

# MÉTODO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE (ÍNDICE ESCLEROMÉTRICO) EN EL CONCRETO ENDURECIDO

INV E - 413 - 13

## 1 OBJETO

- 1.1 Este método de ensayo presenta el procedimiento para determinar el número de rebote o índice esclerométrico del concreto endurecido, empleando un martillo de acero impulsado por un resorte.
- 1.2 Esta norma reemplaza la norma INV E-413-07.

## 2 RESUMEN DEL MÉTODO

- 2.1 Un martillo de acero impacta, con una energía predeterminada, un émbolo de acero en contacto con una superficie de concreto, midiéndose la longitud de rebote del martillo.

## 3 IMPORTANCIA Y USO

- 3.1 Este método de ensayo se puede emplear para evaluar la uniformidad del concreto in-situ, delimitar áreas de concreto pobre o deteriorado en las estructuras y estimar la resistencia del concreto en el sitio.
- 3.2 Las relaciones que suministran los fabricantes del instrumento entre el número de rebote (índice esclerométrico) y la resistencia del concreto se deben tomar únicamente como indicativas de la resistencia relativa del concreto en diferentes puntos de la estructura. El uso de este método con el fin de estimar la resistencia requiere el establecimiento de una relación entre la resistencia y el índice esclerométrico para una determinada mezcla de concreto y un equipo determinado, dentro del rango de resistencias de interés. La relación se establece correlacionando los números de rebote medidos sobre la estructura con las resistencias de núcleos extraídos de los mismos lugares. Se deben tomar, al menos, muestras duplicadas en cada uno de seis lugares con números de rebote diferentes. Los sitios de ensayo se deben escoger de manera de obtener un amplio rango de números de rebote en la estructura. Los núcleos se deben obtener, acondicionar y ensayar de acuerdo con la norma INV E-418.

- 3.3** Para un concreto dado, el índice esclerométrico es afectado por factores tales como la humedad de la superficie de ensayo, el método usado en la construcción para obtener la superficie de ensayo, la distancia vertical desde el punto inferior de colocación del concreto, y la profundidad de carbonatación. Estos factores requieren ser tenidos en cuenta en el instante de obtener los datos para preparar la relación.
- 3.4** El empleo de diferentes martillos del mismo diseño nominal, puede dar índices que difieren de entre 1 y 3 unidades. Por lo tanto, las pruebas se deben hacer con el mismo martillo, si se quieren comparar los resultados. Si se usa más de un martillo, se deben realizar ensayos sobre un rango de superficies típicas de concreto, con el fin de determinar la magnitud de las diferencias esperables.
- 3.5** Debido a la incertidumbre inherente en la resistencia estimada, los resultados obtenidos con este método de ensayo no se pueden emplear como base para la aceptación o el rechazo del concreto.

## 4 EQUIPO

- 4.1** *Martillo de rebote (esclerómetro)* – Es un martillo de acero impulsado por un resorte que al dispararse golpea un émbolo de acero en contacto con la superficie del concreto (Figura 413 - 1). Debe funcionar con una velocidad consistente y reproducible. La distancia de rebote del martillo se mide en una escala lineal adosada a la carcasa del instrumento.

*Nota 1: En el mercado se consiguen diferentes tipos y tamaños de esclerómetros, adaptados al ensayo de obras de concreto de diferentes tipos y tamaños.*

- 4.2** *Piedra abrasiva* – Pieza de carburo de silicio con una textura de grado medio, o un material equivalente (Figura 413 - 1).



Figura 413 - 1. Martillo de rebote y piedra abrasiva

- 4.3 Yunque de ensayo** – Cilindro de unos 150 mm (6") de diámetro y 150 mm (6") de altura, elaborado en acero maquinado con un área de impacto endurecida a  $66 \pm 2$  HRC (escala Rockwell). El yunque incluye un elemento guía para centrar el martillo de rebote sobre el área de impacto y mantenerlo perpendicular a su superficie (Figura 413 - 2).



Figura 413 - 2. Yunque de ensayo

## 5 VERIFICACIÓN

- 5.1** Los esclerómetros se deben someter a revisión y verificación anualmente, y siempre que haya motivo para dudar de su correcta operación. El funcionamiento se verifica con el yunque de ensayo descrito en el numeral 4.3. Durante la verificación, el yunque deberá estar apoyado sobre un piso expuesto de concreto o una losa del mismo material. El fabricante debe informar el número de rebote que se debe obtener con un martillo operando apropiadamente sobre un yunque de la dureza especificada.

*Nota 2: Típicamente, se debe obtener un número de rebote de  $80 \pm 2$  al hacer el ensayo sobre el yunque descrito en el numeral 4.3. El yunque se debe encontrar sobre un soporte rígido para obtener valores confiables. La verificación sobre el yunque no garantiza que el martillo vaya a suministrar valores repetibles en otros puntos de su escala. El martillo se puede verificar a menores números de rebote, utilizando bloques de piedra pulida de dureza uniforme. Algunos usuarios comparan varios martillos sobre superficies de concreto o piedra que abarquen el rango usual de números de rebote que se obtienen en las obras.*

## 6 ÁREA DE ENSAYO E INTERFERENCIAS

### 6.1 Selección de la superficie de ensayo:

- 6.1.1** Los elementos de concreto a ensayar deben tener un espesor mínimo de 100 mm (4") y estar fijos dentro de la estructura. Si el espesor es menor, se debe asegurar que se encuentren soportados de manera rígida. Se deben evitar las áreas atípicas que presenten panales, escamaduras, texturas ásperas o alta porosidad. Para poder comparar los resultados, se deben elegir áreas de ensayo con una misma terminación superficial, producto de formaletas similares (nota 3).
- 6.1.2** Las superficies terminadas con llana exhiben, por lo general, números de rebote mayores que las terminadas con enrasadora o que hayan quedado contra la formaleta. De ser posible, las losas se deben ensayar por la cara inferior para evitar la superficie terminada.

### 6.2 Preparación de la superficie de ensayo:

- 6.2.1** El área de ensayo debe tener, al menos, 150 mm (6") de diámetro. Las superficies ásperas, blandas o con mortero suelto se deben pulir con la piedra abrasiva mencionada en el numeral 4.2 (Figura 413 - 3). Las superficies lisas se pueden ensayar sin pulir (nota 3). No se deben comparar resultados obtenidas en superficies pulidas y sin pulir. Si hay agua libre presente, se deberá remover.



Figura 413 - 3. Superficie pulida y ensayo con el esclerómetro

*Nota 3: Se han encontrado aumentos del número de rebote donde las superficies formadas con formaleta se han pulido. Se han reportado incrementos de 2.1 en superficies formadas con madera laminada normal y de 0.4 en superficies formadas con madera laminada de alta densidad. Las superficies de concreto secas dan números de rebote mayores que las superficies húmedas. La existencia de carbonatación superficial también se traduce en mayores números de rebote. En los casos en que la capa de concreto carbonatado es espesa, puede ser necesario*

removerla en el área de ensayo empleando una pulidora eléctrica de operación manual, para obtener números de rebote representativos del concreto del interior. No hay información disponible sobre una relación entre el número de rebote y el espesor de la capa carbonatada; en consecuencia, el usuario debe aplicar su buen criterio profesional al ensayar concreto carbonatado.

### 6.3 No se debe ensayar concreto congelado.

*Nota 4: El concreto húmedo a 0° C (32° F) o menos puede exhibir valores de rebote muy altos. El concreto se debe ensayar solo después del descongelamiento. La temperatura del martillo puede afectar los resultados. Un martillo a -18° C (0° F) puede presentar índices reducidos en 2 o 3 unidades.*

### 6.4 Las lecturas con fines de comparación se deben realizar con la misma dirección de impacto (horizontal, hacia arriba, hacia abajo, o en otro ángulo) o, de lo contrario, se deberán establecer factores de corrección a las lecturas.

### 6.5 No se deben realizar ensayos sobre concretos con armadura situada a menos de 20 mm ( $\frac{3}{4}$ ") de profundidad.

*Nota 5: La localización del refuerzo se puede establecer empleando detectores de armaduras o de metales. Se deben seguir las instrucciones de sus fabricantes para la operación de estos dispositivos.*

## 7 PROCEDIMIENTO

### 7.1 El instrumento se debe sujetar firmemente en una posición que permita golpear perpendicularmente la superficie por ensayar (Figuras 413 - 3 y 413 - 4). Se aumenta gradualmente la presión hasta que el martillo dispare. Después del impacto, se mantiene la presión sobre el aparato y, si es necesario, se oprime el botón lateral del aparato para bloquear el émbolo en la posición replegada. Se lee el número de rebote en la escala (o en la pantalla si el aparato tiene registro digital) redondeando al entero y se hace la anotación correspondiente.



Figura 413 - 4. Ensayo con el esclerómetro

- 7.2** Se repite la operación realizando impactos uniformemente repartidos en la superficie de ensayo, hasta completar 10 valores registrados. La separación entre los impactos debe ser, al menos, de 25 mm (1"). Se examina la impresión dejada por cada impacto; si éste produce trituración superficial o rompe a través de un vacío de aire cercano a la superficie, se descarta la lectura y se toma otra.

## 8 CÁLCULOS

- 8.1** Se descarta cualquier lectura que difiera en más de 6 unidades del promedio de los 10 valores registrados, y se determina el promedio de las restantes. Si fuese necesario descartar 3 o más de los 10 valores obtenidos, se deberá descartar todo el juego de lecturas y se determinarán los números de rebote (índices esclerométricos) en 10 nuevas ubicaciones.

## 9 INFORME

- 9.1** *Se debe incluir la siguiente información general (si se dispone de ella):*

- 9.1.1** Fecha y hora del ensayo.
- 9.1.2** Temperatura del aire en el instante del ensayo.
- 9.1.3** Edad del concreto.
- 9.1.4** Identificación y ubicación del lugar ensayado en la estructura y tipo y tamaño del miembro ensayado.

- 9.2** *Información sobre el concreto:*

- 9.2.1** Identificación de la mezcla, incluyendo información sobre el tipo de agregado grueso, si se conoce.
- 9.2.2** Resistencia de diseño del miembro ensayado.

- 9.3** *Descripción del área de ensayo:*

- 9.3.1** Características superficiales del área (terminada con llana, terminada con extendedora, formada por la formaleta).

**9.3.2** Indicar si la superficie fue pulida y la profundidad del tratamiento.

**9.3.3** Tipo de formaleta usada para el área de ensayo (si aplica).

**9.3.4** Condiciones de curado del área de ensayo (si aplica).

**9.3.5** Condición de humedad superficial (seca o húmeda).

**9.4** *Información del martillo:*

**9.4.1** Tipo y número de serie del martillo.

**9.4.2** Fecha de la última verificación.

**9.5** *Datos del número de rebote:*

**9.5.1** Orientación del martillo durante el ensayo.

**9.5.2** Sobre superficies verticales (paredes, columnas, etc.), elevación relativa del área de ensayo.

**9.5.3** Valores individuales del número de rebote (índice esclerométrico).

**9.5.4** Observaciones sobre las lecturas descartadas.

**9.5.5** Número de rebote (índice esclerométrico) promedio.

**9.5.6** Condiciones inusuales que hayan podido afectar las lecturas.

## **10 PRECISIÓN Y SESGO**

**10.1** *Precisión* – La desviación estándar de un solo operador con el mismo equipo y un solo espécimen es de 2.5 unidades (1s). Por lo tanto, el rango de 10 lecturas no debería exceder de 12 unidades.

**10.2** *Sesgo* – El sesgo de este método de ensayo no se puede evaluar, por cuanto el número de rebote solo se puede determinar en términos de este método de ensayo.

## **11 NORMAS DE REFERENCIA**

ASTM C805/C805M – 08