

Evaluación de la durabilidad del hormigón

Los problemas relativos a la durabilidad del hormigón se consideran cada vez más importantes por estar estrechamente relacionados con la calidad de la estructura en su totalidad. Los principales problemas asociados a la durabilidad del hormigón suelen tener su origen en una baja calidad del propio hormigón. El conocimiento de los procesos de degradación y la disponibilidad de materiales y métodos para superar estos procesos permiten diseñar un hormigón resistente y duradero.

Disponemos de una gama completa de instrumentos de medición de la durabilidad del hormigón que responden a la gran mayoría de los requisitos de los operadores de la industria de la construcción. CONTROLS cuenta con conocimientos específicos y una experiencia propia considerable en este campo, lo que nos permite ayudar en el análisis de los resultados del ensayo.



58-E0065/A Sistema completo

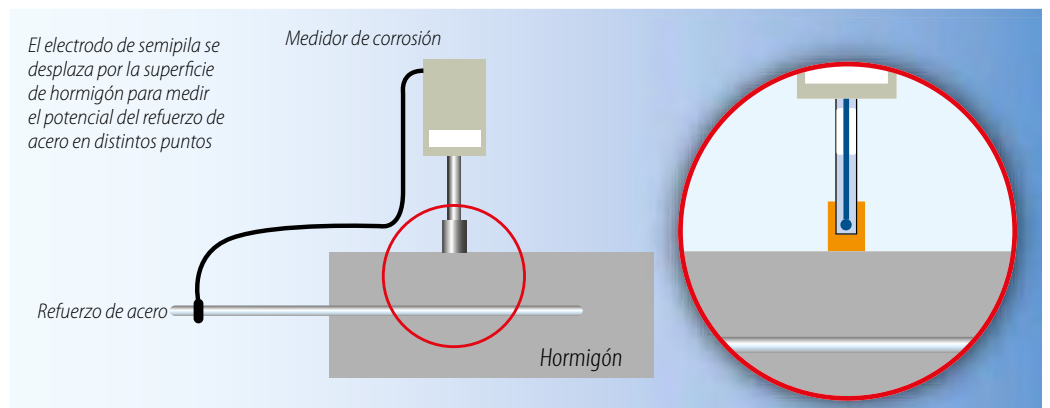


58-E0065/A
APARATO COR MAP PARA LOCALIZAR LA CORROSIÓN EN LAS BARRAS DE REFUERZO (MÉTODO SEMIPILA)

NORMA

- ▶ ASTM C876 ▶ BS 1881:201
- ▶ UNI 9535

La corrosión, que es un proceso electroquímico, tiene lugar en el hormigón en presencia de oxígeno y humedad. Las mediciones para detectarlas, que se realizan con el aparato Cor Map, que usa el método semipila, se pueden plasmar en una rejilla y se pueden trazar líneas de contornos equipotenciales, resaltando áreas de posible actividad corrosiva. El aparato Cor Map es un método sencillo y económico para identificar áreas de probable corrosión en las barras de refuerzo (por ejemplo): planchas para puentes, establecimientos cubiertos, pilares y planchas de hormigón, subestructura, recubrimiento de túneles y cimientos.



58-E0065/A Principio de funcionamiento

El aparato se compone de los siguientes elementos:

- Voltímetro de impedancia alta
- Extensión de electrodos
- Electrodo de referencia que incluye depósito de sulfato de cobre
- Contenedor de sulfato de cobre (250 ml de capacidad)
- Depósito de agente humectante (125 ml de capacidad)
- Esponja dispensadora
- Carrete con 80 m de cable
- Maleta de transporte
- Dimensiones de la maleta: 50 x 420 x 190 mm (aprox.) (carrete embalado por separado)
- Peso: 7,5 kg (aprox.) (maleta + carrete)

58-E0064
SISTEMA PARA ENSAYOS DE
CONTENIDO DE CLORURO
EN EL TERRENO

NORMA
 ▶ ASTM C114 ▶ AASHTO T260

Este sistema de ensayo, que corresponde a las normas ASTM C114 y AASHTO T260, se utiliza para la determinación de la concentración de ion de cloruro en hormigón para permitir la identificación del riesgo de corrosión de una barra de refuerzo inducida por el cloruro. El método requiere una extracción ácida de una muestra taladrada representativa de hormigón, que se analiza con un electrodo ion-selectivo, comparándose el potencial con una calibración obtenida mediante una serie de cinco soluciones estándar conocidas que se suministran con el kit de ensayos.

El juego de ensayo incluye los siguientes elementos:

- Medidor electrónico con batería y microprocesador para la conversión directa en porcentaje de cloruro
- Un electrodo de combinación de cloruro, con sensor de temperatura externo, cable y conectores
- Botella de agente humectante para electrodos
- Paquete de 12 frascos de recambio, con 20 ml de líquido de extracción cada uno y 5 frascos de líquido de calibración coloreado
- Maleta de transporte y manual de instrucciones
- Peso: 5 kg (aprox.)

Piezas de recambio

58-E0064/1
 Paquete de 12 frascos de 20 ml de líquido de extracción y 5 frascos de líquido de calibración coloreado.

58-E0062/B
SISTEMA PARA ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD DIGITAL PARA
EVALUAR LAS CORRIENTES DE
CORROSIÓN EN EL HORMIGÓN

La conductividad eléctrica del hormigón es un proceso electrolítico que tiene lugar por el movimiento de iones en la matriz de cemento. Este movimiento de iones tendrá lugar cuando contaminantes como los iones de cloruro o dióxido de carbono se introduzcan en la matriz del mortero de cemento. Un hormigón muy permeable presentará una conductividad alta y una resistencia eléctrica baja. Como la resistividad es proporcional al flujo de corriente, la medición de la resistencia eléctrica del hormigón ofrece una medida del posible índice de corrosión. Como la carbonación afecta seriamente a la resistencia de la superficie, debe evitarse la medición en la superficie del hormigón. El medidor de resistividad tiene dos sondas espaciadas 5 cm (1,97 pulgadas) situadas en dos orificios perforados a una profundidad de 8 mm (3/8 pulgadas) y rellenados con gel conductivo. La resistividad del hormigón se muestra en una pantalla LCD al activar el interruptor de control.

El sistema incluye:

- Medidor electrónico
- Sonda
- 3 m de cable con conectores
- Recipiente de 85 ml de gel conductivo
- Broca de 1/4"

Especificaciones técnicas

- Pantalla: LCD con dígitos de 4 1/2"
- Resolución: ±0,1 KΩ·cm
- Batería: 9 voltios
- Escala: 0,5 – 20 KΩ·cm
- Peso: 4 kg (con maleta de transporte)

Características principales

- Evalúa las corrientes de corrosión dañinas en el hormigón
- Económico y fácil de usar
- Lectura digital directa de la resistividad
- La medición desde dos pequeños orificios evita los problemas y errores de las mediciones en superficie
- Se usa en combinación con el sistema CorMap 58-E0065/A (véase la página 244) para producir gráficos de resistividad

En la siguiente tabla se muestra un intervalo de valores de resistividad frente al posible índice de corrosión de las barras de refuerzo.

| Nivel de resistividad (KΩ·cm) | Posible índice de corrosión de las barras de refuerzo |
|-------------------------------|---|
| < 5 | Muy alto |
| Entre 5 y 10 | Alto |
| Entre 10 y 20 | De moderado a bajo |
| > 20 | Insignificante |



58-E0064, juego completo



58-E0062/B



58-E0062/B, juego completo

Evaluación de la durabilidad del hormigón



PENETRACIÓN DEL ION CLORURO (CI-METER)

NORMA

▶ ASTM C1202 ▶ ASTM C 1760 ▶ AASHTO T277 ▶ NT BUILD 492

Este método de ensayo permite evaluar la permeabilidad del hormigón al cloruro; este parámetro es esencial, ya que influye en la durabilidad del hormigón.

El ensayo se realiza aplicando una diferencia de potencial entre los extremos de una muestra cilíndrica; un extremo es el polo negativo, que se sumerge en una solución de cloruro sódico, y el otro es el polo positivo, que se introduce en una solución de hidróxido sódico.

Procedimiento del ensayo según las normas ASTM y AASHTO

Mientras se mantiene una diferencia de 60 V CC entre los extremos de la muestra, la corriente (amperios) transmitida a través de la muestra se mide con precisión a lo largo del tiempo calculando la carga total (Coulomb). Este valor se refiere a la resistencia de la muestra a la penetración del ion cloruro.

De acuerdo con las indicaciones de las normas, empezando desde la carga total medida, el instrumento proporciona indicaciones cualitativas del nivel de penetrabilidad del ion cloruro (de alto a insignificante).

Dependiendo de las dimensiones de las muestras, se dispone de dos células de ensayo:

58-E5220/A1

Célula de ensayo completa según las normas ASTM y AASHTO, adecuada para muestras de hormigón de 100 mm de diámetro x 50 mm de longitud. Incluye 2 cabezales y cables, 1 sonda de temperatura, 4 varillas de unión para el apriete de las células, 2 juntas y 1 manguito de plástico rígido para el sellado hidráulico.

58-E5220/A2

Célula de ensayo completa según las normas ASTM y AASHTO, adecuada para muestras de hormigón de 100 mm de diámetro x 200 mm de longitud. Incluye 2 cabezales y cables, 1 sonda de temperatura, 4 varillas de unión para el apriete de las células, 2 juntas y 2 manguitos de plástico rígido con 4 varillas de unión internas para el sellado hidráulico.

Procedimiento del ensayo para NT BUILD 492

Este método de ensayo requiere ajustar la diferencia de tensión a partir de 30 V CC dependiendo de la corriente transmitida.

El medidor de Ci permite el ajuste continuo de la tensión de 5 a 70 V CC. Las tensiones y duraciones sugeridas de los ensayos están predeterminadas en los instrumentos para que el usuario logre la ejecución correcta del ensayo.

Para este método de ensayo, se requiere el siguiente kit:

58-E5220/A3

Kit de configuración de migración a NT BUILD 492 para ensayos simultáneos de hasta 3 muestras. Incluye:

- Depósito de plástico transparente
- 3 portamuestras con soporte de acero inoxidable, distanciadores de plástico, electrodos (+ y -), rejillas perforadas, abrazaderas de acero inoxidable, manguitos de goma y cables
- 3 sondas de temperatura

El medidor de Ci está disponible en dos modelos:

58-E5214

Para el ensayo simultáneo de hasta 4 muestras

58-E5218

Para el ensayo simultáneo de hasta 8 muestras

Especificaciones técnicas

- Ensayos simultáneos de 4 u 8 muestras (consulte los modelos)
- Cada canal es independiente
- Duración del ensayo programable
- Índice de muestreo ajustable (a partir de 1 minuto)
- Diferencia de tensión continuamente variable de 5 a 70 V CC independiente para cada canal. Precisión de tensión superior a +/- 0,1 V, resolución 0,1 V
- Medición de corriente continua con una precisión de +/- 0,1 mA, resolución 0,1 mA
- Medición continua de la temperatura con la sonda PT100, precisión +/- 0,1 °C, resolución 0,1 °C
- Visualización de los datos de los ensayos en modo numérico y gráfico
- Pantalla a color de 7" con pantalla táctil capacitiva
- Memoria interna de 8 GB
- Puerto USB para exportación/almacenamiento de datos en una memoria externa (pen drive USB)
- Puerto LAN para conexión del PC
- Puerto serie RS 232 para conexión del PC o conexión serie de la impresora

- Interfaz fácil de usar con rutinas de ensayos predeterminadas según las principales normas y procedimientos personalizados
- Dimensiones y pesos:
 - Instrumento: (longitud x anchura x altura) 503 x 330 x 164 mm. 11,5 kg
 - Célula 58-E5220/A1: (longitud x anchura x altura) 200 x 150 x 150 mm. 3,5 kg
 - Célula 58-E5220/A2: (longitud x anchura x altura) 350 x 150 x 150 mm. 5 kg
 - Kit de configuración de migración 58-E5220/A3: (longitud x anchura x altura) 380 x 270 x 280 mm. 10 kg



Célula de ensayo para el medidor de penetración del ion cloruro

Información para pedidos

58-E5214

Medidor de penetración de cloruro de 4 canales. 110-230 V, 50-60 Hz, monofásico.

58-E5218

Medidor de penetración de cloruro de 8 canales. 110-230 V, 50-60 Hz, monofásico.

Accesorios

58-E5220/A1

Célula de ensayo completa según las normas ASTM y AASHTO para el medidor de Ci para muestras de hormigón de 100 mm de diámetro x 50 mm de altura.

58-E5220/A2

Célula de ensayo completa según las normas ASTM y AASHTO para muestras de hormigón de 100 mm de diámetro x 200 mm de altura.

58-E5220/A3

Kit de configuración de migración a NT BUILD 492 con rejilla para 3 muestras adecuada para ensayos simultáneos de hasta 3 muestras.

58-E0052/1

Sistema de vacío (consulte ASTM y NT BUILD) para la saturación de la muestra con agua. Incluye bomba, unidad de secado de aire con gel de sílice, desecador, recipiente de vidrio, soportes y abrazaderas. 230 V, 50 Hz, monofásico. Peso 40 kg (aproximado)

58-E0052/1Z

Igual que el anterior, pero 110V, 60 Hz, monofásico.

**58-E0031
PERMEÁMETRO DE OXÍGENO
(MÉTODO CEMBUREAU)**

NORMA

► **UNI 11164**

Este método, que puede aplicarse a testigos y muestras de hormigón fraguado, se utiliza para determinar la permeabilidad al oxígeno del hormigón aplicando la relación de Hagen-Poiseuille.

El aparato está compuesto por:

- Célula de permeabilidad para muestras de 150 mm de diámetro x 50 mm de altura
- Caudalímetro volumétrico de gas, tipo pompa de jabón (10 cc, 25 cc y 100 cc)
- Regulador de presión de gran precisión
- Unidad de lectura digital y transductor de presión
- Panel de acero inoxidable para el montaje en la pared con conexiones
- Cilindro de oxígeno y reductor de presión no incluidos

Especificaciones

Panel: 700 x 1100 x 120 mm (anchura x altura x fondo), peso 14 kg.
Célula: 345 x 180 mm (diám. x altura), peso 19 kg.



58-E0031 Detalle de la célula de permeabilidad

**58-E0030
SISTEMA PARA ENSAYOS DE PERMEABILIDAD AL AGUA
(MÉTODO JOHN FIGG)**

Este método abarca la determinación de la susceptibilidad de la penetración del cloruro y la carbonación en el hormigón. El aparato se puede utilizar para:

Ensayo interno (permeabilidad profunda)

Se perfora un orificio de 10 mm de diámetro, 40 mm de profundidad y se conecta dejando un hueco para el ensayo cilíndrico de 10 mm de diámetro, 20 mm de altura, situado 20 mm por debajo de la superficie del hormigón. El tiempo necesario para que el aire y el agua traspasen el material del ensayo hasta el hueco se utiliza como índice para determinar la calidad del hormigón.

Ensayos de permeabilidad al aire

El ensayo de permeabilidad al aire siempre se realiza antes de que la humedad produzca un efecto significativo en la permeabilidad. Siguiendo las instrucciones de procedimiento del ensayo, basándose en la técnica de vacío, el temporizador del instrumento y el manómetro muestran automáticamente el tiempo en segundos que tarda el vacío en ascender de -55 kPa a 5 kPa. Esta medición del tiempo se conoce como número Figg y es una medida de la permeabilidad al aire del hormigón.

Ensayos de permeabilidad al agua

Tras llenar y forzar el agua en la cavidad del ensayo, el aire se desplaza hacia fuera a través del tubo de rebosamiento. El sensor de flujo del instrumento y el temporizador, tras el procedimiento del ensayo, miden el tiempo necesario para que el menisco de agua recorra una distancia de 50 mm. El tiempo en segundos que se muestra en el temporizador es el número Figg para la permeabilidad al agua del hormigón.

Ensayo de permeabilidad de la superficie

El ensayo se ejecuta anclando una cámara de acero inoxidable en una zona lisa de la superficie del hormigón. Se utiliza una medición del tiempo requerido para que las cantidades correspondientes de aire y agua traspasen el hormigón como índice de las condiciones de la superficie.

El aparato se compone de los siguientes elementos:

- Manómetro digital
- Bomba de vacío de mano
- Jeringa de agua
- Paquete de 25 tapones de ensayo
- Muela abrasiva de copa
- Cámara de superficie de acero inoxidable, tenazas de sujeción, brocas y anclajes
- Maleta de transporte y manual de instrucciones

Especificaciones

- Alimentación: batería de 9 V
- Dimensiones de la maleta: 430 x 300 x 150 mm
- Peso: 5,4 kg (aprox.)

Piezas de recambio

58-E0030/1

Paquete de 25 tapones de ensayo.

58-E0031



58-E0030 juego completo

BARTRACKER

Evaluación de la durabilidad del hormigón



DETECCIÓN DE BARRAS DE REFUERZO Y MEDICIÓN DEL ESPESOR DEL RECUBRIMIENTO

NORMA

▶ BS 1881:204

Este aparato se utiliza para medir el grosor del recubrimiento de hormigón sobre barras de refuerzo de acero y tubos metálicos, y puede utilizarse para identificar la ubicación, orientación y diámetro de las barras de refuerzo. La unidad básica se puede completar con una serie de sondas opcionales para la determinación de distintos valores. Ver Accesorios.

Descripción

El BARTRACKER, que utiliza la técnica de inducción de impulsos, incluye un maletín IP 65 impermeable y robusto con lugar para las sondas, para una mayor portabilidad. El paquete de baterías se puede recargar dentro o fuera de la galga. La pantalla muestra todo lo que necesitamos saber. La galga incluye los siguientes elementos:

- Unidad principal
- Cabezal de búsqueda estándar para satisfacer la mayoría de los requisitos de medición para identificar barras de un diámetro de 40 mm hasta 95 mm de profundidad (aprox.) y barras de 8 mm de diámetro hasta 70 mm de profundidad (aprox.). Área de medición 120 x 60 mm.

- Cable para PC
- Paquete de baterías y cargador
- Correa para colgar del hombro
- Auricular
- Maleta de transporte y manual de instrucciones

Nota importante: Cabezales de búsqueda estándar y opcional, se pueden suministrar previa petición, con certificado de calibración. Ver Accesorios.

Especificaciones técnicas

- Rango de identificación de los diámetros de las barras de refuerzo:
- Métrico: 5 – 50 mm de diámetro (21 tamaños seleccionables)
- Números de barra estadounidenses: tamaños de barras #2-#18 (16 tamaños seleccionables)
- Alimentación recargable:
- El paquete de baterías de ion litio de 7,4 V permite hasta 32 horas de uso continuado (20 horas si la luz de fondo está apagada). Recargable en 4 horas ya sea dentro o fuera de la galga usando un cargador externo
- Temperatura máxima de funcionamiento: 50 °C
- Dimensiones de la unidad principal: 230 x 130 x 125 mm
- Peso de la unidad principal: 1,54 kg

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- » Detección de ubicación de las barras de refuerzo
- » Detección de orientación de las barras de refuerzo
- » Medición de la profundidad de recubrimiento
- » Lectura del grosor del recubrimiento en mm o pulgadas
- » Gran pantalla gráfica con luz de fondo
- » Estructura de menús en varios idiomas
- » Barra de potencia de la señal
- » Cabezales intercambiables con LED y teclado
- » Rango de las barras seleccionable por el usuario para tamaños y números
- » Modo automático para la determinación rápida del diámetro de la barra
- » Modo ortogonal para la determinación del diámetro de la barra
- » Otros modelos de cabezales de búsqueda (para búsquedas en cavidad estrecha, recubrimiento profundo, orificio interno) disponibles previo pedido. Ver Accesorios.
- » Salida RS 232 para PC
- » Software de transmisión EDTS MS EXCEL
- » Sistema de registro de datos
- » Volumen del pitido ajustable y toma para auriculares

Información para pedidos

58-E6102

Medidor de recubrimiento BARTRACKER completo con cabezal de exploración estándar, maleta de transporte, cable de transferencia galga-a-PC, paquete de baterías y cargador de baterías europeo. 100-240 V, 50-60 Hz, monofásico.



Detalle del paquete de baterías extraíble



58-E6102

Accesorios

BARTRACKER 58-E6102 cabezales de búsqueda y sondas (opcionales)

58-E6100/1

Cabezal de búsqueda para cavidad estrecha.
Mide con precisión el grosor del recubrimiento cuando los huecos entre cada una de las barras de recubrimiento (cavidad) están muy juntos.

- Escala: Barras de 40 mm de diámetro hasta 80 mm de profundidad (aprox.) y barras de 8 mm de diámetro hasta 60 mm de profundidad (aprox.)
- Área de medición: 120 x 60 mm
- Dimensiones: 155 x 88 x 42 mm

58-E6100/2

Cabezal de búsqueda de recubrimientos profundos.
El cabezal de búsqueda ideal para medir con precisión barras de refuerzo situadas profundamente en la estructura.

- Escala: Barras de 40 mm de diámetro hasta 180 mm de profundidad (aprox.) y barras de 8 mm de diámetro hasta 160 mm de profundidad (aprox.)
- Área de medición: 160 x 80 mm
- Dimensiones: 170 x 94 x 54 mm

58-E6100/3

Sonda con orificio interno corto.
La solución para localizar cables tensionados y varias capas situadas en lo profundo del hormigón.

- Profundidad de medición: 0-40 cm
- Intervalos de detección aproximados: cables tensionados de 70 mm/2,75" hasta 90 mm/3,54"; barras de refuerzo de hasta 60 mm/2,36"

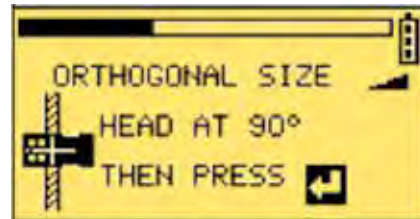
58-E6100/4

Sonda con orificio interno largo.
Profundidad de medición: 0-100 cm

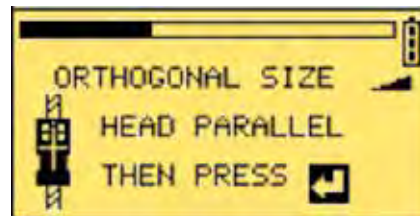
- Intervalos de detección aproximados: cables tensionados de 70 mm/2,75" hasta 90 mm/3,54"; barras de refuerzo de hasta 60 mm/2,36"



Ejemplo de pantalla. Esta vista típica de la pantalla de recubrimiento muestra todo lo que necesitamos saber. Los menús fáciles de usar, en varios idiomas, nos permiten acceder a todos los datos que necesitamos in situ, sin necesidad de consultar constantemente el manual de instrucciones.



Función de tamaño ortogonal. Solo tiene que acceder al menú y seguir las instrucciones por pantalla.



Función de tamaño ortogonal. Una vez completado el paso 2, se mostrarán el tamaño de la barra y la profundidad del recubrimiento.

Certificados de conformidad de calibración

(se deben solicitar en el momento de realizar el pedido)

58-E6100/CAL1

Certificado de calibración para medidor de recubrimiento BARTRACKER con cabezal de búsqueda estándar.

58-E6100/CAL2

Certificado de calibración para medidor de recubrimiento BARTRACKER con cabezal de búsqueda 58-E6100/1 para cavidad estrecha.

58-E6100/CAL3

Certificado de calibración para medidor de recubrimiento BARTRACKER con cabezal de búsqueda 58-E6100/2 para recubrimiento profundo.

58-E6100/CAL4

Certificado de calibración para medidor de recubrimiento BARTRACKER con sonda con orificio interno corto 58-E6100/3.

58-E6100/CAL5

Certificado de calibración para medidor de recubrimiento BARTRACKER con sonda con orificio interno largo 58-E6100/4.

58-E6100/10

Bloque de calibración básico de 16 mm de diámetro.

58-E6100/11

Bloque de calibración avanzado con orificios con espacios múltiples y 5 barras de refuerzo lisas de 300 mm de longitud y diámetros de 8, 10, 12, 16 y 20 mm.

