MEDIDOR DE ESPESOR ULTRASÓNICO

HOJA DE APROBACIÓN

ELABORA:

ING. MARTÍN CERVANTES LIMA
COORDINADOR DEL GRUPO DE TRABAJO

PROPONE:

ING. MIGUEL TAME DOMINGUEZ
PRESIDENTE DEL SUBCOMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN DE PEMEX-REFINACIÓN

DGPR-25-2012

APRUEBA:

ING. CARLOS RAFAEL MURRIETA CUMMINGS
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

CONTENIDO

CAPÍTULO **PÁGINA**

0. INTRODUCCIÓN 4

1. OBJETIVO 5

2. ALCANCE 5

3. CAMPO DE APLICACIÓN 5

4. ACTUALIZACIÓN 5

5. REFERENCIAS 5

6. DEFINICIONES 6

7. SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS 7

8. DESARROLLO 7

8.1 Condiciones de Diseño 7

8.2 Materiales 8

8.3 Fabricación 8

8.4 Palpadores y bloques de prueba de calibración 9

8.5 Inspección y pruebas 9

8.6 Almacenamiento y transporte 9

8.7 Documentación a entregar por el licitante o proveedor 9

9. RESPONSABILIDADES 10

9.1 Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios 10

9.2 Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios 10

9.3 Licitantes y proveedores 10

10. CONCORDANCIA CON NORMAS MEXICANAS O INTERNACIONALES 11

11. BIBLIOGRAFÍA 11

12. ANEXOS 11

0. INTRODUCCIÓN

Petróleos Mexicanos y sus Organismos Subsidiarios, en cumplimiento a lo estipulado en los artículos 62, 64 y 67 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y conforme a la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, expide la presente Norma de Referencia para que se utilice en la adquisición de equipo para medición de espesor mediante ultrasonido.

La inspección por ultrasonido se define como un procedimiento de inspección no destructivo de tipo mecánico, que se basa en la impedancia acústica de los materiales, la que se manifiesta como el producto de la velocidad máxima de propagación del sonido y la densidad de un material. Los programas de inspección de integridad mecánica de tuberías y recipientes en Pemex incluyen la medición de sus espesores, para seguimiento de los fenómenos de corrosión y erosión.

Por lo anterior, y en virtud de que actualmente no existen Normas Oficiales Mexicanas, normas mexicanas, ni normas internacionales que establezcan los requisitos técnicos para adquirir equipos para medición de espesor mediante ultrasonido, Petróleos Mexicanos y sus Organismos Subsidiarios en consenso con fabricantes y proveedores de estos equipos, expiden la presente Norma de Referencia, que conjunta la experiencia de la empresa con la investigación y el desarrollo tecnológico.

Este documento normativo se realizó en cumplimiento a:
Las Disposiciones administrativas de contratación en materia de adquisiciones, arrendamientos, obras y servicios de las actividades sustantivas de carácter productivo de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.
La Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.
La Ley de Petróleos Mexicanos y su Reglamento.
La Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas y su Reglamento.
La Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público y su Reglamento.
La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento.
La Guía para la emisión de Normas de Referencia de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios (CNPMOS-001, 30 Septiembre 2004).

En la elaboración de la presente Norma de Referencia participaron los siguientes organismos, empresas e instituciones:

PEMEX Corporativo
PEMEX Exploración y Producción
PEMEX Gas y Petroquímica Básica
PEMEX Petroquímica
PEMEX Refinación
Instituto Mexicano de Ensayos No Destructivos A.C.(IMENDE)
Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI)
CIATEC A.C.
Colegio de Ingenieros Mecánicos Electricistas (CIME)
Grupo KB de México, S.A. de C.V.
Olympus América de México, S.A. de C.V.
Llog, S.A de C.V.
Ensayos No Destructivos, S.A. de C.V.

1. OBJETIVO

Establecer los requisitos técnicos y documentales mínimos para adquirir los equipos para medición de espesor por ultrasonido, que se utilizan en las instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

2. ALCANCE

Esta Norma de Referencia incluye las especificaciones, pruebas y certificaciones de los equipos para la medición de espesores, usando el método manual de prueba de contacto por ultrasonido pulso eco.

3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma de Referencia es de aplicación general y de observancia obligatoria en la adquisición de equipos para la medición de espesores por el método de ultrasonido usando la técnica de pulso eco, que lleven a cabo los centros de trabajo de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, por lo que debe ser incluida en los procedimientos de licitación pública, invitación a cuando menos tres personas (invitación restringida en la Ley de Petróleos Mexicanos), y adjudicación directa, según corresponda a contrataciones para adquisiciones, servicios, obras publicas o servicios relacionadas con las mismas.

4. ACTUALIZACIÓN

Esta Norma de Referencia se debe revisar y en su caso modificar al menos cada 5 años, o antes si las sugerencias y recomendaciones de cambio lo ameritan.

Las sugerencias para la revisión y actualización de esta Norma de Referencia, deben enviarse al Secretario del Subcomité Técnico de Normalización de Pemex Refinación, quien debe programar y realizar la actualización de acuerdo a la procedencia de las mismas y en su caso, inscribirla dentro del Programa Anual de Normalización de Petróleos Mexicanos, a través del Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

Las propuestas y sugerencias de cambio deben elaborarse en el formato CNPMOS-001-A01 de la Guía para la Emisión de Normas de Referencia CNPMOS-001, Rev. 1 del 30 de septiembre de 2004 y dirigirse a:

Subcomité Técnico de Normalización de PEMEX Refinación.
Av. Marina Nacional No. 329, Edificio B-2, 2º piso
Col. Petróleos Mexicanos, México D. F., C. P. 11311
Teléfono directo: 1944-8628, 1944-8041
Conmutador: 1944-2500, ext. 53107, 53108
Correo electrónico antonio.alvarez@pemex.com

5. REFERENCIAS

La aplicación de esta Norma de Referencia se complementa con las siguientes normas

5.1 **NOM-008-SCFI -2002** Sistema General de Unidades de Medida.

5.2 **NMX-J-529-ANCE-2006** Grados de protección proporcionados por los envolventes (Código IP).

5.3 **ISO 18175: 2004** Non-destructive testing -- Evaluating performance characteristics of ultrasonic pulse-echo testing systems without the use of electronic measurement instruments. Ensayos no destructivos-evaluación de las características de desempeño de los sistemas ultrasónicos de pulso eco sin el empleo de instrumentos de medición electrónica.

5.4 **NRF-036-PEMEX-2010** Clasificación de áreas peligrosas y selección de equipo eléctrico.

5.5 **NRF-049-PEMEX-2009** Inspección y supervisión de arrendamientos y servicios de bienes muebles.

5.6 **NRF-111-PEMEX-2006** Equipos de medición y servicios de metrología.

6. DEFINICIONES

Para los propósitos de la presente Norma de Referencia aplican las definiciones siguientes:

6.1 **Acoplante.** Sustancia usada entre el palpador y la superficie de prueba para permitir o incrementar la transmisión de la energía ultrasónica.

6.2 **Exactitud de la medición, exactitud.** Proximidad del acuerdo entre el valor medido y el valor verdadero de un mensurando.

6.3 **Linealidad en tiempo o distancia.** Es la medición de la proporcionalidad entre las señales que aparecen en el eje del tiempo o distancia en una pantalla y las señales obtenidas por un generador calibrado de impulsos o los ecos múltiples obtenidos de una placa de material de espesor conocido.

6.4 **Prueba de contacto**. Técnica en la cual el palpador hace contacto directamente con la pieza bajo prueba a través de una delgada capa de acoplante.

6.5 **Pulso eco**. Técnica de examen en el cual la presencia y posición de un reflector está indicada por la amplitud y tiempo del eco.

6.6 **Presentación Tipo "A" (A-Scan).** Formato de presentación de datos utilizando una línea base horizontal que indica la distancia, o el tiempo, y una deflexión vertical desde la línea base, la cual indica la amplitud.

6.7 **Presentación Tipo "B" (B-Scan).** Formato de presentación de datos el cual muestra una representación de la sección transversal del especímen bajo prueba, indicando la longitud aproximada de los reflectores y su posición relativa. Este tipo de presentación se usa cuando se desea conocer la continuidad de la pieza sujeta a examen.

6.8 **Palpador**. Dispositivo electro acústico usado para transmitir, recibir o transmitir y recibir la energía ultrasónica. Generalmente consiste de una placa de datos, conector, cable coaxial, carcaza o cubierta y uno o varios elementos piezoeléctricos (transductor) y cara de desgaste. Para su selección se deben considerar factores como la exactitud requerida, así como el material, la geometría, espesor, superficie y temperatura de la superficie del material a medir.

6.9 **Reflector**. Interfase en la cual una onda ultrasónica encuentra un cambio en la impedancia acústica y en la cual al menos una parte de la energía es reflejada.

6.10 **Resolución de un dispositivo de visualización.** Menor diferencia entre indicaciones visualizadas que se pueden distinguir significativamente.

6.11 **Ultrasonido**. Onda acústica o sonora cuya frecuencia está por encima del espectro audible del oído humano (aproximadamente 20 000 Hz).

7. SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

Para los propósitos de la presente Norma de Referencia aplican los símbolos indicados en la NOM-008-SCFI-2002 y los siguientes símbolos y abreviaturas:

7.1 Símbolos

in pulgada

7.2 Abreviaturas

ASTM American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales)

IEC International Electrotechnical Commission (Comisión Electrotécnica Internacional)

LFMN Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y su Reglamento.

NOM Norma Oficial Mexicana

NRF Norma de Referencia

PEMEX Petróleos Mexicanos, Organismos Subsidiarios y Empresas Filiales.

USB Universal Serial Bus (bus universal en serie)

8. DESARROLLO

8.1 Condiciones de Diseño

8.1.1 El diseño del equipo para medición de espesor por ultrasonido debe ser conforme a la EN 15317 o equivalente.

8.1.2 Debe tener un ídice de protección de al menos IP 54, según NMX-J-529-ANCE-2006.

8.1.3 Debe ser nuevo y tener certificado o informe de calibración vigente. Debe ser el último modelo mejorado en la producción a la fecha de la licitación. No se aceptan modelos de muestra, prototipos, remanufacturados, reacondicionados o descontinuados.

8.1.4 Debe ser portátil, intrínsicamente seguro en cumplimiento a la NRF-036-PEMEX-2010, con carcaza

contra impactos, para uso industrial con temperatura ambiente de operación desde -10 ºC hasta 50 ºC, y 90 por ciento de humedad relativa sin condensación a 40°C.

8.1.5 Debe tener una exactitud de al menos ±0,05 mm (±0.002 in).

8.1.6 Deben presentar linelidad en la escala horizontal o eje del tiempo.

8.1.7 Debe cumplir las pruebas indicadas ISO 18175: 2004 y en ASTM E 797 o equivalente.

8.1.8 Debe medir espesor en tuberías, recipientes y accesorios entre otros, sin tener que quitar sus recubrimientos tales como pintura, pintura epóxica, alquitrán de hulla, entre otros, para obtener la medición del espesor del metal en evaluación.

8.1.9 Debe realizar mediciones de espesor en elementos con temperaturas de -10 ºC a 537 ºC.

8.1.10 Debe tener un alcance de medición de espesor de 0,2 mm hasta 508 mm. (0.008 in hasta 20 in)

8.2 Materiales

La carcaza del medidor de espesor ultrasónico debe ser de material resistente a impactos y a la corrosión.

8.3 Fabricación

8.3.1 Debe tener la carátula de cristal líquido o plasma o pantalla led con lectura digital, con opción de desplegar los valores de medición en formato de Presentación Tipo “A” (A-Scan) y/o Tipo “B” (B-Scan) según lo indique PEMEX en el anexo 12.2 de esta Norma de Referencia. Debe desplegar informes e indicaciones en idioma español y las unidades de medida deben estar de acuerdo a la NOM-008-SCFI -2002.

8.3.2 La amplificación puede ser manual o automática.

8.3.3 La lectura digital debe tener resolución de 0,01 mm (0.001 in) o mayor.

8.3.4 Debe tener unidades de medición en mm y en in.

8.3.5 La fuente de alimentación debe ser con baterías recargables que soporten 12 horas de operación continua o mayor.

8.3.6 Las baterías recargables suministradas deben ser a base de litio, no se aceptan con cadmio ni mercurio. En caso de que el equipo no cuente con cargador íntegrado, éste se debe de suministrar.

8.3.7 Debe tener registrador de datos, para almacenar, consultar, borrar o transferir a una PC para su procesamiento mediante puerto USB o RS 232, las lecturas de espesor y las imágenes A-scan y B-scan. Debe tener una capacidad de almacenamiento como mínimo de 10 000 valores de lecturas de medición de espesor.

8.3.8 Cuando Pemex lo solicite, se debe suministrar un software para el procesamiento de datos y análisis estadístico de los mismos, que descargue la información con formato ASCCI o mediante comas o espacios.

8.3.9 Debe presentar de una examinación, el valor máximo y mínimo de los espesores detectados en el material bajo prueba.

8.3.10 Debe permitir el intercambio de diferentes palpadores para medición de espesores de diferentes materiales, bajo diferentes condiciones de la superficie del material a medir y diferentes temperaturas dentro del rango de diseño del equipo de medición de espesor, y con especificaciones de exactitud particular.

8.3.11 Debe tener certificado o informe de calibración vigente, de acuerdo a lo dispuesto en el numeral 8.2.4 de la NRF-111-PEMEX-2006.

8.3.12 El equipo debe estar identificado de acuerdo al numeral 8.2.2 de la NRF-111-PEMEX-2006.

8.3.13 El equipo debe tener un sello de integridad de acuerdo al numeral 8.2.5 de la NRF-111-PEMEX-2006.

8.4 Palpadores y bloques de prueba de calibración

8.4.1 Se deben suministrar los palpadores de contacto con su conector y cable dedicado para la aplicación indicada por PEMEX en el Anexo 12.2.2 de la presente Norma de Referencia. Los palpadores deben poder medir el espesor sin necesidad de remover la capa de pintura del elemento bajo medición.

8.4.2 Las especificaciones de los palpadores se deben indicar en la Hoja de Datos del Anexo 12.2.2 de ésta Norma de Referencia.

8.4.3 Los palpadores deben ser autoreconocibles y autoconfigurables para el equipo suministrado.

8.4.4 Se debe suministrar al menos 250 ml de acoplante para medición en alta temperatura.

8.4.5 A menos que PEMEX indique lo contrario, con cada equipo de medición se debe suministrar un bloque de prueba de calibración de acero (PEMEX debe especificar el tipo de acero en la hoja de datos del anexo 12.2.3 de la presente Norma de Referencia), escalonado de cinco pasos de 2.5 mm, 5.0 mm, 7.5 mm, 10.0 mm y 12.5 mm (0.100 in, 0.200 in, 0.300 in, 0.400 in y 0.500 in), incluyendo un reporte de calidad del material de fabricación y su certificado o informe de calibración. El certificado o informe de calibración debe tener una fecha de emisión no mayor a 30 días a la fecha del suministro del equipo, de acuerdo al numeral 8.7.2.3 de la presente Norma de Referencia.

8.4.6 En caso de que PEMEX lo solicite, adiconalmente se debe suministrar un bloque de prueba de calibración de acero (PEMEX debe especificar el tipo de acero en la hoja de datos del anexo 12.2.3 de la presente Norma de Referencia), escalonado de cuatro pasos de 6.25 mm, 12.5 mm, 18.75 mm y 25 mm (0.250 in, 0.500 in, 0.750 in y 1.00 in), incluyendo un reporte de calidad del material de fabricación y su certificado o informe de calibración. El certificado o informe de calibración debe tener una fecha de emisión no mayor a 30 días a la fecha del suministro del equipo, de acuerdo al numeral 8.7.2.3 de la presente Norma de Referencia.

8.4.7 Los bloques de prueba de calibración deben cumplir con las tolerancias establecidas en ASTM E 797 o equivalente.

8.5 Inspección y pruebas

8.5.1 La inspección de los bienes objeto de la presente NRF, se debe realizar conforme a los niveles de inspección y requisitos establecidos en el contrato.

8.5.2 La inspección se puede realizar mediante empresas contratadas de acuerdo a la Norma de Referencia NRF-049-PEMEX-2009 o con personal designado por PEMEX de acuerdo al Procedimiento Institucional de Inspección de Bienes, Arrendamientos y Servicios PA-800-70600-01.

8.5.3 Para la aceptación de los equipos suministrados para medición de espesor por ultrasonido, al menos se debe realizar una inspección física del equipo para comprobar que cumpla con lo especificado en la presente Norma de Referencia, que tenga sello de integridad y que la documentación presentada corresponda al modelo y numero de serie del equipo, y se debe realizar una prueba de comprobación de operaciones básicas de acuerdo al manual del fabricante.

8.6 Almacenamiento y transporte

Debe cumplir con lo especificado en el numeral 8.2.6 de la NRF-111-PEMEX-2006.

8.7 Documentación a entregar por el licitante o proveedor

8.7.1 Información requerida con la propuesta

8.7.1.1 El licitante debe incluir en su propuesta boletines técnicos y folletos en documentos originales, cuyo contenido debe coincidir en su descripción con las características y especificaciones indicadas en la oferta presentada, para dar soporte a las características y a la evaluación de funcionalidad del producto propuesto. Los boletines técnicos y folletos deben estar en idioma español, o en el idioma del país de origen acompañado con una traducción al idioma español.

8.7.1.2 Hoja de Datos del Anexo 12.2 de esta Norma de Referencia, completamente llena.

8.7.2 Información requerida después de colocada la orden de compra

8.7.2.1 Se debe entregar manual de operación y mantenimiento en idioma español por cada equipo suministrado, en forma electrónica (disco compacto) e impresa.

8.7.2.2 Se debe entregar original del certificado o informe de calibración por cada equipo (medidor, palpador y bloque de comprobación de calibración), indicando en éste el número de serie correspondiente al equipo o patrón de calibración.

8.7.2.3 El certificado o informe de calibración debe tener una fecha de emisión no mayor a 30 días a la fecha del suministro del equipo, y debe ser emitido por un laboratorio de calibración acreditado por una entidad de acreditación reconocida con base en la LFMN (Art. 68 de la LFMN), o por un organismo de acreditación equivalente en otro país que sea signatario de acuerdos de reconocimiento mutuo con base en la LFMN (Art. 87-B de la LFMN).

9. RESPONSABILIDADES

9.1 Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios

9.1.1 Vigilar que se apliquen los requisitos de esta Norma de Referencia, en la adquisición de equipo para medición de espesor por ultrasonido.

9.2 Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios

Emitir, revisar y cancelar las Normas de Referencia, así como vigilar su aplicación.

9.3 Licitantes y proveedores

9.3.1 Deben cumplir con los requisitos especificados en esta norma de referencia.

9.3.2 Se deben comprometer a que ninguno de los equipos y elementos que formen parte de estos se deben presentar a PEMEX re-etiquetados como de marca diferente; que los catálogos de los mismos no podrán ser copia en sección alguna de cualquier otro equipo existente en el mercado, que sean equipos nuevos que cumplan plenamente con las especificaciones solicitadas por Pemex.

9.3.3 El proveedor debe entregar la documentación que garantice el instrumento o equipo de medición, de acuerdo a lo establecido en el numeral 8.2.7 de la NRF-111-PEMEX-2006.

9.3.4 Deben garantizar el refaccionamiento del equipo suministrado por un periodo de cinco años a partir de la fecha de adquisición.

9.3.5 Deben conocer y cumplir con el contenido de esta Norma de Referencia.

9.3.6 El proveedor debe proporcionar capacitación teórica y práctica en idioma español (incluyendo toda la documentación que se genere y/o utilice para la capacitación) sobre los equipos de medición de espesor ultrasónico suministrados, de acuerdo a lo establecido en el contrato, y cubriendo al menos los conceptos de seguridad, operación e interpretación de mediciones.

10. CONCORDANCIA CON NORMAS MEXICANAS E INTERNACIONALES

No tiene concordancia.

11. BIBLIOGRAFÍA

11.1 ASTM E 797 2005 Standard Practice for Measuring Thickness by manual ultrasonic Pulse-Echo Contact Method (Práctica estandar para medición de espesor mediante el método manual de ultrasonido pulso eco por contacto).

11.2 EN 15317 2007 Non-destructive testing- Ultrasonic testing - Characterization and verification of ultrasonic thickness measuring equipment (Pruebas no destructivas- Prueba de ultrasonido- Caracterización y verificación de equipo para medición de espesor por ultrasonido).

11.3 PA-800-70600-01 Procedimiento Institucional de Inspección de Bienes, Arrendamientos y Servicios. PEMEX, Dirección Corporativa de Administración, 3 de abril de 2006.

12. ANEXOS

12.1 Presentación de documentos equivalentes.

12.1.1 Si el proveedor considera que un documento normativo es equivalente a un documento normativo (Norma, Código, Especificación o Estándar extranjero) indicado en esta Norma de Referencia, debe someterlo a autorización por parte de PEMEX a través de los medios establecidos, anexando los antecedentes y argumentación en forma comparativa, concepto por concepto, demostrando que cumple con los requisitos indicados en 12.1.2 a) y en 12.1.2 b) de esta Norma de Referencia. PEMEX debe responder por escrito a dicha solicitud, indicando si es o no autorizado para utilizarse como documento normativo equivalente.

12.1.2 La leyenda “o equivalente”, que se menciona en esta Norma de Referencia, después de las palabras Normas, Códigos y Estándares Extranjeros, significa lo siguiente:

a. Las Normas, Códigos y Estándares Extranjeros “equivalentes” deben cumplir o ser superiores a las propiedades mecánicas, físicas, químicas, de seguridad, protección ambiental, de diseño y de operación establecidas en las Normas de Referencia, en las Especificaciones de PEMEX y en las Normas, Códigos y Estándares Extranjeros ahí referenciados.

b. No se aceptan como equivalentes las Normas, Códigos, Estándares Extranjeros o Normas Mexicanas, que tengan requisitos menores a los solicitados por PEMEX en sus documentos, por ejemplo: menores potencias, menores factores de seguridad, menores rendimientos, menores presiones y/o temperaturas, menores niveles de aislamiento eléctrico, mayor emisión de gases de combustión, características de los conductores eléctricos, menores capacidades, eficiencias, características operativas, propiedades físicas, químicas y mecánicas, etc., de equipos y de materiales, y todos los casos similares que se puedan presentar en cualquier especialidad.

12.1.3 En todos los casos, las características establecidas en las Normas, Códigos, Estándares y en los documentos indicados en esta Norma de Referencia, son requisitos mínimos a cumplir por el fabricante o proveedor.

12.1.4 Los documentos señalados en el párrafo anterior, si no son de origen mexicano, deben estar legalizados ante cónsul mexicano o, cuando resulte aplicable, apostillados de conformidad con el “Decreto de Promulgación de la Convención por la que se suprime el requisito de Legalización de los Documentos Públicos Extranjeros”, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 14 de agosto de 1995. Los documentos que se presenten en un idioma distinto al español deben acompañarse con su traducción a dicho idioma Español, hecha por perito traductor, considerando la conversión de unidades conforme a la NOM-008-SCFI-2002.

12.1.5 En caso que PEMEX no autorice el uso del documento normativo equivalente propuesto, el fabricante o proveedor está obligado a cumplir con la normatividad establecida en esta Norma de Referencia.

12.2 Hojas de datos (Información que debe llenar PEMEX y confirmar el licitante en su propuesta técnica)

12.2.1 Equipo de medición de espesor ultrasónico

	PEMEX	**LICITANTE** Indicar: Sí cumple o No cumple
Fabricante*:	x x x x x x x x x x x x x x x x x	
País de origen*:	x x x x x x x x x x x x x x x x x	
Modelo*:	x x x x x x x x x x x x x x x x x	
Resolución de escala:	x x x x x x x x x x x x x x x x x	
Fuente de alimentación:	x x x x x x x x x x x x x x x x x	
Carátula de lectura con	□ A-Scan □ B-Scan	
ASTM E 797	x x x x x x x x x x x x x x x x x	
Amplificación	□ Manual □ Automática	
Exactitud:	□ ±0,05 mm (±0.002 in) □ Mayor a ±0,05 mm	
Clasificación IP:	x x x x x x x x x x x x x x x x x	
Características:	□ Software para procesamiento de datos □ Salida USB o RS232 □ Capacidad de almacenamiento de _____ lecturas	
Software para el procesamiento de datos y análisis estadístico	□ Si □ No	
Observaciones:		

12.2.2 Palpadores (Llenar un formato por cada aplicación requerida del palpador)

	PEMEX	LICITANTE Indicar: Sí cumple o No cumple, y los datos solicitados.
Fabricante*:	x x x x x x x x x x x x x x x x x x	
País de origen*:	x x x x x x x x x x x x x x x x x x	
Modelo*:	x x x x x x x x x x x x x x x x x x	
Aplicación:	□ Fundición, materiales atenuantes y espesores muy grandes □ Medición de precision en espesores delgados, tuberías de diámetro pequeño (<19 mm (3/4 in)). □ Medición de precisión en materiales de acero comercial (tuberías, tanques, calderas, etc.) con temperaturas hasta 50°C □ Medición de materiales en acero al carbono a alta temperatura (>60°C) □ Medición de materiales en acero al carbono y acero inoxidable a alta temperatura(>60°C) □ Otra (Especificar):	
Material a medir:		
Espesor mínimo:	_____ mm	_____ mm
Espesor máximo:	_____ mm	_____ mm
Forma del material:	□ Plana □ Curva	
Superficie del material:	□ Lisa □ Rugosa	
Temperatura de la superficie :	Mínima _____ °C Máxima _____°C	Mínima _____ °C Máxima _____°C
Elementos o Transductores	□ Sencillo □ Doble	
Frecuencia	_____ MHz	_____ MHz
Diámetro máximo del palpador	_____ mm	_____ mm
Exactitud	□ (±0.002 in) □ Mayor a ±0,05 mm	± ____ mm
Longitud de cable coaxial	_____ m	_____ m
Determinación del espesor de la pintura y del espesor de	□ Sí □ No	

pared del material bajo prueba en un solo paso.		
Determinación del espesor de pared del material bajo prueba en un solo paso, descartando el espesor de la pintura.	□ Sí □ No	
Para uso en áreas clasificadas de acuerdo a la NRF-036-PEMEX-2010	x x x x x x x x x x x x x x x x x x	
Observaciones:		

*Datos exclusivos a ser llenados por el licitante.

12.2.3 Bloque de prueba de calibración

	PEMEX	**LICITANTE** Indicar: Sí cumple o No cumple
Bloque de prueba de calibración de acero	□ 5 pasos □ 4 pasos	
Material:	□ Acero al carbón 516 □ Acero inoxidable 304 □ Acero inoxidable 410 □ Acero monel □ Otro: _____	
Observaciones:		