



CANACERO



Cámara Nacional de la
Industria del Hierro y del Acero

Organismo Nacional de Normalización

NORMA MEXICANA

NMX-B-517-CANACERO-2017

**INDUSTRIA SIDERÚRGICA – REQUISITOS GENERALES
PARA TUBOS DE CÉDULA EN ACERO INOXIDABLE-
ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA**

**SIDERURGICAL INDUSTRY – GENERAL REQUIREMENTS
FOR ALLOY AND STAINLESS STEEL PIPE –
SPECIFICATIONS AND TEST METHODS**



**Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero
Organismo Nacional de Normalización**

NORMA MEXICANA

NMX-B-517-CANACERO-2017

**INDUSTRIA SIDERÚRGICA – REQUISITOS GENERALES PARA TUBOS DE
CÉDULA EN ACERO INOXIDABLE – ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE
PRUEBA**

**SIDERURGICAL INDUSTRY –GENERAL REQUIREMENTS FOR ALLOY AND
STAINLESS STEEL PIPE- SPECIFICATIONS AND TEST METHODS**

Amores 338, Col. del Valle, Del. Benito Juárez, C.P. 03100, Ciudad de México.
onn@canacero.org.mx

PRÓLOGO

NMX-B-517-CANACERO-2017

La Dirección General de Normas, con fundamento en lo establecido en los artículos 39 fracción IV, 65, 66 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, 68 y 69 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 22 fracción XIII del Reglamento Interior de la Secretaría de Economía, otorgó a la Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero (CANACERO) el Certificado de Registro No. 0009 como Organismo Nacional de Normalización, para elaborar, revisar, actualizar, expedir y cancelar normas mexicanas en el área del “Hierro y Acero”, como se indica en el oficio con número DGN.312.01.2005.3002 de fecha 29 de julio de 2005.

Esta Norma Mexicana fue elaborado por el Comité Técnico de Normalización Nacional de la Industria Siderúrgica (COTENNIS), en el seno de la Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero.

El aviso de Consulta Pública se emitió el 10 de abril 2017 en el Diario Oficial de la Federación a través de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía.

La Declaratoria de Vigencia se publicó el 29 de agosto del 2017 en el Diario Oficial de la Federación, a través de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía y entró en vigor el 28 de octubre 2017.

PREFACIO

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

- CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DEL HIERRO Y DEL ACERO.
- CENTRO DE INGENIERIA Y DESARROLLO INDUSTRIAL
- COMINOX, S.A. DE C.V.
- COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN NACIONAL DE LA INDUSTRIA SIDERÚRGICA.
- INSTITUTO MEXICANO DEL INOXIDABLE, A.C. IMINOX.
- INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE
- OUTOKUMPU MEXINOX, S.A. DE C.V.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página	
1	Objetivo y campo de aplicación	1
2	Referencias	1
3	Definiciones	3
4	Especificaciones	3
5	Muestreo	9
6	Métodos de prueba	10
7	Criterios de aceptación	15
8	Marcado, empaque y embalaje	16
9	Inspección	16
10	Declaración de conformidad	17
11	Datos para el pedido	17
12	Concordancia con normas internacionales	17
	Apéndice A (Normativo)	18
	Apéndice B (Informativo)	19
	Apéndice C (Informativo)	20
13	Bibliografía	21
14	Artículo Transitorio	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Espesores de pared mínimos en inspección para espesores de pared nominal	Página 5
Tabla 2	Tolerancias de Rectitud	2

INDUSTRIA SIDERÚRGICA –REQUISITOS GENERALES PARA TUBOS DE CÉDULA EN ACERO INOXIDABLE – ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA
SIDERURGICAL INDUSTRY – GENERAL REQUIREMENTS FOR ALLOY AND STAINLESS STEEL PIPE- SPECIFICATIOIS AND TEST METHODS

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

1.1 Esta Norma Mexicana establece los requisitos generales para tubos de cédula en acero inoxidable.

1.2 Esta Norma Mexicana aplica a los tubos de cédula en acero inoxidable austenítico con y sin costura, así como a los tubos de acero austenítico aleados al cromo níquel, soldados por fusión eléctrica para servicio en alta temperatura que se comercializan en territorio nacional.

1.2.1 Esta Norma aplica a las siguientes normas:

- NMX-B-185-CANACERO-2013 Tubería de cédula en acero inoxidable austenítico con y sin costura – Especificaciones y métodos de prueba.
- NMX-B-460-1988 Tubos de acero austenítico, aleados al cromo níquel, soldados por fusión eléctrica para servicio en alta temperatura.

1.2.2 En caso de conflicto entre los requisitos de esta Norma con los de la norma particular de producto, deben prevalecer los requisitos de ésta última.

2 REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de la presente Norma se deben consultar las siguientes normas mexicanas vigentes o las que las sustituyan:

- NMX-B-001-CANACERO-2009 Industria Siderúrgica – Métodos de análisis químicos para determinar la composición de aceros y hierros – Métodos de Prueba, fecha de Publicación en el Diaro Oficial de la Federación 19 de febrero 2010.
- NMX-B-011-1987 Métodos de Inspeccion ultrasónica de tubos metálicos, fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación 18 de septiembre de 1987
- NMX-B-014-1987 Meétodos de inspección con corrientes parásitas (corrientes de Eddy) con saturación magnética – Productos Tubulare, fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación 18 de septiembre de 1987.

NMX-B-019-CANACERO-2009	Industria Siderúrgica – Definiciones y expresiones empleadas en la industria siderúrgica, fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación 20 enero de 2010.
NMX-B-065-1990	Método de inspección electromagnética con corrientes parasitas (Corrientes de Eddy) para tubos con o sin costura de acero austenítico inoxidable y aleaciones similares, fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación 11 de octubre de 1990.
NMX-B-172-CANACERO-2013	Industria Siderúrgica – Métodos de prueba mecánicos para productos de acero, fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación 15 de abril de 2014.
NMX-B-482-CANACERO-2016	Industria Siderúrgica - Capacitación, calificación y certificación de personal en ensayos no destructivos fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación 20 de octubre de 2016.
NMX-B-185-CANACERO-2013	Industria Siderúrgica - Tubería de cédula en acero inoxidable austenítico con y sin costura - Especificaciones y métodos de prueba fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación 22 de mayo de 2014.
NMX-B-180-1991	Tubos con o sin costura para servicios a baja temperatura, fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación 3 de enero de 1992
NMX-B-181-1988	Tubos de acero aleado, ferríticos, sin costura, para servicio en alta temperatura, fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación 27 de diciembre de 1988.
NMX-B-186-194-SCFI	Tubos de acero austenítico, sin costura, para servicio en alta temperatura en plantas de vapor, fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación 13 de enero de 1995
NMX-B-460-1988	Tubos de acero austenítico, aleado al cromo níquel, soldados por fusión eléctrica para servicio en alta temperatura; fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación 8 de diciembre de 1988.
NMX-B-012-1987	Método de inspección ultrasónica para soldadura longitudinal de tubos soldados, fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación 18 de septiembre de 1987.
NMX-EC-17025-IMNC-2006	Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración; fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación 24 de julio de 2006.

3 DEFINICIONES

3.1 Además de las siguientes definiciones, se debe consultar la norma NMX-B-019-CANACERO-2009.

3.1.1 Declaración de conformidad

Documento por el cual un proveedor da garantía de que un producto, proceso o servicio es conforme a requisitos específicos; nota 1

Nota 1: El proveedor es la parte que suministra el producto, proceso o servicio y puede ser un fabricante, distribuidor, importador, ensamblador, organización de servicio, etc.

4 ESPECIFICACIONES

4.1 Materiales

La materia prima requerida debe ser lámina o placa de acero inoxidable.

4.2 Análisis químico

Las muestras para análisis químico y los métodos deben ser los especificados en la Norma Mexicana NMX-B-001-CANACERO-2009; ver 2 Referencias o con lo especificado en la norma extranjera que se indica en el A.1 del Apéndice A.

4.2.1 Análisis de colada

El fabricante debe hacer un análisis de cada colada de acero para determinar los porcentajes de cada elemento químico. El resultado de la composición química determinada debe estar de acuerdo a los requisitos especificados.

4.2.1.2 Análisis de producto

Los requisitos de éste análisis deben ser los indicados en la norma de producto.

4.3 Requisitos de tensión

4.3.1 El material debe cumplir con los requisitos de tensión establecidos en la norma particular del producto.

4.3.1.1 El límite de fluencia, si se solicita, debe determinarse por el método de deformación especificado (*offset*) al 0.2% de deformación permanente de la longitud calibrada, o a una extensión total del 0.5% de la longitud calibrada bajo carga.

4.3.1.2 Si el porcentaje de alargamiento de cualquier probeta de prueba es inferior a lo especificado, y si cualquier parte de la fractura se localiza a más de 19 mm (3/4 pulgadas) del centro de la longitud calibrada identificada por las marcas realizadas sobre la probeta antes de realizar el ensayo, se puede realizar otra prueba.

4.4 Pruebas no destructivas

4.4.1 Si así lo requiere la norma particular de producto o la orden de compra, los tubos deben ser sometidos a la prueba hidrostática, ver inciso 6.2 o a la prueba eléctrica no destructiva, ver inciso 6.5.

4.4.1.1 Los ensayos no destructivos deben llevarse a cabo después de los procesos mecánicos, de tratamiento térmico y enderezado del tubo. Este requisito no se opone a llevar a cabo pruebas durante los procesos anteriores.

4.4.2 Condición superficial

4.4.2.1 Toda la superficie debe estar libre de cascarilla, polvo, grasa, pintura y cualquier material que pueda interferir con la interpretación de los resultados del ensayo. Los métodos usados para limpieza y preparación de la superficie, no deben dañar el material base o el acabado superficial.

4.4.2.2 La rugosidad de la superficie o defectos superficiales profundos pueden interferir con la prueba. En caso de desacuerdo se puede hacer una prueba destructiva previo acuerdo entre fabricante y comprador.

4.4.3 Hidrostática

4.4.3.1 Esta prueba debe llevarse a cabo únicamente cuando el cliente lo solicite y debe ser conforme a lo que se establece en esta Norma que se indica en el inciso 6.4

Estas pruebas deben ser previa acuerdo entre fabricante y comprador o en su lugar puede ser sustituida por los siguientes métodos de prueba: Ultrasonido, corrientes de Eddy o Radiografía. Los métodos de prueba están indicados en los incisos A.2, A.3, A.4 y A.5 del Apéndice A.

4.4.4 Calificación del operador

4.4.4.1 El operador de ensayos no destructivos debe estar calificado de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-B-482-CANACERO-2016, o con la norma extranjera que se indica en inciso A.6 del Apéndice A.

4.5 Tolerancias para diámetro exterior

4.5.1 Las tolerancias para el diámetro exterior, a menos que otra cosa se acuerde, no deben exceder los límites especificados en la tabla 1. Las tolerancias para el diámetro exterior incluyen ovalamiento, excepto como lo que se especifica en 4.5.2 y 4.5.3 (ver nota 2).

Nota: 2 Los tubos de conducción de espesor delgado generalmente desarrollan un significativo ovalamiento (fuera de redondez) durante el recocido final, enderezado o ambas. Las tolerancias para diámetro dadas en la tabla 1 son usualmente insuficientes para proveer mayor tolerancia al ovalamiento esperado en tubos de conducción de espesor delgado.

4.5.2 Para tubo de espesor delgado, definido como tubo de conducción teniendo un espesor de pared del 3% o menor del diámetro exterior especificado, la tolerancia para diámetro de la tabla 1 es aplicable solamente para el valor medio de las lecturas máximas y mínimas del diámetro exterior en cualquier punto de la sección transversal.

4.5.3 Para tubo de conducción de pared delgada, la diferencia en las lecturas máximas y mínimas (ovalamiento) en cualquier punto de la sección transversal, no debe exceder 1.5% del diámetro exterior especificado.

4.6 Tolerancia en espesor de pared.

4.6.1 Soldados

Excepto lo requerido en el punto 4.7, el espesor de pared mínimo no debe de exceder 12.5% debajo del espesor nominal de pared especificada. El espesor de pared mínimo en inspección se indica en la Tabla 1.

**Tabla 1.- Espesores de pared mínimos en inspección para espesores de pared nominal (a,b)
(continua)**

Espesor nominal (t _n)		Espesor mínimo para inspección (t _m)		Espesor nominal (t _n)		Espesor mínimo para inspección (t _m)		Espesor nominal (t _n)		Espesor mínimo para inspección (t _m)	
mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas
1.73	0.068	1.52	0.060	7.47	0.294	6.53	0.257	19.05	0.750	16.62	0.658
2.24	0.068	1.96	0.077	7.62	0.300	6.65	0.262	20.62	0.812	18.03	0.710
2.31	0.091	2.03	0.080	7.80	0.307	6.83	0.269	21.41	0.843	18.75	0.736
2.41	0.095	2.11	0.083	7.82	0.308	6.86	0.270	21.95	0.854	19.20	0.756
2.87	0.113	2.51	0.099	7.92	0.312	6.93	0.273	22.22	0.875	19.49	0.766
3.02	0.119	2.64	0.104	8.08	0.318	7.06	0.278	23.01	0.906	20.14	0.783
3.18	0.125	2.77	0.109	8.18	0.322	7.17	0.282	23.80	0.937	20.83	0.820
3.20	0.126	2.79	0.110	8.38	0.330	7.34	0.289	24.50	0.968	21.51	0.847
3.38	0.133	2.95	0.116	8.56	0.337	7.49	0.295	25.40	1.000	22.22	0.875
3.56	0.140	3.10	0.122	8.71	0.343	7.62	0.300	26.19	1.031	22.91	0.902
3.68	0.145	3.23	0.127	8.74	0.344	7.65	0.301	26.97	1.062	23.60	0.929
3.73	0.147	3.28	0.129	9.09	0.358	7.95	0.313	27.76	1.083	24.28	0.956
3.91	0.154	3.43	0.135	9.27	0.365	8.10	0.319	28.57	1.125	24.99	0.984
3.96	0.156	3.45	0.136	9.52	0.375	8.33	0.328	29.36	1.156	25.70	1.102
4.55	0.179	3.99	0.157	9.70	0.382	8.48	0.334	30.94	1.218	27.08	1.066
4.75	0.187	4.17	0.164	10.16	0.400	8.89	0.350	31.75	1.250	27.77	1.094
4.78	0.188	4.17	0.164	10.31	0.406	9.02	0.355	32.54	1.281	28.47	1.121
4.85	0.191	4.24	0.167	10.37	0.432	9.60	0.378	33.32	1.312	29.16	1.148
5.06	0.200	4.44	0.175	11.07	0.436	9.70	0.382	34.11	1.343	29.84	1.175
5.16	0.203	4.52	0.178	11.10	0.437	9.70	0.382	34.92	1.375	30.56	1.203
5.49	0.216	4.80	0.189	11.13	0.438	9.73	0.383	35.71	1.406	31.24	1.230
5.54	0.218	4.85	0.191	12.70	0.500	11.13	0.438	36.52	1.436	31.95	1.258
5.56	0.219	4.88	0.192	13.49	0.531	11.81	0.465	36.10	1.500	33.32	1.312
5.74	0.226	5.03	0.196	14.02	0.552	12.27	0.483	38.89	1.531	34.04	1.340
6.03	0.237	5.23	0.207	14.27	0.562	12.50	0.492	39.67	1.562	34.72	1.367
6.35	0.250	5.56	0.219	15.06	0.593	13.18	0.519	40.46	1.593	35.40	1.394
6.55	0.258	5.74	0.226	15.24	0.600	13.34	0.525	44.45	1.750	38.89	1.531
7.01	0.276	6.15	0.242	15.88	0.625	13.89	0.547	45.24	1.781	39.57	1.558
7.04	0.277	6.15	0.242	16.62	0.656	14.55	0.573	46.02	1.812	49.28	1.586
7.09	0.279	6.20	0.244	17.12	0.674	14.99	0.590	49.99	1.968	43.74	1.772
7.11	0.280	6.22	0.245	17.45	0.687	15.27	0.601	52.38	2.062	45.82	1.804
7.14	0.281	6.25	0.246	18.26	0.719	15.98	0.629	59.51	2.343	52.07	2.050

Tabla 1.- Espesores de pared mínimos en inspección para espesores de pared nominal
(Termina Tabla 1)

NOTA :

a) La siguiente ecuación, en la que esta basada esta tabla, se puede aplicar para calcular el espesor mínimo de pared (promedio) de espesor de pared nominal:

$$t_n \times 0.875 = t_m$$

Dónde:

t_n es espesor de pared nominal en mm y

t_m es espesores de pared mínimos.

Para Sistema internacional de Unidades se redondea a un decimal y para unidades en el Sistema Ingles se redondea a tres decimales conforme a la norma extranjera que se menciona en el inciso A.7 del Apéndice A.

b) Esta tabla es una tabla maestra de espesores de pared disponibles para la compra de diferentes clasificaciones de tubo, pero no implica que todos los espesores de pared comprendidos en esta tabla se puedan obtener bajo esta Norma Mexicana para la especificación que aplique del producto.

4.7 Pared Minima

Si en la orden compra, el espesor de pared se especifica como pared mínima, este no debe tener tolerancia por debajo del espesor minimo especificado.

4.8 Tolerancias en longitud

4.8.1 Para tubos soldados (sin metal de aporte), con longitudes iguales o menores a 7.3 m (24 pies), ninguna longitud debe ser menor de lo especificado o mayor de 6 mm (¼ pulgada). Para longitudes mayores de 7.3 m (24 pies), las tolerancias deben ser previamente acordadas entre el fabricante y el comprador.

4.8.2 Para tubos con longitudes variables, las longitudes y tolerancias deben ser previamente acordadas entre el fabricante y el comprador.

4.8.3 No se permiten soldaduras circunferenciales a menos que sean acordadas entre el fabricante y el comprador.

4.9 Reparación por soldadura.

4.9.1 La reparación por soldadura puede permitirse si así lo especifica la norma particular del producto y los defectos si se acuerda previamente entre fabricante y comparador, siempre y cuando el metal de aporte sea el indicado para el metal base y exista un estudio metalográfico que sustente la funcionalidad de la reparación.

4.9.2 Los defectos deben eliminarse mecánicamente antes de soldar y cada tramo reparado debe retratarse térmicamente o aplicarse un relevado de esfuerzos como se especifica en la norma particular de producto. Cada longitud de tubo reparado debe someterse a pruebas no destructivas como se especifica en la norma particular de producto.

4.9.3 La reparación con soldadura debe realizarse con procedimientos, soldadores u operadores calificados conforme al código que se especifica en el inciso A.8 del Apéndice A.

4.9.4 No se permite la reparación con soldadura por el fabricante.

4.10 Acabados

4.10.1 Extremos

A menos que se especifique otra cosa, el tubo debe entregarse con los extremos planos y libres de rebabas.

4.10.2 Rectitud

4.10.2.1 Para tubos soldados la desviación máxima debe ser de 3.2 mm (1/8 pulgadas), a partir de colocar una regla de 3.0 m (10 pies) de modo que los extremos de esta estén en contacto con el tubo. Para tubos soldados con longitudes menores de 3.0 m (10 pies) la desviación máxima debe calcularse con el método arriba mencionado.

4.10.2.2 El tubo debe ser recto, dentro de las tolerancias indicadas en Tabla 2.

Tabla 2.-Tolerancias de Rectitud

Especificación Diámetro Exterior, mm (pulgadas)	Espesor de pared especificado mm (pulgadas)	Curvatura máxima en mm por cada 9 metros de longitud [en 3 pies (pulgadas)]	Curvatura máxima en la longitud total (pulgadas)
127 (hasta 5.0)	Mayor de 3% Diámetro exterior hasta 12(Diámetro exterior hasta 0.5)	mm(0.030)	0.010 x longitud pies
Mayor de 127 hasta 203.2 (Mayor de 5.0 hasta 8.0)	Mayor de 4% Diámetro exterior hasta 19.05(diámetro exterior hasta 0.75)	0.045	0.015 x longitud, pies
Mayor de 203.2 hasta 323.85 (Mayor de 8.0 hasta 12.75)	Mayor de 4% Diámetro exterior 25.4(diámetro exterior hasta 1.0)	0.060	0.020 x longitud, pies

4.10.3 El tubo debe estar libre de soldaduras de reparación, uniones soldadas, traslapes, laminaciones, grietas visibles, desgarres, ranuras, hendiduras, porosidades y otras imperfecciones perjudiciales para tubos, determinados por inspección visual, ultrasonido u otros ensayos alternos o como se especifique.

4.10.4 Los tubos deben ser uniformes en cuanto a su calidad y acabado.Las imperfecciones de la superficie tales como marcas por manipulación, marcas de enderezado, marcas de rodillos, picaduras, marcas de granallado o escamas no se consideran como defectos si las imperfecciones se encuentran dentro de las tolerancias del espesor de pared o no exceda 0.1 mm (0.005 pulgadas).El fondo de las imperfecciones debe ser visible y su perfil debe ser redondeado.

5 MUESTREO

5.1 Muestreo para análisis químico

Será seleccionada una muestra para análisis químico de cada dos tubos elegidos de cada lote. Un lote tiene que ser vaciado de una colada.

5.2 Muestreo para la prueba de tensión y de flexión.

Debe tomarse una muestra de cada lote; un lote debe consistir en todos los tubos del mismo diámetro exterior y espesor de pared fabricado durante una jornada de 8 horas continuas y de la misma colada de acero, y tratado térmicamente bajo las mismas condiciones de temperatura y tiempo en una sola carga en un horno de tipo "batch" (discontinuo), o tratado térmicamente bajo la misma condición en un horno continuo y presentado para su inspección al mismo tiempo.

5.3 Muestreo para ensayo de aplastamiento y abocinado e inspección visual y dimensional.

Muestreo mínimo para, aplastamiento y abocinado e inspección visual y dimensional será como sigue:

Tamaño de lote: piezas por lote	Tamaño de muestra
2 a 8	Todo el lote
9 a 90	18
91 a 150	12
151 a 280	19
281 a 500	21
501 a 1,200	27
1,201 a 3,200	35
3,201 a 10,000	38
10,001 a 35,000	46

5.3.1 En todos los casos el número de aceptación es el cero y el de rechazo es el número 1. Lotes rechazados pueden ser examinados y reenviados para inspección visual y dimensional. Todas las piezas defectuosas deben ser reemplazadas por piezas conformes antes de la aceptación final del lote.

5.4 Probetas

5.4.1 Las probetas deben tomarse de los extremos del tubo terminado antes de cualquier operación de conformado o antes de cortar a la longitud final.

5.4.2 Las probetas para la prueba de tensión pueden obtenerse de manera longitudinal.

5.4.3 Si cualquier probeta muestra defectos de maquinado, la probeta debe descartarse y sustituirse por otra.

6 METODOS DE PRUEBA

6.1 Composición Química

6.1.1 Para determinar la composición química puede emplearse cualquier método analítico. En caso de discrepancias debe hacerse conforme a lo especificado en la NMX-B-001-CANACERO-2009, ver 2. Referencias, y el análisis debe realizarse en un laboratorio acreditado en la NMX-EC-17025-IMNC-2006 ver 2, Referencias o con una norma equivalente.

6.2 Propiedades Mecánicas

6.2.1 Métodos de pruebas mecánicas.

Las muestras y pruebas mecánicas requeridas deben llevarse a cabo de acuerdo como se especifica en la norma NMX-B-172-CANACERO-2013, ver 2 Referencias o lo especificado en la norma extranjera que se indica en el inciso A.9 del Apéndice A.

6.2.1.1 Las muestras se deben probar a temperatura ambiente.

6.2.1.2 Pueden utilizarse muestras pequeñas o fuera de lo establecido, solamente cuando el material sea insuficiente para preparar muestras estándar, de acuerdo a lo establecido en la norma NMX-B-172-CANACERO-2013, ver 2 Referencias.

6.3 Prueba de aplastamiento

La prueba de aplastamiento debe hacerse en una probeta de un extremo o ambos extremos de cada tubo. Pueden usarse los extremos remanentes que se han cortado para ajuste de longitud. Si se especifica este requisito complementario, también debe de indicarse el número de pruebas por tubo. Si una probeta de cualquier tramo no cumple, antes de completar satisfactoriamente la primera etapa de prueba de aplastamiento requerida, debe recharse al tubo.

6.3.1 Tubos con costura

Una sección de tubo soldado no menos de 100 mm (4 pulgadas) de longitud es aplastada en frío entre placas paralelas en dos pasos. La soldadura se colocará a 90 ° respecto a la dirección de la fuerza aplicada (en el punto de máxima flexión). Durante el primer paso, que es una prueba para la ductilidad, no deben presentarse grietas o roturas en las superficies interiores o exteriores con excepción de lo previsto en el 7.2.4, se producen hasta que la distancia entre las paredes es menor que el valor de H calculado por la ecuación 1. Durante el segundo paso, que es una prueba para la solidez, el aplastamiento es continuo hasta que la muestra de ensayo se rompe o las paredes opuestas del tubo se unan.

$$H = \frac{(1 + e)t}{(e + \frac{t}{D})} \dots \dots \dots \text{ecuación 1}$$

Dónde:

H es la distancia entre placas de aplastamiento, en mm

t es el espesor de pared especificado, en mm

D es el diámetro exterior especificado, diámetro exterior correspondiente al tamaño del tubo especificado en las normas extranjeras que se indican en el apéndice A.10 y A.11 o en el diámetro exterior calculado mediante la adición de 2t (como se define anteriormente) para el diámetro interior especificado (mm).

e es la deformación por unidad de longitud (constante para un grado dado de acero, 0.07 para el acero medio carbono (máximo especificado de carbono 0.19% o mayor), 0.08 para aleación de acero ferrítico, 0.09 para el acero austenítico, y 0.09 para acero bajo carbono (carbono máximo especificado 0.18% o menos).

6.4 Prueba hidrostática

6.4.1 Con excepción de lo permitido en 6.4.3 y 6.4.4, cada tubo debe someterse a prueba hidrostática a una presión que producirá una tensión en la pared del tubo, y esta no debe ser inferior al 60% del límite elástico mínimo especificado para aceros ferríticos aleados y tubos de acero inoxidable o 50% del límite elástico mínimo especificado para aleaciones austeníticas para tubos de aceros inoxidables incluyendo tubos de acero inoxidable dúplex.

La presión de prueba se determina mediante la ecuación 2:

$$P = \frac{2\sigma}{D} \quad \text{o} \quad \sigma = \frac{PD}{2t} \quad \dots \dots \dots \text{ecuación 2}$$

Dónde:

P es la presión hidrostática en MPa

σ es el esfuerzo (stress) de la pared del tubo en MPa

t es el espesor de pared especificado, espesor de pared conforme al número de cedula especificado en las normas extranjeras que se indican en el apéndice A.10 y A.11, o 1.143 veces el espesor de pared mínimo especificado en mm.

D es el diámetro exterior especificado, diámetro exterior correspondiente al tamaño del tubo especificado en las normas extranjeras que se indican en el apéndice A.10 y A.11 o el diámetro exterior calculado sumando 2t al diámetro interior en mm

6.4.2 Los resultados de la prueba hidrostática de presión determinados por la ecuación 2 pueden redondearse al valor más cercano a 0.5 MPa (50 Psi) para presiones inferiores de 7MPa (1000 Psi), y al valor más cercano a 1MPa (100 Psi) para presiones de 7 MPa (1000 Psi) y mayores. La prueba hidrostática puede llevarse a cabo antes del último corte y de cualquier otro proceso de formado.

6.4.3 Sin importar el resultado determinado por la ecuación 2, la presión hidrostática mínima para satisfacer este requerimiento no debe de exceder de 17.0 MPa (2500 Psi) para diámetro exterior de 88.9 mm (3.5 pulgadas) o menos de 19.0 MPa (2800 Psi) para diámetros mayores de 88.9 mm. (3.5 pulgadas). Esto no prohíbe al fabricante probar a presiones mayores.

6.4.4 Mediante acuerdo con el fabricante se pueden efectuar pruebas hidrostáticas con presiones mayores, a las estipuladas por esta Norma y esto se puede establecer en la orden de compra.

6.4.5 La presión de prueba debe mantenerse al menos por 5 segundos. Para tubo soldado el tiempo de prueba debe mantenerse para poder inspeccionar toda la longitud del mismo.

6.4.6 La prueba hidrostática debe desarrollarse de tal forma que se pueda inspeccionar toda la longitud del tubo, en caso de no poderse hacer así, el fabricante debe informar al comprador al respecto.

6.5 Prueba eléctrica no destructiva

6.5.1 Cada tubo debe ser probado conforme a lo especificado en las Normas Mexicanas NMX-B-011-1987, NMX-B-014-1987, NMX-B-065-1990, ver 2, Referencias, y en la norma extranjera que se indican en el inciso A.9 del apéndice A. A menos que el comprador determine cuál prueba eléctrica debe ser llevada a cabo, el fabricante puede determinar que prueba realizar. Si se acuerda, puede llevarse a cabo adicionalmente con lo especificado en la norma extranjera indicada en el inciso A.13 del Apéndice A. La cantidad de tubos que pueden ser examinados por cada método se determina por las limitaciones de cada práctica.

6.6 Ultrasonido

6.6.1 Los transductores o sensores, deben ser capaces de analizar la superficie total del tubo, excepto por lo indicado en el inciso 6.6.2.

6.6.2 Se conoce la existencia de efectos en los extremos del tubo, dichos efectos se debe determinar por el fabricante, y si se solicita debe ser informado al comprador. Otras pruebas no destructivas pueden llevarse a cabo en los extremos del tubo, por previo acuerdo entre fabricante y comprador.

6.6.3 Para pruebas mediante ultrasonido la frecuencia nominal del transductor debe ser 2.00 MHz ó mayor y el tamaño nominal del transductor debe ser 38 mm (1.5 pulgadas) o menor.

6.3.4 Si el equipo tiene una alarma de rechazo de ajuste, éste debe permanecer apagado durante la calibración y prueba a menos que se demuestre su buena respuesta durante el ajuste.

6.7 Corrientes de Eddy

6.7.1 Condiciones de prueba

6.7.1.1 Para la prueba de corrientes de Eddy, la frecuencia de excitación de la bobina debe ser seleccionada para asegurar penetración adecuada y suministrar una buena relación señal/ruido.

6.7.1.2 La frecuencia de la bobina de corrientes de Eddy utilizada no debe exceder lo siguiente:

En espesor de pared hasta 1.3 mm (0.050 pulgadas) - 100 kHz

En espesor de pared hasta 3.8 mm (0.150 pulgadas) - 50 kHz

En espesor de pared mayor o igual a 3.8 mm (0.150 pulgadas) – 10kHz

6.8 Patrón de referencia

6.8.1 Los patrones de referencia deben tener una longitud conveniente y deben prepararse del mismo grado de acero, diámetro exterior, cédula o espesor de pared, acabado superficial y condiciones de tratamiento térmico al que se probará.

6.8.2 Para la prueba de ultrasonido las ranuras de referencia de diámetro interior y diámetro exterior (DI y DE) deben ser de cualquiera de las tres formas comunes de ranuras mostradas en la Norma Mexicana NMX-B-011-1987, ver 2, Referencias, a opción del fabricante. La profundidad de cada ranura no debe exceder 12.5% del espesor de pared especificado del tubo o 0.1 mm (0.004 pulgadas) o lo que sea mayor. El ancho de la ranura no deben exceder dos veces su profundidad, las ranuras deben ser ubicadas tanto en la superficie de ambos diámetros (DI y DE).

6.8.3 Para la prueba de Corrientes de Eddy, el patrón de referencia debe contener a opción del fabricante cualquiera de las siguientes discontinuidades:

6.8.3.1 Barrenos

El patrón de referencia debe contener tres o más barrenos, igualmente espaciados circunferencialmente alrededor del tubo y separados longitudinalmente por suficiente distancia para permitir identificar la señal de cada barreno. Los barrenos deben ser realizados radialmente y completamente a través de la pared del tubo, con cuidado para evitar distorsión del tubo mientras se perfora. Un barreno debe realizarse en la soldadura si ésta es visible. Alternativamente al fabricante del tubo soldado se le permite taladrar un barreno en la soldadura y correr tres veces la calibración estándar a través de la bobina de prueba, con la soldadura girada 120 grados cada pasó. El diámetro del barreno no debe exceder lo siguiente:

Designación NPS	Diámetro del barreno mm(pulgadas)
1/2	1.0 mm (0.039 pulgadas)
> 1/2 a 1 1/4	1.4 mm (0.055 pulgadas)
>1 1/4 a 2	1.8 mm (0.071 pulgadas)
> 2 a 5	2.2 mm (0.087 pulgadas)
>5	2.7 mm (0.106 pulgadas)

6.8.3.2 Ranura Transversal Tangencial

Usando una herramienta redonda o una lima de 6.4 mm (1/4 pulgada) de diámetro, una muesca debe ser fresada tangencialmente a la superficie y transversal al eje longitudinal del tubo. La ranura debe tener una profundidad que no exceda 12.5% del espesor de pared especificado del tubo o 0.10 mm (0.004 pulgada) lo que sea mayor.

6.8.3.3 Ranura Longitudinal

6.8.3.3.1 Una ranura de 0.8 mm (0.031 pulgada) o menor debe ser maquinada en un plano radial paralelo al eje de la superficie exterior del tubo, para tener una profundidad que no exceda al 12.5% del espesor de pared especificado del tubo o 0.10 mm (0.004 pulgadas) lo que sea mayor.

6.8.3.4 Otras discontinuidades de referencia pueden ser utilizadas por acuerdo entre el fabricante y el comprador.

6.9 Procedimiento

6.9.1 Los equipos de prueba deben estar ajustados al inicio y final de cada serie de tubos del mismo diámetro, espesor, grado de acero y tratamiento térmico en intervalos que no excedan 4 horas. Puede llevarse a cabo ajustes más frecuentes si se acuerda entre el fabricante y el comprador.

6.9.2 Los equipos de prueba también deben ser ajustados después de cualquier cambio en los parámetros del sistema de prueba, cambio de operador, reparación del equipo, pérdida de potencia, fallas de energía eléctrica o cualquier interrupción.

6.9.3 Los patrones de referencia deben pasarse a través del aparato de prueba en las mismas condiciones en que se prueba el tubo.

6.9.4 La relación señal-ruido para el patrón de referencia debe ser de 2 ½ a 1 o mayor. Señales extrañas causadas por causas identificables tales como abolladuras, arañazos, marcas, etc., no deben considerarse como ruido. La amplitud del rechazo debe ajustarse para que sea al menos el 50% de la escala total.

6.9.5 Si en cualquier ajuste, la amplitud de rechazo disminuye al menos un 29% (3dB) de la altura del pico del último ajuste, los tubos deben rechazarse o repetirse la prueba debiendo ajustar previamente todos los parámetros y equipos.

6.9.6 Evaluación de imperfecciones

6.9.6.1 Los tubos que originen una señal igual o mayor que la señal más baja producida por las discontinuidades de referencia deben identificarse y separarse de los tubos aceptados, para ser reexaminados posteriormente.

6.9.6.2 Los tubos antes mencionados pueden ser rechazados si las señales de prueba fueron originadas por imperfecciones que no pueden identificarse o fueron producidas por grietas o imperfecciones similares.

Estos tubos deben ser reparados en caso que la especificación lo permita. Para que estos tubos puedan ser aceptados deben pasar nuevamente por la prueba donde fueron rechazados y deben cumplir con el espesor de pared mínimo para dicho tubo.

6.9.6.3 Si las señales de prueba fueron originadas por imperfecciones visuales tales como rasguños, rugosidad de la superficie, golpes, marcas lineales, marcas de paros, virutas, sellos del troquel de acero, etc. El tubo puede aceptarse con base a examen visual, siempre que la profundidad de la imperfección sea menor de 0.1 mm (0.004 pulgadas) o 12.5% del espesor de pared especificado, lo que sea mayor.

6.9.6.4 Los tubos rechazados pueden ser reparados, reacondicionados y someterse nuevamente a pruebas, siempre que el espesor de pared no disminuya más de lo que indica la especificación. El diámetro exterior en el punto de esmerilado puede ser reducido por la cantidad que deba ser eliminada. Para que éste sea aceptado debe pasar la prueba nuevamente.

6.9.6.5 Si la imperfección es identificada y se concluye que no debe rechazarse el tubo, este se aceptara sin más pruebas dado que cumple con el espesor de pared mínimo.

6.10 Repetición de pruebas

6.10.1 Si los resultados de las pruebas de calificación de cualquier lote no cumplen con los requisitos especificados en la norma particular de producto, se permite repetir las pruebas en otro tubo del mismo lote tomando el doble de probetas, cada una de las cuales debe cumplir con los requisitos especificados. Solo se permite una repetición de pruebas en el mismo lote. El no cumplimiento de lo especificado en la repetición de pruebas es causa de rechazo del lote.

6.10.2 Cualquier tubo que cumple los requisitos de prueba es aceptable. Se permite la repetición de pruebas de tubos individuales que no cumplen los requisitos de prueba. Siempre y cuando la razón del no cumplimiento esté identificada y la parte que no cumple sea desechada.

7 CRITERIO DE ACEPTACIÓN.

7.1 Rechazo

7.1.1 Sí un tubo falla en cualquiera de las operaciones de formado o en el proceso de instalación y se encuentra defectuoso debe ser rechazado y el fabricante debe ser notificado para la evaluación mutua del tubo, en caso de controversia los análisis deben realizarse por un laboratorio certificado. La disposición de dicho tubo debe ser objeto de acuerdo entre proveedor y comprador.

7.2 Tubos sin costura, centrifugados y soldados

7.2.1 Evidencia de defectos provenientes de la fundición como laminaciones, incrustaciones u otros que se revelen durante la prueba de aplastamiento serán motivo de rechazo.

7.2.2 Los defectos que no son evidentes en la muestra de ensayo antes de la prueba de aplastamiento, pero revelados durante la primera etapa, serán calificados de acuerdo con los requisitos de acabado.

7.2.3 Roturas superficiales cuasadas por defectos superficiales no será motivo de rechazo.

7.2.4 Cuando sean probados productos con baja relación D-t, debido a que la deformación impuesta a la geometría es excesivamente alta en las superficies interiores localizadas a las 6 y 12 horas, roturas en estos lugares no serán causa de rechazo si la relación de D-t es menor que 10.

8 MARCADO, EMPAQUE Y EMBALAJE

8.1 Marcado

8.1.1 Cada tramo de tubo debe estar claramente marcado con el nombre o la marca del fabricante, el número de especificación y el grado (el año de emisión no es necesario). El marcado puede ser de aproximadamente 300 mm (12 pulgadas) desde el extremo de cada tubo. Para tubos de menos de NPS 2 un tubo de menos de 1 m (3 pies) de longitud, la información requerida puede ser marcada en una etiqueta firmemente adherida al paquete o atado.

8.1.2 Para tubos de acero inoxidable, la pintura o tinta de marcado no debe contener metales nocivos, o sales de metales, tales como zinc, plomo o cobre, que puedan causar ataque corrosivo.

8.1.3 Tubos que han sido soldados y reparados en conformidad con el inciso 4.9 deben ser marcarse con las letras WR.

8.1.4 Cuando se requiere de ciertos requisitos de una especificación por ejemplo ASME Boiler and Pressure Vessel Committee, se debe especificar desde la orden de compra o contrato entre el fabricante y el comprador.

8.2 Empaque y embalaje

8.2.1 Si se especifica en la orden de compra el empaque y embalaje debe ser conforme a lo especificado en la norma extranjera de que se indica en el inciso A.14 Apéndice A.

9 INSPECCIÓN

El inspector que representa al comprador debe tener acceso en todo momento al contrato que se está realizando y a todas las partes de las instalaciones del fabricante que conciernen a la fabricación del producto solicitado. El fabricante debe proporcionar al inspector todas las facilidades necesarias para estar convencido de que el producto se fabrica en conformidad con la especificación. Todas las pruebas y la inspección necesaria deberán hacerse en el lugar de fabricación previamente al envío, a menos que se especifique lo contrario y se llevarán a cabo a fin de no interferir innecesariamente con las operaciones del fabricante.

10 DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD

El fabricante debe proporcionar al comprador un documento (Declaración de conformidad del proveedor), donde se indique que el material fue fabricado y probado conforme a esta Norma Mexicana, junto con un informe de los resultados de prueba.

11 DATOS PARA EL PEDIDO

En la orden de compra deben incluirse como mínimo los siguientes datos:

- a) Nombre del material (tubos de acero inoxidable austenítico).
- b) Tipo o grado de acero inoxidable
- c) Clave de esta Norma (NMX-B-517-CANACERO-2017)
- d) Cantidad (metros o número de piezas)
- e) Donde aplique, método de elaboración (con o sin costura)
- f) Si se requiere, tipo de fusión específico
- g) Dimensiones (NPS, diámetro exterior y cédula, espesor de pared promedio (nominal)), ver 4.6 o espesor de pared mínimo y 4.7.
- h) Longitud (definida o deseada)
- i) Acabado superficial
- j) Requisitos complementarios.
- k) Informe de prueba, si se requiere.
- l) Requisitos especiales o complementarios o ambos.

12 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta Norma no es equivalente (NEQ) con ninguna Norma Internacional, por no existir esta última al momento de su elaboración.

APÉNDICE A
(INFORMATIVO)

En tanto no se elaboren las Normas Mexicanas correspondientes, deben consultarse las siguientes normas extranjeras:

A.1.ASTM A751-11	Standard Test Methods, Practices and Terminology for Chemical Analysis of Steel Products.
A.2 ASTM E426-16	Standar Practice for Electromagnetic (Eddy Current) Examination of Seamless and Welded Tubular
A.3 ASTM E1417/E1417M-16	Standard Practice for liquid Penetrant Testing
A.4 ASTM E709-15	Standar Guide for Magnetic Particle Testing
A.5 ASTM E144/E144M-16ei	Standar Praticice for Magnetic Particle Testing
A.6 ASNT-TC-1A	Recommended Practice for Personnel Qualification and certification in Nondestructive Testing.
A.7 ASTM E29-13	Practice for Using Significant Digits in Test Data to Determine Conformance with Specifications.
A.8 ASME	Boiler and Pressure Vessel Code, Section IX
A.9 ASTM A370-16	Standard Test Methods and Definition for Mechanical Testing of Steel Products.
A.10 ANSI B 36.10	Welded and Seamless Wrought Steel Pipe
A.11 ANSI B 36.19	Stainless Steel Pipe
A.12 ASTM E570-15e1	Standar Practice for Flux Leakage Examination of Ferromagnetic Steel Tubular Products
A.13 ASTM E273-15	Standar Practice for Ultrasonic Testig of Weld Zone of Weld Pipe and Tubig
A.14 ASTM A700-14	Practices for Packing, Marking, and Loading Methods for Steel Products for Shipment.
A.15 ASTM A778/A778M16	Standard Specification for Welded, Unannealed Austenitic Stainless Steel Tubular Products.
A.16 ASTM A790/A70M-14	Standar Specificacion for Seamless and Welded Ferretic/ Austenitic Stainles Steel Pipe.

APÉNDICE B
(NORMATIVO)

Requisitos para la introducción de nuevos materiales

B.1 Los nuevos materiales pueden ser propuestos para su inclusión en las especificaciones que hacen referencia a esta especificación de las necesidades generales con sujeción a las siguientes condiciones:

B.1.1 Se pondrá a solicitud de la adición de un nuevo grado a una especificación para el presidente de la subcomisión que tiene jurisdicción sobre esa especificación.

B.1.2 La solicitud deberá ir acompañada de una declaración de por lo menos un usuario que indica que hay una necesidad de que el nuevo grado que se incluirán en la especificación aplicable.

B.1.3 La solicitud deberá ir acompañada de los datos de prueba como lo requiere la especificación aplicable. Los datos de prueba a partir de un mínimo de tres lotes de prueba, según lo definido por la especificación, cada una de un calor diferente, serán suministrados.

B.1.4 La solicitud deberá proporcionar recomendaciones para todos los requisitos que aparecen en la especificación aplicable.

B.1.5 la solicitud se indicará si el nuevo grado es cubierto por la patente.

APÉNDICE C
(INFORMATIVO)

C.1 La siguiente información es para beneficio del usuario de esta de Norma

C.1.2 Las discontinuidades definidas en 6.8.2 a 6.8.3.4 son convenientes para uniformar los equipos de pruebas no destructivas. Las dimensiones de las discontinuidades no deben ser interpretadas como el tamaño mínimo que pueda detectar este equipo.

C.1.3 La prueba de ultrasonido puede ser llevada a cabo para detectar defectos tanto longitudinales como en la circunferencia. Existen diferentes métodos para detectar imperfecciones. La prueba pudiera no detectar imperfecciones cortas y profundas.

C.1.4 La prueba de corrientes de Eddy, mencionadas en las Normas Mexicanas NMX-B-014-1987 y NMX-B-065-1990, ver 2, Referencias, pueden detectar discontinuidades. La confiabilidad de esta prueba disminuye para espesores de pared mayores a 6.4 mm (90.250 pulgadas).

C.1.5 La prueba de hermetisidad es capaz de detectar la presencia y localización de imperfecciones significativas longitudinales o transversales, sin embargo la sensibilidad de la prueba para varios tipos de imperfecciones puede ser afectada por la calibración; diferentes técnicas deben emplearse para detectarlas.

C.1.6 El comprador interesado en conocer la naturaleza, tipo, tamaño y localización de las imperfecciones que pueden ser detectadas por este método, puede discutirlos con el fabricante, para llegar a un acuerdo al respecto.

13 BIBLIOGRAFÍA

NOM-008-SCFI-2002 Sistema general de unidades de medida, publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 27 de noviembre 2002.

A999/A999M-14 Standard Specification for General Requirements for Alloy and Stainless Steel Pipe.

14 ARTÍCULO TRANSITORIO

Primero: Esta Norma Mexicana entrará en vigor 60 días posteriores de la publicación de la declaratoria de vigencia en el Diario Oficial de la Federación



CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DEL HIERRO Y DEL ACERO
ORGANISMO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN

Amores 338, Col. Del Valle,
Del. Benito Juárez, C.P. 03100 México D.F.
Tel: (55) 54 48 81 60

canacero.org.mx
onn@canacero.org.mx