

Detección de defectos internos en el muro de un paso subterráneo mediante ensayos no destructivos (END)

Evaluación multitecnológica del hormigón con Covermeter, GPR y eco de pulso ultrasónico

La evaluación del estado estructural de las infraestructuras de hormigón envejecidas suele plantear complejos retos relacionados con el subsuelo. A la hora de evaluar activos críticos, como los muros de los pasos subterráneos, basarse en un único método de ensayo no destructivo (END) puede dejar sin respuesta cuestiones fundamentales, especialmente cuando se trata de una densa red de armaduras, una posible entrada de humedad y defectos estructurales ocultos. Para lograr una claridad diagnóstica total, los inspectores necesitan una estrategia multitecnológica complementaria.

Reto

La evaluación de infraestructuras envejecidas o sin documentar suele plantear incógnitas estructurales complejas. En este proyecto de paso subterráneo, el objetivo principal era cartografiar exhaustivamente la configuración de las barras de armadura del muro de hormigón, determinar la profundidad exacta del recubrimiento y el espesor del muro, e identificar cualquier defecto o anomalía interna oculta sin dañar la estructura.

Las inspecciones con una sola tecnología suelen encontrarse con claras limitaciones en entornos de hormigón denso:

- **Congestión compleja de acero:** una junta de construcción vertical entre las líneas de exploración 11 y 12 provocaba una concentración localizada de acero (probablemente barras de anclaje), lo que causaba interferencias electromagnéticas que comprometían la precisión de la medición del recubrimiento con un solo sensor.
- **Errores de colocación y anomalías:** Las alineaciones desplazadas de las barras y la posible entrada de humedad requerían una verificación que fuera más allá de las lecturas a nivel de superficie.
- **Capas subsuperficiales:** La confirmación de los límites entre los distintos vertidos y de los huecos internos en las profundidades de la matriz de hormigón resultaba imposible mediante la inspección visual por sí sola.

Solución: Para superar estas complejidades estructurales, se llevó a cabo un flujo de trabajo de diagnóstico integral y multitecnológico utilizando el ecosistema de ensayos no destructivos (END) conectado de Screening Eagle:

[Medidor de recubrimiento PM8000](#)

Elegido por su capacidad de escaneo rápido de áreas y sus precisos sensores de campo magnético, que proporcionan las mediciones más precisas del recubrimiento de hormigón cerca de la superficie y del dimensionamiento de las barras de armadura sin problemas de calibración de la velocidad de la señal. La realidad aumentada (RA) integrada en tiempo real proyecta la rejilla de barras de armadura directamente sobre la pared física a través de la pantalla del iPad, lo que permite la identificación instantánea in situ del espaciado entre barras y de las anomalías de colocación.

Proceq GP8800 GPR

Elegido por su tecnología de onda continua de frecuencia escalonada (400-6000 MHz) de banda ultraancha, que ofrece una resolución submilimétrica para elementos superficiales y una fuerte penetración de hasta 65 cm. Su diseño compacto y portátil permite realizar escaneos hasta los bordes de la pared. El georradar complementa al medidor de espesor de recubrimiento al generar imágenes de la compleja geometría tridimensional de las barras de armadura, evaluar la atenuación dieléctrica para la detección de humedad y medir el espesor total de la pared.

Sistema UPE Pundit PD8050

Se ha elegido porque las ondas electromagnéticas (GPR) no pueden penetrar en capas densas de acero ni diferenciar bien los límites de impedancia acústica interna. Mediante transductores ultrasónicos multicanal de ondas de corte con imagen 3D-SAFT (técnica de enfoque de apertura sintética), el PD8050 atraviesa las barras de armadura pesadas para cartografiar la integridad del núcleo profundo del hormigón, las juntas frías, las delaminaciones y las cavidades de aire.

Resultado

Al combinar tecnologías de ondas magnéticas, electromagnéticas y acústicas con visualización asistida por RA, la inspección proporcionó una evaluación totalmente validada de forma cruzada:

Cobertura y distribución de las barras de armadura: El PM8000 determinó una profundidad media de la cobertura de hormigón de 45,72 mm (desviación estándar: 3,0 mm) y una separación media entre barras de armadura de 13,9 cm en 58 puntos de datos. La proyección en RA en directo superpuso estos datos directamente sobre el muro, confirmando visualmente las anomalías de colocación (resaltadas en azul) y señalando en tiempo real la zona de alta densidad de barras de anclaje.



Profometer PM8000 covermeter data viewed with AR projection

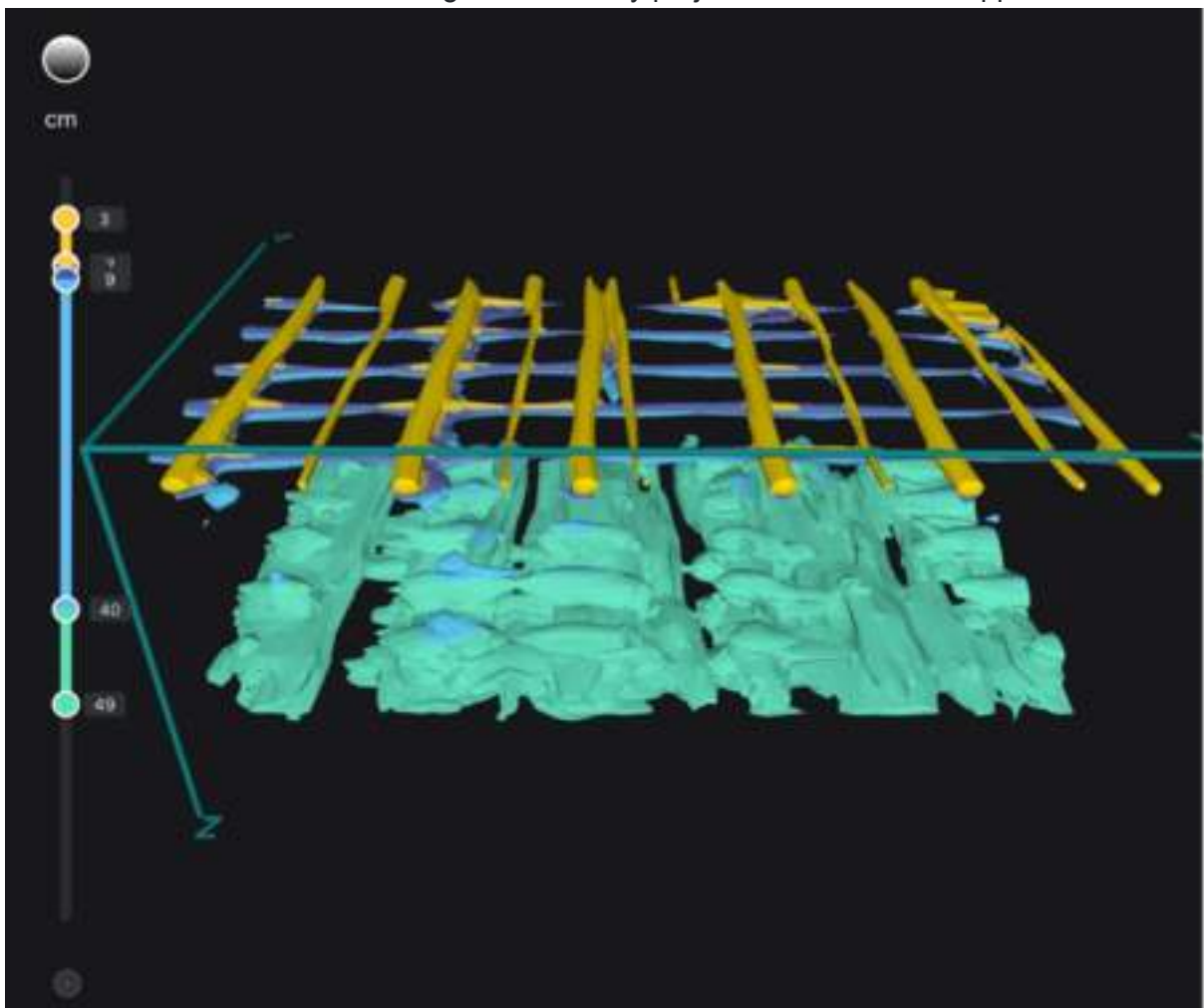


Profometer PM8000 covermeter data viewed with AR projection

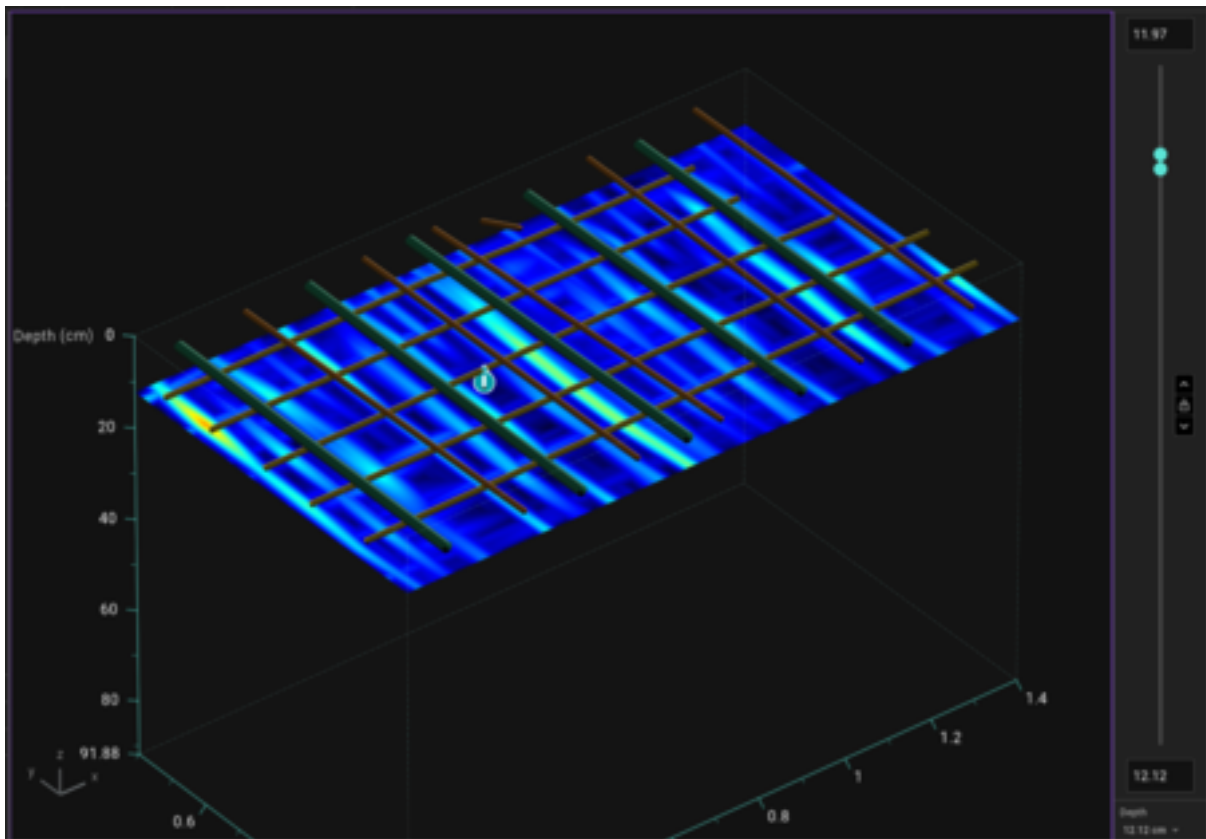
Geometría 3D y espesor de la pared: Las exploraciones con polarización cruzada del **GP8800** indicaron un espesor total de la pared de 35 cm e identificaron 5 barras estructurales verticales de mayor diámetro. La proyección 3D en realidad aumentada (RA) en tiempo real representó visualmente el trazado de estas barras de refuerzo internas y las capas de profundidad sobre la estructura pintada, lo que simplificó la verificación de los objetivos in situ.



GPR data in 3D augmented reality projections with the GP app

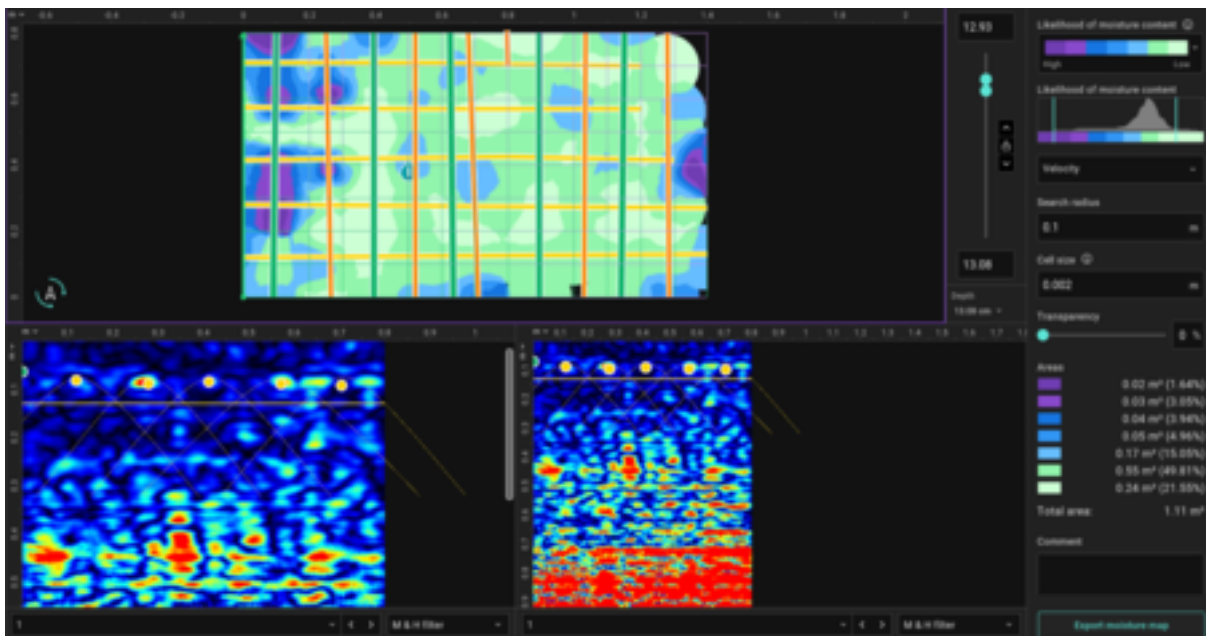


GPR data in 3D augmented reality projections with the GP app



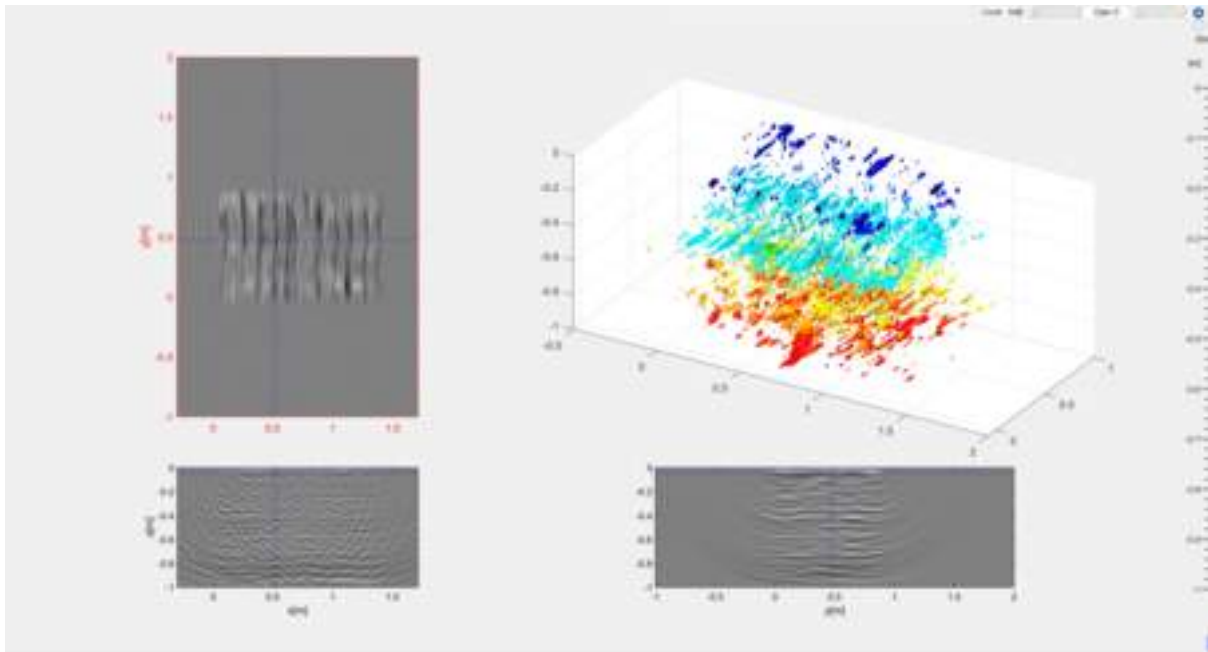
GPR data with 3D objects created in GPR Insights.

Cartografía de la humedad: El posprocesamiento **avanzado** realizado en GPR Insights aisló la atenuación y la dispersión de la señal electromagnética a lo largo de la capa de barras de refuerzo vertical situada más a la izquierda, lo que permitió cartografiar zonas localizadas con un contenido de humedad elevado.



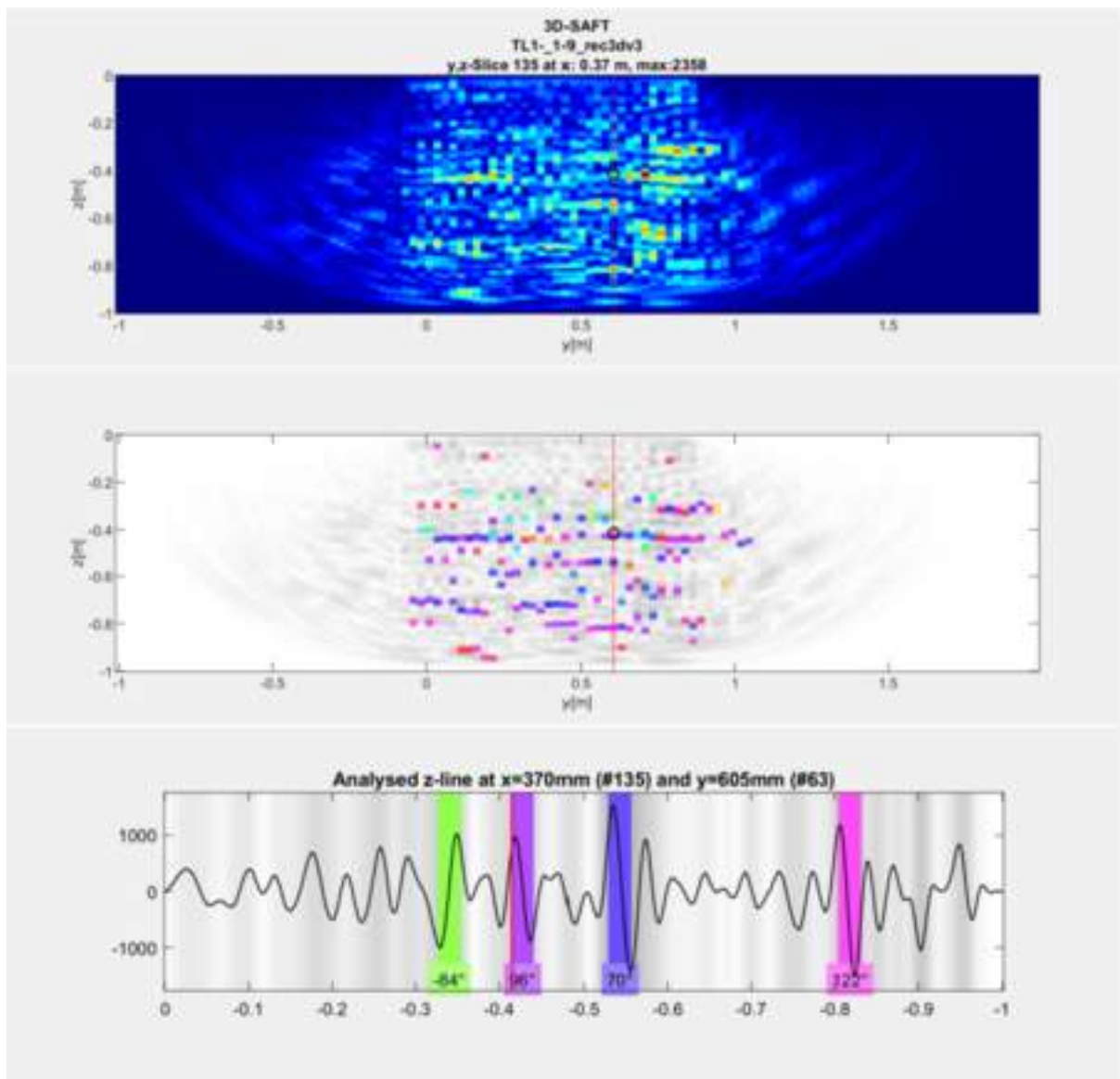
Moisture map viewed in GPR Insights software

Detección de límites entre vertidos: Los datos del **Pundit PD8050 UPE**, analizados en el software **Pundit Vision** con reconstrucciones 3D-SAFT, revelaron dos límites de eco horizontales bien diferenciados a 400 mm y 800 mm, lo que demuestra que el muro se construyó en dos vertidos de hormigón distintos.

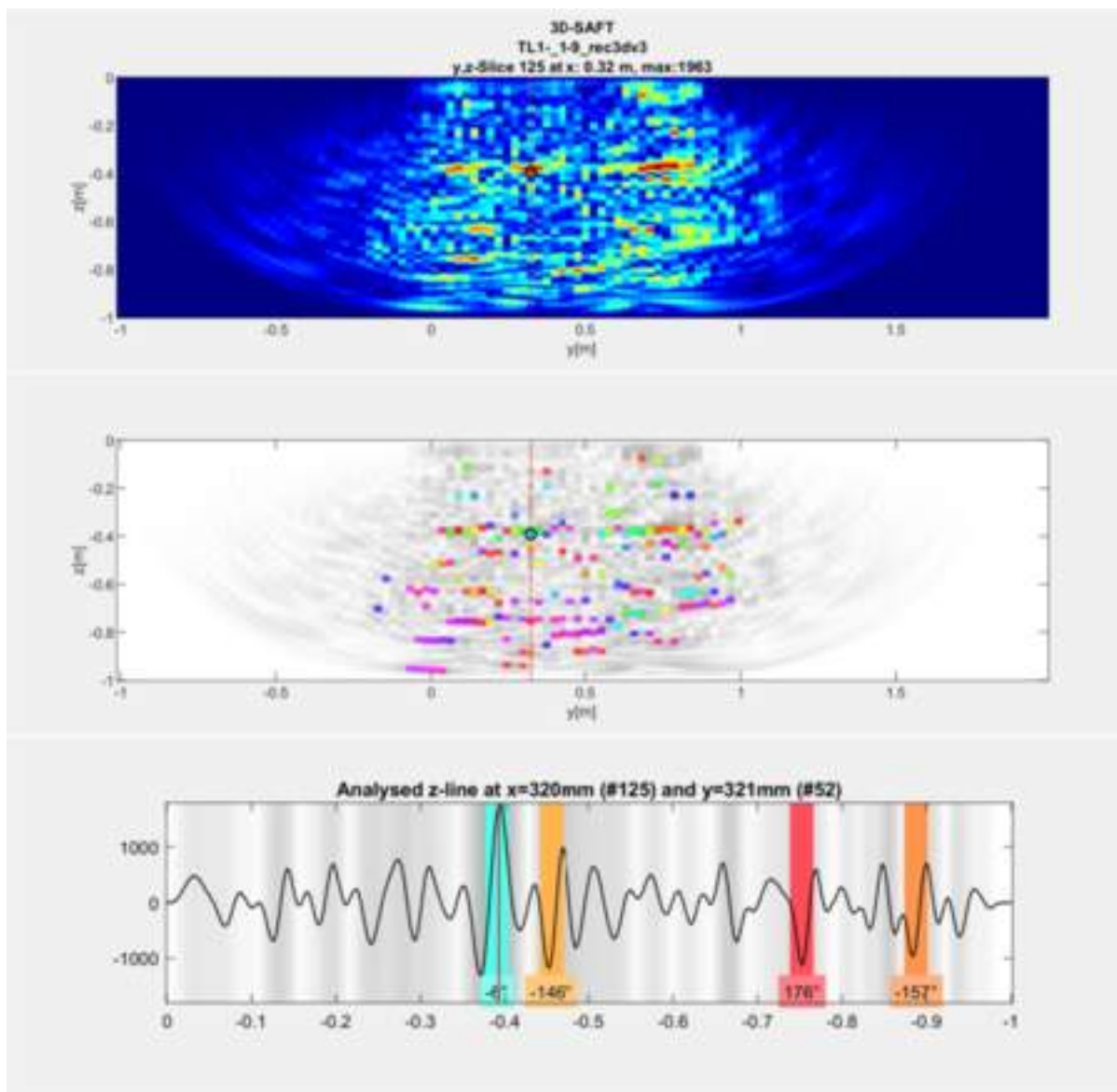


UPE data 3D-SAFT reconstructions with Pundit Vision software

Junta fría y huecos internos: El análisis de fase UPE profundo registró un fuerte reflejo acústico en el límite de 400 mm. Las inversiones de fase (codificadas por colores en azul claro y verde) confirmaron la presencia de una junta fría grave con huecos internos entre las capas de vertido.



UPE data phase evaluation with Pundit Vision software



UPE data phase evaluation with Pundit Vision software

Gracias a este flujo de trabajo integrado, los ingenieros obtuvieron una visión clara tanto de los detalles de las barras de armadura estructurales como de los problemas críticos de integridad del subsuelo, lo que garantizó un mantenimiento específico y rentable sin necesidad de realizar perforaciones destructivas.

Consulta más casos prácticos y notas de aplicación sobre ensayos no destructivos (END) en nuestro Centro técnico « [»](#).



[Terms Of Use](#)
[Website Data Privacy Policy](#)

Copyright © 2024 Screening Eagle Technologies. All rights reserved. The trademarks and logos displayed herein are registered and unregistered trademarks of Screening Eagle Technologies S.A. and/or its affiliates, in Switzerland and certain other countries.