

# RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN DE LOS AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MAYORES DE 19 mm ( $\frac{3}{4}$ " ) POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES

INV E – 219 – 13

## 1 OBJETO

---

- 1.1 Esta norma presenta el método de ensayo para determinar la resistencia a la degradación de agregados gruesos de tamaños mayores de 19 mm ( $\frac{3}{4}$ " ), mediante la máquina de Los Ángeles.

*Nota 1: Para evaluar la resistencia a la degradación de agregados de tamaños menores de 37.5 mm ( $1\frac{1}{2}$ " ) por medio de la máquina de Los Ángeles, se deberá utilizar la norma INV E-218.*

- 1.2 Esta norma reemplaza la norma INV E-219-07.

## 2 RESUMEN DEL MÉTODO

---

- 2.1 Este ensayo mide la degradación de un agregado pétreo con una composición granulométrica definida, como resultado de una combinación de acciones que incluyen abrasión, impacto y molienda en un tambor de acero rotatorio que contiene 12 esferas metálicas. A medida que gira el tambor, una pestaña de acero recoge la muestra y las esferas de acero y las arrastra hasta que caen por gravedad en el extremo opuesto del tambor, creando un efecto de impacto y trituración. Entonces, la muestra y las esferas ruedan dentro del tambor, hasta que la pestaña las levanta y se repite el ciclo. Tras el número especificado de revoluciones, se retira el contenido del tambor y se tamiza la porción de agregado para medir la degradación, como un porcentaje de pérdida.

## 3 IMPORTANCIA Y USO

---

- 3.1 Este ensayo se ha usado ampliamente como un indicador de la calidad relativa o la competencia de diferentes fuentes de agregados pétreos de similares composiciones mineralógicas. Los resultados no brindan automáticamente comparaciones válidas entre fuentes marcadamente diferentes en origen, composición o estructura. Los límites de las especificaciones deben ser

asignados con extrema precaución, considerando los tipos de agregados disponibles y su comportamiento histórico en aplicaciones específicas.

## 4 EQUIPO

---

**4.1** *Máquina de Los Ángeles* – La cual debe cumplir con los requisitos establecidos en la norma INV E–218.

**4.1.1** La operación y el mantenimiento de la máquina se deben realizar como se indica en la norma INV E–218.

**4.2** *Tamices* – De las aberturas indicadas en la Tabla 219 - 1, más uno de 1.70 mm (No. 12).

**4.3** *Balanza* – Con una exactitud mínima de 0.1 % en relación con la masa de ensayo, en cualquier punto dentro del intervalo de utilización.

**4.4** *Horno* – Que pueda mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5^\circ \text{C}$  ( $230 \pm 9^\circ \text{F}$ ).

**4.5** *Carga abrasiva* – La carga abrasiva estará formada por 12 esferas de acero, con un diámetro aproximado de 47 mm ( $1 \frac{27}{32}$ " ) y con una masa entre 390 y 445 g cada una. La masa total deberá ser de  $5000 \pm 25$  g.

*Nota 2: Esferas de acero de 46.0 mm ( $1 \frac{13}{16}$ " ) y de 47.6 mm ( $1 \frac{7}{8}$ " ) de diámetro, que tengan una masa aproximada de 400 y 440 g cada una, respectivamente, son de fácil adquisición. También, es posible conseguir y utilizar esferas de acero de 46.8 mm ( $1 \frac{27}{32}$ " ) de diámetro con una masa aproximada de 420 g. La carga puede estar compuesta por una combinación de estos tamaños, siempre que se encuentre dentro de las tolerancias indicadas.*

## 5 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

---

**5.1** La muestra destinada al ensayo se debe obtener mediante el procedimiento descrito en la norma INV E–201 y se debe reducir a un tamaño adecuado para el ensayo en acuerdo con la norma INV E–202.

**5.2** La muestra reducida se lava y luego se introduce en el horno, a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ \text{C}$  ( $230 \pm 9^\circ \text{F}$ ), hasta que su masa sea constante.

**5.3** Se elige en la Tabla 219 - 1 la granulometría más parecida a la del agregado que se va a usar en la obra. Se separa la muestra reducida en las fracciones

indicadas en la tabla, de acuerdo con la granulometría elegida. Se recombinan las fracciones para formar una muestra de ensayo con la composición indicada en la tabla. Se pesa la muestra de ensayo con aproximación a 1 g y se registra el valor obtenido.

Tabla 219 - 1. Granulometrías de las muestras de ensayo

TAMAÑO DEL TAMIZ		MASA DE LAS FRACCIONES, g		
PASA	RETIENE	GRANULOMETRÍAS		
		1	2	3
75 mm (3")	63 mm (2½")	2500 ± 50	5000 ± 50	5000 ± 25
63 mm (2½")	50 mm (2")			
50 mm (2")	37.5 mm (1½")	2500 ± 50	5000 ± 25	5000 ± 25
37.5 mm (1½")	25 mm (1")	5000 ± 50	5000 ± 25	
25 mm (1")	19 mm (¾")			
Total		10 000 ± 100	10 000 ± 75	10 000 ± 50

## 6 PROCEDIMIENTO

- 6.1** Luego de comprobar que el tambor esté limpio, la muestra y la carga abrasiva correspondiente se colocan en la máquina de Los Ángeles y se hace girar el tambor a una velocidad comprendida entre 188 y 208 rad/minuto (30 y 33 rpm) hasta completar 1000 revoluciones (nota 3). La máquina deberá girar de manera uniforme para mantener una velocidad periférica prácticamente constante. Una vez cumplido el número de vueltas prescrito, se descarga el material del tambor y se procede con una separación preliminar de la muestra ensayada, empleando un tamiz de abertura mayor al de 1.70 mm (No. 12). La fracción fina que pasa, se tamiza a continuación empleando el tamiz de 1.70 mm (No. 12), utilizando el procedimiento de la norma INV E-213. El material más grueso que la abertura del tamiz de 1.70 mm (No. 12) se lava, se seca en el horno, a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ \text{C}$  ( $230 \pm 9^\circ \text{F}$ ), hasta masa constante, y se determina la masa con precisión de 1 g.
- 6.2** Si el agregado está libre de costras o de polvo se puede eliminar la exigencia de lavarlo antes y después del ensayo. La eliminación del lavado posterior, rara vez reducirá la pérdida medida en más del 0.2 % del peso de la muestra original. Sin embargo, en el caso de ensayos con fines de referencia o de arbitraje, el procedimiento de lavado es preteritorio.

*Nota 3: Se puede obtener una valiosa información sobre la uniformidad de la muestra que se está ensayando, determinando la pérdida después de 200 revoluciones. Al efectuar esta determinación no se debe lavar el material retenido en el tamiz de 1.7 mm (No. 12). La relación entre la pérdida después de 200 revoluciones y la pérdida después de 1000 revoluciones, no debería exceder de 0.20 para materiales de dureza uniforme. Cuando se realice esta determinación, se procurará evitar toda pérdida de muestra; la muestra total, incluido el polvo producido por el desgaste, se vuelve a introducir en la máquina hasta completar las 1000 revoluciones requeridas para completar el ensayo.*

## 7 CÁLCULOS

- 7.1** El resultado del ensayo es la diferencia entre la masa original y la masa final de la muestra ensayada, expresada como tanto por ciento de la masa original (nota 4):

$$\% \text{ pérdidas} = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100 \quad [219.1]$$

Donde:  $P_1$ : Masa de la muestra seca antes del ensayo, g;

$P_2$ : Masa de la muestra seca después del ensayo, previo lavado sobre tamiz de 1.70 mm (No. 12), g.

*Nota 4: No hay una relación consistente que sea conocida, entre el porcentaje de pérdidas determinado con este método de ensayo y el porcentaje de pérdidas del mismo material cuando se somete al ensayo descrito en la norma INV E-218.*

## 8 INFORME

- 8.1** Deberá incluir lo siguiente:

**8.1.1** Identificación del agregado (tipo, fuente y tamaño máximo nominal).

**8.1.2** Granulometría usada en el ensayo (tomada de la Tabla 219 - 1).

**8.1.3** Pérdidas del agregado por abrasión e impacto, redondeadas a 1% por masa

## 9 PRECISIÓN Y SESGO

---

- 9.1** *Precisión* – A partir de los resultados de cuatro ensayos hechos por duplicado por un operario con un agregado en un laboratorio, utilizando el mismo equipo, la pérdida promedio por degradación empleando la granulometría 1, fue 38.8 %, con una desviación estándar de 1.8 %.
- 9.2** *Sesgo* – No se presenta declaración sobre el sesgo, por cuanto no hay un material aceptado de referencia para determinarlo por este método de ensayo.

## 10 NORMAS DE REFERENCIA

---

ASTM C 535 – 09

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVERSES