

TR-OPE-PR-04-IT-03

INSTRUCCIÓN TÉCNICA PARA

BARRIDO DE SANIDAD CON

HAZ ANGULAR

Fecha de emisión: 01-Abril-2024

Elaboró: Ing. Jorge Álvarez Rivera

Puesto: Gte. de Operaciones

Firma:

Aprobó: Ing. Juan M. Rangel
Rodríguez

Puesto: Nivel III ASNT ID 210716

Firma:

Revisó: Ing. Otoniel Arévalo
Hernández

Puesto: Director General

Firma:


TRUESPECT
Calle 36 No. 26 C, Col Playa Norte
Cd. del Carmen, Campeche,
C.P. 24115
Tel: (938) 382 32 09
E-mail: director@truespect.com.mx



1.0 OBJETIVO.

- 1.1 Establecer los parámetros técnicos necesarios para realizar barrido de sanidad por haz angular para detección de discontinuidades en soldaduras y otros productos metálicos.

2.0 ALCANCE.

- 2.1 Este documento describe la metodología para llevar a cabo la inspección con Haz Angular por Ultrasonido Industrial por la técnica de pulso-eco y contacto directo manual para determinar la sanidad interna de piezas conformadas de uniones soldadas, placa, forja, fundición, etc., fabricados de acero al carbono o aleado, de acero inoxidable y otros materiales metálicos ferrosos y no ferrosos.
- 2.2 Este procedimiento puede ser aplicado en superficies con acabado normal de rolado, de fundición, de forja, etc.
- 2.3 Los lineamientos del presente procedimiento son aplicables para realizar la prueba con palpadores de un solo cristal con zapatas integrales o intercambiables de 45°, 60° y 70°.
- 2.4 Mediante este procedimiento sólo se indicará la presencia y la dimensión de las discontinuidades internas detectadas mediante la correcta aplicación de la prueba de Haz Angular por Ultrasonido Industrial.
- 2.5 Esta prueba puede ser aplicada durante el proceso de instalación, de mantenimiento, de reparación o para monitorear la extensión y longitud de discontinuidades internas, cuando el cliente así lo solicite.

3.0 DEFINICIONES.

- 3.1 Para esta instrucción técnica aplican las definiciones del procedimiento TR-OPE-PR-04.

4.0 DOCUMENTOS DE REFERENCIA.

ASTM E587-2020	Standard Practice for Ultrasonic Angle-Beam Contact Testing
ASTM E164-2019	Ultrasonic Contact Examination of Weldments

5.0 RESPONSABILIDADES.

- 5.1 Es responsabilidad de la Gerencia Operaciones la autorización de este procedimiento, la disposición de los equipos y materiales necesarios y de personal certificado.
- 5.2 Es responsabilidad de los supervisores de TRUESPECT el observar la adecuada y correcta aplicación de esta instrucción técnica.
- 5.3 Es responsabilidad del técnico aplicar correcta y adecuadamente de esta instrucción técnica.
- 5.4 El Nivel III ASNT es responsable de la Revisión de esta instrucción técnica.
- 5.5 Es responsabilidad del cliente designar los componentes a inspeccionar, así como las áreas críticas a examinar.

6.0 DESARROLLO/INSTRUCCIONES/LINEAMIENTOS.

6.1 Requisitos de equipo.

- 6.1.1 Se requiere de un instrumento ultrasónico de pulso-eco con presentación A-Scan y lectura digital integrada.
- 6.1.2 El instrumento ultrasónico debe ser capaz de operar a frecuencias de entre 1 MHz a 5 MHz y debe estar equipado con un control de ganancia con pasos de 2 dB o menos.
- 6.1.3 Si el instrumento tiene un control de “damping” (amortiguamiento), éste puede ser usado si no se reduce la linealidad del instrumento.

- 6.1.4 El control “reject” (rechazo) debe estar siempre en la posición de apagado.
- 6.1.5 El instrumento ultrasónico debe ser verificado anualmente según lo establecido en la norma ASTM E-317-16 “Standard Practice for Evaluating Performance Characteristics of Ultrasonic Pulse-Echo Testing Instruments and Systems without the Use of Electronic Measurement Instruments”. Esto puede ser a través de una agencia externa.

6.2 Transductores.

- 6.2.1 Se requieren transductores de haz angular compuestos por transductor de haz recto con zapatas intercambiables o como unidad integral, con ángulos de refracción de 45°, 60° y 70°.
- 6.2.2 El inspector debe seleccionar el palpador y el ángulo de la zapata más adecuado, tomando en cuenta los siguientes factores:
- a) El espesor del objeto de prueba.
 - b) El material del objeto.
 - c) La geometría del objeto.
 - d) La orientación de las discontinuidades a detectar.
 - e) La temperatura de la superficie del objeto.
- 6.2.3 Los palpadores que deben ser utilizados para realizar la prueba deben tener un diámetro comprendido entre 3.175 mm a 12.7 mm (0.125" a 0.500"). El tamaño del elemento transductor debe ser el adecuado para asegurar un acoplamiento del 100% de su área de contacto con la superficie de inspección.
- 6.2.4 La frecuencia nominal de los palpadores debe ser de 2.25 MHz, a menos que variables tales como la estructura de grano del material de producción requieran el uso de otras frecuencias para asegurar penetración adecuada o mayor resolución.
- 6.2.5 Cuando sea requerido por las especificaciones aplicables debe ser necesario determinar características de resolución, sensibilidad, planicidad y reflexiones internas de los transductores a utilizar.

- 6.2.6 Se pueden utilizar transductores con zapatas contorneadas para mejorar el acoplamiento sobre la superficie de inspección.

6.3 **Cable coaxial.**

- 6.3.1 Se debe emplear un cable coaxial con conectores adecuados al palpador y al equipo a utilizar.
- 6.3.2 Usar solo cables recomendados por el fabricante de los palpadores.
- 6.3.3 Los cables que hagan falsos contactos o que estén dañados deben ser reemplazados.

6.4 **Acoplante.**

- 6.4.1 El acoplante no debe dañar la pieza a explorar y debe tener una viscosidad óptima, de tal forma que permita un suave desplazamiento del palpador sobre la pieza.
- 6.4.2 El acoplante debe estar libre de contaminantes que puedan dañar el componente a medir. Se podrán emplear como acoplantes: gel industrial para ultrasonido, aceite o agua.
- 6.4.3 El mismo tipo de acoplante utilizado durante la calibración del sistema se debe emplear durante la exploración.

6.5 **Bloques de calibración.**

- 6.5.1 Para la calibración del equipo se debe emplear un bloque con propiedades acústicas de velocidad y atenuación similares a la pieza a inspeccionar, el bloque de calibración debe tener radios conocidos, debe tener un número de identificación grabado y contar con certificado que acredite sus dimensiones.
- 6.5.2 La certificación de las dimensiones de los bloques de calibración debe realizarse cada 3 años o antes si el bloque presenta evidencia de daños como golpes, corrosión, etc.

- 6.5.3 Se podrán emplear bloques de calibración estándar para haz angular: IIW, DC, MAB o DSC o similares.
- 6.5.4 Para el ajuste de sensibilidad deberán ser usados bloques con reflectores de referencia de acuerdo con las siguientes recomendaciones:

Aplicación	Código /bloque de referencia
Soldaduras en acero estructural	AWS D1.1, bloque IIW o DSC
Soldaduras en recipientes a presión	ASME V, Fig. T-434.2.1 o Fig. T-434.3-1
Soldaduras en tubería de conducción	API 1104, Figura 22
Soldaduras en tubería de proceso	ASME V, Fig. T-434.3-1

- 6.5.5 Bloques de referencia con diseños especiales podrían ser requeridos para el examen de materiales con configuraciones específicas, para ello se debe consultar la especificación del cliente aplicable.

6.6 Preparación:

- 6.6.1 Todos los elementos por examinar deben estar identificados.
- 6.6.2 El inspector debe contar con los alcances, dibujos, isométricos e información precisa para identificar las zonas a examinar.
- 6.6.3 Las zonas para explorar deben ser limpiadas y/o acondicionadas de manera que no existan remanentes de grasa, polvo y/u oxido, es permitida la limpieza por solventes para eliminar cualquier tipo de contaminante que impida acoplar adecuadamente el transductor.
- 6.6.4 La inspección se podrá realizar sobre superficies con recubrimientos, como pintura, siempre que se apliquen técnicas de corrección de amplitud por transferencia.
- 6.6.5 La diferencia de temperatura entre la superficie del bloque de calibración y la superficie del elemento a medir debe estar dentro de $\pm 14^{\circ}\text{C}$ (25° F).

6.7 Verificación del equipo de ultrasonido pre- trabajo.

- 6.7.1 La verificación de la calibración del equipo ultrasónico debe ser realizada en el lugar donde se va a efectuar la prueba, si el equipo cuenta con calibraciones almacenadas, éstas deben ser verificados antes de iniciar la prueba.
- 6.7.2 La verificación de la calibración se debe realizar con al menos un reflector de referencia conocido, de forma que se pueda verificar la calibración de la escala horizontal de pantalla y el ajuste de sensibilidad.
- 6.7.3 Seleccionar un rango de medición acorde con el espesor nominal a medir y considerar un ajuste apropiado de las compuertas de medición para evitar indicaciones falsas.
- 6.7.4 Los ajustes necesarios para la calibración del equipo deben ser realizados de acuerdo con las instrucciones del manual de operación del equipo.
- 6.7.5 Una vez verificada la calibración del equipo, se permite una tolerancia máxima entre el valor del recorrido del haz ultrasónico mostrado en el equipo de ultrasonido y el valor del recorrido del haz ultrasónico de referencia de:
 - a) ± 0.005 in para recorridos de referencia de hasta 5 in.
 - b) ± 0.007 in para recorridos de referencia mayores a 5 in.
- 6.7.6 Se permiten variaciones en el ajuste de sensibilidad dentro del 5% del ajuste primario.
- 6.7.7 Una vez iniciada la prueba, se debe verificar el equipo por lo menos cada 2 horas de uso continuo, cada vez que se realice un cambio de operario o de cualquier parte del sistema de prueba, después de cambiar baterías, cuando se detecten indicaciones de discontinuidades rechazables, cuando se sospeche de un mal funcionamiento de alguno de los elementos del sistema de inspección y al finalizar la prueba.



Si la verificación del ajuste del equipo no satisface con la tolerancia establecida en el párrafo 6.7.5 o 6.7.6, se debe realizar nuevamente la calibración del equipo y todas las examinaciones realizadas hasta la última verificación valida deben ser realizadas nuevamente.

6.8 Procedimiento.

- 6.8.1 Verifique que los componentes a examinar listados en la orden de trabajo sean los que físicamente se encuentran disponibles de inspección. Reporte cualquier detalle con el cliente.
- 6.8.2 Verifique la vigencia de calibración de los equipos e instrumentos a utilizar para la inspección.
- 6.8.3 Seleccione el ángulo o ángulos de refracción a utilizar para la inspección, utilice la siguiente tabla como referencia para la exploración de soldaduras:

Tipo de soldadura	Espesor de soldadura				
	Menor a 0.5"	De 0.5" a 1.5"	De 1.5" a 2.5"	De 2.5" a 5"	De 5" a 8"
Tope	70°	70° o 60°	70°, 60° o 45°	60° o 45°	60° o 45°
Tee – Cara A	70°	70° o 60°	70°, 60° o 45°	60° o 45°	60° o 45°
Tee – Cara B	70°	70° o 60°	70°, 60° o 45°	60° o 45°	60° o 45°
Tee – Cara C	0°, 70°	0°, (70° o 45°)	0°, 45°	0°, 45°	0°, 45°
Esquina – Cara A	70°	70° o 60°	70°, 60° o 45°	60° o 45°	60° o 45°
Esquina – Cara B	70°	70° o 60°	70°, 60° o 45°	60° o 45°	60° o 45°
Esquina – Cara C	0°	0°	0°	0°	0°
Esquina Doble Filete – Cara A	45°	45°	45°	45°	45°
Esquina Doble Filete – Cara B	45°	45°	45°	45°	45°

6.8.4 Realice el cálculo del recorrido de primera y segunda pierna:

$$1ra. Pierna = \frac{t}{\cos\theta}$$

$$2da. Pierna = \frac{2t}{\cos\theta}$$

6.8.5 Realice el cálculo de la zona de barrido, de acuerdo con el límite lejano y límite cercano:

$$Límite Lejano = (2t)(\tan \theta)$$

$$Límite Cercano = \frac{Límite Lejano}{2}$$

Donde:

t = espesor del material a examinar, θ = ángulo de refracción

6.8.6 Trace la zona de barrido (límite cercano y límite lejano) sobre el metal base adyacente a cada lado de la soldadura.

6.8.7 Realice exploración con haz recto de la zona de barrido, use la instrucción técnica No. TR-OPE-PR-04-IT-02 como referencia.

6.8.8 Calibre la Escala Horizontal del Equipo para haz angular con un Rango que cubra la distancia de primera y segunda pierna. Se puede usar el recorrido de tercera pierna cuando por falta de acceso no se pueda examinar con Primera pierna.

6.8.9 Realice la calibración de la Escala Vertical de Pantalla (ajuste de sensibilidad) con el bloque de referencia aplicable. Agregue al menos 6 dB por encima de los decibeles requeridos para el ajuste de sensibilidad, puede agregar más de 6 dB siempre que el ruido no afecte la detectabilidad. La calibración de sensibilidad se puede realizar con un solo reflector de referencia o mediante el trazo de una curva DAC, como este indicado en la especificación del componente a examinar.

6.8.10 Aplique acoplante y realice el barrido con haz angular, desplazando el transductor entre el límite cercano y límite lejano trazado. Utilice como referencia las siguientes ilustraciones de acuerdo con el tipo de unión a examinar.

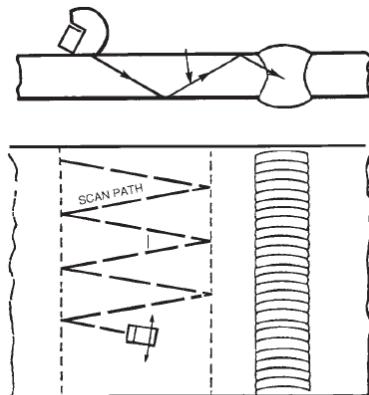


Figura 1: Examinación de juntas a tope con haz angular

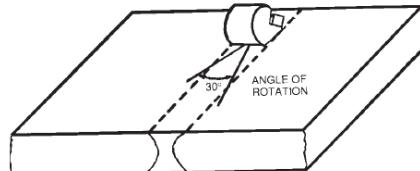


FIG. 3 Supplementary Technique 2, for Examining Butt Welds for Suspected Cross-Cracking when the Weld Bead is Ground Flush

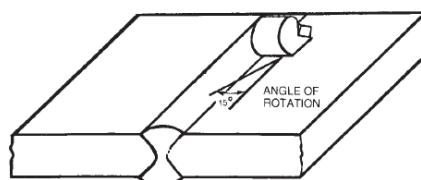


FIG. 4 Supplementary Technique 3, for Examining Butt Welds for Suspected Cross-Cracking when the Weld Bead is not Ground Flush

Figura 3: Examinación de juntas a tope con haz angular, soldadura sin esmerilada al ras, para detección de fallas transversales.

Figura 2: Examinación de juntas a tope con haz angular, soldadura esmerilada al ras, para detección de fallas transversales.

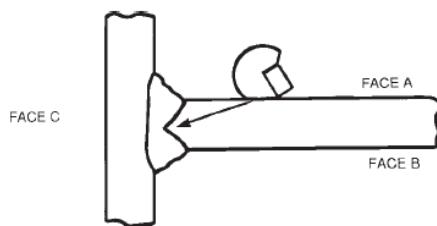


Figura 4: Examinación de juntas en Te.

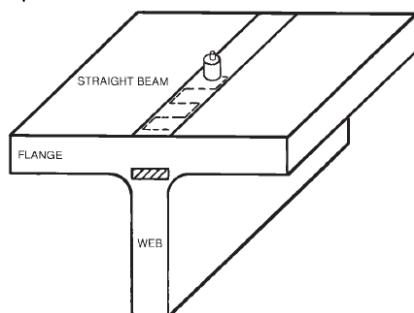


Figura 5: Examinación de juntas en Te, zona de fusión.

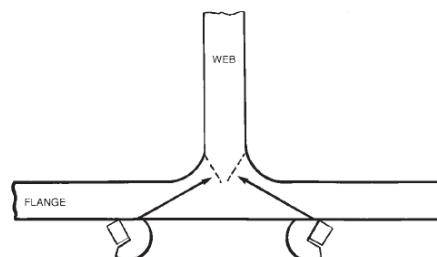


Figura 6: Examinación de juntas en Te.

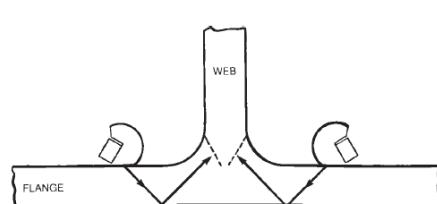


Figura 7: Examinación de juntas en Te.

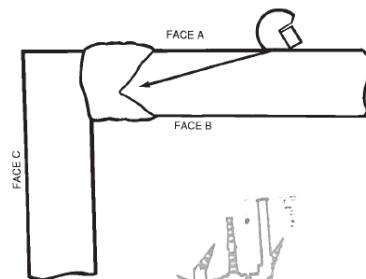


Figura 8: Examinación de junta en esquina.

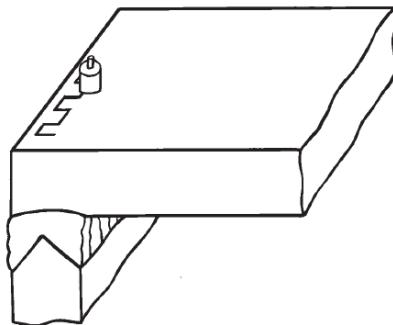


Figura 09: Examinación de junta en esquina.

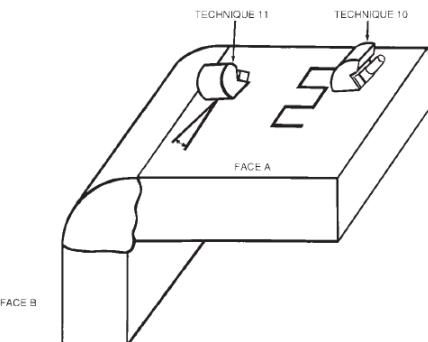


Figura 10: Examinación de junta en esquina.

6.8.11 Cada paso del palpador debe traslaparse en al menos un 10% del tamaño del transductor en la dirección del barrido. La velocidad de barrido no debe ser mayor a 6 plg/seg.

6.8.12 El dimensionamiento de las discontinuidades detectadas se debe realizar utilizando la técnica de caída de 6 dB.

6.8.13 Realice el registro de resultados en el formato correspondiente.

6.9 Criterio de Aceptación.

6.9.1 Las discontinuidades detectadas deben evaluarse en términos de los criterios de aceptación aplicables a los componentes examinados.

7.0 REVISIÓN Y CAMBIOS.

***Este documento debe ser revisado:**

Anualmente	
Cada tres años	✓
Cada dos años	
Cada Junta de Revisión de Gerencia	
Otro Caso	

***Puede requerir una revisión antes si existiera una actualización de la norma de referencia.**

Historial de Cambios.

Fecha	Revisión	Descripción de la Revisión	Elaboró	Autorizó
15/08/2017	00	Edición Inicial	Ing. Jorge Álvarez Rivera	Ing. Otoniel Arevalo H.
27/12/2019	01	Implementación del SGI	Ing. Jorge Álvarez Rivera	Ing. Otoniel Arevalo H.
12/04/2021	02	Revisión conforme normas de referencia vigentes	Tec. Juan M Rangel R	Ing. Otoniel Arevalo H.
1/04/2024	03	Párrafo 5.5: se actualiza Párrafo 6.2.6: se agrega Párrafo 6.7.2: se actualiza Párrafo 6.8.9: se actualiza	Tec. Juan M Rangel R	Ing. Otoniel Arevalo H.

