

TR-OPE-PR-04

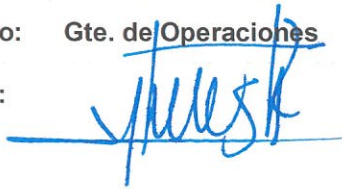
PROCEDIMIENTO GENERAL PARA INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO INDUSTRIAL

Fecha de emisión: 01-Abril-2024

Elaboró: Ing. Jorge Álvarez Rivera

Puesto: Gte. de Operaciones

Firma:



Revisa: 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

Aprobó: Ing. Juan M. Rangel Rodríguez

Puesto: Nivel III ASNT-ID 21

Firma:



Contenido

1.0	OBJETIVO.....	3
2.0	ALCANCE.....	3
3.0	DEFINICIONES.....	3
4.0	DOCUMENTOS REFERENCIA.....	6
5.0	RESPONSABILIDADES.....	6
6.0	REQUISITOS.....	6
7.0	SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL.....	10
8.0	DESARROLLO.....	11
9.0	REGISTROS.....	18
10.0	ANEXOS.....	18
11.0	REVISIÓN Y CAMBIOS.....	18

1.0 OBJETIVO.

- 1.1 Establecer los parámetros técnicos generales para realizar inspección con ultrasonido industrial en equipo, herramientas y componentes empleados principalmente en la industria del gas natural y petróleo.

2.0 ALCANCE.

- 2.1 Este procedimiento es aplicable para la detección de discontinuidades internas en componentes empleados en el campo petrolero, tales como, pero no limitado a; uniones soldadas, metal base de herramientas y componentes, tanques de almacenamiento, tuberías y recipientes a presión.
- 2.2 El presente procedimiento puede ser aplicado para el examen de componentes en etapas de: recepción de materiales, proceso de fabricación, reparaciones o componentes previamente sometidos a servicio.
- 2.3 El presente procedimiento contempla las técnicas con haz recto y haz angular, y debe ser complementado con los requisitos y especificaciones aplicables al componente a examinar.

3.0 DEFINICIONES.

- 3.1 Acoplante: Sustancia utilizada entre el palpador y la superficie de prueba que permite o incrementa la transmisión de la energía ultrasónica.
- 3.2 Amplitud: Es la altura de una señal, de la línea de tiempo base a su pico, en el barrido tipo "A" (A-scan).
- 3.3 Área de interés: Es la zona específica del objeto que será avaluado.
- 3.4 Bloque de calibración: patrón de dimensiones, material y propiedades acústicas conocidas, empleado para realizar la calibración de un instrumento ultrasónico.
- 3.5 Calibración: el conjunto de operaciones que tiene por finalidad determinar los errores de un instrumento para medir y, de ser necesario, otras características metrológicas.
- 3.6 Cristal piezoeléctrico: Elemento localizado dentro del palpador empleado para convertir energía mecánica a energía eléctrica y viceversa.

. Este documento pertenece a Truespect S.A. de C.V. Su reproducción solo procede con la autorización escrita del Gerente de QHSE.

- 3.7 Defecto: Discontinuidad cuya forma, tamaño, ubicación o propiedades no cumplen con los criterios de aceptación especificados y por tal motivo es causa de rechazo.
- 3.8 Discontinuidad: Una falta de continuidad o cohesión, una interrupción intencional o no intencional en la estructura de un componente.
- 3.9 Evaluación: Es el proceso de comparar las características de una discontinuidad contra un estándar de aceptación y rechazo.
- 3.10 Indicación: Es la respuesta o evidencia que se obtiene de la aplicación de un método de ensayo no destructivo.
- 3.11 Indicación falsa: Una indicación detectada por algún método de ensayo no destructivo y que es causada por una condición distinta a una discontinuidad.
- 3.12 Indicación no relevante: Una indicación detectada por algún método de ensayo no destructivo y que es causada por una condición o tipo de discontinuidad que no es rechazable. Las indicaciones falsas son no relevantes.
- 3.13 Indicación relevante: Una indicación detectada por algún método de ensayo no destructivo y que es causada por un tipo de discontinuidad que requiere evaluación.
- 3.14 Interpretación: Es determinar la causa u origen de una indicación para establecer si es relevante o no relevante.
- 3.15 Linealidad Horizontal (tiempo o distancia): Es la medición de la proporcionalidad de las señales que aparecen en la línea de tiempo o distancia de la pantalla y de las señales que entran al receptor de un generador de tiempo o de ecos múltiples de una placa o material de espesor conocido.
- 3.16 Linealidad Vertical (amplitud): Es la medición de la proporcionalidad de la amplitud de la señal de entrada al receptor y de la amplitud de la señal que aparece en la pantalla del equipo ultrasónico con la presentación tipo A-scan.
- 3.17 Método de contacto directo: Técnica de inspección en la cual el palpador hace contacto directo con la superficie de la pieza de prueba a través de una capa delgada de acoplante.

- 3.18 Método pulso eco: Método de inspección en el cual la presencia y posición de un reflector es indicado por el tiempo y la amplitud del eco.
- 3.19 Pérdida de reflexión de pared posterior: Es la ausencia o reducción significativa en la amplitud de la indicación de la superficie posterior de la pieza de prueba.
- 3.20 Presentación A-scan: Método de presentación de datos utilizando una línea base horizontal que indica la distancia o tiempo y una línea vertical la cual indica la amplitud.
- 3.21 Punto de medición: Posición específica en el componente donde se realiza una medición de espesor, generalmente adyacente a la soldadura más cercana y a la cual se le asigna un horario técnico o identificación de referencia.
- 3.22 Rango: Longitud máxima de la trayectoria del sonido que puede ser desplegada en la pantalla del equipo ultrasónico.
- 3.23 Reflector: Es una interface con distinta impedancia acústica que es detectada por un haz ultrasónico, en la cual una parte de la energía es reflejada.
- 3.24 Reflexión de Pared Posterior: Respuesta de la señal del límite del material sujeto a inspección, la cual nos denota su espesor.
- 3.25 Reflexión o Eco: Indicación de energía reflejada, la cual nos denota la profundidad de un reflector.
- 3.26 Sistema de Inspección: Para propósitos de este procedimiento, se define como el conjunto formado por el equipo de ultrasonido industrial, el palpador, el o los bloques de referencia, el cable coaxial, el acoplante, necesarios para llevar a cabo la prueba de Medición de Espesores por Ultrasonido Industrial.
- 3.27 Transductor: Dispositivo utilizado para transmitir o recibir energía mecánica, energía eléctrica o ambos. El dispositivo generalmente se compone de una placa de desgaste, conector, carcasa, material de respaldo y cristal piezoeléctrico.

4.0 DOCUMENTOS REFERENCIA.

ASTM E114: 2020	Standard Practice for Ultrasonic Pulse-Echo Straight-Beam Examination by the Contact Method.
ASTM E587: 2020	Practice for Ultrasonic Angle-Beam Examination by the Contact Method.

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 coordinadores de TRUESPECT el observar la adecuada y correcta aplicación del presente procedimiento.
- 5.3 Es responsabilidad del técnico aplicar correcta y adecuadamente este procedimiento.
- 5.4 El Nivel III ASNT es responsable de la Revisión de este Procedimiento.
- 5.5 Es responsabilidad del cliente mantener un registro actualizado de las piezas y/o componentes inspeccionadas, así como de las reparaciones, y verificar los resultados de la inspección.

6.0 REQUISITOS.

6.1 Área de interés.

- 6.1.1 Todos los componentes por inspeccionar deben estar identificados mediante un código o número que permita una correcta trazabilidad y su descripción debe coincidir con la orden de servicio u orden de compra.

- 6.1.2 Cuando sea practico, los componentes por inspeccionar deben estar sobre mesas de trabajo o racks, de forma que pueda tener un apropiado acceso a todas las zonas de interés para su limpieza e inspección.
- 6.1.3 La prueba de Ultrasonido debe ser realizada cuando el cliente así lo solicite por medio de una orden de compra, carta compromiso o un contrato en donde se debe especificar los alcances, las áreas de interés y los criterios de aceptación que deben ser aplicados para evaluar las discontinuidades detectadas.
- 6.1.4 Esta prueba puede ser aplicada durante el proceso de instalación, de mantenimiento o de reparación, cuando el cliente así lo solicite.
- 6.1.5 La orden de servicio y/o los alcances de los documentos contractuales deberán especificar las zonas a examinar.

6.2 Preparación de la superficie.

- 6.2.1 La superficie por examinar debe estar limpia, libre de óxido, polvo, grasa, pintura dañada o mal adherida, así como cualquier material extraño que pudiera interferir con el acoplamiento del transductor. No se requiere retirar la pintura cuando esta se encuentra en buenas condiciones.
- 6.2.2 Si la superficie de prueba se encuentra excesivamente rugosa se tendrá que realizar un acondicionamiento mediante lima, lija u otro medio que no sea perjudicial a la pieza, con el fin de asegurar un apropiado acoplamiento del transductor.
- 6.2.3 La temperatura de la superficie de medición no debe ser mayor a la temperatura máxima a la que puede ser empleado el transductor, este dato debe ser proporcionado por el fabricante del transductor.
- 6.2.4 La diferencia de temperatura entre la superficie del bloque de calibración y la superficie del componente a examinar debe estar dentro de $\pm 14^{\circ}\text{C}$ (25°F).

6.3 Equipo ultrasónico.

- 6.3.1 Se deberá emplear un instrumento ultrasónico detector de fallas de tipo pulso-eco con presentación A-Scan y módulo digital integrado.

- 6.3.2 Para inspección limitada a medición de espesores se puede emplear un instrumento de medición de espesores con lectura digital directa, con o sin presentación A-scan.
- 6.3.3 El instrumento ultrasónico debe ser capaz de operar a frecuencias sobre un rango de al menos 1 MHz a 10 MHz y debe estar equipado con un control de ganancia con pasos de 2 dB o menos.
- 6.3.4 Si el instrumento tiene un control de “damping” (amortiguamiento), éste puede ser usado si no reduce la sensibilidad de la prueba.
- 6.3.5 El equipo ultrasónico utilizado para realizar la prueba debe ser verificado anualmente para evaluar su funcionalidad acorde con la norma ASTM E317-16 (Standard Practice for Evaluating Performance Characteristics of Ultrasonic Pulse-Echo Testing Instruments and Systems without the Use of Electronic Measurement Instruments). Dicha verificación deberá ser realizada por un laboratorio externo.
- 6.4 **Transductores.**
- 6.4.1 Los transductores pueden contener elementos sencillos o duales. 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.
- 6.4.2 Para medición de espesores y barridos de sanidad con haz recto en metal base se pueden emplear transductores de cristal sencillo o de doble cristal con frecuencia nominal de 5MHz.
- 6.4.3 La inspección con haz angular requiere el uso de transductores con frecuencia nominal de 2.25 MHz acoplados a zapatas con ángulos de refracción de 45°, 60° y 70°, la examinación se tendrá que realizar con el ángulo apropiado de acuerdo con la configuración geométrica que está siendo inspeccionada, limitaciones de espacio para el barrido, ángulos del bisel y espesores nominales. Se debe utilizar la misma zapata de contacto para la calibración y para la inspección. Para la inspección de superficies curvas puede ser necesario una zapata contorneada al diámetro externo de la superficie para maximizar el acoplamiento.

- 6.4.4 Se pueden usar otras frecuencias para asegurar penetración adecuada, mayor resolución o sensibilidad.
- 6.4.5 El tamaño del transductor debe asegurar un apropiado contacto con la superficie de examinación.
- 6.4.6 Usar cables coaxiales en buen estado y que no generen indicaciones de ruido.
- 6.4.7 El sistema de prueba debe proveer una relación señal – ruido mayor a 3.

6.5 **Bloques de calibración y referencia.**

- 6.5.1 Para la calibración en distancia con haz recto se debe emplear un bloque con espesores conocidos, se requieren al menos dos espesores de referencia para la calibración, uno mayor y otro menor al espesor nominal a medir. Se pueden emplear bloques de referencia estándar: de 4 o de 5 pasos, a menos que las características de la pieza a examinar requieran el uso de bloques de mayor espesor o con curvatura.
- 6.5.2 Para la calibración en distancia con haz angular se puede emplear el block IIW tipo I o tipo II o cualquier otro block certificado con radios de curvatura conocidos. (p.ej. block DC, block DSC, block MAB, etc).
- 6.5.3 El ajuste de sensibilidad para haz recto se podrá realizar con el Reflejo de Pared Posterior del material a examinar al 80% ($\pm 10\%$) de la escala vertical de pantalla o con un reflector de referencia, como sea establecido en la especificación del producto a examinar.
- 6.5.4 Para el ajuste de sensibilidad con palpadores de haz angular se requiere un bloque con reflectores de referencia (muescas, barrenos laterales, etc.) de dimensiones y localización de acuerdo con la especificación del producto a examinar.
- 6.5.5 Las características del bloque de referencia a utilizar deberán ser conforme la especificación aplicable al componente a examinar o conforme las necesidades específicas de la inspección.

6.5.6 Los bloques de calibración y de referencia deben ser de la misma especificación de material o de propiedades acústicamente equivalentes.

6.5.7 El acabado superficial del block de referencia debe ser representativo de la superficie de barrido.

6.6 Acoplante.

6.6.1 El inspector debe seleccionar el acoplante más adecuado para llevar a cabo la prueba (gel ultrasónico, agua o aceite), con una viscosidad tal que permita un buen acoplamiento del transductor.

6.6.2 Para llevar a cabo la prueba se debe emplear el mismo tipo de acoplante utilizado para realizar la calibración del equipo de ultrasonido.

7.0 SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL.

7.1 Previo al trabajo de inspección.

7.1.1 Realizar juntas de seguridad y planeación de los trabajos a realizar con los diferentes departamentos/ áreas que interfieren en las operaciones.

7.1.2 Tramitar los permisos correspondientes de trabajo para instalación o sitio de trabajo.

7.1.3 Elaborar los AST y cumplir con las recomendaciones de trabajo seguro.

7.1.4 El coordinador encargado de los trabajos debe informar a la autoridad del área del inicio, suspensión o conclusión de las operaciones.

8.0 DESARROLLO.

8.1 Actividades previas.

- 8.1.1 Verificar que exista la solicitud de inspección por el cliente o línea de servicio, donde se especifiquen las características de los componentes a inspeccionar.
- 8.1.2 Verificar que los componentes a inspeccionar se encuentren identificados. Sin un número de identificación no se podrá dar trazabilidad a la inspección.
- 8.1.3 Las zonas por examinar deben estar plenamente indicadas en los programas de inspección de cada herramienta, en los dibujos de ingeniería u otros dibujos de referencia.
- 8.1.4 Un examen visual se debe efectuar antes o como complemento de cualquier otro examen no destructivo.

8.2 Preparación de la superficie.

- 8.2.1 Las zonas por explorar deben ser limpiadas y/o acondicionadas de manera que no existan remanentes de grasa, polvo y/u óxido, es permitida la limpieza por solventes para eliminar cualquier tipo de contaminante que impida acoplar adecuadamente el transductor.
- 8.2.2 Para la medición de espesores sobre pintura se requiere utilizar la función eco-eco para la discriminación del espesor de pintura. Esto es factible cuando la pintura y/o recubrimiento anticorrosivo se encuentra bien adherido al sustrato.
- 8.2.3 La exploración con haz recto o haz angular para detección de fallas se podrá realizar sobre superficies con recubrimientos, como pintura, siempre que el instrumento se ajuste correctamente y se emplee una corrección de amplitud por transferencia que compense la atenuación de la superficie de prueba con respecto a la superficie del bloque de referencia.

8.3 Calibración / Verificación del equipo de ultrasonido pre-trabajo.

- 8.3.1 Los ajustes necesarios para la calibración del equipo deben ser realizados de acuerdo con las instrucciones del manual de operación del equipo.
- 8.3.2 La calibración o verificación del equipo debe considerar: ajuste de la escala horizontal (rango), ajuste de la escala vertical (sensibilidad) y corrección de amplitud por transferencia (cuando sea aplicable).
- 8.3.3 La calibración o 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.
- 8.3.4 Si la calibración en distancia ha variado por más del 10% de la lectura medida o el 5% del rango de pantalla, lo que sea mayor, se debe corregir la calibración.
- 8.3.5 Si la calibración en sensibilidad ha cambiado por más del 20% o 2 dB de su amplitud, se debe corregir la calibración.
- 8.3.6 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).
- 8.3.7 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 lecturas de espesor no homogéneas con las lecturas ya obtenidas, cuando se sospeche de un mal funcionamiento de alguno de los elementos del sistema de inspección y al finalizar la prueba.

8.4 **Medición de espesores.**

- 8.4.1 Identificar y de ser necesario, marcar los puntos a medir sobre el componente.
- 8.4.2 Colocar el transductor sobre el punto a medir, aplicando una capa homogénea de acoplante, esperar a que la lectura del espesor sea estable y registrar la medición.
- 8.4.3 Al acoplar el transductor sobre la superficie se debe ejercer una presión manual similar a la empleada para la calibración del equipo. Si al acoplar no hay lectura, se debe verificar la condición de la superficie de contacto, los ajustes del equipo y el

estado de cables y conectores. Cada medición debe realizarse asegurando un apropiado acoplamiento entre el transductor y la superficie.

8.4.4 Los transductores para medición de espesores están diseñados para contacto puntual, no deben ser usados para realizar barridos continuos sobre la superficie de medición, esto podría causar un daño permanente al transductor.

8.4.5 Si los resultados de la inspección del espesor de pared muestran signos de desgaste anormal, o si se sospecha de adelgazamiento, se deberá realizar una inspección detallada mediante un cuadrículado de máximo 1" x 1" sobre el área a investigar.

8.4.6 Todas aquellas áreas bajo sospecha de adelgazamiento debido a corrosión u otros daños internos o externos se deberán incluir en el mapa de espesor de pared, con notas específicas que indiquen que son áreas de adelgazamiento localizado.

8.4.7 En aquellas áreas donde puedan existir discontinuidades se podrá realizar una inspección por ultrasonido para detección de fallas.

8.5 **Barrido de sanidad con haz recto.**

8.5.1 Calibrar la EHP para haz recto de doble cristal a un rango aproximado de 1.5 a 2 veces el espesor nominal a examinar.

8.5.2 Colocar el palpador sobre una zona sana del metal base (libre de indicaciones) y ajustar el primer reflejo de pared posterior (RPP) al 80% ($\pm 10\%$) de la Escala Vertical de Pantalla. Utilizar reflectores de referencia si fuese especificado.

8.5.3 Aumentar 6dB para realizar un barrido continuo del metal base en las zonas especificadas por el cliente.

8.5.4 Realizar el barrido de sanidad sobre el área indicada asegurando un traslape mínimo del 10% del área efectiva del transductor. La velocidad de barrido no debe ser mayor a 6 in/s.

8.5.5 Las áreas con discontinuidades deberán delimitarse utilizando la técnica de caída de 6 dB.

8.6 Barrido de sanidad con haz angular.

- 8.6.1 Previo a la inspección con haz angular se debe realizar una exploración con haz recto para detectar discontinuidades y/o condiciones que interfieran con la trayectoria del haz angular hacia la zona de interés.
- 8.6.2 Dimensionar y registrar cualquier indicación de discontinuidad que se detecte y/o que pueda interferir con la inspección de haz angular.
- 8.6.3 Para la inspección de metal base con haz angular puede usar un ángulo de 45° para la detección de discontinuidades sobre la superficie opuesta a la superficie de barrido.
- 8.6.4 Piezas de geometría compleja pueden requerir ángulos especiales, realice un dibujo a escala de la pieza a examinar y simule el trayecto del haz desde la superficie de inspección, determine el ángulo apropiado de acuerdo con: espesores, orientación de la discontinuidad, geometría de la pieza y superficie de barrido.
- 8.6.5 En soldaduras se debe determinar el tipo de preparación de la unión (V sencilla, doble bisel, doble V, bisel sencillo, etc.).
- 8.6.6 Mida los espesores de los metales base y determine el ángulo de refracción de la zapa a utilizar de acuerdo con la siguiente tabla:

Espesor menor a 0.500" (12 mm)	Espesor de 0.500" (12 mm) a 1.5" (38 mm)	Espesor de 1.5" (38 mm) a 2.5" (63 mm)	Espesor de 2.5" (63 mm) a 5" (127 mm)
70°	60° o 70°	70° o 60° y 45°	60° y 45°

- 8.6.7 Con las siguientes expresiones calcular y trazar la zona de barrido (límite lejano y límite cercano) para recorridos de primera y segunda pierna, en caso de restricción utilizar tercera pierna.

$$\text{Limite lejano} = (2t)(\tan \theta_T)$$

$$\text{Limite cercano} = \text{Limite lejano} \div 2$$

Dónde: “t” es el espesor del metal base y “ θ_T ” es el ángulo de refracción del palpador.

8.6.8 Previo a la calibración en distancia con palpador de haz angular, verificar el punto índice de emisión y el ángulo de refracción del palpador de haz angular. Está permitido una desviación de $\pm 2^\circ$ en el ángulo de refracción.

8.6.9 Calcular el recorrido para primera y segunda pierna y con ello seleccionar el rango de calibración para ondas transversales.

Recorrido de 1ra pierna = $t / \cos\theta_T$

Recorrido de 2da pierna = $2t / \cos\theta_T$

8.6.10 Calibrar la Escala Horizontal de Pantalla (EHP) para el palpador de haz angular utilizando un bloque IIW, DSC, MAB o similar.

8.6.11 Calibrar la Escala Vertical de Pantalla (EVP) con ayuda del bloque de la referencia especificado.

8.6.12 Adicionar 6dB y realizar un barrido preliminar a lo largo de las líneas marcadas para el límite cercano y límite lejano, esto con la intención de identificar indicaciones no relevantes causadas por la propia configuración de la soldadura.

8.6.13 Barrido con haz angular para reflectores orientados paralelamente a la soldadura: El haz angular debe ser dirigido a aproximadamente ángulos rectos con respecto al eje de la soldadura desde ambos lados de esta, como se muestra en la figura No. 1, barridos A, B y C descritos a continuación:

Barrido A: Rotación del palpador a un ángulo de 10° ;

Barrido B: Barrido a lo ancho de la zona de barrido;

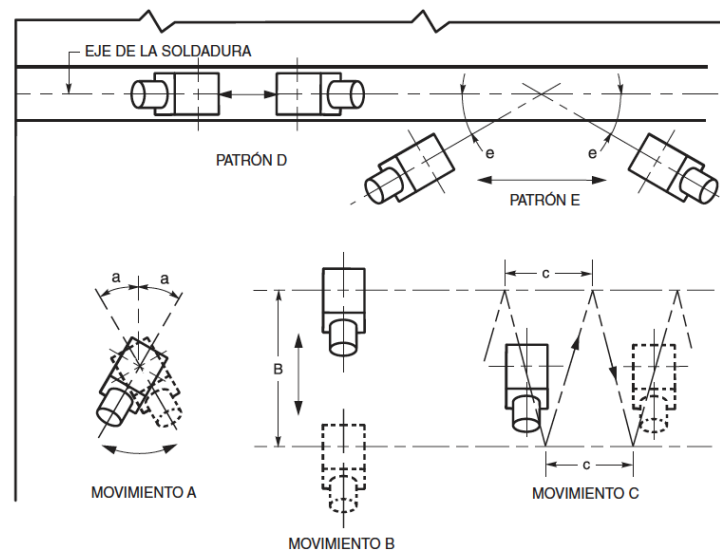
Barrido C: Barrido a lo largo de la zona de barrido.

8.6.14 Barrido con haz angular para reflectores orientados transversalmente a la soldadura: El haz angular debe ser dirigido esencialmente paralelo al eje de la soldadura desde dos direcciones, como se muestra en la figura No. 1, barridos D y E descritos a continuación:

Barrido D: Aplicable cuando la soldadura es preparada al ras del material base;

Barrido E: aplicable cuando la soldadura no es preparada al ras del material base, el barrido debe realizarse a ambos lados de la soldadura. El ángulo de barrido = 15° máximo.

Figura No. 1



Patrones de escaneo para soldadura.

- 8.6.15 En metal base realice un barrido longitudinal o axial, según sea especificado.
- 8.6.16 La velocidad del barrido no deberá ser mayor a 6 pulgadas por segundo.
- 8.6.17 Asegurara un traslape de al menos el 10% de la dimensión del transductor en dirección paralela al barrido.
- 8.6.18 Las áreas con discontinuidades deberán delimitarse utilizando la técnica de caída de 6 dB o con respecto a la curva DAC (en caso de ser aplicable).

8.7 Interpretación y evaluación de las indicaciones.

- 8.7.1 Se debe realizar la interpretación de las indicaciones, para determinar si son relevantes o no relevantes. Cualquier indicación cuestionable o dudosa debe ser reexaminada para determinar su relevancia.
- 8.7.2 Se debe realizar la interpretación de las indicaciones registradas para determinar el tipo de imperfección (lineal, puntual, aislada, etc.) que las produce en base a su ubicación, extensión, geometría de la indicación y comportamiento en el oscilograma.
- 8.7.3 La evaluación de las indicaciones relevantes será efectuada tomando como base el criterio de aceptación acordado con el cliente o aplicable por la especificación del componente examinado.

8.8 **Registro de resultados.**

- 8.8.1 El resultado de la inspección realizada debe documentarse en el formato aplicable de la sección 8 de este documento. Otro formato autorizado por el cliente puede ser usado, siempre que contenga al menos la siguiente información:
- a) Fecha de la inspección.
 - b) Identificación de cada pieza inspeccionada.
 - c) Identificación del procedimiento de prueba y número de revisión.
 - d) Marca, modelo y número de serie del instrumento ultrasónico.
 - e) Tipo de transductor y su identificación.
 - f) Bloque de calibración y su identificación.
 - g) Bloque de referencia y su identificación.
 - h) Tipo de acoplante.
 - i) Personal de inspección y nivel de certificación.
 - j) Zonas inspeccionadas (plano, fotos, etc.).
 - k) Mapa o registro de zonas rechazables (plano, fotos, etc.).
- 8.8.2 La identificación y localización de las indicaciones relevantes detectadas debe ser realizada tomando como eje de referencia la placa de datos o de identificación, la soldadura más cercana, el nivel de piso, el norte geográfico o un punto de referencia del objeto inspeccionado.
- 8.8.3 Los componentes aceptados y rechazados deben identificarse mediante un sistema de marcado que permita diferenciar y localizar las zonas rechazadas. El marcado

de las piezas y/o zonas rechazadas o aceptadas debe ser conforme los requisitos del cliente o especificación aplicable.

9.0 REGISTROS.

TR-OPE-PR-04-FOR-001	Reporte de Inspección por Medición de Espesores
TR-OPE-PR-04-FOR-002	Reporte de Inspección con Ultrasonido Haz Recto
TR-OPE-PR-04-FOR-003	Reporte de Inspección Ultrasónica Haz Angular

10.0 ANEXOS.

TR-OPE-PR-04-IT-01	Instrucción Técnica para Medición de Espesores
TR-OPE-PR-04-IT-02	Instrucción Técnica para Barridos de Sanidad con Haz Recto
TR-OPE-PR-04-IT-03	Instrucción Técnica para Inspección con Ultrasonido Haz Angular

11.0 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
21/07/2017	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
21/01/2021	02	Integración de formato TR-OPE-PR-04-FOR-004 Reporte de Inspección con Medición de Espesores a Tubería	Ing. Jorge Alvarez Rivera	Ing. Otoniel Arevalo H
25/03/2021	03	Revisión conforme normas de referencia vigentes	Tec. Juan M Rangel R	Ing. Otoniel Arevalo H
01/04/2024	04	Párrafo 5.5: se actualiza Párrafo 6.2.4: se agrega Párrafo 8.1.5: se omite por repetición Párrafo 8.1.6: se omite por repetición Párrafo 8.2.2: se actualiza Párrafo 8.6.1: se actualiza Figura 1: se agrega	Tec. Juan M Rangel R	Ing. Otoniel Arevalo H