

DENSIDAD DE MATERIALES BITUMINOSOS SÓLIDOS Y SEMI-SÓLIDOS (MÉTODO DEL PICNÓMETRO)

INV E – 707 – 13

1 OBJETO

- 1.1** Esta norma describe el procedimiento para determinar la densidad y la densidad relativa (gravedad específica) de materiales bituminosos semisólidos, cementos asfálticos y alquitranes blandos, empleando un picnómetro.

Nota 1: Un método alternativo para determinar la densidad se describe en la norma ASTM D 3289. Cuando los materiales son muy fluidos, se puede usar el método descrito en la norma ASTM D 3142.

- 1.2** Esta norma reemplaza la norma INV E-707-07.

2 DEFINICIONES

- 2.1** *Densidad* – Es la masa por unidad de volumen de un material.
- 2.2** *Densidad relativa (gravedad específica)* – Es la relación entre la masa de un volumen dado de un material y la masa de un volumen igual de agua a la misma temperatura.

3 RESUMEN DEL MÉTODO

- 3.1** Se coloca la muestra en un picnómetro calibrado. Se pesa el picnómetro con la muestra. El volumen remanente del picnómetro es completado con agua. Luego se lleva a la temperatura del ensayo y se determina su masa. La densidad de la muestra se calcula a partir de la masa de la muestra y de la masa del agua desalojada por la muestra en el picnómetro lleno.

4 IMPORTANCIA Y USO

- 4.1** Los valores de densidad se usan para realizar conversiones de unidades de volumen a masa y para realizar correcciones en las medidas de volumen, cuando la temperatura de ejecución del ensayo difiere de la temperatura usada como referencia.

5 EQUIPO

- 5.1 Picnómetro** – Recipiente de vidrio de forma cilíndrica o cónica, con boca esmerilada en la cual debe ajustar, exactamente y sin fugas, un tapón de vidrio de 22 a 26 mm de diámetro, el cual lleva en el centro un orificio de 1.0 a 2.0 mm de diámetro. La superficie superior del tapón será plana y pulida, y la inferior tendrá forma cóncava para facilitar la expulsión del aire a través del orificio. La altura de la sección cóncava deberá ser de 4.0 a 18.0 mm en el centro. El picnómetro deberá tener una capacidad de 24 a 30 ml y una masa, incluido el tapón, no superior a 40 g. En la Figura 707 - 1 se muestran algunos modelos de picnómetros adecuados.

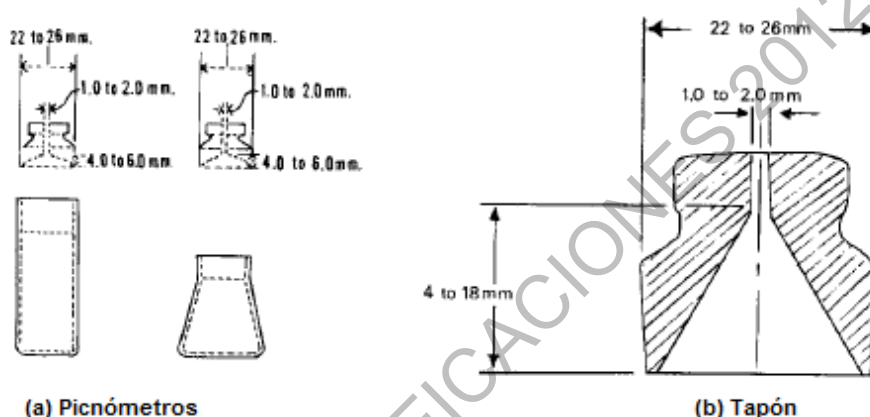


Figura 707 - 1. Modelos de picnómetros y de tapones

- 5.2 Baño de agua** – Un baño de agua provisto de termostato que pueda regular la temperatura del ensayo con una precisión de $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ (0.2°F).
- 5.3 Termómetros** – Calibrados y con líquido en vidrio transparente, de inmersión total, de un rango apropiado, con graduaciones por lo menos cada 0.1°C (0.2°F) y un error máximo de escala de 0.1°C (0.2°F). Los termómetros generalmente utilizados son los ASTM 63C, pero se puede emplear cualquier otro termómetro con igual precisión.
- 5.4 Vaso de precipitados** – Tipo Griffin, de forma baja, de 600 ml o más de capacidad.
- 5.5 Balanza** – Con capacidad mínima de 150 g y con exactitud de, al menos, 0.001 g.
- 5.6 Soporte del vaso de precipitados** – Es conveniente disponer de soportes adecuados que mantengan el vaso de precipitados en posición vertical y a la profundidad correcta en el baño de agua.

6 MATERIALES

- 6.1** *Agua* – Para llenar el picnómetro y el vaso. Deberá ser desionizada o destilada recién hervida y enfriada.

7 MUESTRA

- 7.1** La muestra de ensayo se deberá obtener de acuerdo con el procedimiento de la norma INV E-701.
- 7.2** La muestra deberá estar libre de sustancias extrañas y se deberá mezclar completamente antes de extraer de ella la porción representativa para el ensayo.

8 PREPARACIÓN DEL EQUIPO

- 8.1** Se llena parcialmente el vaso de precipitados con agua preparada según el numeral 6.1 hasta un nivel tal, que cuando se sumerja el picnómetro, la parte superior de éste diste más de 40 mm de la superficie.
- 8.2** Se sumerge parcialmente el vaso de precipitados en el baño a una profundidad tal que su boca quede por encima de la superficie del agua del baño y su fondo a una profundidad no menor de 100 mm de la misma. Se debe utilizar algún método para sujetar el vaso firmemente en esta posición, al tiempo que se debe garantizar que no se restrinja la circulación del agua del baño alrededor del vaso.
- 8.3** La temperatura del baño debe ser la determinada para el ensayo $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ (0.2°F).

9 CALIBRACIÓN DEL PICNÓMETRO

- 9.1** Se limpian y secan perfectamente el picnómetro y su tapón, y se pesan con aproximación a 1 mg. La masa del picnómetro vacío con el tapón, se designa como A (Figura 707 - 2).



Figura 707 - 2. Determinación de la masa de picnómetro vacío con el tapón

- 9.2** Se saca el vaso de precipitados del baño, si se considera necesario, y se llena el picnómetro con agua destilada o desionizada colocando suavemente el tapón, sin apretarlo. Se coloca el picnómetro en el vaso de precipitados y se aprieta el tapón, no debiendo quedar burbujas de aire ocluidas en el picnómetro en esta operación. El vaso con el picnómetro se vuelve a colocar en el baño de agua, si se había retirado previamente de él.

Nota 2: La calibración se debe realizar a la temperatura de ensayo. Un picnómetro calibrado a una temperatura no se puede usar a otra temperatura sin ser primero recalibrado a ella.

- 9.3** Se deja el picnómetro en el interior del vaso de precipitados por un mínimo de 30 minutos; se saca del agua e inmediatamente se seca la superficie superior del tapón con una pasada de una toalla seca (nota 3). A continuación, se seca rápidamente el resto del picnómetro y se determina su masa con aproximación de 0.1 mg. La masa del picnómetro lleno de agua, se designa como B.

Nota 3: En ningún caso se volverá a secar la parte superior del tapón, aunque se forme una pequeña gota de agua a través del orificio, debido a la expansión. Si la parte superior se seca en el instante de sacar el picnómetro del agua, se determinan la masa del contenido y la temperatura de ensayo. Si durante la determinación de la masa se condensa humedad en el picnómetro, se secará de nuevo su parte exterior rápidamente excluyendo el tapón, antes de pesarlo

10. PROCEDIMIENTO

- 10.1 Preparación de la muestra** – Se calienta con cuidado la muestra, agitándola para evitar sobrecalentamientos locales hasta que tenga la fluidez suficiente para ser vertida. En ningún caso se deberá elevar la temperatura a más de 55° C (131° F) por encima del punto de ablandamiento esperado, si el material es alquitrán; ni en más de 110° C (230° F) por encima del punto de

ablandamiento esperado, para el asfalto. No se debe calentar por más de 60 minutos y se debe evitar que queden burbujas de aire dentro de la muestra.

- 10.2** Se vierte una cantidad de muestra suficiente dentro del picnómetro, limpio y seco y previamente calentado, llenándolo hasta tres cuartos de su capacidad. Se deben tomar precauciones para evitar que el material se ponga en contacto con las paredes del picnómetro por encima del nivel final y para evitar la inclusión de burbujas de aire (nota 4). Se deja enfriar el picnómetro con su contenido hasta la temperatura ambiente durante un período no menor de 40 minutos y se determina la masa con el tapón puesto, con aproximación a 1 mg. La masa del picnómetro con la muestra, se designa como C (Figura 707 - 3).



Figura 707 - 3. Determinación de la masa de picnómetro parcialmente lleno de asfalto

Nota 4: Si inadvertidamente quedaron burbujas incluidas, se remueven rozando la superficie de asfalto en el picnómetro con una llama "suave" de un mechero Bunsen o de un soplete. Para evitar el sobrecalentamiento, no se debe permitir que la llama permanezca en contacto con el asfalto durante más de algunos segundos.

- 10.3** Se remueve el vaso de precipitados del baño de agua, si se considera necesario. Se llena el picnómetro que contiene el asfalto con agua destilada fresca hervida o desionizada a la temperatura de ensayo, colocando flojo el tapón en el picnómetro. No se debe permitir que permanezcan burbujas de aire en el picnómetro. Se coloca el picnómetro en el vaso de precipitados y se ajusta el tapón. Se retorna el vaso de precipitados al baño de agua, si había sido removido de él.
- 10.4** Se mantiene el picnómetro dentro del baño de agua durante un período no menor de 30 minutos. Se saca el picnómetro del baño. Se seca y se determina su masa empleando el mismo procedimiento y tiempo empleados en el numeral 9.3. La masa del picnómetro con la muestra y con agua, se designa como D.

11 CÁLCULOS

11.1 Se calcula la densidad relativa (gravedad específica) con aproximación a 0.001, así:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{(C - A)}{[(B - A) - (D - C)]} \quad [707.1]$$

Donde: A: Masa del picnómetro (incluido el tapón);

B: Masa del picnómetro lleno de agua;

C: Masa del picnómetro parcialmente lleno con asfalto;

D: Masa del picnómetro con asfalto y con agua.

11.2 Se calcula la densidad con aproximación a 0.001, en la siguiente forma:

$$\text{Densidad} = \text{Densidad relativa} \times W_T \quad [707.2]$$

Donde: W_T : Densidad del agua a la temperatura de ensayo en las unidades deseadas (nota 5).

Nota 5: La densidad del agua, según el "CRC Handbook of Chemistry and Physics", es:

TEMPERATURA, ° C	DENSIDAD DEL AGUA, kg/m ³ (kg/l)
15.6	999.0 (0.9990)
25.0	997.0 (0.9970)

12 INFORME

12.1 Se reporta la densidad con aproximación a 1 kg/m³ (a tres decimales en kg/litro), así como la temperatura de ensayo.

13 PRECISIÓN Y SESGO

- 13.1 Repetibilidad** – La desviación estándar de un solo operador para la densidad relativa de materiales bituminosos semi-sólidos a 15.6° C (60° F) fue 0.0013 y a 25.0° C (77° F) fue 0.00082. Por lo tanto, los resultados de dos ensayos correctamente realizados por el mismo operador sobre el mismo material, no deberían variar más de:

TEMPERATURA, ° C	DENSIDAD, kg/m ³ (kg/l)
15.6	3.7 (0.0037)
25.0	2.3 (0.0023)

- 13.2 Reproducibilidad** – La desviación estándar entre laboratorios para la densidad relativa de materiales bituminosos semi-sólidos a 15.6° C (60° F) fue 0.0024 y a 25.0° C (77° F) fue 0.0019. Por lo tanto, los resultados de dos ensayos correctamente realizados por dos laboratorios sobre muestras del mismo material, no deberían variar más de:

TEMPERATURA, ° C	DENSIDAD, kg/m ³ (kg/l)
15.6	6.8 (0.0068)
25.0	5.4 (0.0054)

- 13.3 Sesgo** – No se presenta información sobre sesgo en el procedimiento de este método de ensayo, puesto que no hay un material que tenga un valor aceptado como referencia.

14 NORMAS DE REFERENCIA

ASTM D 70 – 09