

## DENSIDAD DE LOS AGREGADOS EN ACEITE DE PARAFINA

INV E – 244 – 13

### 1 OBJETO

---

- 1.1** Esta norma define el procedimiento a seguir para la determinación de la densidad de agregados gruesos de hasta 38 mm (1 ½") de tamaño máximo, agregados finos, llenante mineral o la mezcla de ellos en proporciones establecidas, para su empleo en el cálculo de los vacíos con aire en mezclas asfálticas, utilizando como medio de inmersión aceite de parafina y realizándolo en un picnómetro de características especiales.
- 1.2** El procedimiento se puede aplicar, también, a la determinación de la densidad en condición seca al horno (SH) de estos materiales, empleando agua como medio de inmersión. Los resultados obtenidos empleando uno y otro líquido permiten juzgar la diferente capacidad de absorción de los agregados con respecto al agua y los materiales hidrocarbonados.

*Nota 1: Aunque el procedimiento está normalizado para un período de inmersión de los agregados de veinticuatro horas, en la mayoría de los tipos de agregados se puede realizar el ensayo en una jornada de trabajo, si el ensayo se inicia en las primeras horas de la mañana.*

### 2 DEFINICIONES

---

- 2.1** *Densidad* – Es la masa por unidad de volumen de un material.
- 2.2** *Densidad en condición seca al horno (SH)* – Masa por unidad de volumen de las partículas de agregado secas al horno, incluyendo el volumen de los poros permeables e impermeables de las partículas, pero no los vacíos entre ellas.
- 2.3** *Densidad relativa (gravedad específica)* – Relación entre la densidad de un material y la densidad del agua a la misma temperatura. Su valor es adimensional.
- 2.4** *Densidad aparente* – Masa por unidad de volumen de la porción impermeable de las partículas del agregado secas al horno.
- 2.5** *Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente)* – Relación entre la densidad aparente del agregado y la densidad del agua a una temperatura indicada. Su valor es adimensional.

- 2.6** *Densidad efectiva* – Masa por unidad de volumen de la porción permeable de las partículas del agregado secas al horno, excluyendo los vacíos de ellas que son permeables al asfalto.
- 2.7** *Densidad relativa efectiva (gravedad específica efectiva)* – Relación entre la densidad efectiva del agregado y la densidad del agua a una temperatura indicada. Su valor es adimensional.

*Nota 2: En la Figura 244 - 1 se indica cuál es el volumen de vacíos permeables al agua y cuál es permeable únicamente al asfalto.*

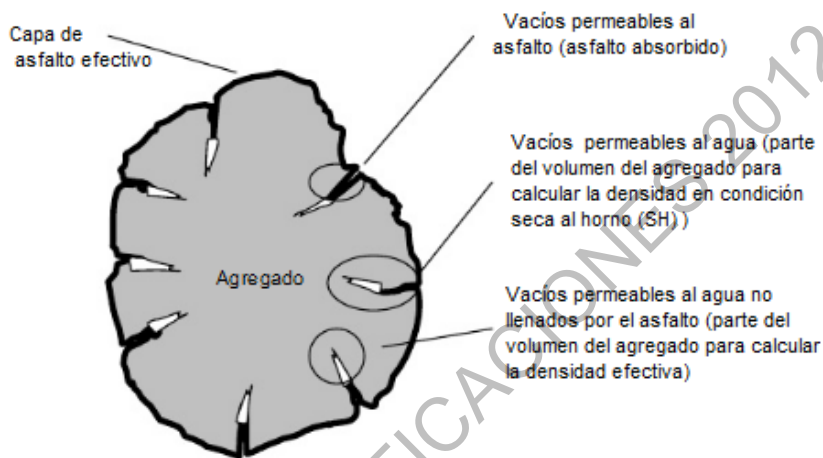


Figura 244 - 1. Ilustración de los volúmenes que entran en los cálculos de las densidades de un agregado

### 3 RESUMEN DEL MÉTODO

- 3.1** Se determina la masa de un picnómetro especial cuando está lleno parcial y totalmente con aceite de parafina. Se coloca una muestra de agregado seco dentro del picnómetro y se determina la masa del conjunto con el picnómetro parcial y totalmente lleno de aceite. Se calcula la densidad del agregado, relacionando su masa seca con el volumen que ocupa dentro del picnómetro con aceite.

### 4 IMPORTANCIA Y USO

- 4.1** La determinación de la densidad empleando aceite de parafina se basa en el principio de que la absorción de este aceite por parte de los agregados es similar a su absorción de asfalto. Se considera que esta densidad es similar a la

“densidad efectiva” (Ver numeral 2.6) y evita la determinación de la densidad relativa (gravedad específica) máxima medida, como paso previo para el cálculo de la absorción de asfalto y de la composición volumétrica verdadera de una mezcla asfáltica compactada.

## 5 EQUIPO

---

- 5.1** *Balanza de precisión* – Que tenga, por lo menos, una capacidad de 2 kg y una precisión de  $\pm 0.1$  g, como mínimo.
- 5.2** *Baño de agua* – Capaz de mantener la temperatura a  $25 \pm 0.1^\circ$  C. La profundidad del baño será la suficiente para poder sumergir el picnómetro hasta el cuello.
- 5.3** *Picnómetro especial* – Aproximadamente de 1 litro de capacidad, de las características y medidas indicadas en la Figura 244 - 2, con cierre esmerilado y, preferiblemente, provisto de resortes de sujeción. Si se desea ensayar una cantidad mayor de muestra, el matraz Erlenmeyer del picnómetro puede ser de 1.5 ó 2 litros de capacidad.
- 5.4** *Embudo* – De boca ancha, que penetre suficientemente en la boca del Erlenmeyer para no manchar la zona esmerilada al añadir la muestra.
- 5.5** *Desecadores* – De 250 mm de diámetro.

## 6 MATERIALES

---

- 6.1** *Aceite de parafina* – De calidad medicinal y, aproximadamente, de las siguientes características:
- |              |  |                          |
|--------------|--|--------------------------|
| <b>6.1.1</b> | Viscosidad Saybolt Furol a $25^\circ$ C: | $85 \pm 15$ s.           |
| <b>6.1.2</b> | Densidad a $25^\circ$ C:                 | $0,877 \text{ g/cm}^3$ . |

## 7 PROCEDIMIENTO

---

- 7.1** El procedimiento que se describe a continuación difiere del que se suele seguir normalmente en ensayos análogos, pero su objeto es simplificar al máximo su ejecución, aumentando a la vez la precisión de los resultados.

- 7.2 Se preparan por cuarteo dos fracciones de unos 600 g del material (Ver numeral 1.1), se secan en el horno a  $110 \pm 5^\circ \text{C}$  hasta masa constante y se colocan en el desecador. Si se emplea un picnómetro de mayor capacidad, la muestra se puede aumentar proporcionalmente.

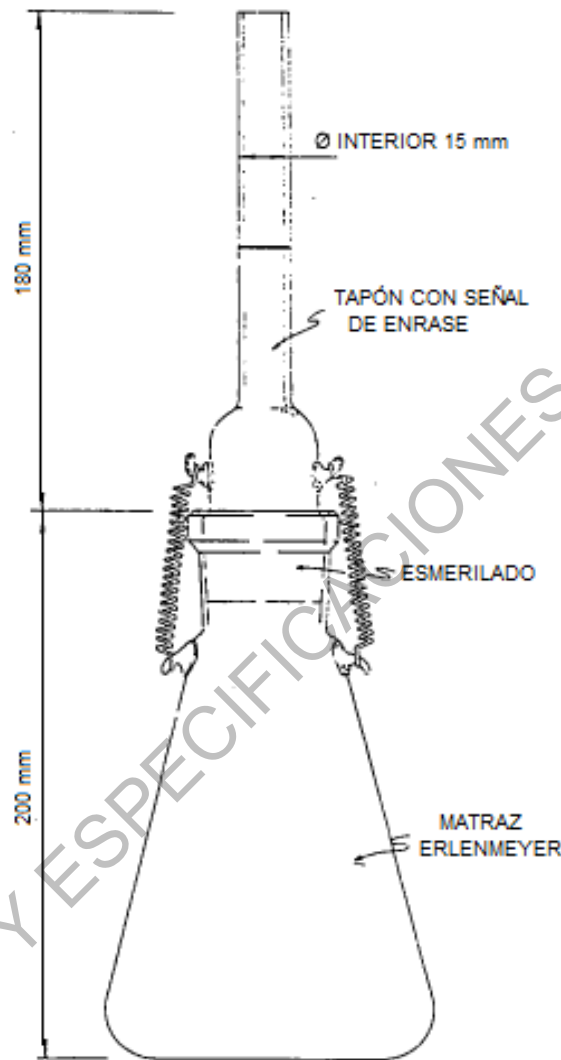


Figura 244 - 2. Picnómetro especial de  $1.000 \text{ cm}^3$  de capacidad aproximada

- 7.3 Se llena el picnómetro con el aceite de parafina casi hasta el enrase, sin que queden burbujas de aire ocluidas, se coloca el tapón, y se introduce en el baño a  $25^\circ \text{C}$ , de manera que quede cubierto de agua hasta el borde del esmerilado. Se mantiene en el baño como mínimo durante una hora; se enrasa y se deja media hora más hasta que el enrase no varíe. Se saca del baño, se seca perfectamente y se pesa: D (Figura 244 - 3).



Figura 244 - 3. Determinación de la masa del picnómetro lleno de aceite hasta el enrase

- 7.4** A continuación, y sin quitar el tapón, se vierte aceite de parafina del picnómetro hasta dejar aproximadamente una tercera parte de su contenido. Se deja escurrir hacia el picnómetro todo el aceite que haya quedado adherido al tubo del tapón. Se seca el exterior del picnómetro y se vuelve a pesar: A.
- 7.5** Se destapa el picnómetro, procurando que no se pierda ninguna gota de las que hayan podido quedar adheridas al tapón. Se agrega, suavemente, por medio del embudo, la muestra preparada como se indica en el numeral 7.2, teniendo cuidado para no ensuciar el área esmerilada y sin que se produzcan salpicaduras. Se coloca de nuevo el tapón y se pesa: B (Figura 244 - 4).



Figura 244 - 4. Determinación de la masa del picnómetro, sin llenar totalmente de aceite, más la muestra de agregado

- 7.6** Se llena de nuevo el picnómetro con aceite de parafina casi hasta el enrase. Se coge por su base y se agita enérgicamente con movimientos rotatorios

alrededor de su eje para que salgan las burbujas de aire ocluidas. Esta agitación se repite a intervalos de unos quince minutos cuantas veces sea necesario, dejando a continuación el picnómetro en reposo hasta el día siguiente (nota 1). Transcurrido este tiempo, se vuelve a repetir la operación de agitación y, a continuación, se introduce el picnómetro en el baño y se enrasa, observando las mismas instrucciones indicadas en el numeral 7.3. A continuación, se saca del baño, se seca perfectamente (Figura 244 - 5) y se pesa: E.



Figura 244 - 5. Picnómetro con la muestra, lleno de aceite hasta el enrase

- 7.7** Una vez terminado el ensayo, el aceite de parafina se puede recuperar para emplearlo de nuevo, filtrándolo a través de un papel de filtro corriente de filtrado rápido.
- 7.8** La densidad del aceite de parafina no varía sensiblemente con el uso, motivo por el cual basta con determinarla una vez para cada partida de producto recibido.
- 7.9** En sitios calurosos hay que extremar las precauciones para realizar el ensayo a 25° C, ya que el volumen de aceite de parafina es muy sensible a pequeñas variaciones de temperatura, lo cual puede originar errores importantes.

## 8 RESULTADOS

---

- 8.1** La densidad del agregado en aceite de parafina bajo las condiciones del ensayo se calcula aplicando la fórmula siguiente, y se expresará aproximada a la tercera cifra decimal:

$$\text{Densidad del agregado en aceite de parafina} = \frac{B - A}{\frac{(C+D) - E}{X}} = \frac{C}{\frac{V}{X}} = \frac{C}{V_R} \quad [244.1]$$

Donde: B:	Masa del picnómetro sin llenar totalmente de aceite, más la muestra de agregado;
A:	Masa del picnómetro sin llenar totalmente de aceite;
B – A = C:	Masa de la muestra del agregado seco;
D:	Masa del picnómetro lleno de aceite hasta el enrase;
E:	Masa del picnómetro más la muestra y lleno de aceite hasta el enrase;
(C + D) – E = V:	Volumen ocupado por la muestra, sin corregir por la densidad a 25° C del líquido empleado;
X:	Densidad a 25 °C del aceite empleado para la inmersión, la cual se debe haber determinado previamente con exactitud;
V <sub>R</sub> :	Volumen real corregido de la muestra.

**8.2** Las determinaciones por duplicado no se deberán diferenciar en más de 0,005 unidades de densidad.

*Nota 3: Como se indica en el numeral 1.2, el procedimiento se puede seguir, igualmente, empleando agua como líquido de inmersión. En este caso, el valor que se calculará será la densidad del agregado en condición seca al horno (SH). La densidad del agua a 25° C es 0,997 g/cm<sup>3</sup>.*

## 9 INFORME

**9.1** Se deberá presentar la siguiente información:

**9.1.1** Procedencia y descripción de la muestra (agregados gruesos, agregados finos, llenante mineral o la mezcla de ellos).

- 9.1.2** Líquido empleado para el ensayo. En caso de que haya sido aceite de parafina, indicar su densidad a 25° C.
- 9.1.3** Densidad efectiva del agregado. Si se usó agua como líquido, la densidad en condición seca al horno (SH).

## **10 NORMAS DE REFERENCIA**

---

NLT 167/74

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS