

LIBRO: MMP. MÉTODOS DE MUESTREO Y PRUEBA DE MATERIALES

PARTE: 4. MATERIALES PARA PAVIMENTOS

TÍTULO: 05. Materiales Asfálticos, Aditivos y Mezclas

CAPÍTULO: 065. Densidad Relativa del Cemento Asfáltico

A. CONTENIDO

Este Manual describe el procedimiento para determinar la densidad relativa del cemento asfáltico, a que se refieren los Manuales M·MMP·4·05·034, *Método Marshall para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa* y M·MMP·4·05·046, *Método de Diseño por Desempeño para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa*.

B. OBJETIVO DE LA PRUEBA

Esta prueba permite determinar la densidad relativa del cemento asfáltico en el laboratorio mediante el uso de un picnómetro. La densidad relativa de la muestra de material asfáltico se calcula a partir de su masa y la masa de agua desplazada por la muestra en el picnómetro lleno.

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

C. REFERENCIAS

Este Manual se complementa con los siguientes:

MANUALES	DESIGNACIÓN
Muestreo de Materiales Asfálticos	M·MMP·4·05·001
Método Marshall para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa	M·MMP·4·05·034
Método de Diseño por Desempeño para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa	M·MMP·4·05·046

D. DEFINICIÓN

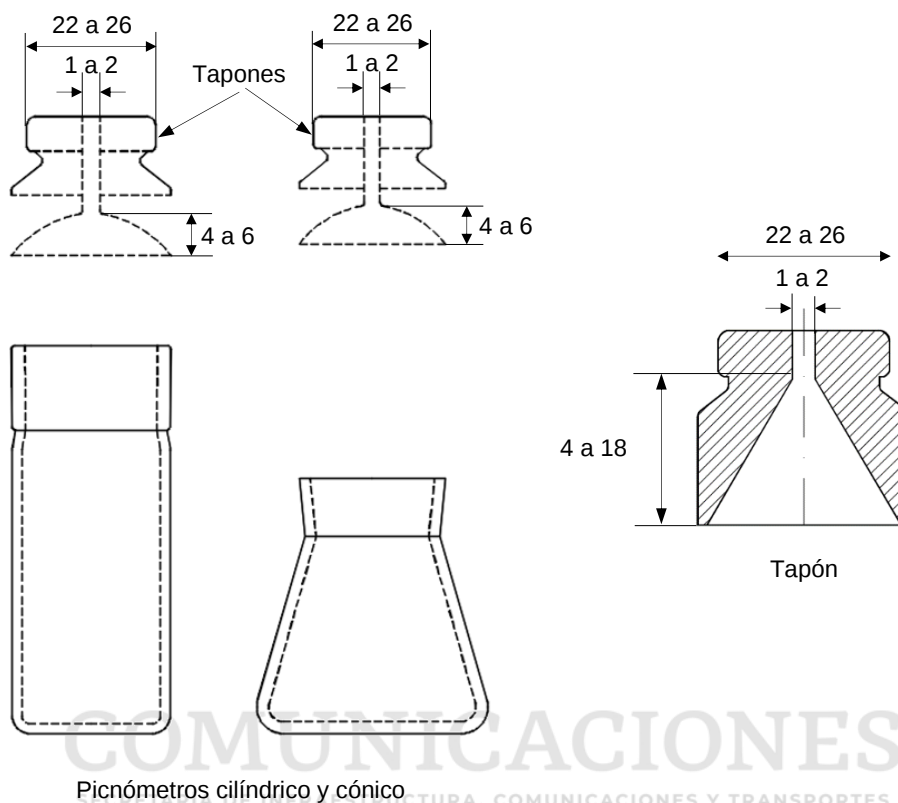
La densidad relativa del cemento asfáltico (d_{CA}) es un número abstracto que representa la relación entre la masa volumétrica del material asfáltico a 25°C, γ_{CA} y la masa volumétrica del agua a la misma temperatura, γ_o .

E. EQUIPO Y MATERIALES

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

E.1. PICNÓMETRO

De vidrio, que consta de un recipiente cilíndrico o cónico equipado con un tapón de vidrio esmerilado de diámetro aproximado de 22 a 26 mm (0,9 a 1 in), como el mostrado en la Figura 1 de este Manual. El tapón estará provisto de un orificio central con un diámetro de 1 a 2 mm (0,04 a 0,08 in). La parte superior del tapón será lisa y plana y la parte inferior será cóncava para permitir la salida del aire, con una altura en el centro entre 4 y 18 mm (0,16 a 0,71 in). El picnómetro con tapón tendrá una capacidad de 24 a 30 mL (0,95 a 1,18 in) y una masa máxima de 40 g.



Acotaciones en milímetros

FIGURA 1.- Picnómetros y tapón

E.2. BAÑO DE AGUA

Capaz de mantener el agua a la temperatura de prueba $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$.

E.3. TERMÓMETRO

Podrá ser uno de los siguientes:

- E.3.1.** Un termómetro de inmersión parcial con un rango de 0 a 150°C y con una aproximación mínima de $0,1^{\circ}\text{C}$.
- E.3.2.** Un termómetro de resistencia de platino (PRT por sus siglas en inglés, *Platinum Resistance Thermometer*) con un rango de 0 a 150°C y aproximación de $0,1^{\circ}\text{C}$.
- E.3.3.** Un termómetro termistor revestido de metal con un rango de 0 a 150°C y aproximación de $0,1^{\circ}\text{C}$.

E.4. BALANZA

Con capacidad mínima de 4 kg y aproximación de 0,001 g.

E.5. VASO DE PRECIPITADO

De forma baja, tipo Griffin, con capacidad mínima de 600 mL.

E.6. GUANTES

De nitrilo, limpios.

E.7. AGUA

Destilada o desionizada, libre de contaminantes a simple vista. Hervida y enfriada hasta temperatura ambiente.

E.8. CRONÓMETRO O RELOJ

Con aproximación de 1 s.

E.9. CHAROLA

De lámina galvanizada, con forma rectangular de aproximadamente 70 × 40 × 20 cm.

E.10. FUENTE DE CALOR

Parrilla o estufa.

E.11. PINZAS

Para manejo de picnómetro, metálicas.

E.12. PAÑO O TOALLA

De tela o de otro material absorbente, de 60 × 60 cm.

F. TRABAJOS PREVIOS**F.1. PREPARACIÓN DEL EQUIPO**

- F.1.1.** Se llena parcialmente el vaso de precipitado con agua hasta un nivel que permita que la parte superior del picnómetro se sumerja a una profundidad mínima de 40 mm (1,6 in) medida a partir de la superficie de agua.
- F.1.2.** Se sumerge parcialmente el vaso de precipitado con el picnómetro en el baño de agua a una profundidad suficiente para permitir que la parte inferior del vaso de precipitado se sumerja a una profundidad mínima de 100 mm (4 in), mientras que la parte superior del vaso de precipitado está por encima del nivel del agua del baño de agua. Es importante asegurarse que el vaso de precipitado no se vuelque y que la circulación del agua en el baño de acondicionamiento alrededor del vaso de precipitado sea continua.
- F.1.3.** Con la ayuda del termómetro se verifica que la temperatura del baño de agua no sea mayor de 0,1°C de la temperatura de prueba.

F.2. CALIBRACIÓN DEL PICNÓMETRO

F.2.1. Se realiza cada uno de los siguientes pasos para cada temperatura de prueba según el tipo de cemento asfáltico que se esté probando, a la que se utilizará el picnómetro, manipulando el picnómetro solo con guantes o pinzas:

- F.2.1.1.** Al picnómetro limpio y seco, se le determina su masa con una precisión de 0,001 g. Se registra la masa del picnómetro seco como *A*, en g.
- F.2.1.2.** Se retira el vaso de precipitado del baño de agua. El picnómetro se llena con agua y se coloca su tapón sin ajustarlo. A continuación, el picnómetro se coloca en el vaso de precipitado y se ajusta firmemente el tapón. El vaso de precipitado se coloca nuevamente en el baño de agua.
- F.2.1.3.** Se deja el picnómetro en el agua por un período de al menos 30 min. Se verifica, utilizando el termómetro, que el baño de agua se mantenga dentro de 0,1°C de la temperatura de prueba. Se retira el picnómetro y se seca inmediatamente la parte superior del tapón con una toalla seca. Posteriormente se seca rápidamente el área exterior restante del picnómetro y se determina su masa con una precisión de 0,001 g. La masa del picnómetro más el agua se registra como *B*, en g.

G. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

De la muestra de cemento asfáltico que se recibe en el laboratorio obtenida según lo establecido en el Manual M-MMP-4-05-001, *Muestreo de Materiales Asfálticos*, se obtendrá una porción de prueba de la siguiente manera:

- G.1.** Se calienta cuidadosamente en un vaso de precipitado 250 mL de material asfáltico, agitando continuamente para evitar el sobrecalentamiento local, hasta que el material asfáltico esté lo suficientemente líquido para poder verterse en el picnómetro calibrado.
- G.2.** Si lo anterior no se logra, se eleva la temperatura a más de 110°C sobre el punto de reblandecimiento esperado para el material asfáltico hasta que esté lo suficientemente líquido, evitando calentarlo por más de 120 min y sin que se incorporen burbujas de aire dentro del material asfáltico.

H. PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

- H.1.** Se calienta el picnómetro a una temperatura que no altere las características del material asfáltico y se vierte la porción de prueba hasta llenar alrededor de las tres cuartas partes de su capacidad evitando que el material asfáltico toque las paredes del picnómetro por encima del nivel final y que no se incorporen burbujas de aire. Se deja enfriar el picnómetro y su contenido hasta temperatura ambiente por un período de al menos 40 min y se determina su masa, incluyendo el tapón, con una precisión de 0,001 g. Se registra la masa del picnómetro con la porción de prueba como *C*, en g.
- H.2.** Se retira el vaso de precipitado del baño de agua. Al picnómetro con la porción de prueba se le agrega agua hasta llenarlo y se coloca el tapón sin ajustar. Es importante asegurarse que no se incorporen burbujas de aire durante el proceso. Se coloca el picnómetro en el vaso de precipitado y se ajusta el tapón firmemente. Se regresa el vaso de precipitado al baño de agua.
- H.3.** Se deja el picnómetro en el baño de agua por un período de al menos de 30 min. Se saca el picnómetro del agua y se seca rápidamente con un paño o toalla, comenzando por el tapón para después continuar con el resto del picnómetro. Se determina la masa del picnómetro con la porción de prueba y el agua, con una precisión de 0,001 g, como *D*, en g.

I. CÁLCULO Y REPORTE DE RESULTADOS

Se calcula y reporta la densidad relativa del cemento asfáltico (d_{CA}) con la siguiente expresión:

$$d_{CA} = \frac{C - A}{(B - A) - (D - C)}$$

Donde:

d_{CA} = Densidad relativa del cemento asfáltico, (adimensional), con aproximación al milésimo.

A = Masa del picnómetro seco, (g)

B = Masa del picnómetro lleno de agua, (g)

C = Masa del picnómetro con la porción de prueba, (g)

D = Masa del picnómetro con la porción de prueba y el agua, (g)

J. PRECAUCIONES PARA EVITAR ERRORES

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

- J.1.** Que la prueba se realice en un lugar cerrado, bien ventilado, limpio y libre de corrientes de aire, de cambios de temperatura y de partículas que provoquen la contaminación de la muestra de material.
- J.2.** 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.** Que la balanza esté limpia en todas sus partes, bien calibrada y colocada en una superficie horizontal, sin vibraciones que alteren las lecturas.
- J.4.** La manipulación del picnómetro durante el procedimiento se realizará en todo momento con pinzas o guantes.

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



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