

## GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK Y DENSIDAD DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS NO ABSORBENTES EMPLEANDO ESPECÍMENES SATURADOS Y SUPERFICIALMENTE SECOS

INV E – 733 – 13

### 1 OBJETO

---

- 1.1 Este método se refiere a la determinación de la gravedad específica bulk y la densidad de especímenes de mezclas asfálticas compactadas.
- 1.2 Este método no se deberá utilizar en especímenes de mezclas abiertas o con vacíos intercomunicados y/o que absorban más del 2 % de agua respecto al volumen, según se determina en el numeral 10.3.
- 1.3 Esta norma reemplaza la norma INV E-733-07.

### 2 DEFINICIONES

---

- 2.1 *Gravedad específica bulk* – Es la relación entre la masa de un volumen dado de material, y la masa de un volumen igual de agua destilada, libre de gas, a la misma temperatura.
- 2.2 *Densidad bulk* – Es la masa del material por metro cúbico (o pie cúbico) del material a una determinada temperatura, generalmente a 25° C (77° F) para mezclas asfálticas.

### 3 RESUMEN DEL MÉTODO

---

- 3.1 El espécimen se sumerge en un baño de agua a 25° C y se mide y anota su masa bajo el agua. Se saca la probeta del agua, se seca rápidamente con un trapo húmedo y se pesa al aire. La diferencia entre las dos masas se emplea para medir la masa de un volumen igual de agua a 25° C.
- 3.2 El método de ensayo proporciona una guía para la determinación de la masa del espécimen seco. La gravedad específica se calcula a partir de estas masas. La densidad se obtiene multiplicando la gravedad específica bulk del espécimen por la densidad del agua.

## 4 IMPORTANCIA Y USO

---

- 4.1** Los resultados obtenidos al aplicar este método de ensayo se pueden usar para calcular el peso unitario de mezclas asfálticas densas compactadas y obtener, junto con los resultados del ensayo descrito en la norma INV E-736, el porcentaje de vacíos con aire. A su turno, estos valores se pueden usar para determinar el grado relativo de compactación.
- 4.2** Como la gravedad específica es adimensional, es necesario convertirla en densidad para los cálculos que requieran unidades. Esta conversión se efectúa multiplicando la gravedad específica a una temperatura dada, por la densidad del agua a la misma temperatura.

## 5 EQUIPO

---

- 5.1** *Balanza* – Con capacidad adecuada y sensibilidad suficiente para que las gravedades específicas bulk se puedan calcular al menos con cuatro cifras significativas, esto es, con tres cifras decimales como mínimo. Deberá estar provista de un dispositivo de suspensión adecuado que permita pesar el espécimen, cuando está suspendido bajo el centro del platillo de la balanza. Para evitar lecturas erróneas por el desplazamiento excesivo, se debe usar un alambre o cuerda de pesca del tamaño práctico más pequeño para suspender el espécimen y el dispositivo sostenedor. No se deben utilizar cadenas o cordones. Balanzas con sensibilidad de 0.1 g o mayor resultan adecuadas.

*Nota 1: Las gravedades específicas son un cociente, su valor no tiene más cifras significativas que el dividendo y el divisor. Para tener su resultado por lo menos con cuatro cifras significativas, la determinación de las masas que intervienen en su cálculo se debe hacer con cuatro cifras significativas. Por ejemplo, una sensibilidad de 0.1 g proporcionará cuatro cifras significativas en el rango de masa entre 100.1 y 999.9 g.*

- 5.2** *Baño con agua* – Para inmersión del espécimen a  $25 \pm 1^\circ \text{C}$  ( $77 \pm 1.8^\circ \text{F}$ ) mientras se halle suspendido de la balanza, provisto con un rebosadero para mantener el agua a un nivel constante. El uso del rebosadero es obligatorio.

*Nota 2: No es necesario que el baño de agua sea un dispositivo sofisticado. Se puede usar cualquier método que permita mantener la temperatura a  $25 \pm 1^\circ \text{C}$  ( $77 \pm 1.8^\circ \text{F}$ ).*

## 6 NORMALIZACIÓN

---

- 6.1 La balanza, los termómetros y el horno se deben calibrar al menos una vez al año.

## 7 MUESTRAS

---

- 7.1 Los especímenes para ensayo pueden ser mezclas moldeadas en el laboratorio o tomadas de pavimentos asfálticos.
- 7.2 Las muestras se pueden obtener en el campo de acuerdo con la norma INV E-731.
- 7.3 Los especímenes de pavimentos compactados se deberán tomar con barrena saca núcleos, sierra de diamante o de carborundo (carburo de silicio), o por otros medios convenientes.

## 8 ESPECÍMENES PARA ENSAYO

---

- 8.1 *Tamaño de los especímenes* – Se recomienda: (1) que el diámetro de los especímenes cilíndricos moldeados o provenientes de núcleos, o la longitud de los lados de especímenes aserrados sean, al menos, iguales a cuatro veces el tamaño máximo del agregado, y (2) que el espesor de los especímenes sea al menos de una y media veces el tamaño máximo del agregado.
- 8.2 Se deberá tener cuidado con el fin de evitar distorsiones, pandeos o agrietamiento de los especímenes durante y después de su remoción de los pavimentos o del molde. Los especímenes se deberán almacenar en un sitio fresco y seguro.
- 8.3 Los especímenes deberán estar libres de materiales extraños tales como capas de sello, riegos de liga, imprimaciones, materiales de fundación, papeles u hojas. Cuando la presencia de estos materiales sea evidente, se pueden quitar mediante aserrado. Se puede usar un cepillo de cerdas metálicas para remover trazas de papel, suelo u hojas.
- 8.4 Si se desea, los especímenes se pueden separar de las restantes capas de pavimento aserrándolos o mediante otros métodos adecuados.

## 9 PROCEDIMIENTO

**9.1** *Para núcleos u otros especímenes que puedan contener humedad o solventes –* Solamente los que se sabe que están completamente secos (especímenes preparados en el laboratorio con agregados secos) se ensayarán de acuerdo con lo indicado en el numeral 9.2. Se asume que todos los demás contienen humedad o solventes y se procederá de acuerdo con este numeral y sus sub-numerales. La secuencia de ensayo de acuerdo con el numeral 9.1 es: en agua, saturado y superficialmente seco (SSS) y seco.

**9.1.1** *Masa del espécimen en agua –* Se sumerge el espécimen en un baño con agua a  $25 \pm 1^\circ \text{C}$  ( $77 \pm 1.8^\circ \text{F}$ ) durante  $4 \pm 1$  minutos y luego se determina la masa en el agua (Figura 733 - 1), cuidando que no queden burbujas de aire atrapadas bajo el espécimen. Se registra esta masa como C. Si la temperatura del espécimen difiere de la del baño en más de  $2^\circ \text{C}$  ( $3.6^\circ \text{F}$ ), el espécimen se deberá sumergir en el baño entre 10 y 15 minutos en cambio de  $4 \pm 1$  minutos. Cada espécimen se debe sumergir y pesar individualmente.

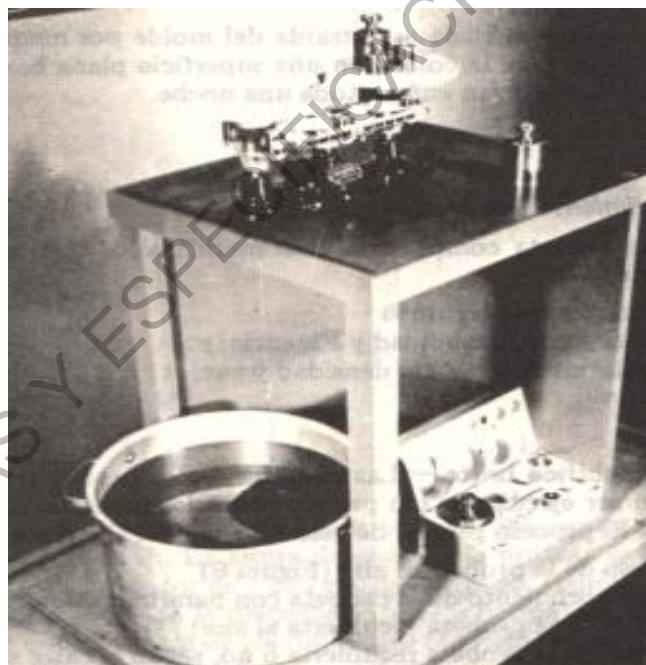


Figura 733 - 1. Determinación de la masa del espécimen sumergido en agua

**9.1.2** *Masa del espécimen saturado y con superficie seca (SSS) en el aire –* Se saca el espécimen del agua, seca rápidamente su superficie con una toalla húmeda (Figura 733 - 2) y luego se determina la masa pesando en el aire. Se registra esta masa como B.



Figura 733 - 2. Secado superficial del espécimen

- 9.1.3 Masa del espécimen secado al horno** – Después de determinar las masas en el agua y en condición saturada y superficialmente seca (SSS), se seca el espécimen hasta masa constante en un horno a  $110 \pm 5^\circ \text{C}$  ( $230 \pm 9^\circ \text{F}$ ). Se deja enfriar el espécimen y se determina su masa en el aire. Se registra esta masa como A. Se pueden usar otros métodos para secar el espécimen, siempre y cuando el resultado no difiera en más de 0.1 % en relación con el que se acaba de describir.

*Nota 3: El secado del espécimen a la temperatura requerida  $110^\circ \text{C}$  ( $230^\circ \text{F}$ ) puede cambiar las características y la forma del espécimen. Esto hará que el espécimen sea inadecuado para pruebas posteriores a la determinación de su masa seca. El secado del espécimen a una temperatura reducida de  $52^\circ \text{C}$  ( $125^\circ \text{F}$ ), para que permanezca intacto, no reúne los requisitos exigidos por este método de ensayo.*



Figura 733 - 3. Determinación de la masa del espécimen en el aire

- 9.1.3.1** Se puede usar el secado en microondas (norma INV E-810) u otros métodos aprobados para secar la muestra, si ésta no es sobrecalentada y existe documentación que demuestre que los resultados sean equivalentes a los de secado al horno El

intervalo de tiempo para las mediciones de masa hasta masa constante debe ser suficiente para asegurar que todos los solventes y la humedad se han perdido. Este intervalo depende del tamaño del espécimen y puede ser determinado por experimentación y confirmado mediante comparaciones de secado al horno. Debe existir documentación para validar estos intervalos.

**9.2** *Para especímenes completamente secos preparados en el laboratorio:*

**9.2.1** *Masa en el aire del espécimen seco* – Se determina la masa pesando el espécimen después de que haya permanecido al menos durante 1 hora en el aire, a la temperatura ambiente. Se registra esta masa como A.

**9.2.2** *Masa del espécimen en agua* – Se usa el procedimiento descrito en el numeral 9.1.1.

**9.2.3** *Masa en el aire del espécimen saturado y superficialmente seco (SSS)* – Tras pesarlo en el agua, se saca el espécimen del baño y se seca rápidamente su superficie con una toalla húmeda y, a continuación, se pesa en el aire. Se registra esa masa como B.

## 10 CÁLCULOS

**10.1** Se calcula la gravedad específica bulk del espécimen con la siguiente expresión:

$$\text{Gravedad específica bulk} = \frac{A}{B - C} \quad [733.1]$$

Donde: A: Masa del espécimen seco en el aire, g;

B – C: Masa del volumen de agua correspondiente al volumen del espécimen a 25°C;

B: Masa en el aire del espécimen saturado y superficialmente seco (SSS), g;

C: Masa del espécimen sumergido en agua, g.

**10.2** Se calcula la densidad del espécimen mediante la expresión:

$$\text{Densidad} = \text{Gravedad específica bulk} \times 997.0 \quad [733.2]$$

Donde: 997.0 = Densidad del agua a 25° C en kg/m<sup>3</sup> (0.9970 g/cm<sup>3</sup>).

*Nota 4: Si se quiere expresar la densidad en sistema inglés (lb/pie<sup>3</sup>), la gravedad específica bulk se deberá multiplicar por 62.24.*

**10.3** Se calcula el porcentaje de agua absorbida por el espécimen (con respecto al volumen) como sigue:

$$\% \text{ de agua absorbida por volumen} = \frac{B - A}{B - C} \times 100 \quad [733.3]$$

**10.4** Si el porcentaje de agua absorbida por el espécimen es mayor de 2 %, se debe determinar la gravedad específica con los métodos de las normas INV-734 o INV E-802.

## 11 INFORME

**11.1** Se deberá incluir en el informe lo siguiente:

**11.1.1** Gravedad específica bulk de la mezcla, con tres decimales como: gravedad específica a 25° C.

**11.1.2** Densidad de la mezcla con cuatro cifras significativas en kg/m<sup>3</sup> o lb/pie<sup>3</sup> como: densidad a 25° C.

**11.1.3** Tipo de mezcla.

**11.1.4** Tamaño del espécimen.

**11.1.5** Absorción de agua, %.

## 12 PRECISIÓN Y SESGO

- 12.1 Precisión** – En la Tabla 733 - 1 se presentan los valores de repetibilidad y reproducibilidad al ensayar especímenes con agregados cuya absorción era 1.5 % o menor. En el estudio participaron 26 laboratorios y se elaboraron, por triplicado, probetas de 150 mm de diámetro y con 4.5 % de vacíos con aire, empleando dos tamaños máximos de agregado: 12.5 mm y 19 mm.
- 12.2 Sesgo** – No se presenta información sobre sesgo, por cuanto no se dispone de un material con un valor de referencia aceptado.

Tabla 733 - 1. Estimativos de precisión

CONDICIONES Y TIPO DE ENSAYO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (1s)	RANGO ACEPTABLE ENTRE 2 RESULTADOS (d2s)
<i>Precisión de un solo operador</i>		
Agregado de tamaño máximo nominal = 12.5 mm	0.008	0.023
Agregado de tamaño máximo nominal = 19 mm	0.013	0.037
<i>Precisión entre varios laboratorios</i>		
Agregado de tamaño máximo nominal = 12.5 mm	0.015	0.042
Agregado de tamaño máximo nominal = 19 mm	0.015	0.042

## 13 NORMAS DE REFERENCIA

ASTM D 2726 – 11