

**LIBRO: CMT. CARACTERÍSTICAS DE
LOS MATERIALES**

PARTE: 2. MATERIALES PARA ESTRUCTURAS

TÍTULO: 08. Placas y Apoyos Integrales de Neopreno

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los requisitos de calidad de las placas y los apoyos integrales de neopreno que se utilicen en estructuras, principalmente en puentes.

B. DEFINICIÓN

B.1. PLACAS DE NEOPRENO

Son elementos generalmente en forma de prisma rectangular o de forma circular, constituidos por una capa de elastómero vulcanizado en moldes bajo presión y calor.

B.2. APOYOS INTEGRALES DE NEOPRENO

Son elementos en forma de prisma rectangular o de forma circular, fabricados con varias capas de elastómero, vulcanizadas de una sola pieza, con placas de acero estructura intercaladas como refuerzo. Dichos elementos, que se colocan entre un elemento transmisor de carga (trabe) y otro que lo soporta (estribo o pila), son empleados para absorber las deformaciones verticales y horizontales, producidas por las cargas de los vehículos, sismos o por cambios de temperatura en la zona de apoyo.

C. REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con los siguientes:

NORMA Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Acero Estructural	N-CMT-2-03-003

Resistencia a la Tensión de Productos Metálicos.....	M·MMP·2-03-002
Resistencia al Doblado de Productos Metálicos.....	M·MMP·2-03-003
Muestreo de Placas y Apoyos Integrales de Neopreno	M·MMP·2-08-001
Tensión y Alargamiento del Neopreno	M·MMP·2-08-002
Deformación Permanente por Compresión del Neopreno	M·MMP·2-08-003
Desgarramiento del Neopreno	M·MMP·2-08-004
Resistencia al Ozono del Neopreno	M·MMP·2-08-005
Envejecimiento Acelerado del Neopreno	M·MMP·2-08-006
Inspección Visual y Determinación de Dimensiones de Productos de Neopreno	M·MMP·2-08-007
Compresibilidad en Placas y Apoyos Integrales de Neopreno	M·MMP·2-08-008
Esfuerzo Cortante, Módulo G del Neopreno	M·MMP·2-08-009
Dureza Shore “A” del Neopreno	M·MMP·2-08-010

D. REQUISITOS DE CALIDAD

D.1. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL NEOPRENO

D.1.1. El componente elastomérico usado en la fabricación de placas y apoyos integrales de neopreno, será policloropreno (neopreno virgen), resistente a la cristalización o polisopreno natural virgen (hule natural) como el polímero crudo. Todos los materiales serán nuevos y no se aceptará material reciclado incorporado en la fabricación de las placas y apoyos integrales.

D.1.2. La flama que genera la combustión del neopreno, en su punto de ignición, será autoextinguible en un tiempo máximo de cinco (5) segundos. La ignición del neopreno, se produce aplicando la flama de un mechero a un tramo de neopreno de cinco (5) centímetros de largo con una área de cero coma cero seis (0,06) centímetros cuadrados como mínimo. Se aplicarán a una muestra por cada lote de material o por cada lote de placas o apoyos de neopreno.

D.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL NEOPRENO

El elastómero empleado en la fabricación de placas y apoyos integrales de neopreno, cumplirá con los siguientes requisitos físicos:

D.2.1. Dureza

La dureza Shore "A" del elastómero, determinada conforme al procedimiento de prueba indicado en el Manual M-MMP-2-08-010, *Dureza Shore "A" del Neopreno*, será Grado cincuenta (50), sesenta (60) o setenta (70), según lo indique el proyecto, con una tolerancia de más menos cinco (± 5).

D.2.2. Resistencia a la tensión

La resistencia a la ruptura del elastómero empleado en la fabricación de apoyos integrales, determinada conforme al procedimiento de prueba indicado en el Manual M-MMP-2-08-002, *Tensión y Alargamiento del Neopreno*, será de quince coma sesenta y nueve (15,69) megapascales (160 kg/cm^2) como mínimo, con un alargamiento mínimo a la ruptura de cuatrocientos (400) por ciento, para el grado cincuenta (50); de trescientos cincuenta (350) por ciento, para el grado sesenta (60) y de trescientos (300) por ciento, para el grado setenta (70).

D.2.3. Desgarramiento

La resistencia al desgarramiento del elastómero, determinada conforme al procedimiento de prueba indicado en el Manual M-MMP-2-08-004, *Desgarramiento del Neopreno*, será como mínimo de cinco (5) megapascales (51 kg/cm^2) para el grado cincuenta (50); de cuatro coma cincuenta y uno (4,51) megapascales (46 kg/cm^2) para el grado sesenta (60); y de cuatro coma cero dos (4,02) megapascales (41 kg/cm^2), para el grado setenta (70).

D.2.4. Envejecimiento acelerado

El elastómero no sufrirá excesivas alteraciones en el transcurso de su envejecimiento acelerado en un horno a una temperatura de cien (100) grados Celsius durante setenta (70) horas, de acuerdo con lo indicado en el Manual M-MMP-2-08-006, *Envejecimiento Acelerado del Neopreno*. Las variaciones en las características iniciales del neopreno, no excederán las siguientes condiciones:

- D.2.4.1.** La pérdida de resistencia a la ruptura, no será mayor de quince (15) por ciento.

D.2.4.2. La pérdida de alargamiento a la ruptura, no será mayor de cuarenta (40) por ciento.

D.2.4.3. La pérdida de Dureza Shore "A", no será mayor de quince (15) grados.

D.2.5. Deformación permanente por compresión

La deformación permanente del neopreno sometido a una temperatura de cien (100) grados Celsius durante veintidós (22) horas, de acuerdo con lo indicado en el Manual M-MMP-2-08-003, *Deformación Permanente por Compresión del Neopreno*, no será mayor del veinticinco (25) por ciento de la deformación original provocada en la probeta.

D.2.6. Resistencia al ozono

El elastómero no presentará grietas después de ser expuesto a la acción del ozono con una concentración de cien (100) PPCM (partes por cien millones) en volumen, como se indica en el Manual M-MMP-2-08-005, *Resistencia al Ozono del Neopreno*, sometiendo el espécimen a un esfuerzo de tensión que produzca un alargamiento de veinte (20) por ciento de su longitud inicial, a una temperatura de treinta y ocho más menos un (38 ± 1) grados Celsius, durante cien (100) horas.

D.3. CARACTERÍSTICAS DEL ACERO

El acero estructural que se utilice en la fabricación de apoyos integrales de neopreno cumplirá con los siguientes requisitos:

D.3.1. El espesor de las placas de acero será de dos coma cuatro (2,4) milímetros como mínimo.

D.3.2. La resistencia a la tensión y el alargamiento del acero, determinados según se indica en el Manual M-MMP-2-03-002, *Resistencia a la Tensión de Productos Metálicos*, cumplirán con los valores indicados en la Tabla 1 de esta Norma.

D.3.3. El acero cumplirán con la prueba de doblado a que se refiere el Manual M-MMP-2-03-003, *Resistencia al Doblado de Productos Metálicos*. Las probetas se doblarán en frío, a ciento ochenta (180) grados, alrededor de un mandril con un diámetro igual a la mitad del espesor de la placa, sin que se agriete en la cara exterior de la porción doblada.

TABLA 1.- Requisitos de resistencia a la tensión y alargamiento del acero estructural para de apoyos integrales de neopreno

Característica	Requisitos
Esfuerzo máximo de tensión, MPa (kg/cm ²)	400 a 550 (4 076 a 5 605)
Límite elástico mínimo, MPa (kg/cm ²)	250 (2 548)
Alargamiento mínimo en 200 mm, %	20
Alargamiento mínimo en 50 mm, %	23

D.3.4. El acero cumplirá con todos los demás requisitos que correspondan, establecidos en la Norma N-CMT-2-03-003, *Acero Estructural*.

D.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE PLACAS DE NEOPRENO

D.4.1. Acabado

Las placas no mostrarán rajaduras, incrustaciones de material contaminante o forma de laja, ni tendrán grasa o cualquier otro material que altere sus propiedades mecánicas. La verificación del acabado se realizará en la totalidad de las placas de cada lote, como se indica en el Manual M-MMP-2-08-007, *Inspección Visual y Determinación de Dimensiones de Productos de Neopreno*.

D.4.2. Dimensiones

D.4.2.1. Los lados de la superficie de carga de las placas de neopreno, cumplirán con las dimensiones especificadas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, con una tolerancia de tres (3) milímetros en más y de un (1) milímetro en menos.

D.4.2.2. El espesor de las placas de neopreno será el especificado en el proyecto o aprobado por la Secretaría, pero nunca menor de doce coma siete (12,7) milímetros, ni mayor de veinticinco coma cuatro (25,4) milímetros, con una tolerancia de más menos cinco (±5) por ciento del espesor promedio de las placas que formen un lote.

D.4.2.3. El espesor promedio de las placas que formen un lote, tendrá una tolerancia de más menos veinticinco (±25) por ciento del espesor especificado en el proyecto o aprobado por la Secretaría, siempre y cuando se cumpla con lo establecido en el Párrafo anterior.

- D.4.2.4.** La diferencia entre los espesores máximo y mínimo de cada placa, será como máximo de diez (10) por ciento respecto al espesor máximo, calculada con la siguiente expresión:

$$S = \frac{E_{max} - E_{min}}{E_{max}} \times 100$$

Donde:

- S = Diferencia de espesores, %
 E_{max} = Espesor máximo de la placa, (mm)
 E_{min} = Espesor mínimo de la placa, (mm)

- D.4.2.5.** El factor de forma de las placas de neopreno, definido como la relación entre una superficie de carga y el área lateral, será el especificado en el proyecto o aprobado por la Secretaría y se calculará con la siguiente expresión:

$$F_f = \frac{ab}{2(a+b)e}$$

Donde:

- F_f = Factor de forma de la placa, adimensional
 a y b = Lados de la superficie de carga, (mm)
 e = espesor de la placa, (mm)

- D.4.2.6.** La verificación de las dimensiones de las placas se hará en dos piezas de cada tamaño y por cada obra, como se indica en el Manual M-MMP-2-08-007, *Inspección Visual y Determinación de Dimensiones de Productos de Neopreno*.

D.4.3. Dureza

Las placas de neopreno cumplirán con los valores de dureza Shore "A" indicados en el Inciso D.2.1. de esta Norma. La verificación de la dureza se realizará en la totalidad de las placas de cada lote.

D.4.4. Compresibilidad

- D.4.4.1.** La deformación unitaria de las placas de neopreno, determinada conforme al procedimiento de prueba indicado en el Manual M-MMP-2-08-008, *Compresibilidad en Placas y Apoyos Integrales de Neopreno*, será de quince (15) por ciento como máximo. La verificación de la deformación unitaria se realizará en la totalidad de las placas de cada lote.
- D.4.4.2.** No se aceptará ninguna placa cuya deformación unitaria en la prueba de compresibilidad, sea mayor de ciento quince (115) por ciento o menor de ochenta y cinco (85) por ciento de la deformación unitaria promedio obtenida en el lote al que pertenece.

D.5. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE APOYOS INTEGRALES DE NEOPRENO**D.5.1. Fabricación**

- D.5.1.1.** Los apoyos integrales estarán compuestos de varias capas de neopreno separadas por placas de acero estructural como refuerzo. Estas placas serán fundidas como una sola pieza en un molde, bajo presión y calor, y estarán completamente adheridas por vulcanización al elastómero en todas sus superficies.
- D.5.1.2.** Cuando se requieran placas de carga externas, éstas serán vulcanizadas en la fábrica durante el proceso primario de moldeo.
- D.5.1.3.** Los moldes que se utilicen para producir los apoyos integrales se fabricarán con una buena práctica de maquinado en taller.
- D.5.1.4.** Cada apoyo integral que se fabrique, tendrá una identificación marcada en uno de los costados, en forma legible, clara, indeleble e irrepetible, que sea visible una vez que el apoyo haya sido colocado en la obra y que indique como mínimo los siguientes datos:
- Símbolo o marca del fabricante.

- Símbolo o la leyenda “Hecho en México”.
- Fecha de producción incluyendo el año, número de apoyo integral y lote al que pertenece.

D.5.2. Acabados

Los apoyos integrales no mostrarán rajaduras, incrustaciones de material contaminante o forma de laja, ni tendrán grasa o cualquier otro material que altere sus propiedades mecánicas. La verificación del acabado se realizará en la totalidad de los apoyos integrales de cada lote, como se indica en el Manual M·MMP·2-08·007, *Inspección Visual y Determinación de Dimensiones de Productos de Neopreno*.

D.5.3. Dimensiones

D.5.3.1. La longitud y el ancho de los apoyos integrales cumplirán con las dimensiones especificadas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, con una tolerancia de más menos uno (± 1) por ciento.

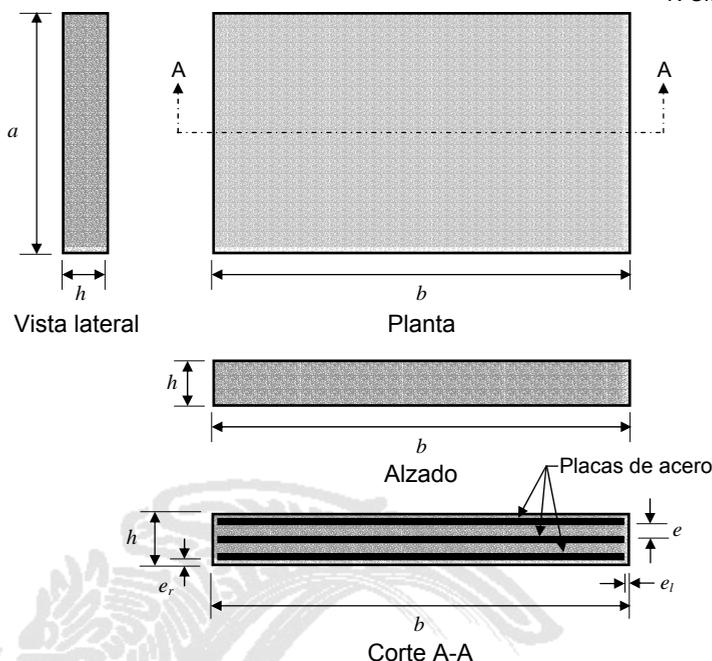
D.5.3.2. El espesor promedio de un apoyo integral será igual al espesor nominal especificado en el proyecto o aprobado por la Secretaría, con la tolerancia que se indica en la Tabla 2 de esta Norma.

TABLA 2.- Tolerancia en los espesores de los apoyos integrales de neopreno

Unidades en mm

Espesor nominal (h)	Tolerancia
$h \leq 13$	+ 0,8
$13 < h \leq 25$	+ 1,5
$25 < h \leq 70$	+ 2,0
$70 < h$	+ 3,0

D.5.3.3. El promedio de los espesores de las capas interiores de elastómero, medidos como se ilustra en la Figura 1 de esta Norma, será igual al espesor especificado en el proyecto o aprobado por la Secretaría, con una tolerancia de más menos siete (± 7) por ciento.



- h = espesor del apoyo integral, (mm)
- a y b = lados de la superficie de carga, (mm)
- e = espesor de las placas de neopreno, (mm)
- e_r = espesor del recubrimiento, (mm)
- e_l = espesor de la cubierta lateral, (mm)

FIGURA 1.- Dimensiones de los apoyos integrales de neopreno

D.5.3.4. El factor de forma de cada capa de neopreno, dentro del apoyo integral, será el especificado en el proyecto o aprobado por la Secretaría y se calculará con la siguiente expresión, considerando las dimensiones reales de las placas de acero que constituyen el refuerzo interno:

$$F_f = \frac{ab}{2(a+b)e}$$

Donde:

- F_f =factor de forma del apoyo, adimensional
- a y b =lados de la superficie de carga, (mm)

e = espesor promedio de la(s) capa(s) de neopreno, (mm)

D.5.3.5. Si el factor de forma de todas las capas de neopreno del apoyo integral es menor de doce (12), el espesor efectivo de neopreno del apoyo, empleado para calcular su deformación, será igual a la altura total del apoyo, menos el espesor total del refuerzo interno. Para apoyos que puedan tener capas con factores de forma que excedan de doce (12), el espesor efectivo de neopreno será igual a la altura total del apoyo menos el espesor total del refuerzo interno, menos el espesor de las capas con factores de forma mayor o igual que doce (12).

D.5.3.6. La relación longitud/altura del apoyo integral, que se define como la longitud nominal del apoyo entre el espesor efectivo de neopreno, será igual que tres (3) o mayor y su relación ancho/altura, es decir, el ancho nominal del apoyo entre el espesor efectivo de neopreno, será igual que dos (2) o mayor. Para apoyos circulares, las relaciones longitud/altura y ancho/altura, que son iguales pues se calculan dividiendo el diámetro nominal entre dos (2) veces el espesor efectivo del neopreno, serán iguales que dos (2) o mayores.

D.5.3.7. Los detalles del refuerzo interno nominal tendrán una tolerancia de más menos uno coma cinco ($\pm 1,5$) milímetros con relación a los extremos del refuerzo interno o de uno con otro. Los detalles internos por sí mismos, específicamente hoyos o ranuras, tendrán una tolerancia de más uno coma cinco ($+1,5$) milímetros.

D.5.3.8. Se verificará el paralelismo del refuerzo interno midiendo la distancia desde la base del apoyo hasta la base de cada placa de refuerzo en cuatro puntos alrededor del apoyo. Estas mediciones se tomarán en cada una de las caras laterales. La diferencia entre la mayor y la menor de estas cuatro mediciones será registrada para cada placa de refuerzo. El total acumulado de estas diferencias en cada apoyo no excederá del veinticinco (25) por ciento del espesor efectivo de neopreno de diseño.

D.5.3.9. El espesor del elastómero en la tapa y la base del apoyo integral, es decir, el recubrimiento, será de tres (3) a cinco (5) milímetros. Cuando se requieran placas de carga externas, el espesor de neopreno entre éstas y el refuerzo interno, será igual al espesor entre las placas del refuerzo interno.

D.5.3.10. El espesor de la capa de neopreno que cubra las caras laterales de los apoyos integrales, es decir, la cubierta lateral, será de tres (3) a cuatro (4) milímetros, integrado con el apoyo. Se requerirá cubierta de neopreno en los detalles de las placas de acero internas que estén expuestas a la humedad después de la colocación en la obra, específicamente en los barrenos verticales cubiertos por sellos de apoyo o bridas.

D.5.3.11. La verificación de las dimensiones de los apoyos integrales se hará en dos piezas de cada tamaño y por cada obra, como se indica en el Manual M-MMP-2-08-007, *Inspección Visual y Determinación de Dimensiones de Productos de Neopreno*.

D.5.4. Dureza

Los apoyos integrales de neopreno cumplirán con los valores de dureza Shore "A" indicados en el Inciso D.2.1. de esta Norma. La verificación de la dureza se realizará en la totalidad de los apoyos integrales de cada lote.

D.5.5. Compresibilidad

D.5.5.1. La deformación unitaria de los apoyos integrales, determinada conforme al procedimiento de prueba indicado en el Manual M-MMP-2-08-008, *Compresibilidad en Placas y Apoyos Integrales de Neopreno*, será mayor del ocho (8) por ciento de su espesor, bajo el esfuerzo de proyecto. La verificación de la deformación unitaria se realizará en la totalidad de los apoyos integrales de cada lote.

D.5.5.2. No se aceptará ningún apoyo cuya deformación unitaria en la prueba de compresibilidad, sea mayor de ciento

quince (115) por ciento o menor de ochenta y cinco (85) por ciento de la deformación unitaria promedio obtenida en el lote al que pertenece.

D.5.6. Resistencia a la ruptura en compresión

La resistencia a la ruptura en compresión de un apoyo integral por cada lote, determinada conforme al procedimiento de prueba indicado en el Manual M-MMP-2-08-008, *Compresibilidad en Placas y Apoyos Integrales de Neopreno*, será como mínimo seis (6) veces el esfuerzo de proyecto. Todos los esfuerzos de compresión se calcularán considerando el área neta nominal del refuerzo interno.

D.5.7. Resistencia a la compresión combinada con esfuerzo cortante (módulo G)

El promedio de los valores del módulo G, determinados en dos apoyos integrales de un mismo lote, conforme al procedimiento de prueba indicado en el Manual M-MMP-2-08-009, *Esfuerzo Cortante, Módulo G del Neopreno* y calculando los esfuerzos cortantes sobre el área neta nominal del elastómero, no excederá en más menos quince (± 15) por ciento del valor de proyecto. Esta prueba se realizará a petición del proyectista, solamente para calificar un proyecto en particular; no es una prueba de control.

E. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

- E.1. Las placas o los apoyos integrales de neopreno serán protegidos contra golpes y maltratos durante su manejo, transporte y almacenamiento.
- E.2. Cuando sea necesario el envío de las placas o de los apoyos integrales a través de un medio especializado de transporte, se recomienda formar paquetes, cuya masa no exceda de cincuenta (50) kilogramos.

F. REQUISITOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO

La aceptación de las placas y apoyos integrales de neopreno por parte de la Secretaría, se hará considerando lo siguiente:

- F.1.** Para que las placas y apoyos integrales de neopreno sean aceptados por la Secretaría, antes de su utilización, el Contratista de Obra o el proveedor cuando se trate de obra por administración directa, entregará a la Secretaría un certificado de calidad por cada lote o suministro, que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en esta Norma, o los especificados en forma especial en el proyecto, expedido por su laboratorio o por un laboratorio externo, aprobados por la Secretaría.
- F.2.** Con objeto de controlar la calidad de las placas y apoyos integrales de neopreno, el Contratista de Obra realizará las pruebas necesarias, en muestras obtenidas como se establece en el Manual M-MMP-2-08-001, *Muestreo de Placas y Apoyos Integrales de Neopreno* y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C., en el número establecido en esta Norma o en el proyecto autorizado por la Secretaría, que verifiquen que se cumpla con los valores establecidos en esta Norma o los fijados especialmente por el proyecto, entregando a la Secretaría los resultados de dichas pruebas.
- F.3.** Si una placa o un apoyo integral de neopreno no cumple satisfactoriamente con los requisitos de acabado, dureza o deformación, será rechazado y sustituido por otro que cumpla con esos requisitos.
- F.4.** Si una placa o un apoyo de neopreno no cumple con los requisitos de dimensión o de flama, se probará una nueva muestra de igual tamaño que la inicial, cuyos resultados cumplirán los requisitos de esta Norma, en caso contrario el lote completo será rechazado.
- F.5.** En cualquier momento la Secretaría puede verificar que las placas y apoyos integrales de neopreno suministrados, cumplan con cualquiera de los requisitos de calidad establecidos en esta Norma o los fijados especialmente para el proyecto, siendo motivo de rechazo el incumplimiento de cualquiera de ellos.

G. BIBLIOGRAFÍA

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), M 251-96, *Plain and Laminated Elastomeric Bridge Bearings*, EUA.

E.I. Dupont de Neumors Co., Elastomer Chemicals Department, *Design of Neoprene Bridge Bearing Pads*, EUA.

SECOFI, Dirección General de Normas, Norma Mexicana NMX-T-102-1987, *Dispositivos Elastoméricos Usados como Elementos de Apoyo en Puentes y Estructuras*, México (1987).

SECOFI, Dirección General de Normas, Norma Mexicana NMX-T-9-1970, *Método de Prueba para la Determinación de la Resistencia del Hule Vulcanizado al Ozono*, México (1971).

Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes, *Appareils d'appui en Elastomère Fretté*, Francia (1974).

