



SECRETARIA DE COMERCIO

Y

FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA MEXICANA

NMX-B-012-1987

**METODO DE INSPECCION ULTRASONICA PARA
SOLDADURA LONGITUDINAL DE TUBOS SOLDADOS**

*ULTRASONIC EXAMINATION OF LONGITUDINAL
WELDED PIPE AND TUBING*

DIRECCION GENERAL DE NORMAS

P R E F A C I O

En la elaboración de esta norma participaron las siguientes empresas e instituciones:

CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DEL HIERRO Y DEL ACERO

COMPAÑIA MEXICANA DE TUBOS

HYLSA, S.A.

TUBACERO, S.A.

TUBESA, S.A. DE C.V.

TUBERIA NACIONAL, S.A.

TUBOS DE ACERO DE MEXICO, S.A.

INDICE DEL CONTENIDO

- 1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION
- 2 RESUMEN DEL METODO
- 3 REFERENCIAS
- 4 APARATOS
- 5 BASES DE APLICACION
- 6 CALIFICACION DEL PERSONAL
- 7 PATRONES DE REFERENCIA
- 8 ESTANDARIZACION DE LA PRUEBA DE SENSIBILIDAD
- 9 PROCEDIMIENTOS DE INSPECCION
- 10 INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS
- 11 BIBLIOGRAFIA
- 12 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

METODO DE INSPECCION ULTRASONICA PARA

SOLDADURA LONGITUDINAL DE TUBOS SOLDADOS

ULTRASONIC EXAMINATION OF LONGITUDINAL WELDED PIPE AND TUBING

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

1.1 Esta Norma Mexicana establece, en forma general, los procedimientos para la prueba ultrasónica para la detección de discontinuidades en la soldadura y zonas adyacentes afectadas por el calor del tubo. Esta norma es adecuada para productos tubulares que tengan un diámetro mayor o igual a 50 mm y de espesor de pared de 3 a 27 mm.

1.2 Esta norma no establece criterios de aceptación, pero pueden especificarse para emplearse en las piezas.

NOTA 1.- Debe tenerse precauciones cuando los tubos que se están probando estén cerca de los límites especificados. Ciertas combinaciones de tamaños de transductores, frecuencias, espesores de pared delgado y diámetros pequeños pueden causar y generar ondas de sonido no deseadas que puedan producir resultados de prueba erróneos.

2 RESUMEN DEL METODO

2.1 Debe usarse el ángulo de proyección del haz ultrasónico pulsado para cualquier superficie para el método de contacto o de inmersión. La figura 1 ilustra la característica oblicua del viaje del sonido en la pared del tubo en las pruebas de contacto y de inmersión empleando un transductor sencillo.

NOTA 2.- El método de prueba de inmersión puede incluir tanques, transductores de disco o sistemas de burbujeo.

2.2 Las variaciones del método de un transductor sencillo usando transductores múltiples con uno o varios ángulos y compuertas especiales son algunas veces deseables y pueden ser necesarios para la eficiencia de la prueba en materiales de espesor de pared delgado.

3 REFERENCIAS

3.1 Esta norma se complementa con la siguiente Norma Mexicana vigente.

NMX-B-49 "Definiciones de los términos empleados en los métodos de inspección ultrasónica".

4 APARATOS

4.1 Los instrumentos y equipo accesorio deben ser capaces de producir, recibir, amplificar y reproducir pulsos eléctricos a frecuencias y a intervalos de pulso necesarios a emplearse

en las piezas. Estos deben ser capaces de distinguir los reflectores de referencia indicados en el inciso 7 para ampliar los requisitos del procedimiento de calibración indicados en el inciso 8.

4.2 Para los sistemas de prueba de pulso-eco, los transductores de contacto o inmersión deben producir ondas ultrasónicas, que viajen en el tubo o pared del tubo a un ángulo de refracción de 0.618 a 1.22 radianes (35° a 70°) y perpendiculares al cordón de soldadura. Puede requerirse para la emisión/recepción o a través de sistemas de prueba de transmisión, una orientación de la entrada del sonido que no sea perpendicular al cordón de soldadura.

4.3 Acoplante.

Debe usarse un líquido tal como agua, aceite, glicerina, etc., capaz de conducir las vibraciones ultrasónicas del transductor al tubo. Puede agregarse inhibidores de óxido, ablandadores y agentes humectantes. El acoplante líquido con todos sus aditivos no debe afectar la condición de la superficie del tubo y debe humedecer la superficie. En las pruebas de tubos soldados por resistencia eléctrica, el aceite soluble en agua usado como refrigerante del tubo, sirve como un acoplante adecuado.

4.4 Compensación de la distancia - amplitud.

Pueden usarse los métodos electrónicos para compensar las pérdidas por atenuación en función de la distancia de viaje del ultrasonido en el metal.

5 BASES DE APLICACION

5.1 Se requiere la siguiente información para definir el uso de esta norma.

5.1.1 Criterio de aceptación.

5.1.2 Tipo, dimensión y número de reflectores de referencia a colocarse en el patrón de referencia.

5.1.3 Estandarización de los intervalos de la prueba de sensibilidad.

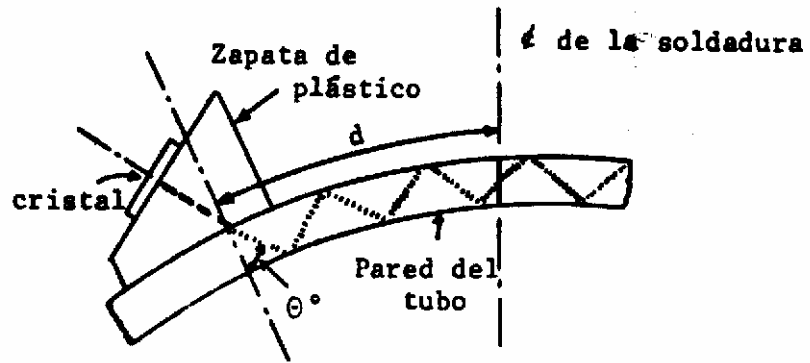
5.1.4 Calificación del operador.

5.1.5 Frecuencia de la prueba.

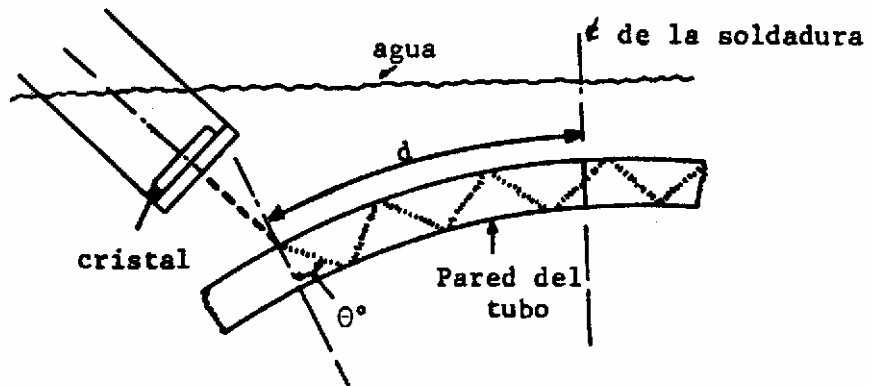
5.1.6 Velocidad de repetición del pulso.

5.1.7 Orientación del haz de sonido y números de haces a emplear.

ANGULO DE PROYECCION DE LAS ONDAS ULTRASONICAS



A.- Prueba de contacto.



B.- Prueba de inmersión.

5.1.8 Procedimiento y uso de la compensación de la distancia - amplitud

5.1.9 Informe de los resultados de prueba.

6 CALIFICACION DEL PERSONAL

6.1 El examen ultrasónico debe efectuarse por personal calificado. La calificación debe basarse en un programa documentado que certifique la capacidad del personal para conducir el examen ultrasónico de la soldadura,

7 PATRONES DE REFERENCIA

7.1 Un patrón de referencia, de suficiente longitud que permita la verificación del sistema de calibración, debe prepararse de un tramo de tubo del mismo diámetro nominal y espesor de pared, material, acabado de la superficie y tratamiento térmico nominal, como el del material que va a inspeccionarse. El tubo seleccionado para este propósito debe estar libre de discontinuidades u otras condiciones anormales que puedan causar interferencia con la detección de los reflectores. Los reflectores de referencia más comunmente usados consisten de ranuras maquinadas y agujeros barrenados como se indica en 7.2. Debe removerse toda la cascarilla, rebabas, etc. adyacentes a los reflectores de referencia.

7.1.1 Tubos soldados por resistencia eléctrica o a tope.

Los reflectores de referencia pueden colocarse en el cordón de soldadura o en el cuerpo del tubo y paralelos al cordón de soldadura. Cuando se usan ranuras longitudinales como reflectores de referencia, estas deben colocarse en la superficie exterior e interior del patrón de referencia y separadas por una misma distancia para asegurarse de que la respuesta de un reflector no interfiera con otra.

7.1.2 Tubos soldados por fusión.

Los reflectores de referencias deben colocarse en la soldadura. Cuando son usadas ranuras longitudinales como reflectores de referencias, éstas deben colocarse en el borde del cordón de soldadura como se muestra en la figura 2 a. En tubos soldados por fusión que tienen en ambos lados y en la superficie exterior cordones de soldadura, debe colocarse una ranura longitudinal de referencia en el límite del cordón de soldadura en las superficies exterior e interior.

7.1.3 Cuando se empleen agujeros barrenados, éstos deben barrenarse sobre el cordón de soldadura radialmente a partir de las superficies exterior e interior al 50% del espesor de pared, y separados por una misma distancia que garantice una respuesta distinta y separada (ver figura 2 c y 2 d). Puede usarse un agujero barrenado radialmente al 100% a través de la pared del tubo en lugar de un agujero barrenado al 50% (ver figura 2 e).

7.1.4 Pueden usarse reflectores adicionales para definir los extremos de la soldadura. Los agujeros deben ser barrenados radialmente al 100% a través de la pared del tubo a los lados del cordón de soldadura. Como una alternativa, deben colocarse ranuras longitudinales en los lados de cada soldadura (ver figura 2f). Los agujeros barrenados o ranuras a los lados de la soldadura, deben separarse por una misma distancia que asegure que la respuesta de los reflectores no interfiera con la de otra (ver figura 2 g). Los reflectores a los lados de

soldadura son únicamente para definir la posición de los lados de la soldadura y no deben usarse para estandarizar la señal.

7.2 Debe determinarse para emplearse en la pieza o piezas, las dimensiones de la ranura como son: longitud, la profundidad determinada, ancho y para las figuras 3 a y 3 b el ángulo incluido alfa (α). La figura 3 muestra la aceptación comunmente de la configuración de las ranuras y de las dimensiones a medir.

7.2.1 La profundidad de la ranura (h) debe medirse a partir de la superficie adyacente a su penetración máxima y mínima. Las mediciones pueden hacerse ópticamente, por replica o mecánicamente, o por otras técnicas. La profundidad de la ranura es comúnmente especificada como un porcentaje del espesor de pared nominal con valores típicos comenzando de 10, 12.5 ó 20 %. Se permite una tolerancia en la profundidad de las ranuras de $\pm 15\%$.

7.2.2 Es satisfactoria la longitud de la ranura cuando se consideren las dimensiones de profundidad de 7.2.1. Es preferible que la longitud de la ranura (ℓ) sea mayor o igual a 1.5 veces el tamaño del elemento del transductor.

7.2.3 El ancho (w) de las ranuras tiene un efecto despreciable sobre la calibración y no es una dimensión crítica.

7.2.4 Los diámetros típicos para los agujeros barrenados son de 1.6 y 3.2 mm.

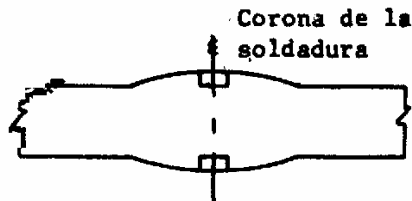
8 ESTANDARIZACION DE LA PRUEBA DE SENSIBILIDAD

8.1 Empleando el patrón de referencia especificado en 7.1 debe ajustarse el equipo para producir indicaciones que se distingan rápida y claramente de las superficies exterior e interior de los reflectores de referencia. La respuesta relativa de los reflectores exteriores e interiores debe ser lo más parecida posible. Debe usarse la menor de las respuestas como el nivel de aceptación.

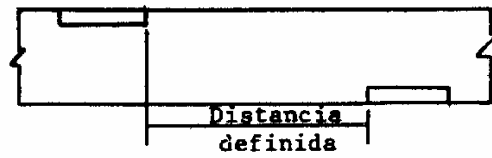
NOTA 3.- Deberán usarse para tener adecuados resultados, el ajuste de la capa de agua, de la distancia (d) en la figura 1 y la angulación del haz.

8.2 La prueba de sensibilidad debe estandarizarse y ajustarse para producir indicaciones claramente identificables de ambos reflectores de referencia exteriores e interiores, cuando el patrón de referencia es probado de una manera simultánea a la inspección de la producción de los tubos.

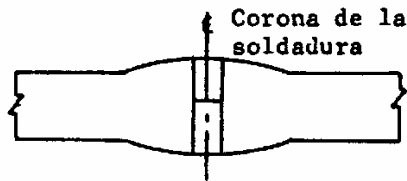
LOCALIZACION TIPICA DE LAS RANURAS EN LOS TUBOS SOLDADOS POR FUSION



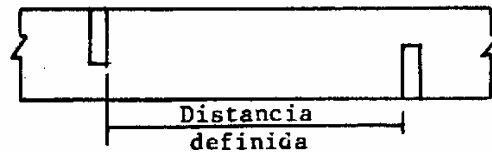
a) Localización de las ranuras interiores y exteriores en la corona de la soldadura.



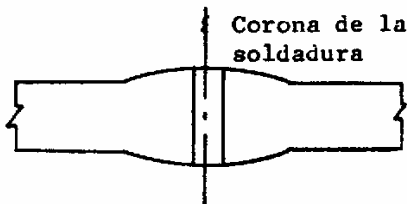
b) Localización de las ranuras longitudinales interiores y exteriores, separadas por una misma distancia para eliminar la interferencia de la respuesta sónica una de otra.



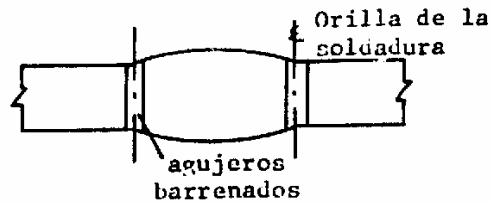
c) Localización del agujero barrenado al 50%.



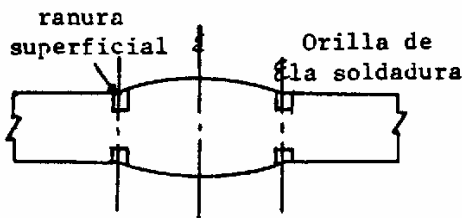
d) Localización longitudinal de los agujeros barrenados al 50% en la superficie exterior e interior, - separados por una misma distancia para eliminar la respuesta sónica una de otra.



e) Localización del agujero barrenado al 100%.



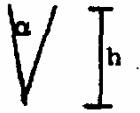
f) Localización de la soldadura en los extremos.



g) Localización de la soldadura en los extremos.

REFLECTORES DE REFERENCIA COMUNES

$\leq 1.04 \text{ rad } (\leq 60^\circ)$

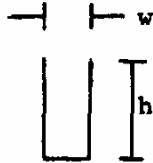


a) Ranura en "V"

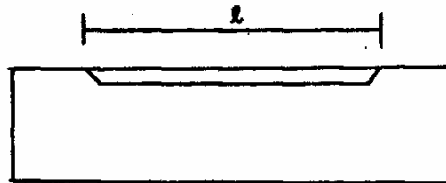
$\leq 0.52 \text{ rad } (\leq 30^\circ)$



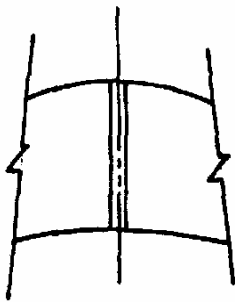
b) Ranura a tope.



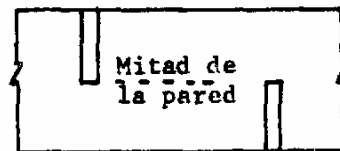
c) Ranura en forma de "U" o paralela a ella.



d) La longitud "l" para todas las ranuras, debe ser mayor o igual a 1.5 veces el ancho del transductor.



e) Agujero barrenado radialmente al 100%.
(1.6 ó 3.2 mm de diámetro).



f) Agujero barrenado radialmente al 50%.
(1.6 ó 3.2 mm de diámetro).

8.3 El equipo debe ajustarse para producir respuestas claramente identificables de los reflectores a los lados de soldadura y del reflector de referencia cuando el patrón de

referencia es probado de una manera simultanea a la inspección de la producción de los tubos.

9 PROCEDIMIENTO DE INSPECCION

9.1 Todas las superficies deben estar libres de óxido, suciedad, rebabas, escoria, salpicaduras u otras condiciones que interfieran en los resultados de la prueba,

9.2 Mover el tubo para que pase el transductor, con la soldadura en una posición fija con respecto al transductor. Es satisfactorio el movimiento del transductor con respecto al tubo estacionario. Durante la inspección, mantener la distancia (d) y el ángulo (ver figura 1) y la capa de agua para la prueba de inmersión como se determinó durante el ajuste de la prueba de sensibilidad.

9.3 Ciertos sistemas de prueba emplean transductores múltiples o de haz múltiple para compensar el cambio en la distancia (d) y no requiere de una adherencia rigurosa para mantener estas dimensiones durante la inspección.

9.4 Verificar periódicamente el equipo por la prueba de sensibilidad, llevando patrones de referencia a través del procedimiento de inspección. Esta verificación debe hacerse antes de que cualquier tubo sea inspeccionado y de que el equipo se desconecte después de la inspección, y como mínimo cada 4 horas durante la operación continua del equipo. En cualquier tiempo en el que el equipo no presente una señal claramente definida, dentro del 10% del que se obtuvo cuando fue establecida la prueba de sensibilidad, reajustar el equipo conforme al inciso 7.

9.5 En el caso de que el equipo presente señales menores al 10% del nivel menor de estandarización, reinspeccionar, cuando esta haya sido complementada; debe inspeccionarse todos los tubos subsecuentes a partir del último procedimiento aceptable de estandarización.

10 INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

10.1 Todas las indicaciones que son igual o mayor que las señales de referencia establecidas durante la estandarización descrita en el inciso 8 ó como se especifica en el inciso 5, deben considerarse como defectos representativos que pueden ser causa de rechazo de los tubos.

10.2 Si durante la examinación del tubo no son detectadas indicaciones rechazables, el material debe considerarse que pasa la inspección ultrasónica, excepto lo indicado en 9.5.

11 BIBLIOGRAFIA

NMX-B-12-1975 "Método de inspección ultrasónica para soldadura longitudinal

o helicoidal en tubos".

ASTM-E-273-83 "Standard practice for ultrasonic examination of longitudinal welded pipe and tubing"

12 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

No puede establecerse con concordancia por no haber referencia al momento de elaboración de la presente.

México D.F., a 11 SET. 1987

LA DIRECTORA GENERAL DE NORMAS

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and strokes, positioned below the text 'LA DIRECTORA GENERAL DE NORMAS'.

LIC. CONSUELO SAEZ PUEYO