

Medida del recubrimiento de hormigón y localización de barras

FUNDAMENTO

El recubrimiento actúa como una barrera física entre la armadura y el ambiente al que se encuentra expuesta la estructura. Dependiendo de sus características, el acceso de los agresivos que provocan corrosión se producirá más o menos rápidamente. El tipo de daño esperado vendrá también influenciado por el espesor de recubrimiento y su relación con el diámetro de la armadura.

Para los trabajos tanto de inspección como de reparación es necesario conocer exactamente la localización y principales características de la armadura (número de barras, diámetro, etc.)

MATERIAL Y EQUIPOS

El método más habitual de medida del recubrimiento y de localización de armaduras es el empleo de pachómetros. Estos aparatos están basados en las diferentes propiedades electromagnéticas del acero y del hormigón que las rodea.

Cuando un campo magnético alterno afecta a un circuito eléctrico, se induce un potencial que es proporcional a la tasa de cambio del flujo magnético a través del área

encerrada por dicho circuito. Este principio de inducción electromagnética es el que permite a los pachómetros medir los cambios en el campo magnético producidos por la presencia de las armaduras. Existen dos tipos de pachómetros: los basados en el principio de reluctancia magnética y los basados en corrientes de Foucault.

+ *Pachómetros basados en el principio de reluctancia.* Basados en la ley de Faraday, cuando se aplica una corriente alterna a través de una bobina situada alrededor de un imán, se induce un campo magnético de tal forma que se produce un flujo magnético de un polo a otro del aparato. La resistencia del medio a este flujo es la reluctancia. Los pachómetros basados en este principio detectan los cambios que en la reluctancia produce la presencia o ausencia de armaduras. Si no está presente, la reluctancia del hormigón es tan alta que el flujo es muy pequeño. Por el contrario, las propiedades electromagnéticas del acero hacen que la reluctancia sea muy baja y por tanto el flujo aumente.

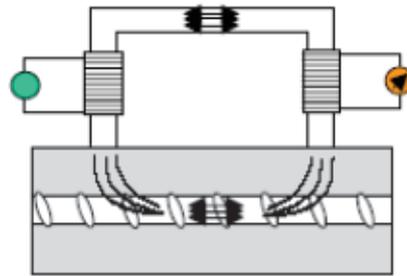


Figura. Pachómetros basados en el principio de reluctancia [1]

+ *Pachómetros basados en corrientes de Foucault.* La presencia de una corriente eléctrica próxima a un conductor eléctrico como es una armadura, induce un campo eléctrico y corrientes de Foucault que generan un campo magnético secundario que interactúa con el primero. Estos pachómetros miden los cambios producidos en la corriente eléctrica aplicada debidos a la interacción del campo magnético secundario. Este campo genera una corriente eléctrica que, según la ley de Lenz, se opone a la primaria. La corriente resultante de la combinación de ambas resulta menor que la corriente aplicada, y es la recogida por el sensor del pachómetro, de tal forma que pueden analizarse los cambios que se produzcan y determinar la posición y profundidad de las armaduras.

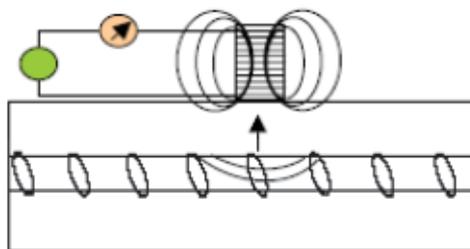


Figura. Pachómetros basados en corrientes de Foucault [1]

PROCEDIMIENTO

Antes de la puesta en marcha del equipo se debe hacer lectura del manual del fabricante. Se debe recordar que en el encendido del equipo, éste, debe estar fuera de la influencia de cualquier metal.



Figura. Pachómetro en el momento de encendido [2]

Posteriormente se debe introducir el valor del diámetro de la armadura y colocar el cabezal del equipo en contacto con la superficie del hormigón.



Figura. Pachómetro usado para la determinación del espesor de recubrimiento de hormigón [2]

Si se desconoce el diámetro de la armadura, éste se puede obtener también con el uso del pachómetro en modo de determinación del diámetro de las armaduras.



Figura. Pachómetro usado para la determinación del diámetro de la armadura [2]

ACTIVIDADES PROPUESTAS

1. Indica en qué principio está basado el pachómetro usado en el Laboratorio de Química y Materiales.

2. Realiza la comprobación de la medida de recubrimiento usando el pachómetro sobre la estructura de hormigón armado en una de sus caras y completa la siguiente tabla

Designación de la barra empleada en la estructura de HA	
Croquis de la barra	
Diámetro de la barra medida con el calibrador	
Diámetro de la barra medida con el pachómetro	
Espesor de recubrimiento medido directamente con la regla o calibrador	
Espesor de recubrimiento medido con el pachómetro	



Figura. Comprobación de la medida de recubrimiento [2]

3. Realiza la medida de los recubrimientos de uno de los pilares del Laboratorio de Química y Materiales e identifica el mismo en la figura siguiente



Figura. Pilares para realizar el ensayo [2]

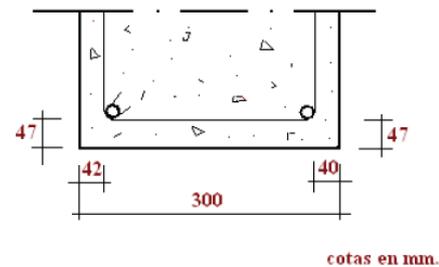


Figura. Ejemplo de croquis para indicar el valor de los recubrimientos [2]

Dibuja un croquis (similar al de la figura anterior) indicando el valor de los recubrimientos determinados.

4. Calcula el recubrimiento nominal según el artículo 37.2.4 de la EHE-08, teniendo en cuenta el ambiente en el que se encuentra la estructura de HA del ensayo, y suponiendo las siguientes características para la misma:
- Elemento ejecutado in situ con nivel intenso de control de ejecución
 - Cemento empleado: CEM II/B-P 32,5N
 - Vida útil del proyecto: $t_g = 100$ años
 - Resistencia característica del hormigón: $f_{ck} = 30$ MPa.

PARA SABER MÁS

Existen diversos factores que influyen en la medida del espesor de recubrimiento y en la localización de las armaduras, pudiéndose clasificar en dos grupos: aquellos que afectan a la medida en sí y aquellos relativos a la precisión del aparato empleado.

- *Número de barras.* Si existen varias barras en una misma capa, cuando el pachómetro se desplaza en paralelo al eje de las barras, debe obtenerse un mínimo cuando el aparato pase por el punto medio de la separación de cada dos armaduras. Cuando más próximas se encuentren, este mínimo será mayor y la diferencia entre picos y valles en la señal recogida se verá mitigada. Este hecho puede llevar a error, e implica que no puedan emplearse las calibraciones realizadas con una sola barra.

- *Presencia de barras perpendiculares.* Cuando el pachómetro se sitúa sobre una barra, la presencia de otras perpendiculares puede provocar errores que pueden ser corregidos con los factores de calibración de cada aparato.

- *Presencia de partículas magnéticas en el hormigón.* Cuando el hormigón tiene sustancias como puzolanas, óxidos, cenizas volantes, etc., el pachómetro puede registrar variaciones en el campo magnético o en la corriente aplicada sin que existan armaduras. Este aspecto no afecta a la detección de las armaduras, pero deben aplicarse coeficientes correctores para obtener valores ajustados de espesor de recubrimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] *Rodríguez, J.; Arangocillo, J.; Andrade, C. e Izquierdo, D. (1997).* Manual de evaluación de estructuras afectadas por corrosión de la armadura. CONTECVET (A validated Users Manual for assessing the residual service life of concrete structures)
- [2] *Delgado, N. (2011).* PFC: “Estudio de durabilidad y vida útil de estructuras de hormigón armado. Propuesta para la prevención y reparación”. Tutor: *González, E.*
- [3] *EHE-08. (2008).* Instrucción de Hormigón Estructural. Ministerio de Fomento.
- [4] *González, E. y Alloza, A.M. (2011).* Vídeos de prácticas (I) de Materiales de Construcción.