

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
2170:1997**

**TUBOS DE ACERO AL CARBONO
SOLDADOS POR RESISTENCIA
ELÉCTRICA PARA USO EN
INTERCAMBIADORES DE
CALOR Y CONDENSADORES**

(2^{da.} Revisión)



PROLOGO

La Comisión Venezolana de Normas Industriales (**COVENIN**), creada en 1958, es el organismo encargado de programar y coordinar las actividades de Normalización y Calidad en el país. Para llevar a cabo el trabajo de elaboración de normas, la **COVENIN** constituye Comités y Comisiones Técnicas de Normalización, donde participan organizaciones gubernamentales y no gubernamentales relacionadas con un área específica.

La presente norma sustituye totalmente a la Norma Venezolana **COVENIN 2170-89**, fue elaborada bajo los lineamientos del Comité Técnico de Normalización **CT7 Materiales Ferrosos** por el Subcomité Técnico **SC4 Tubos y accesorios para tuberías**, a través del convenio de cooperación suscrito entre el **Instituto Venezolano de Siderurgia (IVES)** y **FONDONORMA**, siendo aprobada por la **COVENIN** en su reunión N° 149 de fecha **1997/11/12**.

En la elaboración de esta Norma participaron las siguientes entidades:
C.A. CONDUVEN; COFRETH DE VENEZUELA; HELVESA; INTEVEP.

NORMA VENEZOLANA
TUBOS DE ACERO AL CARBONO SOLDADOS
POR RESISTENCIA ELÉCTRICA PARA USO
EN INTERCAMBIADORES DE CALOR
Y CONDENSADORES

COVENIN
2170:1997
(2^{da} Revisión)

1 OBJETO

1.1 Esta Norma Venezolana contempla los requisitos mínimos que deben cumplir los tubos de acero al carbono soldados por resistencia eléctrica para intercambiadores de calor, condensadores y aparatos similares para transferencia de calor.

1.2 Esta norma contempla tubos de diámetro exterior hasta 76,20 mm (3 pulg).

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Venezolana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión se recomienda, a aquéllos que realicen acuerdos con base en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las normas citadas seguidamente:

COVENIN 583:1982 Ensayo de pestañado para tubos de acero de sección circular

COVENIN 585:1997 Tubos de acero de sección circular. Ensayo de abocardado

COVENIN 646:1982 Materiales ferrosos. Ensayo de dureza Rockwell (Escala A, B y C) y Rockwell Superficial (Escala N y L)

COVENIN 817:1980 Método gasométrico para la determinación cuantitativa del carbono en aceros al carbono

COVENIN 838:1980 Método gravimétrico para la determinación del azufre en aceros al carbono.

COVENIN 846:1975 Materiales ferrosos. Método fotométrico para la determinación cuantitativa del manganeso

COVENIN 969:1997 Tubos de acero. Ensayo de presión hidrostática interna.

COVENIN 1227:1978 Aceros al carbono. Método alcalimétrico para la determinación cuantitativa del fósforo.

COVENIN 1366:1997 Ensayo de aplastamiento para tubos de acero de sección circular.

COVENIN 2533:1988 Corrientes inducidas. Determinación de discontinuidad en tubos ferromagnéticos. Método electromagnético.

COVENIN 2629:1989 Ensayos no destructivos. Tubos de acero al carbono. Determinación de discontinuidades longitudinales. Método de ultrasonido.

3 MATERIAL Y FABRICACIÓN

3.1 Materia prima

El acero a ser usado en la elaboración de los tubos contemplados en esta norma, debe ser fabricado mediante el proceso de horno eléctrico, horno de solera abierta, convertidor básico de oxígeno u otro proceso aprobado por el comprador.

3.2 Fabricación

Los tubos contemplados en esta norma, deben ser soldados por el proceso de resistencia eléctrica.

3.3 Tratamiento térmico

Los tubos contemplados en esta norma, después de la operación de soldeo deben ser sometidos a un tratamiento térmico, a una temperatura de 900°C (1650°F) o mayor, seguido de un enfriamiento al aire o en una cámara de enfriamiento en un horno con atmósfera controlada.

Los tubos provenientes de estirado en frío, deben ser tratados térmicamente después del último pase de estirado a una temperatura $\geq 650^{\circ}\text{C}$ (1200°F).

4 REQUISITOS

4.1 Composición química

4.1.1 El acero utilizado en la fabricación de los tubos contemplados en esta norma, debe tener la composición química especificada en la Tabla 1.

4.1.2 Análisis de colada

Un análisis de colada debe ser realizado por el fabricante para determinar el porcentaje de los elementos especificados. El análisis se hará de una probeta preferiblemente tomada durante el vaciado de la colada y

la composición química así determinada se debe reportar al comprador.

4.1.3 Análisis químico de comprobación

4.1.3.1 El análisis de comprobación podrá ser hecho por el comprador.

4.1.3.2 La composición química del producto debe estar dentro de los límites especificados para cada elemento en la Tabla 1.

4.1.4 El análisis se debe realizar según se indica en las Normas Venezolanas COVENIN 817, COVENIN 846, COVENIN 1227, COVENIN 838 o cualquier otro método aprobado de mutuo acuerdo entre fabricante y comprador para la determinación de los elementos C, Mn, P y S.

4.2 Ensayo de dureza

Los tubos ensayados según lo indicado en la Norma Venezolana COVENIN 646, deben tener un valor máximo de dureza de 72 Rockwell B.

4.3 Prueba de aplastamiento

Los tubos ensayados según lo indicado en el punto 6.1, no deben presentar grietas o resquebrajamiento durante la primera etapa del ensayo (Véase 6.1.2.1), y no deben presentar evidencias de material laminado, defectuoso o soldadura incompleta durante la segunda etapa del ensayo (Véase 6.1.2.2).

4.4 Prueba de abocardado

Los tubos ensayados según lo indicado en la Norma Venezolana COVENIN 585, no deben agrietarse o presentar fisuras en la soldadura usando un cono de 60 grados, hasta que el diámetro interior se expanda en un 21%.

4.5 Ensayo de pestañado

Los tubos ensayados según lo indicado en el punto 6.2, no deben presentar grietas o cualquier otra imperfección durante el ensayo.

4.6 Aplastamiento reverso

Los tubos de diámetro externo mayor o igual a 12,7 mm (1/2 pulg) ensayados según lo indicado en el punto 6.3, no deben presentar evidencias de grietas, falta de penetración o cualquier otra imperfección a lo largo de una sección de 100 mm.

4.7 Presión hidrostática o ensayo no destructivo

Los tubos deben ser sometidos a una prueba de presión

hidrostática o a un ensayo no destructivo. El comprador debe indicar cual ensayo requiere.

4.7.1 En caso de requerirse prueba de presión hidrostática, los tubos deben ser ensayados según la Norma Venezolana COVENIN 969 y deben soportar las presiones de prueba indicadas en la Tabla 2, durante un tiempo no menor a cinco (5) segundos.

4.7.2 En caso de requerirse ensayo no destructivo, los tubos deben ser ensayados según las Normas Venezolanas COVENIN 2533 y COVENIN 2629, y no deben presentar defectos.

4.8 Tolerancias en las dimensiones

Los tubos medidos con instrumentos adecuados deben tener las siguientes tolerancias dimensionales.

4.8.1 Diámetro exterior

Las tolerancias en el diámetro externo de los tubos no deben exceder los valores indicados en la Tabla 4.

4.8.2 Espesor de pared

El espesor de pared especificado no debe exceder los valores de + 18% y - 0% del espesor nominal.

4.8.3 Longitud

4.8.3.1 Los tubos deben tener las tolerancias en longitud indicadas en la Tabla 5.

4.8.3.2 Las tolerancias en longitud se aplican a los tubos antes de ser doblados, para longitudes de 7.31 m (24 pies) y menores. Para longitudes mayores se acepta una tolerancia adicional de 3 mm (1/8 pulg) por cada 3 m (10 pies) o fracción, hasta un máximo de 12,7 mm (1/2 pulg).

4.9 Rectitud

Todos los tubos deben ser rectos permitiéndose una flecha máxima de 1,6 milímetros por metro.

4.10 Acabado

Los tubos deben cumplir los siguientes requisitos:

4.10.1 Acabado superficial

Los tubos terminados deben estar libres de defectos, óxidos, e impurezas superficiales y los extremos libres de rebabas.

4.10.2 Altura del cordón interno

La altura del cordón interno debe ajustarse a lo indicado en la Tabla 6.

4.11 Tolerancia en peso

Los tubos deben tener las siguientes tolerancias en peso +10% y -0%.

5 INSPECCIÓN Y RECEPCIÓN

Este capítulo está redactado con el criterio de ofrecer una guía al consumidor para determinar la calidad de lotes aislados y en caso de litigios. A menos que exista acuerdo previo entre comprador y productor la inspección y recepción del producto debe cumplir con lo establecido en este capítulo.

5.1 Lote

5.1.1 Lote para el ensayo de dureza

Cada lote estará formado por tubos del mismo diámetro nominal y espesor de pared, antes de ser cortados a una longitud fija y producidos de la misma colada. Cuando el tratamiento térmico final de los tubos se realiza en un horno de calentamiento no continuo, el lote comprende solamente los tubos de la misma sección y de la misma colada que han sido tratados en la misma carga de horno. Cuando el tratamiento térmico se realiza en un horno de calentamiento continuo, el lote comprende todos los tubos de la misma sección y colada, que han sido tratados en el mismo horno, a la misma temperatura, en el mismo tiempo de calentamiento y a la misma velocidad.

5.1.2 Lote para la recepción de productos terminados (Rectitud, longitud, diámetro), para el análisis de comprobación y los ensayos de aplastamiento y pestañado

Cada lote estará formado por doscientos cincuenta (250) tubos de diámetro de 76,2 mm y menores y por cien (100) tubos de diámetro mayor de 76,2 mm. Los lotes se formarán antes de cortar los tubos a una longitud fija.

5.2 Muestreo y criterios de aceptación y rechazo

El muestreo y los criterios de aceptación y rechazo para cada uno de los requisitos establecidos en esta norma serán los indicados en la Tabla 7.

5.2.1 Si al ensayar la muestra se obtienen valores acordes con los especificados en esta norma, el lote será aceptado.

5.2.2 Si por el contrario la muestra reporta valores diferentes a los establecidos, se debe hacer un remuestreo, sin considerar el tubo del cual se hizo la prueba. La nueva muestra debe ser tomada de tubos adicionales del mismo lote y debe ser dos (2) veces el tamaño de la muestra inicial.

5.2.3 Si el remuestreo no cumple con los requisitos establecidos, a opción del fabricante se podrán ensayar individualmente los restantes tubos del lote, en cuyo caso solamente se exigen las determinaciones correspondientes a las condiciones particulares.

6 MÉTODOS DE ENSAYO

6.1 Ensayo de aplastamiento

El ensayo de aplastamiento se debe realizar según lo establecido en la Norma Venezolana COVENIN 1366, con las siguientes consideraciones:

6.1.1 Material a ensayar

El material a ensayar consiste de una sección del tubo de longitud no menor de 100 mm (4 pulg).

6.1.2 Procedimiento

La probeta cortada de uno de los extremos del tubo, debe (2) etapas. La soldadura se debe colocar a 90 grados en la dirección de aplicación de la fuerza (punto de máxima flexión).

6.1.2.1 Primera etapa

Se aplica la fuerza hasta que la distancia entre las dos placas sea inferior al valor "H", el cual se calcula como se indica a continuación.

$$H = \frac{(1 + e)t}{(e + t/d)}$$

Donde:

H es la distancia entre las placas de aplastamiento, en mm (pulg)

e es la deformación por unidad de longitud

0,09 para acero de bajo carbono: (máximo especificado de carbono 18 %)

t es el espesor nominal de pared de la tubería, en mm (pulg)

d es el diámetro exterior real de la tubería, en mm (pulg)

6.1.2.2 Segunda etapa

Si el tubo se comporta satisfactoriamente durante la primera etapa del ensayo, se debe continuar con la segunda etapa, la cual consiste en seguir aplastando la probeta hasta su rotura o hasta que las caras de dicha probeta se encuentren. Cualquier evidencia de laminación durante el ensayo, será causa de rechazo.

6.2 Ensayo de pestañado

El ensayo de pestañado se debe realizar conforme a lo establecido en la Norma Venezolana COVENIN 583, con la siguiente consideración:

A una sección del tubo se le conforma una pestaña en ángulo recto al cuerpo, el ancho de la pestaña así conformada no debe ser menor que los porcentajes indicados en la Tabla 8.

6.3 Ensayo de aplastamiento reverso

6.3.1 Para tubería de diámetro menor de 38,10 mm (1 1/2 pulg), este ensayo se debe realizar sobre una sección de 100 mm de longitud de tubería, seccionándola longitudinalmente a 90 grados a cada lado de la soldadura y aplanando la-muestra con la soldadura en el punto de máxima flexión.

6.3.2 Para tubería de diámetro igual o mayor de 38 mm (1 1/2 pulg) se debe realizar la siguiente prueba:

6.3.2.1 Se prepara un patrón del mismo diámetro de la probeta a ensayar, sobre el cual se le realiza una marca a ± 30 grados, a partir del punto más elevado del patrón.

6.3.2.2 Se coloca la soldadura de la probeta paralelamente contra el patrón.

6.3.2.3 Se aplasta la probeta hasta la marca, durante la prueba no debe aparecer rotura en el cordón de soldadura.

7 MARCACIÓN, ROTULACIÓN Y EMBALAJE

7.1 Los tubos de diámetro menor de 32 mm (1 1/4 pulg), se deben identificar mediante una tarjeta fijada a la caja o al atado flejado en los que son entregados por el fabricante, con la siguiente información:

7.1.1 Nombre o símbolo del fabricante

7.1.2 La leyenda "Hecho en Venezuela" o país de origen

7.1.3 Diámetro

7.1.4 Espesor

7.1.5 Longitud

7.1.6 Número de colada

7.1.7 Las letras SRE (Soldadura por resistencia eléctrica).

7.2 Los tubos de diámetro igual o mayor a 32 mm (1 1/4 pulg), además de la identificación por tarjeta mencionada en 7.1, deben ser pintados individualmente en un extremo con la siguiente información:

SRE - Fabricante - Diámetro - Espesor

7.2.1 El comprador por acuerdo previo y mediante entendimiento con el fabricante, podrá solicitar marcaciones adicionales.

7.2.2 Los tubos se deben pintar de color amarillo.

7.3 Embalaje

Los tubos deben estar protegidos contra la oxidación, por medio de un barniz o aceite, aunque por acuerdo previo entre comprador y proveedor se podrá suministrar una protección mayor.

BIBLIOGRAFÍA

ASTM - A 214/ A 214M Standard Specification for Electric - Resistance - Welded Carbon Steel. Heat - Exchanger and Condenser Tubes. American Society for Testing and Materials. Annual Book for ASTM Standard Vol. 0.1.01, 1990

ASTM - A 450/ A 450M Standard Specification for General Requirements for Carbon, Ferritic Alloy, and Austenitic Alloy Steel Tubes. American Society for Testing and Materials. Annual Book for ASTM Standards. Vol. 01.01, 1996

ASTM - A520 Standard Specification for Supplementary Requirements for Seamless and Electric - Resistance - Welded Carbon Steel Tubular Products for High - Temperature Service Conforming to ISO Recommendations for Boiler Construction. American Society for Testing and Materials. Annual Book for ASTM Standards. Vol. 01.01, 1995

Participaron en la primera revisión de esta norma: Canchica, Carlos; Cumana, Luis; Garcia, Luis; Ortiz, Manuel; Reyes Isaac.

Participaron en esta revisión: Castillo, Ronald; Castro, Argenis; Sanabria, Carolina; Sequera, Carlos.

Tabla 1 - Composición química

Elemento	Porcentaje máx.
Carbono	0,18
Manganeso	0,27 a 0,63
Fósforo	0,035
Azufre	0,035

Tabla 2 - Prueba hidrostática. Valores de presión, expresados en psi

Espesor (BWG)- mm	Diámetro exterior [mm (pulg)]													
	19,05 (3/4)	25,4 (1)	31,75 (1 1/4)	38,10 (1 1/2)	43 (1 3/4)	50,8 (2)	57,14 (2 1/4)	63,50 (2 1/2)	69,85 (2 3/4)	76,20 (3)	82,55 (3 1/4)	88,90 (3 1/2)	101,6 (4)	114,3 (4 1/2)
(17) - 1,47	1000	1500	1300	1100	950	850	750	700	650	-	-	-	-	-
(16) - 1,65	1000	1500	1500	1400	1200	1100	950	850	800	700
(15) - 1,83	1000	1500	1500	1500	1300	1200	1200	950	850	800	750	700	-	-
(14) - 2,11	1000	1500	1500	1800	1600	1400	1200	1100	1100	900	850	800	700	650
(13) - 2,41	1000	1500	1500	2000	1800	1600	1400	1300	1200	1100	950	900	800	700
(12) - 2,77	1000	1500	1500	2000	2000	1800	1600	1400	1300	1200	1100	1000	900	800
(11) - 3,05	-	1500	1500	2000	2000	2000	1800	1600	1400	1300	1200	1100	1000	900
(10) - 3,40	-	1500	1500	2000	2000	2000	2000	1800	1600	1500	1400	1300	1100	1000
(09) - 3,76	-	1500	1500	2000	2000	2400	2200	1900	1800	1600	1500	1400	1200	1100
(08) - 4,19	-	-	1500	2000	2000	2500	2400	2200	2000	1800	1700	1600	1400	1200
(07) - 4,57	-	-	1500	2000	2000	2500	2500	2400	2100	2000	1800	1700	1500	1300
(06) - 5,165432	-	-	-	2000	2000	2500	2500	2500	2400	2200	2000	1900	1700	1500
(05) - 5,59	-	-	-	2000	2000	2500	2500	2500	2500	2400	2200	2100	1800	1600
(04) - 6,05	-	-	-	-	2000	2500	2500	2500	2500	2600	2400	2200	2000	1700
(03) - 6,58	-	-	-	-	2000	2500	2500	2500	2500	2800	2600	2400	2100	1900
(02) - 7,21						2500	2500	2500	2500	3100	2800	2600	2300	2100
(01) - 7,21	-	-	-	-	-	2500	2500	2500	2500	3200	3000	2800	2400	2200

Notas:

- 1) La siguiente tabla fue realizada con la siguiente ecuación:
$$\text{Presión hidrostática (P)} = 3200 \times \frac{\text{espesor (psi)}}{\text{diámetro}}$$
- 2) Cuando los cálculos son menores de 1000 psi se redondeará al valor de 50 psi más cercano y cuando son mayores a 1000 Psi se redondeará al valor de 100 psi más cercano.
- 3) Cuando el valor de la presión de prueba calculado mediante la ecuación anterior no corresponda a ningún valor de la tabla, se deben considerar los valores máximos de presión señalados en la Tabla 3.

Tabla 3 - Valores máximos de presión

Diámetro (d) [mm (pulg)]	Presión hidrostática (psi)
d < 25,4 (1)	1000
25,4 (1) < d ≤ 38,1 (1 1/2)	1500
38,1 (1 1/2) < d ≤ 50,8 (2)	2000
50,8 (2) < d ≤ 76,2 (3)	2500
76,2 (3) < d ≤ 127 (5)	3500

Tabla 4 - Tolerancias del diámetro externo

Diámetro externo (d) [mm (pulg)]	Tolerancias mm
d < 25,40 (1)	± 0,10
25,40 (1) ≤ d ≤ 38,10 (1 1/2)	± 0,15
38,10 (1 1/2) < d ≤ 50,80 (2)	± 0,20
50,80 (2) < d ≤ 63,50 (2 1/2)	± 0,25
63,50 (2 1/2) < d ≤ 76,20 (3)	± 0,30

Tabla 5 - Tolerancias en longitud

Diámetro externo "d" [mm (pulg)]	Tolerancia en longitud [mm (pulg)]
d < 60,0 (2 3/8)	+ 3 (+ 1/8) - 0 (-0)
d ≥ 60,3 (2 3/8)	+5 (+ 3/16) -0 (-0)

Tabla 6 - Altura del cordón interno

Dimensiones [mm (pulg)]	Altura máxima del cordón [mm (pulg)]
Diámetro > 50,8 (2) o Espesor > 3,45 (0,135)	0,25 (0,010)
Diámetro ≤ 50,8 (2) y Espesor ≤ 3,45 (0,135)	0,15 (0,006)

Tabla 7. Muestreo y criterio de aceptación y rechazo

Requisitos	Tamaño de la muestra (n) (Tubos)	Remuestreo (n) (Tubos)
Composición química	1	2
Rectitud	20	40
Longitud	20	40
Prueba de pestañado	2	4
Prueba de aplastamiento	2	4
Prueba no destructiva	100 %	--
Diámetro	2	4
Prueba hidrostática	100 %	--
Dureza	2	4

Tabla 8 - Ensayo de pestañado

Diámetro externo (d) [mm (pulg)]	Ancho de la pestaña (% d)
$d \leq 63,50$ (2 1/2)	15
$63,50$ (2 1/2) $< d \leq 95,25$ (3 3/4)	12,5
$95,25$ (3 3/4) $< d \leq 127$ (5)	10

COVENIN
2170:1997

CATEGORÍA
B

COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES
Av. Andrés Bello Edif. Torre Fondo Común Pisos 11 y 12
Telf. 575.41.11 Fax: 574.13.12
CARACAS

publicación de:



I.C.S: 27.040.10

ISBN: 980-06-1997-6

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio.

Descriptores: Caldera, tubo metálico, intercambiador de calor.