

## CANTIDAD DE PARTÍCULAS LIVIANAS EN UN AGREGADO PÉTREO

INV E – 221 – 13

### 1 OBJETO

---

- 1.1 Esta norma presenta un procedimiento para determinar el porcentaje de partículas livianas en los agregados pétreos, mediante su separación por suspensión en un líquido de gravedad específica elevada.
- 1.2 Esta norma reemplaza la norma INV E–221–07.

### 2 RESUMEN DEL MÉTODO

---

- 2.1 Empleando un líquido pesado, se separan del agregado pétreo las partículas livianas y se establece su cuantía como porcentaje de la masa total del agregado seco.

### 3 IMPORTANCIA Y USO

---

- 3.1 Mediante esta norma se determina el porcentaje de partículas livianas en los agregados pétreos, con el fin de verificar el cumplimiento de las especificaciones de los agregados a emplear en la elaboración de concretos hidráulicos.
- 3.2 El ensayo es útil, también, para identificar partículas porosas en actividades de investigación o en análisis petrográficos.

### 4 EQUIPO

---

- 4.1 *Balanzas* – Una con capacidad de 500 g y sensibilidad de 0.1 g, para el ensayo de agregados finos; y otra con capacidad mínima de 5000 g y sensibilidad de 1 g, como mínimo, para el ensayo de los agregados gruesos.
- 4.2 *Recipientes* – Adecuados para colocar las muestras para su secado y para contener el líquido de alta densidad durante la separación por suspensión.

- 4.3** *Tamices* – Con aberturas de 4.75 mm (No. 4) y 300  $\mu\text{m}$  (No. 50).
- 4.4** *Horno* – Capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5^\circ \text{C}$  ( $230 \pm 9^\circ \text{F}$ ).
- 4.5** *Colador* – Hecho de malla de alambre, con tejido cuadrado correspondiente al tamiz de 300  $\mu\text{m}$  (No. 50), y con forma y tamaño adaptados para separar las partículas que flotan en el líquido pesado.
- 4.6** *Medidor de gravedad específica* – Hidrómetro adecuado para líquidos de alta gravedad específica, capaz de medir la gravedad específica con aproximación de  $\pm 0.01$ .

## 5 LÍQUIDO PESADO

---

- 5.1** El líquido pesado puede ser uno de los siguientes (Ver numeral 5.1.4):
- 5.1.1** Una solución de cloruro de zinc en agua (para una gravedad específica hasta de 2.0).
  - 5.1.2** Una solución de bromuro de zinc en agua (para una gravedad específica cercana a 2.4).
  - 5.1.3** Una mezcla de líquidos orgánicos pesados, dosificados para alcanzar las gravedades específicas deseadas (nota 1).
  - 5.1.4** *Advertencia* – Los compuestos orgánicos clorados y bromados son altamente tóxicos y extremadamente peligrosos. Se deben usar en una campana (preferiblemente de tiro descendente) o al aire libre, y evitando inhalación o contacto con los ojos o la piel. Se deben manejar solamente por personal entrenado y calificado y almacenar en un lugar seguro. No hay ningún peligro particular proveniente de los vapores de las soluciones de cloruro de zinc (numeral 5.1.1) o de bromuro de zinc (numeral 5.1.2), pero se deben usar anteojos protectores y guantes para evitar el contacto con los ojos y la piel.
- 5.2** La gravedad específica del líquido pesado no debe variar durante el ensayo en  $\pm 0.01$  del valor especificado.

*Nota 1: Los líquidos sugeridos y sus gravedades específicas, son los siguientes: tetrabromoetano (2.95), dibromoetano (2.70), 2,6 tetracloroetano (1.63) y diclorometano (1.33). El tetrabromoetano es altamente tóxico; su uso es extremadamente peligroso y al calentarse emite vapores altamente tóxicos de bromo, bromuro hidrógeno y bromuro de carbono.*

## 6 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

- 6.1 La muestra se debe obtener de acuerdo con la norma INV E–201 y reducir a la fracción requerida para el ensayo, de acuerdo con la norma INV E–202.
- 6.2 Se seca la muestra hasta masa constante a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ \text{C}$ , ( $230 \pm 9^\circ \text{F}$ ) antes del ensayo y se tamiza para remover las partículas de tamaño inferior a los indicados en los numerales 7.1 y 7.2. La masa mínima de la muestra seca de ensayo debe ser la siguiente:

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO (TAMICES DE ABERTURAS CUADRADAS)		MASA MÍNIMA DE LA MUESTRA, g (lb)
4.75 mm o menor	(No.4 o menor)	200 (0.5)
9.5 mm	(3/8")	1500 (3.0)
12.5 mm a 19.0 mm	(½" a ¾")	3000 (7.0)
25 mm a 37.5 mm	(1" a 1 ½")	5000 (11.0)
50 mm o mayor	(2" o mayor)	10000 (22.0)

## 7 PROCEDIMIENTO

- 7.1 *Agregado fino* – Se deja enfriar la muestra a la temperatura ambiente, y se pasa por el tamiz de  $300 \mu\text{m}$  (No. 50), hasta cuando menos del 1 % del material retenido pase después de un minuto de tamizado continuo. Se determina la masa del material retenido en el tamiz de  $300 \mu\text{m}$  (No. 50), con aproximación a 0.1 g y, en seguida, se somete el material al proceso descrito en la norma INV E–222, hasta cuando el agregado alcance la condición de saturado con superficie seca (SSS). A continuación, se coloca la muestra dentro del recipiente con el líquido pesado. El volumen del líquido debe ser, al menos, tres veces el volumen absoluto del agregado. Se vierte el líquido, incluidas las partículas flotantes, en un segundo recipiente, pasándolo a través del colador, teniendo el cuidado de que solo las partículas que flotan se viertan en el colador. El líquido recogido en el segundo recipiente se devuelve al primero y, luego de agitar la muestra vigorosamente, se repite el proceso de decantación, hasta que la muestra esté libre de partículas flotantes. Las partículas decantadas contenidas en el colador se lavan en un solvente apropiado para removerles el líquido pesado. El alcohol es apropiado para los compuestos orgánicos clorados y bromados, y el agua para las soluciones de cloruro de zinc y de bromuro de zinc. Después del lavado, se permite que las partículas

decantadas se sequen. Con un cepillo, se retiran cuidadosamente las partículas del colador, se llevan a la balanza y se determina su masa con una aproximación de 0.1 g. Si se desea una determinación más precisa, las partículas decantadas se pueden secar a  $110 \pm 5^\circ \text{C}$  ( $230 \pm 9^\circ \text{F}$ ) hasta masa constante, para determinar el valor  $M_1$  que se emplea en los cálculos del numeral 8.1.

**7.1.1** Si se ha determinado la absorción con la norma INV E-222, el agregado fino se puede preparar para el ensayo añadiendo a una masa conocida del agregado seco la cantidad de agua que éste absorbería, mezclándola completamente y colocando el agregado en un recipiente tapado durante 30 minutos antes de su uso.

**7.1.2** El secado se debe hacer en la campana o al aire libre si se usan soluciones diferentes al cloruro de zinc o al bromuro de zinc. Se pueden usar un horno o un reverbero para acelerar el secado, siempre y cuando la operación se efectúe en la campana o que el horno sea de ventilación forzada hacia el exterior del laboratorio y que no se exceda una temperatura de  $115^\circ \text{C}$  ( $240^\circ \text{C}$ ).

**7.1.3** Normalmente, la discrepancia entre la masa seca al horno y la masa saturada y superficialmente seca (SSS) de las partículas decantadas, no afecta significativamente el porcentaje calculado de partículas livianas.

**7.2** *Agregado grueso* – Se deja enfriar la muestra a temperatura ambiente y se pasa por el tamiz de 4.75 mm (No. 4). Se determina la masa del material retenido en dicho tamiz, aproximada a 1 g y se somete al proceso descrito en la norma INV E-223, hasta cuando el agregado alcance la condición de saturado con superficie seca (SSS). A continuación, se coloca la muestra dentro del recipiente con el líquido pesado. El volumen del líquido debe ser, al menos, tres veces el volumen absoluto del agregado. Se retiran las partículas que suban a la superficie, usando el colador y se colocan en otro recipiente. Se agita la muestra repetidamente y se retiran las partículas que flotan, hasta cuando ninguna suba a la superficie del líquido. Se lavan las partículas que han sido retiradas, tal como se indica en el numeral 7.1. Una vez removido el líquido pesado, se dejan secar las partículas decantadas (Ver numeral 7.1.2) y se determina su masa, redondeada a 1 g. Si se desea una determinación más precisa, las partículas decantadas se pueden secar a  $110 \pm 5^\circ \text{C}$  ( $230^\circ \pm 9^\circ \text{F}$ ) hasta masa constante, para determinar el valor  $M_1$  que se emplea en los cálculos del numeral 8.1.

## 8 CÁLCULOS

---

**8.1** El porcentaje de partículas livianas en los agregados se calcula mediante las siguientes fórmulas:

**8.1.1** Agregado fino:

$$L = \frac{M_1}{M_2} \times 100 \quad [221.1]$$

Donde: L: Porcentaje en masa de partículas livianas;

M<sub>1</sub>: Masa seca de las partículas retenidas en el colador;

M<sub>2</sub>: Masa seca de la porción de la muestra retenida en el tamiz de 300 μm (No. 50).

**8.1.2** Agregado grueso:

$$L = \frac{M_1}{M_3} \times 100 \quad [221.2]$$

Donde: L: Porcentaje, en masa, de partículas livianas;

M<sub>1</sub>: Masa seca de las partículas retenidas en el colador;

M<sub>3</sub>: Masa seca de la porción de la muestra retenida en el tamiz de 4.75 mm (No. 4).

## 9 INFORME

---

**9.1** Se reporta la siguiente información:

**9.1.1** Identificación del agregado en cuanto a su origen, tipo y tamaño máximo nominal.

**9.1.2** La masa de la muestra de ensayo utilizada.

**9.1.3** El tipo y la gravedad específica del líquido pesado usado para los ensayos.

**9.1.4** El porcentaje por masa de partículas livianas, aproximado a 0.1 %.

## 10 PRECISIÓN Y SESGO

---

**10.1** *Precisión* – No se han realizado estudios en uno o varios laboratorios empleando este método de ensayo para determinar índices de precisión.

**10.2** *Sesgo* – El sesgo de este método de ensayo se puede estimar realizando determinaciones separadas de gravedad específica y de absorción sobre partículas individuales.

## 11 NORMAS DE REFERENCIA

---

ASTM C 123/C 123M – 12