

TESTACOR

SENSORIKA
LAB INNOVATION



EQUIPO DE EVALUACIÓN IN-SITU DE VELOCIDAD DE CORROSIÓN
POTENCIAL DE CORROSIÓN Y RESISTIVIDAD EN ESTRUCTURAS
DE HORMIGÓN ARMADO

DESCRIPCIÓN GENERAL

TESTACOR se presenta como una solución integral para la evaluación de corrosión en estructuras de hormigón, destacando por su tecnología avanzada, medición simultánea de múltiples parámetros y servicios de soporte especializado.

A diferencia de otros sistemas, con TESTACOR todos los parámetros se obtienen de forma simultánea mediante una única sonda de medida de fácil manejo. Destaca la novedosa técnica de polarización controlada (ver Fig.1), la cual no solo garantiza la fiabilidad de la medida, sino también que la polarización (o perturbación electroquímica) provocada en el acero no resulte perjudicial.

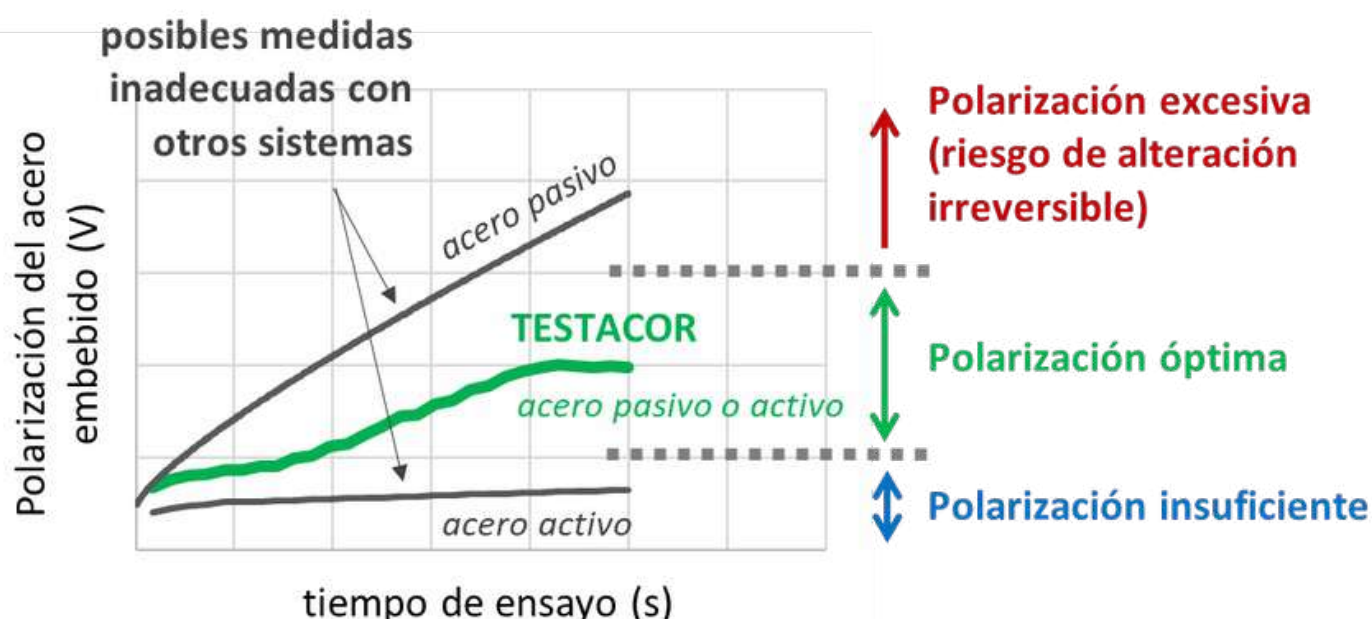


Fig.1 Polarización óptima conseguida con Testacor durante el ensayo frente a las posibles situaciones indeseadas con otros sistemas

El propósito de la polarización controlada en TESTACOR es obtener información precisa y fiable sobre la cinética del proceso electroquímico de corrosión del acero embebido, con la ventaja de que:

- Realiza un Ajuste dinámico de la corriente para un control preciso de la polarización. Evita polarización excesiva e irreversible de las armaduras.
- Además de la inspección in situ de estructuras reales, TESTACOR está pensado para evaluar probetas de laboratorio, aplicación de especial interés en el ámbito del control de calidad y de la investigación científica.

PARÁMETROS PROPORCIONADOS

TESTACOR es un dispositivo innovador diseñado para la evaluación no invasiva del estado de corrosión en estructuras de hormigón armado. A través de la medida de los parámetros clave: Potencial de Corrosión (E_{CORR}), Resistividad del Hormigón (ρ) y Velocidad de Corrosión (I_{CORR}). Estos parámetros permiten determinar el riesgo o nivel de corrosión de las estructuras de acuerdo al criterio de rangos y umbrales establecidos en normativa (ver Tabla 1).

Potencial de corrosión, (E_{CORR})

La medida del potencial de corrosión (E_{CORR}) consiste en determinar la diferencia de potencial eléctrico (V) entre el acero de las armaduras y un electrodo de referencia estándar que se coloca en contacto con la superficie del hormigón. E_{CORR} es un parámetro cualitativo que se asocia con el riesgo o probabilidad de corrosión de la armadura.

En Testacor el E_{CORR} se mide respecto al electrodo de referencia de cobre/sulfato de cobre saturado ($Cu/CuSO_4$ sat) también conocido como electrodo CSE.

Resistividad (ρ)

La medida de la resistividad del hormigón ayuda a interpretar el valor de la velocidad de corrosión, (I_{CORR}), ya que está íntimamente relacionada con la humedad contenida en la red de poros del hormigón. El parámetro medido con las distintas técnicas es la resistencia eléctrica del hormigón (R_e), utilizándose normalmente como unidad de medida el $k\Omega$. La resistividad se calcula a partir de la R_e teniendo en cuenta el factor geométrico de la celda de medida. Sus unidades son, por tanto, $k\Omega \cdot cm$.

En Testacor, la resistividad, ρ , se determina aplicando la técnica de "interrupción de corriente" entre la armadura embebida y un disco situado en contacto con la superficie de hormigón sobre dicha armadura. Se trata de registrar la caída instantánea de tensión (también llamada "caída óhmica") cuando se impone la señal eléctrica y luego se corta instantáneamente. La "caída óhmica" (R_e) se convierte en resistividad, en $k\Omega \cdot cm$, aplicando un factor de celda.

Velocidad de corrosión (I_{CORR})

La velocidad de corrosión se determina, comúnmente en términos de densidad corriente bien, en términos de corriente, densidad de corrosión (I_{CORR}). Este es el único parámetro que permite cuantificar la cinética del proceso de corrosión. Sus unidades de medida habituales son $\mu A/cm^2$, por lo que siempre es necesario conocer el área metálica (cm^2) a la que se refiere la medida.

Aplicando la ley de Faraday es posible traducir los valores de (I_{CORR}) medidos a pérdidas de sección de la armadura (velocidad de corrosión en $\mu m/año$), por lo que este tipo de medidas resultan de gran utilidad para la estimación de la vida residual de las estructuras afectadas por corrosión.

$$1\mu A/cm^2 \Leftrightarrow 11.6 \mu m/año$$

En Testacor, la densidad de corrosión (I_{CORR}) se obtiene mediante una metodología de polarización electroquímica por pulso galvanostático dinámicamente controlado que está basada en la técnica de la resistencia a la polarización lineal (LPR). La resistencia a la polarización (RP) que se obtiene por esta técnica se relaciona con la (I_{CORR}) a través de la fórmula de Stern y Geary:

$$i_{CORR} = \frac{B}{R_p \cdot \text{steel area}}$$

El parámetro B puede variar entre 13 y 52 mV en la mayoría de los sistemas metal-medio asumiéndose en hormigón armado un valor de 26 mV. La ventaja esencial del método de polarización controlada utilizado en Testacor, reside en que, a diferencia de otros sistemas, la polarización de la armadura se realiza siempre dentro de unos niveles adecuados (entre 10 y 30 mV) para que el método LPR sea válido, esto es, una polarización suficiente para que registrar una respuesta fiable (>10mV) pero sin polarizar en exceso la armadura (< 30 mV) evitando el riesgo de producir una polarización irreversible.

E_{CORR} vs CSE (UNE 112083) CUALITATIVO		Resistividad (RILEM TC-154) CUALITATIVO		i_{CORR} (UNE 112072) CUANTITATIVO	
> -200 mV	Bajo (< 10%)	> 100 $k\Omega \cdot cm$	Despreciable	< 0,1 $\mu A/cm^2$	Despreciable
-350 / -200 mV	Moderado (50%)	50 / 100 $k\Omega \cdot cm$	Bajo	0,1 / 0,5 $\mu A/cm^2$	Bajo
		10 / 50 $k\Omega \cdot cm$	Moderado	0,5 / 1 $\mu A/cm^2$	Moderado
< -350 mV	Alto (> 90%)	< 10 $k\Omega \cdot cm$	Alto	> 1 $\mu A/cm^2$	Alto

Tabla 1. Criterios de referencia aplicados para determinar el riesgo y nivel de corrosión en hormigón armado de acuerdo a los parámetros de potencial de corrosión (E_{CORR}), resistividad (ρ) y densidad de corrosión (I_{CORR}).

MÉTODO DE MEDIDA

TESTACOR utiliza un método no destructivo basado en la técnica del pulso galvanostático con polarización dinámicamente controlada eléctrico para evaluar la velocidad de corrosión del acero embebido en el hormigón armado. A continuación, se detallan los aspectos clave de este método:

1

Pulso Galvanostático con Confinamiento Sensorizado:

El área de armadura evaluada se controla durante la medida mediante un sistema de anillo de guarda sensorizado que permite confinar la señal aplicada de forma efectiva. De esta forma, se asegura la fiabilidad de la medida de velocidad de corrosión.

2

Ajuste Dinámico de la Corriente de Polarización:

Se aplica un pulso de corriente en el que se realiza un ajuste dinámico de la corriente de polarización aplicada para mantenerla en niveles adecuados. Este ajuste dinámico garantiza que la polarización inducida no cause daños irreversibles en el acero embebido, maximizando la eficacia del sistema.

3

Sonda Multiparámetro de Medida:

La medición se realiza mediante una única sonda que simultáneamente registra varios parámetros críticos:

- Potencial de corrosión del acero embebido (E_{CORR} , en mV vs CSE).
- Velocidad de corrosión del acero embebido expresada en densidad de corriente (i_{CORR} , en $\mu A/cm^2$) y pérdida de sección (V_{CORR} , en $\mu m/año$).
- Resistividad eléctrica del hormigón (ρ , en $k\Omega \cdot cm$).

4

Polarización Controlada para Fiabilidad de la Medida:

La técnica de polarización controlada asegura la fiabilidad de la medida al evitar perturbaciones electroquímicas perjudiciales.

La polarización controlada minimiza los riesgos de daños irreversibles en los elementos metálicos inspeccionados, lo que permite evaluar un mismo punto las veces que se desee en un corto periodo de tiempo..

5

Medición Simultánea de Parámetros:

A diferencia de otros sistemas, TESTACOR permite la obtención simultánea de todos los parámetros críticos mediante la sonda de fácil manejo.

6

Aplicaciones Versátiles:

Diseñado para la inspección in situ de estructuras reales y la evaluación de probetas de laboratorio.

Aplicable en el control de calidad y la investigación científica en el ámbito de la corrosión en hormigón armado.

7

Desarrollo Multidisciplinario:

La técnica patentada y el protocolo avanzado han sido desarrollados por un equipo multidisciplinario de investigadores del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

VENTAJAS Y APLICACIONES

1 **Fiabilidad en la Medición:**

Se aplica un método de medida patentado avanzado que garantiza un control dinámico de la polarización inducida para mantenerla en niveles óptimos, garantizando así la fiabilidad de la medida y evitando cualquier riesgo de daño irreversible en el acero embebido. .

2 **Versatilidad de Aplicación:**

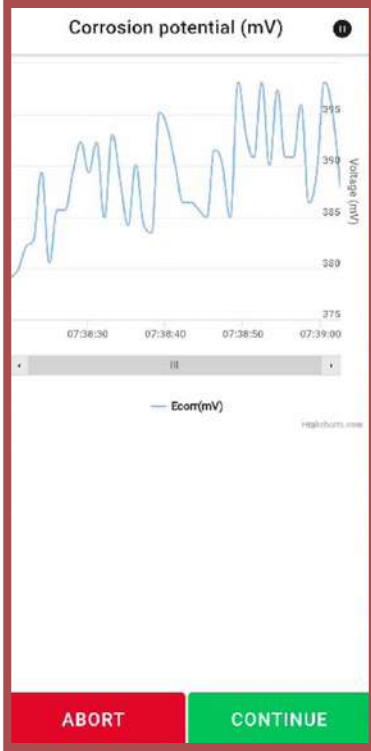
Diseñado para tareas de inspección in situ de estructuras de hormigón armado, así como para la monitorización remota y en continuo, reduciendo costos operativos. Aplicable en estudios de corrosión en probetas de laboratorio para investigación científica.

3 **Reducción de Equipamiento Adicional:**

Elimina la necesidad de sensores específicos para cada parámetro de corrosión. Todos los parámetros se miden de forma simultánea mediante una sonda multiparámetro.



EJEMPLO DE USO DE LA APP-TESTACOR



Preparation Phase

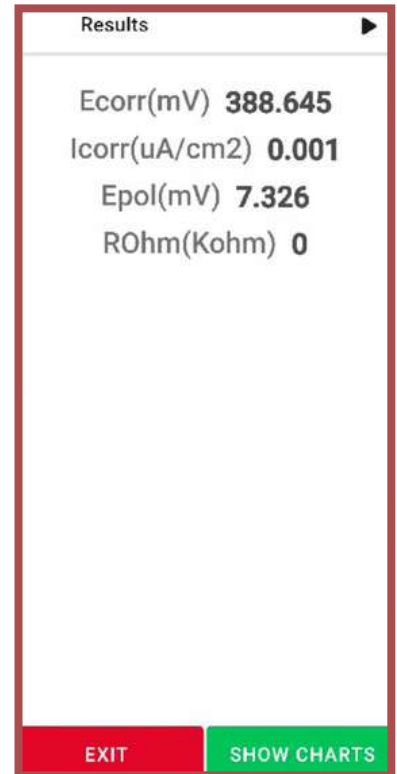
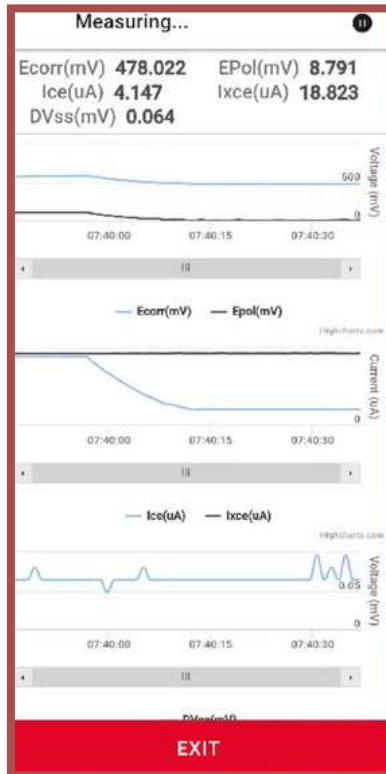
ECORR	EPOL	ICEInt	ICEExt	AVSS
366.667	0.000	-0.471	-0.447	0.064
365.934	0.000	-0.520	-0.423	0.064
454.579	66.667	19.427	-0.496	0.064

ABORT

Preparation Phase

ECORR	EPOL	ICEInt	ICEExt	AVSS
366.667	0.000	-0.471	-0.447	0.064
365.934	0.000	-0.520	-0.423	0.064
454.579	66.667	19.427	-0.496	0.064
447.253	0.000	-0.520	19.210	0.064

ABORT CONTINUE



SOPORTE

- Formación especializada en el manejo del equipo e interpretación de resultados.
- Mantenimiento periódico y revisión de componentes electrónicos y sondas.
- Actualización continua del software y formación técnica.



Soporte Especializado:

Ofrece servicios como formación de personal, revisión y mantenimiento periódico, actualización de software, reparación de dispositivos y asesoramiento técnico.

Acceso Exclusivo a Nuevos Dispositivos:

Acceso prioritario y exclusivo a nuevos dispositivos en desarrollo, participación en workshops y campañas de validación en estructuras prototipo, entre otros beneficios.

HARDWARE

● Fuentes de Corriente EHCS:

Implementación de Enhanced Howland Current Source.

Generación de corrientes controladas para mediciones precisas.

● Medición de Corriente:

Dos canales para medir corrientes generadas en anillo interior y exterior.

Conversión de corrientes a rangos de tensión para adquisición con ADC.

● Validación EHCS:

Calibración con carga resistiva de 1kohm y pruebas preliminares.

Repetición del proceso para distintas cargas resistivas y celdas de Randles.

El software asociado a un dispositivo como TESTACOR generalmente se encarga de varias funciones esenciales:

- 1 Control del Dispositivo:** Permite la configuración y control del hardware desde una interfaz gráfica. Esto incluiría la configuración de los parámetros de medición, la calibración y la activación del dispositivo.
- 2 Visualización de Datos en Tiempo Real:** Proporciona una interfaz en tiempo real para visualizar los datos mientras se están recopilando. Esto puede incluir gráficos en tiempo real de los parámetros medidos, como la velocidad de corrosión, el potencial de corrosión y la resistividad del hormigón.
- 3 Almacenamiento de Datos:** Los resultados de las mediciones se almacenan en una base de datos local o en la nube. Esto permite el acceso a los datos históricos y facilita el análisis a largo plazo.
Análisis de Datos: Puede incluir herramientas de análisis para evaluar tendencias a lo largo del tiempo, identificar patrones o correlaciones en los datos y generar informes.
- 4 Compatibilidad con Sistemas de Nube:** Para dispositivos conectados a internet, el software suele facilitar la subida de datos a una plataforma en la nube, donde los usuarios pueden acceder a los datos desde cualquier ubicación y dispositivo.
- 5 Actualizaciones de Firmware:** Permite la actualización remota del firmware del dispositivo para garantizar que siempre esté utilizando la última versión del software.
- 6 Mapas de corrosión:** Mapeado de los parámetros medidos de corrosión de forma clara, visualizando con diagramas de colores las zonas críticas de las áreas frente a la corrosión.
- 7 Interfaz de Usuario Amigable:** Una interfaz fácil de usar es crucial para que los operadores configuren y utilicen el dispositivo sin problemas.

TÉCNICA DE POLARIZACIÓN CONTROLADA

El propósito de la polarización controlada en TESTACOR es obtener información precisa y fiable sobre la cinética del proceso electroquímico de corrosión del acero embebido, con la ventaja de que:

- Realiza un Ajuste dinámico de la corriente para un control preciso de la polarización.
- Evita polarización excesiva e irreversible de las armaduras.

TESTACOR realiza un ajuste dinámico de la corriente de polarización aplicada a la armadura. Este ajuste dinámico asegura que la polarización se mantenga en niveles adecuados para obtener mediciones precisas sin causar daños irreversibles en el acero embebido.

Importancia en TESTACOR:

Fiabilidad de las Mediciones:

La polarización controlada en TESTACOR garantiza la fiabilidad de las mediciones de corrosión al mantener condiciones controladas y evitar efectos no deseados que podrían afectar los resultados.

Baja polarización del Acero:

Al controlar la polarización, se protege el acero embebido de posibles daños causados por perturbaciones electroquímicas excesivas.

Ajuste Dinámico para Diferentes Escenarios:

La capacidad de ajuste dinámico permite adaptarse a diferentes escenarios de corrosión, optimizando el rendimiento del sistema para una amplia gama de condiciones.



PROTOCOLO DE REGULACIÓN Y CONTROL

Incluye un protocolo avanzado para la regulación y control de la corriente aplicada.

El protocolo de regulación y control contribuye a la máxima eficacia del sistema TESTACOR al mantener la polarización dentro de rangos óptimos.

INFORMACIÓN DEL FABRICANTE

SENSORIKA
LAB INNOVATION

www.sensorikalab.com



WITEKLAB

Comercializa

<https://www.witeklab.com/es/>



witeklab@witeklab.ad