

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

**PARTE:** **4. MATERIALES PARA PAVIMENTOS**

**TÍTULO:** 04. Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas

**CAPÍTULO:** 016. Pulimento Acelerado

**A. CONTENIDO**

Este Manual describe el procedimiento de prueba para determinar el pulimento acelerado de los materiales pétreos gruesos que se utilicen en mezclas asfálticas, a que se refieren la Norma N-CMT-4-04, *Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas* en muestras tomadas conforme al Manual M-MMP-4-04-001, *Muestreo de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*.

**B. OBJETIVO DE LA PRUEBA**

Esta prueba permite determinar la susceptibilidad al pulimento de los materiales pétreos, debido a la acción del tránsito. El pulimento se define como la pérdida de microtextura de la superficie de los materiales pétreos de mezclas asfálticas que están expuestos en la superficie de rodadura al tránsito de una carretera.

**C. REFERENCIAS**

Este Manual se complementa con la siguiente:

NORMA Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas .....	N-CMT-4-04
Muestreo de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas .....	M-MMP-4-04-001
Determinación del Coeficiente de Fricción con Péndulo Británico .....	M-MMP-4-07-013

**D. EQUIPO Y MATERIALES**

El equipo para la ejecución de la prueba estará en condiciones de operación, calibrado, limpio y completo en todas sus partes.

**D.1. MÁQUINA DE PULIMENTO ACELERADO**

Como la que se muestra en la Figura 1 de este Manual, la cual se monta sobre una base firme, rígida y nivelada. Contará con los siguientes elementos:

**D.1.1. Rueda de pulido**

Con forma cilíndrica, metálica, de 44,45 mm (1¾ in) de ancho y 406,4 mm (16 in) de diámetro, con una superficie de contacto plana de 88,90 x 44,45 x 16,0 mm (3,5 x 1,75 x 0,63 in).

**D.1.2. Motor eléctrico**

Con control de velocidad, capaz de hacer girar la rueda cilíndrica alrededor de su propio eje a una velocidad de 320 ± 5 rpm.

**D.1.3. Neumático**

Montado sobre una rueda, de hule macizo con una dureza de  $69 \pm 3$  IRHD (por sus siglas en inglés, *International Rubber Hardness Degrees*), de 203,2 mm (8 in) de diámetro y 50,8 mm (2 in) de ancho, con la banda de rodadura lisa.

**D.1.4. Carga de prueba**

Capaz de hacer que la superficie del neumático se apoye en los especímenes montados en la superficie de la rueda de pulido, con una fuerza total de  $391,44 \pm 4,45$  N.

**D.1.5. Sistema de alimentación de material abrasivo**

Capaz de alimentar material abrasivo a una velocidad de  $6 \pm 2$  g/min, de forma continua y con una distribución uniforme a lo ancho de los especímenes directamente sobre la superficie de la rueda de pulido antes del punto de contacto con el neumático.

**D.1.6. Sistema de alimentación del agua**

Consiste en un depósito situado a nivel superior de la máquina de pulimento acelerado con medidor de flujo integrado, para regular su alimentación. Capaz de descargar agua a una velocidad de 50 a 75 mL/min, de forma continua y con una distribución uniforme directamente sobre la superficie de los especímenes en la rueda de pulido antes del punto de contacto con el neumático.

**D.2. MOLDES**

14, metálicos, que consisten en segmentos curvados como se muestra en la Figura 2 de este Manual. Cada molde permite elaborar un espécimen de  $88,90 \times 44,45 \times 16,0$  mm ( $3,5 \times 1,75 \times 0,63$  in) y estos se colocan en la rueda de pulido,

**D.3. BALANZA**

Con capacidad de 5 kg y aproximación de 1 g.

**D.4. CHAROLAS**

De lámina galvanizada, con forma rectangular que permita colocar la muestra de material pétreo para su secado.

**D.5. JUEGO DE MALLAS**

Fabricadas con alambre de bronce o de acero inoxidable de diversos calibres, tejidos en forma de cuadrícula, con las aberturas indicadas en la Tabla 1 de este Manual. El tejido estará sostenido mediante un bastidor circular metálico, de lámina de bronce o de latón, de  $206 \pm 2$  mm de diámetro interior y  $68 \pm 2$  mm de altura, sujetando la malla rígida y firmemente mediante un sistema de engargolado de metales, a una distancia de 50 mm del borde superior del bastidor. También pueden utilizarse mallas de mayor tamaño si es necesario.

**TABLA 1.- Juego de mallas**

Malla	
Designación	Abertura nominal mm
$\frac{3}{8}$ in	9,5
$\frac{1}{4}$ in	6,3
Nº100	0,15

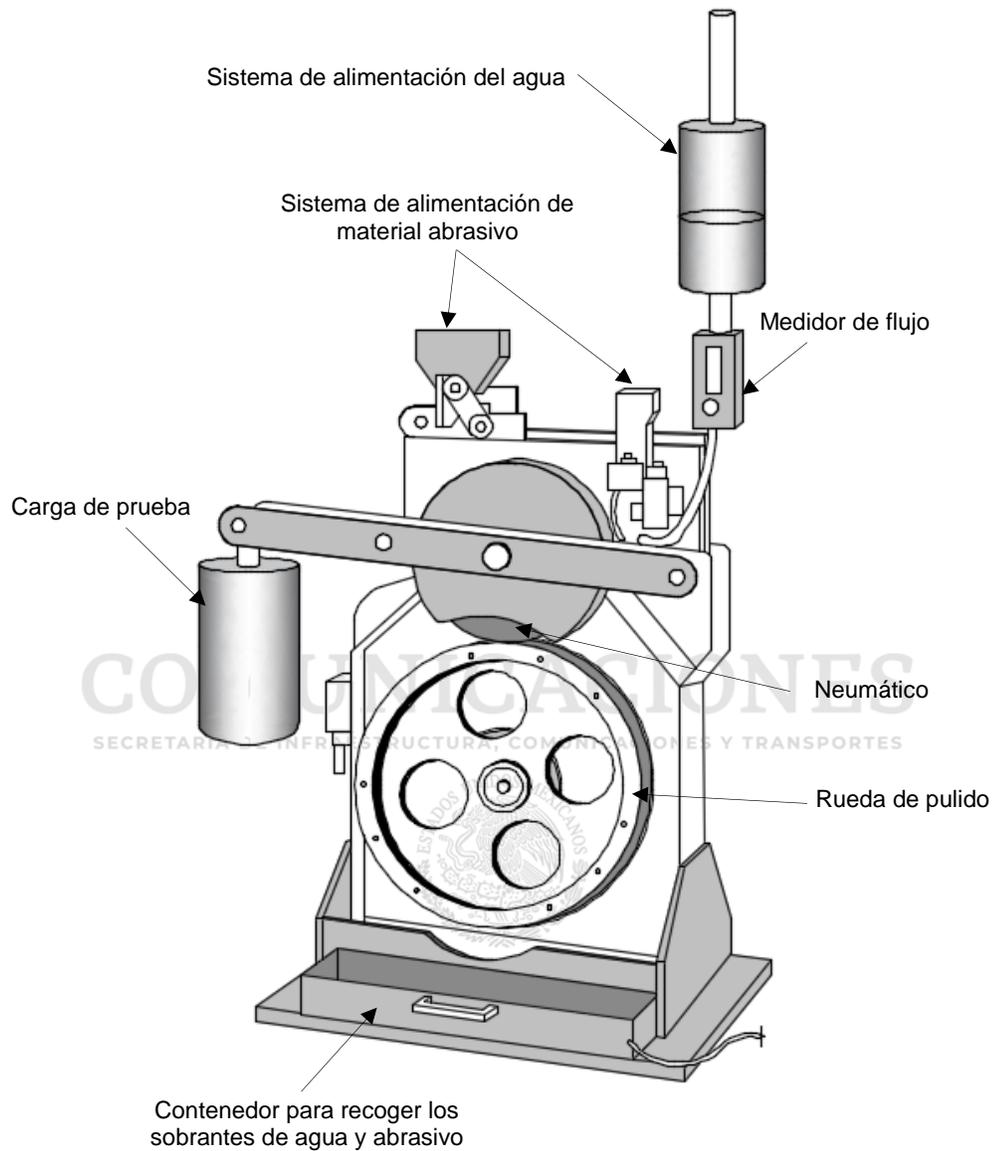


FIGURA 1.- Máquina de pulimento acelerado

**D.6. HORNO**

Equipado con regulador de temperatura, capaz de mantenerla a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  y con capacidad suficiente para contener la muestra de material pétreo.

**D.7. CUCHARÓN**

De acero galvanizado.

**D.8. ESPÁTULA**

Triangular con mango de madera, de 10 cm de ancho.

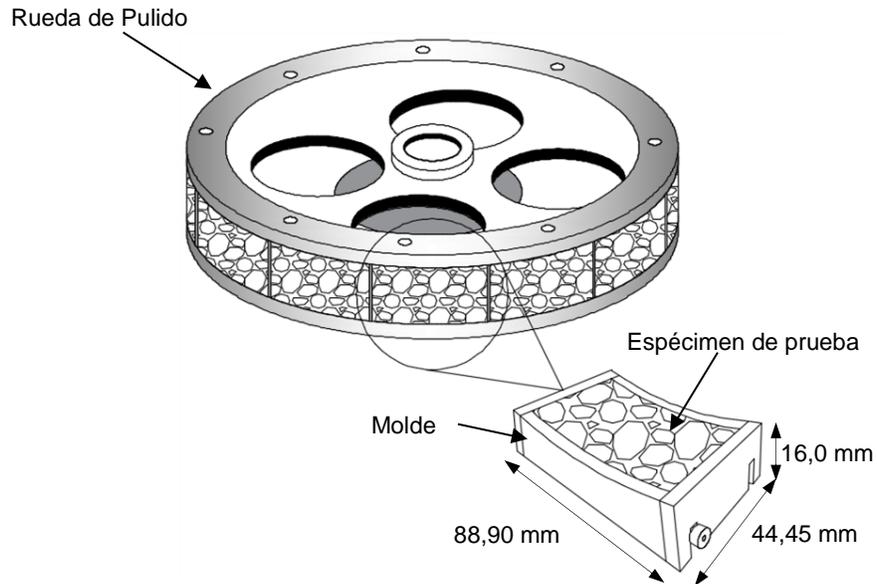


FIGURA 2.- Rueda y molde con espécimen de prueba para pulimento acelerado

#### D.9. RECIPIENTE

Con volumen suficiente para realizar la mezcla de la resina y el catalizador.

#### D.10. ENRASADOR

Metálico, con bordes rectos.

#### D.11. CEPILLO

Con cerdas suaves para desprender la arena que se adhiere a la superficie de los especímenes.

#### D.12. BLOQUE DE LIJADO

Consiste en un bloque de metal rígido con una superficie cepillada de 190,5 mm (7,5 in) de radio de curvatura que coincide con el radio de curvatura de la superficie de apoyo de la rueda de pulido.

#### D.13. MARCADOR

Impermeable, de tinta indeleble.

#### D.14. JUNTAS

De hule, circulares de 355,6 mm (14 in) de diámetro con un espesor de 3,2 mm (0,125 in).

#### D.15. TERMÓMETRO LÁSER

Con capacidad para medir temperaturas de  $24 \pm 3^{\circ}\text{C}$  y aproximación de  $1^{\circ}\text{C}$ .

#### D.16. CRONÓMETRO O RELOJ

Con aproximación de 1 s.

**D.17. PISETA**

De plástico o cualquier otro material, de aproximadamente 500 mL de capacidad, para esparcir agua.

**D.18. AGUA**

Un suministro de agua del grifo para usar donde se requiera.

**D.19. AGENTE DESMOLDANTE**

En su caso, se podrán utilizar agentes desmoldantes de silicio o la cera en pasta que se utiliza para automóviles y pisos.

**D.20. ARENA DE OTTAWA**

De grado 20–30.

**D.21. AGENTE ADHESIVO**

Como resina de poliéster y catalizador, resina epóxica u otro material de unión que permita una manejabilidad de 20 a 30 min y un tiempo de curado de 3 a 6 h.

**D.22. MATERIAL ABRASIVO**

Carburo de silicio con tamaño de grano de 0,150 mm para usarse como agente de pulido.

**E. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA DE MATERIAL PÉTREO**

La preparación de la muestra de material pétreo, obtenida según se establece en el Manual M-MMP-4-04-001, *Muestreo de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*, se hace de la siguiente manera:

- E.1.** De la muestra de material pétreo se obtiene mediante cuarteo, una porción de material de 14 kg. Se separa la porción de material que pasa por la malla con abertura de 9,5 mm ( $\frac{3}{8}$  in) y se retenga en la malla con abertura de 6,3 mm ( $\frac{1}{4}$  in).
- E.2.** Para remover las partículas de polvo adheridas, se lava minuciosamente el material pétreo retenido para posteriormente secarlo en el horno a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  durante al menos 16 h.
- E.3.** Sobre una superficie plana y utilizando el cucharón, se coloca el material formando un cono trunco, el cual se extiende hasta lograr una capa circular de espesor uniforme.
- E.4.** Se divide el material en cuatro partes iguales; con el material de dos cuadrantes opuestos y con la ayuda de la balanza se obtiene una porción de prueba de 4 000 g al menos.
- E.5.** Hecho lo anterior, la porción de prueba se mezcla hasta que quede homogénea.

**F. PREPARACIÓN DE LOS MOLDES**

Con el fin de facilitar el desmoldado de los especímenes de prueba y de control, evitando la unión entre el molde y el agente adhesivo, se cubren con una brocha o con la mano, las caras interiores de los moldes con el agente desmoldante teniendo precaución de que el producto se distribuya de forma uniforme y cubra perfectamente las esquinas.

## G. ELABORACIÓN DE LOS ESPECÍMENES DE PRUEBA

Se elaborarán 14 especímenes de prueba por cada porción de prueba. La preparación de los especímenes de prueba, se hace de la siguiente manera:

- G.1.** Sobre una superficie plana y utilizando la espátula, se divide la porción de prueba en dos partes de 2 000 g aproximadamente. Cada parte se divide a su vez en octavos. Cada octavo de material se coloca en un molde, dejando una sola capa de material pétreo, de manera que cubra el área total. Cada espécimen constará de una capa de 35 a 50 partículas colocadas cuidadosamente, revisando que no se presenten partículas planas, alargadas o de forma irregular y que permita simular lo mejor posible la superficie del pavimento, acomodándolas de manera que se reduzca al mínimo el espacio entre ellas. La porción de material restante servirá en caso de que se necesite más material o elaborar otro espécimen.
- G.2.** Con el fin de reducir los espacios entre las partículas del material, estos se rellenan con arena de Ottawa hasta la mitad de la altura de las partículas.
- G.3.** Se siguen las instrucciones del fabricante para preparar el agente adhesivo hasta obtener una consistencia en la que pueda esparcirse entre las partículas y que no fluya entre la arena o hacia la superficie a pulir.
- G.4.** A continuación, se cubren las partículas del material pétreo con el agente adhesivo, con el objeto de que haya una buena fijación entre ellas llenando el molde hasta su capacidad máxima sin que se desborde.
- G.5.** Cuando el agente adhesivo se haya endurecido lo suficiente se retira el exceso y se nivela con las paredes del molde.
- G.6.** Se somete el molde con el agente adhesivo y el material pétreo a un proceso de curado durante 3 a 6 h.
- G.7.** Se retira la muestra del molde y se cepilla para retirar cualquier exceso de arena de la superficie del espécimen.
- G.8.** Con el bloque de lijado se pule la parte anterior de los especímenes de prueba, de manera que los especímenes tengan un espesor uniforme y sus cuatro esquinas puedan apoyarse uniformemente para asegurar un ajuste adecuado una vez que se coloquen en la rueda de pulido, como se muestra en la Figura 3 de este Manual.



FIGURA 3.- Especímen de prueba terminado

## H. PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

- H.1.** Se verifica que el espécimen y el agua que se utilice se encuentren a una temperatura a  $24 \pm 3^\circ\text{C}$ , durante toda la prueba.
- H.2.** Con un marcador indeleble, se escribe en la parte anterior de los especímenes su número de identificación, la letra consecutiva de la A a L que le corresponda y la fecha de la prueba. En las caras laterales de cada espécimen, se escribe el número de identificación que le corresponda a cada uno.
- H.3.** Solo cuando se requiera como referencia, se determina el coeficiente inicial de fricción,  $CF_{inicial,i}$ , adimensional, para cada espécimen  $i$  de acuerdo con el procedimiento indicado en el Manual M-MMP-4-07-013, *Determinación del Coeficiente de Fricción con Péndulo Británico*.
- H.4.** Los 14 especímenes se sujetan alrededor de la periferia de la rueda de pulido utilizando las juntas de hule en ambos bordes para sujetarlos a la rueda y así formar una banda continua de partículas como la que se observa en la Figura 2 de este Manual.
- H.5.** Se coloca la rueda de pulido en la máquina de pulimento acelerado y se apoya el neumático sobre la superficie de los especímenes con una fuerza total de  $391,44 \pm 4,45$  N. A continuación se pone en marcha la máquina a una velocidad de  $320 \pm 5$  rpm. El neumático rodará libremente sobre la superficie expuesta de los especímenes sin golpearla ni deslizarse.
- H.6.** Se hace funcionar el sistema de alimentación del material abrasivo con una velocidad constante de aproximadamente  $6 \pm 2$  g/min y el sistema de alimentación del agua con una velocidad constante de 50 a 75 mL/min, los cuales alimentan el material abrasivo y el agua a la rueda cilíndrica, cerca del punto de contacto del neumático de hule. Se mantiene el ciclo de pulimento durante un período de 9 horas.
- H.7.** Transcurrido este ciclo, se detiene la máquina y se desmontan los especímenes de la rueda cilíndrica y se limpian de cualquier resto de arena o polvo de su superficie. Posteriormente se colocan en agua durante 1 h al menos.
- H.8.** A continuación, se determina y registra para cada espécimen  $i$ , el coeficiente de fricción final, como  $CF_{final,i}$ , adimensional, mediante el procedimiento descrito en el Manual M-MMP-4-07-013, *Determinación del Coeficiente de Fricción con Péndulo Británico*.

## I. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Se calcula y reporta el valor de pulimento acelerado como el promedio de los coeficientes de fricción finales,  $CF_{final,i}$ , adimensional, de todos los especímenes probados, así como los coeficientes de fricción iniciales  $CF_{inicial,i}$ , adimensional, para cada espécimen  $i$ , cuando se solicite.

## J. PRECAUCIONES PARA EVITAR ERRORES

Para evitar errores durante la ejecución de la prueba, se observarán las siguientes precauciones:

- J.1.** Realizar la prueba en un lugar cerrado, con ventilación indirecta, limpio y libre de corrientes de aire, de cambios de temperatura y de partículas que provoquen la contaminación de las muestras de prueba.
- J.2.** Cuidar que todo el equipo esté perfectamente limpio, para que al realizar la prueba, los materiales no se mezclen con agentes extraños que alteren el resultado.
- J.3.** Seguir las precauciones del fabricante con respecto al almacenamiento y uso del agente adhesivo.
- J.4.** Al utilizar el bloque de lijado, se use una mascarilla con respirador o filtro para evitar la inhalación de polvo.

# 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](http://www.gob.mx/sct)



INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

## INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

Km 12+000, Carretera Estatal No. 431

"El Colorado-Galindo", San Fandila,

Pedro Escobedo, 76703, Querétaro

<https://normas.imt.mx>

[normas@imt.mx](mailto:normas@imt.mx)