

## MEDIDA DE LA MACROTEXTURA SUPERFICIAL DE UN PAVIMENTO EMPLEANDO LA TÉCNICA VOLUMÉTRICA

INV E – 791 – 13

### 1 OBJETO

---

- 1.1 Esta norma describe un procedimiento para la determinación de la profundidad media de la macrotextura superficial de un pavimento, mediante la aplicación de un volumen conocido de material granular sobre la superficie y el subsiguiente cálculo del área total cubierta.
- 1.2 Los resultados obtenidos empleando este procedimiento no coinciden o correlacionan necesariamente de manera directa con los obtenidos empleando otros métodos de determinación de la profundidad media de macrotextura del pavimento.
- 1.3 Esta norma reemplaza la norma INV E-791-07.

### 2 DEFINICIONES

---

- 2.1 *Macrotextura del pavimento* – Desviaciones de la superficie de un pavimento respecto de una superficie completamente plana con dimensiones características de longitud de onda entre 0.5 y 50 mm (0.02 y 2"), y una amplitud que varía entre 0.1 y 20 mm (0.004 y 0.8").

### 3 RESUMEN DEL MÉTODO

---

- 3.1 Los materiales normales y el equipo de ensayo son los siguientes: una cantidad determinada de un material granular uniforme, un recipiente de volumen conocido, una pantalla cortavientos, cepillos para la limpieza de la superficie, un disco plano para distribuir el material sobre la superficie y un elemento que permita estimar el área cubierta por el material (Figura 791 - 1). También, se recomienda el empleo de una balanza de laboratorio para asegurar la consistencia de las cantidades empleadas en cada muestra de ensayo.



Figura 791 - 1. Elementos para medir la profundidad de macrotextura superficial

- 3.2** El ensayo consiste en la extensión de un volumen conocido de material granular sobre la superficie de pavimento limpia y seca, midiendo el área cubierta y calculando posteriormente la profundidad media entre el fondo de los vacíos superficiales del pavimento y la parte superior de las partículas del agregado de éste. Esta medida de la profundidad de textura refleja las características de la macrotextura del pavimento.

*Nota 1: Al distribuir el material especificado en este método de ensayo, los vacíos superficiales son completamente llenados a nivel con las cúspides de las partículas de los agregados circundantes (Figura 791 - 2). El método de ensayo no se considera apropiado en pavimentos con superficies ranuradas o con grandes vacíos superficiales ( $\geq 25$  mm).*

- 3.3** El material por emplear en el ensayo puede ser, en principio, cualquiera granulado, uniforme y estable, con tamaño de grano adecuado a la macrotextura del pavimento. Está muy generalizado el empleo de arena silíceo, aunque la tendencia es sustituirla por esferas de vidrio. Esta norma de ensayo presenta el empleo de ambos materiales, aunque se recomienda el uso de las esferas de vidrio.

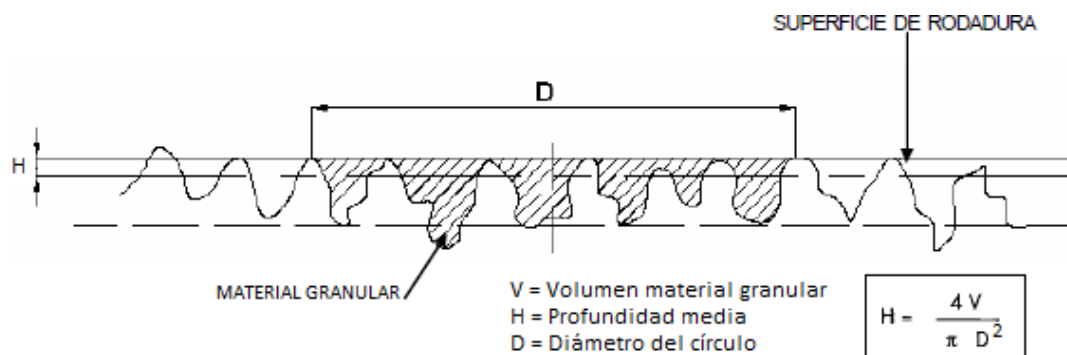


Figura 791 - 2. Macrotextura superficial mediante la técnica volumétrica

## 4 IMPORTANCIA Y USO

---

- 4.1** La macrotextura juega un papel principal en las características de fricción de las superficies de los pavimentos en condición húmeda, en especial a velocidades elevadas.
- 4.2** El método de ensayo descrito en esta norma es apropiado para la ejecución de ensayos de campo tendientes a determinar la profundidad media de macrotextura de una superficie de pavimento. Cuando se usan en conjunto con otros ensayos físicos, los valores de profundidad de macrotextura derivados de este ensayo se pueden emplear para determinar la capacidad de resistencia al deslizamiento del pavimento y la idoneidad de los materiales empleados o de su puesta en obra. Cuando se use con otros ensayos, se debe cuidar que todas las pruebas se realicen en el mismo emplazamiento.
- 4.3** Las medidas de profundidad de textura obtenidas mediante este ensayo están influenciadas por las características de macrotextura del pavimento y no son afectadas significativamente por su microtextura. Las características referentes al tamaño de las partículas del agregado, su forma y su distribución no quedan consideradas en este procedimiento; por lo tanto, no se pretende que el ensayo provea una evaluación completa de las características de textura superficial del pavimento.
- 4.4** Los valores de la profundidad de macrotextura medidos mediante este ensayo con el equipo y los procedimientos especificados aquí, no coinciden o correlacionan necesariamente con otras técnicas de medida de la textura superficial. Este ensayo es apropiado para la investigación y desarrollo si se realizan comparaciones directas entre superficies de pavimento dentro de un mismo programa de ensayos.

## 5 SEGURIDAD

---

- 5.1** Cuando estos ensayos se realizan en carreteras abiertas a la circulación, el equipo y el operario invaden un área del pavimento obstruyendo el tránsito. Por lo tanto, se deberán tomar todas las medidas adecuadas para conseguir una zona de trabajo segura, conforme a los reglamentos vigentes.

## 6 MATERIALES Y EQUIPO

- 6.1** *Material granular* – Pueden ser esferas de vidrio (recomendado) o una arena silíceas (optativo).
- 6.1.1** *Esferas de vidrio* – Resistentes y esencialmente esféricas. Su granulometría será tal, que al menos el 90 % en masa pase por el tamiz de 250  $\mu\text{m}$  (No. 60) y quede retenida en el tamiz de 180  $\mu\text{m}$  (No. 80).
- 6.1.2** *Arena silícea* – Se utilizan dos tipos de arena silícea de río, de grano redondeado, lavada y secada en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ , y con las siguientes granulometrías:
- 6.1.2.1** Arena tipo 50 – 100, que pasa por el tamiz de 300  $\mu\text{m}$  (No. 50) y queda retenida en el tamiz de 150  $\mu\text{m}$  (No. 100).
- 6.1.2.2** Arena tipo 100 – 200, que pasa por el tamiz de 150  $\mu\text{m}$  (No. 100) y queda retenida en el tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (No. 200).
- 6.2** *Recipientes* – Tres recipientes para tres medidas diferentes del volumen del material, constituidos por tubos cilíndricos de latón o plástico duro, cerrado por uno de sus extremos, con el diámetro interior y las alturas necesarias para que sus volúmenes sean, respectivamente, de  $50\,000 \pm 200\text{ mm}^3$ ,  $25\,000 \pm 150\text{ mm}^3$  y  $10\,000 \pm 100\text{ mm}^3$ .
- 6.3** *Dispositivo para extender el material granular* – Disco plano y duro de unos 25 mm (1") de espesor y de 50 a 75 mm (2 a 3") de diámetro. Un disco para el juego de hockey sobre hielo resulta adecuado para utilizar como elemento de caucho duro en este ensayo (Figuras 791 - 1 y 791 - 3a). Alternativamente, se puede emplear un disco de madera plano cuya superficie inferior lleve adherida una zapata de caucho duro del diámetro anteriormente indicado, y la superior un mango (Figura 791 - 3b).
- 6.4** *Cepillos* – Uno de alambre duro y otro de cerdas blandas, utilizados para la limpieza de la superficie de ensayo antes de aplicar el material granular (Figura 791 - 1).
- 6.5** *Pantalla cortaviento* – Formada por varias chapas metálicas rectangulares unidas de manera que se pueda formar con ellas una barrera poligonal alrededor del emplazamiento del ensayo, para impedir la acción directa del viento sobre el mismo (Figura 791 - 1). Como sustituto se puede utilizar un neumático de camión (Figura 791 - 4).



Figura 791 - 3. Dispositivos para extender el material granular

- 6.6 *Recipientes* – De boca ancha y de unos 2 litros de capacidad, para el almacenamiento y el transporte del material granular.
- 6.7 *Compás de puntas* – Para medir diámetros de hasta 400 mm.
- 6.8 *Regla* – Metálica o de plástico de 300 mm (12") de longitud como mínimo y graduada en milímetros o en 0.1".
- 6.9 *Balanza* – De laboratorio, con sensibilidad de 0.1 gr, cuyo uso se recomienda para un control adicional y asegurar la consistencia de las cantidades empleadas en cada muestra de ensayo.



Figura 791 - 4. Neumático de camión empleado como pantalla cortaviento

## 7 PROCEDIMIENTO

### 7.1 Área de ensayo:

- 7.1.1 Se examina la superficie del pavimento en el que se van a realizar las medidas y se selecciona una zona representativa seca y homogénea del

tramo o sector en estudio, que no presente de manera aislada grietas, desprendimientos de partículas, exudación o cualquier otro deterioro.

- 7.1.2** Se limpia cuidadosamente la zona seleccionada utilizando los cepillos, primero el metálico y después el blando. La zona deberá quedar exenta de cualquier partícula suelta o residuo. A continuación, se instala la pantalla cortavientos alrededor del punto de ensayo.

**7.2** *Muestra de material:*

- 7.2.1** Si se utilizan esferas de vidrio (procedimiento recomendado), se deberá emplear una cantidad tal, que llene el recipiente de  $25\ 000\text{mm}^3$  ( $25\text{ cm}^3$ ).
- 7.2.2** Si se emplea la arena silícea, se empleará el recipiente adecuado de los tres mencionados en el numeral 6.2, de manera que, dependiendo de la textura de la superficie que se ensaya, el radio del círculo de arena sobre la superficie esté comprendido entre 5 y 18 cm. El tamaño máximo del grano de arena empleado no podrá ser superior a la profundidad media obtenida.

**7.3** *Llenado del recipiente cilíndrico:*

- 7.3.1** Se llena el recipiente adecuado, con el material granular seleccionado (esferas de vidrio o arena silícea) seco, y se golpea suavemente la base del recipiente varias veces contra una superficie rígida; se añade más material para llenar el recipiente hasta el borde, enrasándolo finalmente con la regla. Si se dispone de la balanza, se determina la masa del material granular en el recipiente, por diferencia con la tara. Esta masa se puede emplear como referencia para los ensayos subsiguientes.

**7.4** *Ejecución del ensayo:*

- 7.4.1** Se vierte el contenido del material granular, medido en el recipiente, sobre el punto de ensayo. Se esparce el material con esmero, de manera que forme una superficie circular. Esta operación se debe realizar con el dispositivo mencionado en el numeral 6.3, realizando movimientos rotatorios hasta conseguir un área enrasada lo más circular posible en la que el material granular (esferas o arena) rellene todas las oquedades y depresiones de la superficie del pavimento. El movimiento de esparcimiento debe ser suave, sin ejercer presión,

hasta que la zapata o disco de caucho haga contacto con las puntas del agregado en el pavimento.

- 7.4.2** Con ayuda del compás de puntas y la regla se determina el diámetro del área circular formada por el material granular, en 4 líneas diametrales regularmente espaciadas a 45°. El valor numérico de cada uno de los 4 diámetros se obtiene llevando el compás de puntas, sin modificar su abertura, sobre la regla graduada en milímetros (nota 2). Se calcula el valor medio de las cuatro medidas de diámetro, el cual se expresa en milímetros (nota 3).

*Nota 2: Los diámetros también se pueden medir directamente con la regla.*

*Nota 3: Si la superficie del pavimento es lisa, los diámetros del círculo pueden superar los 300 mm en cuyo caso se recomienda utilizar la mitad del volumen normal del material.*

## 7.5 Número de mediciones:

- 7.5.1** En cada emplazamiento o sección del pavimento se deben realizar, al menos, cuatro (4) determinaciones separadas aleatoriamente como mínimo un metro (1 m) entre sí. La media aritmética de estas determinaciones es el valor numérico de la profundidad media de macrotextura de la superficie en el emplazamiento o sección considerados.

## 8 CÁLCULOS

### 8.1 Volumen del cilindro:

- 8.1.1** Empleando la siguiente expresión, se calcula el volumen interno del recipiente que se va a utilizar.

$$V = \frac{\pi d^2 h}{4} \quad [791.1]$$

Donde: V: Volumen interno del cilindro, mm<sup>3</sup> (pg<sup>3</sup>); d:

Diámetro interior del cilindro, mm (pg.); h:

Altura del cilindro, mm (pg.).

## 8.2 Profundidad media de macrotextura:

**8.2.1** Se calcula la profundidad media de macrotextura, H, con aproximación de 0.01 mm, con la expresión:

$$H = \frac{4V}{\pi D^2} \quad [791.2]$$

Donde: H: Profundidad media de macrotextura, mm;

V: Volumen del material granular (igual al del recipiente), mm<sup>3</sup>;

D: Diámetro promedio del círculo del material granular, mm.

**8.3** Se tomará como resultado del ensayo el valor promedio de al menos cuatro (4) determinaciones, obtenidas como se indica en el numeral 7.5.

## 9 INFORME

**9.1** Junto con el resultado del ensayo, determinado según la Sección 8 de esta norma, el informe referirá las siguientes circunstancias:

**9.1.1** Localización e identificación de la superficie de ensayo.

**9.1.2** Fecha y hora de la prueba.

**9.1.3** Volumen del material granular empleado, mm<sup>3</sup>.

**9.1.4** Número de determinaciones por ensayo.

**9.1.5** Diámetro medio de cada área circular, mm.

**9.1.6** Profundidad media de macrotextura por cada emplazamiento, mm con aproximación a 0.01 mm.

**9.1.7** Profundidad media de macrotextura para todo el tramo o sección del pavimento en estudio.



## 10 PRECISIÓN Y SESGO

---

**10.1** *Ensayo con arena* – Cuando las medidas se repiten en emplazamientos diferentes en el mismo tramo de ensayo, la desviación estándar es  $0.4/\sqrt{n}$ , siendo  $n$  el número de ensayos, cada uno de ellos basado en 10 determinaciones.

**10.2** *Ensayo con esferas de vidrio* – Ensayos realizados sobre muestras de laboratorio con profundidades medias de macrotextura comprendidas entre 0.5 y 1.2 mm, dieron los siguientes resultados:

**10.2.1** La desviación estándar en condiciones de repetibilidad (ensayos realizados por el mismo operador) es igual o menor al 1 % de la profundidad medida de macrotextura.

**10.2.2** La desviación estándar en condiciones de reproducibilidad es igual o menor al 2 % de la profundidad medida de macrotextura.

**10.2.3** La desviación estándar de ensayos realizados sobre emplazamientos definidos aleatoriamente en una sección homogénea de pavimento, puede alcanzar valores del 27 % de la profundidad media de macrotextura. Esto implica la realización de gran número de determinaciones si se quiere estimar este parámetro con cierta seguridad para los tipos de pavimento que presenten grandes variaciones de textura, a pesar del hecho de que el método presenta una alta repetibilidad y no está sujeto a grandes influencias metodológicas.

## 11 NORMAS DE REFERENCIA

---

ASTM E 965 – 96 (reaprobada

2006)NLT 335/00