

# Ultrasonido Industrial

## Procedimiento UT – Nivel I y II

02-02-03-PROCEDIMIENTO UT

Elaborado por: Ing. Diego Enrique Gamarra Azacon  
Segunda Edición. Marzo 2021  
Tercera Edición. Septiembre 2023

# INDICE

---

Procedimiento de inspección ultrasónico para materiales metálicos y uniones soldadas para curso de entrenamiento.....	4
1. Objetivo .....	4
2. Alcance .....	4
3. Responsabilidades .....	4
4. Normas y documentos de referencia.....	5
5. Requisitos del equipo electrónico .....	5
6. Requisitos de los transductores de haz recto, cristal sencillo .....	6
7. Requisitos de los transductores de doble cristal .....	7
8. Requisitos de los transductores de haz angular .....	8
9. Requisitos de los cables coaxiales .....	9
10. Acoplantes .....	9
11. Bloques de Calibración y de Referencia.....	9
12. Operaciones previas a la calibración.....	10
13. Calibración del Sistema de Inspección .....	11
14. Ajuste de la Sensibilidad (General) .....	16
15. Verificación de la Calibración .....	19
16. Requisitos de exploración y de barrido .....	20
17. Directrices para la inspección de cordones de soldadura .....	22
18. Caracterización y Evaluación de Indicaciones.....	22
19. Umbral de Registro de Indicaciones.....	26
20. Limpieza posterior .....	26
21. Reporte de Resultados .....	27
Anexos.....	28
Anexo 1 – Lista de equipos de ultrasonidos aprobados para las prácticas .....	28
Anexo 2 – Lista de transductores aprobados para las prácticas.....	29

Anexo 3 – Lista de transductores de dos cristales aprobados para las prácticas .....	29
Anexo 4 – Lista de transductores angulares o zapatas aprobadas para las prácticas.....	29
Anexo 5 – Lista de bloques de calibración aprobados para las prácticas .....	30
Anexo 6 – Procedimientos de barrido para los distintos tipos de unión.....	31
Anexo 7 – Movimientos del transductor de haz angular .....	32
Anexo 8 – Formatos de Reporte de Inspección por Ultrasonido.....	33

# Procedimiento de inspección ultrasónica para materiales metálicos y uniones soldadas para curso de entrenamiento

## 1. Objetivo

- 1.1 Establecer los parámetros necesarios para ejecutar los procedimientos de inspección por ultrasonido industrial de materiales metálicos y uniones soldadas.
- 1.2 Ser el procedimiento guía para las prácticas de los cursos de entrenamiento de Ultrasonido Industrial Nivel I y II de Grupo Testek. Fijando las condiciones necesarias para realizar dichas prácticas.

## 2. Alcance

- 2.1 Este procedimiento describe los métodos y técnicas de calibración del equipo para la inspección de ultrasonido empleando exploración manual.
- 2.2. Este procedimiento es aplicable sólo para la detección de discontinuidades en el interior de piezas, tales como grietas, laminaciones, faltas de fusión, faltas de penetración, poros, inclusiones no metálicas, etc.
- 2.3 Este procedimiento es la base con que se aplica el examen práctico de los cursos de nivel I y II. Por otra parte, este documento también es fundamental para la realización del examen específico. El acceso a este documento durante el examen práctico y específico es necesario.
- 2.4 La aplicación de este documento es con fines de entrenamiento; por tal motivo, solo se contemplan criterios de aceptación generalizados en este documento. No se debe implementar como un procedimiento de inspección para casos reales.

## 3. Responsabilidades

- 3.1 Es responsabilidad del personal en entrenamiento realizar sus prácticas de acuerdo a lo estipulado dentro de este procedimiento.
- 3.2 Es responsabilidad del instructor revisar y evaluar los reportes de los resultados de las prácticas correspondientes.

- 3.3 Es responsabilidad del departamento técnico de Grupo Testek el control y la actualización de este documento.

#### 4. Normas y documentos de referencia

- ASTM E- 114 - 15
- ASTM E- 164 - 13
- ASTM E- 317 – 16
- ASTM E- 797 - 15
- ASTM E- 2375 - 16
- ANSI/AWS D1.1 ed. 2015
- API – 1104 2014
- ANSI/ASME BPV, Sección V, ed. 2015 Artículos 4 y 5

#### 5. Requisitos del equipo electrónico

- 5.1 Las siguientes condiciones son requisitos indispensables para el instrumento de ultrasonido a ser empleado en las prácticas.
- 5.2 El instrumento de inspección será un equipo de ultrasonido del tipo pulso eco con pantalla de tubo de rayos catódicos (TRC), del tipo monitor de video o pantalla electroluminiscente (Imagen Tipo A).
- 5.2.1 La respuesta dinámica del TRC, video o pantalla del instrumento debe ser tal que no permita la observación de un cambio de la amplitud de 1 dB.
- 5.2.2 La pantalla del equipo debe presentar una escala vertical clara y definida en intervalos equivalentes al 2% del total de la amplitud vertical. Esta escala debe estar grabada en los casos del TRC.
- 5.2.2.1 Presentar una linealidad de la escala vertical de la pantalla (EVP) de  $\pm 5\%$  en al menos el 80% del total de la EVP calibrada.
- 5.2.3 La pantalla del equipo debe presentar una escala horizontal clara y bien definida con divisiones en intervalos equivalentes al menos al 2% del total de la amplitud horizontal. Esta escala debe estar grabada en el caso de los TRC.
- 5.2.3.1 Presentar en una linealidad de la escala horizontal de la pantalla (EHP) de  $\pm 2\%$  del total de la EHP.
- 5.2.4 La pantalla puede estar protegida con una cubierta de plástico transparente con la graduación apropiada, la cual no debe interferir con la observación de la lectura.



- 5.2.5 Tener una ganancia calibrada en pasos de 2 dB o menores y con un ámbito de operación no menor de 60 dB, con una precisión de  $\pm 1$  dB.
- 5.2.6 El equipo debe ser capaz de generar frecuencias entre 1 y 6 MHz opcionalmente puede tener un sector de frecuencias de operación.
- 5.2.7 Contar con un estabilizador interno que evite variaciones mayores de  $\pm 1$  dB por cambios en la corriente de alimentación menores al 15% del voltaje nominal.
- 5.2.8 Debe tener un indicador de la condición de la carga de la batería.
- 5.3 El equipo se verificará cada 12 meses o antes de un periodo de uso intensivo, lo que sea menor. Los elementos que se verificaran son los siguientes:
  - 5.3.1 Linealidad de la escala vertical según la práctica No. 7.
  - 5.3.2 Linealidad de la escala horizontal según la práctica No. 7.
  - 5.3.3 Precisión de la ganancia calibrada según la práctica No. 7.

## 6. Requisitos de los transductores de haz recto, cristal sencillo

- 6.1 Las características y dimensiones del área efectiva del transductor (cristal piezoeléctrico) puede variar según los requisitos de la inspección, pero deben corresponder a los siguientes parámetros:
  - 6.1.1 **Frecuencia.** La frecuencia mínima permitida por este procedimiento es de 1 MHz y la máxima recomendada, de 10 MHz.
  - 6.1.2 **Diámetro.** El diámetro nominal máximo del transductor es de 25mm (1") y el mínimo de 6mm (1/4").
  - 6.1.3 **Forma.** Puede ser: circular, rectangular o cuadrada. Se recomienda la forma circular para inspecciones de tubos de diámetro pequeño, entre 150 y 200mm (6" a 8") y la forma rectangular o cuadrada para los diámetros mayores.
  - 6.1.4 **Resolución.** Deben ser capaces de distinguir las tres indicaciones provenientes del bloque IIW, como se establece en el párrafo sobre verificación del poder de resolución de la Práctica No. 1.
- 6.2 Cada transductor deberá tener la siguiente información marcada de forma clara y visible:
  - 6.2.1 Frecuencia nominal del transductor.
  - 6.2.2 Diámetro nominal del transductor.
  - 6.2.3 Modelo.

#### 6.2.4 Número de Serial.

- 6.3 Los transductores listados en el Anexo No.2 de este procedimiento son transductores aprobados para efectuar las inspecciones, pero no se limita a ellos, siempre y cuando se cumplan los requisitos de la sección 6 de este procedimiento.
- 6.4 La temperatura mínima permisible para estos palpadores es de 5°C y la máxima de 50°C. Este procedimiento y las prácticas del entrenamiento no contemplan trabajos con temperaturas fuera de estos rangos.

### 7. Requisitos de los transductores de doble cristal

- 7.1 Estos transductores se recomiendan para determinar discontinuidades cercanas a la superficie de inspección o para la medición de espesores en paredes relativamente delgadas.  
Las características y dimensiones del área efectiva de los transductores (cristales) puede variar según los requisitos de la inspección, pero deben corresponder a los siguientes parámetros:
- 7.1.1 **Frecuencia.** La frecuencia mínima permitida por este procedimiento es de 2 MHz y la máxima recomendada es de 10 MHz
- 7.1.2 **Diámetro.** El diámetro nominal máximo del transductor es de 12mm (1/2") y el mínimo de 6mm (1/4").
- 7.1.3 **Forma.** Puede ser: circular, rectangular o cuadrada. Se recomienda la forma circular para inspecciones de tubos de diámetro pequeño, entre 150 y 200mm (6" a 8") y la forma rectangular o cuadrada para los diámetros mayores.
- 7.2 Cada palpador tendrá marcada de forma clara y visible la siguiente información:
- 7.2.1 Frecuencia nominal del transductor.
- 7.2.2 Diámetro nominal del transductor.
- 7.2.3 Modelo.
- 7.2.4 Número de Serial.
- 7.3 Los transductores listados en el Anexo No.3 de este procedimiento son transductores aprobados para efectuar las inspecciones, pero no se limita a ellos, siempre y cuando se cumplan los requisitos de la sección 7 de este procedimiento.
- 7.4 La temperatura mínima permisible para estos palpadores es de 5°C y la máxima de 50°C. Este procedimiento y las prácticas del entrenamiento no contemplan trabajos con temperaturas fuera de estos rangos.

## 8. Requisitos de los transductores de haz angular

- 8.1 Las características y dimensiones del área efectiva del transductor (cristal) pueden variar según los requisitos de la inspección, pero deben corresponder a los siguientes parámetros:
- 8.1.1 Ser integrales o de zapata desmontable.
  - 8.1.2 Cuando la inspección sea conforme a los requisitos de AWS D1.1 y para estructuras diferentes a las tubulares, los palpadores cumplirán con los siguientes requisitos:
    - 8.1.2.1 **Frecuencia – Siguiendo AWS D1.1.** La frecuencia del transductor debe de ser de 2MHz como mínimo y de 10 MHz como máximo.
    - 8.1.2.2 **Forma y Dimensión– Siguiendo AWS D1.1.** El cristal piezoeléctrico del palpador debe ser de forma circular, cuadrada o rectangular. Entre 16 y 25mm de altura y 16 y 21mm de ancho. Sin embargo, la relación máxima entre altura y ancho puede variar entre 1:1 hasta 1,2:1, excepto en el caso de los palpadores con transductores rectangulares de 12mm de altura por 25mm de ancho.
  - 8.1.3 Para las inspecciones bajo los requisitos de otros documentos, la frecuencia y dimensión de los transductores puede variar según las necesidades del trabajo.
  - 8.1.4 **Zapatas.** Las zapatas deben permitir la formación de ángulos de refracción de 70°, 60° y 45° en acero, con una tolerancia máxima de  $\pm 2^\circ$  de desviación en el ángulo de refracción. En el caso de la inspección de cordones de soldadura la selección del ángulo deberá seguir el punto 17 de este procedimiento.
- 8.2 Cada palpador o zapata tendrá marcada de forma clara y visible la siguiente información:
- 8.2.1 Frecuencia nominal.
  - 8.2.2 Ángulo nominal de refracción.
  - 8.2.3 Punto de salida del haz (Índex Point).
  - 8.2.4 Material de la zapata.
- 8.3 La zapata de los transductores deberá estar en buenas condiciones y presentar solo las reflexiones internas permisibles.

- 8.4 Los transductores listados en el Anexo No.4 de este procedimiento son transductores aprobados para efectuar las inspecciones, pero no se limita a ellos, siempre y cuando se cumplan los requisitos de la sección 8 de este procedimiento.

## **9. Requisitos de los cables coaxiales**

- 9.1 Los cables coaxiales deben estar en buenas condiciones y hacer un buen contacto eléctrico entre el transductor y el equipo de ultrasonido.
- 9.2 La longitud del cable puede variar entre 1,5 y 3 metros.
- 9.3 Los cables a emplearse poseerán conexiones adecuadas al equipo y los transductores; en caso contrario se pueden emplear adaptadores.

## **10. Acoplantes**

- 10.1 Excepto que se indique explícitamente en la práctica, solo se permitirá el empleo de los siguientes acoplantes: gel acoplante para ultrasonido, agua, glicerina y grasa azul diluida con aceite.
- 10.2 Se debe emplear el mismo acoplante para calibrar y ajustar el instrumento que para efectuar la inspección.
- 10.3 En caso de cambiar de acoplante durante la inspección, se comprobará toda la calibración original de todo el sistema de inspección.

## **11. Bloques de Calibración y de Referencia**

- 11.1 El bloque del Instituto Nacional de Soldadura (IIW) y el bloque de pasos deben ser los bloques básicos para la calibración en distancia.
- 11.2 Excepto que se indique otro bloque, el bloque IIW, versión 1 o 2, y el bloque de pasos serán los bloques de calibración a emplearse en las calibraciones con haz angular y haz longitudinal cristal sencillo.
- 11.3 Excepto que se indique otro bloque, el bloque IIW, versión 1 o 2, y el bloque de pasos serán los bloques de calibración a emplearse para calibraciones con palpador de doble cristal.
- 11.4 Para la calibración de palpadores de haz angular, no se permite el empleo de esquinas del material como punto de calibración.



- 11.5 La diferencia de temperatura entre el bloque de calibración y de la pieza a inspeccionar no debe ser mayor a 10°C.
- 11.6 El juego de bloques de Distancia/Amplitud con agujero de fondo plano de 5/64” de diámetro será empleado para el trazo de la curva de Corrección Distancia Amplitud (DAC) o la línea de Amplitud de Referencia (ARL) para palpadores de haz recto.
- 11.7 El bloque básico de calibración de ASME será empleado para el trazo de la curva DAC o la ARL para palpadores de haz angular.

## 12. Operaciones previas a la calibración

- 12.1 Antes de iniciar una práctica se recomienda revisar el manual de operación del equipo de ultrasonido implementado y repasar las funciones de cada uno de los controles de operación.
- 12.2 Observar el tipo de conectores del equipo de ultrasonido y del palpador para la selección adecuada del cable coaxial a ser empleado.
- 12.3 Verificar que todos los controles del equipo estén en la posición de cero, en el valor mínimo, en la posición de apagado o totalmente girados a la izquierda, antes de operar el instrumento.
- 12.4 Conectar el cable coaxial al transductor; si este viene con el cable integrado pasar a 12.5.
- 12.5 Conectar el cable coaxial al equipo. La conexión en la terminal T (transmisión) debe ser para el cristal emisor (esto se distingue en algunas marcas comerciales porque la identificación del cristal está en esta conexión). La terminal R (receptor) debe ir conectada al cristal receptor.
- 12.6 Seleccionar la función adecuada para el tipo de transductor a emplear. La mayoría de los equipos poseen una sección para seleccionar el tipo de transductor utilizado. De manera general se presenta la siguiente tabla la selección de este ajuste.

TIPO DE OPERACIÓN	POSICIÓN DEL SELECTOR
Cristal sencillo en modo de pulso-eco	Normal, sencillo o T/R



Doble cristal	Dual
Haz angular	Normal, sencillo o T/R

- 12.7 Localizar el control de encendido y proceder a prender el equipo. Verificar el nivel de batería y en caso de que sea necesario y dependiendo del lapso de tiempo que se vaya a implementar el equipo conectarlo a una fuente externa.
- 12.8 Una vez que el instrumento se haya encendido y se observe el trazo de la línea de tiempo base, se deberá garantizar que el enfoque de esta línea es la adecuada. En caso contrario proceder a enfocarla o cambiar los colores para generar el contraste adecuado.
- 12.9 Posicionar el control de frecuencia de acuerdo a la marcada en el cuerpo del transductor.
- 12.10 Para todas las calibraciones y durante la inspección empleando los transductores de haz recto y haz angular, la función de rechazo (reject) debe estar apagada, ya que puede alterar la linealidad del instrumento e invalidar los resultados de las pruebas.
- 12.11 La calibración de distancia y de sensibilidad se efectuará justo antes de efectuar la inspección y en el lugar mismo donde ésta ocurra.

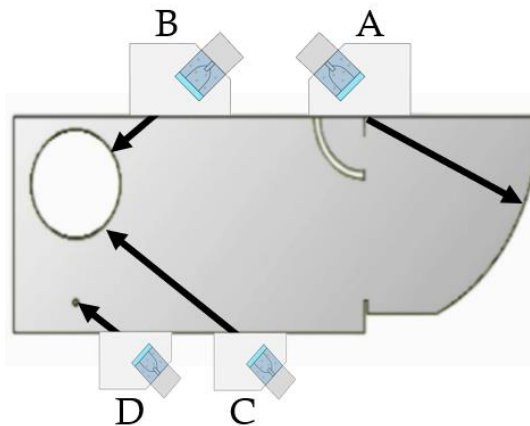
## 13. Calibración del Sistema de Inspección

### 13.1 Calibración con palpadores de haz angular.

- 13.1.1 Para el ajuste de la distancia debe procurarse emplear como mínimo 20% y como máximo 80% de la escala horizontal. La razón de lo anterior es evitar errores de medición por aberraciones de la curvatura de la pantalla.
- 13.1.2 Excepto que se indique otra forma, la calibración de la escala horizontal debe efectuarse con un espesor mínimo y uno máximo.
- 13.1.3 Se debe procurar que los puntos de calibración máximo y mínimo comprendan la distancia angular recorrida por el haz que se vaya a necesitar.

### 13.1.4 Verificación del Punto de Salida y Ángulo de Zapata

Aplicar acoplante sobre el bloque IIW y colocar el transductor en la posición A, como se muestra en la figura 3.



**Figura 3.** Bloque IIW con las posiciones del transductor de haz angular.

Ajustar el rango del equipo y velocidad para que la reflexión generada aparezca en pantalla cerca del valor de 100 mm. Se puede implementar un rango de 125mm y una velocidad de 3200m/s.

Mover suavemente el transductor hacia atrás o hacia adelante, hasta obtener la máxima amplitud de la indicación sobre la pantalla, sin incrementar la ganancia.

Ajustar con el control de ganancia hasta obtener una amplitud de aproximadamente el 80%.

Una vez obtenida la máxima amplitud, sin mover el transductor, observar si la marca en la zapata del punto de salida del haz coincide con la marca de cero grabada en el bloque. En caso de no coincidir, se debe remarcar la zapata con un marcador o un bolígrafo en el punto que coincida con la marca de cero. Colocar a ambos costados de la zapata cinta adhesiva y marcar sobre este.

Posteriormente se deberá verificar el ángulo de la zapata. Para ello, se debe colocar el transductor, previa aplicación del acoplante, por encima de la escala que mejor corresponda (posición B o C de la figura 3) con el ángulo marcado en la zapata, dirigiéndolo hacia el inserto de plástico. Mover suavemente el transductor hacia adelante o hacia atrás hasta obtener la máxima amplitud de la indicación sobre la pantalla.

Una vez obtenida la máxima amplitud, sin mover el transductor, observar el valor en grados que se ha obtenido en el lugar donde coinciden el punto de salida determinado

anteriormente y la escala del bloque. En caso de que el ángulo obtenido no coincida con el marcado en la zapata, registrar este nuevo valor. En caso de que el detector de falla tenga una función de auto verificación del ángulo se puede utilizar dicha herramienta registrando el valor obtenido.

### **13.1.5 Calibración velocidad ultrasónica en equipo de defectología angular**

Colocar el transductor en la posición A, como se indica en la figura 3, haciendo coincidir el punto de salida del haz con el centro de radio de curvatura de 4" (100 mm) marcado en el bloque.

Ajustar convenientemente los controles de longitud de barrido o función equivalente en instrumentos digitales, y el de ganancia para poder observar en la pantalla dos indicaciones.

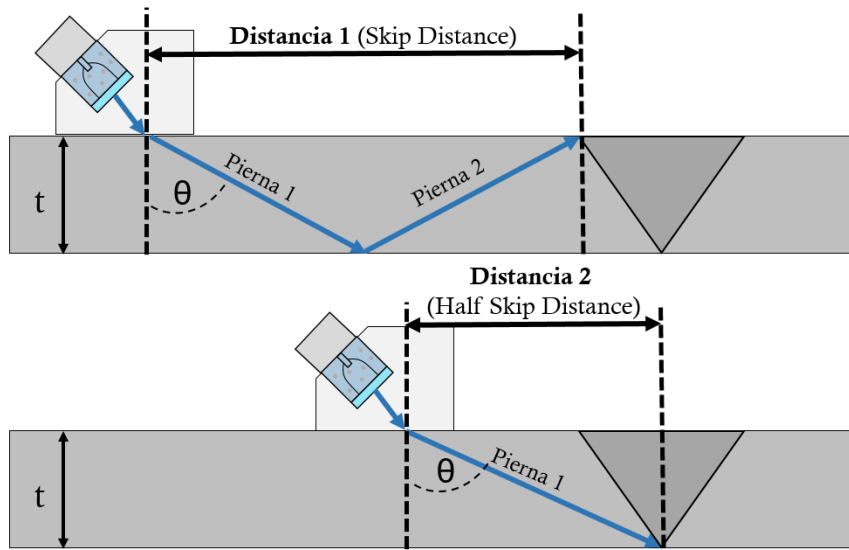
Haciendo uso del retraso del transductor y de la velocidad, ajustar los valores hasta colocar la primera indicación a un valor de 100mm (solamente ajustando el retraso del transductor) y posteriormente colocar la segunda indicación a un valor de 200mm (solamente ajustando la velocidad). Estos pasos se deberán repetir hasta que ambas indicaciones en pantalla muestren simultáneamente los valores de 100mm y 200mm, realizando así una calibración manual. En caso de que el equipo tenga la opción de auto calibración será conveniente utilizarlo y registrar los valores obtenidos de velocidad y retraso del transductor.

### **13.1.6 Calibración del Rango de Barrido**

En función de la pieza a inspeccionar y de los pasos a implementar para la inspección se deberá seleccionar el rango adecuado para la inspección.

Para esto se debe implementar el bloque de referencia basado en el punto 5.4.2, se deberá ajustar adecuadamente la velocidad en función de las indicaciones conocidas y el material.

Una vez ajustado estas variables se deberá establecer el rango adecuado en función del cordón de soldadura a inspeccionar. De manera básica se debe establecer la Distancia 1 (Skip Distance) y la Distancia 2 (Half Skip Distance). Para esto evaluemos la siguiente imagen:



**Figura 4.** Recorrido sónico para la determinación del rango.

Los cálculos se realizan haciendo uso de las siguientes formulas:

$$\text{Distancia 1} = 2t \times \tan \theta$$

$$\text{Pierna 1} + \text{Pierna 2} = V - \text{Path}$$

$$V - \text{Path} = \frac{2t}{\cos \theta}$$

Una vez calculados los valores claves se procede a determinar un rango adecuado para la aplicación. Recordando que el V-Path será el recorrido sonoro mínimo que debe ser visible en dicho rango.

### 13.2 Calibración empleando haz recto, cristal sencillo.

- 13.2.1 Para el ajuste de la distancia debe procurarse emplear como mínimo 20% y como máximo 80% de la escala horizontal. La razón de lo anterior es evitar errores de medición por aberraciones de la curvatura de la pantalla.
- 13.2.2 Excepto que se especifique de otra manera, la calibración de la escala horizontal se debe efectuar basándose en dos puntos. Un punto de espesor mínimo y uno máximo.
- 13.2.3 Se debe procurar que el punto de espesor máximo y mínimo de calibración comprendan al espesor que se desea medir.



13.2.4 El ajuste de la escala horizontal debe efectuarse de tal forma que la longitud total calibrada en la pantalla presente al menos una vez el espesor total del material a inspeccionar, tomando en cuenta lo indicado en los párrafos 13.2.1 y 13.2.3.

13.2.5 Calibración velocidad ultrasónica en equipo de defectología longitudinal

Colocar el transductor en el espesor de 25,4mm del bloque IIW y posteriormente ajuste convenientemente los controles de longitud de barrido o función equivalente en instrumentos digitales, y el de ganancia para poder observar en la pantalla dos indicaciones.

Haciendo uso del retraso del transductor y de la velocidad, ajustar los valores hasta colocar la primera indicación a un valor de 25,4 mm (solamente ajustando el retraso del transductor) y posteriormente colocar la segunda indicación a un valor de 50,8 mm (solamente ajustando la velocidad). Estos pasos se deberán repetir hasta que ambas indicaciones en pantalla muestren simultáneamente los valores de 25,4mm y 50,8mm. Con esto se está realizando una calibración manual. En caso de que el equipo tenga la opción de auto calibración será conveniente utilizarlo y registrar los valores obtenidos de velocidad y retraso del transductor.

Según sea conveniente o el procedimiento de la práctica lo exija los puntos de calibración pueden variar.

### 13.3 Calibración de transductores de doble cristal.

13.3.1 Es conveniente recordar que estos palpadores tienen un límite máximo y mínimo de medición el cual no deberá ser excedido.

13.3.2 Para el ajuste de la distancia debe procurarse emplear como mínimo 20% y como máximo 80% de la escala horizontal. La razón de lo anterior es evitar errores de medición por aberraciones de la curvatura de la pantalla.

13.3.3 Para la calibración de este tipo de palpador, debe emplearse el bloque de pasos y el IIW en caso necesario.

13.3.4 Los espesores del bloque de calibración para ajustar la escala horizontal de la pantalla se escogerán a partir de la tabla que se encuentra a continuación.

ESPESOR DEL MATERIAL A INSPECCIONAR	ESPESORES DE CALIBRACIÓN DEL BLOQUE	
	Mínimo	Máximo
Hasta 6mm (1")	2,5mm (0,1")	7,5mm (0,3")
6 a 12mm (0,25 a 5")	2,5mm (0,1")	19mm (0,75")
12 a 19mm (0,5 a 0,75")	10mm (0,4")	25mm (1")

25 a 50mm (1 a 2")	19mm (0,75")	50mm (2")
--------------------	--------------	-----------

13.3.5 Los valores de la tabla son solo recomendaciones y se debe procurar que los puntos de calibración comprendan al espesor que se desea medir.

13.3.6 Para la medición de espesor, se permite el empleo del control de rechazo en el valor mínimo necesario, para que la señal sea clara y el punto de inflexión también sea claro y bien definido.

13.3.7 Calibración velocidad ultrasónica en equipo de defectología longitudinal

Se deberán seleccionar dos escalones del bloque de 5 pasos o similar para la calibración. La selección de los espesores debe ser acorde al espesor a inspeccionar.

Los equipos de medición de espesores que no tienen imagen tipo A suelen tener un procedimiento de calibración automático que varía de modelo a modelo, por lo tanto, se deberá buscar dicho procedimiento y aplicarlo. En el caso de que se implemente un equipo de defectología para medición de espesores el procedimiento de calibración de la velocidad ultrasónica se remite al punto 13.2.5 pero haciendo uso de los espesores adecuado para este caso.

## 14. Ajuste de la Sensibilidad (General)

14.1 El ajuste de la sensibilidad o amplitud de la señal (escala vertical de la pantalla EVP) determina el nivel de amplificación que debe suministrarse al sistema para ajustar a un valor establecido una indicación generada por un reflector de referencia con dimensiones, ubicación y forma conocidas de un bloque de referencia, o de reflexión de pared posterior de una zona sana del material a inspeccionar. La amplificación se mide por la ganancia del equipo, siendo su unidad los decibeles (dB).

14.2 La selección de la técnica para el ajuste de la sensibilidad dependerá de lo que se indique en la práctica, la hoja de instrucción, en la norma o el código que se aplique para efectuar la inspección.

14.3 Para el ajuste de sensibilidad de transductores de haz recto, se recomiendan las técnicas de reflexión de pared posterior, de reflectores de fondo plano y de reflectores laterales.

14.4 Para el ajuste de la sensibilidad de transductores de haz angular se recomiendan las técnicas de reflectores laterales, de ranuras y de muescas.

#### **14.5 Ajuste de sensibilidad empleando la reflexión de pared posterior**

- 14.5.1 La técnica de ajuste de sensibilidad empleando la pared posterior se recomienda para la inspección de piezas conformadas (laminados y forjados) que preferentemente presenten superficies paralelas y que se inspeccionaran empleando el haz recto.
- 14.5.2 El ajuste de la sensibilidad empleando el reflejo de pared posterior debe efectuarse colocando el palpador sobre la superficie del material a inspeccionar, en un lugar libre de posibles indicaciones y aumentar la ganancia hasta que la indicación de la primera reflexión de la pared posterior tenga una amplitud nominal constante comprendida entre el 60 y 80% del total de la EVP.

#### **14.6 Ajuste de la sensibilidad empleando muescas o ranuras.**

- 14.6.1 La técnica de ajuste empleando muescas o ranuras es recomendada por algunas especificaciones de ASTM y por ASME y es muy útil cuando se deben evaluar indicaciones cercanas a las paredes, empleando haz angular.
- 14.6.2 El ajuste de la sensibilidad empleando muescas, debe efectuarse colocando el transductor sobre la superficie del bloque de referencia y se aumenta la ganancia hasta que la indicación de la reflexión de la muesca (superior o inferior) tenga una amplitud entre el 60 y 80% del total de la EVP.

#### **14.7 Ajuste de la sensibilidad empleando agujeros de fondo plano.**

- 14.7.1 La técnica de ajustes empleando muescas o ranuras es recomendada por algunas especificaciones de ASTM y por ASME y es muy útil cuando se debe evaluar la dimensión del área reflectora con el haz recto.
- 14.7.2 El ajuste de la sensibilidad se realiza con al menos tres bloques del juego distancia/amplitud que tengan espesores comprendidos dentro del de la pieza a examinar. Con las amplitudes de cada una de las indicaciones se procede a generar la curva de corrección de distancia-amplitud (DAC).

#### **14.8 Ajuste de la sensibilidad empleando los reflectores laterales.**

- 14.8.1 La técnica de ajustes empleando muescas o ranuras es recomendada por algunas especificaciones de ASTM y por ASME y es muy útil cuando se deben



evaluar discontinuidades empleando el haz angular y en algunos casos el haz recto.

- 14.8.2 El ajuste de la sensibilidad se realiza con la ayuda de un bloque de calibración, que puede ser el bloque básico de ASME. Debe efectuarse colocando el palpador sobre la superficie del bloque de referencia. A continuación, se aumenta la ganancia hasta que la indicación generada por el reflector tenga una amplitud entre el 70 y 80% del total de la EVP.

Posteriormente, sin modificar la ganancia se observa la amplitud de las indicaciones de los otros dos reflectores, marcando su altura en pantalla. Al unirse los puntos se obtiene la curva de corrección distancia-amplitud.

- 14.8.3 Para el ajuste de la sensibilidad según AWS D1.1, se debe emplear el bloque IIW 1 o 2 y debe colocarse el palpador sobre la superficie del bloque dirigiendo el haz hacia el reflector lateral de 1,5mm (0,060"); la ganancia se incrementa hasta que la indicación del reflector tiene una amplitud determinada entre el rango del 60 y 80% de la EVP.

- 14.9 Cuando el instrumento tenga la opción de Corrección de Distancia Amplitud electrónica, la calibración debe efectuarse con al menos dos referencias y se debe ajustar la amplitud de la indicación a una altura nominal constante comprendida entre el 60 y 80% de la EVP.

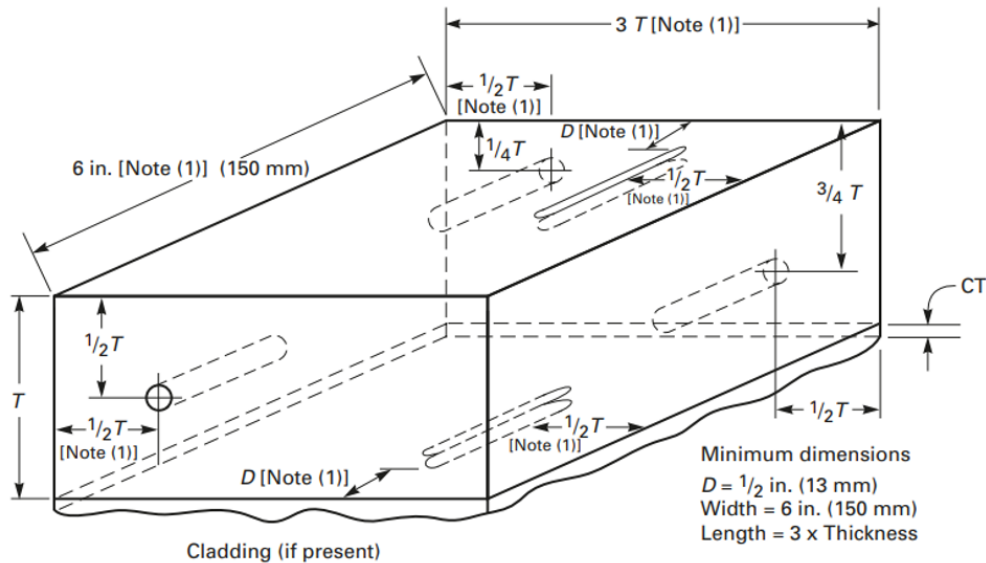
- 14.10 Una vez terminado el ajuste del instrumento y comprobada su sensibilidad, solo se permite modificar la ganancia. La modificación de cualquier otra función puede ocasionar que sea indispensable verificar nuevamente las calibraciones del instrumento.

#### **14.11 Ajuste de la sensibilidad empleando el bloque T-434.2.1 de ASME Sección V.**

- 14.11.1 La calibración de la sensibilidad utilizando el bloque T-434.2.1 se basará en la realización de una curva DAC.

- 14.11.2 El bloque T-434.2.1 debe cumplir las especificaciones presentadas en la figura a continuación.

**Figure T-434.2.1**  
**Nonpiping Calibration Blocks**



Weld Thickness ( $t$ ), in. (mm)	Calibration Block Thickness ( $T$ ), in. (mm)	Hole Diameter, in. (mm)
Up to 1 (25)	$\frac{3}{4}$ (19) or $t$	$\frac{3}{32}$ (2.5)
Over 1 (25) through 2 (50)	$1\frac{1}{2}$ (38) or $t$	$\frac{1}{8}$ (3)
Over 2 (50) through 4 (100)	3 (75) or $t$	$\frac{3}{16}$ (5)
Over 4 (100)	$t \pm 1$ (25)	[Note (2)]

- 14.11.3 El bloque debe cumplir las dimensiones en función del espesor de cordón de soldadura a inspeccionar.
- 14.11.4 En el caso del uso del bloque T-434.2.1 se deben implementar al menos tres referencias para elaborar la curva DAC.

## 15. Verificación de la Calibración

- 15.1 La calibración de distancia y de sensibilidad debe ser comprobada empleando el mismo bloque de calibración y/o de referencia usado(s) en la calibración inicial. Esta calibración debe ser efectuada cuando suceda alguna de las siguientes condiciones:

- 15.1.1 Haya concluido cada inspección.
- 15.1.2 Haya transcurrido un lapso máximo de 30 minutos de inspección.
- 15.1.3 Se efectúe un cambio de operador.
- 15.1.4 Se cambie el palpador o el cable.
- 15.1.5 Se cambien las baterías.



15.1.6 Se sospeche de un mal funcionamiento o anomalía del sistema de inspección.

## 16. Requisitos de exploración y de barrido

16.1 La superficie de barrido deberá estar libre de pintura, cascarilla, óxido y cualquier otro material extraño o irregularidad que pueda afectar la transmisión del sonido en la pieza, que impida el libre movimiento del transductor o que cause errores en la interpretación y evaluación de las indicaciones.

16.2 Excepto que se especifique otra condición, la rugosidad superficial máxima permisible no deberá exceder de 12,5  $\mu\text{m}$  (500rms) para superficies granalladas y 6,3  $\mu\text{m}$  (250rms) para superficies desbastadas o esmeriladas.

16.3 La velocidad de desplazamiento del transductor no debe ser superior a 150mm/s. Al menos que exista una instrucción que diga lo contrario.

16.4 Durante la inspección o barrido, la ganancia debe incrementarse en 6 o 12 dB por arriba del nivel de referencia de la sensibilidad, para facilitar la detección de posibles discontinuidades. Estos dB adicionales se restarán cuando se inicie la evaluación de las indicaciones.

16.5 Cobertura de exploración.

16.5.1 La cobertura al examinar un volumen o zona de interés dependerá de la relación del tamaño de discontinuidad que se espera encontrar y la magnitud de la sección transversal del haz ultrasónico que se esté empleando. Con base en esto las discontinuidades se clasifican en mayores y menores.

### 16.5.2 Condiciones de barrido para la detección de laminaciones (discontinuidades mayores), empleando haz longitudinal.

16.5.2.1 Barrido corrido en líneas perpendiculares en una cuadrícula de 2" x 2".

16.5.2.2 Barrido continuo a través de líneas paralelas trazadas perpendicularmente al eje mayor de la placa, con una separación no mayor a 1 1/2".

16.5.2.3 Barrido continuo a través de líneas paralelas trazadas paralelamente al eje mayor de la placa, con una separación no mayor a 1".



**16.5.3 Para la medición de espesores de pared empleando un palpador de doble cristal**

- 16.5.3.1 Las lecturas deben ser tomadas en los puntos de intersección de un cuadrículado de 2" x 2".

**16.5.4 Condiciones de barrido para la detección de discontinuidades menores empleando palpadores de haz longitudinal y/o doble cristal.**

- 16.5.4.1 Exploración 100% de la pieza o área de interés con barrido continuo y movimiento espiral del palpador.
- 16.5.4.2 Para piezas rectangulares, barrer dos caras a 90° una con respecto a la otra, cuando ambas caras sean accesibles.
- 16.5.4.3 Para piezas cilíndricas, la exploración debe ser axial y radial.
- 16.5.4.4 El traspale mínimo en cada paso del palpador debe ser del 10% del área del elemento activo (transductor) perpendicular a la dirección del barrido.

**16.5.5 Condiciones de barrido en la examinación de una unión soldada empleando haz angular.**

- 16.5.5.1 Delimitar la zona de barrido a ambos lados del cordón sobre la superficie sobre la cual se llevará a cabo la exploración.
- 16.5.5.2 Inicialmente la exploración de la soldadura es llevada a cabo dirigiendo el haz de manera perpendicular al eje de la soldadura y posteriormente a lo largo de líneas paralelas e inclinando el haz ligeramente hacia la soldadura con un ángulo aproximado de 15°.
- 16.5.5.3 Siempre que sea posible se debe efectuar un mínimo de seis barridos con haz angular para la examinación de soldaduras a tope.
- 16.5.5.4 Antes de iniciar la exploración con el haz angular, es necesario efectuar una exploración del 100%, empleando haz longitudinal sobre el material base con una cobertura desde el límite lejano de las zonas de barrido hasta el borde de la soldadura; esto es con la finalidad de registrar cualquier indicación que pudiera interferir la inspección con haz angular.

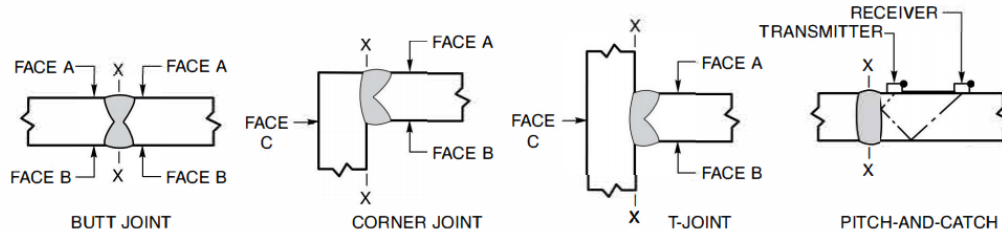
16.5.5.5 Los movimientos del palpador de haz angular se muestran esquemáticamente en el Anexo No.7.

## 17. Directrices para la inspección de cordones de soldadura

17.1 Es importante que la selección del ángulo de la zapata cumpla las especificaciones planteadas en la tabla 8.7 presentada a continuación.

**Table 8.7  
Testing Angle (see 8.25)**

Application	Procedure Chart																	
	Material Thickness, in [mm]																	
	5/16 [8] to 1-1/2 [38]	> 1-1/2 [38] to 1-3/4 [45]	> 1-3/4 [45] to 2-1/2 [65]	> 2-1/2 [65] to 3-1/2 [90]	> 3-1/2 [90] to 4-1/2 [110]	> 4-1/2 [110] to 5 [130]	> 5 [130] to 6-1/2 [160]	> 6-1/2 [160] to 7 [180]	> 7 [180] to 8 [200]									
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
Butt Joint	I	O	I	F	IG or 4	F	IG or 5	F	6 or 7	F	8 or 10	F	9 or 11	F	12 or 13	F	12	F
T-Joint	I	O	I	F or XF	4	F or XF	5	F or XF	7	F or XF	10	F or XF	11	F or XF	13	F or XF	—	—
Corner Joint	I	O	I	F or XF	IG or 4	F or XF	IG or 5	F or XF	6 or 7	F or XF	8 or 10	F or XF	9 or 11	F or XF	13 or 14	F or XF	—	—
ESW/EGW Welds	I	O	I	O	IG or 4	1**	IG or 5	P1 or P3	6 or 7	P3	11 or 15	11 or 15	11 or 15	P3	11 or 15	P3	11 or 15**	P3



Procedure Legend

No.	Area of Weld Thickness		
	Top Quarter	Middle Half	Bottom Quarter
1	70°	70°	70°
2	60°	60°	60°
3	45°	45°	45°
4	60°	70°	70°
5	45°	70°	70°
6	70° G Face A	70°	60°
7	60° Face B	70°	60°
8	70° G Face A	60°	60°
9	70° G Face A	60°	45°
10	60° Face B	60°	60°

## 18. Caracterización y Evaluación de Indicaciones



18.1 Cada discontinuidad debe ser caracterizada bajo los términos indicados en el punto 18.3.

## 18.2 Definiciones.

18.2.1 **Indicación puntual:** Una indicación es llamada puntual si el umbral de atenuación es alcanzado en cualquier dirección para un desplazamiento máximo igual al diámetro del transductor.

18.2.2 **Discontinuidad Lineal:** Una discontinuidad es considerada lineal si su tamaño menor (ancho) es considerado puntual de acuerdo a la definición del párrafo 17.2.1.

18.2.3 **Discontinuidad volumétrica:** Es aquella que presenta una superficie (área dentro de un contorno) y un desarrollo en profundidad.

18.2.4 **Discontinuidad aislada:** Si la discontinuidad más cercana está localizada a una distancia mayor a 40mm en cualquier dirección.

18.2.5 **Discontinuidades acumuladas:** Si dos discontinuidades adyacentes están localizadas a una distancia menor a 40mm, pero con menos de cinco discontinuidades contenidas en un volumen cubico de 50mm por lado.

18.2.6 **Discontinuidades agrupadas:** Si cinco o más discontinuidades son encontradas en un volumen cubico de 50mm por lado.

18.2.7 **Indicación viajera:** Es aquella cuya inflexión se desplaza sobre la línea de barrido una distancia equivalente a 1" o más de profundidad, por el movimiento del palpador sobre la superficie de barrido.

18.3 Para piezas con espesor menor a 50mm, el volumen cubico de 50mm por lado es sustituido por el volumen determinado por una superficie de 50 x 50mm y por el espesor de la pieza.

## 18.4 Evaluación de indicaciones basada en la reflexión de pared posterior, para discontinuidades mayores.

18.4.1 La determinación de la magnitud del área reflectante de una discontinuidad mayor se efectúa por medio de una exploración dinámica y aplicando la técnica de caída de los 6 dB.

18.4.2 Para el caso concreto de evaluación de sanidad de placas de laminación de acero empleando haz longitudinal, un área con discontinuidad debe considerarse inaceptable si:



- 18.4.2.1 Cualquier indicación de discontinuidad provoca pérdida total de reflexión de pared posterior, y
  - 18.4.2.2 La magnitud de la discontinuidad proyectada sobre la superficie de barrido no puede estar contenida dentro de un círculo cuyo diámetro sea de 3" o de la mitad del espesor de la placa, lo que sea mayor.
- 18.5 Evaluación de las indicaciones, basada en la respuesta de un reflector de referencia para discontinuidades menores.**
- 18.5.1 Si la curva DAC de trazo convencional es empleada, la amplitud máxima obtenida de la indicación de discontinuidad debe ser comparada con la de la curva.
  - 18.5.2 Si la curva DAC electrónica es empleada, la amplitud máxima obtenida de la indicación de la discontinuidad debe ser comparada con la línea de amplitud de referencia (ARL).
  - 18.5.3 Una indicación de discontinuidad es inaceptable si su amplitud iguala o supera la curva DAC o a la ARL.
  - 18.5.4 Para la evaluación de una discontinuidad lineal, el palpador es desplazado paralelamente a la orientación de la discontinuidad. Las dos posiciones que estén más distantes a partir de la localización inicial del palpador y en las que la amplitud de la indicación decrezca al 50% (-6dB), determinaran la magnitud de la discontinuidad en esta dirección.
  - 18.5.5 La significancia de una indicación de discontinuidad debe ser expresada como un porcentaje o una equivalencia de la amplitud correspondiente de la curva DAC o de la ARL.
  - 18.5.6 La evaluación de las indicaciones de discontinuidad en uniones soldadas de acuerdo al código ASME SECCIÓN V, debe hacerse tal como se indica en la Práctica No. 5.
  - 18.5.7 La evaluación de las indicaciones de discontinuidad en uniones soldadas de acuerdo al código ANSI/AWS D1.1, debe hacerse tal como se indica en la Práctica No. 6.

## 18.6 Evaluación de discontinuidades en juntas de tuberías no tubulares que están sujetas a cargas estáticas o de juntas tubulares que están sujetas a cargas estáticas o cíclicas.

18.6.1 Para la evaluación mediante este criterio hay que basarse en la tabla presentada a continuación.

**Figure 8.1—Discontinuity Acceptance Criteria for Statically Loaded Nontubular and Statically or Cyclically Loaded Tubular Connections (see 8.12.1 and 10.25.2 for tubulars)**

**KEY FOR FIGURE 8.1, CASES I, II, III, AND IV**

DISCONTINUITY A = ROUNDED OR ELONGATED DISCONTINUITY LOCATED IN WELD A

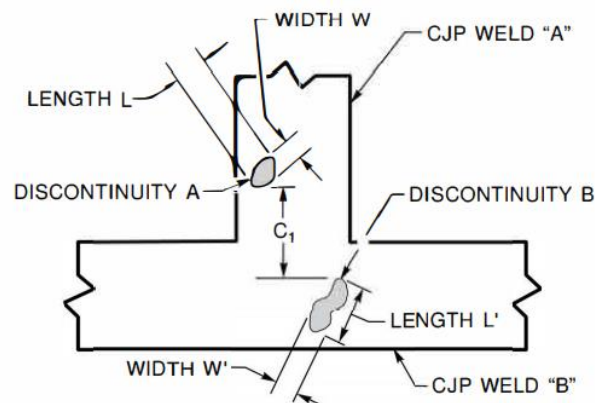
DISCONTINUITY B = ROUNDED OR ELONGATED DISCONTINUITY LOCATED IN WELD B

L AND W = LARGEST AND SMALLEST DIMENSIONS, RESPECTIVELY, OF DISCONTINUITY A

L' AND W' = LARGEST AND SMALLEST DIMENSIONS, RESPECTIVELY, OF DISCONTINUITY B

S = WELD SIZE

C<sub>1</sub> = SHORTEST DISTANCE PARALLEL TO THE WELD A AXIS, BETWEEN THE NEAREST DISCONTINUITY EDGES



**CASE I DISCONTINUITY LIMITATIONS<sup>a</sup>**

DISCONTINUITY DIMENSION	LIMITATIONS	CONDITIONS
L	$< \frac{S}{3}, \leq 1/4 \text{ in [6 mm]}$	$S \leq 2 \text{ in [50 mm]}$
	$\leq 3/8 \text{ in [10 mm]}$	$S > 2 \text{ in [50 mm]}$
C <sub>1</sub>	$\geq 3L$	(A) ONE DISCONTINUITY ROUNDED, THE OTHER ROUNDED OR ELONGATED <sup>a</sup> (B) $L \geq 3/32 \text{ in [2.5 mm]}$

<sup>a</sup> The elongated discontinuity may be located in either weld "A" or "B." For the purposes of this illustration the elongated discontinuity "B" was located in weld "B."

### Case I—Discontinuity at Weld Intersection



## 19. Umbral de Registro de Indicaciones

### 19.1 Indicaciones reportables para el método de evaluación basado en la curva DAC o ARL.

19.1.1 Cualquier indicación de discontinuidad que tenga una amplitud mayor o igual al 50% de la curva DAC o de la ARL, debe ser registrada y reportada.

19.1.2 Se deben registrar y reportar indicaciones dudosas o cuestionables que tengan una amplitud igual o mayor al 20% de DAC o ARL.

### 19.2 Indicaciones reportables para el método de evaluación basado en reflexión de pared posterior.

19.2.1 Indicaciones mayores o iguales al 10% del nivel de amplitud de referencia ajustado.

19.2.2 Indicaciones continuas sobre un mismo plano, sin importar su amplitud y que cubran un área mayor a dos veces el diámetro del transductor.

19.2.3 Indicaciones viajeras o agrupadas que alcancen una amplitud igual o mayor al 5% del nivel de amplitud de referencia ajustado.

19.2.4 Indicaciones que produzcan una reducción mayor al 20% de RPP.

### 19.3 Información que debe suministrarse a cada indicación de discontinuidad reproducible.

19.3.1 Máxima amplitud de la indicación expresada en porcentaje DAC, o ARL.

19.3.2 Profundidad de la discontinuidad a partir de la superficie de barrido.

19.3.3 La localización de la discontinuidad en un croquis de la pieza o material inspeccionado.

19.3.4 Longitud de la discontinuidad.

19.3.5 Tamaño equivalente de la discontinuidad.

19.3.6 Tipo de discontinuidad, de acuerdo en lo establecido en el artículo 17.2.

## 20. Limpieza posterior



- 20.1 Si no se especifica otra actividad, una vez concluido el examen, los residuos de acoplante se removerán de las superficies. Primero con un material absorbente seco y posteriormente, para concluir, se emplea un solvente y se frota la superficie con un material absorbente.

## 21. Reporte de Resultados

- 21.1 Los resultados de cada examen efectuado se registrarán en los formatos correspondientes, mostrados en el Anexo No. 8.
- 21.2 Información mínima que debe incluir el reporte de resultados:
- 21.2.1 Identificación de procedimiento de inspección empleado.
  - 21.2.2 Marca comercial, modelo y número de serie del equipo ultrasónico.
  - 21.2.3 Nombre y firma del inspector.
  - 21.2.4 Identificación de la pieza o soldadura examinada, indicando tipo de material y su proceso de fabricación.
  - 21.2.5 Croquis de la pieza o soldadura examinada.
  - 21.2.6 Superficie desde la cual se efectuó el examen.
  - 21.2.7 Mapeo de las discontinuidades encontradas iguales o mayores al umbral de registro.
  - 21.2.8 Fecha y hora del examen.
  - 21.2.9 Acoplante empleado.
  - 21.2.10 Identificación de los bloques empleados.
  - 21.2.11 Acabado superficial.
  - 21.2.12 Frecuencia implementada (MHz).

## Anexos

### Anexo 1 – Lista de equipos de ultrasonidos aprobados para las prácticas

La lista de equipos aprobados solamente representa los equipos que Grupo Testek ha implementado de manera satisfactoria en las prácticas. Esto no quiere decir que las prácticas se deben limitar a los equipos presentados en la tabla, aunque si deben cumplir los requerimientos mínimos establecidos en el procedimiento 02-02-03-PROCEDIMIENTO-UT.

A continuación, la lista,

Marca	Modelo	Imagen
General Electric	USM GO	
AJR NDT CO. LTD	AFD-860	
YUSHI	YUT2600	

### **Anexo 2 – Lista de transductores aprobados para las prácticas**

Verificar que los transductores cumplan los requerimientos de este procedimiento.

Por ahora no se cuenta con una lista específica.

### **Anexo 3 – Lista de transductores de dos cristales aprobados para las prácticas**

Verificar que los transductores cumplan los requerimientos de este procedimiento.

Por ahora no se cuenta con una lista específica.

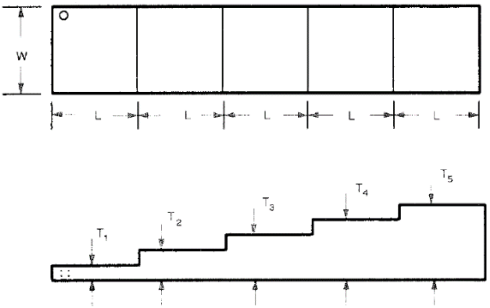


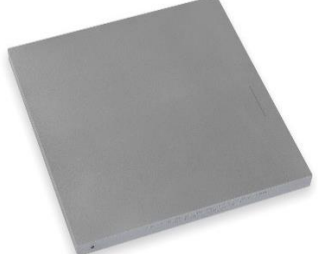
### **Anexo 4 – Lista de transductores angulares o zapatas aprobadas para las prácticas**

Verificar que los transductores cumplan los requerimientos de este procedimiento.

Por ahora no se cuenta con una lista específica.

### Anexo 5 – Lista de bloques de calibración aprobados para las prácticas

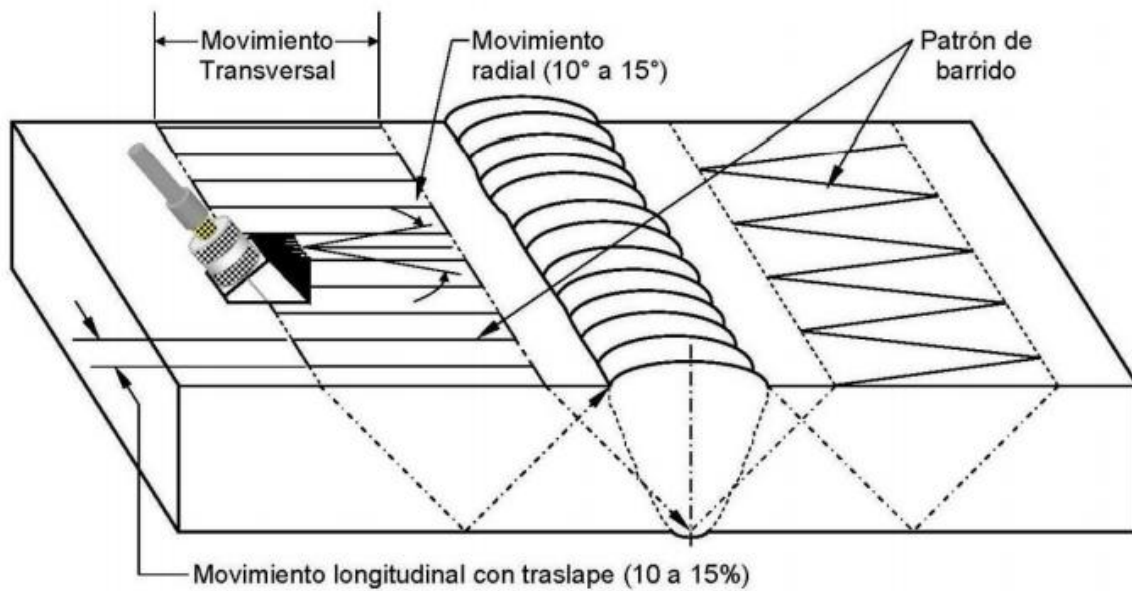
Los bloques de calibración aprobados para esta practicas se aprecian en la siguiente lista.

Nombre del Bloque	Especificación	Imagen
Bloque de 5 Pasos	N/A	
Bloque IIW	Tipo 1	
Bloque IIW	Tipo 2	
Bloque ASME Sección V Artículo 4 T-434.2.1	N/A	

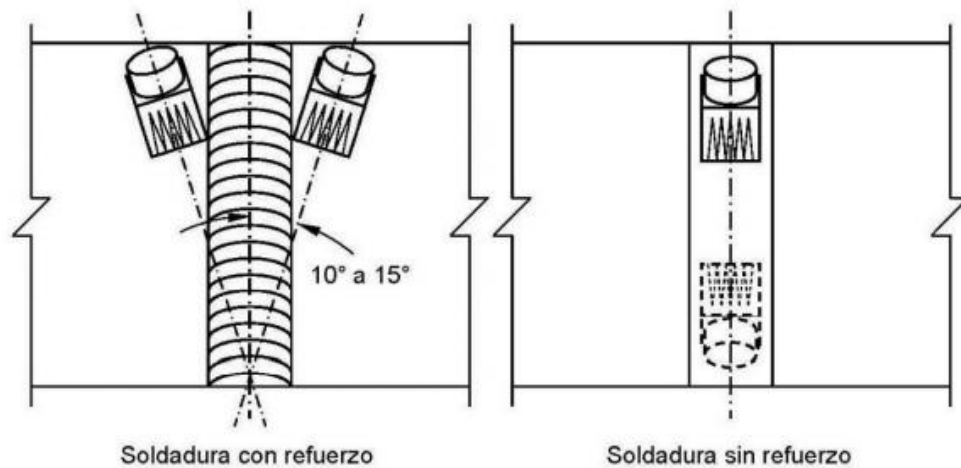
## **Anexo 6 – Procedimientos de barrido para los distintos tipos de unión**

Este anexo aún se encuentra en desarrollo.

## Anexo 7 – Movimientos del transductor de haz angular



**Patrones de barrido para detectar discontinuidades longitudinales**



**Patrones de barrido para detectar discontinuidades transversales**



## Anexo 8 – Formatos de Reporte de Inspección por Ultrasonido



### FORMATO DE REPORTE PARA LAS PRÁCTICAS UT

<b>Curso</b>	
<b>Practica</b>	
<b>Fecha</b>	
<b>Datos del Equipo</b>	
Marca	
Modelo	
Tamaño Transductor	
Frecuencia	
Angulo	
<b>Técnica de Inspección a Implementar</b>	
<b>Datos de la Calibración</b>	
Bloque de Calibración	
Procedimiento	
Criterio de Aceptación	DAC <input type="checkbox"/> AWS D1.1 <input type="checkbox"/> Pared Posterior <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> Especificar: _____
<b>Croquis de la Pieza a Inspeccionar</b>	

Formato de reporte para las prácticas de UT  
Primera Edición. Diciembre 2020

Material preparado por el Ing. Diego Enrique Gamarra Azacon ASNT Nivel III con apoyo de Grupo Testek.  
La réplica parcial o total de este documento queda terminantemente prohibida sin la aprobación escrita de Grupo Testek y Diego Gamarra.



FORMATO DE REPORTE PARA LAS PRÁCTICAS UT

En la siguiente tabla coloque todas las indicaciones encontradas en la inspección.

Tabla de Resultados											
#	Ubicación				AWS D1.1				Evaluación		Comentario
	Longitud	Profundidad	Coordenada X	Coordenada Y	Nivel de Indicación	Nivel de Referencia	Factor de Atenuación	Valor de Indicación	Aceptable	Rechazada	
1											
2											
3											
4											
5											
6											

Dibujar en el croquis todas las indicaciones encontradas, especificando cuales con aceptables y cuales son rechazables.

En caso de no utilizar el código AWS D1.1. dejar dicha sección en blanco.

Formato de reporte para las prácticas de UT  
 Primera Edición. Diciembre 2020  
 Material preparado por el Ing. Diego Enrique Gamarra Azacon ASNT Nivel III con apoyo de Grupo Testek.  
 La réplica parcial o total de este documento queda terminantemente prohibida sin la aprobación escrita de Grupo Testek y Diego Gamarra.