

NDT / Protección y reparación de estructuras de hormigón

Introducción

El desarrollo y perfeccionamiento de las técnicas de ensayo en el terreno, más conocidas por el nombre de métodos de ensayo no destructivos (NDT), son el resultado de la necesidad de investigar:

- El envejecimiento progresivo de las estructuras de hormigón
- El efecto de los ataques químicos al hormigón debidos a la polución atmosférica o al uso de cloruros en invierno para evitar la congelación
- La calidad e integridad de las estructuras nuevas
- Los problemas asociados a los edificios históricos.

Este catálogo incluye una amplia selección de instrumentos y aparatos para ensayos no destructivos con indicaciones precisas sobre la utilización del producto y las aplicaciones relacionadas.

Controls le ofrece también un servicio de asesoramiento preventivo para ayudarle a identificar el aparato adecuado y proporcionarle todas las recomendaciones relativas al uso correcto de los instrumentos.

No dude en ponerse en contacto con nosotros en caso de necesitar cualquier tipo de información.

Indice	Página
Evaluación de la durabilidad del hormigón	274
Evaluación de la resistencia del hormigón.....	282
Evaluación de la calidad y homogeneidad	287
Monitorización de anchura de grietas, evaluación de la tensión in situ, inspección estructural y monitoreo de estructuras	291

NDT / Protección y reparación de estructuras de hormigón

Evaluación de la durabilidad del hormigón

Introducción

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. El término durabilidad es abstracto; de hecho, sería preferible hablar de la vida útil de la estructura. Este parámetro deberá estar incluido en el diseño inicial de la estructura: el diseñador tendrá que tener en cuenta la vida útil prevista de la estructura (el periodo en el que la estructura deberá mantener los criterios de diseño).

Disponemos de una gama completa de instrumentos de medición de la durabilidad del hormigón que satisfacen la mayoría de las necesidades de los operadores de la industria de la construcción. Controls pone también a su disposición su considerable conocimiento específico y su dilatada experiencia para ayudarle en el análisis de los resultados de los ensayos.

RESUMEN DE LOS PRINCIPALES MÉTODOS DE ENSAYO Y LAS APLICACIONES CORRESPONDIENTES

Hormigón armado

Medición	Aplicación	Código	Descripción
Contenido de cloruro / permeabilidad	riesgo de corrosión y causa	58-E0064 58-E0052	Sistema para ensayos de cloruro en el terreno Medidor de penetración de cloruro
Medición del recubrimiento y situación del metal	número de barras de refuerzo y posición	58-E6102	Medidor de recubrimiento BARTRACKER
Estimación del recubrimiento	riesgo de corrosión, situación del metal en los materiales de construcción	58-E0058	Exploración profunda Localizador de metal
Profundidad de la carbonatación	riesgo de corrosión y causa	58-E0063	Juego para ensayos de carbonatación
Potencial de semipila	actividad de corrosión y riesgo de daños	58-E0065	Medidor del potencial de semipila
Resistividad	ctividad de corrosión y riesgo de daños	58-E0062/B	Juego de ensayo del medidor de resistividad

Hormigón en masa

Medición	Aplicación	Código	Descripción
Absorción superficial del agua / permeabilidad	causa y riesgo del deterioro del hormigón	58-E0023	Juego para ensayos de permeabilidad al agua según Dr. Carstens
Permeabilidad al agua y al gas	causa y riesgo del deterioro del hormigón	58-E0030 58-E0031	Juego para ensayos de permeabilidad al agua utilizando la técnica Figg Permeámetro de oxígeno para hormigón
Humedad superficial	causa y riesgo del deterioro del hormigón	58-E0032/B	Medidor de la humedad
Resonancia flexural	causa y riesgo del deterioro del hormigón	58-E0035/A	Frecuencia de resonancia

NDT / Protección y reparación de estructuras de hormigón

Evaluación de la durabilidad
Penetración del ión cloruro / Ensayo de potencial de electrodo

▶ PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO

📄 NORMAS

ASTM C1202, AASHTO T277

■ 58-E0052

Medidor de la capacidad de resistencia del hormigón a la penetración del ión cloruro

110-230 V, 50-60 Hz, monofásico.



58-E0052 equipo completo

Descripción general y especificaciones

Este método de ensayo permite evaluar las características de permeabilidad al cloruro del hormigón. En el ensayo se monitoriza la cantidad de corriente eléctrica que pasa a través de cilindros o testigos de hormigón. Se mantiene una diferencia de potencial entre los extremos de la probeta; uno de ellos es el polo negativo y se sumerge en una solución de cloruro sódico; el otro extremo (polo positivo), se introduce en una solución de hidróxido sódico. Se mide la carga eléctrica total en culombios y se relaciona el valor obtenido con la resistencia de la probeta a la penetración del ión cloruro.

Gran pantalla gráfica 256x128 pixel

Técnica de medición: Bucle cerrado con una diferencia de potencial de 60 V CC; medición de la carga eléctrica que pasa por el bucle e integración en función del tiempo.

Precisión: ± 0,1 V; ± 1 mA

Tamaño

- 460 x 320 x 150 mm aproximadamente (instrumento)

- 165 x 155 x 50 mm aproximadamente (células)

📦 **Peso aproximado:** 11,5 kg

▶ ENSAYO DE POTENCIAL DE ELECTRODO

📄 NORMAS

BS 1881:201, ASTM C876, UNI 9535

■ 58-E0065

Medidor digital de corrosión de electrodo

Descripción general y especificaciones

La corrosión del acero es un proceso electroquímico en el que intervienen áreas anódicas (corrosivas) y catódicas (pasivas) del metal. Midiendo los potenciales eléctricos del hormigón - superficie con respecto a un electrodo de referencia estándar en una rejilla predeterminada, se puede evaluar la presencia y localización de la corrosión y su probable comportamiento futuro. Efectuando mediciones regulares se puede supervisar el comportamiento de estructuras nuevas y relativamente nuevas, minimizando así los costes de mantenimiento.

Electrodo: sonda rellenable de plata/cloruro de plata (estable y de baja corrosión)
Conversión automática de las mediciones y visualización como potenciales equivalentes de cobre/sulfato de cobre

Pantalla:

LCD de 12,5 mm; 3½ dígitos más signo

Escala / Resolución: +1999 mV / +1 mV

Funcionamiento con batería: giving typically 1000

hours use with low battery indication

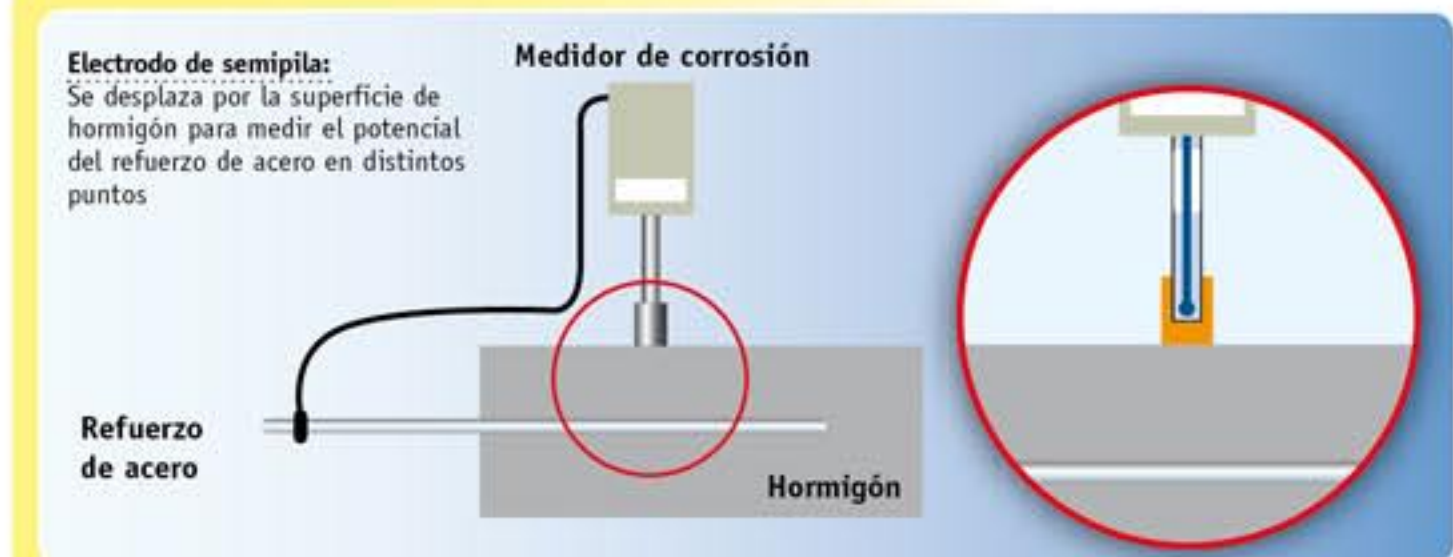
Encendido y apagado automáticos

📏 **Dimensiones:** 400x270x130 mm

📦 **Peso total:** 2 kg aprox.

⚙️ Piezas de recambio

➤ **58-E0065/1** Electrodo completo con gel de electrolito de 100 ml



- Respuesta y estabilización rápidas
- Soporte de sonda extensible para supervisión a distancia
- Cálculo preciso de la actividad de corrosión



58-E0065 equipo completo

NDT / Protección y reparación de estructuras de hormigón

Evaluación de la durabilidad
Localización de metal en hormigón

MEDICIÓN DEL RECUBRIMIENTO

NORMAS
BS 1881:204

BARTRACKER MEDIDOR DE RECUBRIMIENTO

Introducción

Un medidor de recubrimiento es una galga que mide el grosor del recubrimiento de hormigón sobre las barras de refuerzo de acero y las barras de metal. El medidor de recubrimiento puede decirnos la profundidad del hormigón, la situación y orientación de la barra de refuerzo o la barra de metal e incluso determinar el diámetro de la barra de refuerzo.

Un taladro en contacto con una barra de refuerzo o un cable tensionado no sólo puede destruir la roca sino además causar serios daños estructurales.

El medidor de recubrimiento BARTRACKER es capaz de determinar con precisión dónde está el metal, incluso si hay cruces complicados de estructuras de apoyo mezcladas, y puede localizar cables tensionados profundos dentro de la estructura.

Se encarga así de averiguar la ubicación de las barras de refuerzo.

La unidad básica, que también está disponible con cargador de batería para 220 V, 60 Hz, y 110 V, 60 Hz, se puede completar con una serie de sondas opcionales para varias determinaciones.

Véase accesorios.

Además, la unidad se puede suministrar con un certificado de conformidad de calibración (uno para cada tipo de sonda), que se deberá solicitar en el momento de realizar el pedido.

■ 58-E6102

Medidor de recubrimiento BARTRACKER con cabezal de exploración estándar, maleta de transporte, cable de transferencia galga-a-PC, paquete de baterías y cargador de baterías europeo.
110-240 V, 50-60 Hz, monofásico.

Descripción general

El BARTRACKER, que utiliza la técnica de inducción de impulsos, incluye un maletín IP65 impermeable y robusto con lugar para las sondas, para una mayor portabilidad. Memoria y registro de datos con salida de datos al PC o directamente a la impresora. Menús intuitivos en varios idiomas. Escalas en bar internacionales que incluye números de bar métricos y estadounidenses.

Los paquetes de baterías se pueden recargar dentro o fuera de la galga. Se puede acceder a la mayoría de las funciones y controlarlas mediante 4 teclas sencillas. La pantalla muestra todo lo que necesitamos saber. El fondo de las pantallas se puede iluminar para facilitar su visualización en condiciones oscuras. 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 libro de instrucciones.

La galga incluye los siguientes elementos:

- Unidad principal
- Cabezal de búsqueda estándar; diseñado para cumplir con la mayoría de los requisitos de medición
- Escala: Barra de 40 mm hasta 95 mm de profundidad (aprox.), barra de 8 mm hasta 70 mm de profundidad (aprox.).
- Dimensiones: 155 x 88 x 42 mm
- Área de medición: 120 x 60 mm
- Cable para PC
- Paquete de baterías y cargador
- Correa para colgar del hombro
- Auriculares
- Libro de instrucciones y maleta de transporte.

Especificaciones

Rangos de diámetro de las barras

Métrico: Barra de 5 - 50 mm de diámetro en 21 valores

Números de barra estadounidenses: tamaños de barra #2 - #18 en 16 valores

Alimentación recargable:

El paquete de baterías de de ión 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:
230x130x125 mm

Peso de la unidad: : 1.54 kg

Funciones principales:

- Ubicación de las barras de refuerzo
- Orientación de las barras de refuerzo
- 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 diodos luminosos y teclado
- Rango de las barras seleccionable por el usuario para tamaños y números

Modos sonoros de medición::

- Localizar (el tono aumenta al acercarse el cabezal a la barra de refuerzo)
- Oculto (el tono sólo suena con recubrimientos bajos)
- Maxpip (el tono sólo suena cuando el cabezal pasa por el centro de la barra de refuerzo)
- Modo automático para la determinación rápida del diámetro de la barra
- Modo ortogonal para la determinación del diámetro de la barra
- Salida RS 232 para PC
- Software de transmisión EDTS MS EXCEL
- Registro de datos
- Fecha y hora
- Maleta impermeable, robusta (IP65)
- Volumen del pitido ajustable y toma para auriculares.

Accesorios

Cabezales de búsqueda y sondas opcionales

■ 58-E6100/1 Cabezal de búsqueda de cavidades estrechas (opcional)

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

Escala: Barra de 40 mm hasta 80 mm de profundidad (aprox.), barra de 8 mm hasta 60 mm de profundidad (aprox.).
Dimensiones: 155 x 88 x 42 mm
- Área de medición: 120 x 60 mm

■ 58-E6100/2 Cabezal de búsqueda de recubrimiento profundo (opcional)

El cabezal de búsqueda ideal para medir con precisión barras de refuerzo situadas profundamente en la estructura.
Escala: Barra de 40 mm hasta 180 mm de profundidad (aprox.), barra de 8 mm hasta 160 mm de profundidad (aprox.).
Dimensiones: 170x94x54 mm
- Área de medición: 160 x 80 mm

■ 58-E6100/3 Sonda con orificio interno corto (opcional)

La solución para localizar cables tensionados y varias capas de barras de refuerzo situadas en lo profundo del hormigón. Profundidad de medición: 0 - 40 cm
Escalas de detección aproximadas:
Cable tensionado (70 mm/2,75" de diámetro): hasta 90 mm/3,54"
Barra de refuerzo: hasta 60 mm/2,36"

■ 58-E6100/4 Sonda con orificio interno largo (opcional)

Profundidad de medición: 0 - 100 cm
Escalas de detección aproximadas:
Cable tensionado (70 mm/2,75" de diámetro): hasta 90 mm/3,54"
Barra de refuerzo: hasta 60 mm/2,36"

NDT / Protección y reparación de estructuras de hormigón

Evaluación de la durabilidad
Localización de metal en hormigón

Certificados de conformidad de calibración

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

■ **58-E6100/CAL1**
BARTRACKER con cabezal de búsqueda estándar

■ **58-E6100/CAL2**
BARTRACKER con 58-E6100/1 cabezal de búsqueda de cavidades estrechas

■ **58-E6100/CAL3**
BARTRACKER con 58-E6100/2 y 58-E61003/3 cabezal de búsqueda de recubrimientos profundos

■ **58-E6100/CAL4**
BARTRACKER con 58-E6100/4 sonda con orificio interno largo

Diversos

■ **58-E6100/9** Pieza de madera con orificios espaciados para la verificación de la calibración

Repuestos

■ **58-E6100/20** cable con cabezal de búsqueda enroscado para medidor de recubrimiento BARTRACKER

■ **58-E6100/21** 21 galga para cable de transferencia en serie RS 232 para medidor de recubrimiento BARTRACKER

■ **58-E6100/22** paquete de baterías para medidor de recubrimiento BARTRACKER

- El maletín IP65 impermeable y robusto, está sellado frente a los elementos y es lo suficientemente resistente como para trabajar en entornos difíciles

- Almacenamiento de las sondas para una mayor portabilidad

- Memoria (hasta 1000 lecturas) y registro de datos con salida de datos al PC o directamente a la impresora

- Entorno ruidoso? La toma para auriculares nos permite escuchar siempre el medidor

- La forma ergonómica del maletín presenta una curva suave que se adapta cómodamente a la cadera

- Menús intuitivos en varios idiomas que nos permiten comenzar a usar el medidor en cuanto lo recibimos.



Ejemplo de pantallas

Esta vista típica de la pantalla de recubrimiento muestra todo lo que necesitamos saber. El fondo de las pantallas se puede iluminar para facilitar su visualización en condiciones oscuras. 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 libro de instrucciones!

indicador de potencia de la señal

diámetro de la barra seleccionado previamente

definición automática del tamaño del diámetro

estadísticas

n: 27 \bar{x} : 41.4

□29 18mm

○16 (16) (18)

LOG BAR ZERO SIZE

indicador de batería

sensibilidad/volumen

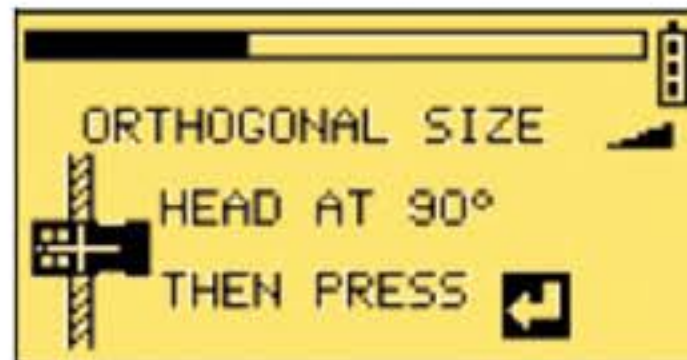
valor del recubrimiento en mm o pulgadas

definición automática del valor del recubrimiento

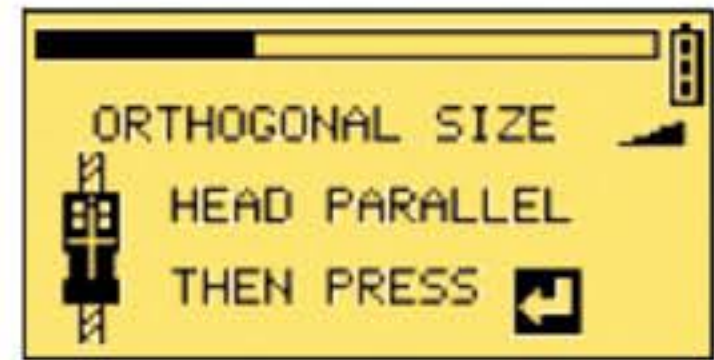
Tipo de cabezal de búsqueda

teclas de acceso directo a los menús

Función de tamaño ortogonal



Sólo tiene que acceder al menú y seguir las instrucciones por pantalla



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

- Escalas en bar internacionales que incluye números de bar métricos y estadounidenses

- Amplia gama de cabezales de búsqueda totalmente intercambiables que incluyen el modelo estándar, de cavidades estrechas, recubrimiento profundo, sonda para orificios internos y semipila

- Los paquetes de baterías se pueden recargar dentro o fuera de la galga, para seguir funcionando mientras sea necesario

- Se puede acceder a la mayoría de las funciones y controlarlas mediante 4 teclas sencillas.

- Ideal para su manejo con una sola mano

NDT / Protección y reparación de estructuras de hormigón

Evaluación de la durabilidad

Localización de metal / Ensayo de carbonatación / Contenido de cloruro

▶ LOCALIZACIÓN DE METAL EN HORMIGÓN

■ 58-E0058

Localizador de metal para exploración profunda

Descripción general y especificaciones

Se utiliza para localizar barras de refuerzo y tuberías metálicas, conductos, espárragos metálicos, cajas de conexiones y armazones metálicos a profundidades de hasta 150 mm antes de ejecutar operaciones de perforación o trabajos de reforma. Realiza la exploración a través de la mayoría de los materiales de construcción no metálicos, incluido el hormigón en masa.

Es una herramienta esencial para los contratistas de hormigón, profesionales de reformas, fontaneros y electricistas.

Batería: alcalina de 9 V (no incluida)

Vida de las baterías: 1 año con uso normal, con indicación de nivel de batería bajo

Precisión de la posición: La barra de refuerzo / tubo de cobre de 14 mm de diámetro con un espaciado mínimo de trituración de 152 mm, normalmente están situados a menos de 13 mm.

Profundidad: hasta 152 ± 25 mm

Resistencia al agua: es resistente al agua y a las salpicaduras, pero no es estanco

Tamaño: 251 x 109 x 63 mm (largo x ancho x alto)

Peso aproximado: 320 g con batería

- Exploración a través de hormigón en masa
- Señala la localización y la profundidad del objetivo
- Diferencia las barras de refuerzo de acero de las tuberías de cobre
- Evita las estimaciones, los agujeros innecesarios y las roturas de brocas y hojas de sierra



58-E0058

▶ ENSAYO DE CARBONATACIÓN

📄 NORMAS

EN 13295

■ 58-E0063

Juego para ensayos de carbonatación

Descripción general y especificaciones

Mediante este juego de ensayo se mide la profundidad de penetración de la carbonatación a través de la superficie del hormigón. Comparando esta medida con el recubrimiento de hormigón para armadura, se puede evaluar el riesgo de corrosión inducida por la carbonatación. El juego consta de dos frascos de lavado de 250 ml, que contienen agua destilada y solución de fenolftaleína, y un calibrador de profundidad. Para detectar la pérdida de alcalinidad asociada a la carbonatación, se pulveriza la superficie rota o perforada recientemente con solución de fenolftaleína.



58-E0063

• N O T A

Se puede utilizar el aparato de extracción de microtestigos (código 58-C0229) que se describe y se muestra en el apartado de "Evaluación de la resistencia del hormigón" para extraer pequeños testigos adecuados para la ejecución del ensayo de carbonatación.

- Resultados rápidos, económicos y precisos respecto al contenido de cloruro
- Escala amplia (de 0,002% a 2% de cloruro por peso)
- Lectura digital directa de los resultados del ensayo (lb./cu. yd. y % de cloruro en peso)

▶ CONTENIDO DE CLORURO

📄 NORMAS

Corresponde a la ASTM C114 (los medidores satisfacen la norma AASHTO T260)

■ 58-E0064

Sistema para ensayos de cloruro en el terreno

Descripción general y especificaciones

Para determinar la concentración de iones cloruro en el hormigón con el objeto de identificar el riesgo de corrosión.

El método requiere una extracción ácida de una muestra taladrada representativa de hormigón, que se analiza con un electrodo ión-selectivo, comparándose el potencial con una calibración obtenida mediante una serie de cinco soluciones estándar.

El sistema de ensayo incluye:

- Electrodo de combinación de cloruro, con un sensor de temperatura montado externamente, cable y conectores
- Medidor electrónico de baterías e impedancia alta, con circuitos de compensación de la temperatura y microprocesador para la conversión directa a porcentaje de cloruro.
- Paquete de recambio de 12 frascos, cada uno con 20 ml de líquido de extracción y 5 frascos de líquido de calibración coloreado
- Botella de agente humectante para electrodos
- Básculas para pesar muestras de 3 g
- Libro de instrucciones y maleta de transporte

Peso aproximado: 5 kg

🔧 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-E0064, equipo completo

NDT / Protección y reparación de estructuras de hormigón

Evaluación de la durabilidad

Ensayo de resistividad / Determinación de la humedad en superficie

▶ ENSAYO DE RESISTIVIDAD

■ 58-E0062/B

Resistividad digital
Juego para ensayos el medidor de conjunto de resistividad de 2 sondas

Descripción general y especificaciones

Para evaluar la velocidad de corrosión probable de las barras de refuerzo. El momento en que comienza la corrosión del acero y la velocidad a la que puede progresar dependen de las propiedades de la pasta de cemento y de la permeabilidad del hormigón. Dado que la conductividad eléctrica del hormigón es un proceso electrolítico que se produce por el movimiento iónico en la solución intersticial acuosa de la matriz de cemento, se deduce que un hormigón muy permeable tendrá una elevada conductividad y baja resistencia eléctrica. Por lo tanto, el valor de la resistencia eléctrica del hormigón puede proporcionar una medida de la velocidad de corrosión probable del acero contenido en su interior.



58-E0062/B

- Unidad de sonda compacta, duradera y de bolsillo
- Lectura directa en $k\Omega$ cm
- Tiempo de ensayo inferior a dos minutos
- Dispositivo de comprobación de la continuidad de las barras de refuerzo

Especificaciones

- Conjunto de sondas:** conjunto de dos sondas con 5 cm de espaciado
- Pantalla:** pantalla LCD de 4 ¼ dígitos
- Respuesta / Resolución:** resolución de la pantalla 0,1 $k\Omega$ cm.
- Escala:** 0,5-20 $k\Omega$ cm
- Funcionamiento con batería:** aproximadamente 100 horas de funcionamiento activo
- Orificios para sondas:** 8 mm de profundidad, 6,5 mm de diámetro rellenos con gel conductor (se incluye plantilla, gel y broca)
- Dimensiones:** 400 x 270 x 130 mm
- Peso aproximado:** 4 kg aprox. incluida la maleta



58-E0062/B, equipo completo

▶ HUMEDAD SUPERFICIAL

■ 58-E0032/B

Protímetro Surveymaster, medidor de humedad en modo dual

Descripción general

El 58-E0032/B Surveymaster es el medidor de humedad estándar de la industria para evaluar y conocer la humedad de los edificios.

Este medidor de humedad único ofrece dos modos de funcionamiento: búsqueda y medición, que ayudan al usuario a distinguir la humedad en la sub-superficie de la humedad de la superficie, una información esencial cuando se trata de establecer el alcance y la causa de un problema de humedad.

El contenido real de humedad en la madera se muestra en la pantalla digital con el correspondiente estado de humedad en la escala de luces de colores codificadas. Este valor se puede utilizar como referencia para estimar el contenido de humedad de otros materiales de la construcción o para comparar distintas condiciones de humedad.

Incluye los siguientes elementos:

- Sondas para paredes profundas aisladas de 127 mm
- Sonda para medir la humedad
- Comprobación de la calibración en modo WME
- 2 pasadores de repuesto
- Bolsa de transporte e instrucciones
- Tabla de calibración de las distintas especies de madera



58-E0032/B

Especificación

- **Escala:** 7% al 99% WME (equivalente a la humedad en madera)
- **Pantalla 1:** LCD digital
- **Pantalla 2:** 60 diodos luminosos verdes (seco), amarillos (riesgo) y rojos (húmedo)
- **Profundidad de la humedad:** No invasiva hasta 19 mm, pasador hasta 12,7 mm
- **Potencia:** una batería 6F22R de 9 V (incluida)
- **Características:** Tono audible: El usuario puede conectarla/desconectarla. Desconexión automática. El usuario puede desconectarla o configurarla entre uno y tres minutos.
- **Dimensiones:** 175 x 30 x 48 mm
- **Peso, incluidas las baterías:** 100 g

NDT / Protección y reparación de estructuras de hormigón

Evaluación de la durabilidad
Permeabilidad al agua y al gas / Penetración del agua

▶ PERMEABILIDAD AL OXÍGENO DEL HORMIGÓN

📄 NORMAS

UNI 11164

Método Cembureau

■ 58-E0031

Permeámetro de oxígeno para hormigón. Funcionamiento con baterías

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

Está compuesto por los siguientes elementos:

- Célula de permeabilidad para probetas de 150 mm de diámetro x 50 mm de altura
- Medidor de flujo de gas volumétrico de burbuja.
- Regulador de presión de gran precisión
- Unidad de lectura digital y transductor de presión
- Panel de acero inoxidable para instalar en la pared y conexiones.

📏 Dimensiones totales:

- Panel (longitud x fondo x altura)
700 x 1.100 x 120 mm
Peso 14 kg
- Célula (diámetro x altura)
345 x 180 mm
Peso 19 kg

📦 Peso total aproximado: 33 kg

El aparato deberá conectarse a una bomba de oxígeno adecuada con regulador de presión y manómetro.



58-E0031



58-E0031 Detalle de la célula de permeabilidad

▶ PENETRACIÓN DEL AGUA

■ 58-E0023

Juego para ensayos de penetración del agua (método del Dr. Carstens)

📄 NORMAS

EN 1323

Descripción general y especificaciones

Para la determinación de la permeabilidad al agua de materiales de construcción y elementos prefabricados para construcción.

El ensayo puede ejecutarse tanto en sentido horizontal como vertical

El juego de ensayos consta de 3 tubos verticales de penetración de agua y 3 tubos horizontales, un frasco de lavado de 250 ml y 250 g de cemento plastilina.

📏 Dimensiones de la maleta:

420x280x90 mm

📦 Peso aproximado: 1.75 kg

⚙️ Piezas de recambio

- ▶ 58-E0023/3 Cemento plastilina, 250 g



58-E0023

▶ PERMEABILIDAD AL AGUA Y AL GAS

■ 58-E0030

Juego para ensayos de permeabilidad al aire y al agua. Método John Figg

Descripción general y especificaciones

Medida profunda

Medida profunda

Se sella un orificio taladrado de 10 mm de diámetro y 40 mm de profundidad con un tapón de goma de silicona, a través del cual se introduce una aguja hipodérmica en el hueco. En el ensayo de agua, se introduce agua en el interior del hueco por la aguja. Se mide el tiempo necesario para absorber 0,01 ml de agua. En el ensayo de presión del aire, se crea en el hueco un vacío de 55 kPa por debajo de la presión atmosférica



58-E0030 equipo completo

y se mide el tiempo necesario para que se produzca un incremento de 5 kPa.

Medida superficial

El ensayo se ejecuta anclando una cámara de acero en una zona lisa de la superficie del hormigón.

El aparato incluye, básicamente:

- Manómetro digital
- Bomba de mano de vacío
- 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.

Alimentación: batería estándar de 9 V

📏 Dimensiones: 430x300x150 mm

📦 Peso con maleta: 5.4 kg

⚙️ Piezas de recambio

- ▶ 58-E0030/1 Paquete de 25 tapones de ensayo

NDT / Protección y reparación de estructuras de hormigón

Evaluación de la durabilidad
Resonancia longitudinal, flexural y torsional

► RESONANCIA LONGITUDINAL, FLEXURAL Y TORSIONAL

■ NORMAS

ASTM C215 y C666, BS 1881:209, UNI 9771, NF P18-414

■ 58-E0035/B

Frecuencia de resonancia

Descripción general

El principio de funcionamiento de este aparato se basa en la determinación de la frecuencia resonante fundamental de la vibración de una muestra generada por un impacto y medida con un acelerómetro.

Se pueden aplicar tres modos de vibración: Longitudinal, transversal (flexural) y torsional. Con ellos se pueden calcular las características de los materiales siguientes:

Módulo de elasticidad de Young

Módulo de rigidez

Coefficiente de Poisson

El aparato, que incluye el instrumento que funciona con baterías, el banco de ensayos, el acelerómetro y los impactores, incluye una función automática que computa la amplitud máxima, que elimina el exceso de escaneos de frecuencia. Las frecuencias se muestran automáticamente en la pantalla y el cursor permite al usuario desplazarse por el espectro de frecuencia. Además, la señal del dominio temporal y el espectro de frecuencia se pueden almacenar y cargar en un PC para su análisis posterior y para su inclusión en informes.

La determinación de la resonancia flexural es muy importante para **determinar la durabilidad** del hormigón, estudiando la degradación del hormigón sometido a ciclos de congelación y descongelación acelerados y ambientes agresivos en probetas de hormigón, así como entornos agresivos en las muestras de hormigón.

Especificación

Escalas de frecuencia: de 10 Hz a 40 kHz

Frecuencia de muestreo: 10, 20, 40 o 80 kHz

Resolución de frecuencia: de 4,9 a 78,1 Hz

Longitud de registro: 1024 ó 2048 puntos

Nivel de desvío de salida: 9,2 V

Sensibilidad del acelerómetro: 9,60 mV/g (0,979 mV/m/s²)

Batería: 12 V, 4-10 horas de uso continuo

Pantalla: 320 x 240 ; luz de fondo para su uso a la luz del día

Almacenamiento: 200 lecturas

Software: Windows compatible 9x/me 32 MB de Ram

Impactores: Juego de 6 bolas de acero endurecido

Escala de temperaturas de funcionamiento: 0 ° C a + 40 °C

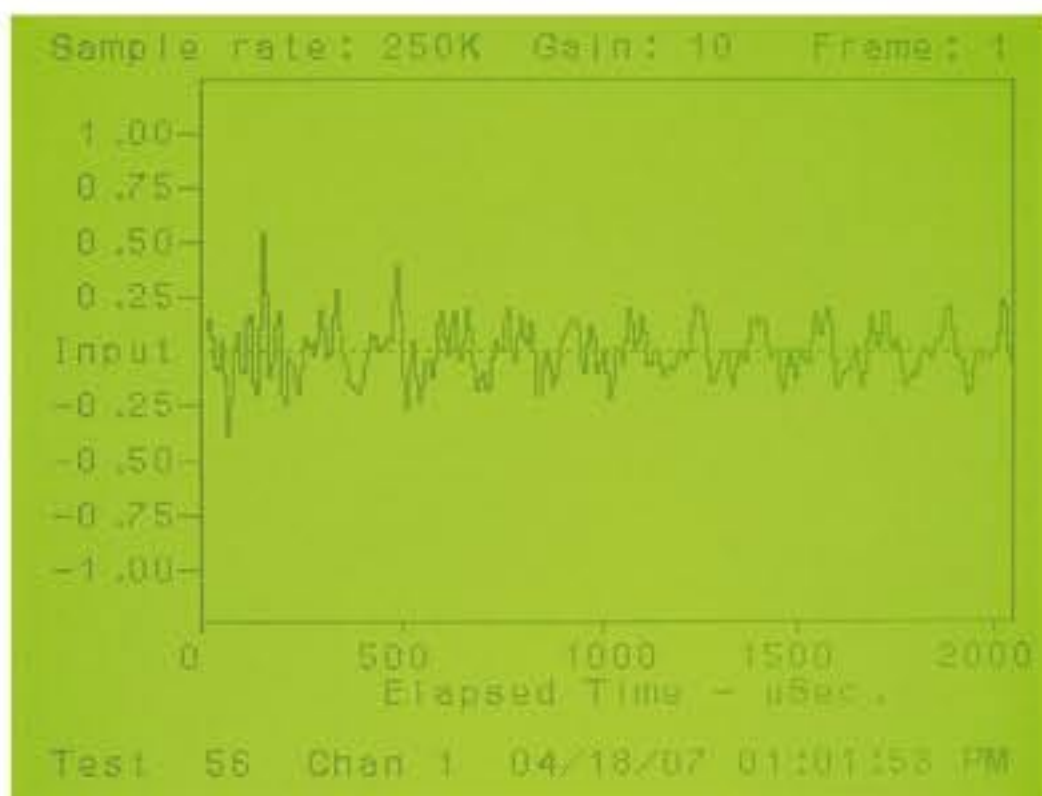
⚖️ Peso: 30 Kg aprox.

Características principales

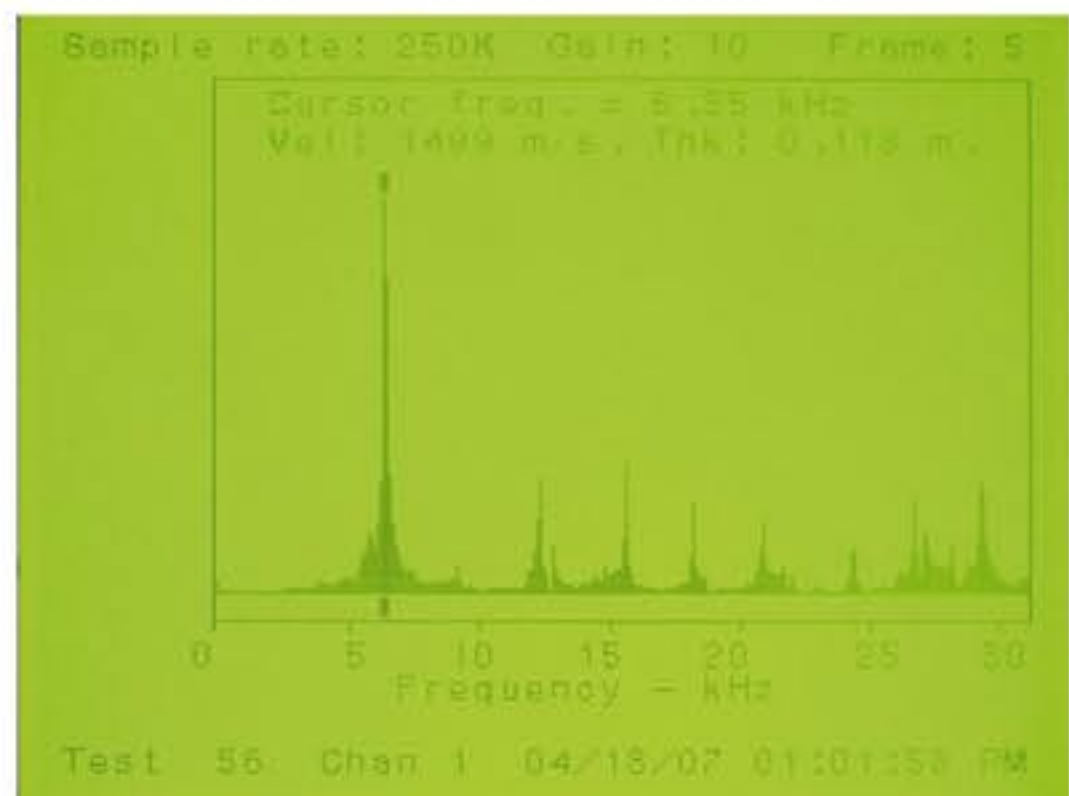
- Identificación automática de la frecuencia de resonancia
- Gran pantalla para el análisis de los datos del dominio temporal y las señales del espectro de frecuencia
- Los datos se pueden almacenar y cargar en un PC para su análisis posterior y su inclusión en informes
- Para tamaños de muestras de hasta 150 mm de sección transversal y desde 45 a 700 mm de longitud
- Ideal para el análisis de congelación y descongelación, determinación del módulo de Young y análisis del coeficiente de humedad



58-E0035/B



58-E0035/B medidor de la señal de dominio temporal para visualizar la vibración de la muestra



58-E0035/B medidor del espectro del dominio de frecuencia

NDT / Protección y reparación de estructuras de hormigón

Evaluación de la resistencia
Esclerómetros para ensayos de hormigón

Evaluación de la resistencia del hormigón

Los métodos de ensayo no destructivos más comunes son los que proporcionan una indicación de la resistencia del hormigón a la com-

presión en el terreno. Normalmente, son ensayos sencillos muy conocidos que ya se contemplan en la mayoría de las normas naciona-

les sobre ensayos. Los equipos de Controls cumplen las normas que se aplican con mayor frecuencia.

RESUMEN DE LOS PRINCIPALES MÉTODOS DE ENSAYO Y LAS APLICACIONES CORRESPONDIENTES

Medición	Aplicación	Código	Descripción
Resistencia superficial (coeficiente de rebote)	Evaluación de la resistencia de la zona superficial	58-C0181	Martillo para ensayos de hormigón (distintas versiones)
Resistencia a la penetración	Resistencia a la penetración	58-C0179/B	Penetrómetro de aire o de eje
Fuerza de extracción estándar	Evaluación de la resistencia de la zona superficial	58-C0178	Aparato para ensayos de extracción
Evaluación de la fuerza de arranque	Resistencia de la zona superficial	58-C0215/T	Máquinas de la adherencia del hormigón y el yeso
Resistencia de testigos	Resistencia in situ localizada	58-C0299	Aparato de ensayos de microtestigos

► RESISTENCIA SUPERFICIAL: MÉTODO DEL ÍNDICE DE REBOTE (ESCLERÓMETRO)

📄 NORMAS

EN 12504: Part 2, ASTM C 805, BS 1881:202, NF P18-417, DIN 1048, UNI 9189

Método del índice de rebote (esclerómetro)

Existen varios modelos disponibles: desde el modelo estándar hasta el modelo digital más sofisticado.

El modelo estándar se puede suministrar acompañado de certificado de conformidad de calibración. Ver 58-C0181/N1.



■ 58-C0181/N

Esclerómetro para ensayos de hormigón, modelo clásico, funda de aluminio.

Escala graduada en MPa

■ 58-C0181/N1

Esclerómetro para ensayos de hormigón, modelo clásico, funda de aluminio. Con certificado de conformidad de calibración.

Descripción general y especificaciones

Para realizar ensayos no destructivos en la superficie del hormigón endurecido con la finalidad de evaluar la resistencia de una estructura en distintos puntos.

El esclerómetro para hormigón se suministra con maleta de transporte de plástico, piedra abrasiva y manual de instrucciones. El modelo 58-C0181/N1 incluye certificado de conformidad de calibración.

Energía del impacto: 2.207 Nm

📏 Dimensiones con la maleta de plástico: 78 mm de diámetro x 355 mm

📖 Peso aproximado: 1,5 kg (con maleta y piedra abrasiva)

Accesorios

✔ 58-C0184 Yunque de calibración. Se utiliza para calibrar los esclerómetros para ensayos de hormigón. Fabricado en acero de aleación especial. Dimensiones, 150 mm de diámetro x 230 mm de altura. Peso aproximado 16 kg

✔ 58-C0181/24A Escala graduada en psi



58-C0184

NDT / Protección y reparación de estructuras de hormigón

Evaluación de la resistencia
Esclerómetros para ensayos de hormigón

■ 58-C0181/G

Esclerómetro digital para ensayos de hormigón

Descripción general y especificaciones

Este nuevo y avanzado modelo de esclerómetro digital para ensayos de hormigón controlado por microprocesador está compuesto por una unidad estándar similar a la del modelo 58-C181/N, pero equipada con un transductor electrónico que convierte el rebote del martillo en una señal eléctrica y la muestra en las unidades de tensión seleccionadas. El esclerómetro digital, que funciona con baterías, puede conectarse fácilmente a un PC o a una impresora de serie a través del puerto RS 232. Dispone de una memoria permanente de gran capacidad que puede almacenar hasta 5.000 resultados. Se suministra con cargador de baterías y cable serie.



Especificaciones técnicas

- Energía del impacto: 2,207 Nm.
- Escala de medición: de 10 a 70 N/mm²
- Pantalla de 2 x 16 caracteres
- Precisión: ± 0,1 R
- Potencia: batería recargable integrada
- Autonomía (con uso discontinuo): >5 horas
- Memoria: hasta 5.000 ensayos
- Salida de puerto serie RS 232
- Desconexión automática
- Dimensiones (con la maleta): 190 x 100 x 350 mm
- Peso aproximado: 2 kg

El esclerómetro incluye los siguientes elementos: Cargador de baterías con cable, puerto serie para PC, piedra abrasiva, manual de instrucciones y maleta de transporte rígida.

- Características principales**
- Gran resolución y eficacia
 - Posibilidad de almacenamiento, visualización y descarga de datos a PC
 - Conversión automática del índice de rebote a la resistencia de compresión equivalente en N/mm², kg/cm² o psi.
 - Distintas curvas de correlación entre el índice de rebote y la resistencia compresiva, con posibilidad de trazado de curvas definidas por el usuario.

- Cálculo de las desviaciones media y estándar y eliminación de los valores no significativos
- Sus numerosos parámetros permiten optimizar la precisión.
- Procesamiento de lecturas estadístico automático
- Procedimiento de calibración rápido y sencillo
- Alimentado por una batería interna recargable
- Puede almacenar hasta 5.000 ensayos
- Con certificado de conformidad de calibración.



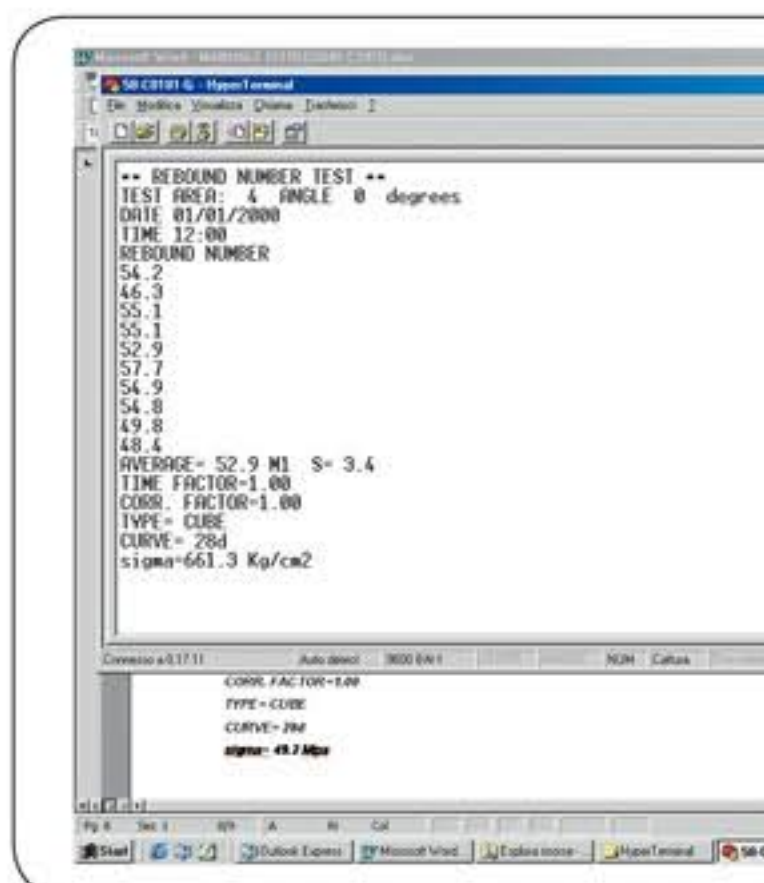
58-C0181/G

Accesorios

- ▶ 82-P0172/A Impresora de serie con batería interna recargable o batería estándar

NOTA

El yunque de calibración es el mismo que el que se propone para el esclerómetro de ensayo modelo 58-C0181/N



Detalle de descarga de informe de ensayo a PC

EJEMPLO DE PANTALLA

Digital Concrete Hammer CE
S= 2.0 Rm=57.4
s=9859.7 Psi

Digital Concrete Hammer CE
Reb. 53.7 n. 10
S=11.1 Rm=50.0

Digital Concrete Hammer CE
Test 002 Ang. 0
TYPE=CYLINDER

Digital Concrete Hammer CE
S= 4.9 Rm=53.4
s=55.8 N/mm²

NDT / Protección y reparación de estructuras de hormigón

Evaluación de la resistencia
Resistencia al desprendimiento (fuerza de ligadura)

RESISTENCIA AL DESPRENDIMIENTO (FUERZA DE LIGADURA)

NORMAS

EN 1015-12, 1348, 1542, 12618-2,
13963, 14496

Introducción

Este método está especialmente indicado para aplicaciones de ensayos en reparaciones de estructuras de hormigón en las que la fuerza de ligadura entre dos capas es un factor importante. El mismo principio se aplica al ensayo de la fuerza adherente de distintos tipos de revestimientos superficiales como estuco de cemento, cal, yeso duro etc. con la superficie de soporte.

Se recomienda un modo digital de alta resolución adecuado para medir hasta 16 Kn, garantizando un intervalo de trabajo amplio, ideal para una gran variedad de materiales y aplicaciones.

La unidad se suministra con maleta de transporte. Puede completarse con brocas de 20 y 50 mm de diámetro, discos de ensayo metálicos de 20 y 50 mm de diámetro y compuesto adhesivo. Ver accesorios, código 58-C0215/20.

58-C0215/T

Medidor de adherencia /desprendimiento digital. Capacidad 16 kN

Descripción general

El aparato, básicamente, es un dinamómetro acoplado con una pila de carga y una pantalla digital de alta resolución. La fuerza de tensión directa se aplica girando la rueda manual.

Especificaciones

Cap. de carga: 16 kN

Unidad de lectura: Célula de carga

Resolución: 10 N

Rango de trabajo: de 0,25 a 16 kN

Precisión: mejor que $\pm 1\%$

Dimensiones:

340x240x250 mm aproximadamente

Peso total aproximado: 5 kg con la

maleta de transporte; 3,3 kg sólo el equipo de medición

Características principales

- Equipo portátil para uso en cualquier emplazamiento
- Circuito sellado por procedimiento hidráulico que permite un control preciso de la velocidad de carga
- Pantalla digital de alta resolución
- Gran pantalla
- Indicación gráfica de la tasa de carga aplicada

- Conexión de puerto en serie para PC
- Funcionamiento con baterías
- Asiento esférico que garantiza la aplicación central y axial de la carga
- Indicador de la posición del pistón que permite una estimación de las características de fragilidad de la muestra
- Se suministra con certificado de conformidad de calibración



58-C0215/T

Accesorios y recambios

✓ 58-C0215/20 Equipamiento estándar que incluye:

- 58-C0215/1 Broca de 50 mm de \varnothing con punta de centrado para la preparación de la superficie de ensayo

- 58-C0215/2 Broca de 20 mm de \varnothing con punta de centrado para la preparación de la superficie de ensayo

- Nº. 10 unidades de 58-C0215/5 discos de metal de 50 mm de \varnothing

- Nº. 10 unidades de 58-C0215/8 discos de metal de 20 mm de \varnothing

✓ 58-C0215/4 Placa de ensayo cuadrada de 50 x 50 según la normativa EN 1348

✓ 58-C0215/T1 Cable en serie

Todos los elementos anteriores pueden adquirirse por separado.

Disco de ensayo de acero inoxidable

✓ 58-C0215/3 Disco de acero inoxidable de 50 mm de \varnothing x 20 mm de grosor (según las normativas EN 1015-15 y EN 1542)

Adhesivo de ensayo

✓ 58-C0215/11 Adhesivo de fijación rápida para medidores de desprendimientos. 250 ml



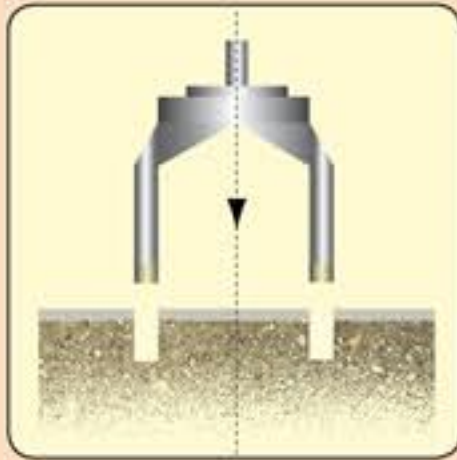
58-C0215/20 juego completo

NDT / Protección y reparación de estructuras de hormigón

Evaluación de la resistencia
Resistencia al desprendimiento / Fuerza de extracción / Resistencia a la penetración

▶ RESISTENCIA AL DESPRENDIMIENTO

Principio de funcionamiento



1. Utilizando una broca, se corta un fragmento circular según las dimensiones de los discos, hasta el material de base, para definir exactamente la superficie de medición.



2. Se pega un disco del tamaño adecuado utilizando un adhesivo apropiado sobre la superficie en la que se va a ejecutar el ensayo.



3. El ensayo consiste en desprender el elemento de corte con la unidad. El resultado obtenido se muestra en kN en la unidad.

▶ FUERZA DE EXTRACCIÓN

📄 **NORMAS**
ASTM C900, UNI 9536

■ **58-C0178**
Aparato para ensayos de extracción estándar de 100 kN de capacidad



58-C0178

Descripción general y especificaciones

Para la determinación de la fuerza de extracción de hormigón endurecido en probetas de ensayo o estructuras mediante la medición de la fuerza requerida para extraer una inserción de metal empotrada y el fragmento de hormigón adherido a la misma de una masa de hormigón.

El aparato consta de un gato hidráulico de 100 kN de capacidad, un manómetro Bourdon de precisión de 150 mm de diámetro, corona de apoyo y 10 inserciones de extracción. El equipo se suministra en una maleta de transporte.

📏 **Dimensiones de la maleta:**

740x300x255 mm

🏋️ **Peso aproximado:** 21 kg

🔧 Piezas de recambio

✔ **58-C0178/2** Inserciones de extracción, 30 mm de diámetro. Paquete de 50 unidades

▶ RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN

📄 **NORMAS**
ASTM C803

■ **58-C0179/B**
Penetrómetro de aire o de eje

Descripción general y especificaciones

El principio operativo del aparato es que un muelle inserta un eje de acero por la superficie del material. Como la profundidad de penetración es inversamente proporcional a la resistencia a la compresión, el dispositivo ofrece un modo rápido y seguro de determinar in situ la resistencia del material. El muelle se carga apretando la tuerca de retracción hasta que el mecanismo de activación se cierra para sujetar en muelle en su lugar. Con el muelle cargado, se comprime a una distancia de 20 mm. Cuando se tira del gatillo, hay fuerza suficiente para comprobar la resistencia a la compresión del hormigón o el mortero hasta un máximo de 37 MPa.

Cuando el eje haya penetrado por la superficie, limpiar el orificio con el soplador que se adjunta, medir la profundidad de penetración con el micrómetro y compararla con el gráfico preparado anteriormente para la resistencia a la compresión del material. Se incluyen gráficos para hormigón y mortero típicos.

📏 **Dimensiones totales:** 430x300x150 mm
🏋️ **Peso:** 8 kg approx.

Características principales

- Ideal para evaluar la resistencia del hormigón de hasta 36 Mpa y juntas de mortero en edificios existentes
- Portátil y totalmente equipado
- Uso seguro: no explosivo
- Económico: el eje de acero se puede reutilizar
- Ensayo de hormigón con polímero y compuesto de parcheo
- Control de calidad para elementos prefundidos como bloques, losas de ladrillo y tubos



58-C0179/B, equipo completo

NDT / Protección y reparación de estructuras de hormigón

Evaluación de la resistencia
Método de microtestigos

▶ MÉTODO DE MICROTESTIGOS

Una técnica probada para la evaluación no destructiva de la resistencia de hormigón y mampostería mediante la extracción de testigos de 28 mm de diámetro. Numerosos estudios y experimentos realizados por investigadores de diferentes universidades confirman la importancia y fiabilidad de este sistema, especialmente cuando se utiliza junto con otros dispositivos para ensayos no destructivos, como el equipo de ultrasonidos y el esclerómetro para hormigón. El desarrollo se ha realizado en un testigo de 28 mm de diámetro que, debido a su pequeño tamaño, no afecta a la integridad de la estructura, permitiendo así una fácil restauración de la superficie de la que se extrajo el testigo. Con el aparato para microtestigos se proporciona información más detallada sobre la interpretación de los resultados. Esta técnica también puede utilizarse para evaluar la profundidad de la carbonatación (con los reactivos adecuados) y para verificar las condiciones físicas o evaluar la resistencia a la compresión asociada a la dirección de toma de muestras de los productos de mampostería.

■ 58-C0299

Aparato para microtestigos.
230 V, 50 Hz, 1 ph.

NORMAS
UNI 10766

Descripción general y especificaciones

El aparato está compuesto por los siguientes elementos:

- Conjunto de guía con brida
- Dos tenazas de sujeción para fijar la guía con brida a la superficie
- Taladradora eléctrica
- Corona diamantada de 28 mm de diámetro interno x 100 mm de longitud
- Corona diamantada de 28 mm de diámetro interno x 200 mm de longitud
- Juego de accesorios que incluye 20 anclajes, arandelas y broca
- Dos maletas de transporte

Dimensiones / peso de la maleta para microtestigos:

500 x 380 x 130 mm. Peso total, 7,5 kg aproximadamente

Dimensiones / peso de la maleta para broca:

390 x 300 x 90 mm. Peso total, 3,8 kg aproximadamente



58-C0299

Si no se dispone de suministro de agua, para realizar el ensayo se necesitará un depósito de agua a presión de 10/15 litros de capacidad.

■ 58-C0299/A

Aparato con microtestigo, piezas mecánicas solamente

Igual que el modelo 58-C0299 menos el talado eléctrico.

Accesorios

- ▶ 83-D2020 Depósito de agua a presión, 10 litros de capacidad

⚙️ Piezas de recambio

- ▶ 58-C0299/1 Corona diamantada para testigos de 28 mm de diámetro interior x 100 mm de longitud
- ▶ 58-C0299/2 Corona diamantada para testigos de 28 mm de diámetro interior x 200 mm de longitud



83-D2020

- Ligero, portátil y fácil de usar
- Manejable por una sola persona

Preparación y compresión de testigos

Para obtener resultados de compresión fiables es fundamental la planicidad de los extremos del testigo, por lo que es muy importante asegurarse de que la tolerancia no supera el límite de 0,01 mm. Además, el ensayo de compresión debería realizarse con una máquina de compresión adecuada, teniendo en cuenta que la carga máxima requerida deberá ser inferior a 50 kN. Pueden utilizarse máquinas de compresión para cemento o máquinas universales pequeñas.

Equipos para la preparación de la superficie de los testigos: ver Sección 45.

Equipos para ensayos de compresión: ver Secciones 34 y 65

NDT / Protección y reparación de estructuras de hormigón

Evaluación de la calidad y la homogeneidad del hormigón

Evaluación de la calidad y la homogeneidad del hormigón

Para calcular la homogeneidad y la integridad estructural, los métodos más adecuados son aquellos que utilizan dispositivos ultrasónicos. El objetivo principal es medir el tiempo de propagación de los impulsos sónicos y ultrasónicos a través del hormigón.

La velocidad de propagación depende de la densidad y de las propiedades elásticas del material. Comparando las velocidades de propagación se puede evaluar la homogeneidad e identificar posibles grietas, huecos, fisuras internas, anomalías y falta de homogeneidad de las propiedades

elásticas.

Para profundizar en el análisis del material estudiado, se pueden combinar distintos métodos, especialmente lecturas ultrasónicas con lecturas de esclerómetro, obteniendo así un cálculo mucho más exacto de la resistencia del hormigón.

RESUMEN DE LOS PRINCIPALES MÉTODOS DE ENSAYO Y LAS APLICACIONES CORRESPONDIENTES

Medición	Aplicación	Código	Descripción
Velocidad del impulso ultrasónico	Uniformidad/homogeneidad del hormigón Localización de defectos internos	58-E4800	Equipo de ultrasonidos para hormigón
		58-E0049/A 58-E0049/B	Máquina combinada para ensayos ultrasónicos y por rebote
	Sistema de ensayos de integridad de pilotes "cross hole"	58-E4600/D	Sistema de ensayos de integridad de pilotes

▶ EQUIPO DE MEDICIÓN DE LA VELOCIDAD DE LOS IMPULSOS ULTRASÓNICOS

■ 58-E4800

Equipo de medición de la velocidad de los impulsos ultrasónicos

📄 NORMAS

EN 12504: Part 4, ASTM C 597

Descripción general y especificaciones

Para medir la velocidad de propagación de los impulsos ultrasónicos a través del hormigón.

Microprocesador incorporado

Salida RS 232

Posibilidad de conexión a un osciloscopio

Medición del tiempo de propagación: de 0,1 a 1.999,9 μ s

Velocidad de los impulsos:

Selección de 1 a 10 por segundo,

Resolución: 0.1 μ s

Salida del transmisor: 800 V

Funcionamiento con baterías

Vida de las baterías: 18 horas de funcionamiento

📏 Dimensiones: 240x120x75 mm

📖 Peso: 0,5 kg aprox.



Equipo de ultrasonidos 58-E4800

El equipo se suministra con:

- Dos transductores de 54 kHz (Transmisor y Receptor) con cable de 3 metros
- Barra de calibración
- Agente de adherencia (botella de 250 cc)
- Maleta de transporte.

- Evaluación no destructiva de la homogeneidad del hormigón, presencia de grietas y huecos, deterioro, efectos del envejecimiento
- Evaluación no destructiva de las propiedades mecánicas del hormigón
- Ligero, portátil y fácil de usar

Accesorios y piezas de recambio

Los cabezales de ensayo, osciloscopios y barras de calibración son los mismos que los de los modelos 58-E0049/B y 58-E0049/A. Ver páginas siguientes

NDT / Protección y reparación de estructuras de hormigón

Evaluación de la calidad y homogeneidad

Velocidad de los impulsos ultrasónicos (continuación)

▶ VELOCIDAD DE LOS IMPULSOS ULTRASÓNICOS / MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE REBOTE

📄 NORMAS

EN 12504: Parte 4, BS 1881:203, ASTM C597, NF P18-418, UNI 7997-9189-9524, UNE 83308, CUR 69

■ 58-E0049/B

Máquina dual para ensayos ultrasónicos y por rebote. Incluye esclerómetro electrónico de conexión directa

■ 58-E0049/A

Máquina dual para ensayos ultrasónicos y por rebote (con introducción manual de los resultados del esclerómetro)

Descripción general y especificaciones

Mide la velocidad de los impulsos ultrasónicos a través de una sección de hormigón, proporcionando información sobre grietas, huecos y resistencia, y cálculos rápidos del módulo dinámico de elasticidad y el coeficiente de Poisson, ya sea en el terreno o en el laboratorio. También puede utilizarse en el cálculo de tiempos para desencofrado. La velocidad de los impulsos puede combinarse con el valor del esclerómetro para calcular la resistencia, basándose en la ecuación matemática del informe de ensayo CUR 69 publicado por el Instituto de Investigación de la Asociación Holandesa del Hormigón. La unidad de medición aloja un sistema de registro de datos integrado

- **FUNCIÓN EXCLUSIVA:** Determinación combinada de ensayos ultrasónicos y de esclerómetro
- Evaluación no destructiva de la homogeneidad del hormigón y detección de grietas y huecos.

- Cálculo no destructivo de las propiedades mecánicas del hormigón, la resistencia y el módulo de elasticidad
- Ligero, portátil y fácil de usar
- Sonda con botón de toma de muestras



58-E0049/B tester

para adquisición y procesamiento de datos con una capacidad de memoria de hasta 1.200 lecturas. El equipo combinado modelo 58-E0049/B es un aparato compacto que incluye un medidor de la velocidad de los impulsos ultrasónicos y un esclerómetro electrónico. Este dispositivo proporciona importantes ventajas prácticas y económicas ya que permite ejecutar ensayos tanto ultrasónicos como de rebote.

Medidor de la velocidad de los impulsos ultrasónicos

Microprocesador incorporado

Escala de frecuencia: de 24 a 150 kHz
Impedancia de entrada del receptor: 1 MΩ

Salida RS 232

Posibilidad de conexión a un osciloscopio

Medición del tiempo de propagación: de 0,1 a 1.999,9 μs

Velocidad de los impulsos:

Selección de 1 a 10 por segundo,

Precisión: 0,1 μs

Salida del transmisor: hasta 1500 V

Funcionamiento con paquete de baterías recargables interno y cargador interno

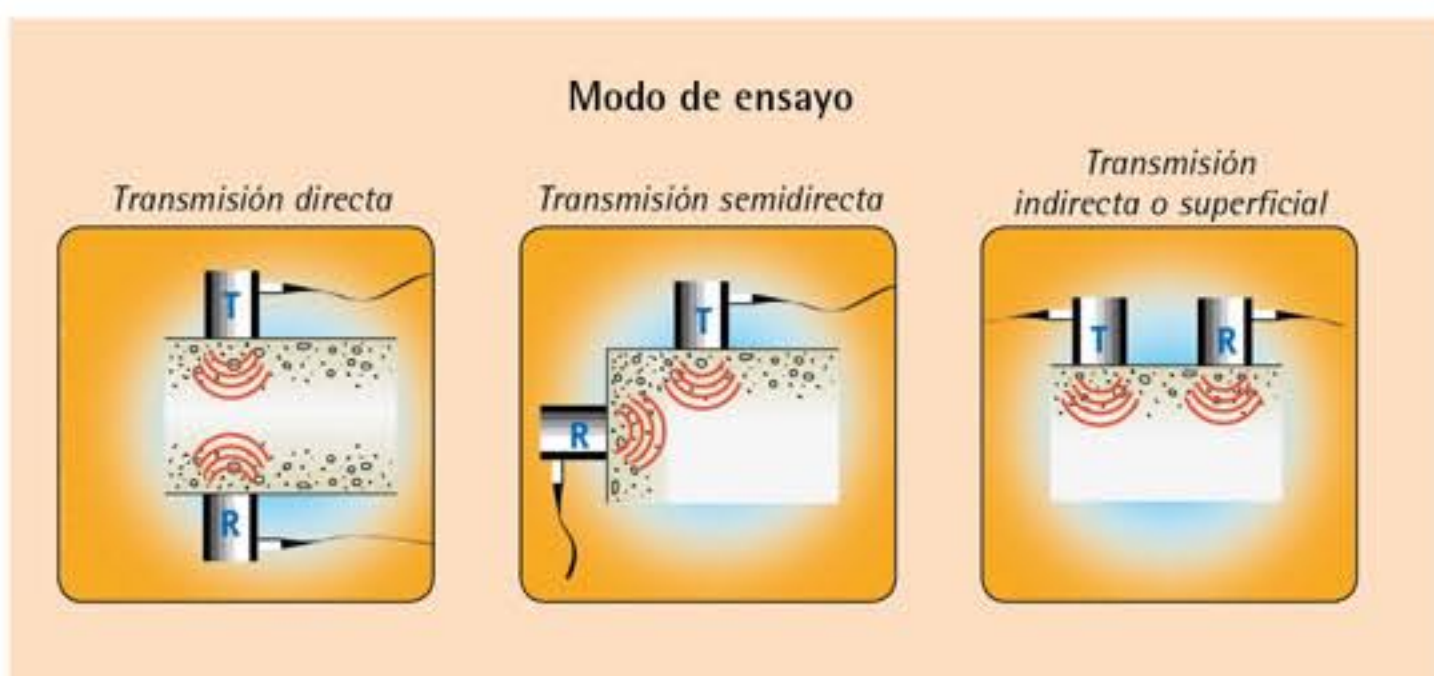
Vida de las baterías: 18 horas de funcionamiento

Esclerómetro electrónico para ensayos de hormigón

Energía del impacto: 2.207 N·m

📏 Dimensiones: muestra 78x335 mm

🏋️ Peso aproximado: 1 kg



NDT / Protección y reparación de estructuras de hormigón

Evaluación de la calidad y homogeneidad
Velocidad de los impulsos ultrasónicos (continuación)

General

Memoria: almacena hasta 1.200 resultados
Alimentación: baterías internas recargables y cargador de baterías interno.

Escala de temperatura ambiente: de 0 °C a -40°C

Salida RS 232

Dimensiones: 210 x 300 x 300 mm aproximadamente

Peso aproximado: 3 kg

Equipamiento estándar

La versión estándar incluye los cabezales transmisor y receptor de 54 kHz (una de las dos sondas está equipada con un botón de toma de muestras para la selección de las lecturas que se van a registrar), con cable de tres metros, barra de calibración, botella de 250 cc de pasta de contacto y maleta de transporte. Incluye esclerómetro electrónico (solo el modelo 58-E0049/B)..

Osciloscopio

► **58-E0048/10** Osciloscopio. Para uso en laboratorio. 110-230 V, 50-60 Hz, monofásica. El osciloscopio deberá completarse con tres cables 58-E0048/5. Ver piezas de recambio.



58-E0048/10

Calibración del medidor de la velocidad de los impulsos ultrasónicos

El medidor se suministra con una barra de calibración de 150 mm correspondiente a un tiempo de propagación aproximado de 50 µs.

Accesorios

Cabezales de ensayo

El equipo incluye los transductores de 54 kHz, ya que forman parte del equipamiento estándar. Disponemos de distintos cabezales con frecuencias nominales de funcionamiento comprendidas entre 24 y 150 kHz (escala habitualmente utilizada para hormigón normal): las frecuencias más elevadas (82 y 150 kHz) están indicadas para hormigón homogéneo; la más baja (24 kHz) para hormigón heterogéneo.



58-E0046/1S Sonda con botón de muestreo (sólo para 58-E0049/B y 58-E0049/A)

Piezas de recambio

- **58-E0046/1** Cabezal cilíndrico, frecuencia nominal de 54 kHz, diámetro de 50 x 54 mm
- **58-E0046/1S** Cabezal cilíndrico con botón de muestreo, frecuencia nominal de 54 kHz, diámetro de 50 x 54 mm (solo para 58-E0049/B y 58-E0049/A)
- **58-E0048/5** Cable de 3 m de recambio para transductores o para conexión de osciloscopio
- **58-E0046/3** Agente de adherencia (pasta de contacto), botella de 250 cc

Otros cabezales disponibles

► Código	Frecuencia nominal (kHz)	Forma	Dimensiones, mm
58-E0046/30	24	cilíndrica	dia. 50x75
58-E0046/33	150	cilíndrica	dia. 25x54

NDT / Protección y reparación de estructuras de hormigón

Evaluación de la calidad y homogeneidad

Métodos ultrasónicos de ensayo de integridad de pilotes "cross hole"

SISTEMA ULTRASÓNICO DE ENSAYO DE INTEGRIDAD DE PILOTES Y CIMIENTOS "CROSS HOLE"

Introducción

Los métodos de ensayo ultrasónicos "cross hole" se utilizan para verificar la continuidad de los cimientos profundos, los muros de diafragma o las placas de fundación mediante la detección de grietas o fallas a lo largo del eje y la punta. Estos métodos permiten medir la homogeneidad y calidad del hormigón y localizar los defectos con precisión, incluso en la punta del pilote. El registro sónico de datos consiste en una medición continua de la velocidad del sonido a lo largo del pilote entre un sensor emisor y un sensor receptor que se hacen descender por dos o más tubos unidos con refuerzos. Los tubos se insertan antes de verter el hormigón y deberán llegar hasta la base del pilote.

58-E4600/D

Máquina de ensayos ultrasónicos "cross hole" informatizada

Descripción general

El 58-E4600/D es un dispositivo informatizado para la ejecución de ensayos ultrasónicos estándar y "cross hole".

Se compone de los siguientes elementos:

- unidad de control digital con PC;
- 2 carretes motorizados con cables y sensores de posición;
- 2 soportes de cables;
- 2 sondas de contacto para ensayos ultrasónicos estándar y 2 sondas radiales;
- Caja de alimentación, con batería

Especificación

Unidad de control digital

- Unidad totalmente informatizada para la ejecución automática del ensayo
- Software de fácil utilización para el control del ensayo y la elaboración de datos
- Visualización gráfica y numérica de los datos del ensayo
- Software adicional para elaboración e informes de los resultados del ensayo
- Incluye licencia MS Windows XP
- Pantalla táctil TFT a color de 6,4"
- Procesador a 233 MHz
- Memoria RAM PC 128 MB 100 MHz
- Memoria USB de 64 MB
- Bastidor de aluminio resistente alojado en carcasa de plástico rígido
- Funcionamiento con batería de 12 V (batería incluida -

- Dimensiones: 280 x 220 x 170 mm aproximadamente
- Peso: 3 kg aprox

Puertos

- 1 VGA para monitor externo opcional
- 1 PS2 para ratón o teclado externo
- 2 USB (se incluye memoria USB de 64 MB)
- impresora USB opcional
- 1 Ethernet 10/100
- 1 Serie

Generador de impulsos ultrasónicos

- Controlado por software
- Tensión de los impulsos 500 y 3500 V
- Velocidad de los impulsos: 1/s

2 carretes motorizados con cables y sensores de posición

- Descenso motorizado de las sondas controlado por la unidad informatizada
- Cables de 60 m con marcas cada 5 m
- Equipado con encoder para medir la posición vertical de la sonda y garantizar una alineación perfecta

2 soportes de cables para fijar en los cabezales de los tubos

2 sondas de contacto para ensayos ultrasónicos estándar y 2 sondas radiales para ensayos "cross hole"

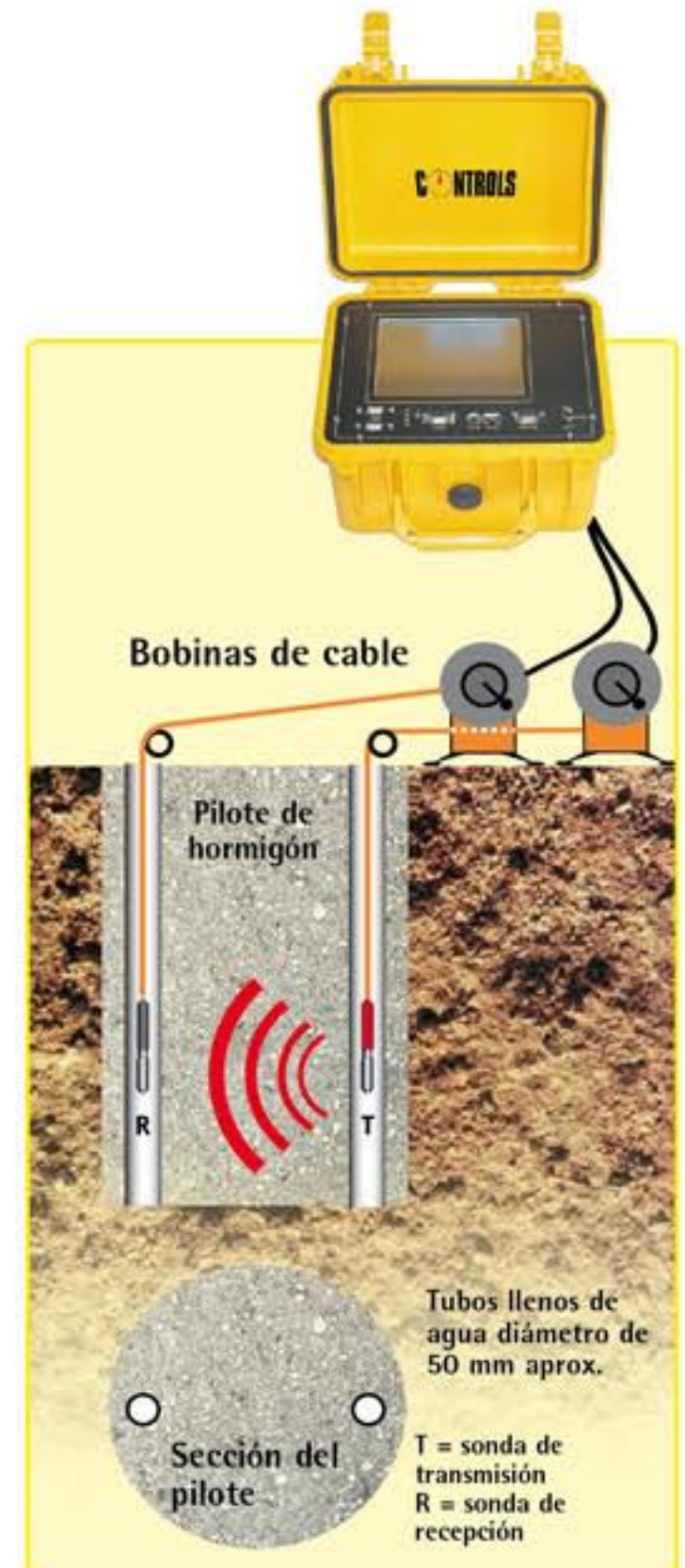
- Frecuencia de trabajo: aprox. 50 kHz
- Diámetro de las sondas radiales: 35 mm; diámetro de las sondas de contacto: 50 mm

Caja de alimentación, funcionamiento con batería

- Unidad de alimentación de 12 V
- Batería recargable interna con cargador de baterías
- 230 V, 50 Hz, monofásico.

PRINCIPIO DEL ENSAYO "CROSS HOLE"

Investigación ultrasónica en barrenos: principio de funcionamiento



Equipo completo 58-E4600/D para ensayos ultrasónicos estándar y "cross hole".

Se compone de: unidad de control informatizada, carretes de cable motorizados con cables, sondas de contacto y radial y caja de alimentación con batería.

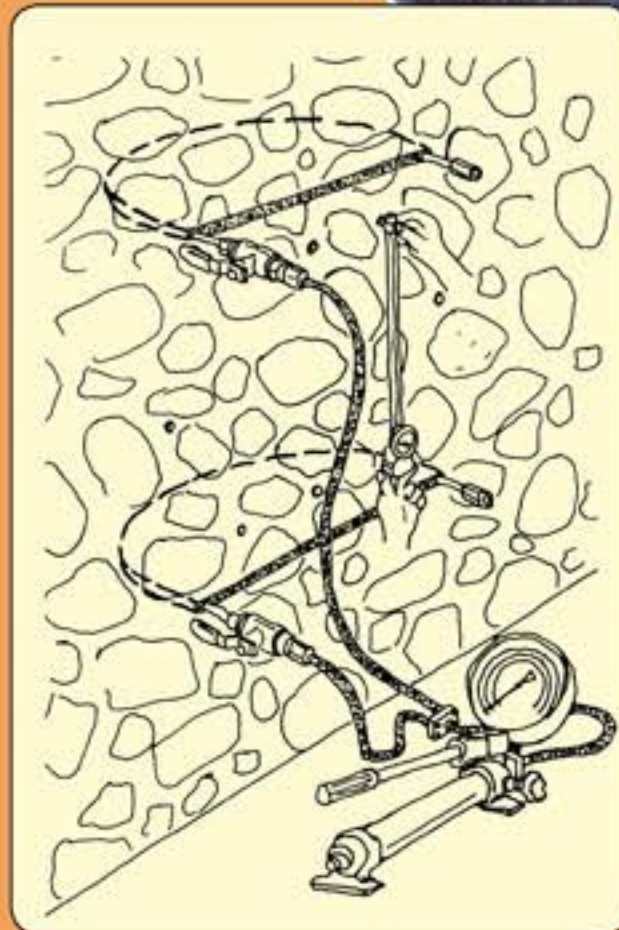
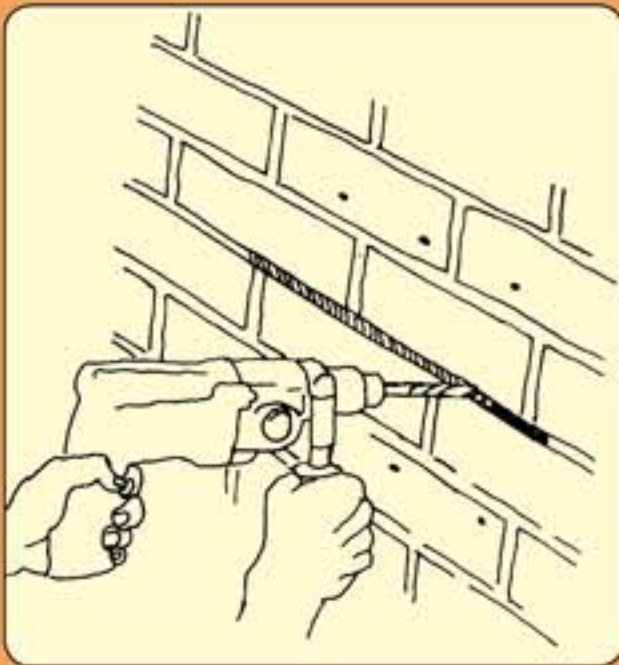
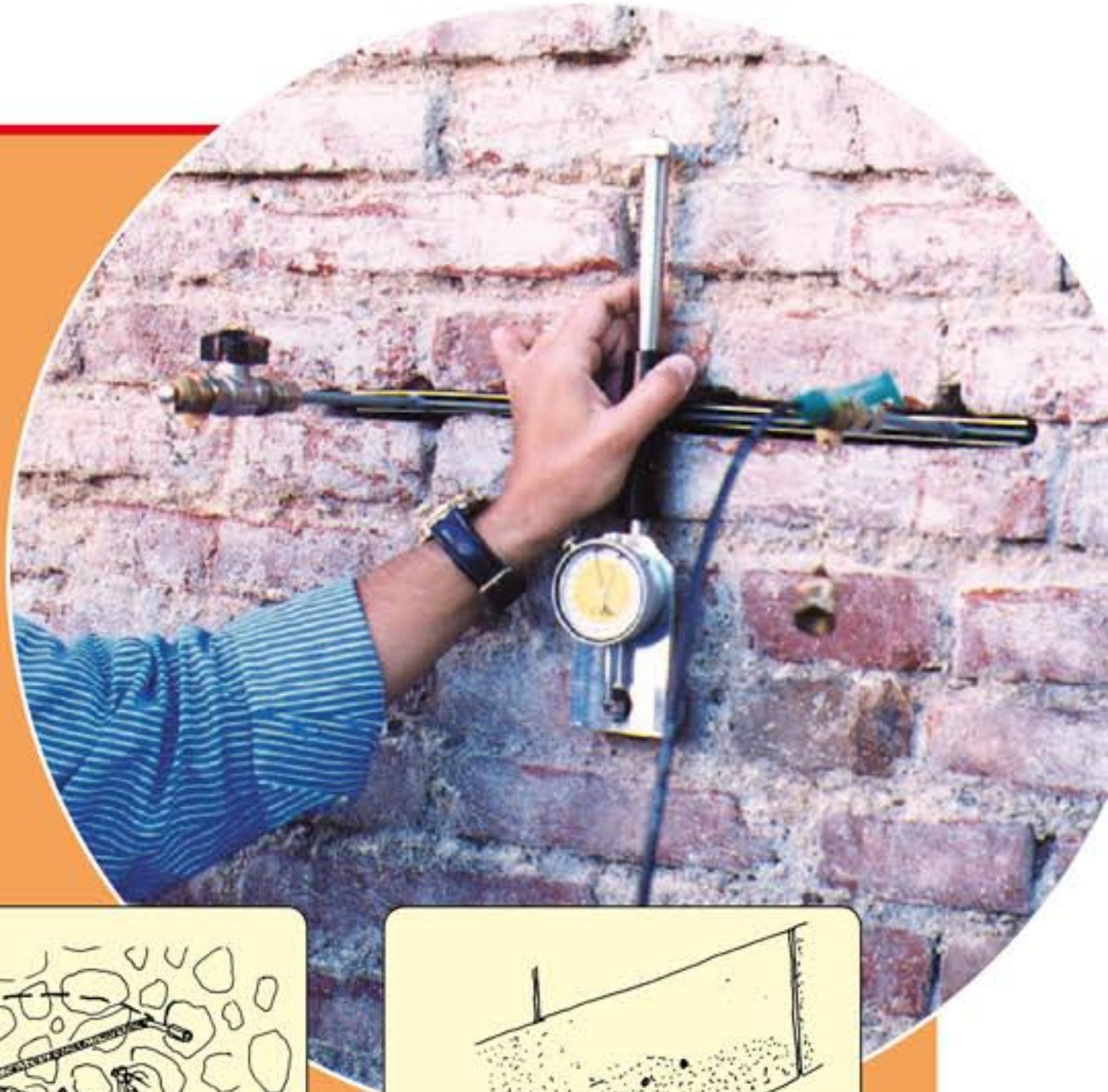
NDT / Protección y reparación de estructuras de hormigón

Evaluación de la tensión en el terreno / Inspección y monitorización estructural

Evaluación de la tensión en el terreno, inspección y monitorización estructural

Aparte de los métodos anteriormente descritos, que son los más comunes en ensayos no destructivos, a continuación proponemos una gama completa de instrumentos de medición de parámetros geométricos o físicos, como el desplazamiento y la deformación.

La complejidad del instrumento o sistema seleccionado variará en función del nivel de sofisticación requerido. De este modo, la gama abarca desde la medición de parámetros simples, como puede ser la anchura de una grieta, hasta sistemas múltiples de monitorización de estructuras.



RESUMEN DE LOS PRINCIPALES MÉTODOS DE ENSAYO Y LAS APLICACIONES CORRESPONDIENTES

Medición	Aplicación	Código	Descripción
Anchura de grietas	Medición de la anchura de las grietas en hormigón y otros materiales	58-C0218 58-C219/A1-D1	Microscopio para medición de grietas Microscopio para la medición de grietas, medidor de la anchura de grietas para muros, ángulos, pavimentos, etc.
Cambios de longitud	Medición de la deformación en diferentes puntos de una estructura	58-C0230/10-30 58-C0230/10D-30D	Medidor de deformación mecánica Medidor digital de deformación mecánica
Módulo de esfuerzo de deformación	Deformabilidad por tensiones in situ y resistencia de obras de mampostería o ladrillo	58-D0567/C-E	Gatos planos y accesorios
Deflexión de estructuras	Monitorización de la deflexión de la estructura	58-C0229/A 58-C0224 58-C0226	Instrumentos y sensores tubulares electrónicos telescópicos Deflectómetros Deflectómetros

NDT / Protección y reparación de estructuras de hormigón

Monitorización de la anchura de las grietas

▶ MEDIDORES PARA MONITORIZACIÓN DE LA ANCHURA DE GRIETAS

Monitorización de grietas

Para medir la anchura de las grietas en distintas posiciones.

■ 58-C0219/A1

Medidor de anchura de grietas estándar para paredes. Paquete de 5 unidades

Montaje estándar. Monitoriza los desplazamientos horizontales y verticales de las grietas.

■ 58-C0219/B1

Medidor de anchura de grietas para esquinas

Instalación en esquinas. Monitoriza los desplazamientos horizontales y verticales de las grietas en las esquinas.

■ 58-C0219/C1

Medidor de anchura de grietas para suelos

Instalación en suelos. Monitoriza el asentamiento de los suelos con respecto a una pared o columna.

■ 58-C0219/D1

Medidor de anchura de grietas para diferencias de nivel

Instalación en puntos con diferencia de nivel o desplazamiento. Monitoriza la evolución de una grieta cuando el plano de una superficie se desliza con respecto a la otra.

■ 58-C0219/SET

Juego de monitorización de grietas

Medidores para monitorización de grietas que incluyen:

- 1 Juego de cinco medidores 58-C0219/A1
- 1 medidor 58-C0219/B1
- 1 medidor 58-C0219/C1
- 1 medidor 58-C0219/D1

Se suministra con maleta de transporte.

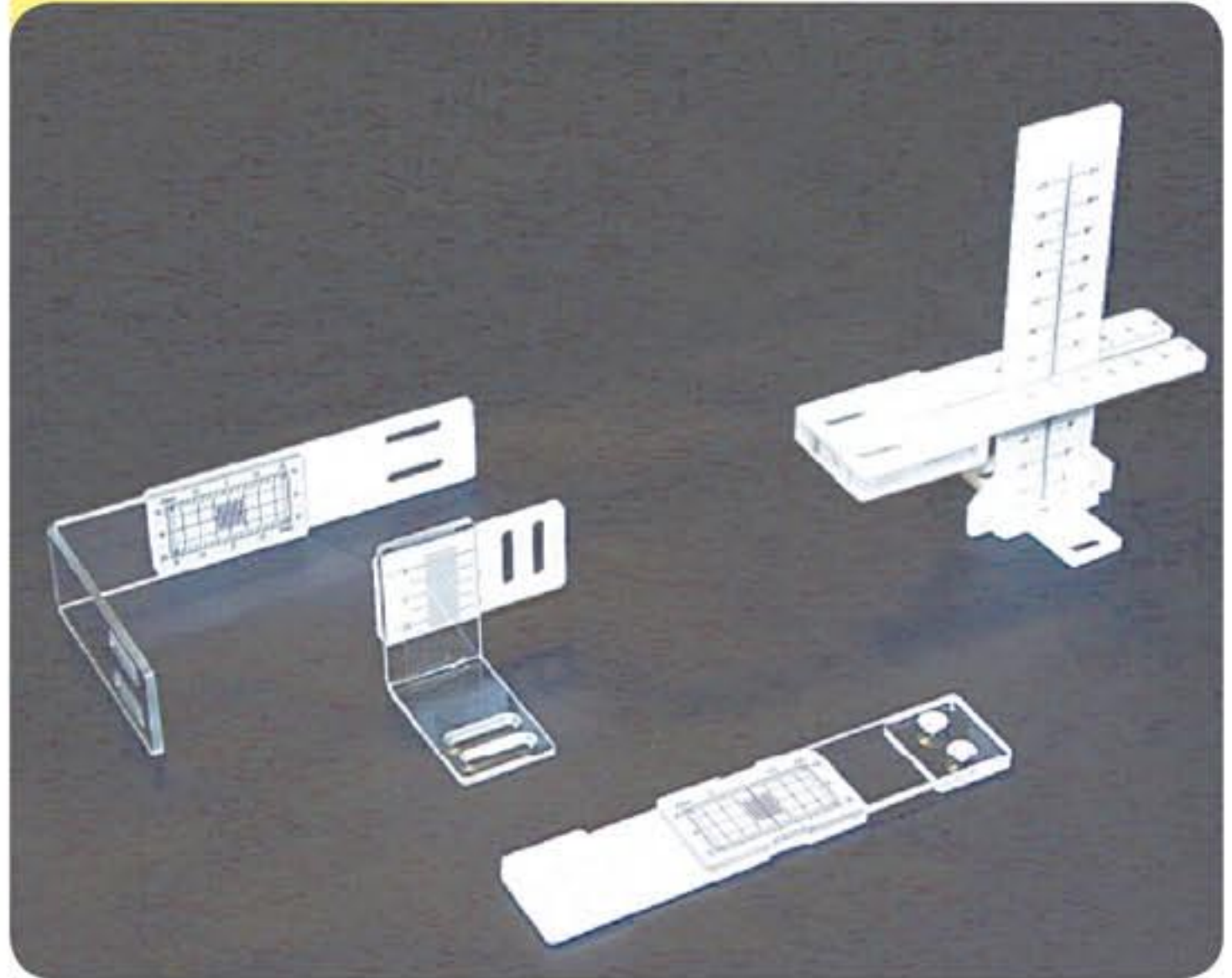
📏 Dimensiones de la maleta:

235x200x42 mm

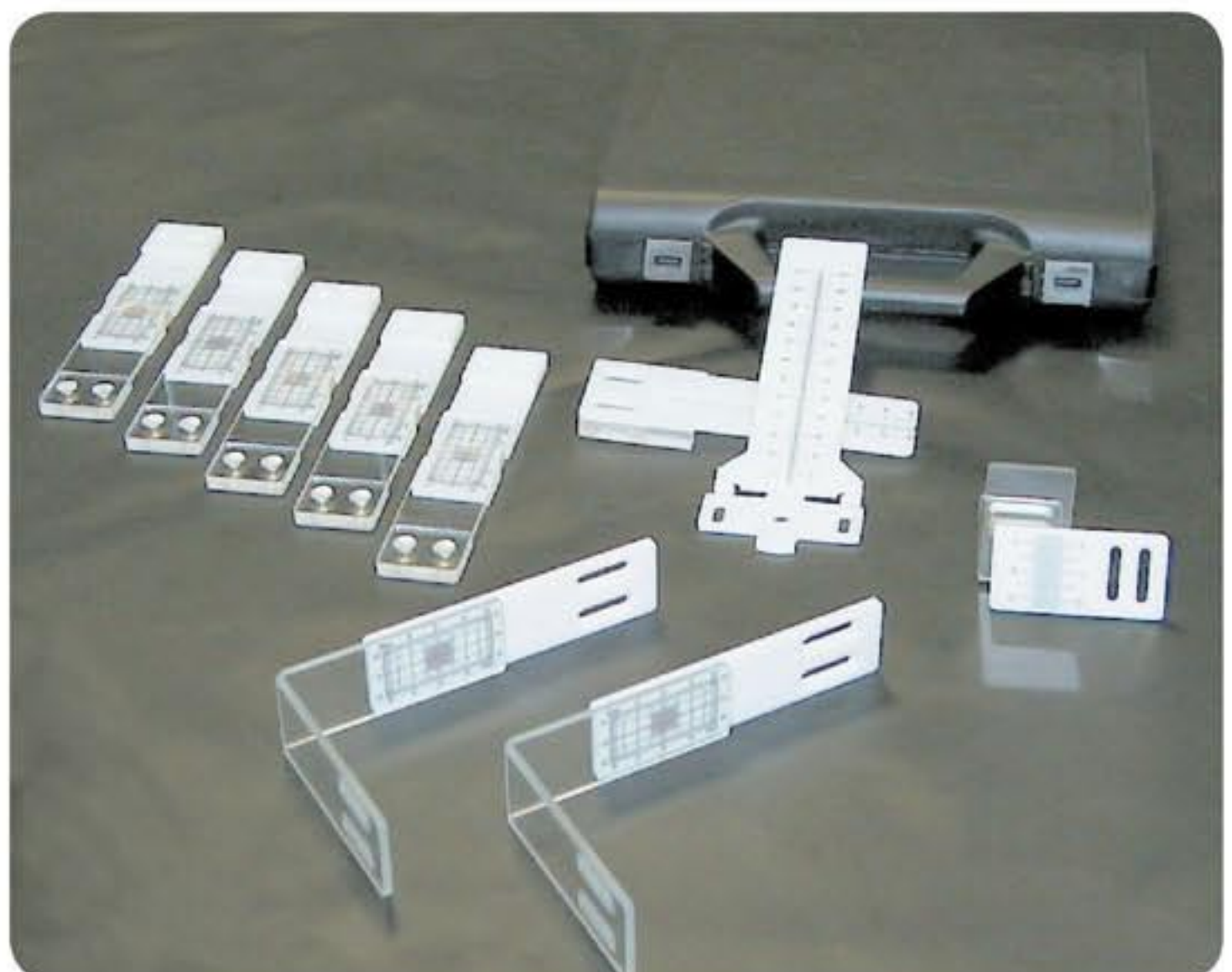
📊 Peso aproximado: 0.45 kg

Características principales

- Uso interno o externo
- Monitoriza la apertura o el cierre de una grieta con una precisión de 1 mm
- Con cada medidor se suministran tarjetas de registro de la grieta para simplificar la supervisión
- Supervisa movimientos verticales y horizontales



58-C0219/A1, 58-C0219/C1, 58-C0219/B1, 58-C0219/D1



58-C0219/SET

NDT / Protección y reparación de estructuras de hormigón

Cambios de longitud / Anchura de grietas

▶ CAMBIOS DE LONGITUD

NORMAS
BS 1881:206

Medidores de deformación mecánica

Se utilizan para determinar los cambios de longitud en distintos puntos de una estructura utilizando un único instrumento. Disponible en distintos modelos dependiendo de la longitud estándar que se va a medir y del reloj comparador: estándar o digital.

Descripción general y especificaciones

Este aparato, originalmente diseñado para uso en estructuras de hormigón, puede utilizarse también con cualquier otro tipo de estructura, incluidas las de acero. Incluye: extensómetro con reloj comparador con divisiones de 0,001 o con reloj comparador digital; barra estándar; barra de calibración; 50 discos de referencia y compuesto adhesivo para discos de referencia.

Dimensiones de la maleta de transporte: 300x400x110 mm

Peso aproximado: 2.1 kg



58-C0230/10D-/30D



58-C0230/10-/30

⚙️ Piezas de recambio

▶ **58-C0230/1** Discos de referencia. Paquete de 50 unidades. Peso 0,2 kg

▶ **58-C0230/2** Compuesto adhesivo. Peso 0,1 kg



58-C0230/10D-/30D

▶ Código	Descripción	Longitud del medidor	Resolución
58-C0230/10	Medidor de deformación mecánica	100 mm	0.001 mm
58-C0230/20	Medidor de deformación mecánica	200 mm	0.001 mm
58-C0230/30	Medidor de deformación mecánica	300 mm	0.001 mm
58-C0230/10D	Modelo digital para deformación mecánica	100 mm	0.001 mm
58-C0230/20D	Modelo digital para deformación mecánica	200 mm	0.001 mm
58-C0230/30D	Modelo digital para deformación mecánica	300 mm	0.001 mm

▶ ANCHURA DE GRIETAS

■ 58-C0218

Microscopio para medición de grietas

Un microscopio de alta calidad diseñado para medir anchuras de grietas en elementos de hormigón, paredes de mampostería y otras estructuras.

Descripción general y especificaciones

El aparato funciona mediante un conjunto de lámpara ajustable. La imagen se enfoca girando una rueda. La escala ocular puede girarse 360° para alinearla con la dirección de la grieta o separación que se pretende examinar.

Ampliación: 35x

Escala de medición: 4 mm

Divisiones: 0,02 mm

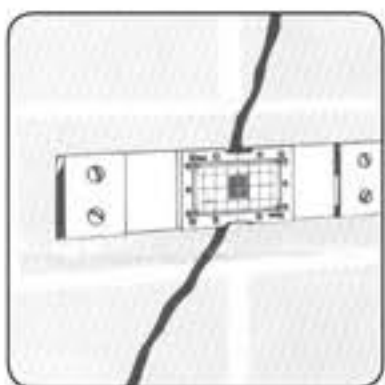
Funcionamiento con baterías

Dimensiones: 150 x 80 x 45 mm

Peso aproximado: 550 g



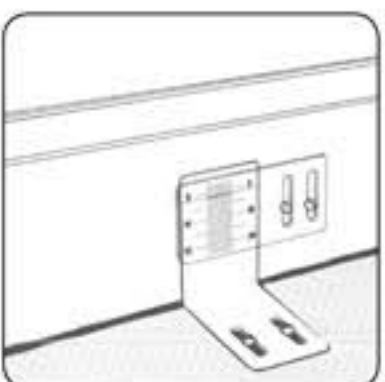
58-C0218



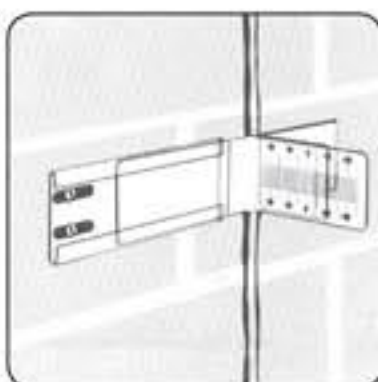
58-C0219/A1



58-C0219/B1



58-C0219/C1



58-C0219/D1

NDT / Protección y reparación de estructuras de hormigón

Gatos planos

Evaluación de la tensión en el terreno, módulo elástico y resistencia de trabajos de albañilería de piedra y de ladrillo: método de gato plano

► MÉTODO DE GATO PLANO

El método del gato plano sirve para determinar las características de tensión, deformabilidad y resistencia in situ de los elementos de albañilería. Este ensayo se realiza haciendo un corte a una profundidad uniforme en las hiladas de mortero e insertando el gato plano o una pareja de gatos que se presurizan hasta el nivel deseado.

El ensayo puede ejecutarse combinando los siguientes aparatos:

Gatos planos

Nº. 1 gato plano (para la determinación de la tensión)

o

Nº. 2 gatos planos (para la determinación de la deformabilidad y la resistencia)

Aplicación de presión y medición de la deformación

Modo analógico

- 58-D0568/A Bomba hidráulica con manómetro
- 58-D0567/RS Manguera de conexión (solo cuando se utilizan dos gatos)
- 58-C0230 Medidor de la deformación mecánica

Modo digital

- 58-D0568 Bomba hidráulica
- 82-P0351 Transductor de presión
- 58-D0567/RS Manguera de conexión (solo cuando se utilizan dos gatos)
- 58-D0585 Extensómetro electrónico (uno, dos o tres)
- 82-P0908/A Sistema automático de adquisición y procesamiento de datos Datalog

Aplicación típica de un gato plano con medidor de la deformación mecánica para determinar las condiciones de tensión.



Gatos planos 58-D0567/E2 y 58-D0567/C2

Modelos rectangular y semiovalado 50 bar

■ 58-D0567/C2

Gato plano rectangular
400 x 200 x 4,5 mm

■ 58-D0567/C11

Juego de 5 hojas de acero de 400 x 200 mm: 2 de 1,5 mm de espesor y 3 de 1 mm de espesor

■ 58-D0567/C20

Gato plano rectangular.
Igual que el modelo 58-D0567/C2 pero sin válvulas

■ 58-D0567/E2

Gato plano semiovalado
350 x 260 x 4,5 mm

■ 58-D0567/E11

Juego de 5 hojas de acero semi-ovaladas de 350 x 260 mm: 2 de 1,5 mm de espesor y 3 de 1 mm de espesor

■ 58-D0567/E20

Gato plano semiovalado
Igual que el modelo 58-D0567/E2 pero sin válvulas

Manguera de conexión para dos gatos

■ 58-D0567/RS

Manguera de conexión de 2 m de longitud



Aplicación típica de dos gatos planos semiovalados con medidor de la deformación mecánica para determinar las características de resistencia y deformabilidad.



Preparación de ranuras para inserción de gatos planos en una superficie de obra de ladrillo mediante un simple taladro, solapando orificios y completando a mano.



Preparación de ranuras para gatos planos semiovalados y de segmento circular mediante una sierra de corte.

▶ **ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS**

Introducción

Las características de tensión-deformación y resistencia in situ pueden medirse utilizando los medidores de deformación mecánica estándar (ver nuestro modelo 58-C0230) y un manómetro, o como alternativa, mediante un sistema de adquisición de datos más sofisticado compuesto por extensómetros electrónicos (como el modelo 58-D0585), transductores de presión para conectar a la bomba manual y un sistema de registro de datos (como nuestro Datalog 82-P0908/A).

▶ **APLICACIÓN DE CARGA**

■ **58-D0568/A**

Bomba hidráulica de mano con manómetro, escala de 0 a 100 bar
Con depósito integrado y 3 m de manguera.

⚖️ **Peso aproximado: : 8 kg**



58-D0568/A

■ **58-D0568**

Bomba hidráulica de mano
Igual que el modelo anterior, pero sin manómetro.

■ **82-P0351**

Transductor de presión de 0-50 bar
Se conectan al conducto hidráulico y emiten una señal eléctrica proporcional a la carga aplicada, para conexión al sistema de registro de datos.

■ **58-D0568/4**

Completo con conexión para transductor de presión.

▶ **MEDICIÓN DE LA DEFORMACIÓN**

Medidores de deformación mecánica

Existen distintos modelos de medidores, desde 100 a 300 mm de longitud con relojes comparadores mecánicos o digitales. Para ampliar información, consulte la página 261

Los modelos que se utilizan normalmente para esta aplicación son:

■ **58-C0230/30**

Medidor de deformación mecánica, 300 mm de longitud

■ **58-C0230/30D**

Medidor de deformación mecánica, lectura digital, 300 mm de longitud

Extensómetro electrónico

Se utiliza como alternativa a los extensómetros mecánicos estándar. Está compuesto por un bastidor tubular telescópico equipado con un sensor electrónico de desplazamiento. Deberá fijarse a la pared mediante tornillos de anclaje normales

■ **58-D0585**

Extensómetro electrónico

Escala de medición: 10 mm

Luz: 300 mm

Linealidad: 0,3%

⚖️ **Peso aproximado: 0,2 kg**



Aplicación típica de transductores electrónicos tubulares 58-D0585 con conjunto de bomba 58-D0568/A equipado con transductor de presión 82-P0351 y Datalog 82-P0908/A para adquisición completa de datos.

Sistema Datalog y software

Las señales eléctricas procedentes de los extensómetros electrónicos y el transductor de presión pueden recogerse o almacenarse para descargarlas a un PC con el objeto de procesar los datos.

■ **82-P0908/A**

Datalog, sistema de adquisición y procesamiento de datos

110-240 V, 50-60 Hz, monofásico.

Descripción general y especificaciones

El aparato puede recibir y memorizar datos de hasta 8 sensores. Los intervalos de adquisición pueden programarse al comienzo del ensayo.

Canales: 8

Memoria: 900 lecturas por canal

Resolución: 1/64000

Salida: RS 232 C para impresora o PC

Software interno programable

Para ampliar información consulte la página 406.

▼ **82-P0172/A**

Impresora serie, funcionamiento con batería



82-P0908/A

NDT / Protección y reparación de estructuras de hormigón

Deflexión de estructuras

Deflectómetros / Instrumentos digitales para ensayos en estructuras

▶ DEFLECTÓMETROS

Descripción general y especificaciones

Se utilizan para determinar la deflexión de puentes, techos o cualquier estructura suspendida.

Incluye: reloj comparador especial con esfera rotativa acoplada a una base metálica, rollo de cable de 20 m, plomada y caja.

Se puede utilizar tanto para ensayos de tensión como de compresión. Existen tres modelos disponibles:

■ 58-C0222

Deflectómetro de 10 x 0,01 mm de recorrido del medidor

■ 58-C0222/A

Deflectómetro de 30 x 0,01 mm de recorrido del medidor

■ 58-C0222/B

Deflectómetro de 50 x 0,01 mm de recorrido del medidor

📏 Dimensiones (maleta):

140x160x100 mm

📦 Peso aproximado: 0.8 kg

⚙️ Piezas de recambio

- 58-C0224/1 Rollo de cable de 20 m

▶ DEFLECTÓMETROS DE BRAZO OSCILANTE

Descripción general y especificaciones

Se utilizan para determinar la deflexión de puentes, techos o cualquier estructura suspendida.

Incluye: 3 brazos oscilantes con abrazadera para una orientación correcta en cualquier posición; 3 rollos de cable de 20 m; 3 relojes comparadores, de 50, 30 ó 10 x 0,01 mm; 3 pesos de plomo; maleta de transporte.

📦 Peso aproximado: 3 kg

Existen tres modelos disponibles:

■ 58-C0223

Deflectómetro de brazo oscilante con juego de tres relojes comparadores de 30 x 0,01 mm

■ 58-C0223/A

Deflectómetro de brazo oscilante con juego de tres relojes comparadores de 10 x 0,01 mm

■ 58-C0223/B

Deflectómetro de brazo oscilante con juego de tres relojes comparadores de 50 x 0,01 mm

⚙️ Piezas de recambio

- 58-C0224/1 Rollo de cable de 20 m

▶ INSTRUMENTOS DIGITALES

PARA ENSAYOS EN ESTRUCTURAS

Descripción y empleo

La determinación de la deflexión de techos, puentes o cualquier estructura suspendida se ejecuta normalmente con extensómetros mecánicos.

Los sensores telescópicos se utilizan generalmente en múltiplos de tres. Nosotros ofrecemos distintas opciones, desde el sensor tubular único al sistema digital completo que incluye el sistema de registro de datos y la impresora.

■ 58-C0229/A

Sistema digital completo para ensayos de estructuras en deflexión

Está compuesto por los siguientes elementos:

- 3 sensores 58-C229 con accesorios y maleta de transporte de dimensiones 550 x 890 x 105 mm. Peso 15 kg aprox.
- Nº. 1 sistema de adquisición y procesamiento de datos de 8 canales modelo 82-P0908/A (para más información consultar la página 454). El Datalog 82-P0908/A y la impresora se alojan en una maleta de transporte de 400 x 310 x 300 mm. Peso aproximado (con el aparato) 6 kg
- Nº. 1 impresora 82-P0171/A

Accesorios

- 58-C0229/5 Cadena de acero inoxidable. 10 m



58-C0223