

Nuevas técnicas de Ensayos No Destructivos:

FMC / TFM (Full Matrix Capture / Total Focusing Method)

Agenda

1 ¿Qué es FMC / TFM? ¿Cómo funciona?

2 Elementos para hacer FMC / TFM

3 Aplicaciones de FMC / TFM

4 Visualizaciones de defectos en soldadura

5 Ejemplo práctico de escaneo de soldadura con OmniScan X3

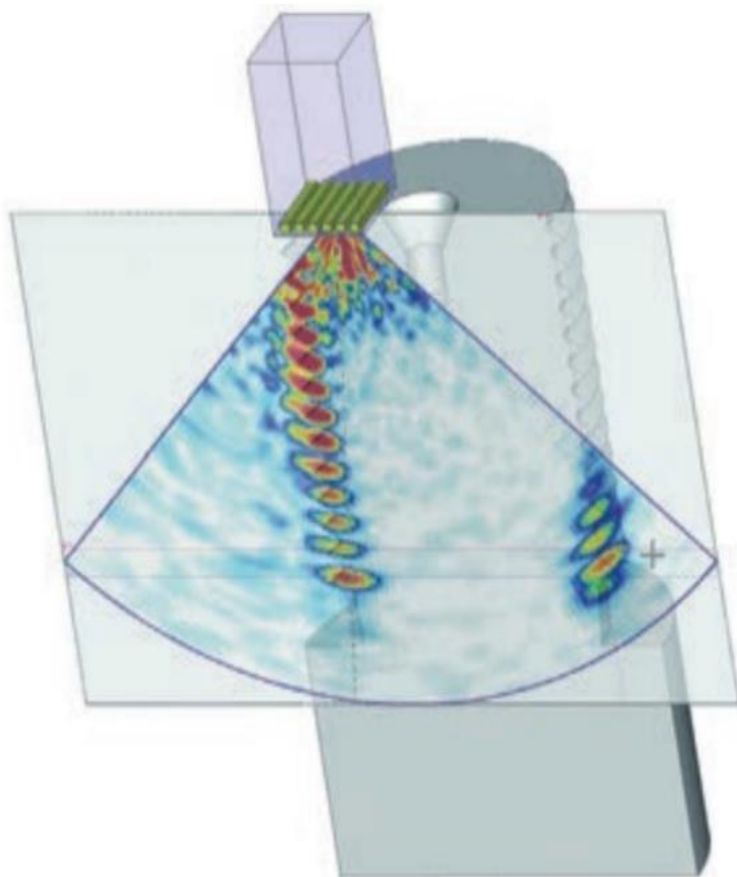
6 Preguntas y respuestas

1.

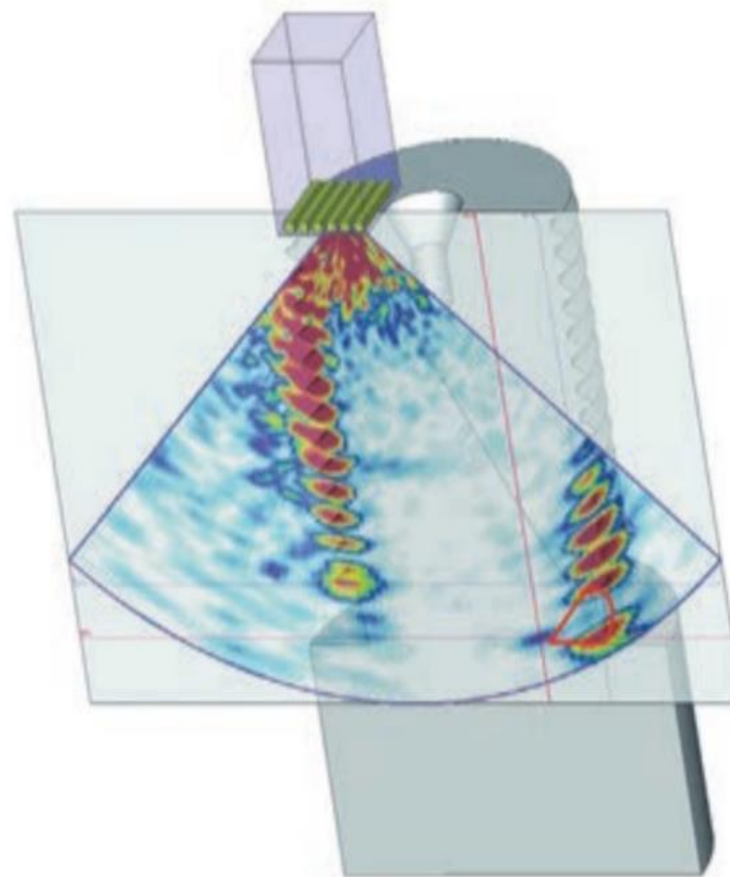
¿Qué es FMC / TFM?

¿Cómo funciona?

Orígenes: Phased Array



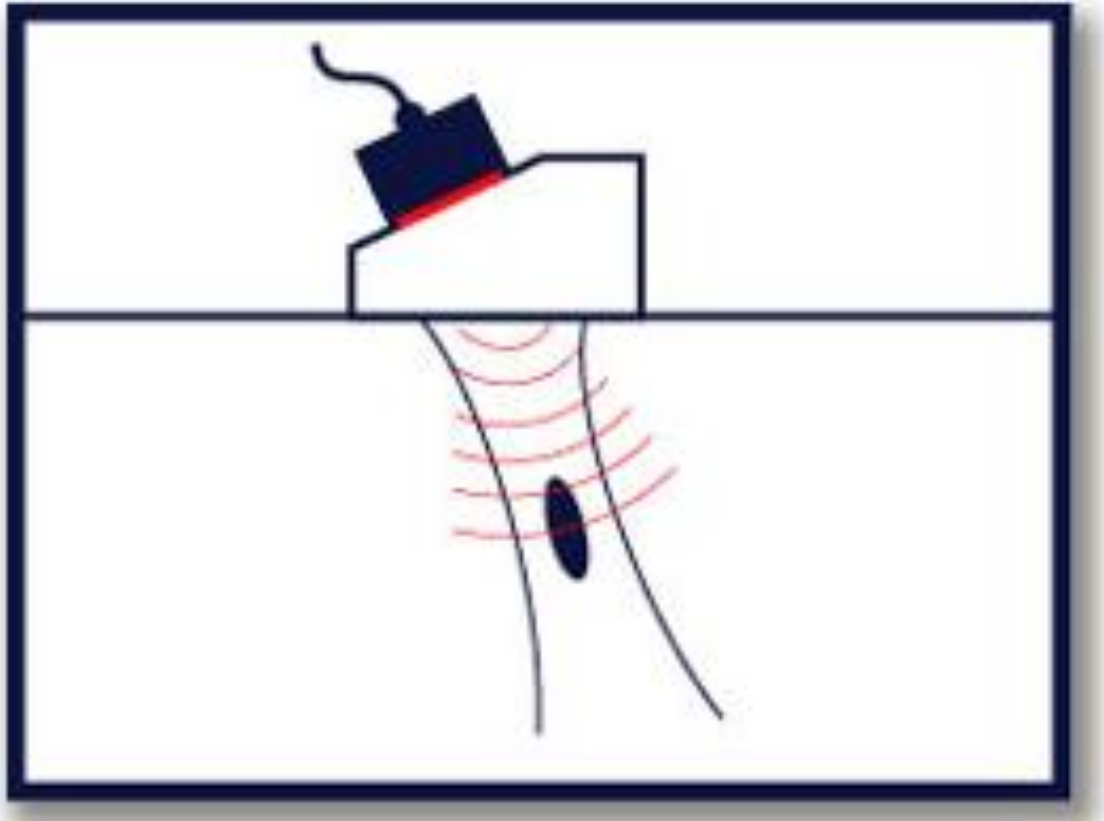
En medicina



En industria

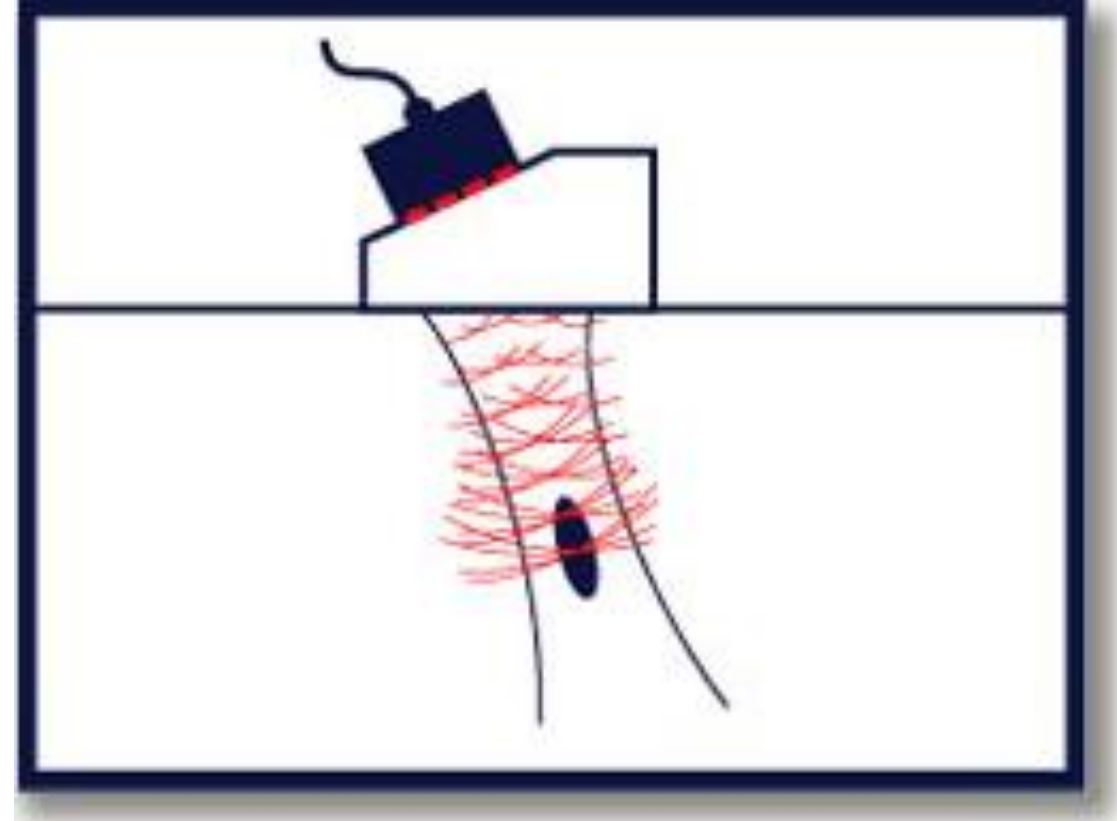


Orígenes: Ultrasonido Convencional y Phased Array



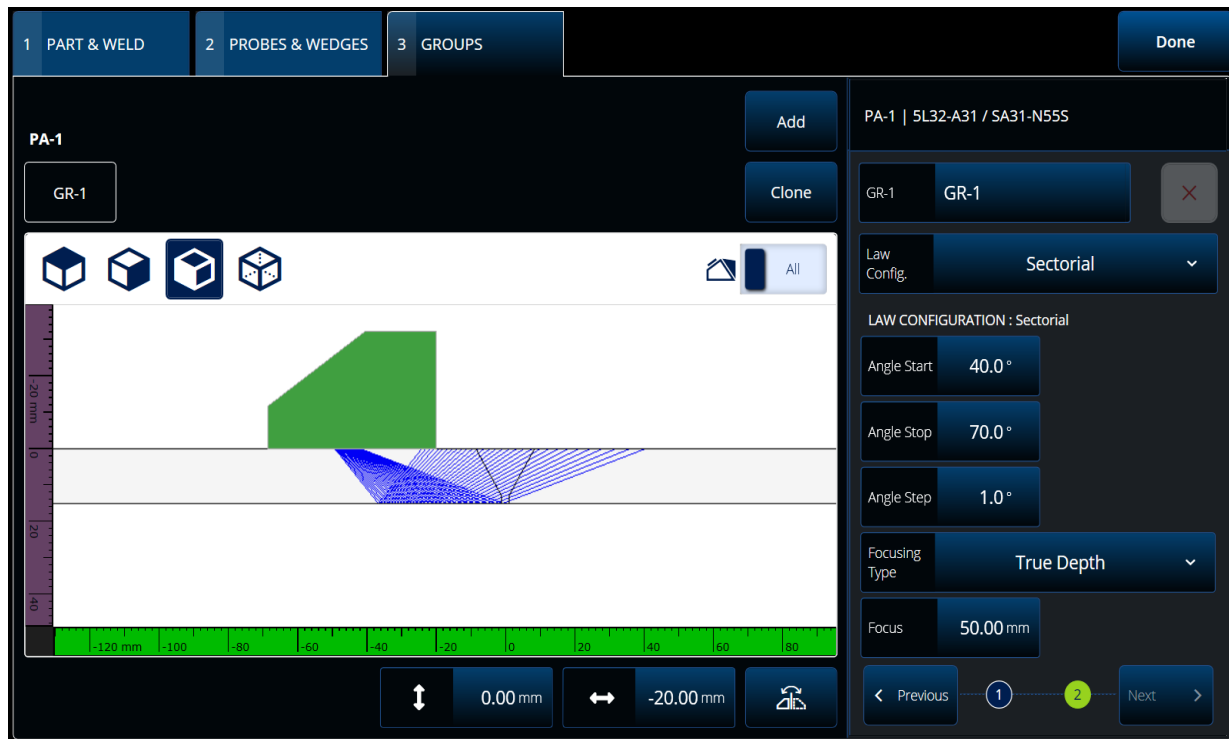
Frente de ondas de Ultrasonido Convencional

=

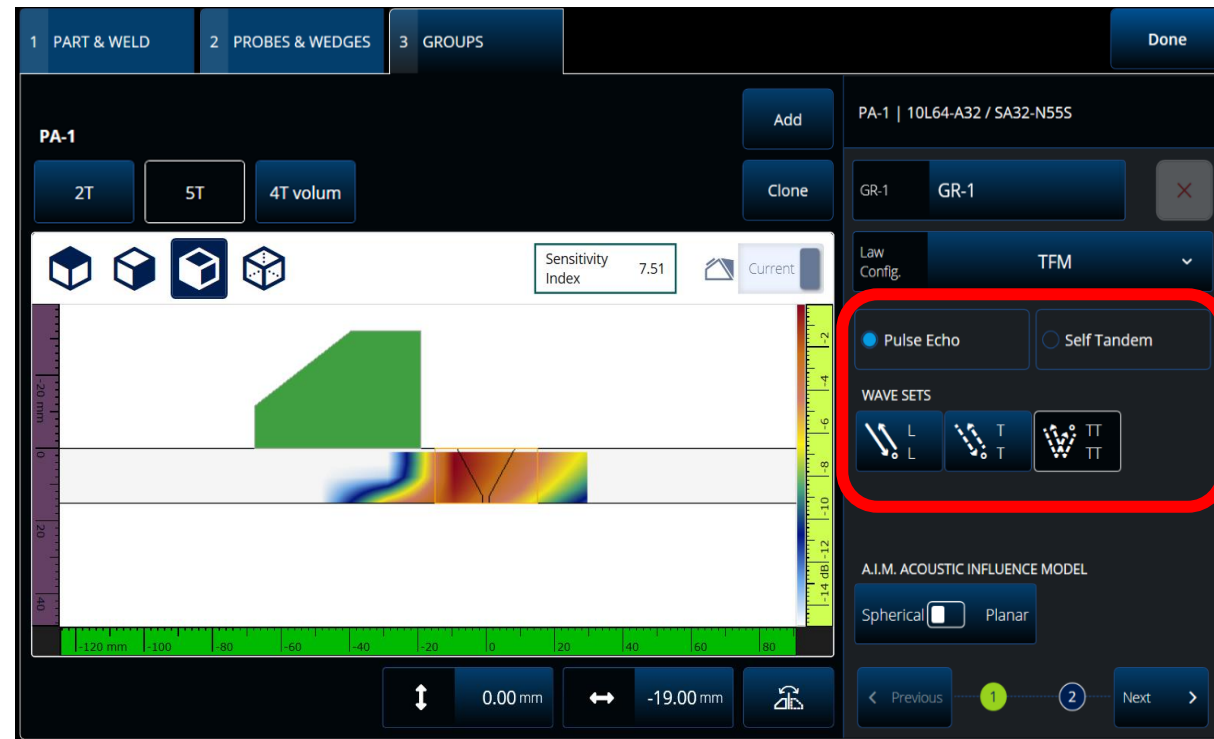


Frente de ondas de Phased Array

Plan de escaneo – Phased Array vs FMC / TFM

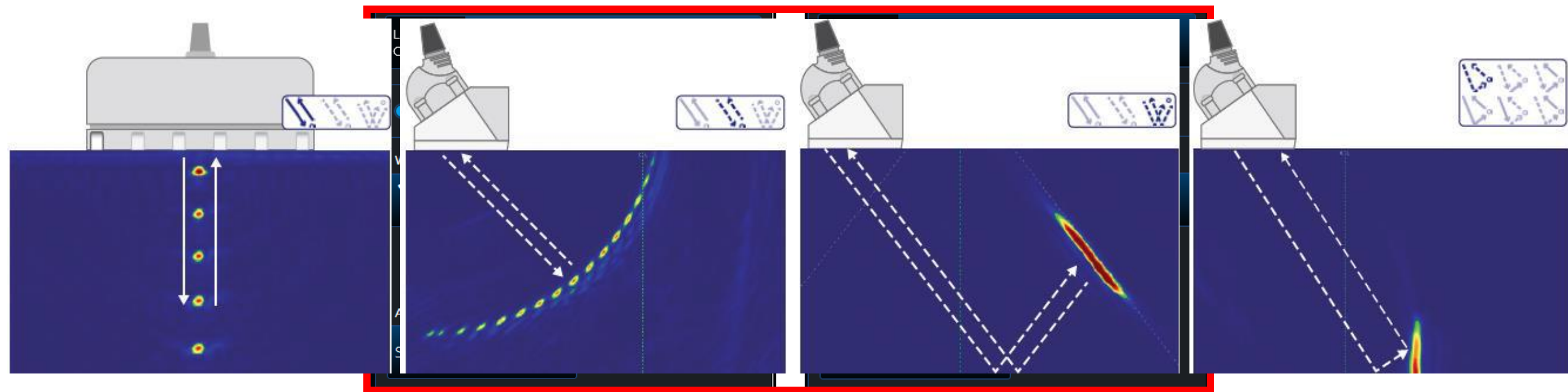


Plan de escaneo en Phased Array



Plan de escaneo en TFM

Modos de ondas en FMC / TFM



Modos de ondas en FMC / TFM

1 PART & WELD 2 PROBES & WEDGES 3 GROUPS Done

PA-1

GR-1

Add Clone

Sensitivity Index 10.23 Current

Linear Reflector 35°

Law Config. TFM

Pulse Echo Self Tandem

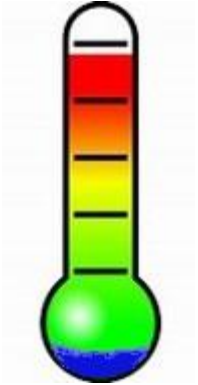
WAVE SETS

A.I.M. ACOUSTIC INFLUENCE MODEL

Spherical Planar 0.00°

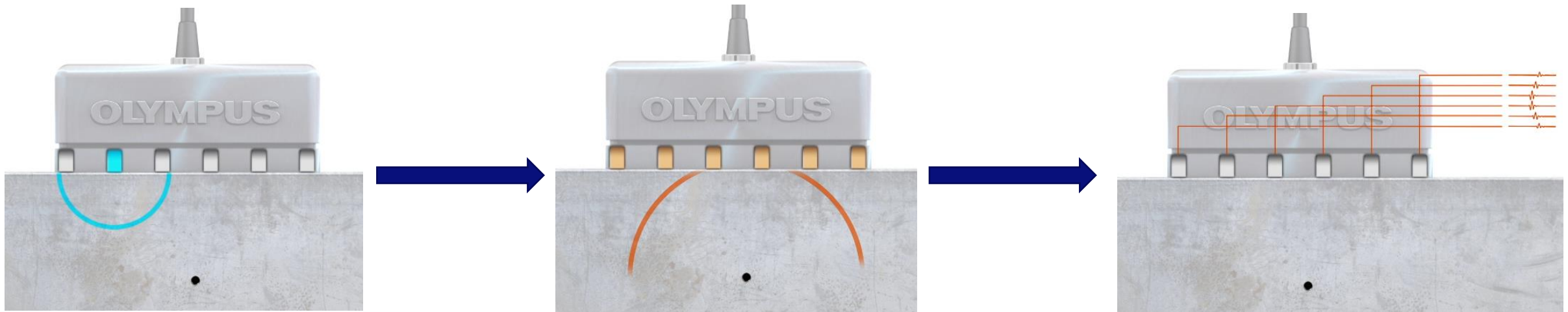
0.00 mm -22.00 mm

Previous 1 2 Next



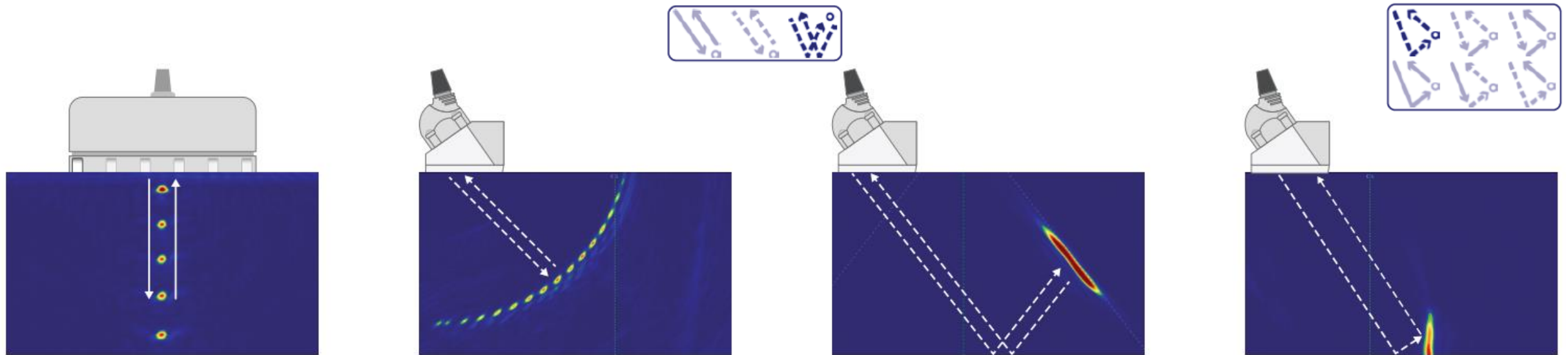
¿Qué es Full Matrix Capture (FMC)?

- FMC es la estrategia de adquisición, que luego será procesada por TFM.
- Pulsa de a un elemento por vez.
- Todos los elementos reciben las reflexiones que provoca la pieza que esté siendo inspeccionada.
- El proceso se repite hasta que todos los elementos del transductor sean pulsados (siempre de a uno por vez). Esto ocurre en un lapso de tiempo muy corto (imperceptible).



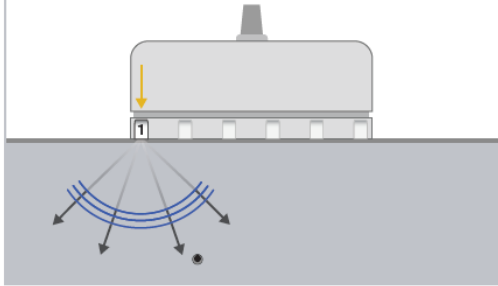
¿Qué es Total Focusing Method (TFM)?

- TFM es el proceso de reconstrucción de la imagen de los A-Scan, generados en la adquisición por FMC.
- Los datos adquiridos por FMC se procesan para crear la imagen enfocando en todas partes.
- Se logran así imágenes de gran nitidez y resolución gracias a la forma en la que el equipo **OmniScan X3** de Olympus realiza estos pasos.

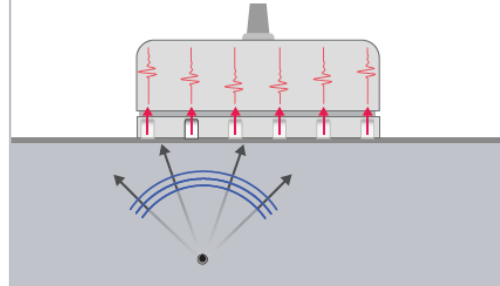


En síntesis...

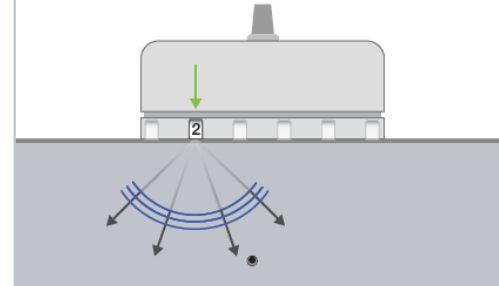
1 Emisión del primer elemento activada



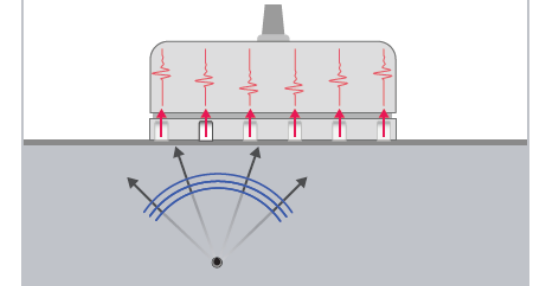
2 Todos los elementos reciben los impulsos acústicos de retorno de forma paralela



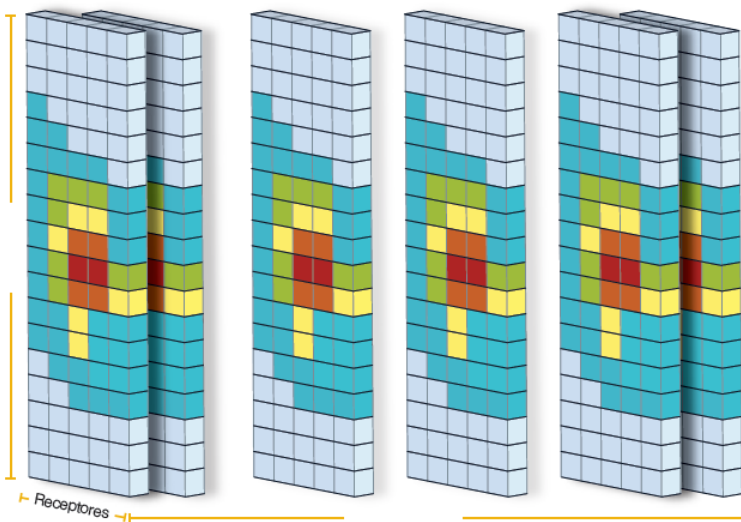
4 Emisión efectuada por el segundo elemento y así sucesivamente.



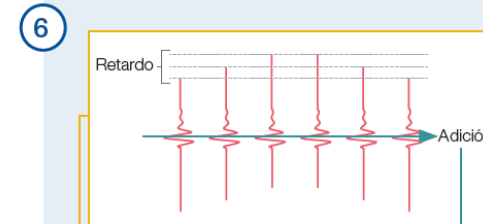
5 Todos los elementos reciben los impulsos acústicos de retorno de forma paralela



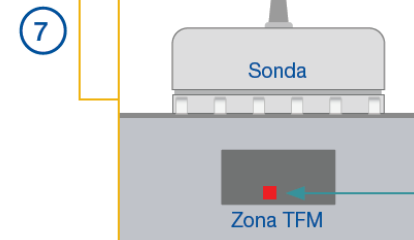
3 Todos los A-scan elementales están almacenados.



TFM: Reconstrucción de imagen



El proceso de retardo y adición se aplica a todas las representaciones A-scan, usando el retardo esperado para un modo de propagación seleccionado hasta una posición específica en la zona TFM

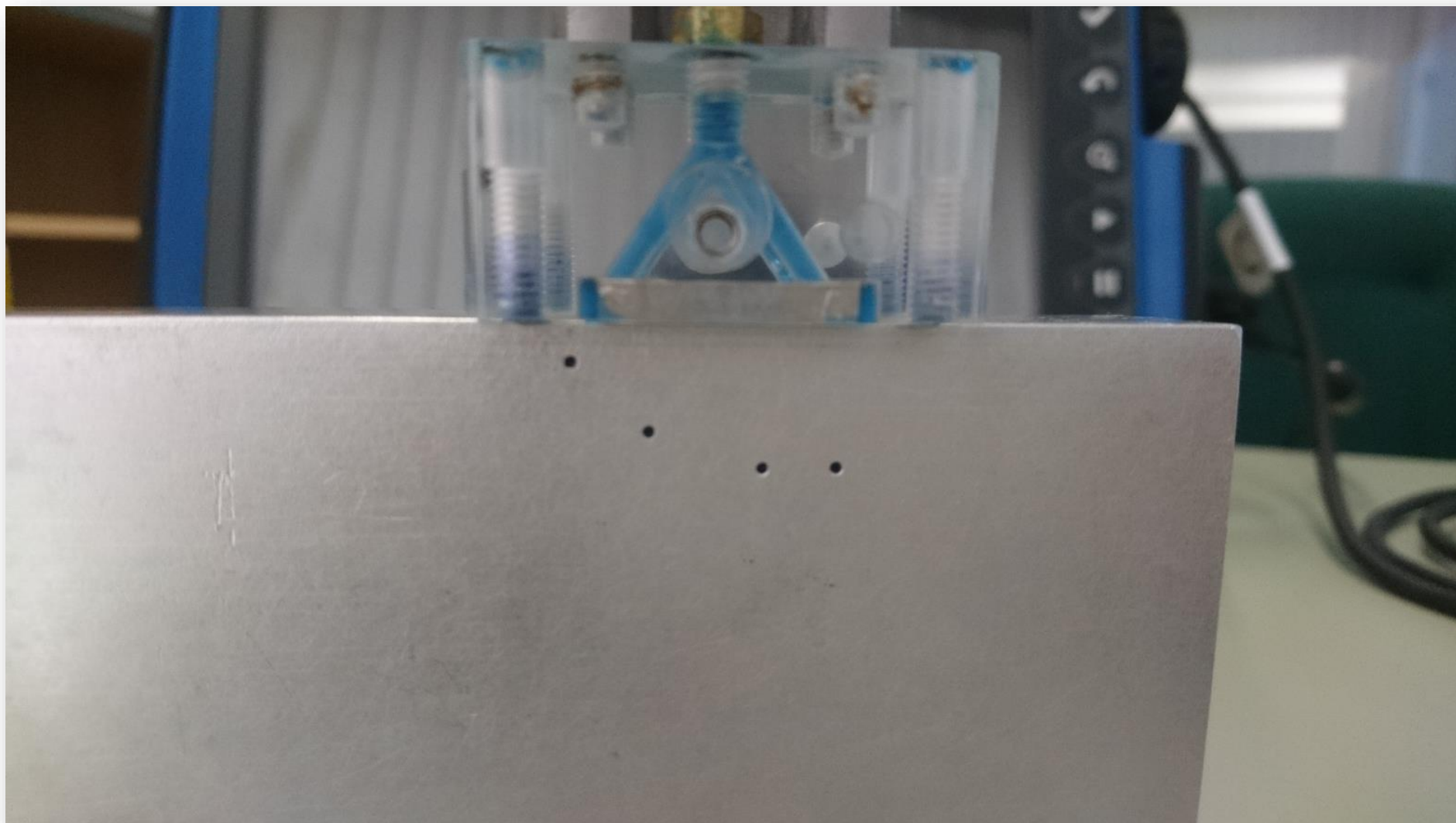


8 El mismo proceso se efectúa para todos los píxeles en la zona TFM.

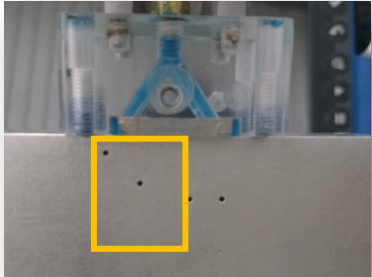
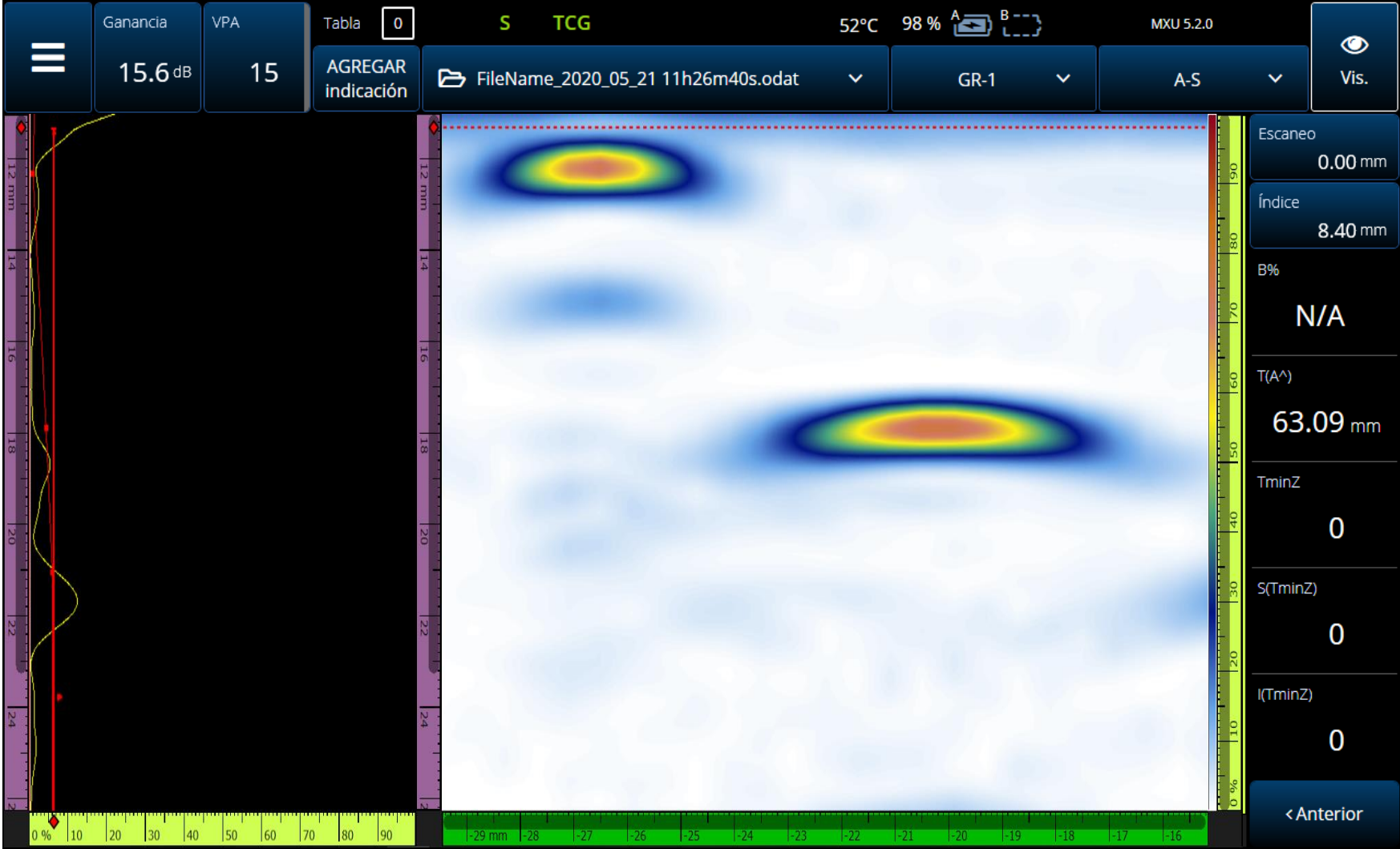
9 Ciclo completado = 1 trama/representación TFM

Un píxel se reconstruye a partir de la amplitud de las representaciones A-scan sumadas.

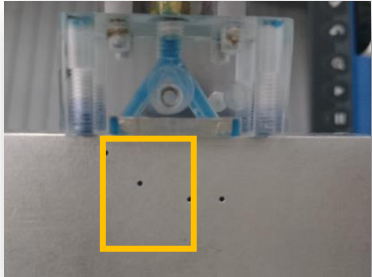
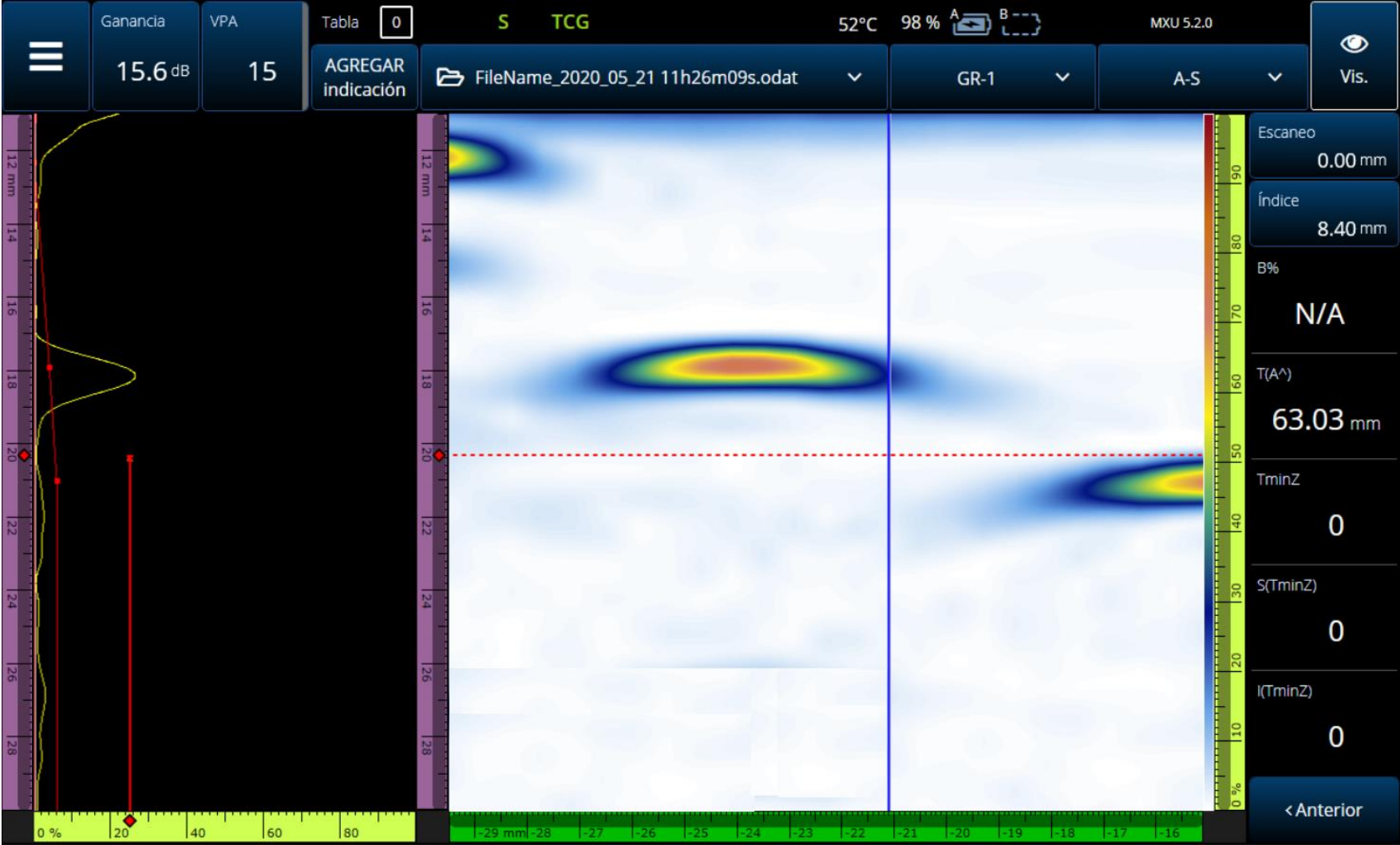
Ejemplo de inspección



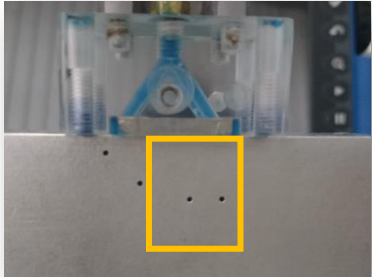
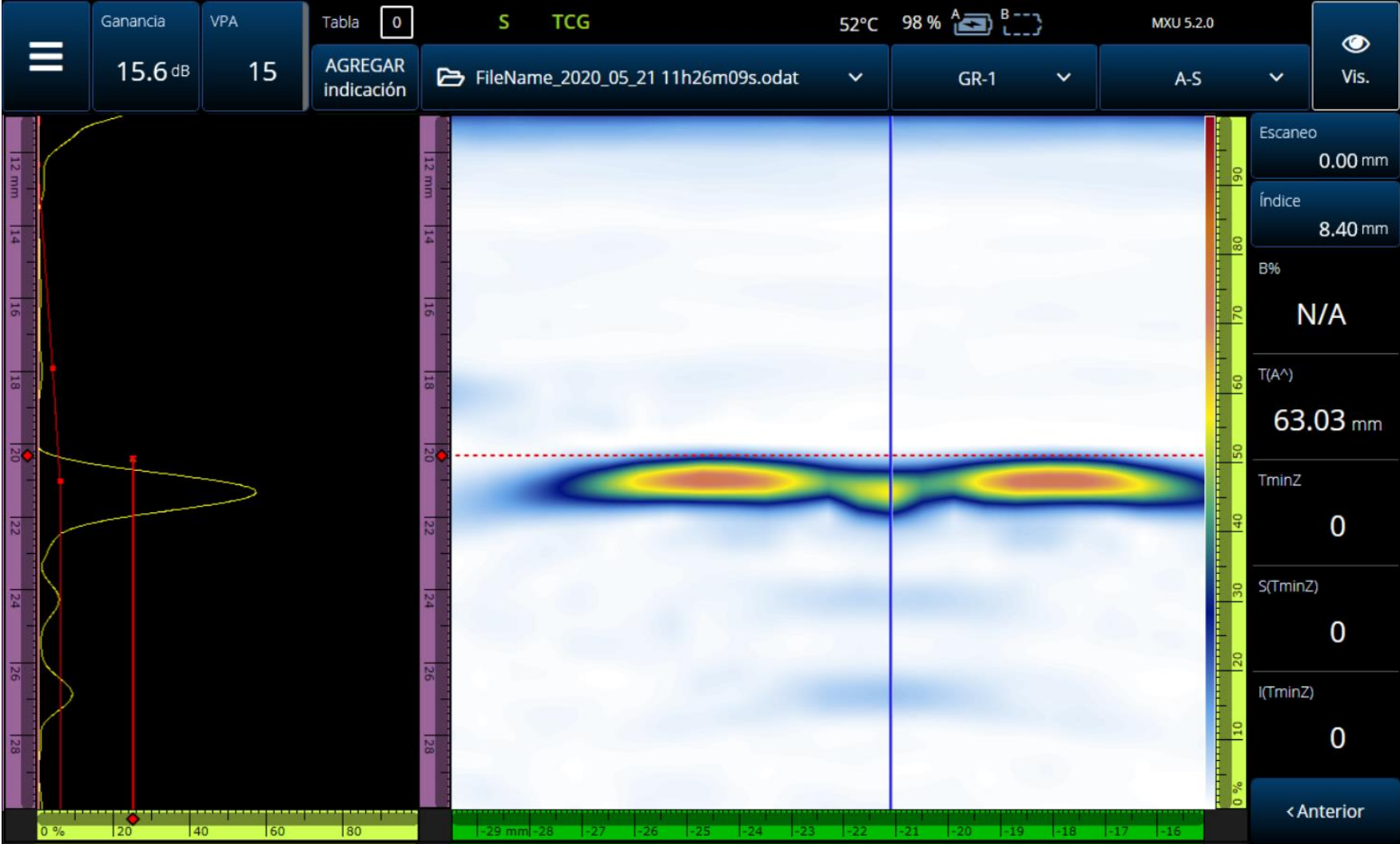
Ejemplo de inspección – Con Phased Array



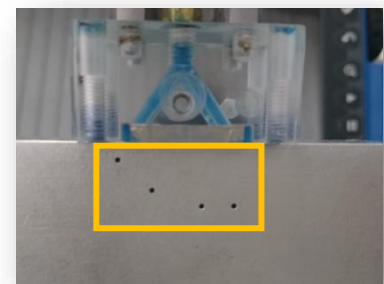
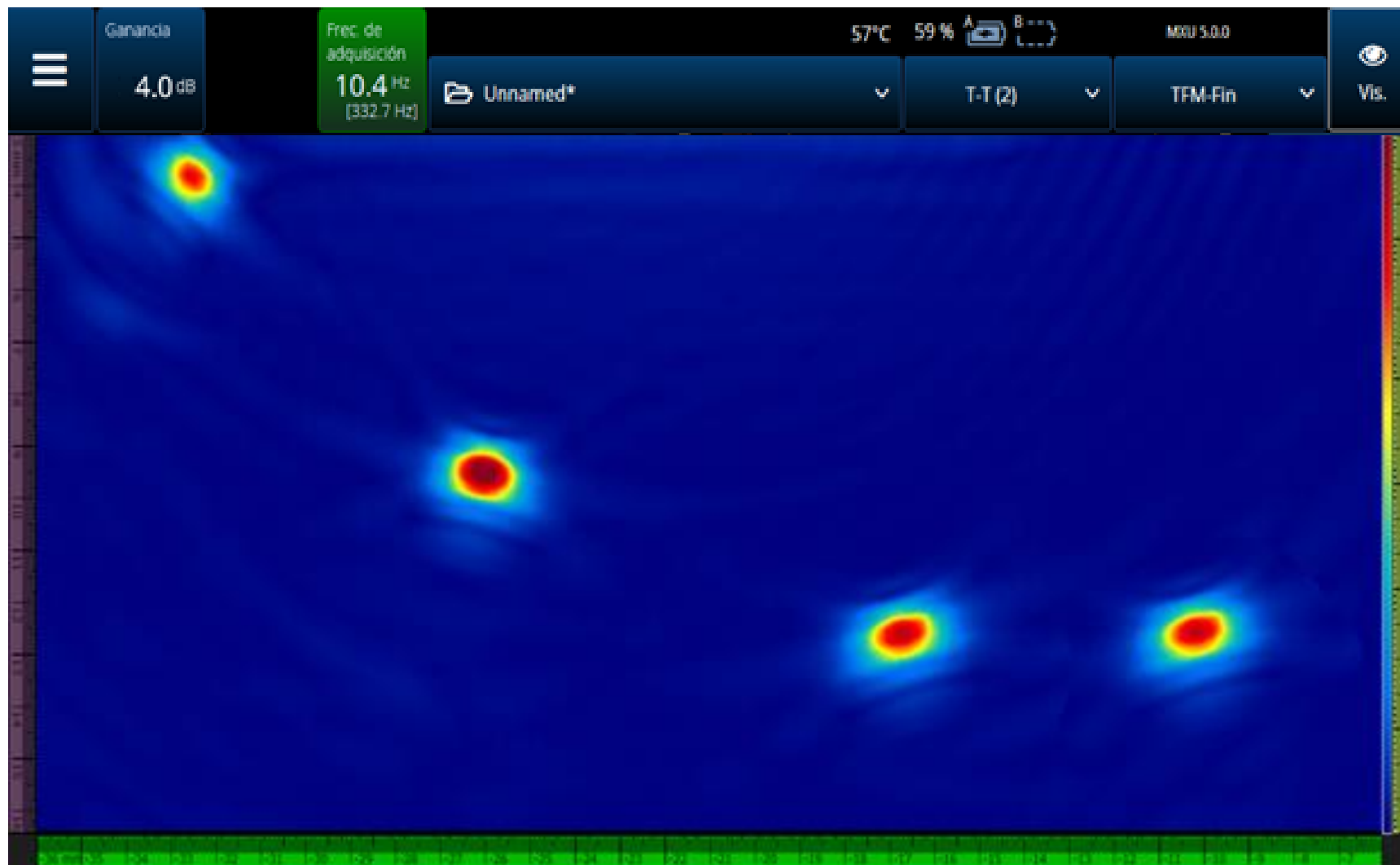
Ejemplo de inspección – Con Phased Array



Ejemplo de inspección – Con Phased Array

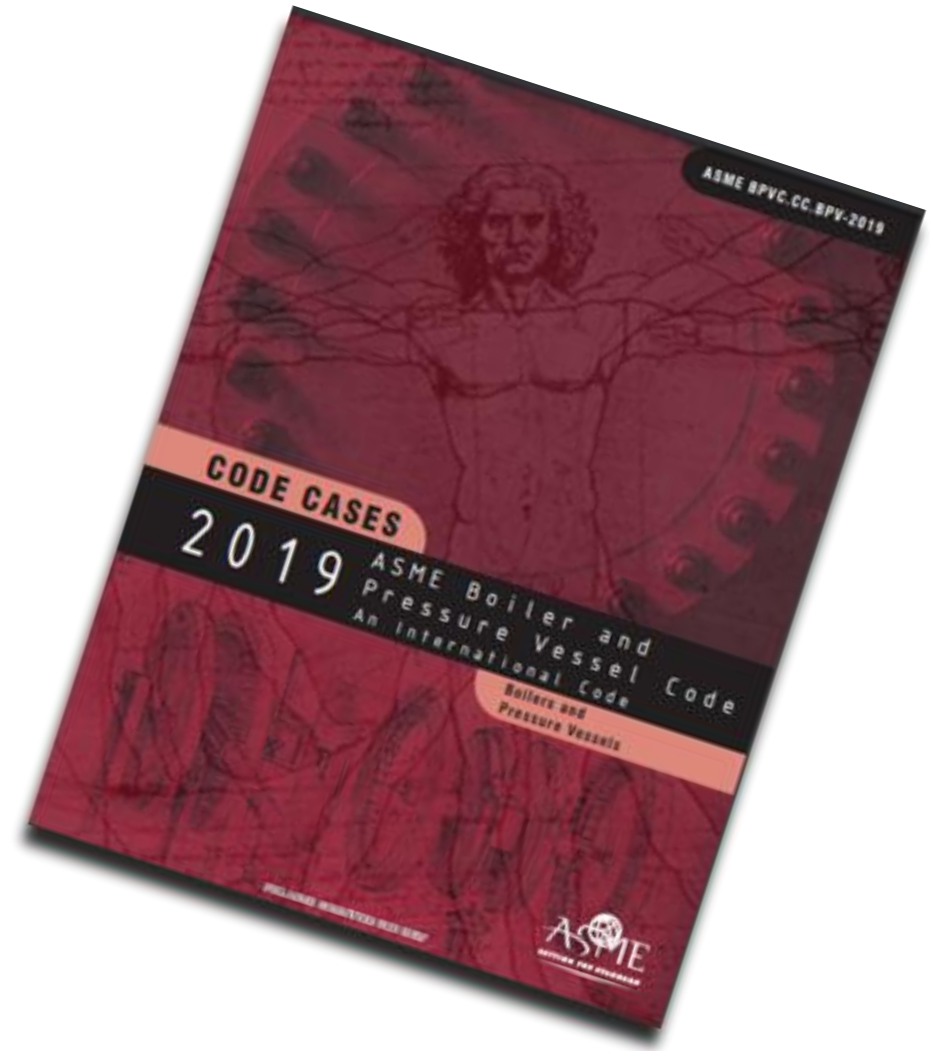


Ejemplo de inspección – Con TFM



Normativa - ASME 2019

- 2019 ASME BPVC, Sec. V, Article 4. July 1, 2019
- Apéndice mandatorio XI: Full Matrix Capture (FMC)
- Apéndice no mandatorio F: Evaluación de soldaduras usando Full Matrix Capture (FMC)



¿Phased Array o TFM?

- ¿Cuál uso? ¿Cuál es mejor?
- No hay una respuesta única. Depende lo que haya que hacer. La ventaja es que en el caso del **OmniScan X3** ambas técnicas están totalmente activadas de serie.

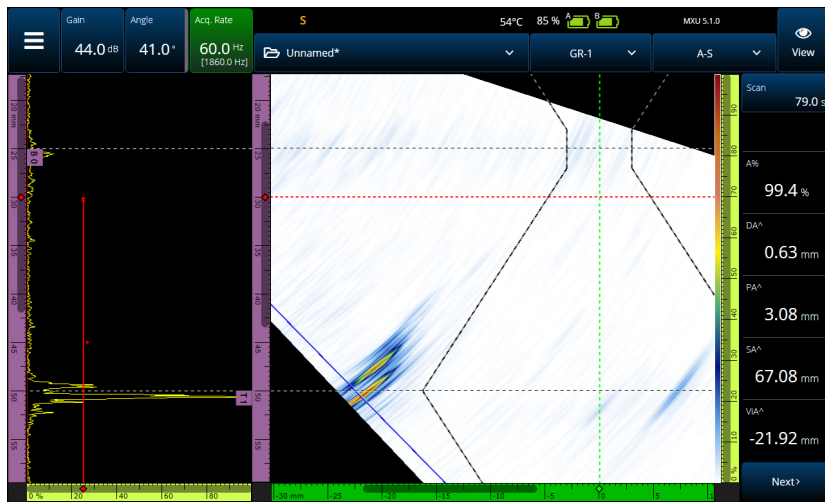


Imagen de Phased Array

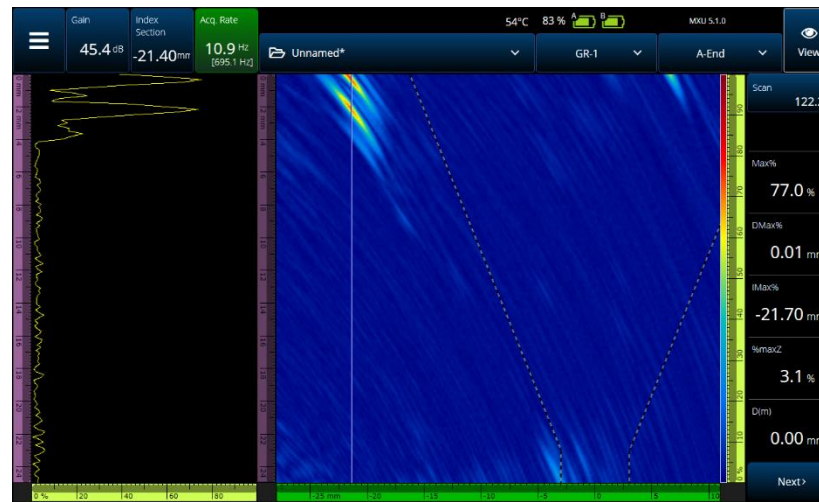
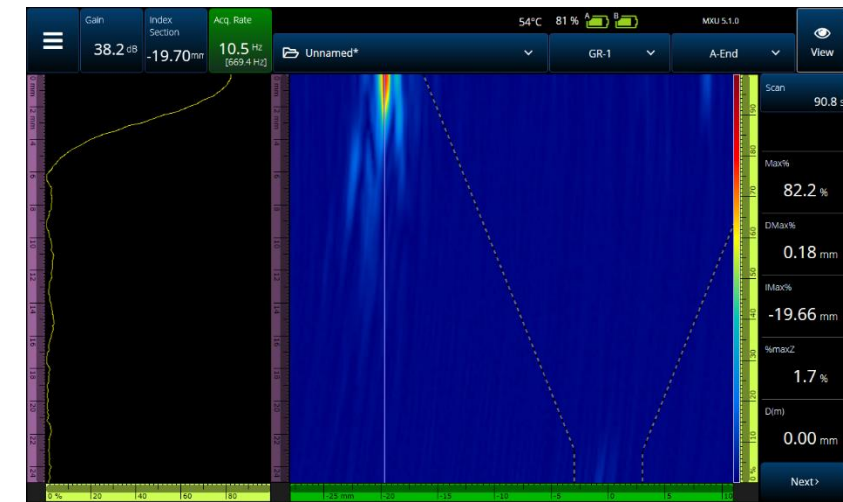


Imagen equivalente con TFM



Misma imagen con TFM (lograda de otra manera, ya veremos cómo)

2.

Elementos para hacer FMC / TFM

¿Qué es necesario tener?

¿Qué es necesario tener para hacer FMC / TFM?



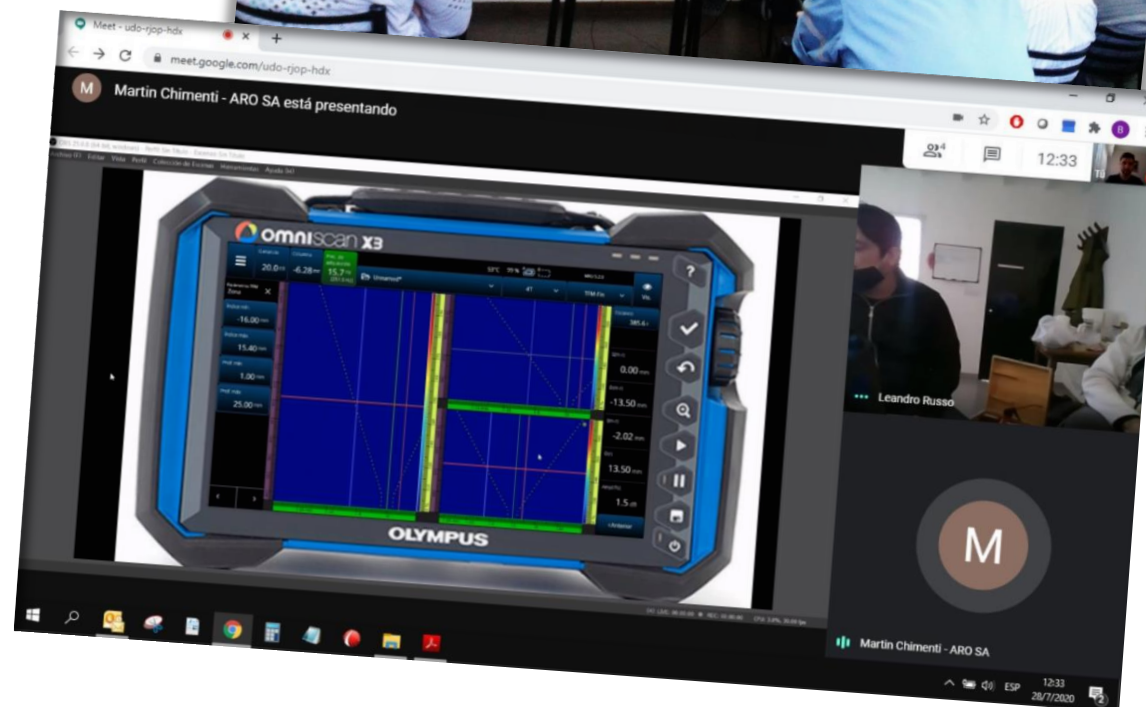
¿Qué es necesario tener para hacer FMC / TFM?



Transductores y
zapatas
(= que en Phased
Array)

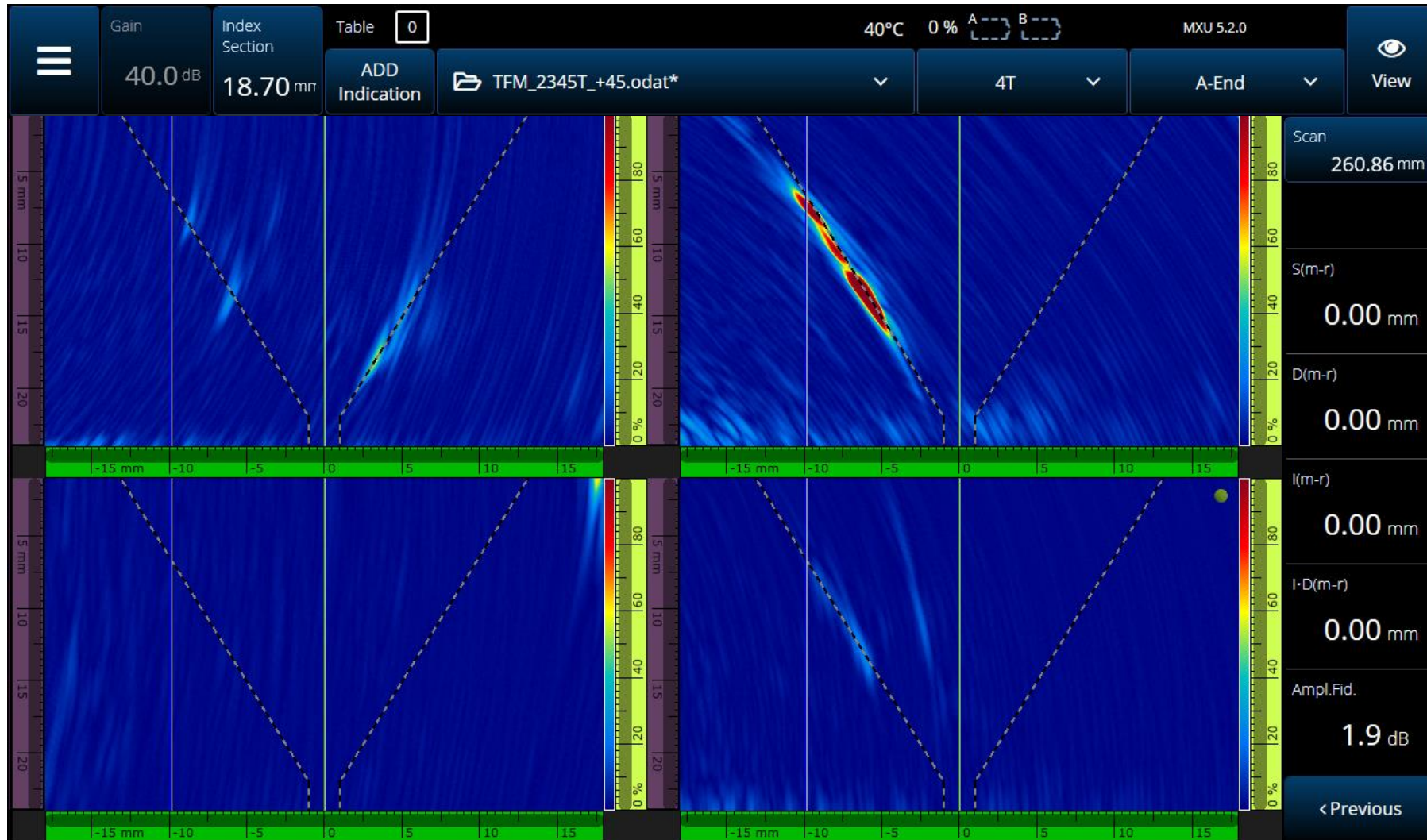
¿Qué es necesario tener para hacer FMC / TFM?

Capacitación

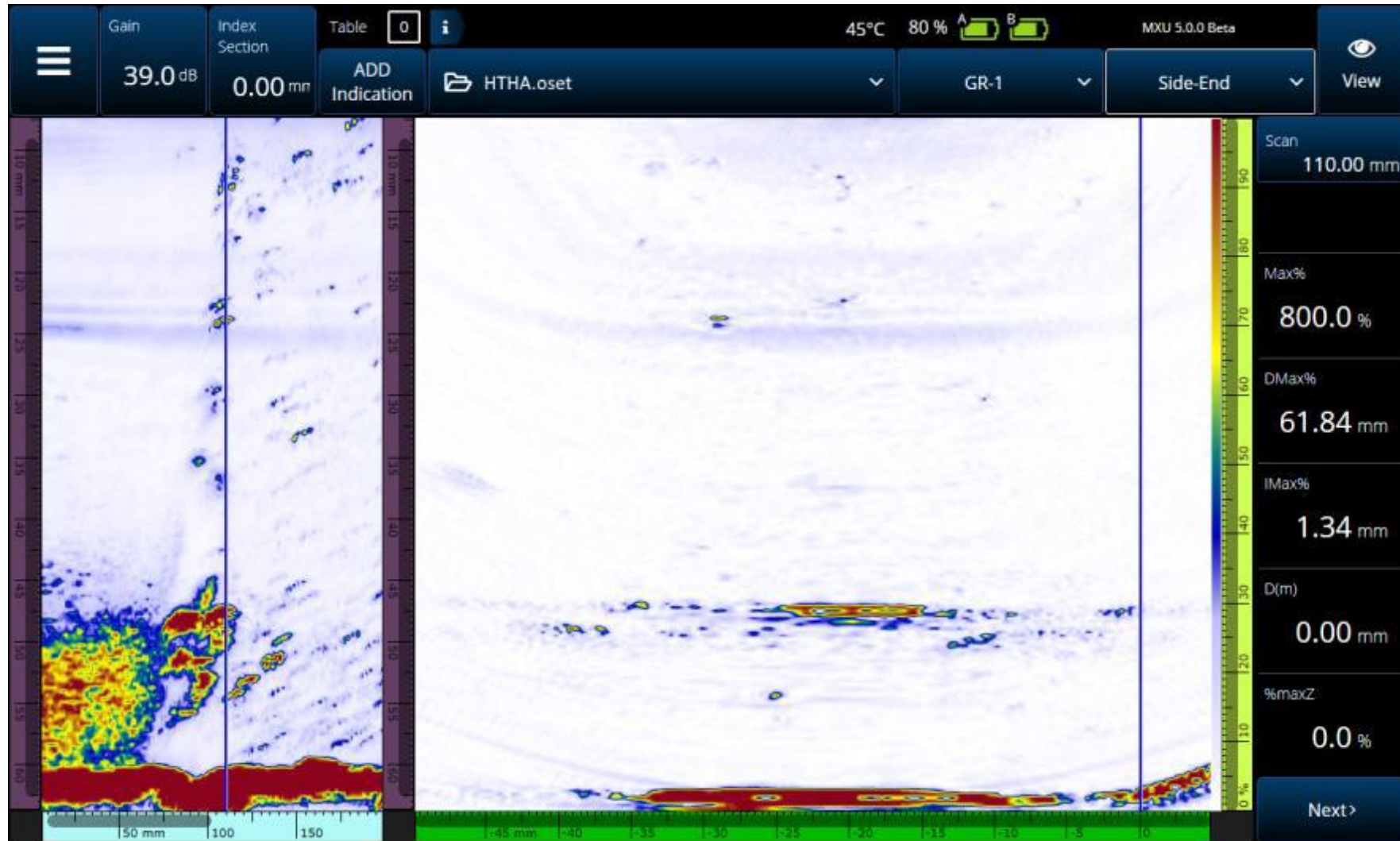


3. Aplicaciones

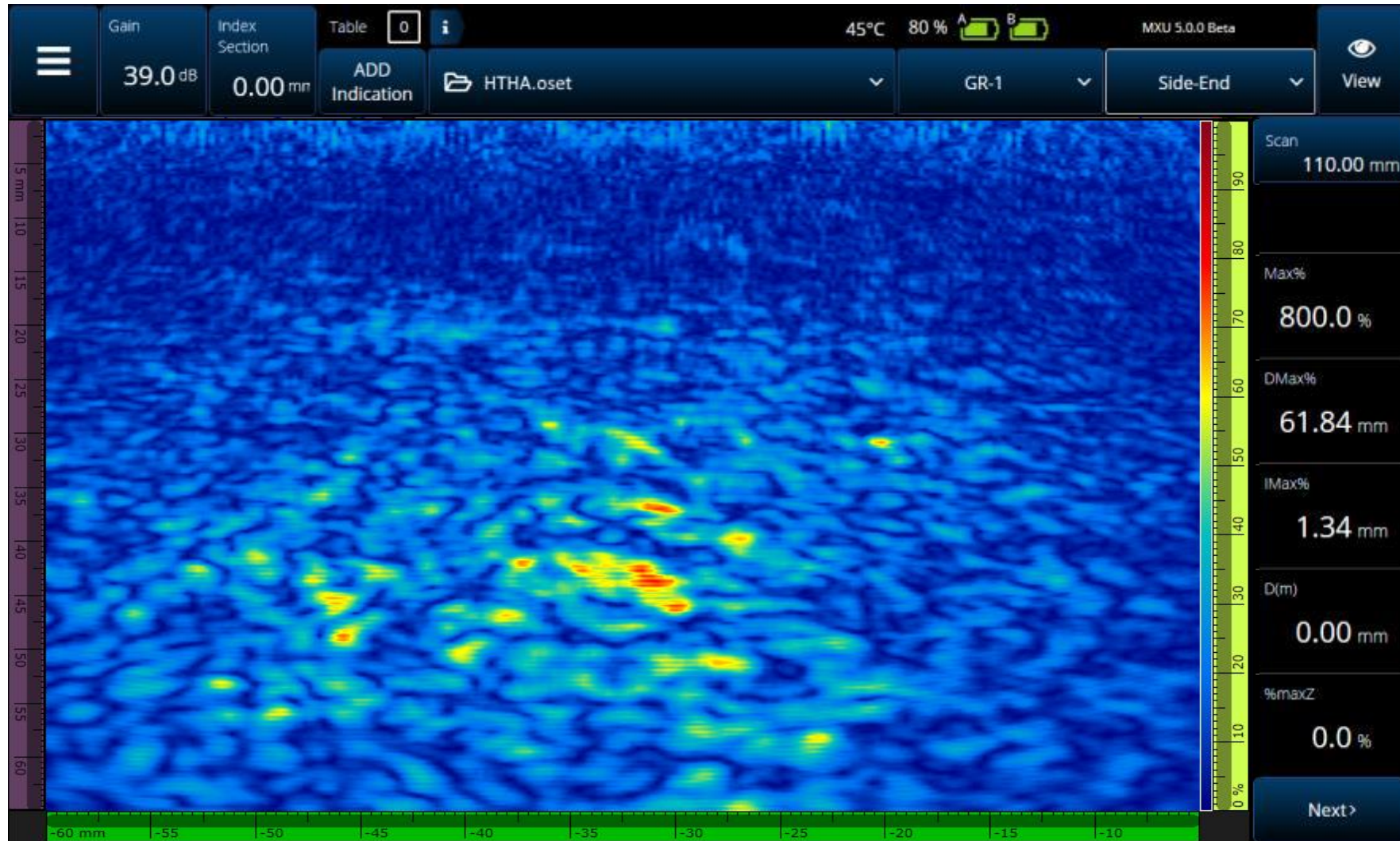
Inspecciones de soldadura



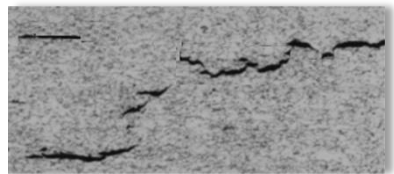
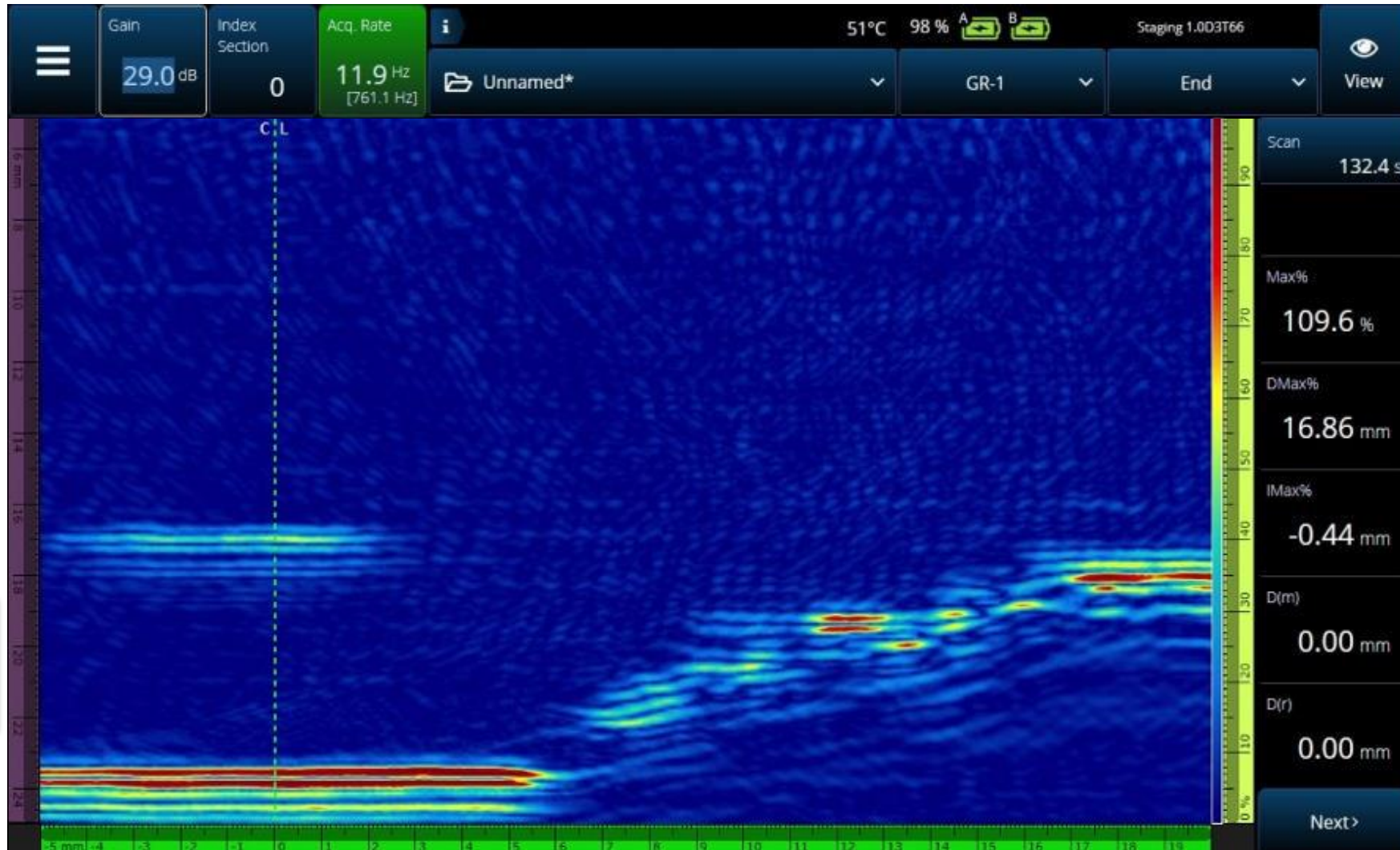
Inspecciones de HTHA



Inspecciones de HTHA



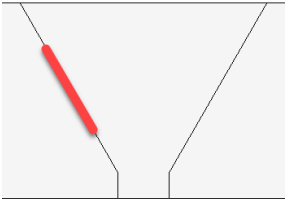
Inspecciones de HIC



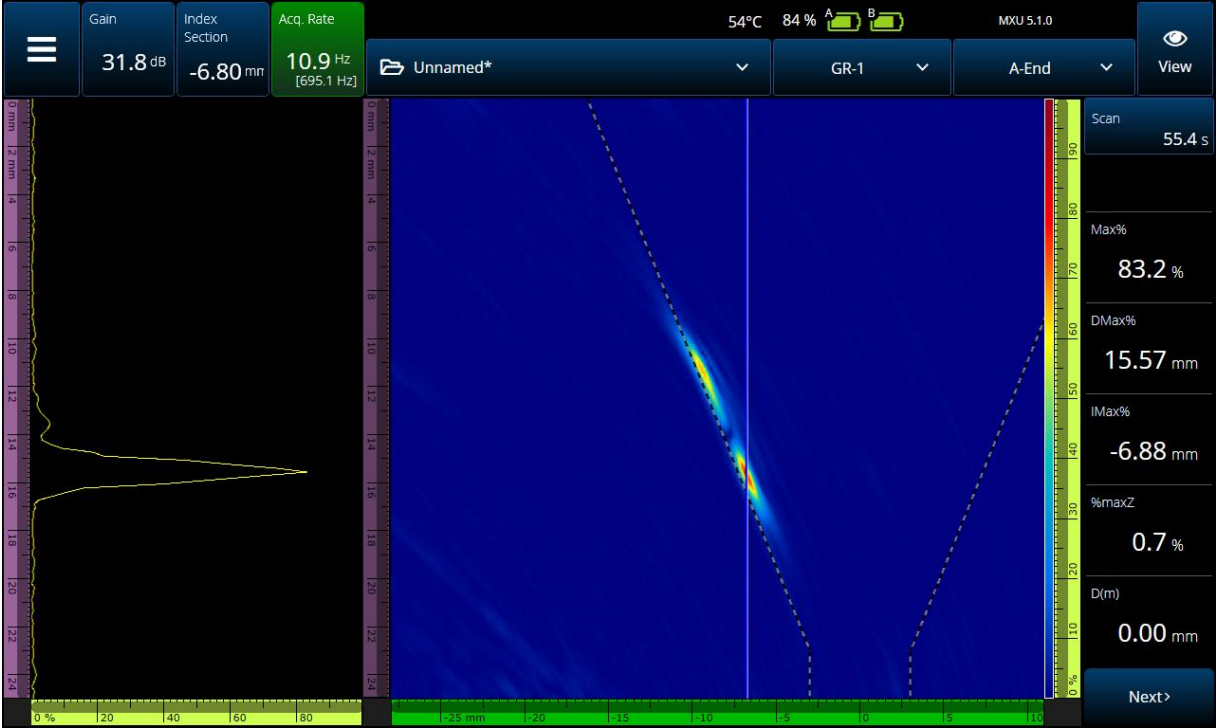
4.

Visualizaciones de defectos en soldadura

Falta de fusión lateral

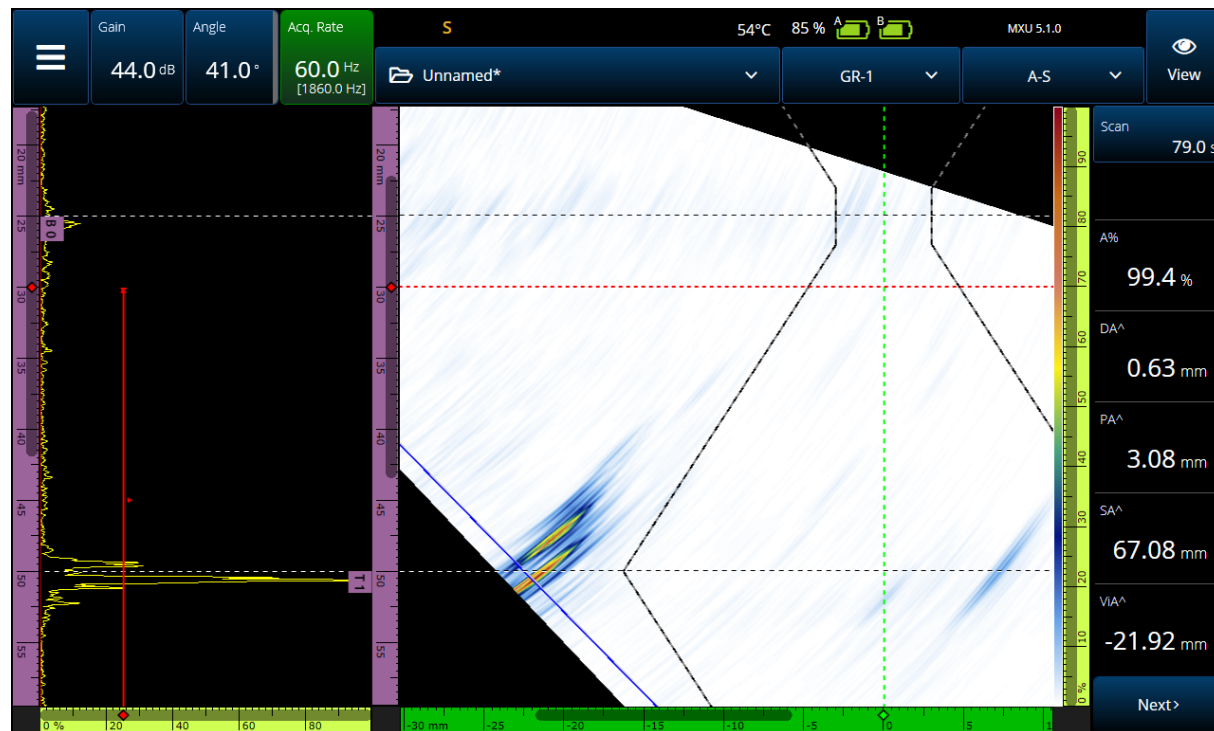


Falta de fusión lateral – Phased Array

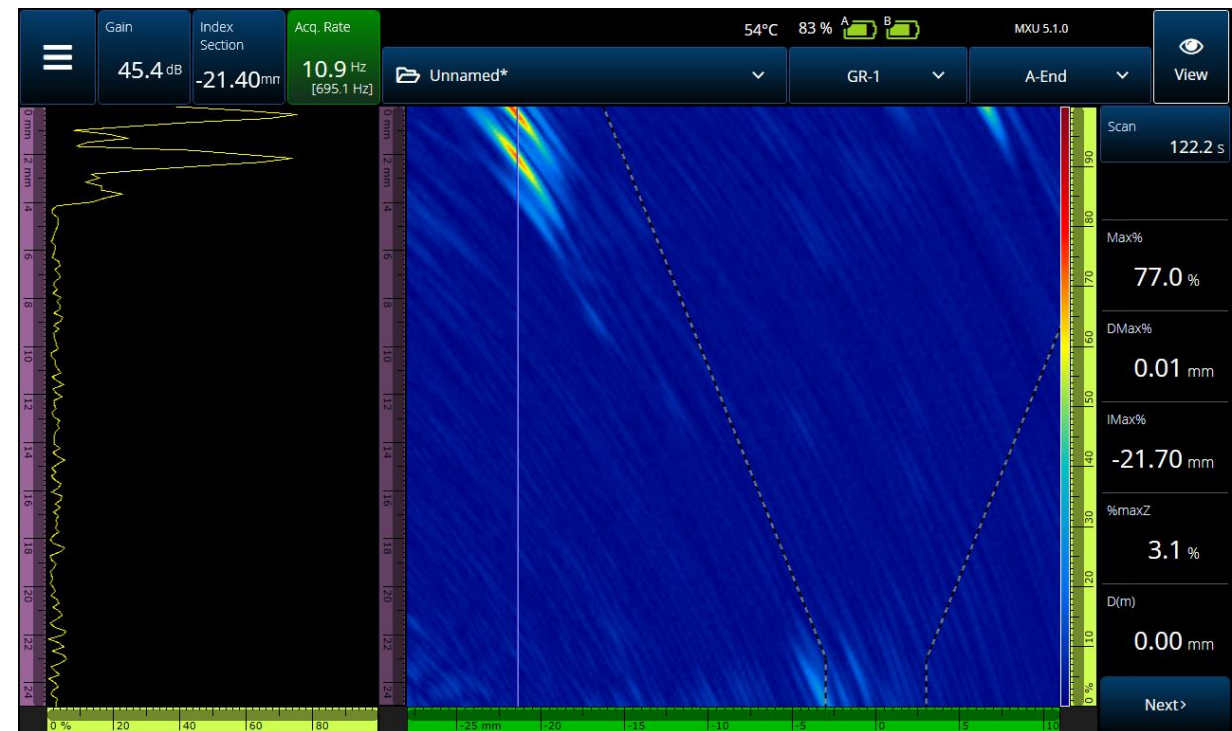


Falta de fusión lateral – TFM

Fisura con origen en el exterior

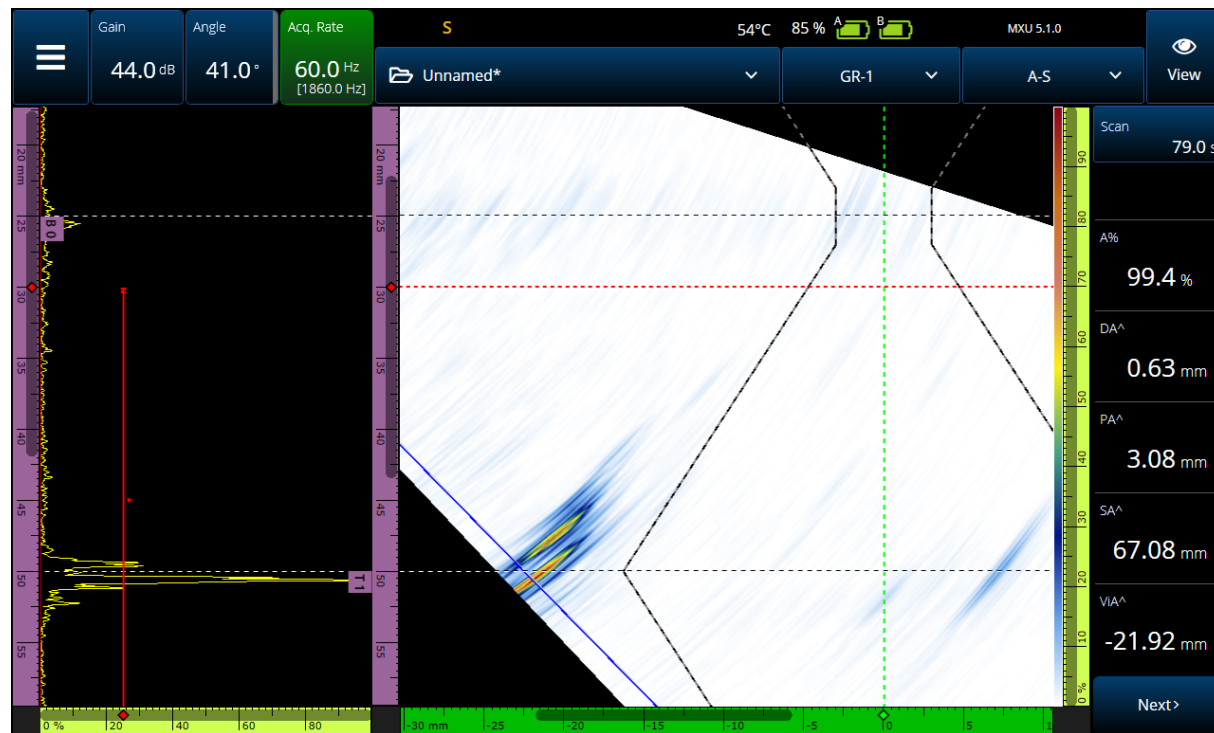


Por Phased Array

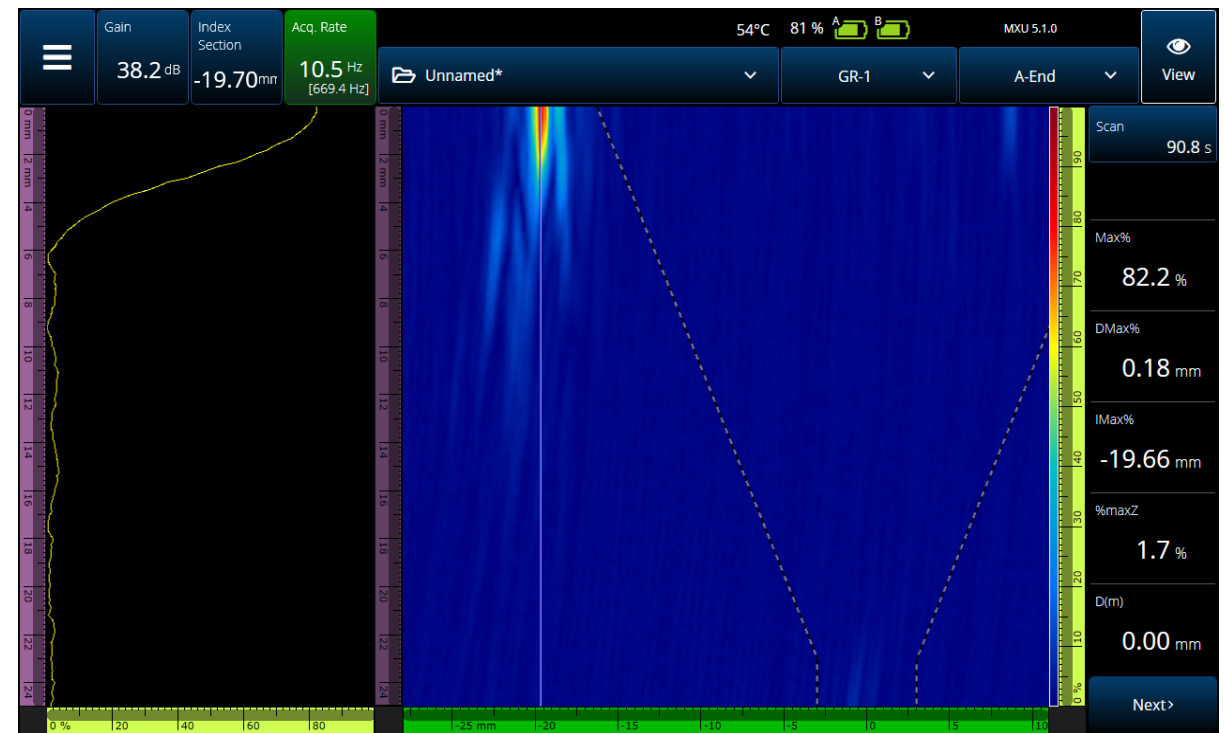


Por TFM (4T)

Fisura con origen en el exterior

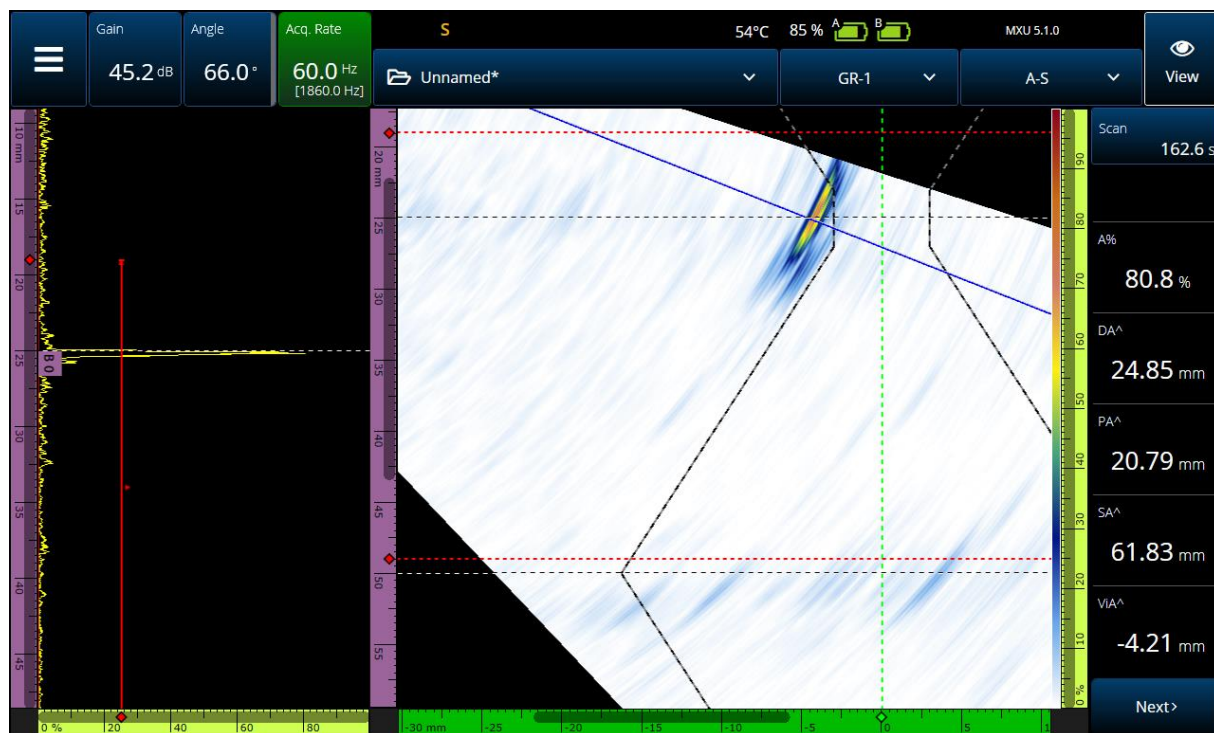


Por Phased Array

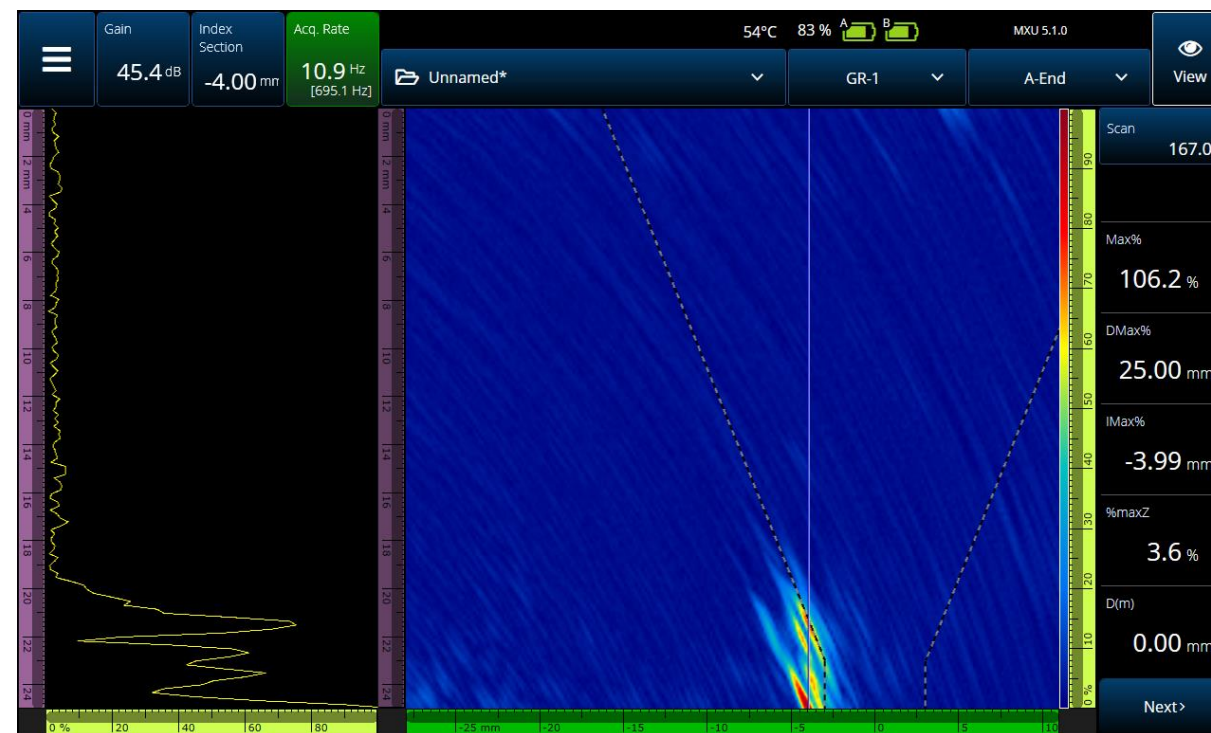


Por TFM (5T)

Fisura en zona de talón

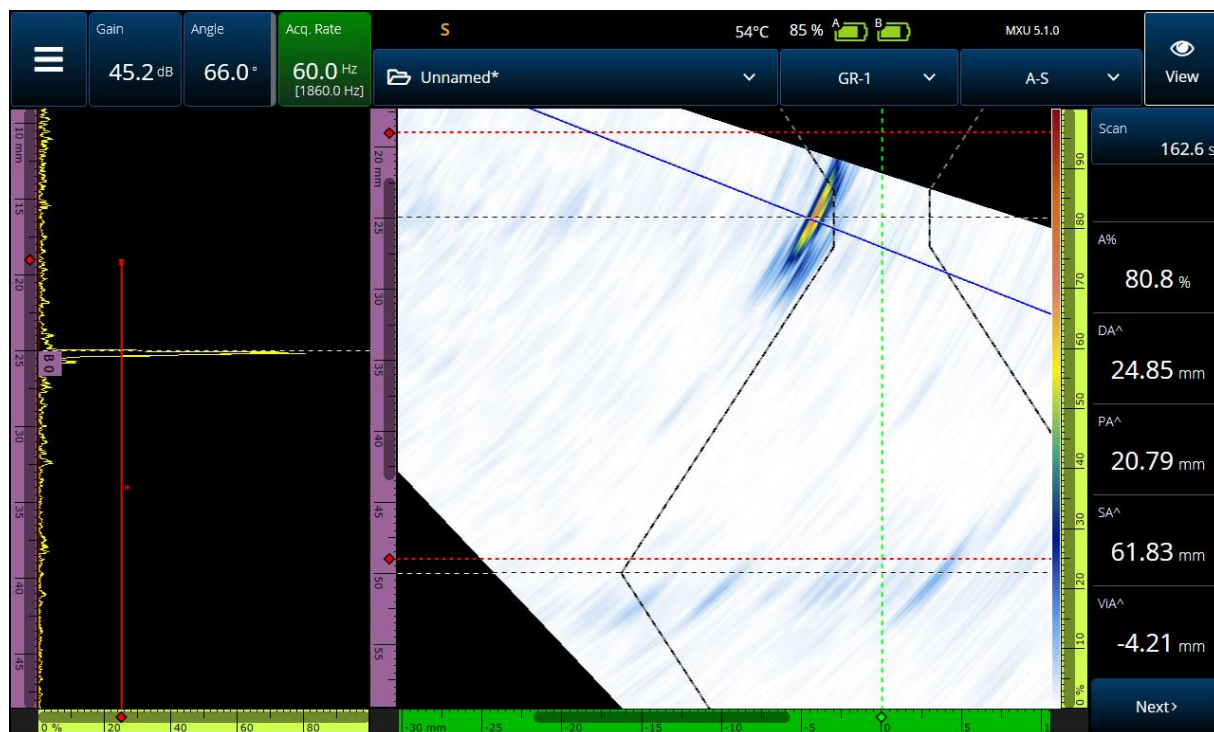


Fisura en zona de talón– Phased Array

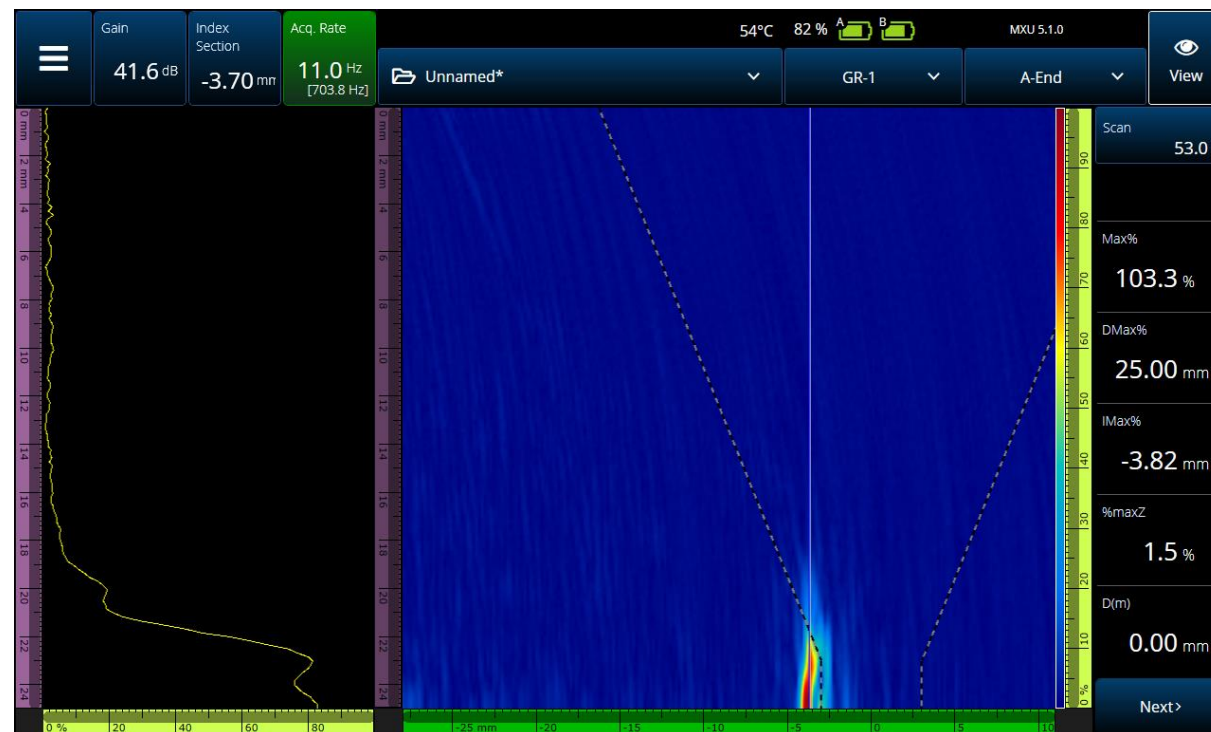


Fisura en zona de talón – TFM (modo T-T-T-T)

Fisura en zona de talón

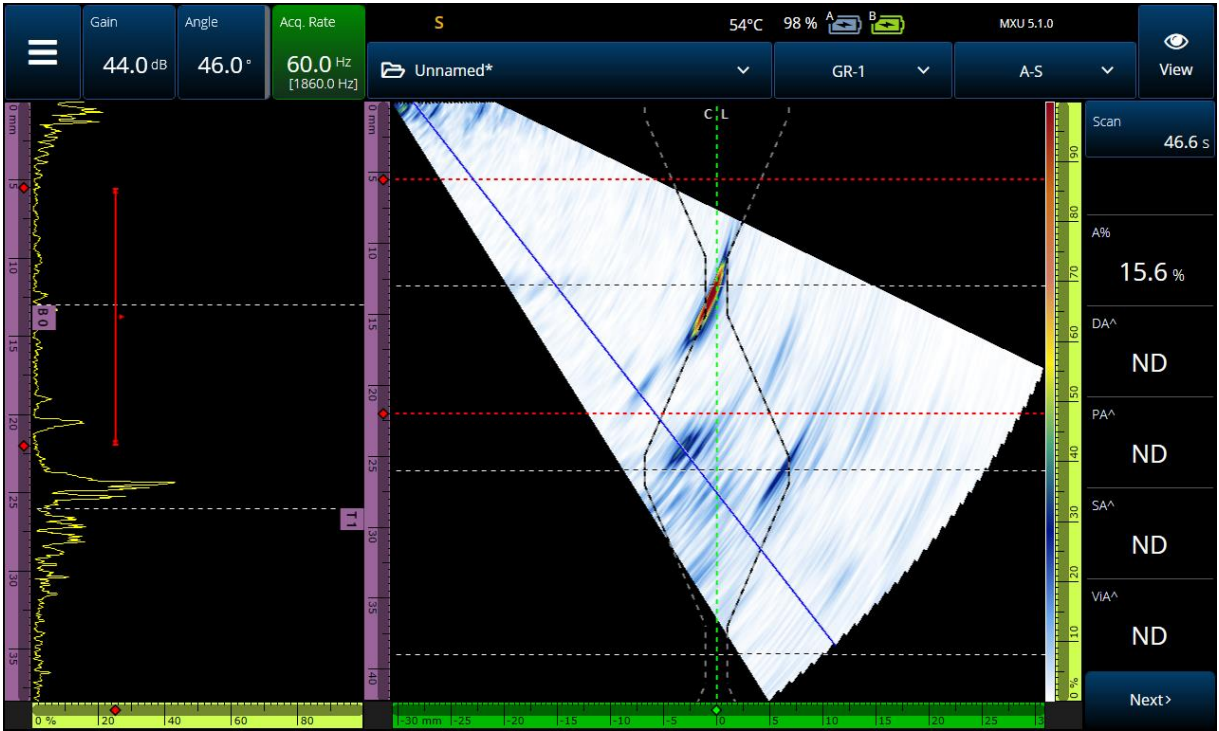


Fisura en zona de talón– Phased Array

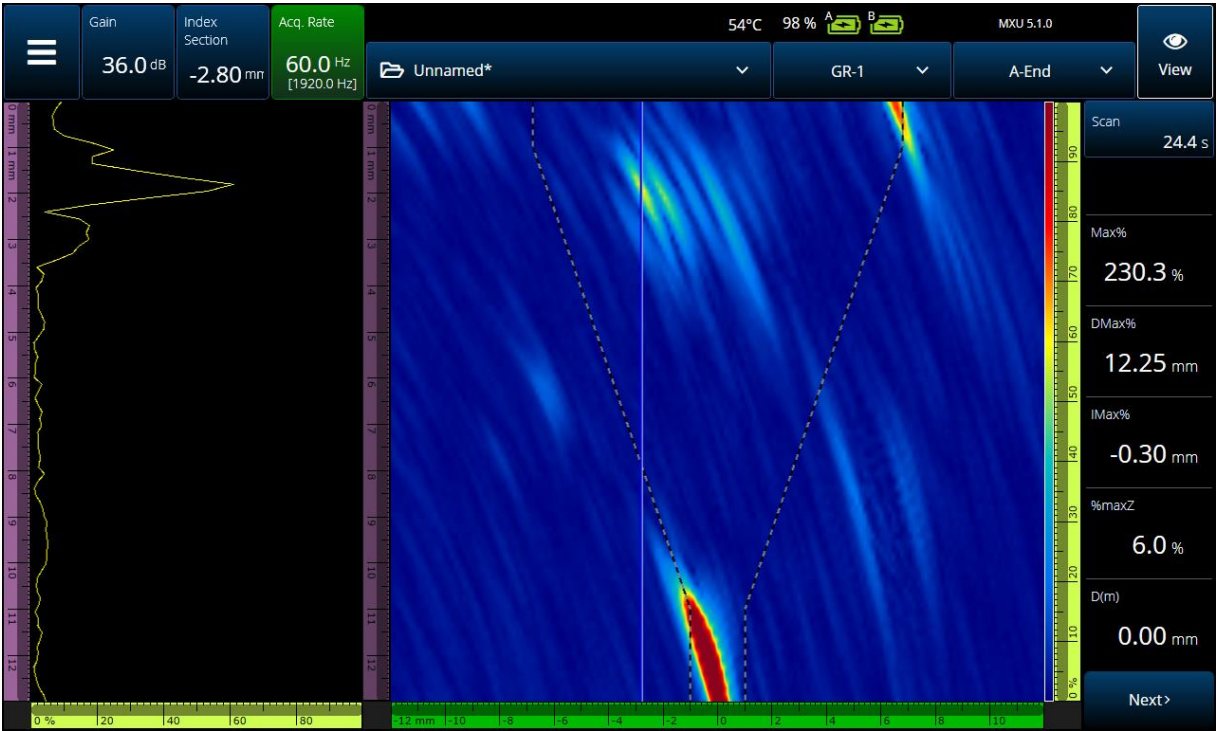


Fisura en zona de talón – TFM (modo T-T-T)

Porosidad

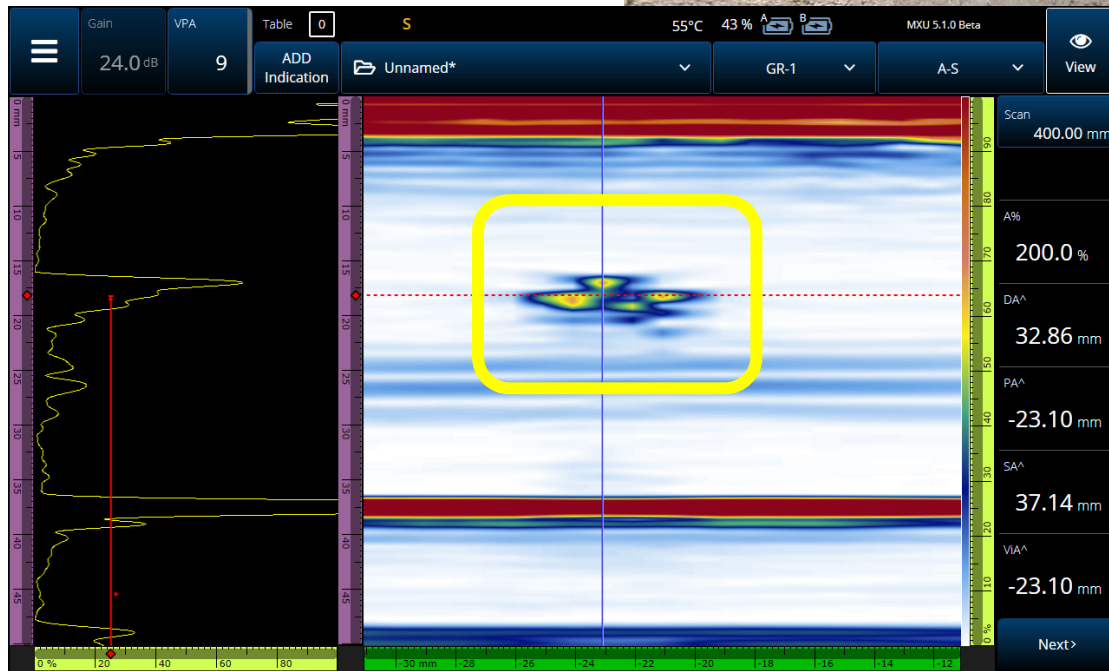


Por Phased Array

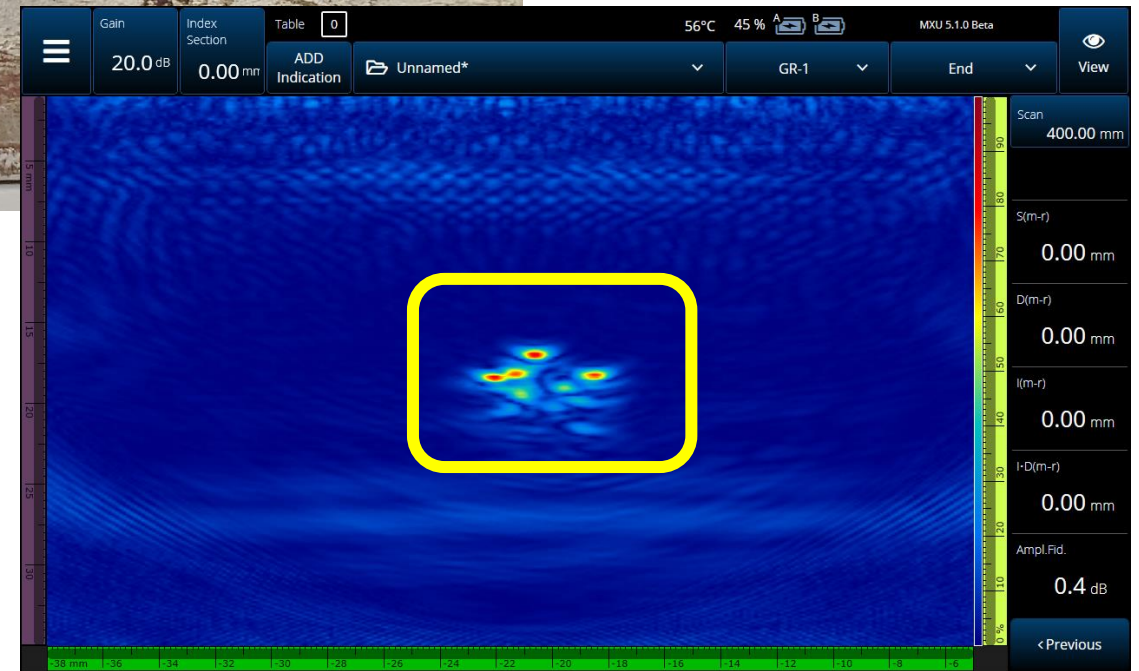


Por TFM (4T)

Algunas ventajas – Resolución

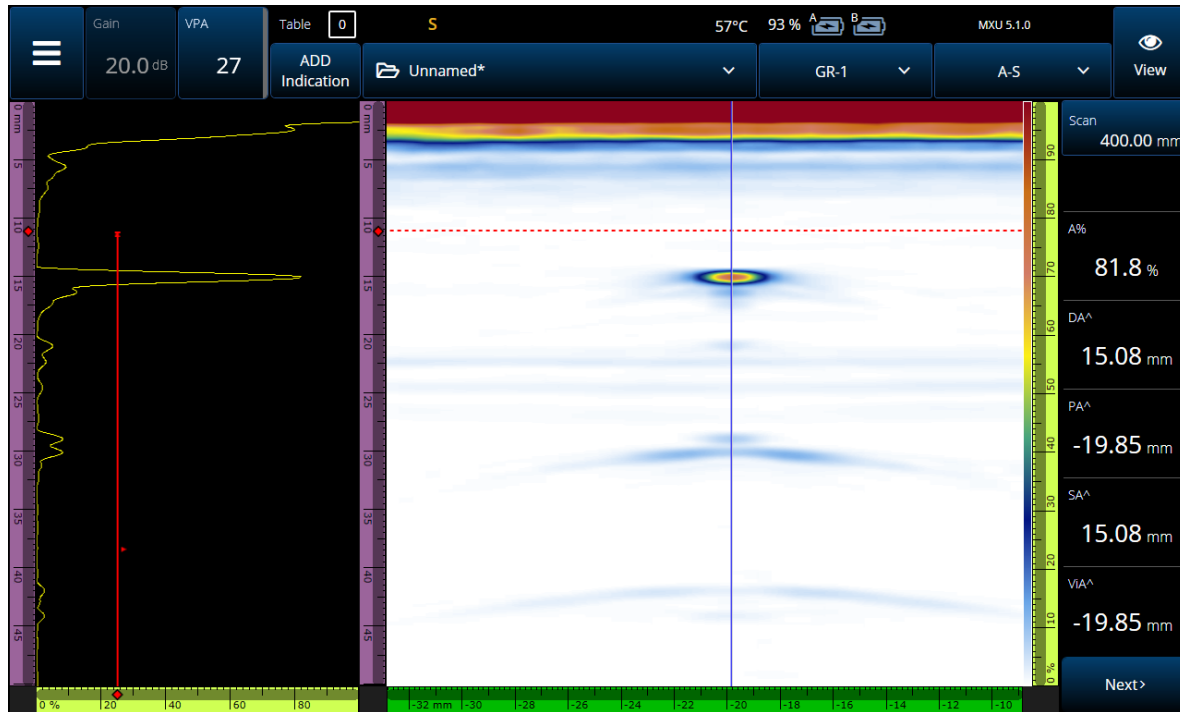


Phased Array – escaneo lineal 0°

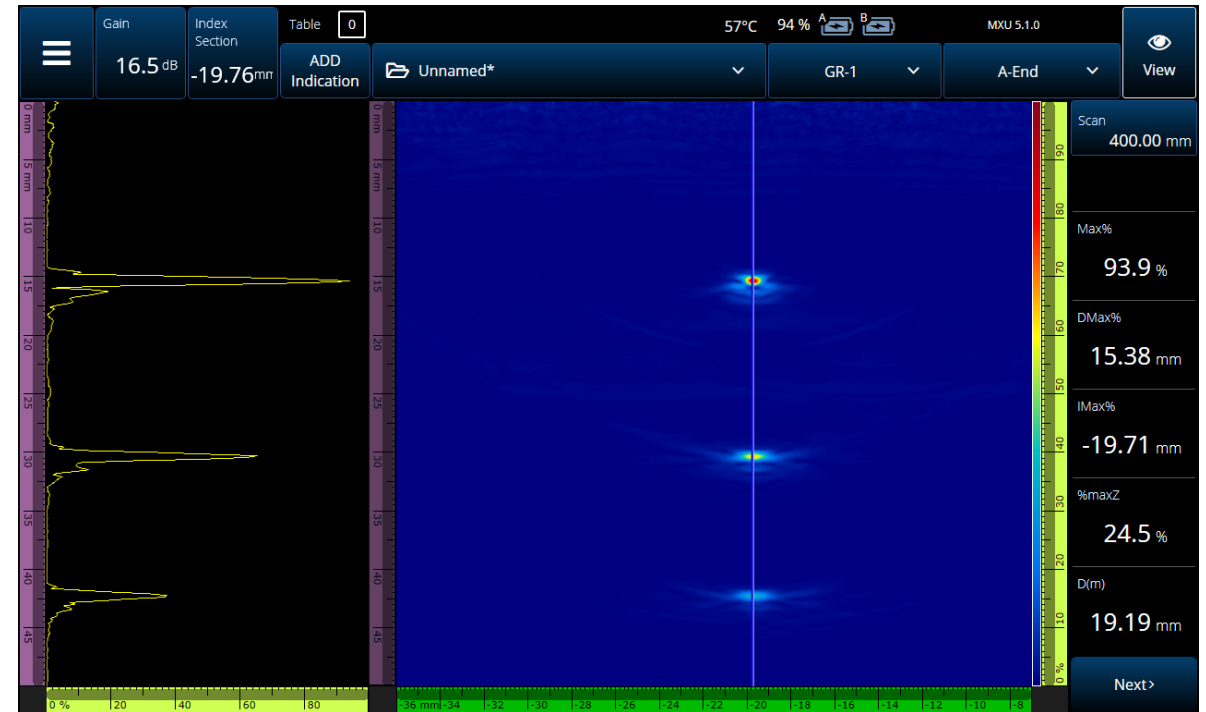


TFM – escaneo LL a 0°

Algunas ventajas – Resolución

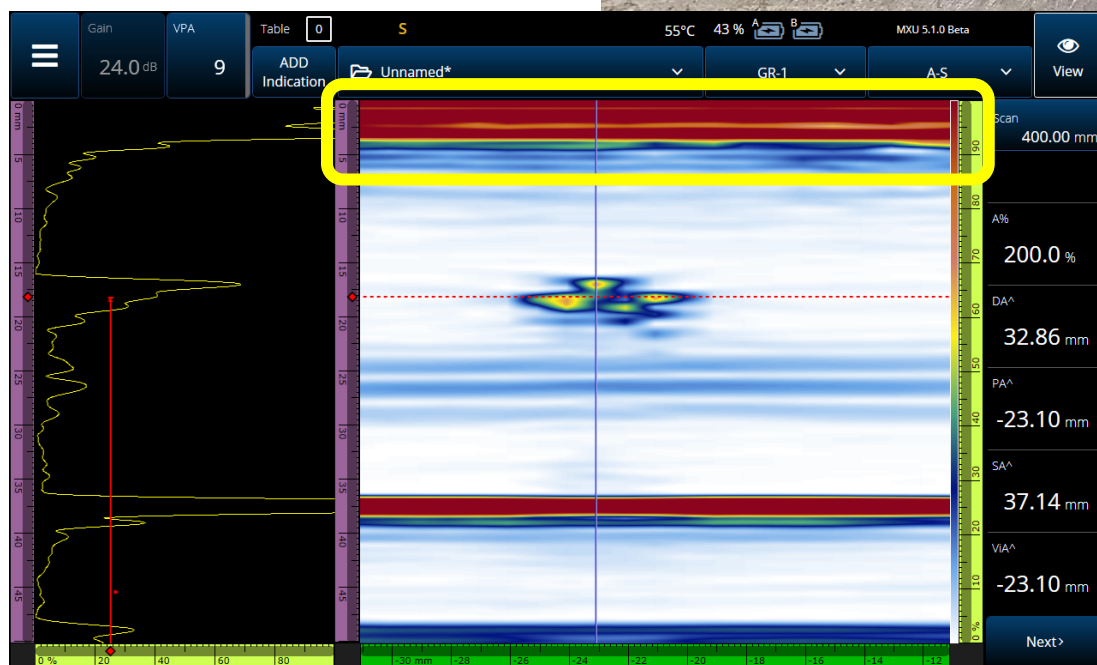


Phased Array – escaneo lineal 0° en tres agujeros alineados

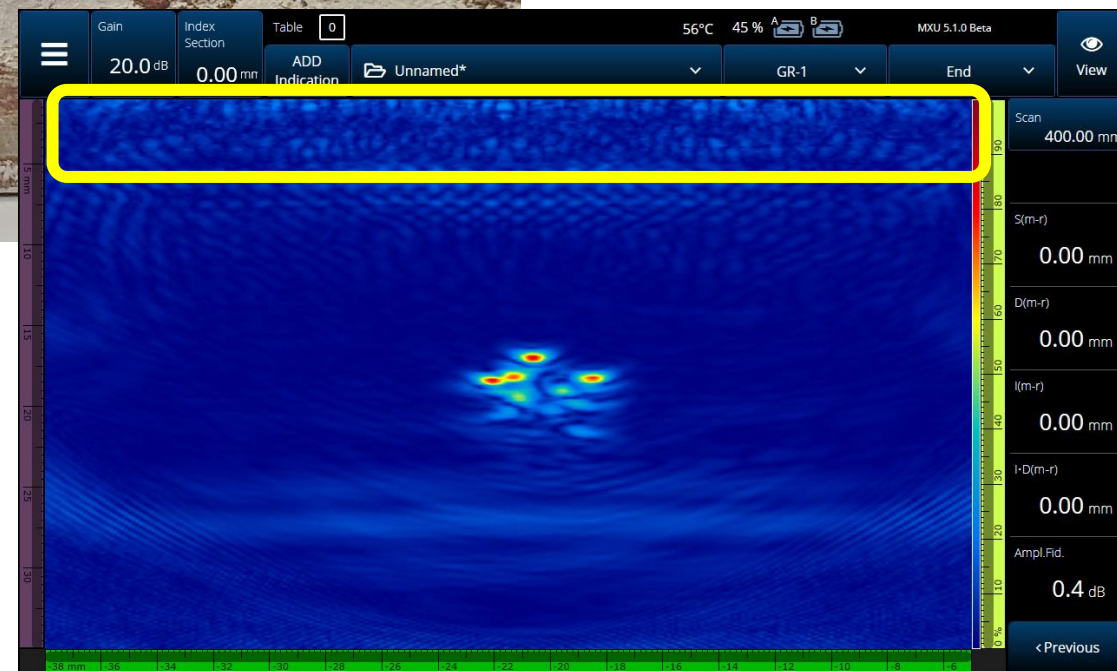


TFM – escaneo LL a 0° en tres agujeros alineados

Algunas ventajas – Resolución en la zona cercana a la superficie



Phased Array – escaneo lineal 0°

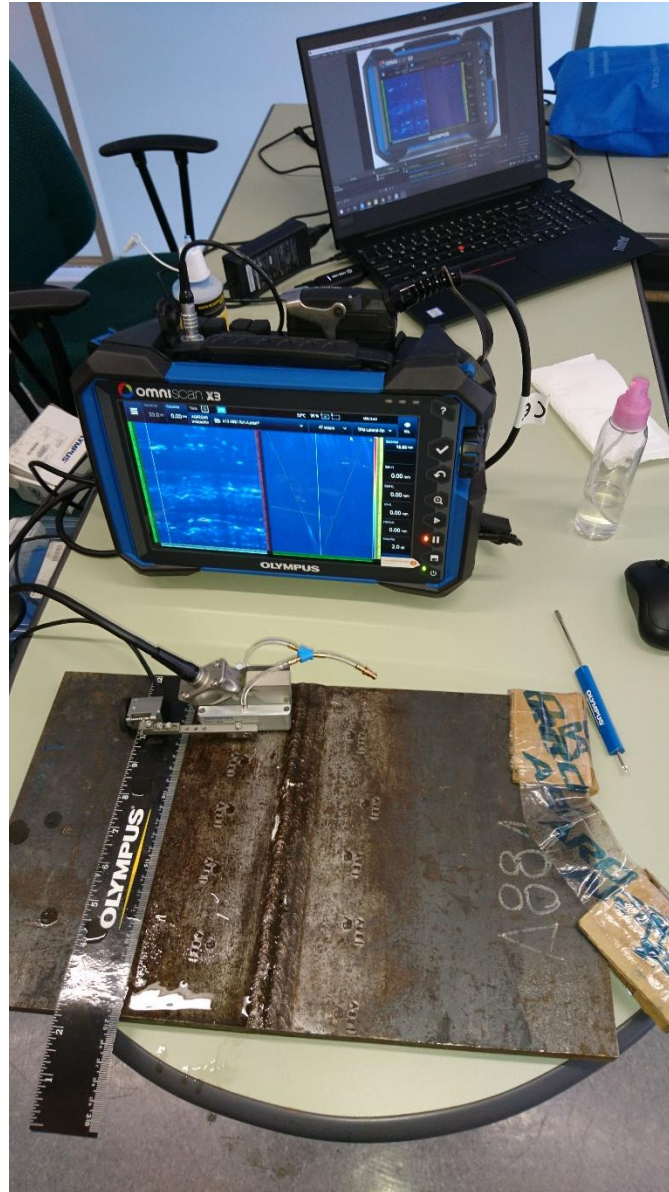


TFM – escaneo LL a 0°

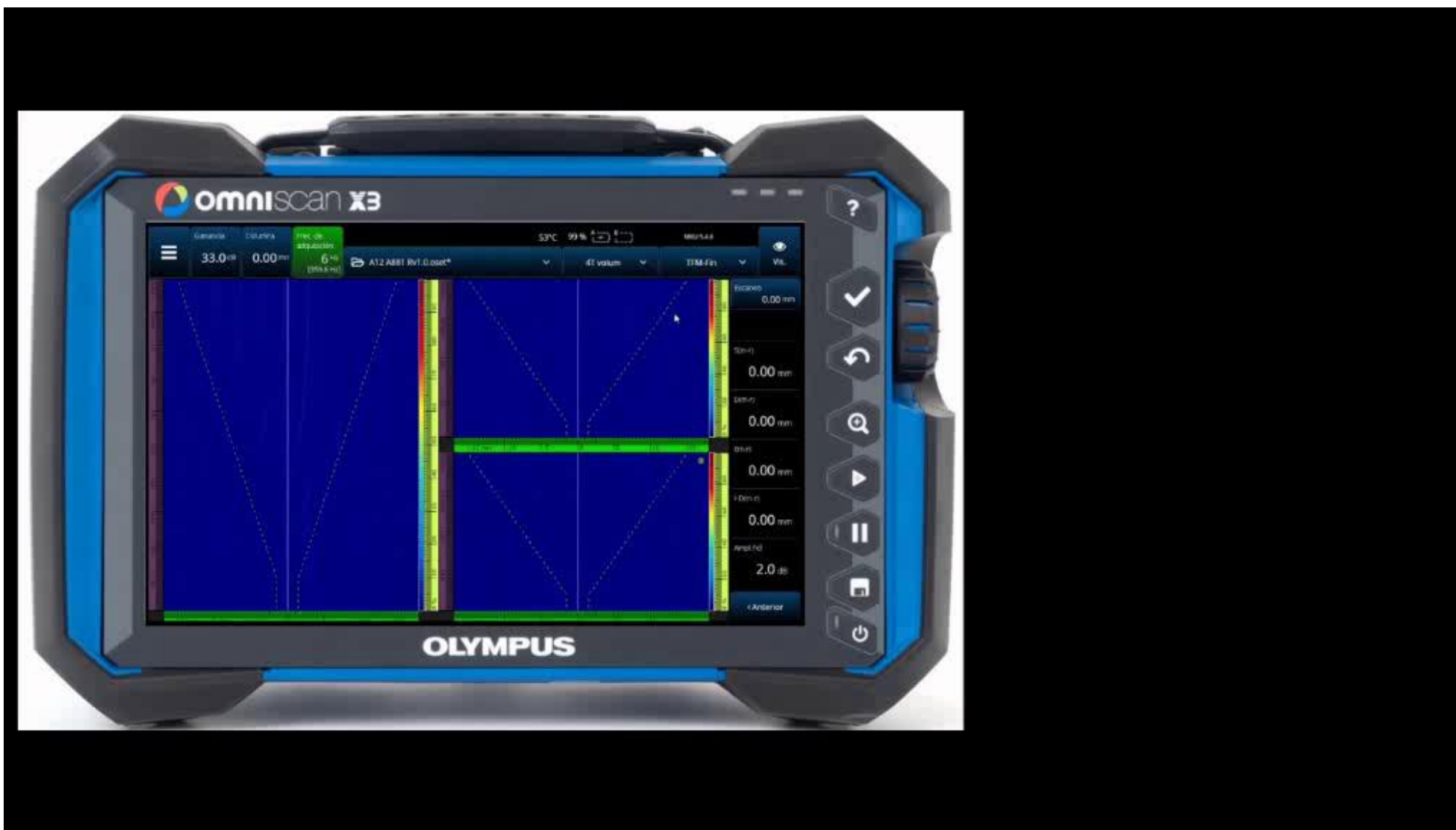
5.

Ejemplo práctico de escaneo de soldadura por FMC / TFM

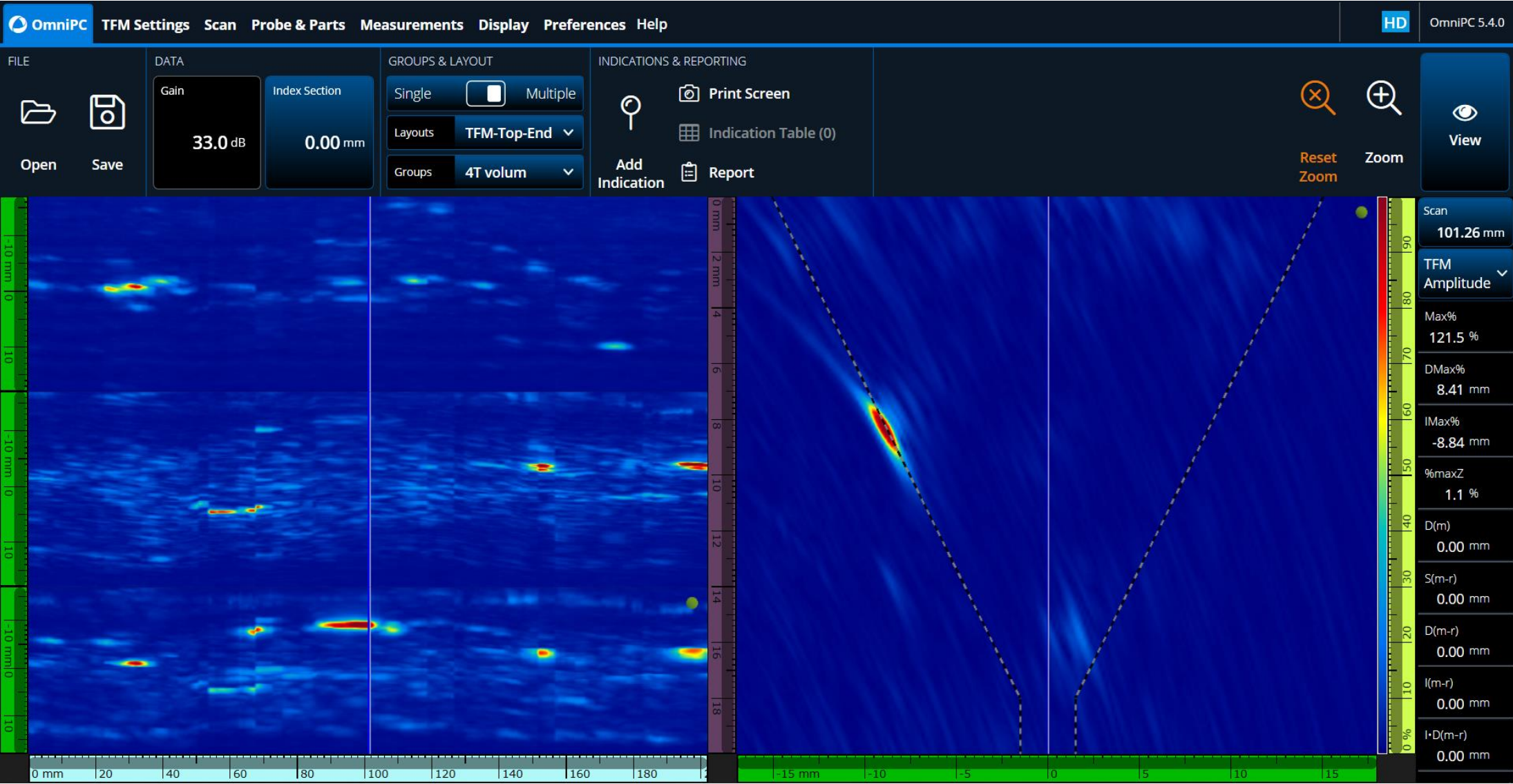
Ejemplo práctico de escaneo de soldadura por FMC / TFM



Ejemplo práctico de escaneo de soldadura por FMC / TFM



Ejemplo práctico de escaneo de soldadura por FMC / TFM



6. Preguntas y respuestas

¡Muchas gracias!

Martín Chimenti

Departamento de Ingeniería

ARO S.A.

Cel.: +54 9 11 6817-8760

m.chimenti@aroline.com.ar

www.aroline.com.ar

