetarlo, para verificar los pandeos laterales que se puedan presentar.
- Cuando lleguen a presentarse efectos de pandeo por esbeltez excesiva del panel, la carga crítica de pandeo no debe ser menor que el 90% de la carga máxima de diseño.
- Aplicar una carga inicial de un 5% de la carga máxima esperada para acomodo del sistema de ensayo.
- Aplicar la carga en forma constante, mediante el dispositivo de presión hidráulica, registrando las deformaciones en por lo menos 5 intervalos de carga, siendo indispensable obtener la máxima carga aplicada y la deformación generada.

7.1.1.4. Resultados

Calcular la resistencia a la compresión dividiendo la máxima carga aplicada, entre el área de aplicación de la carga, obtener la curva esfuerzo-deformación de acuerdo a los intervalos de carga registrados.

La resistencia se obtiene con las expresiones:

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{x}} \quad (1)$$

Y

$$c^* = \frac{\bar{x}}{1 + \alpha CV} \quad (2)$$

Donde:

- \bar{x} resistencia promedio a la compresión de la muestra de paneles.
- α coeficiente que toma en cuenta un nivel de confianza de 95 %. Típicamente $\alpha = 2,5$
- CV coeficiente de variación
- σ desviación estándar.
- c^* resistencia a la compresión

La probeta debe cumplir las especificaciones indicadas en el inciso 5.1.1.

NOTA 5: Opcionalmente, se puede obtener o verificar experimentalmente el Módulo de Elasticidad del producto utilizando los resultados del ensayo de resistencia a la compresión simple, se puede utilizar el criterio del módulo secante 10-75 que consiste en obtener la pendiente de la recta secante definida por los puntos de la curva esfuerzo- deformación que corresponden al 10% y 75% del esfuerzo máximo.

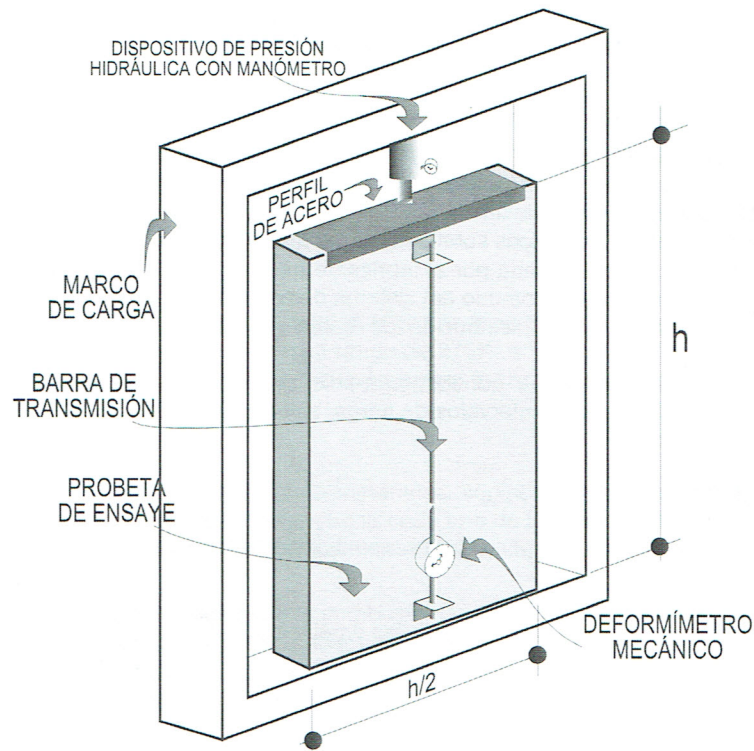


FIGURA 1.- Representación del equipo para el ensayo de resistencia a la compresión simple

La presente figura es ilustrativa

7.1.2. Resistencia bajo carga lateral

7.1.2.1. Equipo y herramienta

- Marco de carga rígido que permita montar los dispositivos necesarios para aplicar la carga axial de compresión a los especímenes de ensayo. El marco debe ser rígido y resistente para evitar fallas locales o deformaciones de sus miembros por efecto de las cargas aplicadas durante los ensayos; además debe contar con un sistema de sujeción que evite desplazamientos en cualquier dirección.
- Cilindro hidráulico con capacidad suficiente para fallar el espécimen.
- Soporte metálico suficientemente rígido para sujetar el dispositivo hidráulico.
- Manómetro para cilindro hidráulico que permita aplicar cargas con incrementos de 2,45 kN
- Perfil de acero para distribuir uniformemente la carga.
- Deformímetros o mecánicos con precisión de 0,025 4 mm.
- Barra metálica para transmitir deformaciones al deformímetro mecánico, véase figura 2.
- Pedestal rígido para sujeción de deformímetro mecánico, véase figura 2.
- Estructura de seguridad para sujeción del panel.

7.1.2.2. Preparación

La probeta debe ser preparada de acuerdo a las especificaciones del fabricante, siendo sus dimensiones de ensayo no menores de 2,40 m de alto, con una relación de aspecto de 1:2 (ancho: alto).

La probeta debe ser anclada al sistema de cimentación de acuerdo a las especificaciones del fabricante. El fabricante debe acordar con el laboratorio la adaptación al sistema.

Para el caso de ensayar uniones, la probeta debe ser preparada de acuerdo a las especificaciones del fabricante, siendo sus dimensiones de ensayo iguales a las indicadas anteriormente.

7.1.2.3. Procedimiento

- Instalar las barras metálicas para transmitir los movimientos a los deformímetros mecánicos sobre las diagonales de las superficies laterales. Los puntos de medición se deben ubicar a no más de 15 cm \pm 2,5 cm de las esquinas diagonalmente opuestas.
- Colocar los deformímetros mecánicos sobre las barras metálicas para transmisión de deformaciones.
- Aplicar carga de servicio especificada por el fabricante para su producto, aplicar una carga inicial de un 5% de la carga máxima esperada para acomodo del sistema de ensayo.
- Colocar la placa de acero para distribución de carga lateral entre la probeta y el dispositivo de presión hidráulica.
- Aplicar la carga lateral en forma constante, mediante el cilindro de presión hidráulica, registrando las deformaciones en por lo menos 5 intervalos de carga, siendo indispensable obtener la máxima carga aplicada y la deformación generada.

7.1.2.4. Resultados

Calcular el esfuerzo máximo dividiendo la carga lateral máxima aplicada, entre el área de la sección transversal de la probeta.

La probeta debe cumplir las especificaciones indicadas en el inciso 5.1.2.

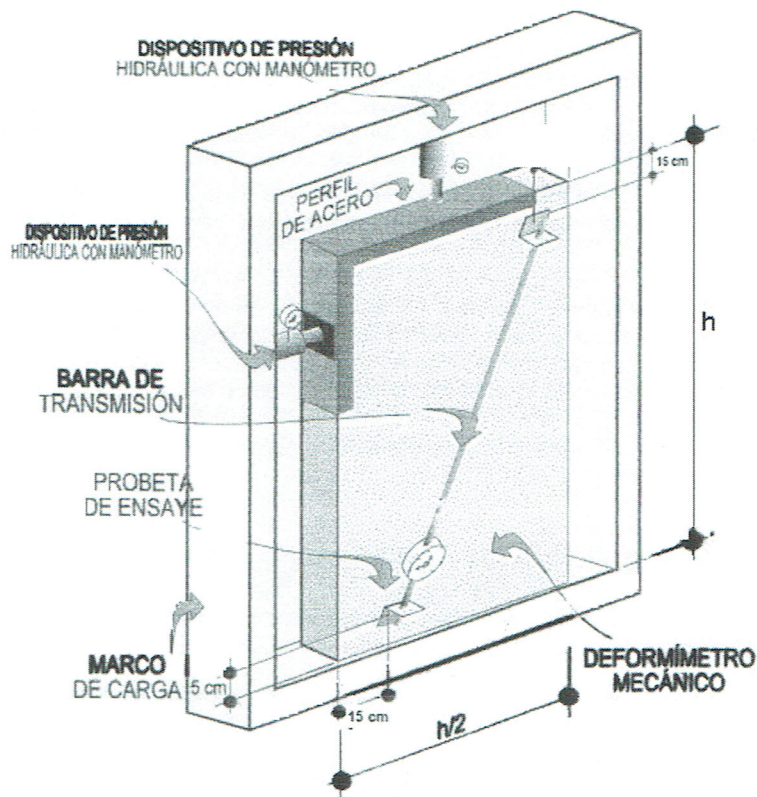


FIGURA 2.- Representación del equipo para el ensayo de resistencia bajo carga lateral
La presente figura es ilustrativa

7.1.3. Resistencia al fuego

7.1.3.1. Equipo y herramienta

- Cámara de fuego cuyo combustible sea gas natural o gas metano de uso doméstico véase figura 3.
- Instrumento de medición de temperatura con un rango de 273K a 1 273 K (0°C a 1 000 °C), como mínimo.
- Material necesario para garantizar un sello entre la probeta y la cámara de fuego.

7.1.3.2. Preparación

- Este método de ensayo requiere del empleo de materiales, equipos y operaciones riesgosas. No es objetivo de la descripción de este método de ensayo el enunciar cada uno de los problemas de seguridad asociados con su empleo, por lo que queda bajo responsabilidad de cada uno de los usuarios el establecer las prácticas de seguridad y salud apropiadas.
- El sistema de manejo de humos y gases de la combustión y de la prueba, debe ser controlado de acuerdo a los reglamentos específicos locales en materia ambiental.
- El termopar (termómetro de medición y control) debe estar calibrado y localizado entre la probeta de ensayo y la salida de la flama y al mismo nivel de la cara expuesta al fuego lo más próximo posible a la probeta.
- La probeta debe ser descrita en todos y cada uno de los componentes que la integran, para de ser necesario hacer una evaluación cuantitativa y cualitativa en los humos y gases producidos en la combustión de la probeta.
- La probeta debe ser preparada en forma representativa, tal y como funciona el panel en muros, entresijos o techos con los recubrimientos especificados por el fabricante, proporcionando continuidad al acabado en todas las caras de la probeta, siendo sus dimensiones de ensayo máximas de 60 cm x 60 cm (para compresión simple) y de 40 cm x 90 cm (para ensayo de flexión), y representativas del panel. Se debe seleccionar otra probeta en las mismas condiciones adyacente a la primera que se debe considerar como testigo para aplicar el ensayo de carga a la compresión simple y/o flexión. Se recomienda que el fabricante describa brevemente los componentes que la integran para hacer un análisis preliminar cualitativo y/o cuantitativo de humos y gases producidos durante el ensayo.

7.1.3.3. Procedimiento

- Colocar la probeta dentro de la cámara de fuego sobre los soportes perimetrales sellando posteriormente con arena de construcción todo el perímetro de la probeta en contacto con las paredes de la cámara de fuego.
- Tapar la cámara de fuego con un material resistente al fuego, cubriendo la probeta y el instrumento de medición de temperatura.
- Mantener durante $120 \text{ s} \pm 15 \text{ s}$ la flama, previos a la aplicación de la flama de ensayo.
- Elevar la temperatura de la cámara de fuego de tal manera que se alcancen 823 K ($550 \text{ }^\circ\text{C}$) en no más de 15 minutos.
- La temperatura durante el ensayo debe ser de 823 K ($550 \text{ }^\circ\text{C}$) como temperatura de control (cortafuego) y mantenerse el tiempo necesario de acuerdo a los requerimientos de 5.1.3.
- Se debe observar la probeta de ensayo cada 10 min durante la primera hora y cada 15 min para las horas subsecuentes. Registrar y reportar el momento en que se registre visualmente cualquier emanación de gases y/o humos, cambios de color, producción de flama, agrietamientos o deflexiones.
- Una vez que alcance la temperatura ambiente proceder a retirar la probeta de ensayo de la cámara de fuego y ensayar según corresponda:
 - a) A compresión simple hasta la falla total (recubrimientos, revestimiento y estructura).
 - b) A flexión en un claro entre apoyos de 80 cm y con carga aplicada al centro hasta la falla total (recubrimientos, revestimiento y estructura), debiendo colocar el espécimen con la cara no expuesta al fuego en la parte superior.

Se puede utilizar como método de ensayo alternativo el especificado en la NMX - C -307/1-ONNCCE (véase 3. Referencias).

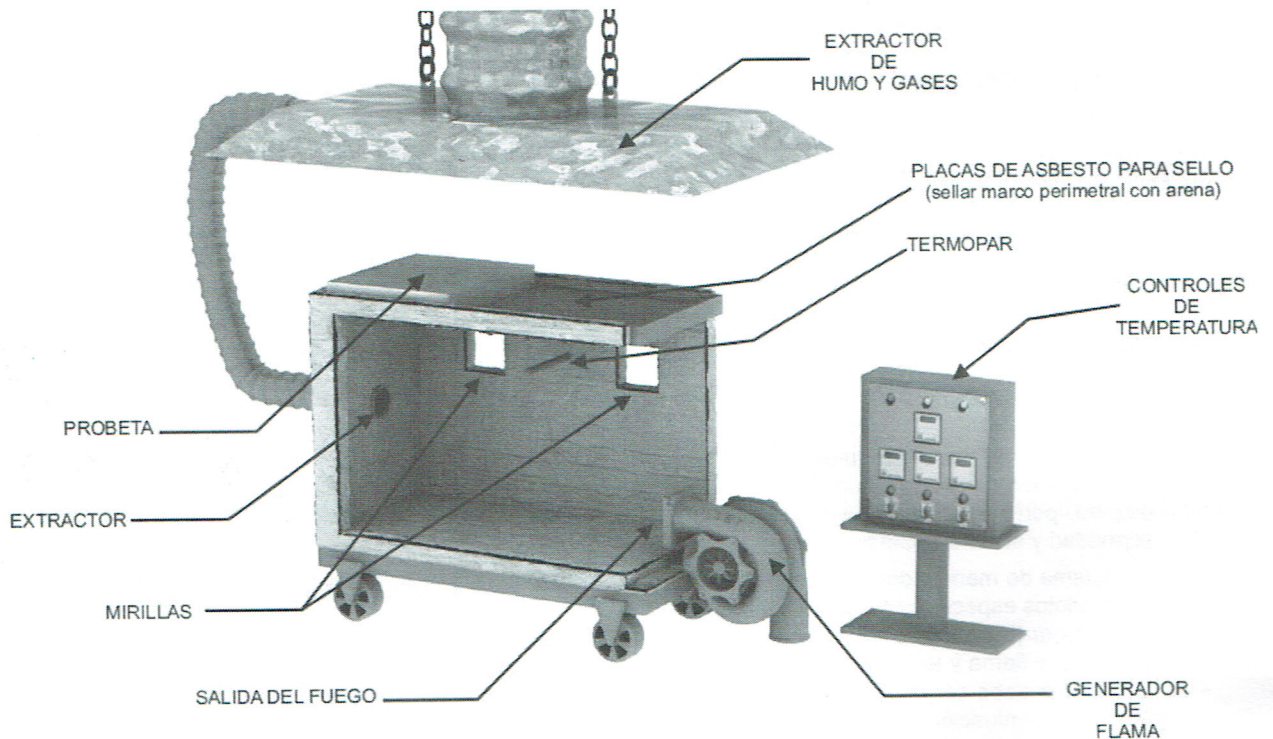


FIGURA 3.- Representación del equipo para el ensayo de resistencia al fuego

La presente figura es ilustrativa

7.1.4. Resistencia al impacto en muros

7.1.4.1. Equipo y herramienta

- Marco rígido de soporte al cual son sujetados los canales de soporte y medidor de deflexiones.
- Canales de acero para apoyar a la probeta en sus extremos superior e inferior.
- Instrumento de impacto, hecho con un saco de cuero o cualquier otro material resistente relleno de municiones de plomo de 2,4 mm de diámetro (No. 7 ½).
- Las medidas del saco deben ser de 710 mm de altura por 735 mm de largo con 3 mm de espesor (piel de 8 oz). La base (disco del fondo) debe ser de 230 mm de diámetro por 5 mm de espesor. Dos hileras de costuras deben estar en la costura vertical de la pared y la costura que une la pared con la base. La masa total del saco debe ser ajustada al nivel deseado con una aproximación de $\pm 1\%$.
- Deflectómetro o equipo similar para medir la deflexión, consistente en un tubo metálico que tenga una base en su extremo inferior y una abrazadera en su extremo superior la cual soporta por fricción una regla metálica ligera. La regla debe ser móvil dentro del tubo y graduada en divisiones de 0,25 mm.
- Marco rígido de soporte al cual son sujetados los canales de soportes y el medidor de las deflexiones.

7.1.4.2. Preparación

- La probeta debe ser preparada con los paneles necesarios de acuerdo a las especificaciones del fabricante, siendo sus dimensiones de ensayo de 1,22 m (± 2 cm) por 2,44 m (± 4 cm).

7.1.4.3. Procedimiento

- Colocar en posición vertical la probeta y sujetarla de acuerdo a la figura 4.
- Para muros simétricos, la carga de impacto se aplica a la cara exterior. Para muros asimétricos, se ensayan ambos lados.
- Aplicar una carga de impacto sobre la unión de los paneles liberando el saco de una altura de 2,20 m y un ángulo de 45°, posteriormente se repite la misma operación aplicando la carga de impacto al centro de uno de los paneles.

7.1.4.4. Resultado

Registrar las deflexiones de la probeta, el promedio de los ensayos debe cumplir la especificación dada en el inciso 5.1.4., reporte las alteraciones que se presenten en la cara (s) expuesta (s) del panel.

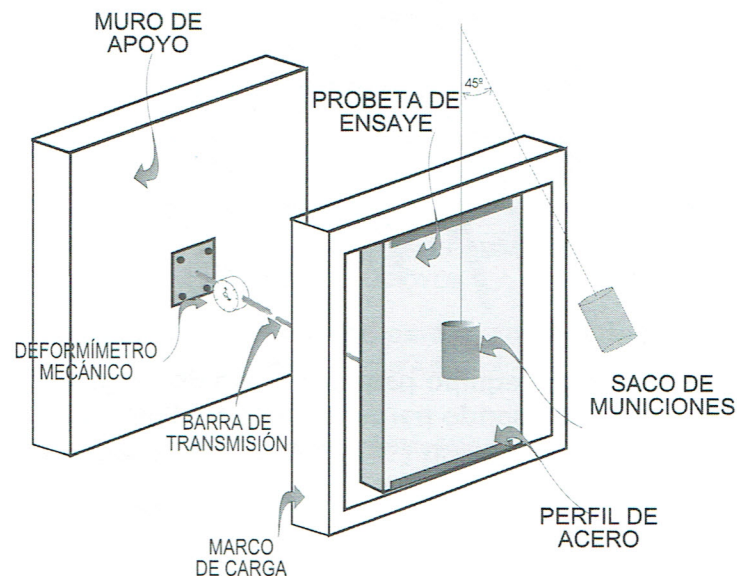


FIGURA 4.- Representación del equipo para el ensayo de resistencia al impacto para paneles TIPO I

La presente figura es ilustrativa

7.1.5. Resistencia a carga uniformemente repartida actuando perpendicular al plano

7.1.5.1. Equipo y herramienta

- Marco de carga que permita apoyar perimetralmente al espécimen de ensayo.
- Taras de material rígido y durable.
- Deformímetros mecánicos con precisión de 0,025 4 mm.
- Pedestal rígido.

7.1.5.2. Preparación

- La probeta debe ser preparada de acuerdo a las especificaciones del fabricante, siendo sus dimensiones de ensayo de 1,22 m (± 2 cm) x 2,44 m (± 4 cm) más las dimensiones de los acabados y espesor dado por el fabricante según las especificaciones de construcción.
- Para el caso de ensayar uniones, la probeta debe ser preparada de acuerdo a las especificaciones del fabricante, siendo sus dimensiones de ensayo iguales a las de su comercialización.

7.1.5.3. Procedimiento

- Colocar la probeta sobre el marco en posición horizontal perimetralmente apoyada, véase figura 5.
- Colocar el deformímetro mecánico debajo de la probeta, apoyando su vástago al centro geométrico de la probeta, utilizando para esto el pedestal rígido para sujetarlo.
- Aplicar la carga, distribuyendo simétricamente las taras de concreto sobre la probeta de los extremos al centro, hasta llegar a la carga total que por área deba soportar la probeta.
- Registrar la deformación inicial obtenida al final de la aplicación de la carga total y después de haber dejado transcurrir 24 h.
- Descargar las taras de la probeta.
- Registrar la deformación remanente obtenida, después de haber dejado transcurrir otras 24 h.

7.1.5.4. Resultado

Los paneles ensayados del TIPO I deben resistir lo especificado en 5.1.5.

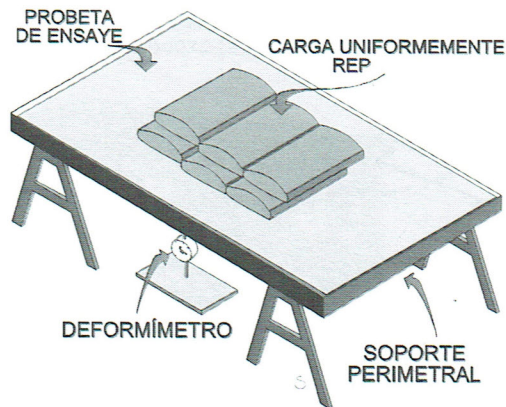


FIGURA 5.- Representación del equipo para el ensayo de carga uniformemente repartida actuando perpendicular al plano

La presente figura es ilustrativa

7.2. Paneles estructurales TIPO II y TIPO III

7.2.1. Resistencia a la flexión

7.2.1.1. Equipo y herramienta

- Estructuras trapezoidales de acero.

- Taras de material rígido y durable.
- Deformímetros mecánicos con precisión de 0,025 4 mm.
- Pedestal rígido para sujetar el deformímetro mecánico.
- Soporte, rodillo de acero (uno).

7.2.1.2. Preparación

- La probeta debe ser preparada de acuerdo a las especificaciones del fabricante, siendo sus dimensiones de ensayo de 1,22 m (± 2 cm) x 2,44 m (± 4 cm) más las dimensiones de los acabados y espesor dado por el fabricante según las especificaciones de construcción.

7.2.1.3. Procedimiento

- Colocar la probeta sobre las estructuras trapezoidales de acero, en posición horizontal con relación a su eje longitudinal, de tal forma que sus extremos queden libremente apoyados, véase figura 6.
- Colocar el deformímetro mecánico debajo de la probeta, apoyando su vástago al centro geométrico de la probeta, utilizando para esto el pedestal rígido para sujetarlo.
- Ensayar el espécimen como una viga simplemente apoyada sobre un claro de 150 mm menor que la longitud del espécimen. La longitud libre en ambos extremos de los apoyos hacia fuera debe ser de 75 mm.
- Aplicar la carga, distribuyendo simétricamente las taras de concreto sobre la probeta de los extremos al centro, hasta llegar a la carga total que por área deba soportar la probeta.
- Registrar la deformación inicial obtenida al final de la aplicación de la carga total y después de haber dejado transcurrir 24 h.
- Descargar la probeta de las taras.
- Registrar la deformación remanente obtenida, después de haber dejado transcurrir otras 24 h

7.2.1.4. Resultado

Los paneles ensayados del TIPO II y TIPO III deben resistir lo especificado en 5.2.1.

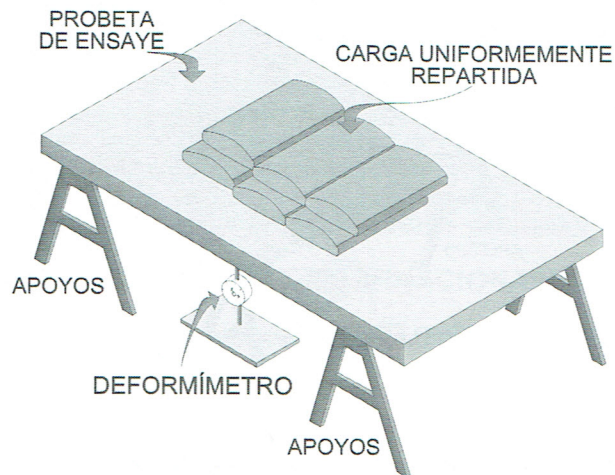


FIGURA 6.- Representación del equipo para el ensayo de resistencia a la flexión

La presente figura es ilustrativa

7.2.2. Resistencia al impacto de paneles TIPO II y TIPO III

7.2.2.1. Equipo y herramienta

- Soportes, rodillos de acero (dos), sobre una superficie rígida.
- Instrumento de impacto, hecho con un saco de cuero o cualquier otro material resistente relleno de municiones de plomo de 2,4 mm de diámetro (No. 7 ½).
- Las medidas del saco deben ser de 710 mm de altura por 735 mm de largo con 3mm de espesor (piel de 8 oz). La base (disco del fondo) debe ser de 230 mm de diámetro por 5 mm de espesor, dos hileras de costuras

deben estar en la costura vertical de la pared y la costura que une la pared con la base. La masa total del saco debe ser ajustada al nivel deseado con una aproximación de $\pm 1\%$.

- Deflectómetro o equipo similar para medir la deflexión, consistente en un tubo metálico que tenga una base en su extremo inferior y una abrazadera en su extremo superior la cual soporta por fricción una regla metálica ligera. La regla debe ser movable dentro del tubo y graduada en divisiones de 0,25 mm.
- Soporte metálico, grapas u otro dispositivo para sujeción de los extremos de la probeta.

7.2.2.2. Preparación

- La probeta debe ser preparada de acuerdo a las especificaciones del fabricante, y de dimensiones para el ensayo representativas del panel.

7.2.2.3. Procedimiento

- En ensambles de entresijos y techos se aplican las cargas de impacto solo en la cara superior terminada del espécimen, véase figura 7.
- Ensayar el espécimen como una viga simplemente apoyada sobre un claro 150 mm menor que la longitud del espécimen. La longitud libre en ambos extremos de los apoyos hacia afuera debe ser de 75 mm.
- Aplicar una carga de impacto sobre la cara superior del espécimen liberando el saco a una altura de 1,50 m al centro del claro en posición vertical.

7.2.2.4. Resultado

Registrar las deflexiones en las probetas al centro del claro. Los paneles ensayados del TIPO II y TIPO III deben resistir lo especificado en 5.2.2.

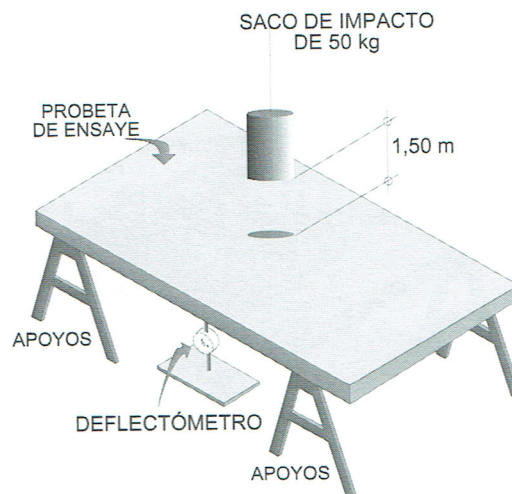


FIGURA 7.- Esquema para ensayo de resistencia al impacto en paneles TIPO II y TIPO III

La presente figura es ilustrativa

7.2.3. Ensayo de resistencia al fuego para paneles TIPO II y TIPO III, sígase el procedimiento indicado en 7.1.3

8. MARCADO, ETIQUETADO, ENVASE Y EMBALAJE

8.1. En el producto

Los paneles para uso estructural deben tener marcados o impresos de manera legible, y en lugar visible los siguientes datos:

- Nombre o marca comercial.

- Leyenda de "HECHO EN MÉXICO" o país de origen.
- Clasificación del panel.
- Número de certificación.
- Marca o sello de conformidad (optativo), expedido por un organismo acreditado.
- Véase instructivo anexo.
- Dimensiones del panel.

8.2. Instructivo

El fabricante o distribuidor debe proporcionar un instructivo que indique lo siguiente:

- Generalidades
- Propiedades del producto, obtenidas con fundamento en los métodos de ensayo de la presente norma.
- Recomendaciones estructurales y constructivas.
- Instrucciones de transporte.
- Instrucciones de manejo y almacenaje.
- Instrucciones de instalación.

9. BIBLIOGRAFÍA

NOM-002-STPS-2010	Condiciones de seguridad – Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. (Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 9 de diciembre de 2010).
NOM-008-SCFI-2002	Sistema General de Unidades de Medida. (Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de septiembre de 2009).
NOM-050 – SCFI-2004	Información Comercial- Etiquetado general de productos. (Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de junio de 2004).
Reglamento de construcciones para el Distrito Federal 2004.	(Publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 29 de enero de 2004).
ASTM E-119-12a 2010	Standard Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials, (Parcialmente armonizada con esta norma extranjera).
ASTM E-455-11 (2011)	Standard Methods for Static Load Testing of Framed Floor or Roof Diaphragm Constructions for Buildings. (Parcialmente armonizada con esta norma extranjera).
ASTM E-695-03(2009)	Standard Method of Measuring Relative Resistance of Wall, Floor, and Roof Construction to Impact Loading. (Parcialmente armonizada con esta norma extranjera).
ASTM E-72-13 (2013)	Standard Test Methods of Conducting Strength Tests of Panels for Building Construction, (Parcialmente armonizada con esta norma extranjera).
ASTM E-84-14 (2014)	Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials, (Parcialmente armonizada con esta norma extranjera).

10. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma no coincide con ninguna norma internacional por no existir referencia alguna en el momento de su elaboración.

11. VIGENCIA

La presente norma mexicana entra en vigor a los sesenta días naturales siguientes de su declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación de la Secretaría de Economía (SE).

