

LIBRO: **MMP. MÉTODOS DE MUESTREO Y PRUEBA DE MATERIALES**

PARTE: **2. MATERIALES PARA ESTRUCTURAS**

TÍTULO: 08. Placas y Productos de Neopreno

CAPÍTULO: 002. Tensión y Alargamiento del Neopreno

A. CONTENIDO

Este Manual describe los procedimientos para determinar la resistencia a la tensión y el alargamiento del neopreno vulcanizado, empleado en la fabricación de placas y apoyos integrales de neopreno, a que se refiere la Norma N·CMT·2·08, *Placas y Apoyos Integrales de Neopreno*, en muestras obtenidas conforme a lo que se indica en la Cláusula E. de este Manual.

B. OBJETIVO DE LA PRUEBA

Esta prueba permite determinar la resistencia a la tensión y la elongación de una muestra representativa de neopreno vulcanizado empleado en la fabricación de placas y apoyos integrales de neopreno a que se refiere la Norma N·CMT·2·08, *Placas y Apoyos Integrales de Neopreno*, mediante la aplicación de una carga de tensión ejercida en el sentido longitudinal sobre una probeta de neopreno de dimensiones específicas hasta alcanzar su rotura.

C. REFERENCIAS

Este Manual se complementa con la Norma N·CMT·2·08, *Placas y Apoyos Integrales de Neopreno*.

D. EQUIPO

El equipo para la ejecución de la prueba estará en condiciones óptimas para su uso, calibrado, limpio, completo en todas sus partes y sin desgaste que pueda alterar significativamente el resultado de la prueba.

D.1. TENSÍOMETRO

Mecánico, hidráulico o neumático, con capacidad de 5 kN, equipado con accesorios para la prueba de tensión. Capaz de medir la longitud de elongación mediante extensómetros ópticos o de contacto, con una aproximación de 1 mm. Esta máquina dispondrá de un sistema de indicación o grabación para medir la fuerza aplicada con una aproximación de 0,01 kN y tolerancia de $\pm 2\%$. Con mecanismo de desplazamiento capaz de alargar la probeta a una velocidad uniforme de 500 ± 50 mm/min, debiéndose conservar esta velocidad en una longitud mínima de 750 mm, como el mostrado en la Figura 1 de este Manual.

D.2. TROQUELES CORTADORES

De acero al carbono, como el mostrado en la Figura 2 de este Manual, con los perfiles adecuados para obtener probetas con las diferentes especificaciones que se muestran en la Tabla 1 y se ilustran en la Figura 3 de este Manual, y con las caras interiores en las secciones reducidas bien

pulidas, perpendiculares al plano formado por los ejes de corte y profundidad de 6 mm como mínimo.

La elección del tipo de troquel dependerá del que se encuentre disponible en el laboratorio, pudiendo usar indistintamente cualquier tipo, siempre y cuando se utilice un sólo tipo para una misma prueba o serie de pruebas que tengan que compararse entre sí.

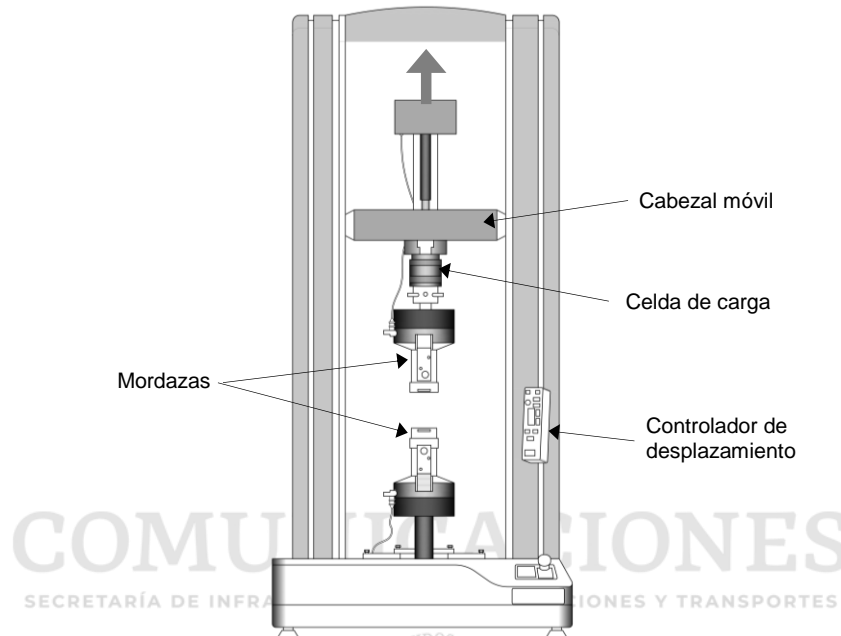


FIGURA 1.- Tensiómetro

TABLA 1.- Dimensiones de troqueles cortadores estándar

Unidades en mm

Dimensiones	Tipos de Troqueles		Tolerancias
	A	B	
A	25	16	± 1
B	40	30	± 1
C	115	100	Mínima ^[1]
D	32	32	± 6
E	19	19	± 1
F	19	19	± 2
G	14	14	± 1
H	25	16	± 2
L	33	33	± 2
W	6	3	±0,05
Z	13	13	±1

[1] Una longitud total mayor puede ser requerida para garantizar que solo los extremos entren en contacto con las mordazas del tensiómetro.

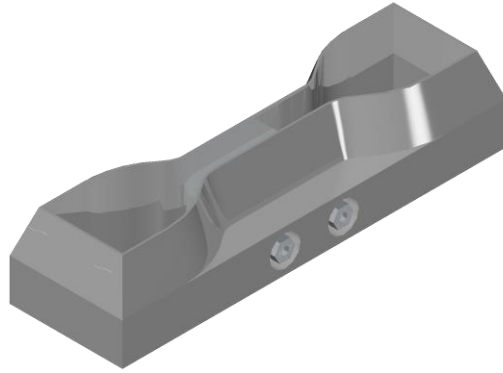


FIGURA 2.- Troquel cortador para obtener las probetas

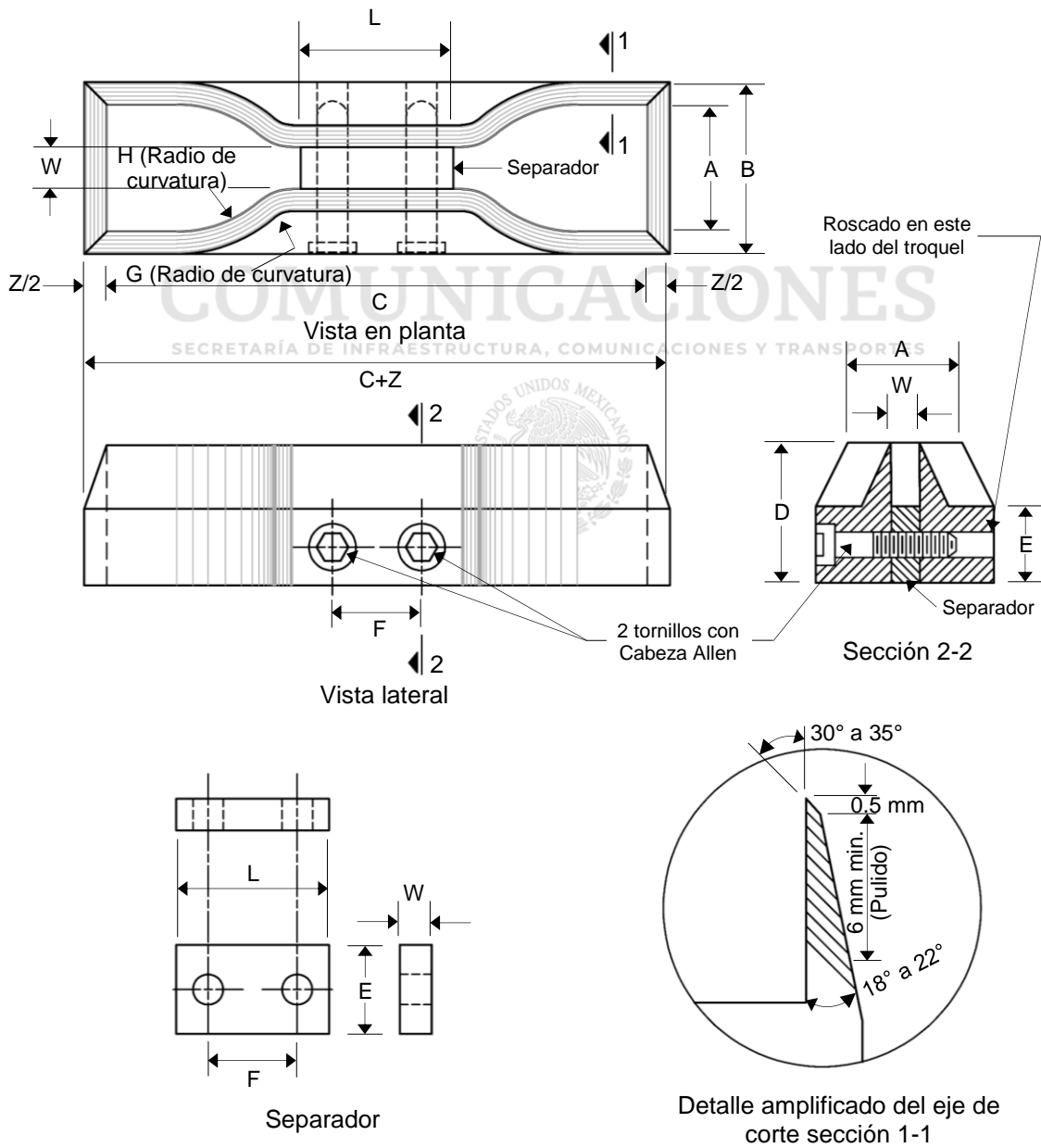


FIGURA 3.- Dimensiones de los troqueles cortadores para obtener las probetas

D.3. PRENSA SUAJADORA

Con capacidad adecuada para obtener las probetas con los troqueles cortadores, indicados en la Fracción anterior de este Manual.

D.4. PLANTILLA PARA MARCADO

De material traslúcido, rígido, con bordes planos rectificadas y paralelos entre sí, con una longitud igual o mayor a la de la probeta, con una marca en el centro del eje longitudinal, y dos líneas longitudinales paralelas a lo largo de la plantilla, centradas y separadas entre ellas a una distancia igual al ancho de la sección reducida de la probeta, con dos orificios o marcas colocadas centro a centro a $25 \pm 0,5$ mm, con un mango o una sección que permita sujetarlo.

D.5. APLICADOR DE TINTA

De punto fino, con punta hecha con algún material poroso y con tinta capaz de adherirse a la probeta, que no le provoque ningún deterioro y de un color que contraste con el del espécimen.

D.6. MEDIDOR DE ESPEORES

Consiste en una base rígida con soporte para un micrómetro con indicador analógico o digital con un alcance de medición de 25 mm y aproximación de al menos 0,01 mm, equipado con una punta de contacto plana y circular de entre 2 y 10 mm de diámetro, capaz de ejercer una presión de 22 ± 5 kPa, como el que se muestra en la Figura 4 de este Manual. Las masas requeridas para ejercer la presión, dependiendo del diámetro usado en la punta de contacto, se muestran en la Tabla 2 de este Manual.

TABLA 2.- Masas requeridas en función del diámetro

Diámetros de la punta circular de contacto mm	Masa requerida para ejercer una presión de 22 ± 5 kPa g
2	7
3	16
4	28
5	44
6	63
8	113
10	176

D.7. MORDAZAS

Dos, constituidas por dos placas metálicas, con superficies de ajuste dentadas, paralelas, que a modo de tenazas o mediante accionamiento lateral, permitan sujetar firme y uniformemente la probeta sin permitir su deslizamiento. Cada placa que conforma la mordaza tendrá dimensiones mínimas de 25,4 x 25,4 mm (1 x 1 in) y contará con una zona de sujeción y ajuste para su colocación en los cabezales del tensiómetro durante la ejecución de la prueba.

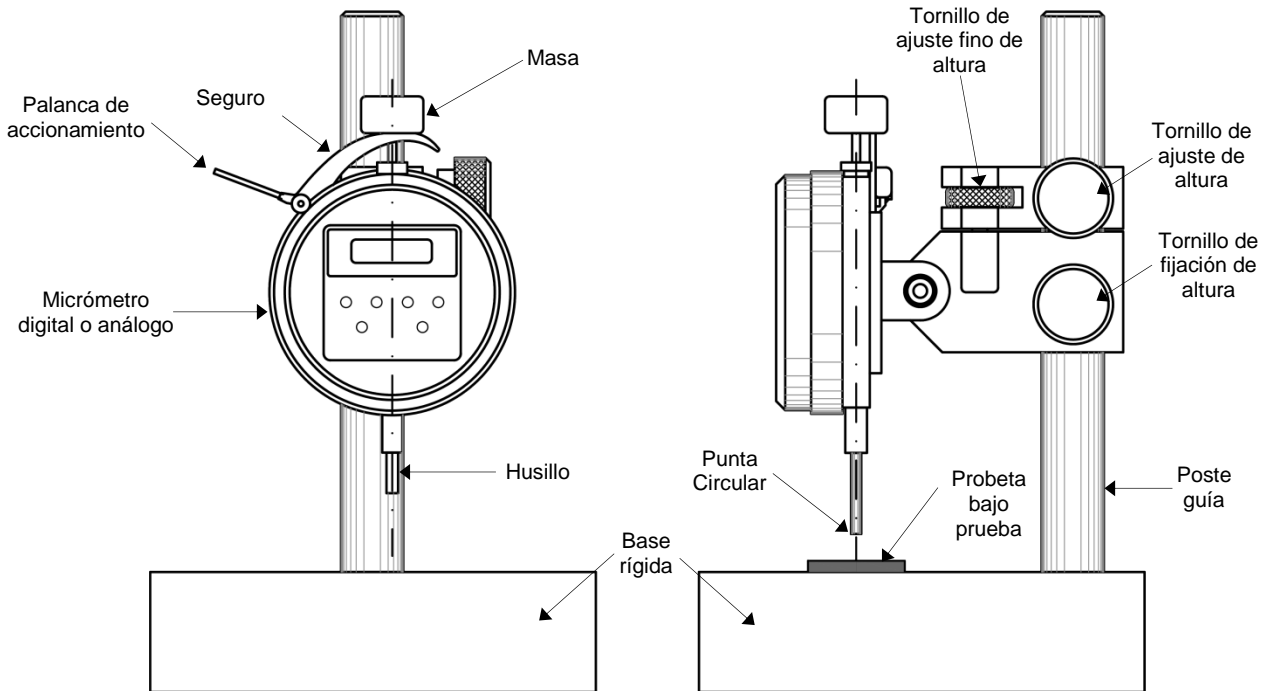


FIGURA 4.- Ejemplo de un medidor de espesores adecuado

E. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Para fines de control de calidad, por cada volumen de neopreno crudo elaborado en la planta de fabricación en una sola corrida, se elabora una lámina de neopreno vulcanizado de 20 x 20 cm con espesor de 1,3 a 3,3 mm, la cual se marcará con una flecha o línea indicando la dirección de fabricación de la misma. De esta lámina se obtienen las probetas de prueba de acuerdo con lo siguiente:

- E.1. Se elaborarán 5 probetas troqueladas a partir de la lámina de neopreno vulcanizado de 20 x 20 cm, utilizando algunos de los troqueles especificados en la Fracción D.2. de este Manual y la máquina suajadora. Las probetas tendrán el perfil mostrado en la Figura 5.

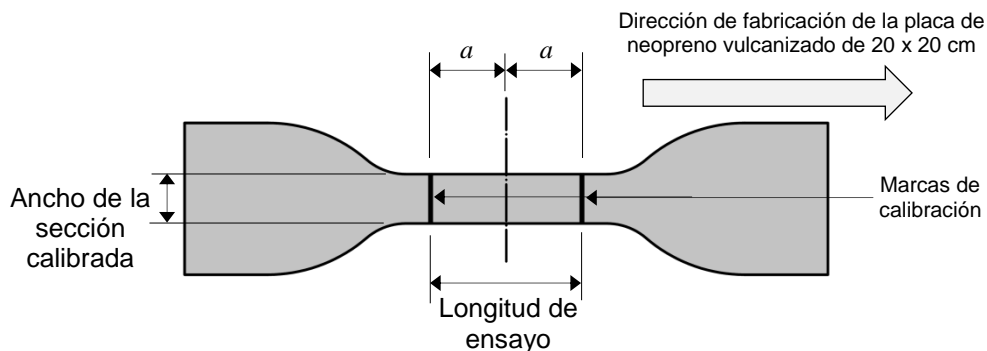


FIGURA 5.- Perfil de las probetas

- E.2. Las probetas se cortan con un solo golpe del troquel, de tal modo que las superficies cortadas queden lisas y uniformes. Se cortarán las muestras con la dirección longitudinal paralela a como se fabricó la lámina.
- E.3. Después del corte se colocan las probetas sobre una superficie rígida de tal modo que ésta no esté sujeta a ningún esfuerzo de tensión y se dibujan dos líneas paralelas entre sí en su sección reducida empleando el aplicador de tinta y la plantilla de marcado, las cuales serán equidistantes

de su centro y perpendiculares a su eje longitudinal; la distancia entre cada una de las líneas y el centro de la probeta, será de $25 \pm 0,5$ mm, como se muestra en la Figura 5 con la cota "a".

- E.4.** Se determina el espesor de las probetas efectuando tres mediciones dentro de la zona definida por las marcas de calibración, una al centro y las otras dos en los extremos, tomando el valor de la mediana, es decir aquel valor que ocupa el lugar central de los datos cuando estos están ordenados de menor a mayor de las tres mediciones, descartando aquellas probetas en las que exista una diferencia entre las medidas que exceda de $\pm 0,08$ mm. El ancho de la sección calibrada de la probeta se considera igual a la distancia entre las aristas del troquel de corte, en su sección reducida, representado por la cota "W" en la Figura 3 de este Manual.
- E.5.** Con el ancho de la sección calibrada de la probeta y el espesor de la misma, obtenidos en la Fracción anterior, se determina el área de la sección transversal inicial de la probeta sin deformar, registrándola como A , en m^2 .

F. PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

La temperatura ambiente en el área donde se realizará la prueba será de 23 ± 2 °C, a menos que se especifique otra temperatura. Las probetas permanecerán cerca de la máquina de tensión para acondicionarlas a la temperatura estándar del laboratorio, por un tiempo mínimo de 3 h, antes de iniciar la prueba. Esta temperatura se anotará en el reporte de prueba a que se refiere la Fracción G.3. de este Manual.

Cuando las probetas se ensayen a temperaturas mayores de 23°C, se requiere que las probetas sean precalentadas a la temperatura de prueba, por un período de 10 ± 2 min. Esto se hace de forma independiente para cada probeta, de forma que todas sean precalentadas por el mismo periodo de tiempo. Se limitará el tiempo de exposición a la fuente de calor cuando se precalienta a altas temperaturas para evitar vulcanización adicional o envejecimiento térmico.

- F.1.** Se coloca la probeta en las mordazas las que a su vez se montan en los cabezales del tensiómetro, de tal modo que la sujeción sea simétrica y la tensión se distribuya uniformemente en su sección transversal. Se mide la distancia entre las marcas de calibración con una aproximación de 1 mm y se registra como L_i , en mm o en su caso, se ajustan los extensómetros, cuando estos son de contacto, como se ilustra en la Figura 6 de este Manual. Si es necesario, se aplica una precarga de tensión de 0,1 MPa de manera que la probeta de ensayo no se doble cuando se mida la longitud inicial.

Si la sujeción de la probeta no es simétrica, las marcas de calibración no se desplazarán paralelamente y el material no desarrollará la resistencia a la tensión satisfactoriamente. Se descartará cualquier probeta que presente una ruptura fuera de las marcas de calibración, repitiéndose el ensayo sobre una probeta adicional obtenida de la misma placa de neopreno vulcanizado de 20 x 20 cm.

- F.2.** Se pone en movimiento el tensiómetro a una velocidad de 500 ± 50 mm/min, observando cuidadosamente el alargamiento entre las marcas de calibración. Se continua la aplicación de carga hasta alcanzar la ruptura de la probeta, registrando el alargamiento último al momento de la falla como L_{fe} , en mm.
- F.3.** La carga aplicada para alcanzar la ruptura de la probeta se registra como F , en kN. Si la máquina tiene los accesorios para generar la gráfica esfuerzo-deformación de forma automática, los resultados de la prueba se tomarán de esta gráfica.
- F.4.** Se juntan las dos partes de la probeta fallada, 10 minutos después de ocurrida la falla, de tal modo que entre en contacto toda el área de falla y se mide la distancia entre las marcas de calibración, registrándola como L_f , en mm.

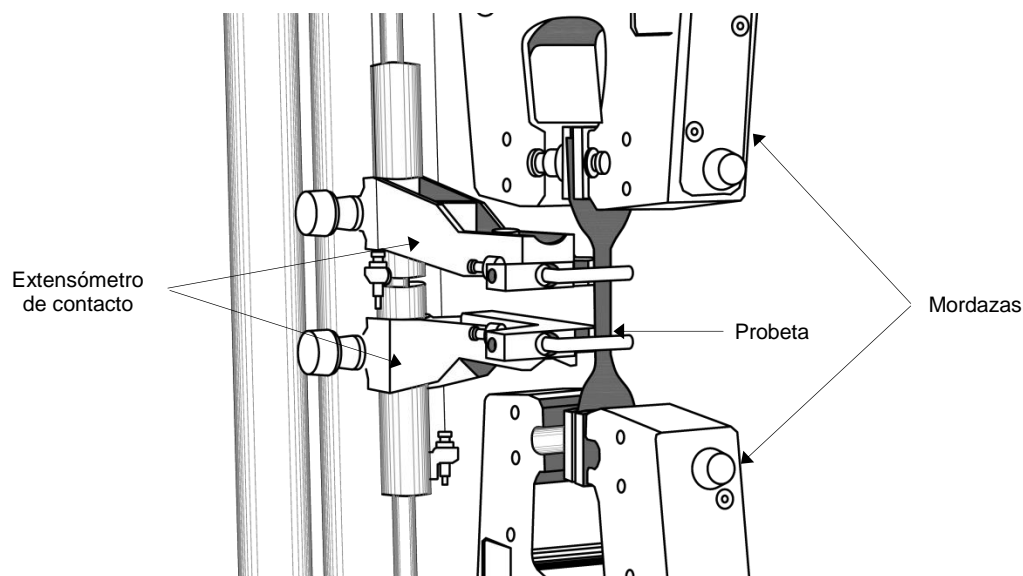


FIGURA 6.- Colocación de la probeta en el tensiómetro

G. CÁLCULOS Y REPORTE DE RESULTADOS

El cálculo de los esfuerzos de tensión y el porcentaje de alargamiento, así como la deformación permanente, para probetas troqueladas y rectas, se hará como sigue:

G.1. Para cada una de las 5 probetas probadas, se reporta:

G.1.1. El esfuerzo de tensión máximo, que se determina mediante la siguiente expresión:

$$S = \frac{F}{A} \times 10^{-6}$$

Donde:

S = Esfuerzo de tensión, (MPa)

F = Carga registrada al momento de la ruptura, (N)

A = Área de la sección transversal inicial de la probeta sin deformar, (m²)

G.1.2. El alargamiento para la carga última o de ruptura, utilizando la siguiente expresión:

$$A = \frac{L_{fe} - L_i}{L_i} \times 100$$

Donde:

A = Alargamiento para una carga específica, (%)

L_{fe} = Longitud registrada entre las marcas de calibración de la probeta alargada, al momento de la ruptura, (mm)

L_i = Longitud inicial entre las marcas de calibración, (mm)

G.1.3. La deformación permanente, utilizando la siguiente expresión:

$$D_p = \frac{L_f - L_i}{L_i} \times 100$$

Donde:

D_p = Deformación permanente, (%)

L_f = Longitud final entre marcas 10 minutos después de ocurrida la falla, (mm)

L_i = Longitud inicial entre marcas, (mm)

- G.2.** Una vez registrados el esfuerzo de tensión máximo, el alargamiento para una carga de ruptura y la deformación permanente de cada probeta que integran la muestra del lote, se calcula y reporta la mediana de los 5 ensayos.

En el caso de que los resultados de 1 o máximo 2 de las 5 probetas no cumplan con los valores especificados en la Norma N-CMT-2-08, *Placas y Apoyos Integrales de Neopreno*, se sustituirán por nuevas probetas obtenidas de la misma placa de neopreno vulcanizado de 20 x 20 cm. Éstas se ensayarán nuevamente conforme a lo especificado en este Manual, de tal forma que siempre se reporte como resultado final la mediana de 5 ensayos. Si después de sustituir las probetas el resultado final no cumple con los valores especificados en esa Norma, se desechará el volumen de neopreno crudo que se está evaluando.

- G.3.** Además de lo indicado en las Fracciones G.1. y G.2. de este Manual, en el reporte de los resultados se incluyen, como mínimo:

- Descripción del material ensayado,
- procedencia,
- tipo de máquina empleada,
- tipo de probeta y sus dimensiones,
- temperatura de prueba,
- resultados,
- fecha,
- obra donde se empleará.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



H. PRECAUCIONES PARA EVITAR ERRORES

Para evitar errores durante la ejecución de las pruebas, se observan las siguientes precauciones:

- H.1.** Que todo el equipo esté limpio y en condiciones de operación.
- H.2.** Que el tensiómetro esté en perfectas condiciones de funcionamiento y debidamente calibrada.
- H.3.** Que la prueba se realice en un lugar cerrado, con temperatura y humedad controlada, ventilación indirecta, limpio y libre de corrientes de aire.
- H.4.** Que las mordazas sujeten correctamente los especímenes para que estos se mantengan alineados y sin distorsiones durante la prueba.
- H.5.** Que el troquel y todas las herramientas de corte se mantengan afiladas y libres de melladuras.
- H.6.** Que las mediciones en carátulas analógicas se realicen alineando la visión del operador con la aguja indicadora y las marcas de medición, para evitar el error de paralaje.
- H.7.** Que en el intervalo entre la vulcanización y la ejecución de esta prueba se proteja la muestra de influencias externas, como puede ser de la luz solar y del calor, entre otros.

COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

Dirección General de Servicios Técnicos

Av. Coyoacán 1895

Col. Acacias, Benito Juárez, 03240

Ciudad de México

www.gob.mx/sct