

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS EXTRAÍDOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

INV E – 782 – 13

1 OBJETO

- 1.1 Esta norma describe un procedimiento para determinar la granulometría de los agregados gruesos y finos recuperados de las mezclas asfálticas, empleando tamices con malla de abertura cuadrada.
- 1.2 Esta norma reemplaza la norma INV E-782-07.

2 IMPORTANCIA Y USO

- 2.1 Esta norma se utiliza para determinar la gradación de los agregados extraídos de una mezcla asfáltica. Los resultados del ensayo permiten determinar la conformidad de la granulometría con la especificación aplicable y suministran datos útiles para el control de la producción de los diferentes agregados usados en la fabricación de mezclas asfálticas.

3 EQUIPO

- 3.1 *Balanza* – La balanza debe tener una capacidad suficiente, con posibilidad de lectura de 0.1 g y exactitud de 0.1 g o 0.1 % de la carga de ensayo, la que sea mayor dentro del rango de uso.
- 3.2 *Tamices* – Con mallas de aberturas cuadradas, montados sobre bastidores resistentes, contruidos de manera de evitar pérdidas de material durante el tamizado. Se debe disponer de la serie de tamices necesaria para obtener la información deseada de acuerdo con la especificación aplicable al material que se ensaya.
- 3.3 *Tamizadora mecánica* – De uso opcional. Deberá impartir a los tamices un movimiento vertical, o lateral y vertical, con el fin de que las partículas que se encuentren sobre ellos reboten y giren tomando diferentes posiciones sobre las mallas de los tamices. La acción de tamizado deberá ser tal, que el criterio de tamizado adecuado que se menciona en el numeral 5.8 se satisfaga en un período razonable.

- 3.4** *Horno* – De temperatura regulable, de tamaño adecuado y capaz de mantener una temperatura uniforme de $110 \pm 5^\circ \text{C}$ ($230 \pm 9^\circ \text{F}$).
- 3.5** *Recipiente* – Bandeja o cubeta de tamaño suficiente para contener la muestra cubierta con agua y permitir una agitación vigorosa de ella sin que se produzcan pérdidas de partículas del agregado.

4 MUESTRA

- 4.1** La muestra empleada será la totalidad del agregado de la mezcla asfáltica obtenida según las normas INV E-729 o INV E-732.
- 4.1.1** El agregado extraído mediante el método de ignición descrito en la norma INV E-729 no se deberá emplear para el análisis granulométrico, si el factor de calibración obtenido con la fórmula mencionada en la Sección 11 de dicha norma es mayor de 1.0 (nota 1).

Nota 1: Las temperaturas aplicadas durante el ensayo de ignición (norma INV E-729) pueden causar algunos deterioros a las partículas del agregado como, por ejemplo, calcinación de algunos carbonatos minerales y transiciones de fase en el cuarzo. Estas reacciones pueden generar roturas de partículas, dando lugar a gradaciones más finas que las del material originalmente usado en la elaboración de la mezcla.

- 4.2** El tamaño de la muestra de ensayo depende del tamaño máximo nominal del agregado que se ensaya, según lo indicado en la Tabla 782 - 1.

Tabla 782 - 1. Tamaño de la muestra

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO		MASA MÍNIMA DE LA MUESTRA, kg
mm	TAMIZ ESTÁNDAR	
4.75	No. 4	0.5
9.5	3/8"	1.0
12.5	1/2"	1.5
19.0	3/4"	2.0
25.0	1"	3.0
37.5	1 1/2"	4.0

5 PROCEDIMIENTO

- 5.1** Se secan los agregados en el horno a $110 \pm 5^\circ \text{C}$ ($230 \pm 9^\circ \text{F}$) hasta conseguir masa constante. Se determina ésta con aproximación a 0.1 % de la masa seca

de la muestra. La masa total del agregado en la mezcla asfáltica es la suma de las masas de los agregados secados y del material contenido en el asfalto extraído. Si los agregados se han obtenido mediante la norma INV E-732, este último corresponde a la suma de la masa de ceniza en el extracto más el aumento de masa del elemento filtrante, según se indica en dicha norma.

- 5.2** La muestra del agregado, una vez secada y pesada, se coloca en un recipiente apropiado y se cubre completamente con agua. Se añade una cantidad suficiente de un agente humectante para facilitar el mojado de los agregados y asegurar una separación completa del material fino, menor de 75 μm (No. 200), de las partículas más gruesas. El material contenido en el recipiente se debe agitar vigorosamente para lograr la separación de las partículas menores de 75 μm (No. 200) y que queden en suspensión, de manera que se puedan remover por decantación del agua de lavado. El vertimiento del agua de lavado se hace sobre un ensamble de dos tamices, el de 2.0 mm o el de 1.18 mm (No. 10 o No. 16) sobreimpuesto al de 75 μm (No. 200). El empleo de una cuchara rígida grande es muy útil para agitar la muestra de agregado en el agua de lavado.

Nota 2: Los agentes humectantes pueden incluir cualquier agente dispersante, como un detergente líquido o un jabón que promueva la separación de material fino de las partículas gruesas. Se debe incluir suficiente humectante para producir una pequeña cantidad de espuma al agitar la muestra. La cantidad de humectante dependerá de la dureza del agua y de la calidad del agente. Si se produce demasiada espuma, ella podrá desbordar los tamices y arrastrar con ella parte del material.

- 5.3** Se deberá tener cuidado para evitar la decantación de partículas gruesas. La operación descrita en el numeral anterior se deberá repetir hasta que se remueva todo el agente humectante y el agua de lavado salga clara.
- 5.4** Todo el material retenido sobre el conjunto formado por los dos tamices se pasa de nuevo al recipiente de los agregados, se seca en el horno a una temperatura que no exceda la usada para compactar la mezcla en el laboratorio en más de 5° C (9° F) ni sea menor de 105° C (221° F) y, finalmente, se pesa con una aproximación de 0.1 % respecto de la masa inicial de la muestra seca.
- 5.5** El agregado, una vez seco y debidamente pesado, se tamiza entonces por los tamices requeridos por la especificación aplicable a la mezcla, incluyendo el tamiz de 75 μm (No. 200). Se determina y anota la masa del material que pasa cada tamiz y queda retenido en el siguiente, así como la que pasa el tamiz de 75 μm (No. 200). Se verifica que la suma de las masas acabadas de determinar coincida con la masa seca total después del lavado ± 0.2 %. La masa del material que pasó el tamiz de 75 μm (No. 200) por tamizado se añade a la del

material mineral contenido en el asfalto y a la del material fino removido por lavado, con el fin de obtener el total que pasa dicho tamiz. Si se desea verificar la masa de material lavado a través del tamiz de 75 μm (No. 200), se evapora el agua de lavado hasta la sequedad o se filtra por un papel de filtro tarado que luego se seca y se vuelve a pesar. Las masas de las fracciones retenidas en los diferentes tamices y el pasante del tamiz de 75 μm (No. 200) se convierten en porcentajes, dividiendo cada una de ellas por la masa total de agregado determinada en el paso 5.1.

- 5.6** Los tamices se deben haber insertado en orden descendente de tamaño de abertura, colocando luego la muestra sobre el tamiz superior (el de mayor abertura). El tamizado se realiza agitando el juego de tamices manualmente o con el agitador mecánico durante un período suficiente, establecido por tanteos o verificado sobre la muestra real de ensayo, para cumplir el criterio de eficiencia del tamizado que se describe en el numeral 5.7.
- 5.7** Se debe limitar la cantidad de material sobre un tamiz dado, para que todas las partículas tengan oportunidad de alcanzar las aberturas del tamiz varias veces durante la operación de tamizado. Para los tamices con aberturas menores de 4.75 mm (No. 4), la masa retenida en cualquier tamiz durante la realización del tamizado no debe exceder de 6 kg por m^2 de superficie de tamiz. Para los tamices con aberturas de 4.75 mm (No. 4) y mayores, la masa en kg/m^2 de superficie de tamiz no debe exceder el producto de $2.5 \times$ la abertura del tamiz en mm. En ningún caso, la masa deberá ser tan grande que produzca una deformación permanente en la malla del tamiz.

Nota 3: La carga de 6 kg/m^2 se obtiene con una cantidad de 194 g para los tamices usuales de 203 mm de diámetro. La cantidad de material retenida en un tamiz se puede regular por: (1) la introducción de un tamiz con las aperturas inmediatamente mayores sobre el tamiz dado, o (2) tamizando la muestra en varias porciones.

- 5.8** Se continúa el tamizado por un período suficiente, de forma que después de concluido, no pase más del 0.5 % de la masa de la muestra total por ningún tamiz durante un minuto de tamizado continuo a mano, realizado de la siguiente manera: Se toma individualmente cada tamiz, con su tapa y un fondo que ajuste sin holgura, con la mano en una posición ligeramente inclinada. Se golpea secamente el lado del tamiz, con un movimiento hacia arriba contra la palma de la otra mano, a razón de 150 veces por minuto, girando el tamiz aproximadamente $1/6$ de vuelta en cada intervalo de 25 golpes. En la determinación de la eficiencia del tamizado para tamaños con aberturas mayores que las del tamiz de 4.75 mm (No. 4), el material sobre el tamiz se debe limitar a una sola capa de partículas.

6 CÁLCULOS

- 6.1** Los resultados del análisis de tamizado se calculan de la siguiente manera: (1) porcentajes totales que pasan cada tamiz, (2) porcentajes totales retenidos en cada tamiz, o (3) porcentajes retenidos entre tamices consecutivos, dependiendo de la manera como lo exija la especificación para la cual se realiza el ensayo. Los porcentajes se calculan con aproximación a 0.1 %.

7 INFORME

- 7.1** Dependiendo de la exigencia de la especificación aplicable al agregado ensayado, la información se podrá presentar de diferentes formas:

7.1.1 Porcentaje total de material que pasa por cada uno de los tamices.

7.1.2 Porcentaje total de material retenido en cada tamiz y porcentaje retenido acumulado en cada uno de los tamices.

7.1.3 Porcentaje de material retenido entre dos tamices consecutivos.

- 7.2** Estos porcentajes se expresarán en el informe redondeando al número entero más próximo, excepto para el tamiz de 75 μm (No. 200), cuyo valor se debe expresar redondeado a 0.1 %.

8 PRECISIÓN Y SESGO

- 8.1** *Precisión* – La estimación de la precisión para este método de prueba se presenta en la Tabla 782 - 2. Los valores en la tabla son dados para diferentes rangos del porcentaje total de agregado que pasa un tamiz. Los datos se basan en un análisis de los resultados de ensayos realizados por un grupo de 47 a 133 laboratorios que ensayaron 14 pares de muestras de ensayos de suficiencia (muestras 1 a 28).

Tabla 782 - 2. Precisión

	PORCENTAJE TOTAL DE MATERIAL QUE PASA UN TAMIZ		% DESVIACIÓN ESTÁNDAR (1s)	RANGO ACEPTABLE DE DOS RESULTADOS, % (d2s)
Agregado extraído: ^A				
	<100	≥95	0.5	1.4
	<95	≥40	1.0	2.9
	<40	≥25	0.7	2.0
<i>Precisión de un solo operador</i>	<25	≥10	0.4	1.2
	<10	≥5	0.3	0.9
	<5	≥2	0.2	0.6
	<2	≥0	0.2	0.5
	<100	≥95	0.5	1.5
	<95	≥40	1.2	3.5
	<40	≥25	0.9	2.7
<i>Precisión Multi-laboratorio</i>	<25	≥10	0.8	2.2
	<10	≥5	0.6	1.6
	<5	≥2	0.4	1.1
	<2	≥0	0.3	0.9

^A Las precisiones estimadas se basan en agregados con tamaños máximos nominales de 19 mm (¾") a 9.5 mm (3/8").

8.2 Sesgo – Este método de prueba no tiene sesgo, ya que los valores determinados se pueden definir únicamente en los términos de este método.

9 NORMAS DE REFERENCIA

ASTM D 5444 – 08