

CAPITULO SEIS: ANEXOS

VI

En este Capítulo se incluye la traducción (sin valor técnico) como material didáctico de algunos documentos de uso frecuente en la industria, así como un procedimiento típico de inspección por ultrasonido, como ejemplos de estos documentos de información.

Los documentos considerados son:

- El Artículo 4 de la Sección V del Código ASME para Recipientes a Presión y Calderas, Métodos de Inspección Ultrasónica para Soldaduras, Edición 2004, Julio de 2004;
- El Código AWS para Estructuras Soldadas de Acero, ANSI / AWS D1.1, Sección 6 – Inspección, Parte F – Inspección por Ultrasonido (UT) de Soldaduras de Ranura;
- Procedimiento para la Inspección Ultrasónica de Placas de Acero, Procedimiento No. LLOG-UT-005, Revisión Original

**CÓDIGO ASME PARA RECIPIENTES A PRESIÓN Y CALDERAS
SECCIÓN V, ARTÍCULO 4
MÉTODOS DE INSPECCIÓN ULTRASÓNICA PARA SOLDADURAS**

T-410 ALCANCE

Este Artículo proporciona o hace referencia a los requisitos para los exámenes de soldadura, los cuales son usados en la selección y desarrollo de procedimientos de examen ultrasónico cuando el examen de acuerdo con cualquier parte de este Artículo, es un requisito de una Sección de referencia del Código. Estos procedimientos serán los utilizados para el examen ultrasónico de soldaduras y para dimensionar las indicaciones por comparación con estándares de aceptación, cuando sea requerido por la Sección de referencia del Código; la Sección de referencia del Código debe ser consultada para requisitos específicos para lo siguiente:

- (a) Requisitos para la Calificación y / o Certificación del Personal.
- (b) Requisitos y / o demostración, calificación y aceptación del procedimiento.
- (c) Características del Sistema de Examen.
- (d) Retención y control de los bloques de calibración.
- (e) Extensión del examen y / o volumen a ser barrido.
- (f) Estándares de aceptación.
- (g) Retención de los registros.
- (h) Requisitos para los reportes.

Las definiciones de los términos utilizados en éste Artículo están contenidas en el Apéndice Obligatorio III del Artículo 5.

04 T-420 REQUISITOS GENERALES

Los requisitos de este Artículo deben ser utilizados junto con el Artículo 1, Requisitos Generales. Recurrir a T-451 para consideraciones especiales para materiales y soldaduras de grano grueso. Recurrir a T-452 para consideraciones especiales para técnicas de imagen computarizada.

T-421 Requisitos del Procedimiento Escrito

T-421.1 Requisitos. El examen ultrasónico debe efectuarse de acuerdo con un procedimiento escrito el cual debe, como mínimo, contener los requisitos en la lista de la Tabla T-421. El procedimiento escrito debe establecer un valor simple, o rango de valores, para cada requisito.

T-421.2 Calificación del Procedimiento. Cuando sea especificada la calificación del

procedimiento, el cambio de un requisito de la Tabla T-421, identificado como una *variable esencial*, en un valor especificado, o rango de valores, debe requerir recalificación del procedimiento escrito. Un cambio de un requisito identificado como una *variable no esencial*, en un valor especificado, o rango de valores, no requiere recalificación del procedimiento escrito. Todos los cambios de variables esenciales o no esenciales del valor, o rango de valores, especificado por el procedimiento escrito debe requerir revisión de, o una adenda a, el procedimiento escrito.

T-430 EQUIPO**T-431 Requisitos del Instrumento****04**

Debe ser utilizado un instrumento ultrasónico de tipo pulso eco. El instrumento debe ser capaz de operar a frecuencias sobre el rango de al menos 1 MHz a 5 MHz, y debe estar equipado con un control de ganancia de pasos, en unidades de 2.0 dB o menores. Si el instrumento tiene un control de amortiguamiento, este puede ser usado si no reduce la sensibilidad del examen. El control de rechazo debe estar en la posición de "apagado" para todos los exámenes, a menos que pueda demostrarse que no afecta la linealidad del examen.

El instrumento, cuando sea requerido por la técnica que está siendo utilizada, debe tener conexiones para transmitir y recibir, para la operación de palpadores duales o un palpador sencillo con transductores transmisor y receptor.

T-432 Palpadores

T-432.1 General. La frecuencia nominal debe ser de 1 MHz a 5 MHz, a menos que variables tales como la estructura de grano del material utilizado para la producción, requiera el uso de otras frecuencias para asegurar la penetración adecuada o para mejorar la resolución. Pueden ser usados palpadores con zapatas de contacto con contorno, para ayudar en el acoplamiento ultrasónico.

T-432.2 Recubrimiento—Palpadores para la Técnica Uno¹. Deben ser utilizados palpadores de doble elemento utilizando una técnica de emisor-receptor angulado. El ángulo incluido entre las trayectorias del haz debe ser tal que el punto focal efectivo del palpador se encuentre centrado en el área de interés.

TABLA T-421
REQUISITOS DE UN PROCEDIMIENTO PARA EL EXAMEN ULTRASÓNICO

REQUISITOS	VARIABLE ESENCIAL	VARIABLE NO ESENCIAL
Configuraciones de la soldadura que será examinada, incluyendo espesor, dimensiones y forma de producto del material base (tubería, placa, etc.)	X	
Las superficies desde las cuales debe ser efectuado el examen	X	
La técnica (haz recto, haz angular, contacto, inmersión)	X	
Ángulo(s) y modo(s) de propagación de onda en el material	X	
Tipo de palpador(es), frecuencia(s) y tamaño(s) y forma(s) del elemento	X	
Palpador(es) especial(es), zapatas, cuñas o líneas de retardo, cuando sean utilizadas	X	
Instrumento(s) ultrasónico(s)	X	
Calibración [bloque(s) y técnica(s) de calibración]	X	
Direcciones y extensión del barrido	X	
Barrido (manual o automático)	X	
Método para discriminar la configuración geométrica de indicaciones de fallas	X	
Método para dimensionar las indicaciones	X	
Resaltamiento de los datos adquiridos por computadora, cuando sea utilizado	X	
Traslape del barrido (solo cuando se reduce)	X	
Requisitos del desempeño del personal, cuando sea requerido	X	
Requisitos de la calificación del personal		X
Condición de la superficie (de la superficie de examen, del bloque de calibración)		X
Acoplante: marca o tipo		X
Alarma automática y / o equipo de registro, cuando sea aplicable		X
Registros, incluyendo los datos mínimos de calibración que deben ser registrados (por ejemplo, ajustes del instrumento)		X

T-433 Acoplante

T-433.1 General. El acoplante, incluyendo aditivos, no debe causar detrimento al material que esté siendo examinado.

T-433.2 Control de Contaminantes

(a) Los acoplantes usados en aleaciones base níquel no deben contener más de 250 ppm de azufre.

(b) Los acoplantes usados en acero inoxidable austenítico o titanio no deben contener más de 250 ppm de haluros (cloruros más fluoruros).

T-434 Bloques de Calibración

T-434.1 General

T-434.1.1 Reflectores. Deben ser utilizados reflectores conocidos (por ejemplo, barrenos laterales, barrenos de fondo plano, ranuras, etc.) para establecer las respuestas de referencia primaria del equipo.

T-434.1.2 Material. El material con el cual es fabricado el bloque debe ser de la misma forma de producto, y especificación de material o grupo de Números-P equivalente como uno de los materiales que serán examinados. Para propósitos de este párrafo, los materiales de los Números-P 1, 3, 4 y 5 son considerados equivalentes.

¹ Ver el párrafo T-473 para técnicas en recubrimientos

T-434.1.3 Calidad. Antes de la fabricación, el material del bloque debe ser completamente examinado con un palpador de haz recto. Las áreas que contengan una indicación que exceda la reflexión de pared posterior remanente deben ser excluidas de las trayectorias requeridas del haz para alcanzar los diferentes reflectores de calibración.

T-434.1.4 Recubrimiento. Cuando el material del componente está recubierto, el bloque debe ser recubierto con el mismo proceso de soldadura que la parte fabricada. Es preferible tener materiales del componente que han sido recubiertos antes que sean removidas la prolongaciones o salientes. Cuando el recubrimiento ha sido depositado utilizando un proceso automático de soldadura, y, si debido al tamaño del bloque, el proceso automático de soldadura es impráctico, el depósito del recubrimiento puede ser por el método manual.

T-434.1.5 Tratamiento Térmico. El bloque de calibración debe recibir por lo menos el tratamiento de revenido mínimo, requerido por la especificación de material para el tipo y grado. Si el bloque de calibración tienen alguna otra soldadura diferente a un recubrimiento, y la soldadura del componente para el momento del examen ha sido tratada

térmicamente, el bloque debe recibir el mismo tratamiento térmico.

T-434.1.6 Acabado Superficial. El acabado de las superficies de barrido del bloque debe ser representativo de los acabados de las superficies de barrido de los componentes que serán examinados.

T-434.1.7 Curvatura del Bloque (Excepto para Tubería)

T-434.1.7.1 Materiales con diámetros mayores de 20" (500 mm). Para el examen en materiales donde el diámetro de la superficie de examen es mayor de 20" (500 mm), puede ser usado un bloque de esencialmente la misma curvatura o, alternativamente, un bloque básico de calibración plano.

T-434.1.7.2 Materiales con diámetros de 20" (500 mm) y menores. Para el examen en materiales donde el diámetro de la superficie de examen es igual o menor de 20" (500 mm), debe ser usado un bloque curvo. Excepto donde otra cosa se establezca en este Artículo, un solo bloque básico de calibración curvo puede ser usado para los exámenes en el rango de curvatura desde 0.9 hasta 1.5 veces el diámetro del bloque básico de calibración. Por ejemplo, un bloque de 8" (200 mm) de diámetro puede ser usado para calibrar para el examen de superficies en el rango de curvatura desde 7.2" hasta 12" (180 mm a 300 mm) de diámetro. El rango de curvatura desde 0.94" hasta 20" (24 mm a 500 mm) de diámetro requiere de 6 bloques curvos como se muestra en la Figura T-434.1.7.2 para cualquier rango de espesores.

T-434.1.7.3 Alternativa para Superficies Convexas. Como alternativa a los requisitos de T-434.1.7.1, cuando se examina desde la superficie convexa con la técnica de haz recto de contacto, puede ser usado el Apéndice G.

T-434.2 Bloques de Calibración para Componentes que no sean Tubería

T-434.2.1 Bloque Básico de Calibración. La configuración del bloque básico de calibración y de los reflectores debe ser como se muestra en la Figura T-434.2.1. Las dimensiones del bloque y la localización de los reflectores deben ser adecuadas para efectuar las calibraciones para los haces angulares utilizados.

04 T-434.2.2 Espesor del Bloque. Cuando dos o más espesores de material base están involucrados, el espesor del bloque de calibración debe ser determinado por el espesor promedio de la soldadura. Alternativamente, puede ser usado un bloque de calibración que tenga el mismo espesor

del material base con mayor espesor, con la condición que el tamaño del reflector de referencia esté basado en el promedio o en el más pequeño de los espesores de la soldadura.

T-434.2.3 Rango de Uso del Bloque. 04

Cuando el espesor del bloque de calibración sea de $\pm 1"$ (25 mm) y cubra 2 de los rangos de espesor de la soldadura como se muestra en la Figura T-434.2.1, el bloque utilizado será aceptable en aquellas porciones de cada uno de los rangos de espesores cubiertos por 1" (25 mm) del espesor del bloque de calibración. Como un ejemplo, un bloque de calibración con un espesor de 1-1/2" (38 mm) podrá ser utilizado para espesores de soldadura de 0.5" (13 mm) hasta 2.5" (64 mm).

T-434.2.4 Bloque Alternativo. Alternativamente, el bloque puede ser construido como se muestra en el Apéndice No Obligatorio J, Figura J-431.

T-434.3 Bloques de Calibración para Tubería.

La configuración del bloque básico de calibración y de los reflectores debe ser como se muestra en la Figura T-434.3. El bloque básico de calibración debe ser una sección de tubo del mismo tamaño nominal y cédula. Las dimensiones del bloque y la localización de los reflectores deben ser adecuadas para efectuar las calibraciones para los haces angulares utilizados.

T-434.4 Bloques de Calibración para Recubrimientos²

T-434.4.1 Bloque de Calibración para la Técnica Uno. La configuración del bloque básico de calibración y de los reflectores debe ser como se muestra en la Figura T-434.4.1. Puede ser usado un barreno lateral o un barreno de fondo plano. El espesor de toda la soldadura debe ser al menos tan grueso como el que será examinado. El espesor del material base debe ser al menos dos veces el espesor del recubrimiento.

T-434.4.2 Bloque de Calibración Alternativo para la Técnica Uno. Alternativamente, pueden ser usados bloques de calibración como los mostrados en las Figuras T-434.4.2.1 o T-434.4.2.2. El espesor de toda la soldadura debe ser al menos tan grueso como el que será examinado. El espesor del material base debe ser al menos dos veces el espesor del recubrimiento.

T-434.4.3 Bloque de Calibración para la Técnica Dos. La configuración del bloque básico de

calibración y de los reflectores debe ser como se muestra en la Figura T-434.4.3.

Debe ser utilizado un agujero de fondo plano barrenado hasta la interfase del metal de soldadura de recubrimiento. Este agujero puede ser barrenado desde el lado del material base o desde el lado de la soldadura. El espesor de la soldadura de recubrimiento debe ser al menos tan grueso como el que será examinado. El espesor del material base debe estar dentro de 1" (25 mm) con respecto al espesor del bloque de calibración cuando el examen se realiza desde la superficie del material base. El espesor del material base en el bloque de calibración debe ser al menos dos veces el espesor del recubrimiento cuando el examen se realiza desde la superficie recubierta.

T-440 REQUISITOS MISCELANEOS

T-441 Identificación de las Áreas de Examen de la Soldadura

(a) *Localizaciones de la Soldadura.* Las localizaciones de la soldadura y sus identificaciones deben ser registradas sobre un mapa de la soldadura o en un plano de identificación.

(b) *Marcado.* Si las soldaduras son marcadas permanentemente, pueden ser utilizados estampas de bajo esfuerzo y / o herramientas vibratorias. Las marcas aplicadas después del relevado de esfuerzos final del componente no deben ser más profundas de 3/64" (1.2 mm).

(c) *Sistema de Referencia.* Cada una de las soldaduras debe ser localizada e identificada por un sistema de puntos de referencia. El sistema debe permitir la identificación de cada una de las líneas centrales de la soldadura y la designación de intervalos regulares a todo lo largo de la soldadura. Un sistema general para trazar un plan para soldaduras de recipientes se describe en el Apéndice No Obligatorio A; sin embargo, puede ser utilizado un sistema diferente, con la condición que cumpla con los requisitos anteriores.

04 T-450 TÉCNICAS

Las técnicas descritas en este Artículo son intentadas para aplicaciones donde son utilizados palpadores sencillos o duales para producir:

(a) haces de ondas longitudinales de incidencia normal para exámenes que generalmente son identificados como exámenes con ***haz recto***, o

(b) ondas longitudinales de haz angular, donde ondas refractadas longitudinales y de corte están presentes en el material bajo examen. Cuando el examen es utilizado para la medición de espesores o de recubrimientos, estos exámenes son

generalmente considerados como exámenes con haz recto. Cuando los exámenes son utilizados para soldaduras, son generalmente identificados como exámenes con ***haz angular***, o

(c) ondas de corte de haz angular, donde los ángulos de incidencia en las zapatas producen solo ondas de corte refractadas en el material bajo examen y son generalmente identificados como exámenes de ***haz angular***.

Pueden ser utilizadas las técnicas por contacto o por inmersión. Los materiales base y / o soldaduras con estructuras metalúrgicas que producen atenuaciones variables pueden requerir que sean usados haces de ondas longitudinales en lugar de ondas de corte. Adicionalmente, las técnicas de imagen computarizada pueden resaltar la detectabilidad y la evaluación de indicaciones.

Otras técnicas y tecnología, de las cuales pueda demostrarse que producen sensibilidad y detectabilidad equivalente o mejor para el examen, utilizando palpadores con más de dos elementos transductores, pueden ser utilizadas. La demostración debe ser de acuerdo con el Artículo 1, T-150(a).

T-451 Materiales de Grano Grueso

Los exámenes ultrasónicos de aceros de alta aleación y depósitos de soldadura de aleaciones con alto contenido de níquel y soldaduras de metales diferentes, entre aceros al carbono y aceros de alta aleación y aleaciones de alto contenido de níquel son usualmente más difíciles que los exámenes de soldadura ferrítica. Las dificultades con los exámenes ultrasónicos pueden ser causadas por una estructura inherente de grano grueso y / o una estructura orientada una dirección preferencial, lo cual puede causar variaciones marcadas en atenuación, reflexión y refracción en los bordes de grano y cambios en la velocidad dentro de los granos. Usualmente es necesario modificar y / o suplementar las provisiones de este Artículo de acuerdo con T-150(a) cuando se examinan tales soldaduras en esos materiales. Accesorios adicionales, los cuales pueden ser necesarios, son probetas soldadas con reflectores de referencia en la soldadura depositada y transductores con elemento sencillo o duales con haz de onda longitudinal angular.

T-452 Técnicas de Imagen Computarizada

El mayor atributo de las Técnicas Computarizadas de Imagen (CITs) es su efectividad cuando son usadas para caracterizar y evaluar indicaciones; sin embargo, las CITs también pueden

² Ver el párrafo T-465, Calibración para Recubrimientos

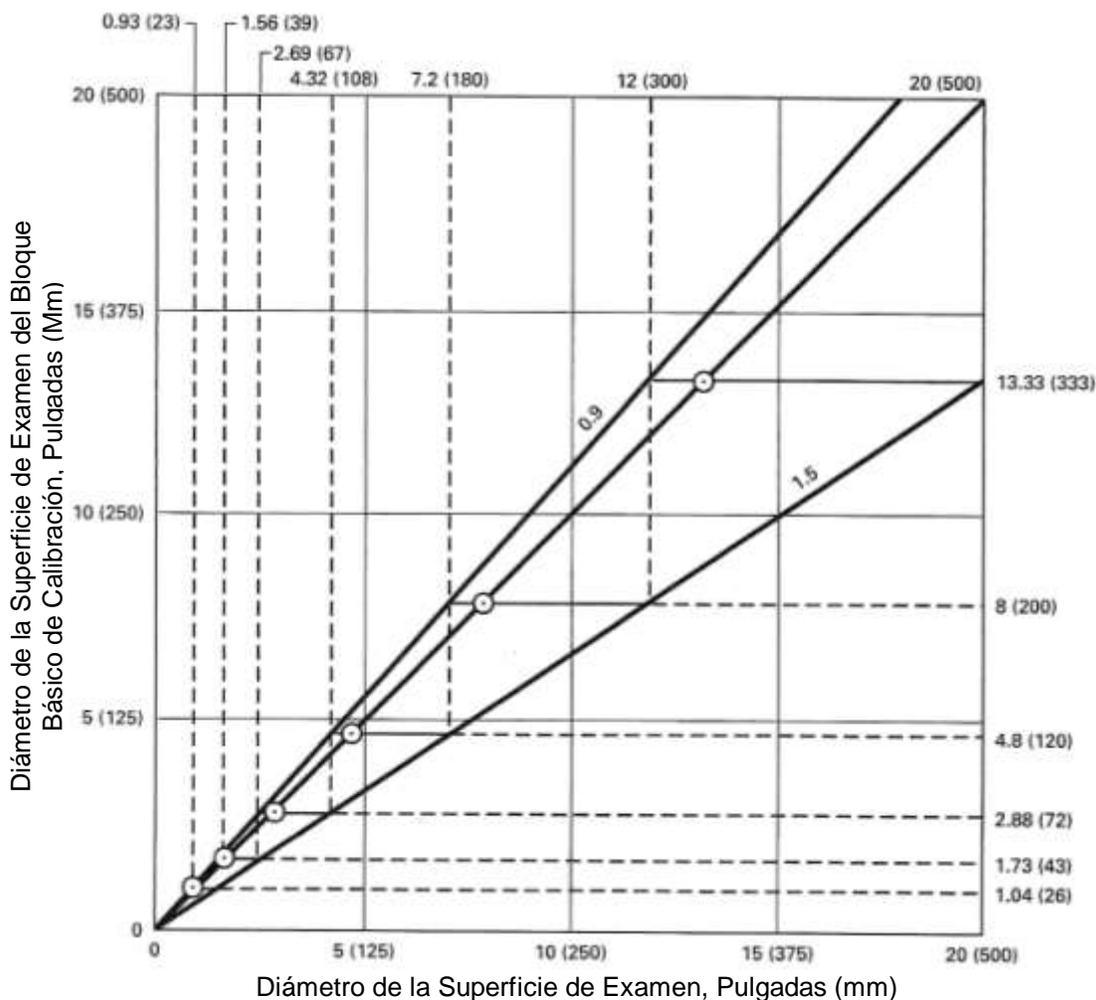


FIGURA T-434.1.7.2 RELACIÓN DE LOS LÍMITES PARA SUPERFICIES CURVAS

ser utilizadas para efectuar las funciones básicas de barrido requeridas para la detección de fallas. El análisis de datos procesados por computadora y las técnicas de presentación son usadas en conjunto con mecanismos de barrido automático o semi-automático para producir imágenes de las fallas de dos o tres dimensiones, lo que proporciona la capacidad de resaltamiento para el examen de componentes y estructuras críticas. El procesado por computadora puede ser usado para evaluar cuantitativamente el tipo, tamaño, forma, localización y orientación de las fallas detectadas por el examen ultrasónico u otros métodos de END. Las descripciones para algunas Técnicas Computarizadas de Imagen (CITs) que pueden ser usadas son proporcionadas en el Apéndice E No Obligatorio.

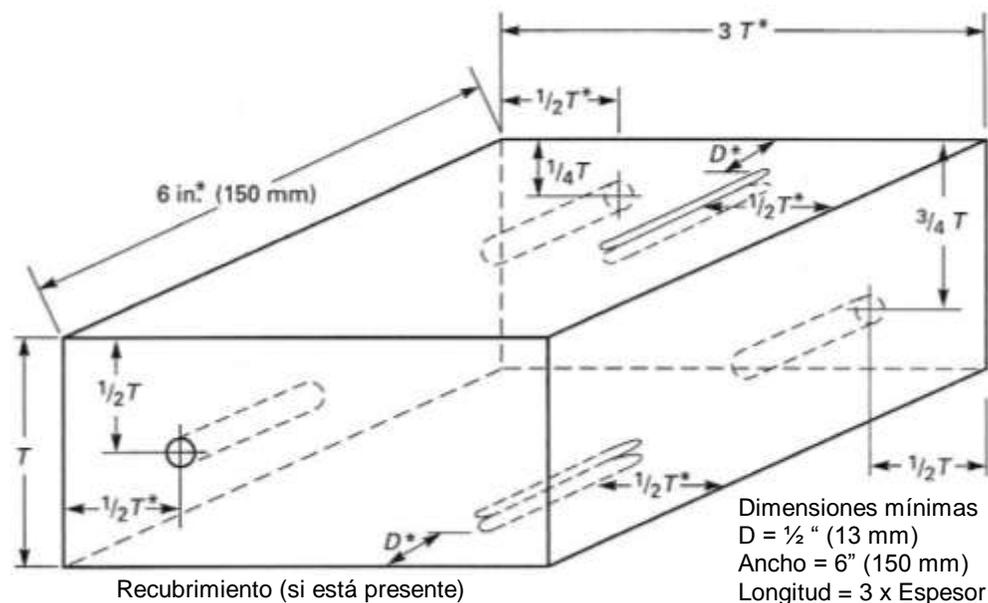
T-460 CALIBRACIÓN

T-461 Verificaciones de la Linealidad del Instrumento

Los requisitos de T-461.1 y T-461.2 deben cumplirse a intervalos que no excedan de tres meses o antes del primer uso y de ahí en adelante.

T-461.1 Linealidad de la Altura de Pantalla. La linealidad de la altura de la pantalla del instrumento ultrasónico debe ser evaluada de acuerdo con el Apéndice Obligatorio I.

T-461.2 Linealidad del Control de Amplitud. La linealidad del control de amplitud del instrumento ultrasónico debe ser evaluada de acuerdo con el Apéndice Obligatorio II.



Espesor de la soldadura (t) Pulgadas (mm)	Espesor del Bloque de Calibración (T) pulgadas (mm)	Diámetro del Barreno Pulgadas (mm)	Dimensiones de la ranura Pulgadas (mm)
Hasta 1 (25)	3/4 (19) o t	3/32 (2.5)	Profundidad = 2% T
Arriba de 1 (25) hasta 2 (50)	1-1/2 (38) o t	1/8 (3)	Ancho = 1/4 (6) máximo
Arriba de 2 (50) hasta 4 (100)	3 (75) o t	3/16 (5)	Longitud = 1 (25) mínimo
Arriba de 4 (100)	t ±1 (25)	**	

* Dimensión mínima.

** Para cada incremento en el espesor de la soldadura de 2" (50 mm), o fracción de ello, sobre 4" (100 mm), el diámetro del barreno debe incrementarse en 1/16" (1.5 mm).

NOTAS GENERALES:

- (a) Los agujeros deben ser barrenados y rimados a una profundidad mínima de 1.5" (38 mm), esencialmente paralelos a la superficie de examen.
- (b) Para componentes iguales o menores de 20" (500 mm) de diámetro, el diámetro del bloque de calibración debe cumplir con los requisitos de T-434.1.7.2.
 Deben ser usados dos juegos de reflectores de calibración (barrenos o ranuras) orientados a 90° cada uno del otro. Alternativamente, pueden ser usados dos bloques de calibración curvos.
- (c) La tolerancia para el diámetro de los barrenos debe ser de $\pm 1/32$ " (0.8 mm). La tolerancia para la localización de los barrenos a través del espesor del bloque de calibración (por ejemplo, la distancia desde la superficie de examen) debe ser de $\pm 1/8$ " (3 mm).
- (d) Todos los barrenos pueden estar localizados en la misma cara (lado) del bloque de calibración con la condición que se tenga cuidado para localizar todos los reflectores (barrenos, ranura) para evitar que un reflector afecte la indicación de otro reflector durante la calibración. Las ranuras también pueden estar en el mismo plano, como en línea con los barrenos (Ver el Apéndice J, Figura J-431). Como en la Figura J-431, se debe proveer un número suficiente de barrenos para las calibraciones con haz angular y haz recto a profundidades de 1/4 T, 1/2 T y 3/4 T.
- (e) La profundidad mínima de la ranura debe ser de 1.6% T y la profundidad máxima debe ser de 2.2% T más el espesor del recubrimiento si está presente.
- (f) El ancho máximo de la ranura no es crítico. Las ranuras pueden ser hechas por EDM o con herramientas de hasta 1/4" (6.4 mm) de diámetro.

FIGURA T-434.2.1 BLOQUES DE CALIBRACIÓN PARA COMPONENTES QUE NO SEAN TUBERÍA 04

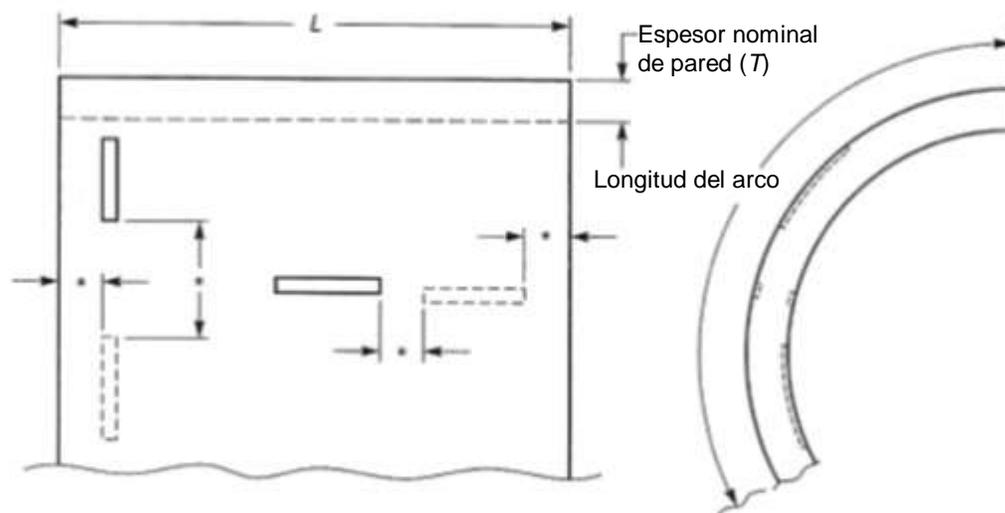
T-462 Requisitos Generales de Calibración

T-462.1 Sistema Ultrasónico. Las calibraciones deben incluir el sistema ultrasónico completo y deben ser realizadas antes de utilizar el sistema dentro del rango de espesores examinado.

T-462.2 Superficie de Calibración. Las calibraciones deben ser realizadas desde la superficie (con recubrimiento o sin recubrimiento;

convexa o cóncava) correspondiente a la superficie del componente desde la cual será efectuado el examen.

T-462.3 Acoplante. El mismo acoplante que será usado durante el examen debe ser usado para la calibración.



* Las ranuras no deben estar localizadas a menos de T o 1" (25 mm), lo que sea mayor, de cualquier borde del bloque o de otras ranuras.

NOTAS GENERALES:

- La longitud mínima de del bloque de calibración (L) debe ser de 8" (200 mm) u $8T$, lo que sea mayor.
- Para diámetros exteriores de 4" (100 mm) o menores, la longitud mínima del arco debe ser de 270° . Para diámetros exteriores mayores de 4" (100 mm), la longitud mínima del arco debe ser de 8" (200 mm) o $3T$, lo que sea mayor.
- La profundidad de las ranuras debe ser como mínimo del $8\%T$ y como máximo del 11% . El ancho de las ranuras debe ser de $1/4$ " (6 mm) como máximo. La longitud de las ranuras debe ser como mínimo de 1" (25 mm).
- El ancho máximo de las ranuras no es crítico. Las ranuras pueden ser hechas por EDM o con herramientas de hasta $1/4$ " (6.4 mm) de diámetro.
- La longitud de las ranuras debe ser suficiente para obtener una calibración con un mínimo de relación señal ruido de 3 a 1.

FIGURA T-434.3 BLOQUE DE CALIBRACIÓN PARA TUBERÍA

04

T-462.4 Zapatas de Contacto. Las mismas zapatas de contacto que serán usadas durante el examen deben ser usadas para la calibración.

T-462.5 Controles del Instrumento. Cualquier control que afecte la linealidad del instrumento (por ejemplo, filtros, rechazo o recorte) debe permanecer en la misma posición para la calibración, verificaciones de la calibración, verificaciones de la linealidad y el examen.

T-462.6 Temperatura. Para el examen por contacto, la diferencia de temperaturas entre el bloque de calibración y las superficies de examen debe estar entre 25°F (14°C). Para el examen por inmersión, la temperatura del acoplante para la calibración debe estar entre 25°F (14°C) de la temperatura del acoplante para el examen.

T-463 Calibración para Componentes que no sean Tubería

T-463.1 Calibración del Sistema para las Técnicas de Distancia Amplitud

T-463.1.1 Bloque(s) de Calibración. Las calibraciones deben realizarse utilizando el bloque de calibración mostrado en la Figura T-434.2.1.

T-463.1.2 Técnicas. Los Apéndices No Obligatorios B y C proporcionan técnicas generales para las calibraciones del haz angular con onda de corte y de haz recto. Pueden ser usadas otras técnicas.

El haz angular debe ser dirigido hacia el reflector de calibración que produzca la máxima respuesta dentro del área de interés. El control de ganancia debe ser ajustado para que la respuesta se encuentre en el $80\% \pm 5\%$ de la altura total de pantalla. Este debe ser el nivel de referencia primario. Después, el palpador debe ser manipulado, sin efectuar cambios en los ajustes del instrumento, para obtener las máximas respuestas de los otros reflectores de calibración a sus trayectorias del haz, para generar la curva de corrección distancia-amplitud (DAC). Estas calibraciones deben establecer la calibración del rango de distancia y la corrección distancia-amplitud.

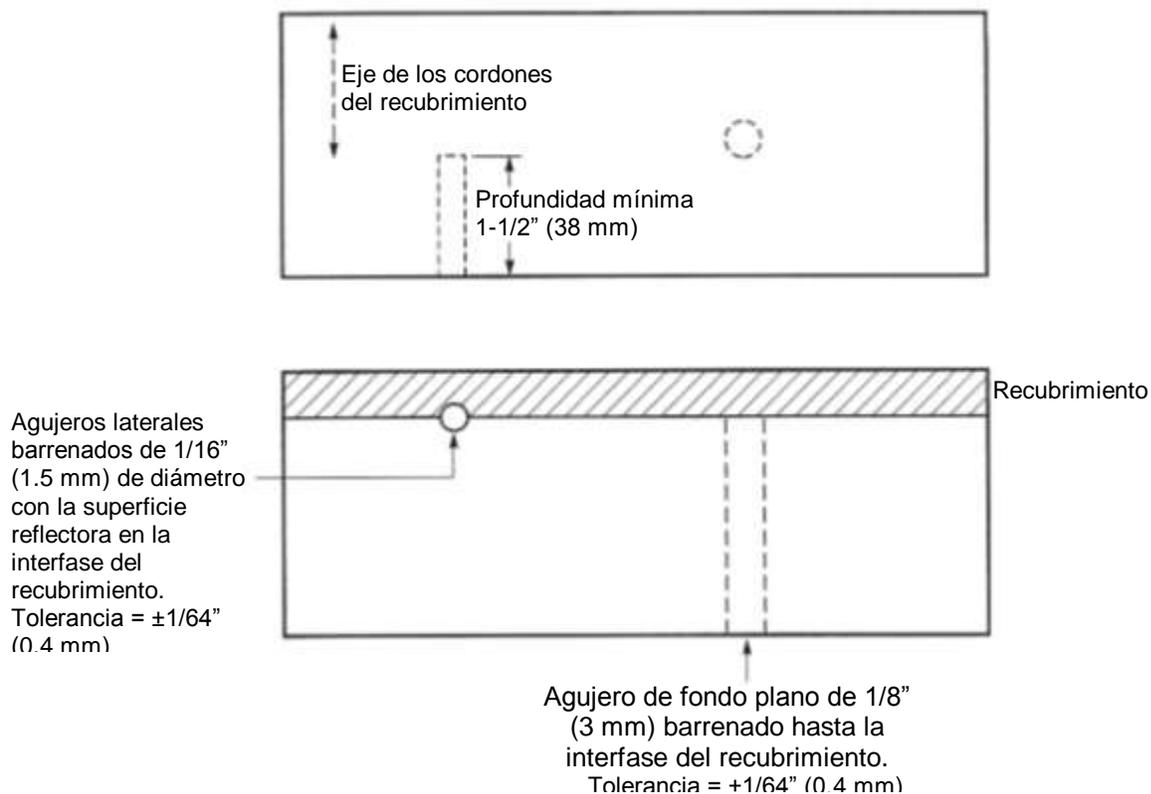


FIGURA T-434.4.1 BLOQUE DE CALIBRACIÓN PARA LA TÉCNICA UNO

04 T-463.1.3 Calibración del Haz Angular.

Como sea aplicable, la calibración debe proporcionar las siguientes mediciones (El Apéndice No Obligatorio B contiene técnicas generales):

- (a) calibración del rango de distancia;
- (b) distancia-amplitud;
- (c) medición de la amplitud del eco producido por la superficie de las ranuras en el bloque básico de calibración.

Cuando se utiliza un dispositivo electrónico de corrección de distancia-amplitud, la respuesta de referencia primaria del bloque básico de calibración debe ser igualada sobre el rango de distancia que será empleado en el examen. La línea de respuesta igualada debe estar a una altura de pantalla de entre el 40% y el 80% de la altura total de la pantalla.

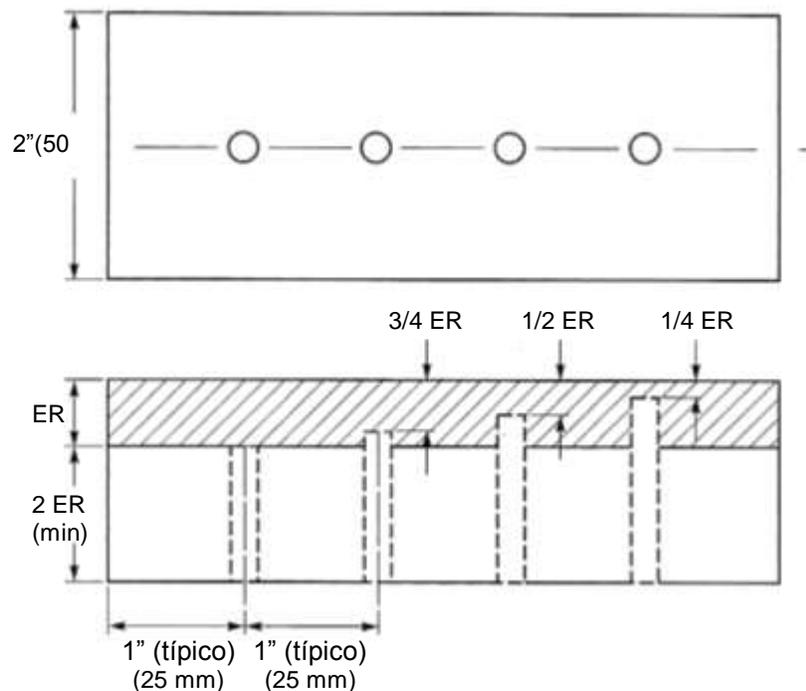
04 T-463.1.4 Calibración del Haz Recto. La calibración debe proporcionar las siguientes mediciones (El Apéndice No Obligatorio C proporciona una técnica general):

- (a) calibración del rango de distancia, y;
- (b) corrección distancia-amplitud en el área de interés.

Cuando se utiliza un dispositivo electrónico de corrección de distancia-amplitud, la respuesta de referencia primaria del bloque básico de calibración debe ser igualada sobre el rango de distancia que será empleado en el examen. La línea de respuesta igualada debe estar a una altura de pantalla de entre el 40% y el 80% de la altura total de la pantalla.

T-463.2 Calibración del Sistema para Técnicas que no Corresponden a Distancia-Amplitud.

La calibración incluye todas aquellas acciones requeridas para asegurar que la sensibilidad y la exactitud de la amplitud de la señal y el tiempo, proporcionados por el sistema de examen (ya sea la presentación, el registro o el procesado automático), son repetitivos de un examen a otro examen. La calibración puede efectuarse utilizando bloques básicos de calibración con reflectores artificiales o discontinuidades. Algunos métodos son proporcionados en los Apéndices No Obligatorios B y C. Otros métodos de calibración pueden incluir el ajuste de sensibilidad basado en el material de examen, etc.



NOTAS GENERALES: Todos los barrenos de fondo plano son de 1/8" (3 mm) de diámetro. Las tolerancias para el diámetro y profundidad de los agujeros con respecto al lado del bloque que tiene el recubrimiento son de $\pm 1/64$ " (0.4 mm).

FIGURA T-434.4.2.1 BLOQUE DE CALIBRACIÓN ALTERNO PARA LA TÉCNICA UNO

T-464 Calibración para Tubería

T-464.1 Calibración del Sistema para las Técnicas de Distancia Amplitud

T-464.1.1 Bloque(s) de Calibración. Las calibraciones deben realizarse utilizando el bloque de calibración mostrado en la Figura T-434.3.

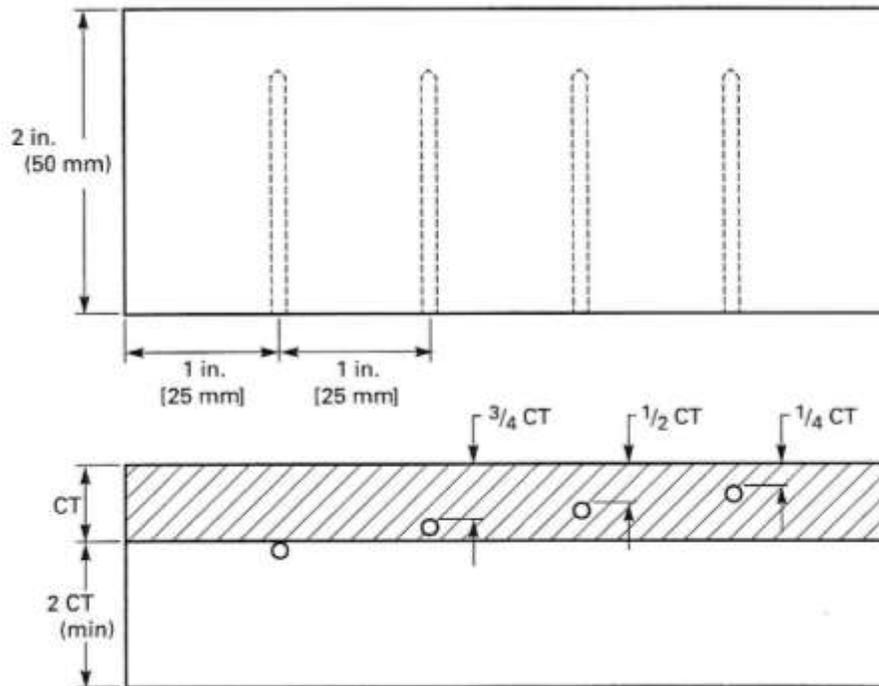
T-464.1.2 Calibración del Haz Angular. El haz angular debe ser dirigido hacia el reflector de calibración que produzca la máxima respuesta. El control de ganancia debe ser ajustado para que la respuesta se encuentre en el $80\% \pm 5\%$ de la altura total de pantalla. Este debe ser el nivel de referencia primario. Después, el palpador debe ser manipulado, sin efectuar cambios en los ajustes del instrumento, para obtener las máximas respuestas de los otros reflectores de calibración en los incrementos de distancia necesarios para generar una curva de corrección distancia-amplitud (DAC) de tres puntos. Deben ser establecidas calibraciones separadas para las ranuras axiales y circunferenciales. Estas calibraciones deben establecer la calibración del rango de distancia y la corrección distancia-amplitud.

T-464.1.3 Reflectores de Calibración Alternos. Pueden ser usados barrenos laterales con la condición que pueda demostrarse que los barrenos de calibración producen una sensibilidad igual o mayor que la ranura de calibración.

T-464.1.4 Calibración del Haz Recto. Cuando sea requerido, las calibraciones con haz recto deben ser realizadas con los requisitos del Apéndice No Obligatorio C utilizando los barrenos laterales como reflectores de calibración alternos, de T-464.1.3. Esta calibración debe establecer la calibración del rango de distancia y la corrección distancia-amplitud.

T-464.2 Calibración del Sistema para Técnicas que no Corresponden a Distancia-Amplitud. La calibración incluye todas aquellas acciones requeridas para asegurar que la sensibilidad y la exactitud de la amplitud de la señal y el tiempo, proporcionados por el sistema de examen (ya sea presentado, registrado o procesado automáticamente), se repiten de un examen a otro examen. La calibración puede ser utilizando bloques básicos de calibración con reflectores artificiales o discontinuidades. Algunos métodos son proporcionados en los Apéndices No Obligatorios B y C. Otros métodos de calibración pueden incluir el

ajuste de sensibilidad basado en el material de examen, etc.



NOTA GENERAL: Todos los barrenos laterales son de 1/16" (1.5 mm) de diámetro. La tolerancia en la ubicación de los barrenos es de $\pm 1/64$ " (0.4 mm). Todos agujeros son barrenados a una profundidad mínima de 1.5" (38 mm).

FIGURA T-434.4.2.2 BLOQUE DE CALIBRACIÓN ALTERNO PARA LA TÉCNICA UNO

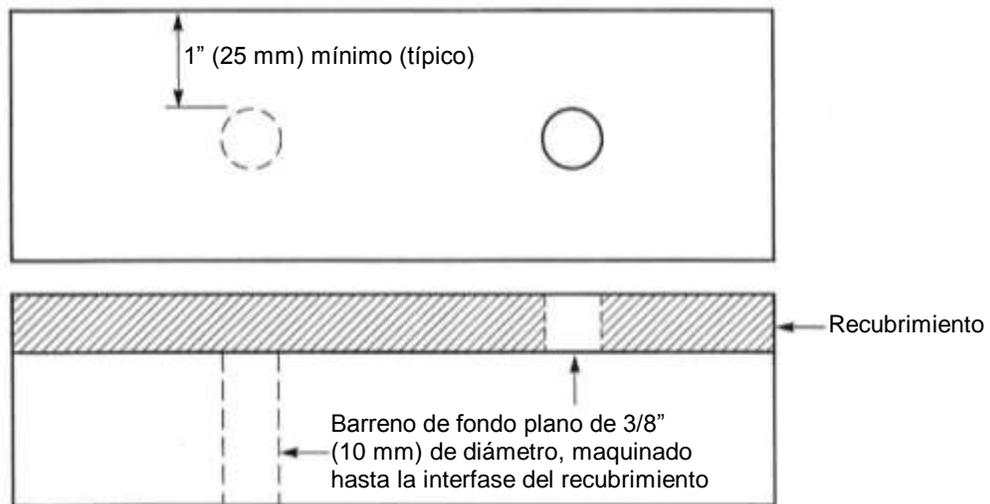


FIGURA T-434.4.3 BLOQUE DE CALIBRACIÓN ALTERNO PARA LA TÉCNICA DOS

T-465 Calibración para Recubrimiento

T-465.1 Calibración para la Técnica Uno. La calibración debe ser realizada utilizando el bloque de calibración mostrado en la Figura T-434.4.1. El palpador debe ser colocado de tal forma que se obtenga la máxima respuesta del reflector de calibración. El control de ganancia debe ser ajustado para que la respuesta se encuentre en el $80\% \pm 5\%$ de la altura total de pantalla. Este debe ser el nivel de referencia primario.

T-465.2 Calibración para la Técnica Dos. La calibración debe ser realizada utilizando el bloque de calibración mostrado en la Figura T-434.4.3. El palpador debe ser colocado de tal forma que se obtenga la máxima respuesta de la primera indicación que se pueda resolver del fondo del reflector de referencia. La ganancia debe ser ajustada para que la respuesta se encuentre en el $80\% \pm 5\%$ de la altura total de pantalla. Este debe ser el nivel de referencia primario.

T-465.3 Calibración Alterna para la Técnica Uno. Las calibraciones deben ser realizadas utilizando los bloques de calibración mostrados en las Figuras T-434.4.2.1 o T-434.4.2.2. La calibración debe ser realizada como sigue:

(a) el palpador debe ser colocado de tal forma que se obtenga la máxima respuesta del reflector, el que produce la mayor amplitud.

(b) la ganancia debe ser ajustada para que la respuesta se encuentre en el $80\% \pm 5\%$ de la altura total de pantalla. Marcar el pico de la indicación sobre la pantalla.

(c) sin cambios en los ajustes del instrumento, el palpador debe ser manipulado para obtener las máximas respuestas de cada uno de los otros reflectores y marcar sus picos sobre la pantalla.

(d) conectar las marcas en la pantalla para cada uno de los reflectores para obtener una curva DAC.

T-466 Confirmación de la Calibración

T-466.1 Cambios en el Sistema. Cuando es cambiada cualquier parte del sistema de examen, debe efectuarse una verificación de la calibración sobre el bloque básico de calibración para verificar que los puntos del rango de barrido y los ajustes de sensibilidad satisfacen los requisitos de T-466.3.

T-466.2 Verificaciones Periódicas del Examen. Una verificación de la calibración, en al menos uno de los reflectores básicos en el bloque básico de calibración o una verificación utilizando un simulador, se debe hacer al final de cada examen o

series de exámenes similares, cada cuatro horas durante el examen, y cuando el personal que efectúa el examen sea cambiado (excepto para equipo automático). Los puntos del rango de distancia y los ajustes de sensibilidad registrados deben satisfacer los requisitos de T-466.3

T-466.2.1 Verificaciones con simulador. Cualquier verificación con simulador que sea usada debe ser correlacionada con la calibración original en el bloque básico de calibración durante la calibración original. Las verificaciones con simulador puede utilizar diferentes tipos de reflectores o bloques de calibración (tal como el bloque IIW) y / o simulación electrónica. Sin embargo, la simulación usada debe estar completamente identificada en la(s) hoja(s) de calibración. La verificación con simulador debe ser hecha en el sistema completo de examen. El sistema completo no tiene que ser verificado en una operación; sin embargo, para su verificación, el palpador debe estar conectado al instrumento ultrasónico y verificado contra un reflector de calibración. La exactitud de la verificación con simulador debe ser confirmada, usando el bloque básico de calibración, al final de cada período de uso intenso o cada tres meses, lo que sea menor.

T-466.3 Valores Aceptables de la Confirmación.

T-466.3.1 Puntos del Rango de Distancia. Si cualquier punto del rango de barrido se ha movido sobre la línea de barrido por más del 10% de la lectura de distancia o del 5% del barrido completo, lo que sea mayor, se debe corregir la calibración del rango de barrido y se debe registrar esa corrección en los registros del examen. Todas las indicaciones registradas desde la última calibración válida o verificación de la calibración deben ser reexaminadas y sus valores deben cambiarse en la hoja de datos o registrarse nuevamente.

T-466.3.2 Ajustes de Sensibilidad. Si cualquier ajuste de la sensibilidad ha cambiado por más del 20% o 2 dB de su amplitud, se debe corregir la calibración de sensibilidad y se debe registrar esa corrección en los registros del examen. Si el ajuste de sensibilidad ha disminuido, todos los datos registrados desde la última verificación válida de la calibración deben ser borrados y el área cubierta por los datos borrados debe ser reexaminada. Si el ajuste de sensibilidad se ha incrementado, todas las indicaciones registradas desde la última calibración válida o verificación de la calibración deben ser reexaminadas y sus valores deben cambiarse en la hoja de datos o registrados nuevamente.

T-470 EXAMEN

T-471 Requisitos Generales del Examen

04 **T-471.1 Cobertura del Examen.** El volumen que sea barrido debe ser examinado moviendo el palpador sobre la superficie de barrido, de tal forma que se efectúe el barrido del volumen completo de examen para cada uno de los palpadores requeridos.

(a) Cada paso del palpador debe ser traslapado un mínimo del 10% de la dimensión paralela del transductor (elemento piezoeléctrico), a la dirección del barrido. Como una alternativa, si la dimensión paralela del haz ultrasónico, con respecto a la dirección del barrido, se mide de acuerdo con el Apéndice No Obligatorio B, B-466, reglas para medir la divergencia del haz, cada paso del palpador puede proporcionar el traslape de la dimensión mínima determinada del haz.

(b) Se permite la oscilación del palpador si puede demostrarse que se obtiene la cobertura del traslape.

T-471.2 Frecuencia de Repetición de Pulsos.

La frecuencia de repetición de pulsos debe ser lo bastante pequeña para asegurar que una señal de un reflector localizado a la máxima distancia en el volumen examinado regresará al palpador antes que el siguiente pulso eléctrico llegue al transductor.

T-471.3 Velocidad de Movimiento del Palpador. La velocidad de movimiento del palpador (velocidad de barrido) no debe exceder de 6 pulgadas / s (150 mm / s), a menos que:

(a) La frecuencia de repetición de pulsos del instrumento ultrasónico es suficiente para que el pulso eléctrico llegue al palpador al menos seis veces dentro del tiempo necesario para mover la mitad de la dimensión del transductor (elemento piezoeléctrico) paralela a la dirección del barrido a la velocidad máxima de barrido; o,

(b) se realiza una calibración dinámica en reflectores múltiples, los cuales se encuentran dentro de ± 2 dB de una calibración estática y la frecuencia de repetición de pulsos cumple los requisitos de T-471.2.

T-471.4 Nivel de Sensibilidad de Barrido

04 **T-471.4.1 Técnicas de Distancia-Amplitud.** El nivel de sensibilidad de barrido debe ser establecido a un mínimo³ de 6 dB mayor que el ajuste de ganancia del nivel de referencia.

T-471.4.2 Técnicas que No Corresponden a Distancia-Amplitud. El nivel de ganancia utilizado para el barrido debe ser apropiado para la

configuración que está siendo examinada y debe ser capaz de detectar los reflectores de calibración a la velocidad máxima de barrido.

T-471.4.3 Preparación de la Superficie.

Cuando la superficie del material base o de la soldadura interfiera con el examen, el material base o la soldadura debe ser preparado como sea necesario para permitir el examen.

T-472 Técnica de Distancia-Amplitud para Juntas Soldadas

Cuando la Sección de referencia del Código especifique una técnica de distancia-amplitud, las juntas soldadas deben ser barridas con un palpador de haz angular en dirección paralela y transversal (4 barridos) con respecto al eje de la soldadura. Antes de realizar los exámenes con haz angular, debe realizarse un examen con haz recto sobre el volumen del material base a través del cual viajará el haz angular para localizar cualquier reflector que pueda limitar la habilidad del haz angular para examinar el volumen de la soldadura.

T-472.1 Técnica de Haz Angular

T-472.1.1 Haz Angular. El palpador y el haz angular seleccionad debe ser de 45° o un ángulo apropiado para la configuración que está siendo examinada y debe ser capaz de detectar los reflectores de calibración, sobre la trayectoria requerida del haz angular.

T-472.1.2 Reflectores Paralelos a la Soldadura. El haz angular debe ser dirigido a aproximadamente ángulos rectos con respecto al eje de la soldadura desde ambos lados de la soldadura (por ejemplo, desde dos direcciones) sobre la misma superficie cuando sea posible. El palpador debe ser manipulado de tal forma que la energía ultrasónica pase a través del volumen requerido de la soldadura y del material base adyacente.

³ Cuando la Sección de Referencia del Código requiere la detección y evaluación de todas las indicaciones que excedan el 20% de la curva DAC, la ganancia debería ser incrementada en una cantidad adicional para que ninguna indicación de los reflectores de calibración sea menor que el 40% de la altura total de pantalla. Como una alternativa, el nivel de sensibilidad de barrido puede ser ajustado a 14 dB más que el ajuste de ganancia del nivel de referencia. (Esta ganancia adicional hace que la curva DAC de referencia se

incremente un 20% para que las indicaciones que excedan en 20% de la curva DAC puedan ser fácilmente identificadas y evaluadas).

04

T-472.1.3 Reflectores Transversales a la Soldadura. El haz angular debe ser dirigido esencialmente paralelo al eje de la soldadura. El palpador debe ser manipulado de tal forma que la energía ultrasónica pase a través del volumen requerido de la soldadura y del material base adyacente. El palpador debe ser rotado 180° y el examen debe repetirse.

Si la corona de la soldadura no es maquinada o esmerilada al ras, el examen debe realizarse desde el metal base sobre ambos lados de la corona de la soldadura en ambas direcciones del eje de la soldadura.

T-472.2 Soldaduras con Acceso Restringido.

Las soldaduras que no puedan ser completamente examinadas desde dos direcciones usando la técnica de haz angular (por ejemplo, juntas en esquina y en T) también deben ser examinadas, si es posible, con una técnica de haz recto. Estas áreas de acceso restringido deben ser registradas en el reporte del examen.

T-472.3 Soldaduras Inaccesibles. Las soldaduras que no puedan ser examinadas desde al menos un lado (borde) usando la técnica de haz angular deben ser registradas en el reporte del examen. Para soldaduras de bridas, la soldadura puede ser examinada con un haz recto o con ondas longitudinales con ángulo bajo desde la cara de la brida con la condición que pueda ser cubierto el volumen de examen.

T-473 Técnicas para Recubrimientos

Las técnicas descritas en estos párrafos deben ser utilizadas cuando sea requerido el examen de recubrimientos metálicos soldados por una Sección de referencia del Código. Cuando sea requerido el examen para faltas de adherencia e indicaciones de fallas en el recubrimiento, debe ser usada la Técnica Uno. Cuando sea requerido el examen solo para faltas de adherencia, puede ser usada la Técnica Dos.

T-473.1 Técnica Uno. El examen debe realizarse desde la superficie del recubrimiento con el plano que separa los elementos del palpador dual orientado en dirección paralela al eje de los cordones de soldadura. El palpador debe ser movido perpendicularmente a la dirección de la soldadura.

T-473.2 Técnica Dos. El examen puede realizarse desde la superficie recubierta o desde la superficie sin recubrir y el palpador puede moverse

perpendicular o paralelamente a la dirección de la soldadura.

T-474 Técnicas que No Corresponden a Distancia-Amplitud

El número de ángulos y direcciones de los barridos deben indicarse en el procedimiento y debe demostrarse la habilidad para detectar las discontinuidades con el tamaño mínimo que deben ser rechazadas de acuerdo con el estándar de aceptación de la Sección de referencia del Código. Las técnicas detalladas deben ser en cumplimiento con los requisitos de la Sección de referencia del Código.

T-480 EVALUACIÓN

T-481 Requisitos Generales

Se reconoce que no todos los reflectores ultrasónicos indican fallas, debido a ciertas discontinuidades metalúrgicas y condiciones geométricas se pueden producir indicaciones que no sean relevantes. Incluidas en esta categoría se encuentran a segregaciones de placas en la zona afectada por el calor que vienen siendo reflectoras después de la fabricación. Con el examen de haz recto, estas pueden aparecer como indicaciones puntuales o lineales. Con el examen de haz angular, las indicaciones que se determina se originan por condiciones superficiales (tales como la geometría de la raíz de la soldadura) o variaciones en la estructura metalúrgica en materiales austeníticos (tales como la interfase del recubrimiento en soldadura de automática a manual) que pueden ser clasificadas como indicaciones geométricas. La identidad, la máxima amplitud, la localización y la extensión del reflector causan una indicación geométrica que debe ser registrada. [Por ejemplo: adherencia interna, 200% de la DAC, 1" (25 mm) arriba de la línea central de la soldadura, en la superficie interna, desde 90° a 95°]. Se deben seguir los pasos indicados a continuación para clasificar una indicación como geométrica:

(a) Interpretar el área que contienen el reflector de acuerdo con el el procedimiento de examen aplicable.

(b) Trazar y verificar las coordenadas del reflector. Preparar un dibujo de la sección trasversal que muestre la posición del reflector y las discontinuidades superficiales tales como la raíz y el contorno.

(c) Revisar los dibujos de fabricación o de preparación de la soldadura. Otras técnicas ultrasónicas o métodos de exámenes no

destructivos pueden ayudar para determinar la posición real del reflector, el tamaño y la orientación.

T-482 Nivel de Evaluación

T-482.1 Técnicas de Distancia-Amplitud. Todas las indicaciones mayores al 20% del nivel de referencia deben ser investigadas en toda su extensión para que puedan ser evaluadas en términos del criterio de aceptación de la Sección de referencia del Código.

T-482.2 Técnicas que No Corresponden a Distancia-Amplitud. Todas las indicaciones más largas que el 40% del tamaño de la falla que debe ser rechazado deben ser investigadas en toda su extensión para que puedan ser evaluadas en términos del criterio de aceptación de la Sección de referencia del Código.

T-483 Evaluación de Reflectores Laminares

Los reflectores evaluados como reflectores laminares en el material base, los cuales interfieran con el barrido del volumen examinado deben requerir que la técnica de examen con haz angular sea modificada de tal forma que el máximo volumen factible sea examinado, y debe registrarse en el registro del examen (T-493).

T-484 Evaluaciones Alternativas

Los reflectores cuyas dimensiones excedan los requisitos de la Sección de referencia del Código pueden ser evaluados con cualquier estándar alterno proporcionado por la Sección de referencia del Código.

T-490 DOCUMENTACIÓN

T-491 Registro de Indicaciones

T-491.1 Indicaciones que No sean Rechazadas. Las indicaciones que no sean rechazadas deben ser registradas como sea especificado por la Sección de referencia del Código.

T-491.2 Indicaciones que sean Rechazadas. Las indicaciones que sean rechazadas deben ser registradas. Como mínimo, debe ser registrado el tipo de indicación (por ejemplo, grieta, falta de fusión, escoria, etc.), su localización y su extensión (por ejemplo, su longitud).

T-492 Registros del Examen

Para cada examen ultrasónico, la siguiente información debe ser registrada:

- (a) identificación del procedimiento y revisión;
- (b) identificación del instrumento ultrasónico (incluyendo número de serie del fabricante);
- (c) identificación del palpador(es) (incluyendo número de serie del fabricante, frecuencia y tamaño);
- (d) haz angular utilizados;
- (e) acoplante utilizado, marca o tipo;
- (f) cables coaxiales utilizados, tipo y longitud;
- (g) equipo especial cuando sea utilizado (palpadores, zapatas, cuñas, equipo de barrido automático, equipo de registro, etc.);
- (h) identificación del programa computarizado y revisión, cuando sea utilizado;
- (i) identificación del bloque de calibración;
- (j) identificación del bloque de simulación y simulador electrónico, cuando sean utilizados;
- (k) ganancia del nivel de referencia del instrumento y, si son usados, los ajustes del amortiguamiento y del rechazo;
- (l) datos de calibración [incluyendo reflector(es) de referencia, amplitud de las indicaciones y lectura(s) de distancia];
- (m) correlación de los datos del bloque de simulación y del simulador electrónico, cuando sea utilizado, con la calibración inicial;
- (n) identificación y localización de la soldadura o volumen explorado;
- (o) superficie(s) desde la(s) cual(es) se condujo el examen, incluyendo la condición de la superficie;
- (p) mapa o registro de las indicaciones detectadas que fueron rechazadas o áreas sanas;
- (q) áreas de acceso restringido o soldaduras inaccesibles;
- (r) identificación del personal que realizó el examen y, cuando sea requerido por la Sección de referencia del Código, el nivel de calificación;
- (s) fecha y hora en que los exámenes fueron efectuados.

Los párrafos del (b) al (m) pueden ser incluidos por separado en un registro de calibración siempre y cuando la identificación del registro de calibración esté incluida en el registro del examen.

T-493 Reporte

Se debe hacer un reporte de los exámenes. El reporte debe incluir los registros indicados en T-491 y T-492. El reporte debe ser archivado y mantenido de acuerdo con la Sección de referencia del Código.

ARTÍCULO 4 APÉNDICES OBLIGATORIOS

APÉNDICE I — LINEALIDAD DE LA ALTURA DE PANTALLA

I-410 ALCANCE

Este Apéndice Obligatorio proporciona los requisitos para verificar la linealidad de la altura de pantalla y es aplicable para instrumentos ultrasónicos con presentaciones A.

I-440 REQUISITOS MISCELANEOS

Coloque un palpador de haz angular sobre un bloque de calibración, como se muestra en la Fig. I-440 de tal manera que las indicaciones de los barrenos de 1/2T y 3/4T proporcionen una relación de amplitudes de 2:1 entre las dos indicaciones. Ajustar la sensibilidad (ganancia) para que la indicación más grande sea colocada al 80% de la altura total de pantalla. Sin mover el palpador, ajustar la sensibilidad (ganancia) para sucesivamente colocar la indicación más grande desde el 100% hasta el 20% de la altura total de pantalla, en decrementos del 10% (o pasos de 2dB si no se dispone de un control fino), y leer la indicación más pequeña en cada ajuste. La lectura debe ser del 50%

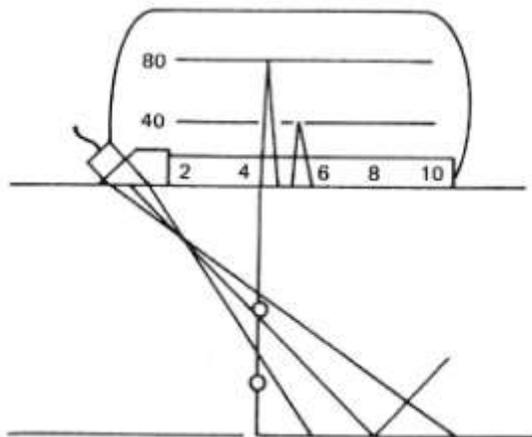


FIGURA I-440 LINEALIDAD

de la amplitud mayor, dentro de 5% de la altura total de pantalla. Los ajustes y lecturas deben ser estimadas lo más cercano al 1% de la escala completa. Alternativamente, se puede usar un palpador de haz recto sobre cualquier bloque de calibración que proporcione diferencia de amplitudes, con suficiente separación de señales para evitar el traslape de las dos señales.

APÉNDICE II — LINEALIDAD DEL CONTROL DE AMPLITUD

II-410 ALCANCE

Este Apéndice Obligatorio proporciona los requisitos para verificar la linealidad del control de amplitud y es aplicable para instrumentos ultrasónicos con presentaciones A.

II-440 REQUISITOS MISCELANEOS

Coloque un palpador de haz angular sobre un bloque de calibración, como se muestra en la Fig. I-440 de tal manera que la indicación del barreno lateral de 1/2T sea maximizado en la pantalla. Ajustar la sensibilidad (ganancia) como se indica en la tabla siguiente. La indicación debe caer dentro de los límites especificados. Alternativamente, se pueden usar otros reflectores convenientes de cualquier bloque de calibración con palpadores de haz angular o haz recto.

Ajuste de la Indicación en % de la Pantalla Total	Cambio del Control de dB	Límites de la Indicación de la Pantalla Total
80%	- 6 dB	32 A 48%
80%	- 12 dB	16 A 24%
40%	+ 6 dB	64 A 96%
40%	+ 12 dB	64 A 96%

Los ajustes y lecturas deben ser estimados lo más cercano al 1% de la escala total.

CÓDIGO ANSI / AWS D1.1 PARA ESTRUCTURAS SOLDADAS DE ACERO

SECCIÓN 6—INSPECCIÓN

PARTE F—INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO (UT) DE SOLDADURAS DE RANURA

6.20 Generalidades

6.20.1 Procedimientos y Estándares. Los procedimientos y estándares establecidos en esta parte son los que rigen la inspección por ultrasonido en soldaduras de ranura y zonas afectadas por el calor en espesores de 5/16 de pulgada y hasta 8 pulgadas [8 mm y hasta 203 mm] inclusive, cuando tal inspección es requerida por el párrafo 6.14 de este código. Para espesores menores de 5/16 de pulgada [8 mm] o mayores de 8 pulgadas [203 mm], la inspección debe realizarse de acuerdo con el Anexo K. Estos procedimientos y estándares deben ser prohibidos para la inspección de conexiones T, Y o K de tubo a tubo.

6.20.2 Variaciones. El Anexo K es un ejemplo de una técnica alternativa para realizar el examen ultrasónico de soldaduras de ranura. Variaciones en el procedimiento de inspección, equipo y estándares de aceptación no incluidas en la Parte F de la sección 6 pueden ser usadas con la aprobación del Ingeniero responsable. Tales variaciones incluyen otros espesores, geometrías de la soldadura, dimensiones del transductor, frecuencias, acoplantes, superficies pintadas, técnicas de inspección, etc. Tales variaciones aprobadas deben registrarse en los registros del contrato.

6.20.3 Porosidad Tubular. Para detectar posible porosidad tubular, se recomienda la inspección radiografía como complemento de la inspección ultrasónica en soldaduras ESW o EGW.

6.20.4 Metal Base. Estos procedimientos no son intentados para emplearse en la inspección de metales base. Sin embargo, las discontinuidades relacionadas con la soldadura (grietas, desgarros laminares, delaminaciones, etc.) en el metal base adyacente, las cuales no deberían aceptarse bajo lo indicado en este código deben reportarse al Ingeniero responsable para su disposición.

6.21 Requisitos de Calificación

Para satisfacer los requisitos de 6.14.6, la calificación del operador de la inspección ultrasónica debe incluir un examen específico y un examen práctico, los cuales deben basarse en los requisitos de este código. Estos exámenes deben requerir que

el operador de la inspección ultrasónica demuestre la habilidad para aplicar las reglas de este código en la detección exacta y la disposición de las fallas.

6.22 Equipo Ultrasónico

6.22.1 Requisitos del Equipo. El instrumento ultrasónico debe ser del tipo pulso-eco, adecuado para usarse con transductores que oscilan a frecuencias entre 1 y 6 MHz. La presentación debe ser un barrido "A" con el trazo de la señal de video rectificadas.

6.22.2 Linealidad Horizontal. La linealidad horizontal del instrumento de inspección debe ser calificada sobre la distancia total de la trayectoria del sonido que va a usarse en la inspección, de acuerdo con 6.30.1.

6.22.3 Requisitos para los Instrumentos de Inspección. Los instrumentos de inspección deben incluir estabilización interna para que, después de calentarse, no ocurra una variación de la respuesta mayor a ± 1 dB, con un cambio del 15% en el suministro nominal de voltaje o, en el caso de una batería, el tiempo de duración de la carga. Debe haber una alarma o medidor que indique una caída en el voltaje de la batería antes que el instrumento se apague debido a la descarga total de la batería.

6.22.4 Calibración de los Instrumentos de Prueba. El instrumento de inspección debe tener un control de ganancia calibrado (atenuador) ajustable en pasos discretos de 1 ó 2 dB en un intervalo de al menos 60 dB. La exactitud de los ajustes del atenuador debe estar dentro de más o menos 1 dB. El procedimiento para la calificación debe ser como se describe en 6.24.2 y 6.30.2

6.22.5 Rango de la Pantalla. El rango dinámico de la pantalla del instrumento debe ser tal que una diferencia de 1 dB de amplitud pueda ser fácilmente detectada en la pantalla.

6.22.6 Palpadores de Haz Recto (Onda Longitudinal). Los transductores de los palpadores de haz recto (onda longitudinal), deben tener un área activa no menor de 1/2 pulgada cuadrada [323 mm²] y no mayor de 1 pulgada cuadrada [645 mm²]. El transductor debe ser redondo o cuadrado. Los

transductores deben ser capaces de resolver las tres reflexiones como se describe en 6.29.1.3.

6.22.7 Palpadores de Haz Angular. Los palpadores de haz angular deben consistir de un transductor y una zapata angular. La unidad puede estar compuesta por dos elementos separados o puede ser una unidad integral.

6.22.7.1 Frecuencia. La frecuencia del transductor debe ser entre 2 y 2.5 MHz, inclusive.

6.22.7.2 Dimensiones del Transductor. El cristal transductor debe ser de forma cuadrada o rectangular y puede variar desde 5/8 de pulgada a 1 pulgada [15 a 25 mm] en ancho y desde 5/8 a 13/16 de pulgada [15 a 20 mm] en altura (ver la Figura 6.20). La relación máxima ancho-altura debe ser de 1.2 a 1.0 y la relación mínima debe ser 1.0 a 1.0.

6.22.7.3 Ángulos. El palpador debe producir un haz de sonido en el material que está siendo inspeccionado dentro de más o menos 2° de uno de los siguientes ángulos: 70°, 60° ó 45°, como se describe en 6.29.2.2.

6.22.7.4 Marcado. Cada palpador debe estar marcado indicando claramente la frecuencia del transductor, ángulo nominal de refracción, y punto índice. El procedimiento para localizar el punto índice se describe en 6.29.2.1.

6.22.7.5 Reflexiones Internas. Las máximas reflexiones internas permitidas del transductor deben ser como se describe en 6.24.3.

6.22.7.6 Distancia desde el Borde. Las dimensiones del palpador deben ser tales que la distancia desde la orilla frontal del palpador al punto índice no debe exceder de 1 pulgada [25 mm].

6.22.7.7 Bloque IIW. El procedimiento de calificación usando el bloque de referencia IIW, debe ser de acuerdo con 6.29.2.6 y como se muestra en la Figura 6.21.

6.23 Estándares de Referencia

6.23.1 Estándar IIW. El bloque de referencia ultrasónico del Instituto Internacional de Soldadura (IIW), mostrado en la Figura 6.22, debe ser el estándar usado para la calibración en distancia y sensibilidad. Otros bloques portátiles pueden ser usados, siempre y cuando el nivel de referencia de sensibilidad, para una combinación de instrumento / palpador, sea ajustado para ser equivalente al obtenido con el bloque IIW (Ver Anexo X, para ejemplos).

6.23.2 Reflectores Prohibidos. Para propósitos de calibración está prohibido el uso de un reflector en "esquina".

6.23.3 Requisitos de Resolución. La combinación de palpador e instrumento debe resolver tres orificios en el bloque de referencia de resolución RC que se muestra en la Figura 6.23. La posición del palpador se describe en 6.29.2.5. La resolución debe evaluarse con los controles del instrumento ajustados para calibraciones de inspecciones normales, y con las indicaciones de los orificios a la mitad de la altura de la pantalla. La resolución debe ser la suficiente para distinguir al menos los picos de las indicaciones de los tres orificios. Esta prohibido el uso del bloque de referencia de resolución RC para realizar la calibración. Cada combinación de palpador (zapata y transductor) debe ser verificada antes del uso inicial. Esta verificación debe realizarse inicialmente con cada palpador y en combinación con el instrumento ultrasónico. La verificación no necesita hacerse otra vez siempre u cuando sea mantenida la documentación que registre lo siguiente:

- (1) Marca del instrumento ultrasónico, modelo y número de serie
- (2) Fabricante del palpador, tipo, tamaño, ángulo y número de serie
- (3) Fecha de verificación y nombre del técnico

6.24 Calificación del Equipo

6.24.1 Linealidad Horizontal. La linealidad horizontal del instrumento de inspección debe ser recalificada después de cada 40 horas de uso del instrumento en cada uno de los rangos de distancia en que el instrumento será usado. El procedimiento de calificación debe ser de acuerdo con 6.30.1 (Ver Anexo X, para el método alternativo).

6.24.2 Control de Ganancia. El control de ganancia del instrumento (atenuador), debe cumplir los requisitos de 6.22.4 y debe ser verificado, para una calibración correcta, a intervalos de dos meses de acuerdo con 6.30.2. Pueden usarse métodos alternativos para la calificación del control de ganancia calibrada (atenuador), si proporciona, al menos, lo equivalente con 6.30.2.

6.24.3 Reflexiones Internas. Las máximas reflexiones internas de cada palpador deben ser verificadas a intervalos máximos de tiempo de 40 horas de uso del instrumento de acuerdo con 6.30.3.

6.24.4 Calibración de Palpadores de Haz Angular.

Usando un bloque de calibración aprobado, cada palpador de haz angular debe verificarse después de cada 8 horas de uso, para determinar que la superficie de contacto está plana, que es correcto el punto de entrada del sonido y que el haz angular está dentro de la tolerancia permitida de más o menos 2°, de acuerdo con 6.29.2.1 y 6.29.2.2. Los palpadores que no cumplan con éstos requisitos deben corregirse o reemplazarse.

6.25 Calibración para la Inspección

6.25.1 Posición del Control de Rechazo. Todas las calibraciones e inspecciones deben realizarse con el control de rechazo (recorte o supresión) apagado. El uso del control de rechazo puede alterar la linealidad de la amplitud del instrumento e invalidar los resultados de la inspección.

6.25.2 Técnica. La calibración en sensibilidad y barrido horizontal (distancia) debe hacerla el operador de la inspección ultrasónica, justo antes de y en el sitio donde se localice cada soldadura inspeccionada.

6.25.3 Recalibración. La recalibración debe realizarse después de un cambio de operador, cada 30 minutos como máximo intervalo de tiempo, o cuando el circuito eléctrico sufra algún disturbio en cualquiera de las formas siguientes:

- (1) Cambio de transductor
- (2) Cambio de batería
- (3) Cambio de toma de corriente
- (4) Cambio de cable coaxial
- (5) Suministro de corriente (falla)

6.25.4 Inspección del Metal Base con Haz Recto.

La calibración para la inspección con haz recto del metal base debe realizarse con el palpador colocado en la Cara "A" del metal base, y llevada a cabo como sigue:

6.25.4.1 Barrido. En la calibración de distancia el barrido horizontal debe ajustarse para que presente el equivalente a por lo menos dos veces el espesor de la placa en la pantalla.

6.25.4.2 Sensibilidad. La sensibilidad debe ser ajustada en una zona libre de indicaciones para que la primera reflexión de pared posterior, del lado más alejado de la placa, sea del 50 al 75% de la altura total de la pantalla.

6.25.5 Calibración para la Inspección con Haz Angular. La calibración para la inspección con haz angular debe realizarse como sigue (ver Anexo X, X2.4 para el método alternativo).

6.25.5.1 Barrido Horizontal. El barrido horizontal debe ser ajustado para representar la distancia real actual de la trayectoria del sonido, usando el bloque IIW o los bloques alternativos como los especificados en 6.23.1. La calibración de distancia debe hacerse usando la escala de 5 pulgadas [125 mm] o de 10 pulgadas [250 mm] en la pantalla, cualquiera que sea apropiada. Sin embargo, si la configuración de la junta o el espesor impiden el examen completo de la soldadura con cualquiera de estos ajustes, entonces la calibración de distancia debe hacerse usando la escala de 15 o 20 pulgadas [400 mm ó 500 mm], como sea requerido. La posición del palpador se describe en 6.29.2.3.

Nota: La localización horizontal de todas las indicaciones en la pantalla está basada en el punto en el cual el lado izquierdo de la deflexión del trazo rompe la línea horizontal base.

6.25.5.2 Nivel de Referencia Cero. El nivel de sensibilidad de referencia cero usado para la evaluación de discontinuidades ("b" en el reporte de la inspección ultrasónica, Anexo D, Forma D11), se obtiene ajustando el control de ganancia calibrada (atenuador) del detector de fallas, cumpliendo los requisitos de 6.22, de tal manera que resulte maximizada una deflexión del trazo horizontal en la pantalla (ajustando la altura de la línea horizontal de referencia con el control de ganancia calibrada [atenuador]), de acuerdo con 6.29.2.4.

6.26 Procedimientos de Inspección

6.26.1 Línea "X". Para la localización de las discontinuidades debe marcarse una línea "X" sobre la cara de la soldadura inspeccionada, en dirección paralela al eje de la soldadura. La localización de la distancia perpendicular al eje de la soldadura, está basada en las figuras dimensionales en los planos detallados y normalmente está sobre la línea central (eje) de las juntas soldadas a tope, y siempre está sobre la cara cercana del miembro conectado en las juntas soldadas en "T" y en esquina (la cara opuesta a la Cara "C").

6.26.2 Línea "Y". Una letra "Y" acompañada con un número de identificación de la soldadura, debe estar claramente marcada sobre el metal base adyacente a la soldadura que va a ser inspeccionada por

ultrasonido. Esta marca es usada con los siguientes propósitos:

- (1) Identificación de la soldadura.
- (2) Identificación de la Cara "A".
- (3) Medición de la distancia y dirección (+ o -) desde la línea "X".
- (4) Medición de la localización desde los extremos u orillas del cordón de soldadura.

6.26.3 Limpieza. Todas las superficies sobre las cuales es colocado el palpador deben estar libres de salpicaduras de soldadura, suciedad, grasa, aceite (distinto al usado como acoplante), pintura, escamas y deben tener un contorno que permita acoplamiento adecuado.

6.26.4 Acoplantes. Un material acoplante debe usarse entre el palpador y el material a inspeccionar. El acoplante debe ser una mezcla de agua con glicerina o agua con goma de celulosa con una consistencia adecuada. Puede agregarse un agente humectante si es necesario. Puede usarse un aceite ligero como acoplante en los bloques de calibración.

6.26.5 Extensión de la Inspección. Todo el metal base adyacente a través del cual viaja el sonido para inspeccionar la soldadura, debe ser inspeccionado usando un palpador de haz recto para detectar reflectores laminares, conforme a los requisitos de 6.22.6, y se debe calibrar de acuerdo con 6.25.4. Si cualquier área del metal base presenta una pérdida total de la reflexión de pared posterior o una indicación igual o mayor que la altura original de la reflexión de pared posterior y está localizada en una posición que interfiera con el procedimiento normal de barrido de la soldadura, se debe determinar su tamaño, localización y profundidad desde la cara A y se debe registrar en el reporte de inspección ultrasónica, y debe usarse un procedimiento alternativo para el barrido de la soldadura.

6.26.5.1 Tamaño del Reflector. El procedimiento para la evaluación del tamaño del reflector debe ser de acuerdo con 6.31.1.

6.26.5.2 Inaccesibilidad. Si parte de una soldadura a inspeccionarse es inaccesible, de acuerdo con los requisitos de la Tabla 6.6, debido al contenido laminar detectado, de acuerdo con 6.26.5, la inspección debe llevarse a cabo usando uno o más de los siguientes procedimientos alternos, como sea necesario para cubrir totalmente la soldadura:

- (1) La(s) superficie(s) soldada(s) debe(n) ser esmerilada(s) de acuerdo con 5.24.4.1.
- (2) La inspección debe realizarse desde las Caras A y B.

- (3) Deben ser usados otros ángulos en los palpadores.

6.26.6 Inspección de las Soldaduras. Las soldaduras deben ser inspeccionadas usando un palpador de haz angular conforme a los requisitos de 6.22.7, con el instrumento calibrado de acuerdo con 6.25.5 usando el ángulo como se indica en la Tabla 6.7. Después de la calibración y durante la inspección, sólo se permite ajustar el nivel de sensibilidad con el control de ganancia calibrada (atenuador). El control de "rechazo" (recorte o supresión) debe estar apagado. La sensibilidad debe incrementarse desde el nivel de referencia para realizar el barrido de la soldadura de acuerdo con la Tabla 6.2 o 6.3, como sea aplicable.

6.26.6.1 Barrido. El ángulo de inspección y el procedimiento de barrido deben ser de acuerdo con lo indicado en la Tabla 6.7.

6.26.6.2 Juntas a Tope. Todas las juntas soldadas a tope deben ser inspeccionadas desde cada lado del eje de la soldadura. Las juntas soldadas en esquina y en "T" deben inspeccionarse principalmente desde un sólo lado del eje de la soldadura. Todas las soldaduras deben ser inspeccionadas usando el patrón o patrones de barrido aplicables mostrados en la Figura 6.24, como sea necesario, para detectar discontinuidades longitudinales y transversales. Esto se realiza para que, como mínimo, todas las soldaduras sean inspeccionadas por el paso de sonido a través del volumen completo de la soldadura y la zona afectada por el calor, en dos direcciones cruzadas (transversal y longitudinalmente), cualquiera que sea práctica.

6.26.6.3 Indicación Máxima. Cuando una indicación de discontinuidad aparece en la pantalla, la máxima indicación obtenida de la discontinuidad debe ser ajustada para que la deflexión del trazo sea igual al nivel de referencia horizontal en la pantalla. Este ajuste debe hacerse con el control de ganancia calibrada (atenuador), y la lectura del instrumento en decibeles debe usarse como el "Nivel de Indicación, a", para calcular la "Relación de Indicación, "d", como se muestra en el reporte de inspección (Anexo D, Forma D11).

6.26.6.4 Factor de Atenuación. El "Factor de Atenuación, c", del reporte de inspección se obtiene restando 1" [25 mm] a la distancia de recorrido del sonido y multiplicando el resultado por dos. Este factor debe ser redondeado al valor entero más cercano en dB. Para valores de fracciones menores

de 1/2 dB debe reducirse al valor inmediato inferior en dB y para aquellos de 1/2 dB o mayor debe incrementarse al valor inmediato superior en dB.

6.26.6.5 Relación de Indicación. La "Relación de indicación, d", en el Reporte de Inspección Ultrasonica, Anexo D, Forma D-11, representa la diferencia algebraica en decibeles entre el nivel de indicación y el nivel de referencia, con una corrección para la atenuación, como se indica en las siguientes expresiones:

Instrumentos con ganancia en dB:

$$a - b - c = d$$

Instrumentos con atenuación en dB:

$$b - a - c = d$$

6.26.7 Longitud de las Discontinuidades. La longitud de las discontinuidades debe determinarse de acuerdo con el procedimiento de 6.31.2.

6.26.8 Bases para la Aceptación o Rechazo. Cada discontinuidad en la soldadura debe ser aceptada o rechazada con base en su relación de indicación y su longitud, de acuerdo con la Tabla 6.2 para estructuras estáticamente cargadas o la Tabla 6.3 para estructuras cíclicamente cargadas, cualquiera que sea aplicable. Sólo aquellas discontinuidades que son inaceptables necesitan registrarse en el reporte de inspección, excepto que para soldaduras designadas en los documentos del contrato como "Fracturas Críticas", las relaciones aceptables que se encuentren dentro de 6 dB, inclusive, por debajo de la relación mínima inaceptable deben registrarse en el reporte de inspección.

6.26.9 Identificación del Área Rechazada. Cada discontinuidad inaceptable debe ser indicada en la soldadura por medio de una marca directamente sobre la discontinuidad en toda su longitud. La profundidad desde la superficie y la relación de indicación deben anotarse cerca de la marca sobre el metal base.

6.26.10 Reparación. Las soldaduras que son inaceptables por la inspección ultrasonica deben ser reparadas por los métodos permitidos por 5.26 de este código. Las áreas reparadas deben reinspeccionarse por ultrasonido y los resultados deben ser tabulados sobre la forma original (si está disponible) o en formas de reporte adicionales.

6.26.11 Reportes de Inspecciones de Reparaciones. La evaluación de las áreas soldadas reparadas que sean reinspeccionadas debe ser tabulada sobre una nueva línea en la forma de reporte. Si es usada la forma de reporte original, deben usarse las siglas R1, R2,Rn como prefijos

del número de indicación. Si es usada una forma de reporte adicional, la letra R debe usarse como prefijo del número de reporte.

6.26.12 Respaldo de Acero. La inspección por ultrasonido de soldaduras de ranura por CJP con respaldo de acero debe realizarse con un procedimiento de inspección que reconozca los reflectores potenciales creados por la interfase entre el metal base y el respaldo (ver los Comentarios C6.26.12 para guías adicionales para el barrido de soldaduras de ranura que contienen respaldo).

6.27 Inspección Ultrasonica de Conexiones Tubulares T, Y y K

6.27.1 Procedimiento. Todas las inspecciones ultrasonicas deben realizarse de acuerdo con un procedimiento escrito el cual ha sido preparado o aprobado por un individuo calificado como Nivel III de acuerdo con SNT-TC-1A, y con experiencia en la inspección ultrasonica de estructuras tubulares. El procedimiento debe estar basado en los requisitos de esta sección y de la Sección 6, Parte F, como sea aplicable. El procedimiento debe contener, como mínimo, la siguiente información con respecto a los métodos y técnicas de la inspección ultrasonica:

(1) El tipo de configuración de la junta soldada que será inspeccionada (por ejemplo, el rango de diámetros aplicable, espesores, y el ángulo diedral local). Las técnicas convencionales están limitadas a diámetros de 12-3/4 pulgadas [325 mm] y mayores, espesores de 1/2 pulgada [12 mm] y mayores, y ángulos diedrales locales de 30° o mayores. Pueden ser usadas técnicas especiales para dimensiones menores, con la condición de que sean calificados como aquí se describe, usando las dimensiones más pequeñas de la aplicación.

(2) Criterio de aceptación para cada uno de los tipos y tamaños de la soldadura.

(3) Tipo(s) de instrumento(s) ultrasonico(s) (marcas y modelos).

(4) Frecuencia de los transductores (palpadores), dimensión y forma del área activa, ángulo del haz y tipo de zapata de los palpadores de haz angular. Pueden ser usados procedimientos que usan transductores con frecuencias de hasta 6 MHz, con dimensiones menores de 1/4 pulgada [6 mm], y de formas diferentes que sean especificadas en otra parte, con la condición que sean calificados como aquí se describe.

(5) Preparación de la superficie y acoplante (donde sea usado).

(6) Tipo de bloque de calibración y reflector de referencia.

(7) Método de calibración y exactitud requerida para la distancia (barrido), linealidad vertical, divergencia del haz, ángulo, sensibilidad y resolución.

(8) Intervalo de recalibración para cada uno de los ajustes del párrafo (7).

(9) Método para determinar la continuidad acústica del metal base (ver 6.27.4), y para establecer la geometría como función del ángulo diedral local y el espesor.

(10) Patrones de barrido y sensibilidad (ver 6.27.5).

(11) Corrección por transferencia para superficies curvas y rugosas (donde son aplicados los métodos de amplitud. Ver 6.27.3).

(12) Métodos para determinar el ángulo efectivo del haz (en materiales curvos), índice del área de raíz, y localización de las discontinuidades.

(13) Método para determinar la longitud y altura de la discontinuidad.

(14) Método de verificación del defecto durante la excavación y reparación.

6.27.2 Personal. Además de los requisitos para el personal de 6.14.6, cuando sea realizada la inspección de conexiones T, Y y K, se debe requerir que el operador demuestre su habilidad para aplicar las técnicas especiales requeridas para tales exámenes. Las inspecciones prácticas para estos propósitos deben ser realizadas sobre soldaduras simuladas que representen el tipo de soldaduras que serán inspeccionadas, incluyendo un rango representativo de ángulos diedrales y espesores que serán encontrados en producción, utilizando los procedimientos aplicables calificados y aprobados. Cada soldadura simulada debe contener discontinuidades naturales o artificiales que produzcan indicaciones ultrasónicas arriba y abajo del criterio de rechazo especificado en el procedimiento aprobado.

La funcionalidad debe ser juzgada en base a la habilidad del operador para determinar la dimensión y clasificación de cada discontinuidad con una exactitud requerida para aceptar o rechazar cada unión soldada y localizar exactamente las discontinuidades inaceptables a lo largo de la soldadura y dentro de la sección transversal de la soldadura. Al menos el 70% de las discontinuidades inaceptables deben ser correctamente identificadas como inaceptables. Para trabajos en estructuras no redundantes, todas las discontinuidades que excedan sus dimensiones máximas aceptables por un factor de dos, o por una amplitud de 6 dB deben ser localizadas y reportadas.

6.27.3 Calibración. La calificación del instrumento ultrasónico y los métodos de calibración deben cumplir con los requisitos del procedimiento aprobado y la Sección 6, Parte F, excepto como sigue:

6.27.3.1 Rango. La calibración del rango (distancia) debe incluir, como mínimo, la distancia total de recorrido del ultrasonido que será usada durante la inspección específica. Éste puede ser ajustado para representar el recorrido del sonido, la distancia superficial, o la profundidad equivalente por debajo de la superficie de contacto, presentado a lo largo de la escala horizontal del instrumento, como se describa en el procedimiento aprobado.

6.27.3.2 Calibración de Sensibilidad. La sensibilidad estándar para la inspección de soldaduras de producción usando técnicas de amplitud debe ser: sensibilidad básica + corrección de distancia-amplitud + corrección por transferencia. Esta calibración debe hacerse al menos una vez por cada junta inspeccionada; excepto que, para inspecciones repetitivas de iguales tamaños y configuraciones, la frecuencia de calibración de 6.25.3 puede ser usada.

(1) Sensibilidad Básica. El nivel de referencia de la altura en la pantalla obtenida usando la máxima reflexión del barreno de 0.060 pulgadas [1.5 mm] de diámetro en el bloque IIW (u otro bloque que resulte en la misma sensibilidad básica de calibración) como se describe en 6.25 (o 6.29).

(2) Corrección Distancia Amplitud. El nivel de sensibilidad debe ser ajustado para proporcionar la pérdida por atenuación a través del rango de recorrido del sonido que será usado ya sea por medio de curvas de corrección distancia-amplitud, medios electrónicos, o como se describe en 6.26.6.4. Donde sean usados transductores de alta frecuencia, la mayor atenuación debe ser tomada en cuenta. La corrección por transferencia puede ser usada para ajustar la inspección ultrasónica a través de capas de pintura que no excedan de 0.010 pulgada [0.25 mm] de espesor.

6.27.4 Inspección del Metal Base. El área total sujeta a barrido ultrasónico debe ser inspeccionada por la técnica de onda longitudinal para detectar reflectores laminares que pudieran interferir con la propagación directa de las ondas de sonido. Todas las áreas que contengan reflectores laminares deben ser marcadas para su identificación antes de la inspección de la soldadura y las consecuencias consideradas en la selección de los ángulos de palpadores y las técnicas de barrido para la inspección de las soldaduras en esas áreas. E

Ingeniero responsable debe ser notificado de las discontinuidades en el material base que excedan los límites de 5.15.1.1.

6.27.5 Barrido de la Soldadura. El barrido de la soldadura de conexiones T, Y y K debe realizarse desde la superficie del miembro ramal o secundario (ver Figura 6.25). Todas las inspecciones deben hacerse en la Primera y Segunda Pierna, hasta donde sea posible. Para el barrido inicial, la sensibilidad debe incrementarse en 12 dB por arriba de lo establecido en 6.27.3 para el máximo recorrido del sonido. La evaluación de las indicaciones debe realizarse con el estándar de sensibilidad de referencia.

6.27.6 Ángulo Óptimo. Las indicaciones encontradas en el área de la raíz de soldaduras de ranura en juntas a tope y a lo largo de la cara de fusión de todas las soldaduras deben ser adicionalmente evaluadas con un ángulo de palpador de 70°, 60° o 45°, cualquiera que sea más perpendicular a la cara de fusión esperada.

6.27.7 Evaluación de la Discontinuidad. Las discontinuidades deben ser evaluadas por el uso de una combinación de las técnicas del borde del haz y amplitud de indicaciones. Las dimensiones debe ser dadas como longitud y altura (dimensión en profundidad) o amplitud, como sea aplicable. La amplitud debe ser relacionada al “estándar de calibración”. Además, las discontinuidades deben ser clasificadas como lineales o planas contra esféricas, notando cambios en la amplitud conforme el transductor se hace girar en un arco centrado con el reflector. Debe ser determinada la localización (posición) de discontinuidades dentro de la sección transversal de la soldadura, así también como, desde un punto de referencia establecido a lo largo del eje de la soldadura.

6.27.8 Reportes.

6.27.8.1 Formas. Una forma de reporte que identifique claramente el trabajo y el área de inspección debe ser llenada por el técnico en inspección ultrasónica en el momento de realizar la inspección. Debe ser llenado un reporte detallado y un dibujo que muestre la localización a lo largo del eje de la soldadura, la localización dentro de la sección transversal de la soldadura, el tamaño (o relación de la indicación), la extensión, la orientación, y la clasificación de cada discontinuidad para cada soldadura en la cual sean encontradas indicaciones significativas.

6.27.8.2 Discontinuidades Reportadas. Cuando sea especificado, las discontinuidades que se aproximen al tamaño inaceptable, particularmente

aquellas en las cuales existe algo de duda en su evaluación, también deben ser reportadas.

6.27.8.3 Inspección Incompleta. También deben ser registradas las áreas en las cuales no fue realizada la inspección completa, junto con la razón por la cual la inspección fue incompleta.

6.27.8.4 Marcas de Referencia. A menos que otra cosa sea especificada, también debe ser marcada físicamente sobre las piezas de trabajo la posición de la referencia, la localización y la extensión de discontinuidades inaceptables.

6.28 Preparación y Disposición de Reportes

6.28.1 Contenido de Reportes. En el momento de la inspección, el Inspector de ultrasonido debe llenar una forma de reporte en la cual identifique claramente el trabajo y el área de inspección. La forma de reporte para soldaduras que son aceptables sólo necesita contener información suficiente para identificar la soldadura, el inspector (firma) y la aceptación de la soldadura. Un ejemplo de tal forma es mostrado en el Anexo D, Forma D11.

6.28.2 Reportes Antes de la Inspección. Antes que el dueño acepte una soldadura sujeta a inspección ultrasónica por el contratista, todas las formas de reporte pertenecientes a la soldadura, incluyendo cualquiera que muestre calidad inaceptable antes de la reparación, deben ser presentadas al Inspector.

6.28.3 Reportes Completos. Un juego completo de las formas de reporte llenas de las soldaduras inspeccionadas por ultrasonido por el contratista, incluyendo cualquiera que muestre calidad inaceptable antes de reparar, debe entregarse al dueño al término de la obra. La obligación del contratista para conservar los reportes termina cuando (1) se entregue al dueño el juego completo, o (2) un año completo después que se ha completado el trabajo del contratista, notificando al dueño previamente por escrito.

6.29 Calibración del Instrumento Ultrasónico con el Bloque IIW u Otros Bloques de Referencia Aprobados (Anexo X)

Ver 6.23 y las Figuras 6.22, 6.23 y 6.26.

6.29.1 Modo Longitudinal

6.29.1.1 Calibración en Distancia. Ver Anexo X, X1 para el método alternativo.

(1) El transductor debe colocarse en la posición G sobre el bloque IIW.

(2) El instrumento debe ser ajustado para producir indicaciones sobre la pantalla a 1 pulgada [25 mm sobre un bloque en sistema métrico], 2 pulgadas [50 mm], 3 pulgadas [75 mm], 4 pulgadas [100 mm], etc.

6.29.1.2 Amplitud. Ver Anexo X, X1.2 para el método alternativo. (1) El transductor debe colocarse en la posición G sobre el bloque IIW. (2) La ganancia debe ser ajustada hasta que la indicación maximizada de la primera reflexión de pared posterior alcance del 50 al 75% de altura de la pantalla.

6.29.1.3 Resolución.

(1) El transductor debe colocarse en la posición F sobre el bloque IIW.

(2) El transductor y el instrumento deben resolver las tres distancias.

6.29.1.4 Calificación de la Linealidad Horizontal. El procedimiento de calificación debe ser el indicado en 6.24.1.

6.29.1.5 Calificación del Control de Ganancia (Atenuación). El procedimiento de calificación debe ser de acuerdo con 6.24.2, o debe ser usado un método alternativo, de acuerdo con 6.24.2.

6.29.2 Modo de Onda de Corte (Transversal).

6.29.2.1 Punto Índice. El punto de entrada de sonido del transductor (punto índice) debe ser localizado o verificado por el procedimiento siguiente:

(1) El transductor debe colocarse en la posición D sobre el bloque IIW.

(2) El transductor debe moverse hasta que la señal del radio es maximizada. El punto sobre el transductor el cual esté alineado con la línea del centro del radio sobre el bloque de calibración, es el punto de entrada del sonido (Ver Anexo X, X2.1 para el método alternativo).

6.29.2.2 Ángulo. El ángulo del recorrido del sonido del transductor debe verificarse o determinarse por medio de uno de los siguientes procedimientos:

(1) El transductor debe colocarse en la posición B sobre el bloque IIW para ángulos de 40° a 60°, o en la posición C sobre el bloque IIW para ángulos entre 60° y 70°. (Ver Figura 6.26).

(2) Para el ángulo seleccionado, el transductor debe ser movido hacia atrás y hacia adelante sobre la línea indicativa del ángulo del transductor hasta que la señal del radio es maximizada. El punto de entrada del sonido en el transductor debe compararse con el ángulo marcado sobre el bloque de calibración (con una tolerancia de $\pm 2^\circ$). (Ver Anexo X, X2.2 para los métodos alternativos).

6.29.2.3 Procedimiento para la Calibración en Distancia. El transductor debe colocarse en la posición D sobre el bloque IIW (para cualquier ángulo). El instrumento debe ser ajustado para obtener indicaciones sobre la pantalla de 4 pulgadas [100 mm sobre un bloque en sistema métrico] y 8 pulgadas [200 mm] o 9 pulgadas [225 mm]; 4 pulgadas [100 mm] y 9 pulgadas [225 mm] en el bloque Tipo 1; o 4 pulgadas [100 mm] y 8 pulgadas (200 mm) en el bloque Tipo 2 (Ver Anexo X, X2.3 para el método alternativo).

6.29.2.4 Procedimiento para la Calibración de Amplitud o Sensibilidad. El transductor debe colocarse en la posición A sobre el bloque IIW (para cualquier ángulo). La señal maximizada del orificio de 0.060 pulgadas [1.59 mm] debe ser ajustada hasta que la altura de la indicación alcance una línea de referencia horizontal (Ver Anexo X, X2.4 para el método alternativo). La máxima lectura obtenida en decibeles debe ser usada como la lectura del "Nivel de referencia, b" en la hoja del Reporte de Inspección (Anexo D, Forma D11) de acuerdo con 6.23.1.

6.29.2.5 Resolución.

(1) El transductor debe colocarse sobre el bloque de resolución RC en la posición Q para el ángulo de 70°, en la posición R para el de 60°, o en la posición S para el de 45°.

(2) El transductor y el instrumento deben resolver los tres orificios de prueba, al menos en la extensión de distinguir los picos de las indicaciones de los tres orificios.

6.29.2.6 Distancia Aproximada del Palpador. La distancia mínima permitida entre el extremo del palpador y la orilla del bloque IIW debe ser como sigue (Ver Figura 6.21):

para transductores de 70°,
X = 2 pulgadas (51 mm)

para transductores de 60°,
X = 1 7/16 pulgadas (37 mm)

para transductores de 45°.

X = 1 pulgada (25 mm)

6.30 Procedimiento para la Calificación del Equipo

6.30.1 Procedimiento para la Linealidad Horizontal. *Nota: Ya que éste procedimiento de calificación se realiza con un palpador de haz recto, el cual produce ondas longitudinales con una velocidad de sonido de casi el doble que las ondas de corte, es necesario que sea usado el doble de los rangos de distancia para la onda de corte en la aplicación de éste procedimiento.*

Por ejemplo: El uso de una pantalla de calibración de 10 pulgadas [250 mm] en onda de corte puede requerir una pantalla de calibración de 20 pulgadas [500 mm] para este procedimiento de calificación.

El siguiente procedimiento debe ser usado para la calificación del instrumento: (Ver Anexo X, X3 para el método alternativo)

(1) Un palpador de haz recto debe ser acoplado, cumpliendo los requisitos de 6.22.6, al bloque IIW o DS en las Posiciones G, T o U (ver Figura 6.26), como sea necesario para obtener 5 reflexiones de pared posterior en el rango de calificación que está siendo certificado (Ver Figura 6.26).

(2) La primera y quinta reflexión de pared posterior deben ser ajustadas en su posición adecuada, con el uso de los controles de ajuste de calibración de distancia y retardo de cero.

(3) Cada indicación debe ser ajustada al nivel de referencia con el control de ganancia o atenuación para verificar la posición horizontal.

(4) Cada posición intermedia de la deflexión del trazo debe ser corregida con una tolerancia de 2% del ancho de la pantalla.

6.30.2 Exactitud de Decibeles (dB).

6.30.2.1 Procedimiento. *Nota: Con el fin de alcanzar la exactitud requerida ($\pm 1\%$) en la lectura de la altura de la indicación, la pantalla debe estar graduada verticalmente a intervalos del 2%, o 2.5% para instrumentos con lector digital de amplitud, a en la altura media horizontal de la pantalla. Estas graduaciones, deben ser colocadas sobre la pantalla entre 60% y 100% de la altura de la pantalla. Esto puede efectuarse con el uso de una pantalla transparente graduada sobrepuesta. Si esta pantalla sobrepuesta se aplica como una parte permanente de la unidad ultrasónica, debe tenerse cuidado que esta no oscurezca la presentación normal de la inspección.*

(1) Un palpador de haz recto debe ser acoplado, cumpliendo los requisitos de 6.22.6, al bloque DS

mostrado en la Figura 6.23 y en la Posición "T", Figura 6.26.

(2) La calibración en distancia debe ser ajustada para que la primera indicación de 2 pulgadas [50 mm] del reflejo de pared posterior (de aquí en adelante llamada "la indicación") esté a la mitad horizontal de la pantalla.

(3) El control de ganancia calibrada o de atenuación debe ser ajustado para que la indicación esté exactamente en o ligeramente arriba del 40% de la altura de la pantalla.

(4) El palpador debe ser movido hacia la posición U, ver Figura 6.26, hasta que la indicación esté exactamente al 40% de la altura de la pantalla.

(5) La amplitud se debe incrementar en 6 dB con el control de ganancia calibrada o de atenuación. Teóricamente el nivel de la indicación, debería estar exactamente al 80% de la altura de la pantalla.

(6) La lectura en dB debe ser registrada en la columna "a" y el porcentaje actual de la altura de pantalla en la columna "b" del paso (5) en el reporte de certificación (Anexo D, Forma D-8), Línea 1.

(7) El palpador debe ser movido hacia la posición U, Figura 6.26, hasta que la indicación esté exactamente al 40% de la altura de pantalla.

(8) El paso (5) debe ser repetido.

(9) El paso (6) debe ser repetido; excepto que, la información deberá anotarse en la siguiente línea consecutiva en el Anexo D, Forma D-8.

(10) Los pasos (7), (8) y (9) deben ser repetidos consecutivamente hasta que el rango total del control de ganancia (atenuador) es alcanzado (60 dB mínimo).

(11) La información de las columnas "a" y "b" debe ser aplicada en la fórmula 6.30.2.2 o en el nomograma descrito en 6.30.2.3 para calcular los decibeles corregidos.

(12) Los decibeles corregidos del paso (11) deben ser registrados en la columna "c".

(13) El valor de la Columna "c" debe ser restado al valor de la Columna "a" y la diferencia registrada en la Columna "d", error en decibeles debe ser aplicado.

Nota: Estos valores pueden ser positivos o negativos y deben registrarse así. Ejemplos de la Aplicación de las Formas D-8, D-9 y D-10 se encuentran en el Anexo D.

(14) La información debe ser tabulada en una forma, incluyendo la información mínima equivalente como la presentada en la Forma D-8, y

la unidad evaluada de acuerdo con las instrucciones mostradas en esa forma.

(15) La Forma D-9 proporciona un medio relativamente simple de evaluación de datos desde el paso (14). Las instrucciones para ésta evaluación están dadas desde el paso (16) al (18).

(16) La información en decibeles de la columna "e" (Forma D-8) debe ser registrada verticalmente y la lectura en decibeles de la columna "a" (Forma D-8) horizontalmente, como coordenadas X y Y, para trazar una curva de decibeles en la Forma D-9.

(17) La mayor longitud horizontal, como es representada por la diferencia de lectura en decibeles, la cual puede ser inscrita en un rectángulo representando 2 dB en altura, denota el rango en decibeles dentro del cual el equipo cumple los requisitos del código. El rango mínimo permitido es de 60 decibeles.

(18) El equipo que no cumpla los requisitos mínimos puede ser usado, siempre y cuando sean proporcionados los factores de corrección desarrollados y usados para la evaluación de las fallas exteriores en el rango de linealidad aceptable del instrumento, o que la inspección de soldadura y la evaluación de las fallas sea mantenida dentro del rango de linealidad vertical aceptable del instrumento.

Nota: Las figuras de error en dB (Columna "d") pueden usarse como factores de corrección.

6.30.2.2 Ecuación para calcular los Decibeles.

La siguiente ecuación es usada para calcular los decibeles:

$$dB_2 - dB_1 = 20 \times \text{Log} (\%_2 / \%_1)$$

$$dB_2 = 20 \times \text{Log} (\%_2 / \%_1) + dB_1$$

Como está relacionado al Anexo D, Forma D-8

dB_1 = Columna "a"

dB_2 = Columna "c"

$\%_1$ = Columna "b"

$\%_2$ = Definido en la Forma D-8

6.30.2.3 Anexo D. Las siguientes notas aplican al uso del nomograma del Anexo D, Forma D-10:

(1) Las Columnas a, b, c, d y e están en la hoja de certificación, Anexo D, Forma D-10.

(2) Las escalas A, B y C están en el nomograma, Anexo D, Forma D-10.

(3) Los puntos cero en la escala C deben ser prefijados, agregando el valor necesario que corresponda con los ajustes del instrumento; por ejemplo, 0, 10, 20, 30, etc.

6.30.2.4 Procedimiento. Los siguientes procedimientos aplican para el uso del nomograma del Anexo D, Forma D-10:

(1) Debe trazarse una línea recta entre la lectura de decibeles desde la columna "a" aplicada a la escala C y el porcentaje correspondiente desde la columna "b" aplicado a la escala "A".

(2) El punto donde la línea recta del paso (1) cruza la línea pivote B, debe ser usado como punto pivote para una segunda línea recta.

(3) Se debe trazar una segunda línea recta a partir del punto de porcentaje promedio en la escala A, a través del punto pivote determinado en el paso (2) y sobre la escala C en dB.

(4) Éste punto sobre la escala C es indicativo de los dB corregidos a usarse en la Columna "c".

6.30.2.5 Nomograma. Para un ejemplo del uso del nomograma, ver Anexo D, Forma D-10.

6.30.3 Procedimiento para Reflexiones Internas.

(1) Calibre el equipo de acuerdo con 6.25.5.

(2) Remueva el palpador del bloque de calibración sin cambiar cualquier otro ajuste del equipo.

(3) Incremente la ganancia calibrada o atenuación en 20 dB más sensible que el nivel de referencia.

(4) El área de la pantalla más allá de 1/2 pulgada [12 mm] de recorrido del haz de sonido y arriba de la altura del nivel de referencia debe estar libre de cualquier indicación.

6.31 Procedimiento para la Evaluación del Tamaño de la Discontinuidad

6.31.1 Inspección con Haz Recto (Longitudinal).

No siempre es fácil determinar el tamaño de discontinuidades laminares, especialmente aquellas que son más pequeñas que el tamaño del transductor. Cuando la discontinuidad es mayor que el transductor, ocurre una pérdida total de la reflexión de pared posterior y la pérdida de 6 dB de amplitud y la medición al centro del transductor es normalmente confiable para determinar los extremos de las fallas. Sin embargo, la evaluación del tamaño aproximado de aquellos reflectores, los cuales son más pequeños que el transductor, puede hacerse empezando desde el exterior de la discontinuidad con el equipo calibrado de acuerdo con 6.25.4, y moviendo el transductor hacia el área de la discontinuidad hasta que comienza a formarse una

indicación en la pantalla. El borde del palpador es el punto que señala el extremo de la discontinuidad.

6.31.2 Inspección con Haz Angular (Corte). El siguiente procedimiento debe usarse para determinar la longitud de las indicaciones que tienen relaciones en dB más serias que para indicaciones de la Clase D. La longitud de tal indicación debe ser determinada midiendo la distancia entre las posiciones del centro del transductor donde la relación de la amplitud de la indicación cae al 50% (6 dB) abajo de la relación para la clasificación aplicable de la falla. Esta longitud debe ser registrada como "longitud de la discontinuidad" en el reporte de inspección. Donde sea garantizado por la amplitud de la discontinuidad, éste procedimiento debe repetirse para determinar la longitud de las discontinuidades Clase A, B y C.

6.32 Patrones de Barrido (Ver Figura 6.24)

6.32.1 Discontinuidades longitudinales

6.32.1.1 Movimiento A. Ángulo de rotación $\alpha = 10^\circ$.

6.32.1.2 Movimiento B. La distancia de barrido "b" debe ser tal que sea cubierta la sección de la soldadura que está siendo inspeccionada.

6.32.1.3 Movimiento C. La distancia de avance "c", debe ser aproximadamente la mitad del ancho del transductor.

Nota: Los movimientos A, B y C son combinados en un patrón de barrido.

6.32.2 Discontinuidades Transversales

6.32.2.1 Soldaduras Esmeriladas a Ras. Cuando las soldaduras son esmeriladas a ras, será usado el patrón de barrido D.

6.32.2.2 Soldaduras Sin Esmerilar. Cuando el refuerzo de la soldadura no es esmerilado a ras, será usado el patrón de barrido E. El ángulo de barrido "e" = 15° máximo.

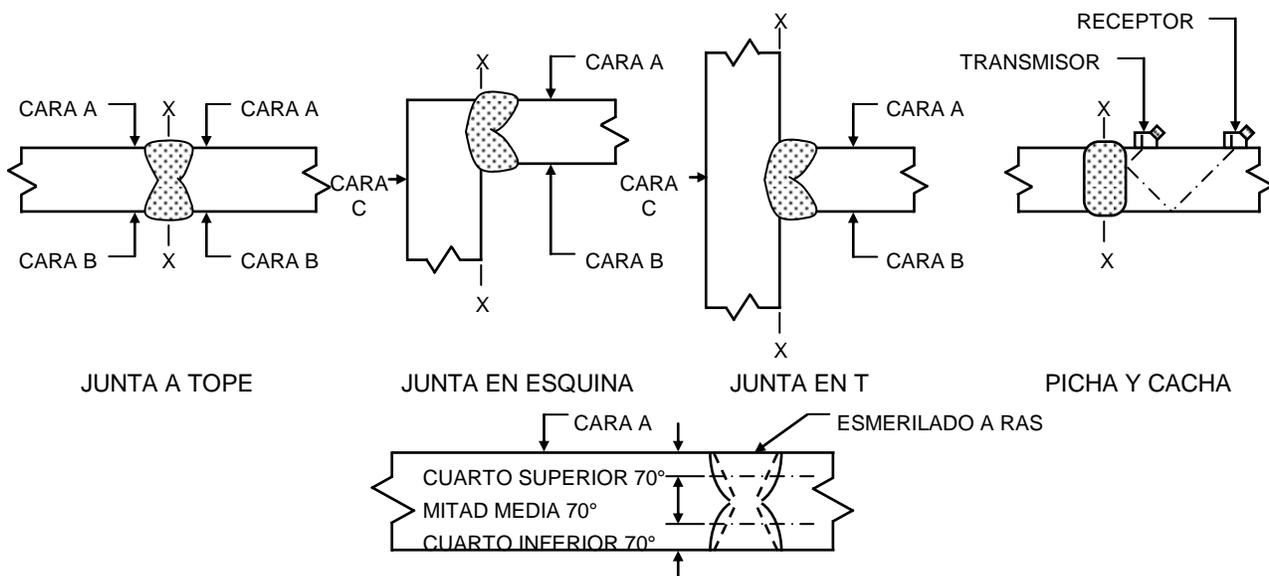
Nota: El patrón de barrido debe ser tal que cubra completamente la sección soldada.

6.32.3 Soldaduras ESW o EGW (Patrones de Barrido Adicionales). Con el patrón de Barrido E el ángulo de rotación "e" del transductor debe ser entre 45° y 60° .

Nota: El patrón de barrido debe ser tal que cubra completamente la sección soldada.

Tabla 6.7
Ángulo de Inspección (ver 6.26.5.2)

Representación Gráfica del Procedimiento																		
Espesor de Material, pulgadas (mm)																		
Tipo de Junta	5/16 [8]	>1-1/2 [38]	>1-3/4 [45]	>2-1/2 [60]	>3-1/2 [90]	>4-1/2 [110]	>5 [130]	>6-1/2 [160]	>7 [180]									
	a	a	a	a	a	a	a	a	a									
	1-1/2 [38]	1-3/4 [45]	2-1/2 [60]	3-1/2 [90]	4-1/2 [110]	5 [130]	6-1/2 [160]	7 [180]	8 [200]									
	*	*	*	*	*	*	*	*	*									
Tope	1	O	1	F	1G	F	1G	F	6	F	8	F	9	F	12	F	12	F
				o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
				4	4	5	5	7	7	10	10	11	11	13	13	13	13	13
T	1	O	1	F	4	F	5	F	7	F	10	F	11	F	13	F	—	—
				o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	—	—
				XF	XF	XF	XF	XF	XF	XF	XF	XF	XF	XF	XF	XF	—	—
Esquina	1	O	1	F	1G	F	1G	F	6	F	8	F	9	F	13	F	—	—
				o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	—	—
				XF	4	XF	5	XF	7	XF	10	XF	11	XF	14	XF	—	—
Electrogas y Electroesc.	1	O	1	O	1G	1**	1G	P1	6	P3	11	P3	11	P3	11	P3	11	P3
				o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
				4	4	3	P3	7	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15



Notas Generales:

- Donde sea posible, todas las inspecciones deben hacerse desde la Cara A y en la Pierna I, a menos que sea especificada otra cosa en esta Tabla.
- Las áreas de raíz de las juntas soldadas de ranura sencilla, las cuales tienen placas de respaldo que por contrato no requieren removerse, deben ser inspeccionadas en la Pierna I, donde sea posible, siendo la Cara A la opuesta al respaldo (puede ser necesario esmerilar la cara de la soldadura o inspeccionar desde las caras adicionales de la soldadura, para permitir un barrido completo de la raíz de la soldadura).
- La inspección en la Pierna II o III debe hacerse únicamente para cumplir con los requisitos de esta tabla o cuando sea necesario para inspeccionar las áreas de soldadura inaccesibles debido a una superficie soldada sin esmerilar, o por interferencia con otra parte de la soldadura, o para cumplir los requisitos de 6.26.6.2.
- Debe usarse como máximo la Pierna III, únicamente donde el espesor o la geometría evite un barrido completo en la Pierna I o Pierna II de las áreas soldadas y zonas afectadas por el calor.
- En soldaduras a tensión en estructuras cíclicamente cargadas, el cuarto superior del espesor debe inspeccionarse con el final de la pierna del sonido proveniente de la Cara B hacia la Cara A, el cuarto inferior del espesor, debe ser inspeccionado con el final de la pierna del sonido proveniente de la Cara A hacia la Cara B; por ejemplo, el cuarto superior del espesor debe inspeccionarse ya sea desde la Cara A en la pierna II o desde la Cara B en la pierna I, a opción del contratista, a menos que se especifique otra cosa en los documentos contractuales.
- La cara de la soldadura indicada, debe esmerilarse a ras antes de usar el procedimiento 1G, 6, 8, 9, 12, 14 ó 15. La Cara A, para ambos miembros conectados, debe estar en el mismo plano.

Tabla 6.6 (Continuación)

Leyenda:

- X — Inspeccionar desde la Cara "C".
- G — Esmerilar la cara de la soldadura.
- O — No se requiere.
- Cara A — La cara del material desde la cual se hace el barrido inicial (en juntas en T y en esquina, siga los esquemas anteriores).
- Cara B — Cara opuesta a la Cara "A" (misma placa).
- Cara C — La cara opuesta a la soldadura en los miembros conectados o juntas en T o en esquina.
- * — Se requiere solamente donde la indicación de la discontinuidad presenta la altura de referencia, y es detectada en la interfase metal de aporte - metal base, mientras se inspecciona en el nivel de barrido con procedimientos primarios seleccionados de la primera columna.
- ** — Usar 15 pulgadas (381 mm) ó 20 pulgadas (508 mm) de calibración de distancia de la pantalla.
- P — La técnica picha y cacha (emisor y receptor) debe hacerse únicamente para la evaluación de las discontinuidades en la parte media del espesor de la soldadura con palpadores de 45° ó 70° de igual especificación, ambos en una misma superficie de la soldadura (los palpadores deben mantenerse en una posición fija para controlar la posición — ver esquema). Para la técnica picha y cacha, la calibración de la amplitud normalmente se hace calibrando con un solo palpador. Cuando se conecta al modo dual, para la técnica picha y cacha, debe haber la seguridad de que ésta calibración no cambia como resultado de las variables del instrumento.
- F — Las indicaciones en la interfase metal base - soldadura deben evaluarse con transductores de 70°, 60° ó 45° — cualquiera cuya trayectoria del sonido se acerque más a la perpendicular a la superficie de fusión esperada.

Leyenda del procedimiento

Área del espesor de la soldadura

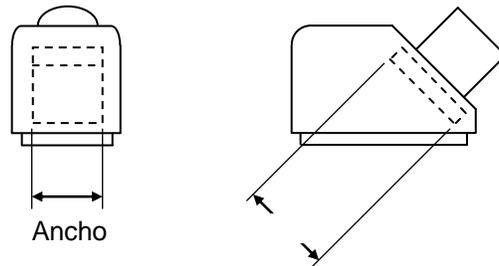
No.	Cuarto Superior	Mitad Media	Cuarto Inferior
1	70°	70°	70°
2	60°	60°	60°
3	45°	45°	45°
4	60°	70°	70°
5	45°	70°	70°
6	70°GA	70°	60°
7	60° B	70°	60°
8	70°GA	60°	60°
9	70°GA	60°	45°
10	60° B	60°	60°
11	45° B	70°**	45°
12	70°GA	45°	70°GB
13	45° B	45°	45°
14	70°GA	45°	45°

15

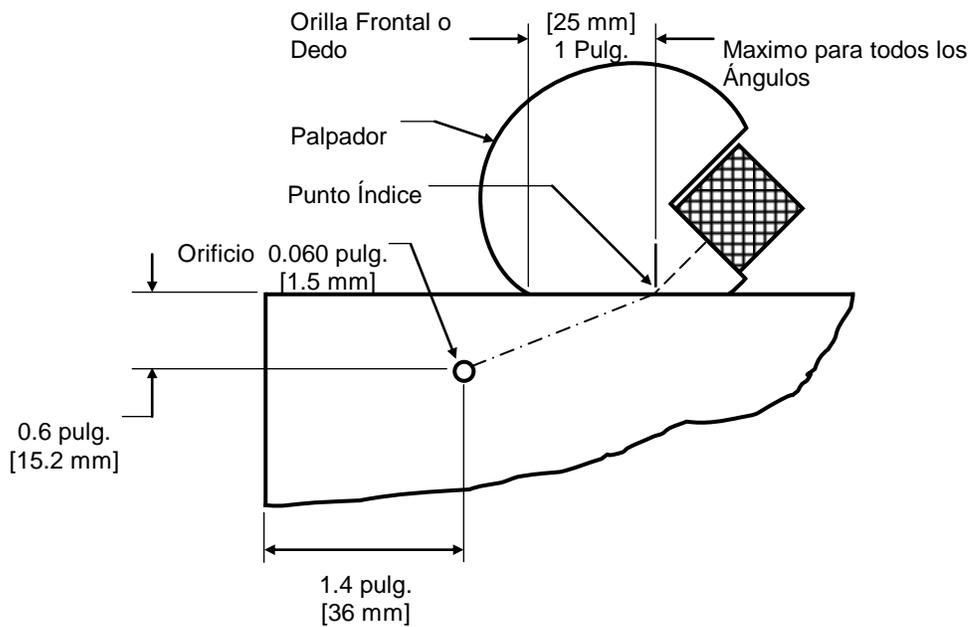
70°GA

70°AB

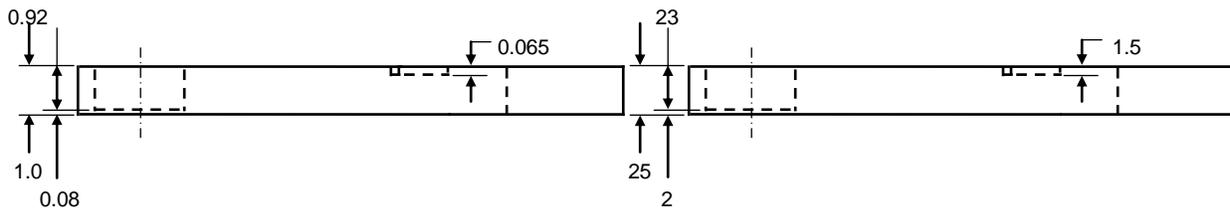
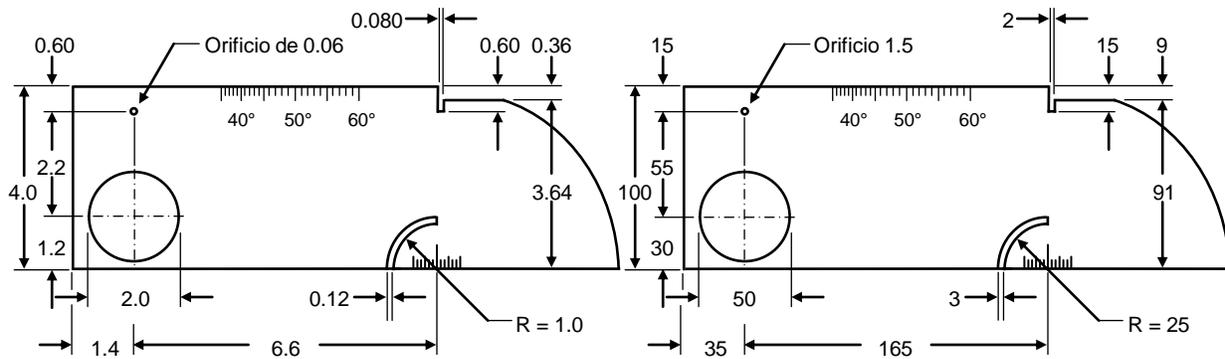
70°GB



**Figura 6.20-Cristal Transductor
(ver 6.22.7.2)**



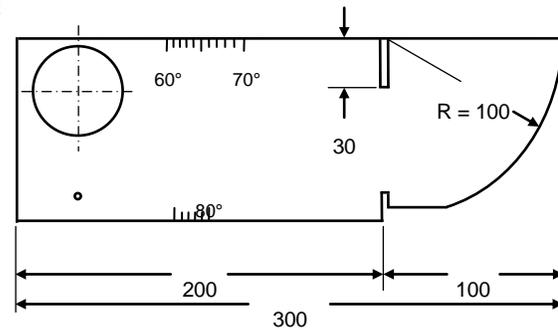
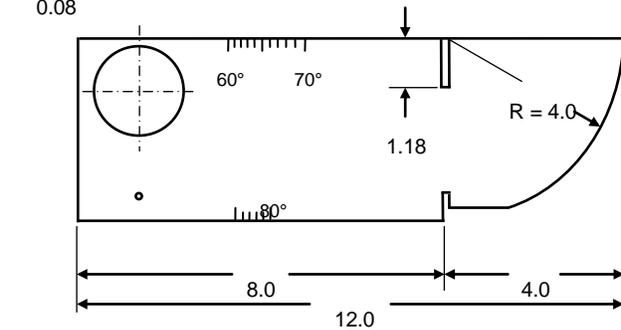
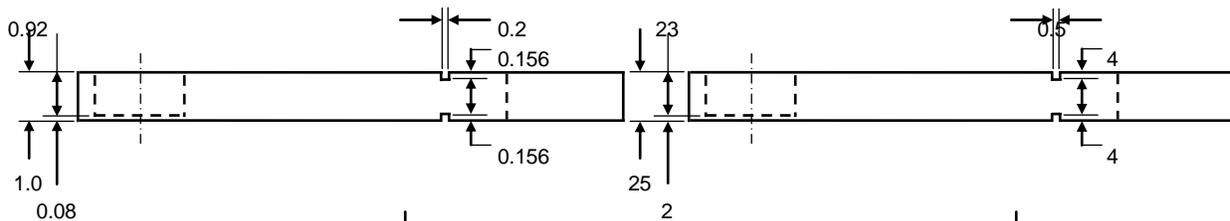
**Figura 6.21—Procedimiento de Calificación del Palpador
Usando el Bloque de Referencia IIRW (ver 6.22.7.7)**



DIMENSIONES EN SISTEMA INGLÉS

DIMENSIONES EN SI (mm)

(A) TIPO 1 (TÍPICO)



DIMENSIONES EN SISTEMA INGLÉS

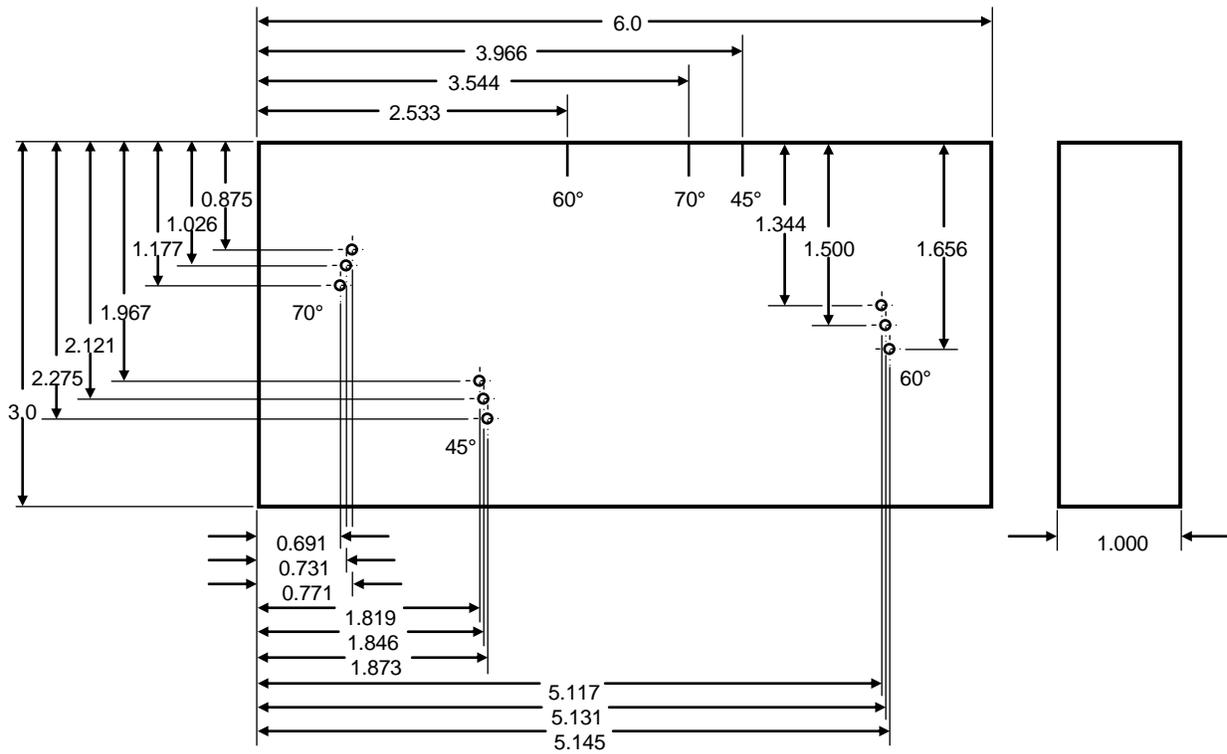
DIMENSIONES EN SISTEMA INTERNACIONAL

(B) TIPO 2 (TÍPICO)

Notas:

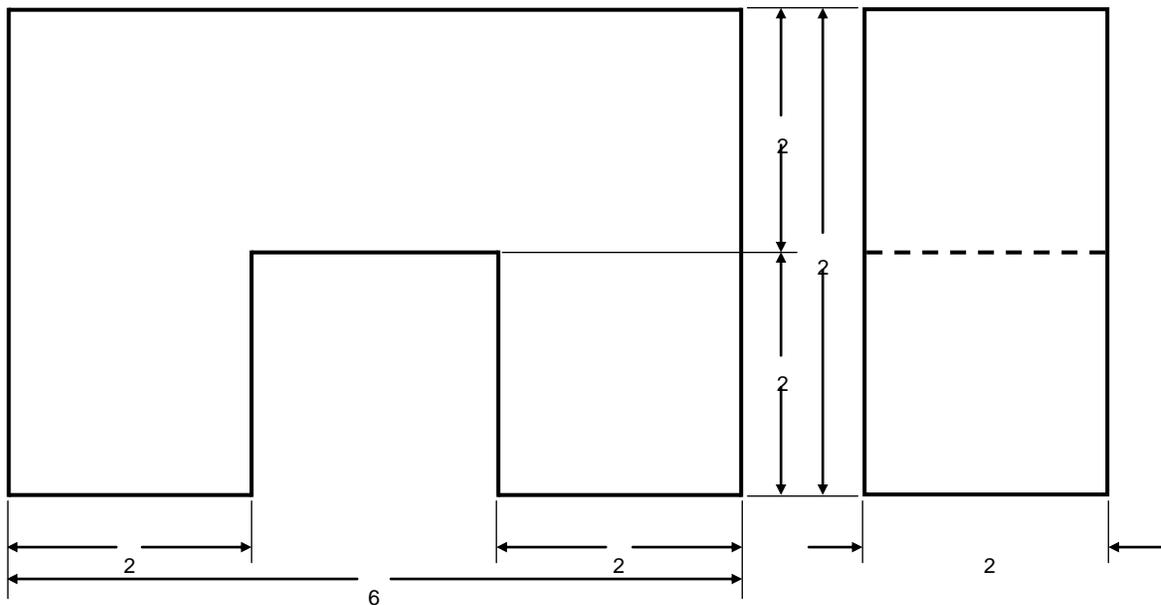
- Las tolerancias en dimensiones entre todas las superficies involucradas en referencia o calibración, deben estar entre ± 0.005 pulgadas [0.13 mm.] de la dimensión indicada.
- El acabado de todas las superficies donde es aplicado o reflejado el sonido, deben tener un máximo de 125 μ pulgadas.[3 μ m] r.m.s.
- Todo el material debe ser ASTM-A36 o acústicamente equivalente.
- Todos los orificios deben tener un acabado interno liso y deben estar barrenados a 90° con respecto a la superficie del material.
- Las líneas de grados y marcas de identificación deben ser indentadas en la superficie del material para que pueda mantenerse su orientación permanente.
- Otros bloques de referencia aprobados, con dimensiones ligeramente diferentes o ranuras de calibración de distancia, son permitidos (ver Anexo X).
- Estas notas aplican a todos los esquemas en las Figuras 6.22 y 6.23.

Figura 6.22—Bloques de referencia ultrasónica del Instituto Internacional de Soldadura (IIW)



Nota General: Todos los orificios son de 1/16 de pulgada de diámetro

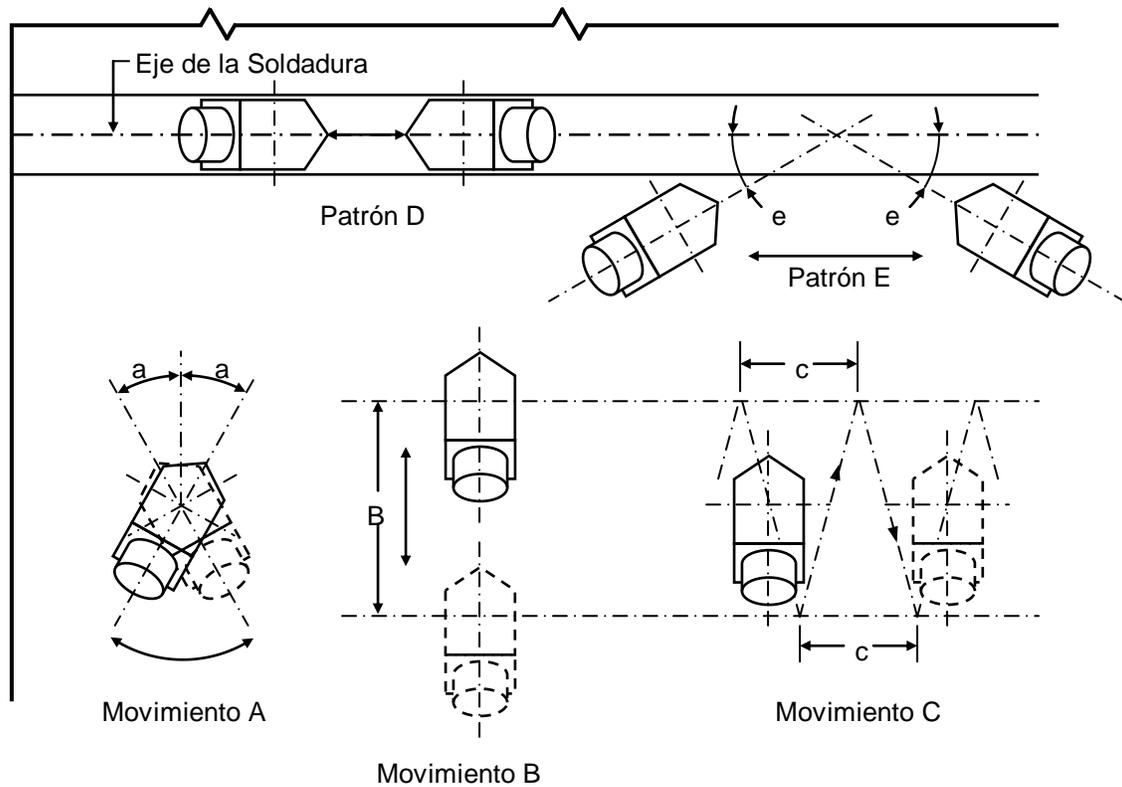
RC – BLOQUE DE REFERENCIA DE RESOLUCIÓN



TIPO – BLOQUE DE REFERENCIA DE DISTANCIA Y SENSIBILIDAD

Dimensiones en Pulgadas

Figura 6.23—Bloques de Calificación (ver 6.23.3)



Notas Generales:

- Los patrones de inspección son todos simétricos alrededor del eje de la soldadura con excepción del patrón D el cual se realiza directamente sobre el eje de la soldadura.
- La inspección desde ambos lados del eje de la soldadura se realiza hasta donde sea mecánicamente posible.

Figura 6.24—Vista del Plan de Patrones de Barrido de Ultrasonido (ver 6.32)

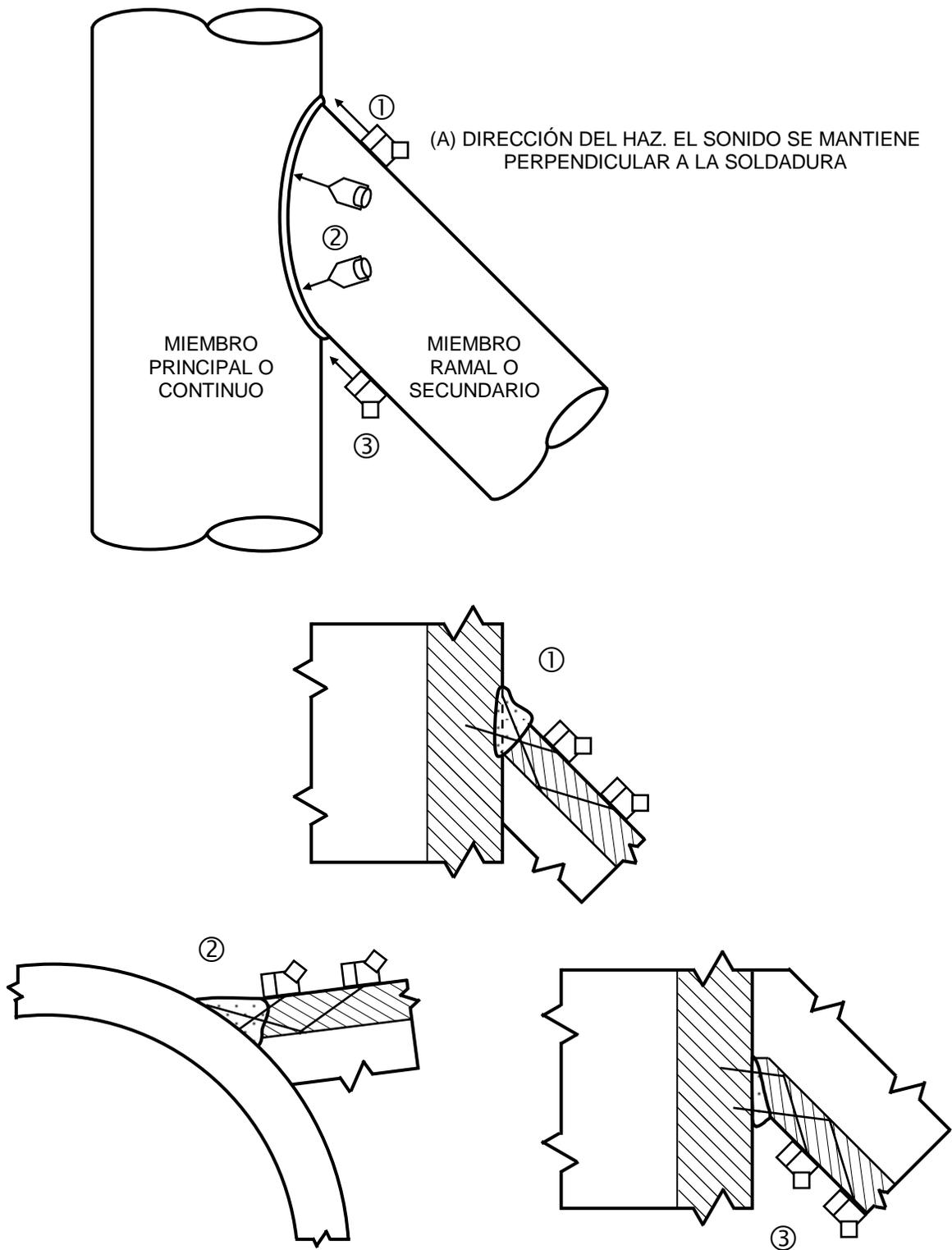


Figura 6.25—Técnicas de Barrido (ver 6.27.5)

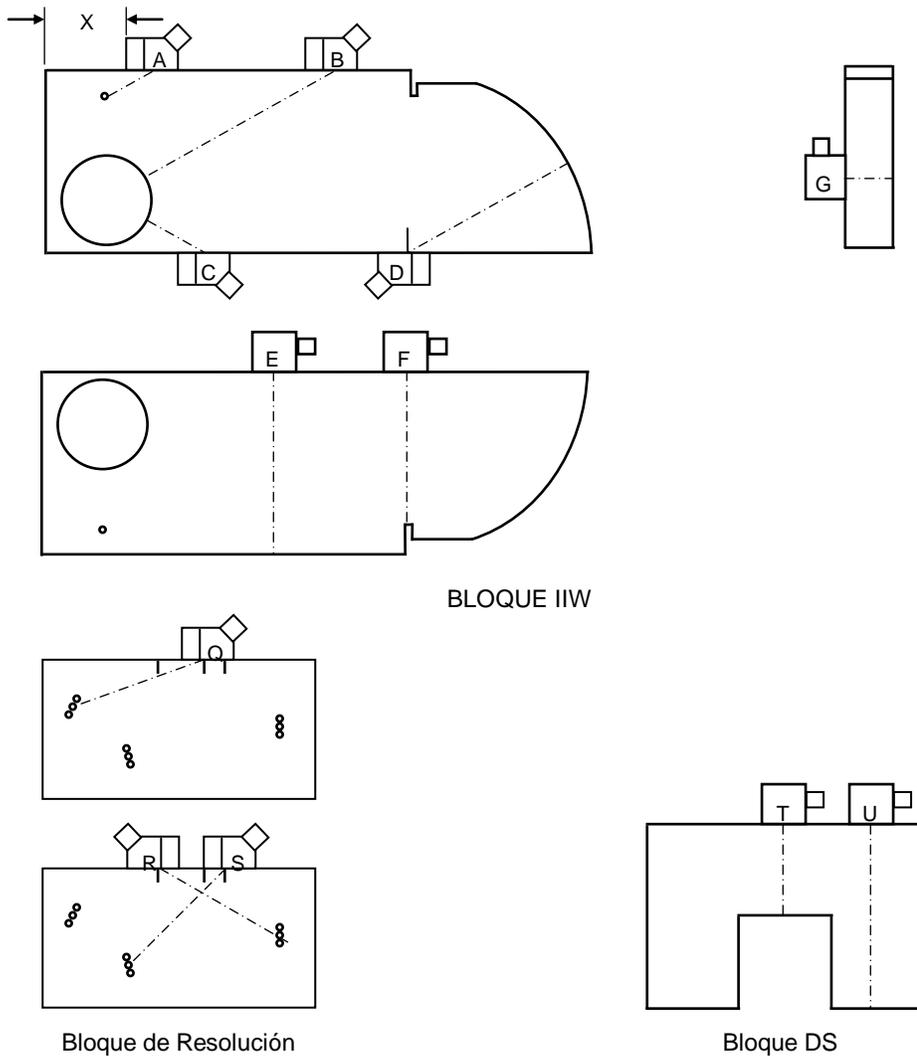


Figura 6.26—Posiciones de Transductores (Típicas) (ver 6.29)

ANEXO X

Calificación y Calibración del Instrumento Ultrasonico con Otros Bloques de Referencia Aprobados (Ver Figura X-1)

(Este Anexo es una parte de ANSI/AWS D1.1/D1.1M:2004, *Código para Estructuras Soldadas-Acero*, incluye requisitos obligatorios para usarse con éste estándar).

X1. Modo Longitudinal

X1.1 Calibración en Distancia

X1.1.1 El transductor debe ser colocado en la posición H sobre el bloque DC, o M sobre el bloque DSC.

X1.1.2 El instrumento debe ser ajustado para producir indicaciones sobre la pantalla a 1 pulgada (25.4 mm), 2 pulgadas (50.8 mm), 3 pulgadas (76.2 mm), 4 pulgadas (101.6 mm), etc.

Nota: Con este procedimiento se establece una calibración en pantalla de 10 pulgadas y puede ser modificado para establecer otras distancias como es permitido por 6.25.4.1.

X1.2 Amplitud. Con el transductor en la posición descrita en X1.1, la ganancia debe ser ajustada hasta que la indicación maximizada de la primera reflexión de pared posterior alcance entre 50 y 75% de la altura de pantalla.

X2. Modo de Onda de Corte (Transversal)

X2.1 Verificación del Punto de Entrada (Índice) del Sonido

X2.1.1 El palpador debe ser colocado en la posición J o L sobre el bloque DSC; o I sobre el bloque DC.

X2.1.2 El palpador debe moverse hasta que la señal que proviene del radio es maximizada.

X2.1.3 El punto en el Palpador que esté alineado con la línea sobre el bloque de calibración es indicativo del punto de entrada del sonido.

Nota: Este punto de entrada del sonido debe ser usado para todas las verificaciones posteriores de distancia y ángulos.

X2.2 Verificación del Ángulo del Recorrido del Sonido

X2.2.1 El transductor debe ser colocado en la posición:

K sobre el bloque DSC para ángulos desde 45° hasta 70°

N sobre el bloque SC para 70°

O sobre el bloque SC para 45°

P sobre el bloque SC para 60°

X2.2.2 El transductor debe moverse hacia atrás y hacia adelante sobre la línea que indica el ángulo del transductor hasta que la señal que proviene del radio es maximizada.

X2.2.3 El punto de entrada del sonido en el transductor debe ser comparado con la marca del ángulo sobre el bloque de calibración (tolerancia de 2°).

X2.3 Calibración en Distancia

X2.3.1 El transductor debe ser colocado en la posición L (Figura X-1) sobre el bloque DSC. El instrumento debe ser ajustado para que las indicaciones en la pantalla sean colocadas a 3 pulgadas (76.2 mm) y 7 pulgadas (177.8 mm).

X2.3.2 El transductor debe ser colocado en la posición J sobre el bloque DSC (para cualquier ángulo). El instrumento debe ser ajustado para que las indicaciones en la pantalla sean colocadas a 1 pulgada (25.4 mm), 5 pulgadas (127 mm) y 9 pulgadas (228.6 mm).

X2.3.3 El transductor debe ser colocado en la posición I sobre el bloque DC (para cualquier ángulo). El instrumento debe ser ajustado para que las indicaciones en la pantalla sean colocadas a 1 pulgada (25.4 mm), 2 pulgadas (50.8 mm), 3 pulgadas (76.2 mm), 4 pulgadas (101.6 mm), etc.

Nota: Con este procedimiento se establece una calibración en pantalla de 10 pulgadas y puede ser modificado para establecer otras distancias como es permitido por 6.25.5.1.

X2.4 Calibración de Amplitud o Sensibilidad

X2.4.1 El transductor debe ser colocado en la posición L sobre el bloque DSC (para cualquier ángulo). La señal maximizada de la ranura de 1/32 de pulgada (0.8 mm) debe ser ajustada para que la altura de la indicación alcance una línea de referencia horizontal.

X2.4.2 El transductor debe ser colocado sobre el bloque SC en la posición:

N para un ángulo de 70°

O para un ángulo de 45°

P para un ángulo de 60°

La señal maximizada del orificio de 1/16 de pulgada (1.6 mm) debe ser ajustada para que la altura de la indicación alcance una línea de referencia horizontal.

X2.4.3 La lectura en decibeles obtenida en X2.4.1 o X2.4.2 debe ser usada como el “nivel de referencia, b” en la hoja del Reporte de Inspección (Anexo D, Forma D11), de acuerdo con 6.23.1.

X3. Procedimiento para la Linealidad Horizontal

Nota: Debido a que este procedimiento se realiza con un transductor de haz recto el cual produce ondas longitudinales con una velocidad del sonido de casi el doble de las ondas de corte, es necesario que sean utilizados rangos de distancias dobles para ondas de corte en la aplicación de éste procedimiento.

X3.1 Un transductor de haz recto que cumpla con los requisitos de 6.22.6, debe ser acoplado en la posición:

G sobre el bloque IIW (Figura 6.26)

H sobre el bloque DC (Figura X-1)

M sobre el bloque DSC (Figura X-1)

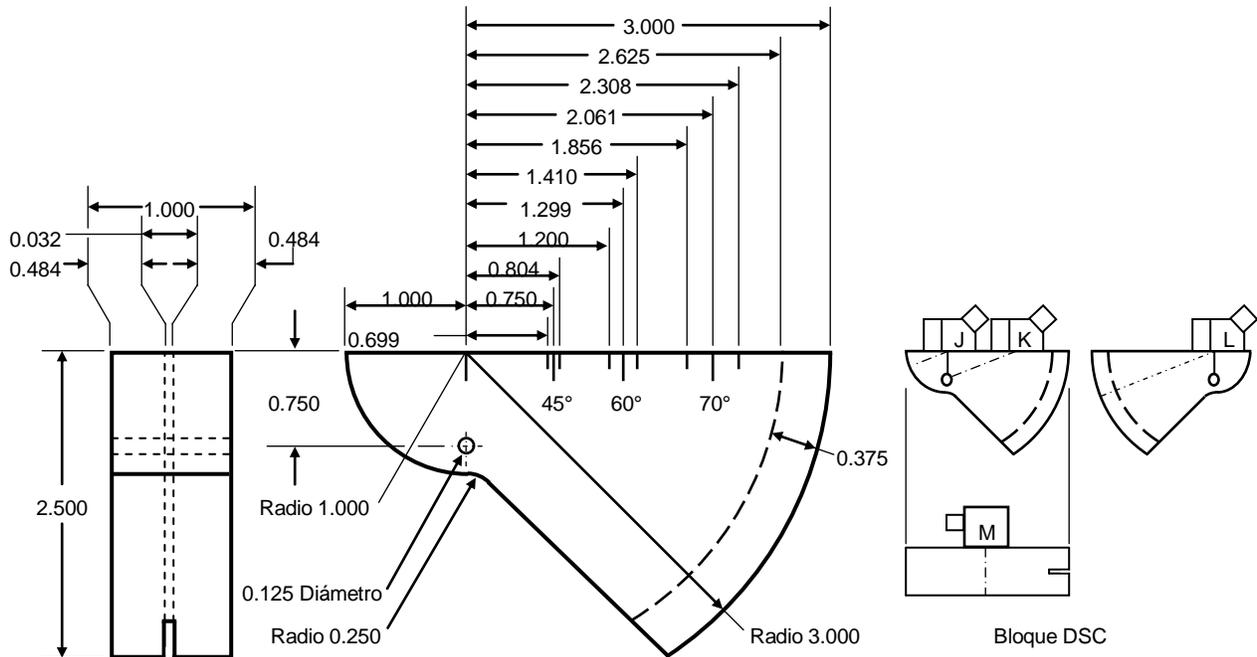
T o U sobre el bloque DS (Figura 6.26)

X3.2 Deben obtenerse un mínimo de cinco reflexiones de pared posterior en el rango de calificación que está siendo certificado.

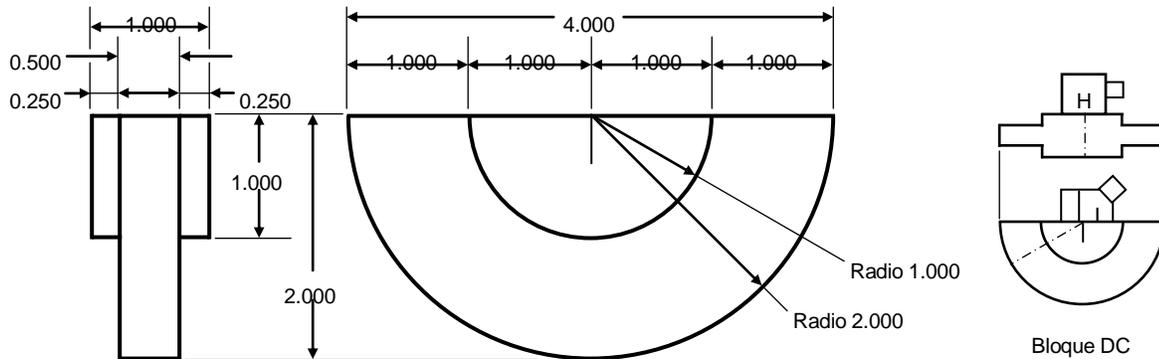
X3.3 La primera y la quinta reflexión deben ser ajustadas en su posición adecuada con el uso de los controles de calibración en distancia y retardo de cero.

X3.4 Cada indicación debe ser ajustada al nivel de referencia con el control de ganancia o atenuación para la verificación de la posición horizontal.

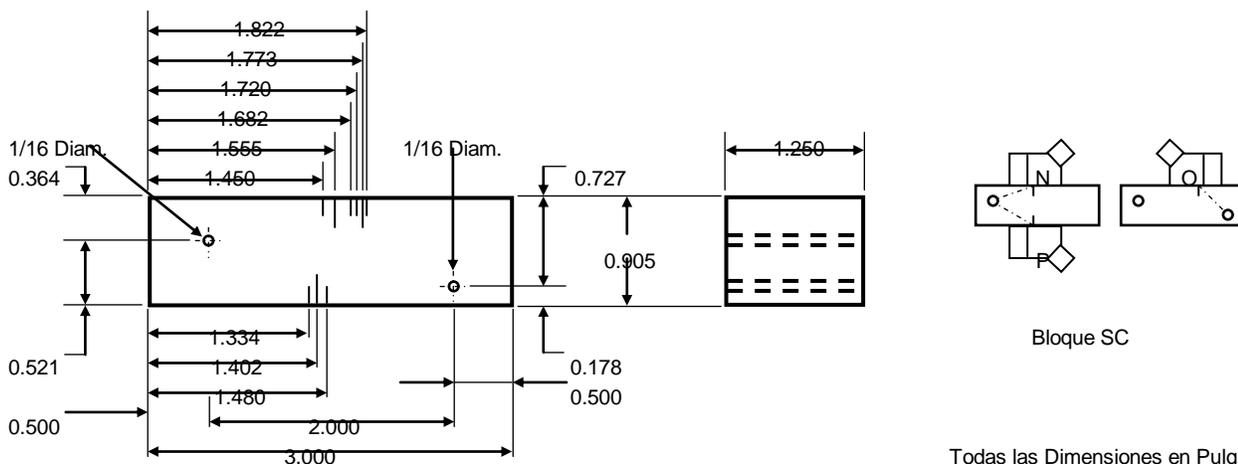
X3.5 La posición de cada una de las deflexiones intermedias del trazo debe ser corregida dentro de $\pm 2\%$ del ancho de la pantalla.



TIPO DSC – BLOQUE DE CALIBRACIÓN DE DISTANCIA Y SENSIBILIDAD



TIPO DC – BLOQUE DE REFERENCIA PARA DISTANCIA



TIPO SC – BLOQUE DE REFERENCIA PARA SENSIBILIDAD

Todas las Dimensiones en Pulgadas

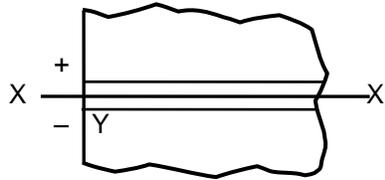
Notas Generales:

- La tolerancia en dimensiones entre todas las superficies involucradas en referencia o calibración deben estar entre ± 0.005 " [0.13 mm] de la dimensión indicada.
- El acabado de todas las superficies donde es aplicado o reflejado el sonido, deben tener un máximo de 125 μ pulgadas. r.m.s.
- Todo el material debe ser ASTM A36 o acústicamente equivalente.
- Todos los orificios deben tener un acabado interno terso y deben estar barrenados a 90° con respecto a la superficie del material.

- Las líneas de grados y marcas de identificación deben ser identadas en la superficie del material para que pueda mantenerse su orientación permanente.

Forma D-11
REPORTE DE INSPECCIÓN ULTRASONICA DE SOLDADURAS

Proyecto _____ Reporte no. _____



Identificación de la soldadura _____
 Espesor del Material _____
 Junta soldada AWS _____
 Proceso de soldadura _____
 Requisitos de calidad —sección no. _____
 Observaciones _____

Número de Línea	Indicación Número	Ángulo del Transductor	Desde la Cara	Pierna*	Decibeles				Discontinuidad				Evaluación de la Discontinuidad	Observaciones	
					Nivel de Indicación	Nivel de Referencia	Factor de Atenuación	Relación Indicación	Longitud	Distancia Angular (recorrido)	Profundidad Desde sup. "A"	Distancia			
												Desde X			Desde Y
a	b	c	d												
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															

Nosotros, los que firmamos, certificamos que lo establecido en éste registro es correcto y que las soldaduras fueron preparadas e inspeccionadas de acuerdo con los requisitos de la sección 6, Parte F de ANSI/AWS D1.1/D1.1M (_____) Código Estructural para Soldaduras—Acero. (año)

Fecha de la Inspección _____

Fabricante o contratista _____

Inspeccionado por _____

Autorizado por _____

Nota: Esta forma es aplicable a la sección 2, Partes B o C (Estructuras Estática y Cíclicamente cargadas). NO se use para

Fecha _____



EL PRIMER NOMBRE
EN PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

P A G I N A			TITULO: PROCEDIMIENTO PARA LA INSPECCIÓN ULTRASÓNICA DE PLACAS DE ACERO	PROCEDIMIENTO
1	DE	6		LLOG-UT-005
R E V I S I O N				
ORIGINAL				

OBJETIVO

Establecer los parámetros necesarios para la inspección ultrasónica por la técnica de pulso eco de placas de acero roladas

	NOMBRE	TITULO	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	JUAN PEREZ	NIVEL II SNT-TC-1A		
REVISADO Y APROBADO POR:	PEDRO SANCHEZ	NIVEL III SNT-TC-1A		

CONTROL DE REVISIONES		
REVISIÓN	FECHA DE VIGENCIA	RESPONSABLE DE LA REVISION
ORIGINAL	FEBRERO 30, 2000	ANTONIO LOPEZ



EL PRIMER NOMBRE
EN PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

PAGINA			TITULO: PROCEDIMIENTO PARA LA INSPECCIÓN ULTRASÓNICA DE PLACAS DE ACERO	PROCEDIMIENTO
2	DE	6		LLOG-UT-005
REVISION				
ORIGINAL				

1.0 OBJETIVO

Establecer los parámetros necesarios para la inspección ultrasónica por la técnica de pulso eco de placas de acero roladas.

2.0 ALCANCE

2.1 Éste procedimiento describe el método y criterios de aceptación y rechazo para la inspección ultrasónica por la técnica de pulso eco y con haz recto de placas de acero roladas.

2.2 Éste procedimiento es aplicable para la inspección de placas de acero al carbón y de acero aleado con espesores de 1/2 pulgada y mayores.

3.0 RESPONSABILIDADES

3.1 Es responsabilidad del personal técnico de ABC, S.A. de C.V. nivel II o nivel III, realizar las inspecciones, interpretar, evaluar y reportar los resultados de las inspecciones de acuerdo a los requisitos de éste procedimiento.

3.2 Es responsabilidad del Gerente de Control de Calidad de ABC, S.A. de C.V., el control y actualización de éste procedimiento.

4.0 REQUISITOS DE PERSONAL

4.1 El personal que realice las inspecciones debe estar calificado y certificado de acuerdo al Procedimiento de Capacitación, Calificación y Certificación del personal de ABC, S.A. de C.V. No. ABC-END-CCC-001.

4.2 El personal que realice las inspecciones, interprete, evalúe y elabore el reporte de resultados de las inspecciones debe estar calificado y certificado como nivel II o III en el método de inspección por ultrasonido.

5.0 NORMAS Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Éste procedimiento se apega al siguiente documento

5.1 ASTM A 435 Ed. 1990 Standard Specification for Straight Beam Ultrasonic Examination of Steel Plates (ASTM A 435 Ed. 1990 Especificación Normalizada para el Examen Ultrasónico con Haz Recto de Placas de Acero).



EL PRIMER NOMBRE
EN PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

P A G I N A			TITULO: PROCEDIMIENTO PARA LA INSPECCIÓN ULTRASÓNICA DE PLACAS DE ACERO	PROCEDIMIENTO
3	DE	6		LLOG-UT-005
R E V I S I O N				
ORIGINAL				

6.0 REQUISITOS GENERALES

6.1 Equipo y accesorios.

6.1.1 Instrumento ultrasónico. Se empleará un detector de fallas ultrasónico de tipo pulso eco, con tubo de rayos catódicos o del tipo monitor de video (presentación A-scan).

6.1.2 Calibración de instrumentos ultrasónicos. Los instrumentos ultrasónicos se deben verificar y evaluar, en su funcionamiento, periódicamente de acuerdo con lo establecido en el procedimiento LLOG-UT-002.

6.1.3 Frecuencia. El detector de fallas ultrasónico debe ser capaz de generar frecuencias sobre un rango de al menos 1 MHz a 5 MHz. Se pueden utilizar instrumentos que operen a otras frecuencias si la sensibilidad es igual o mejor y es demostrado y documentado. Se recomienda una frecuencia nominal de trabajo de 2.25 MHz. El espesor, tamaño de grano o microestructura del material y la naturaleza del equipo o del método pueden requerir frecuencias de inspección mayores o menores. Sin embargo, frecuencias menores de 1 MHz pueden ser utilizadas solamente cuando el cliente esté de acuerdo y quede establecido por escrito.

6.1.4 Verificación y calibración del equipo. El equipo para realizar la inspección debe calibrarse y verificarse en el lugar donde será hecha la inspección, al principio y al final de cada inspección, cuando se cambia al personal y en cualquier momento que se sospeche un mal funcionamiento. Si durante cualquier verificación se determina que el equipo de prueba no está funcionando adecuadamente, todas las inspecciones realizadas desde la última calibración válida del equipo deben volver a inspeccionarse.

6.2 Palpadores. Se utilizarán palpadores de haz recto, con elementos transductores con diámetros de 1" a 1 1/8" (25 a 30 mm), o 1" (25 mm) cuadrada. Sin embargo, cualquier transductor que tenga un área activa 0.7" cuadradas (450 mm²) puede ser utilizado. Otros palpadores podrán ser usados para evaluar y delimitar las zonas con discontinuidades.

6.3 Acoplante. Se puede emplear ya sea agua, aceite, goma de celulosa o vaselina como acoplante. Se debe emplear el mismo acoplante para la calibración y la inspección. La selección del acoplante será de acuerdo al acabado superficial, posición u orientación de la superficie, a la temperatura de la superficie del material a inspeccionar o a posibles reacciones químicas del acoplante con el material.



EL PRIMER NOMBRE
EN PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

PAGINA			TITULO: PROCEDIMIENTO PARA LA INSPECCIÓN ULTRASÓNICA DE PLACAS DE ACERO	PROCEDIMIENTO
4	DE	6		LLOG-UT-005
REVISION				
ORIGINAL				

6.4 **Calibración.** El sistema de inspección debe ser calibrado en el lugar donde se va a efectuar la inspección y utilizando como referencia una sección de la misma placa a inspeccionar que esté libre de indicaciones de discontinuidades.

6.5 Las inspecciones deben realizarse por el método de contacto directo.

7.0 ETAPAS Y ÁREAS DE EXAMEN.

7.1 La inspección ultrasónica por la técnica pulso eco y con haz recto de placas de acero roladas se llevará a cabo cuando el cliente así lo solicite.

7.2 Se deberá realizar la localización y marcaje de las líneas de barrido de la siguiente forma:

7.2.1 Trazar un cuadrículado con líneas continuas y perpendiculares con una separación entre líneas de 9"x9".

7.2.2 Las líneas de barrido deben ser medidas desde el centro de la placa o desde una de las esquinas.

8.0 DESARROLLO DE LA INSPECCIÓN.

8.1 Preparación de la superficies.

8.1.1 Toda la superficie de cada placa a inspeccionar debe estar lo suficientemente limpia y con un acabado superficial adecuado para mantener la reflexión de pared posterior de referencia a un nivel de por lo menos 50% de la escala vertical de la pantalla durante toda la inspección.

8.1.2 Se deberá eliminar cualquier material extraño que pudiera interferir con la inspección tal como grasa de inspecciones anteriores, suciedad, grumos de pintura, grumos de soldadura, aceite, cáscara de tratamiento térmico, etc.

8.1.3 Cuando sea necesario se utilizarán medios mecánicos adecuados para la eliminación de contaminantes de la superficie. Medios mecánicos tales como esmerilado, limpieza con chorro de granalla, etc.

8.2 Calibración del instrumento ultrasónico.

8.2.1 La calibración o ajuste del instrumento ultrasónico debe realizarse de acuerdo con lo siguiente:

8.2.1.1 Calibrar la escala horizontal de la pantalla a un rango adecuado dependiendo del espesor a inspeccionar.



EL PRIMER NOMBRE
EN PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

P A G I N A			TITULO: PROCEDIMIENTO PARA LA INSPECCIÓN ULTRASÓNICA DE PLACAS DE ACERO	PROCEDIMIENTO
5	DE	6		LLOG-UT-005
R E V I S I O N				
ORIGINAL				

8.2.1.2 Obtener la reflexión de pared posterior en una zona de la placa y ajustar su amplitud a un nivel de referencia de entre el 50% y el 75% de la escala vertical de la pantalla.

8.2.1.3 Después de la calibración realizar un barrido lineal en una distancia de, por lo menos, 1T o 6" (150 mm), lo que sea mayor y verificar la posición de la reflexión de pared posterior. Cualquier cambio en la localización de la reflexión de pared posterior durante la calibración es motivo para la recalibración del instrumento ultrasónico.

8.3 Inspección.

8.3.1 Se debe realizar un barrido continuo sobre las líneas del cuadrículado indicado en el párrafo 7.2.1.

8.3.2 Adicionalmente se debe realizar un barrido al 100% sobre una franja de 2" (50 mm) de ancho, a todo lo largo y en todas las orillas de la superficie de cada placa.

8.3.3 Cuando se realice el barrido de inspección sobre el cuadrículado y se obtenga la pérdida total de la reflexión de pared posterior acompañada por una indicación continua detectada a lo largo de una línea dada del cuadrículado, el área superficial completa de los cuadros adyacente a la indicación deben ser inspeccionados 100%.

8.4 Marcado de las placas.

8.4.1 Las placas aceptadas, de acuerdo a éste procedimiento, deben ser identificadas por estampado mecánico o con pintura, y con la siguiente leyenda: UT 435, adyacente al número de reporte de la inspección.

9.0 INDICACIONES REGISTRABLES.

9.1 Se debe registrar y reportar toda indicación de discontinuidad que tenga una amplitud igual o mayor al 20% del nivel de amplitud de referencia.

10.0 MÉTODO DE EVALUACIÓN.

10.1 Donde se presenten las condiciones indicadas del párrafo 8.3.3, se deben establecer los bordes verdaderos de la discontinuidad siguiendo el procedimiento siguiente:

10.1.1 Mover el palpador más allá del centro de la discontinuidad hasta que la altura de la reflexión de pared posterior y la reflexión de la discontinuidad sean iguales.



EL PRIMER NOMBRE
EN PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

P A G I N A			TITULO: PROCEDIMIENTO PARA LA INSPECCIÓN ULTRASÓNICA DE PLACAS DE ACERO	PROCEDIMIENTO
6	DE	6		LLOG-UT-005
R E V I S I O N				
ORIGINAL				

REPORTE No.:	FECHA:	HOJA:	DE
CLIENTE:		COTIZACION No:	

2.-DATOS DE LA PIEZA.

DESCRIPCION DE LA PIEZA:	
DIMENSIONES:	TIPO DE MATERIAL:
No. DE SERIE:	No. DE PARTE:
PROCESO DE FABRICACIÓN:	
ACABADO SUPERFICIAL:	

3.-INFORMACION SOBRE LA INSPECCION.

PROCEDIMIENTO No.:	REVISION:	NORMA:
AJUSTE DE SENSIBILIDAD:		
BLOQUE DE REFERENCIA:		
ETAPA DE LA INSPECCION:	ACOPLANTE:	
ZONA INSPECCIONADA:		

4.-EQUIPO.

MARCA:	MODELO:	No. DE SERIE:
--------	---------	---------------

5.-PALPADOR.

MARCA:	MODELO:	TIPO:
DIMENSIONES:	FRECUENCIA:	ANGULO:

6.-OBSERVACIONES.

<p>_____</p> <p>_____</p>

7.-RESULTADOS DE LA INSPECCION.

ACEPTADO <input type="checkbox"/> RECHAZADO <input type="checkbox"/>	CRITERIO DE ACEPTACIÓN: _____ _____ _____
--	---

ELABORO:	APROBO:	CLIENTE:
NIVEL ____ SNT-TC-1A	NIVEL ____ SNT-TC-1A	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA: