



SECRETARIA DE COMERCIO

Y

FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA MEXICANA

NMX-W-093-1981

**TUBOS DE COBRE-SIN COSTURA-REGULARES Y
EXTRAREFORZADOS**

COPPER PIPE-SEAMLESS-REGULAR AND EXTRA STRONG

DIRECCION GENERAL DE NORMAS

PREFACIO

En la elaboración de la presente norma, participaron por encuesta las siguientes empresas:

- NACIONAL DE COBRE, S.A.

- INDUSTRIAS UNIDAS, S.A.

INDICE

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

2 REFERENCIAS

3 DEFINICIONES

4 CLASIFICACION

5 ESPECIFICACIONES

6 MUESTREO

7 METODOS DE PRUEBA

8 MARCADO, ENVASE Y EMBALAJE

9 BIBLIOGRAFIA

TUBOS DE COBRE-SIN COSTURA-REGULARES Y
EXTRAREFORZADOS

COPPER PIPE-SEAMLESS-REGULAR AND EXTRA STRONG

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Mexicana establece las especificaciones y métodos de prueba para los tubos sin costura de cobre recocidos o duros, terminados por estirado en frío (rígido), siendo estos tubos regulares y extrareforzados utilizados en la conducción de fluidos como son gas L.P., gas natural, agua, aire y otros.

2 REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de la presente norma, se deben consultar las siguientes Normas Mexicanas, vigentes:

NMX-K-150	”Método de prueba para la determinación de la pureza de los productos de cobre”.
NMX-Z-012	”Muestreo para la inspección por atributos”.
NMX-W-017	“Tubos de cobre - Determinación electromagnética con corrientes parásitas - Método de prueba”.

3 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma se establecen las siguientes definiciones.

3.1 Tubo de cobre sin costuras

Productos de cobre hueco de sección transversal circular de periferia continua y espesor de pared uniforme.

3.2 Designación convencional

Número adimensional que identifica el tipo de los tubos de cobre objeto de esta norma.

3.3 Presión de trabajo

Es la presión interna máxima a que debe de trabajar la tubería en condiciones de seguridad.

3.4 Presión de ruptura

Es la fuerza interna que el fluido ejerce por unidad de superficie sobre la pared del tubo y que lo lleva hasta el límite de su resistencia.

4 CLASIFICACION

Los tubos de cobre objeto de esta norma, se clasifican en dos tipos.

Tipo 1.- Regulares

Tipo 2.- Extrareforzado.

5 ESPECIFICACIONES

5.1 Generales

5.1.1 Composición química porcentual

Los tubos a que se refiere la presente norma deben cumplir con lo especificado en la tabla 1, comprobándose con lo indicado en 7.1.

TABLA 1.- Composición química del cobre en los tubos

Tubo	Cobre incluyendo plata	Fosforo
Regular y Extrareforzado	99.9 % mínimo	de 0.015 % a 0.040 %

5.1.2 Dimensiones

5.1.2.1 Longitud de los tubos

La longitud nominal y sus tolerancias se establecen en la tabla 2, comprobándose con el inciso 7.2.

TABLA 2.- Longitud de los tubos

Tipo	Diámetro exterior nominal (mm)	Longitud nominal en (m)	Tolerancia (mm)
Regular	324 y menores	3.66	± 13
Extrareforzado	273 y menores	3.66	± 13

5.1.3 Ovalización

La desviación máxima en la redondez para los tubos de cobre objeto de la presente norma se especifica en la tabla 3, comprobándose con el inciso 7.3.

5.1.4 Abocardado

Los tubos regulares y extrareforzados no deben presentar fisuras y agrietamientos al someterlos a un abocardado del 25 %, comprobándose con el inciso 7.4.

TABLA 3.- Desviación máxima en la redondez.

e/d.	Desviación máxima permisible en la redondez del diámetro exterior nominal. (%)
de 0.01 a 0.03	1.5
mayor de 0.03 hasta 0.05	1.0
mayor de 0.05 hasta 0.10	0.8
mayor de 0.10	0.7

(*) Número adimensional que es la relación entre el espesor de pared (e) y el diámetro exterior nominal (d).

5.1.5 Angulo de corte

El ángulo de corte en los extremos del tubo, deben ser perpendicular al eje longitudinal del tubo, la desviación máxima se establece en la tabla 4, comprobándose con el inciso 7.5.

TABLA 4.- Desviación transversal del ángulo de corte

Diámetro exterior nominal en mm	Desviación máxima permisible en mm
De 16 y menores	0.25
Mayores de 16	0.41 por cada 25.4 mm de diámetro exterior

5.1.6 Características mecánicas

Los tubos, en cuanto a sus características mecánicas deben cumplir con las especificaciones establecidas en "Presión máxima de trabajo y presión mínima de ruptura", y como complementaria y optativamente la prueba de hermeticidad o con la especificación de corrientes circulantes parásitas, siguiendo los métodos de prueba correspondientes.

5.1.7 Hermeticidad

Los tubos de cobre objeto de la presente norma, deben soportar como mínimo una presión neumática de 0.648 MPa (7 kgf/cm²), durante un mínimo de 60 segundos, sin presentar fugas, comprobándose con el inciso 7.6.

5.1.8 Corriente circulantes

Los tubos de cobre objeto de la presente norma deben pasar esta prueba, por el equipo de corrientes circulantes comprobándose con el inciso 7.7.

5.1.9 Resistencia a la tensión

Los tubos de cobre objeto de la presente norma deben cumplir con lo especificado en la tabla 5, comprobándose con el inciso 7.8.

TABLA 5.- Resistencia a la tensión

Tubo	Designación convencional	Resistencia mínima a la tensión.	
		MPa	kgf/cm ²
Regulares y extrareforzados	de 1/8 hasta 2	310	3163.26
	de 2 1/2 hasta 12	250	2551.02

5.1.10 Acabado

Los tubos de cobre de la presente norma, deben estar libres de fallas como; grietas, escamas, poros y otras que afectan su uso.

5.2 Tubos regulares

Los tubos de cobre regulares deben cumplir con las especificaciones generales establecidas en el inciso 5.1, además de las siguientes.

5.2.1 Diámetros y espesores

Los tubos de cobre regulares deben cumplir con los diámetros y espesores que se establecen en la tabla 6, comprobándose con el inciso 7.2.

5.2.2 Presión máxima de trabajo y presión mínima de ruptura

Para los tubos regulares, las máximas presiones de trabajo y presiones mínimas de ruptura de los tubos de cobre regulares, se debe comprobar como se indica en 7.9.

5.3 Tubos de cobre extrareforzados

TABLA 6.- Tubo de cobre regulares, diámetros y espesores.
Dimensiones en mm

Designación Convencional	Diámetro interior	Tubo recocido					
		Diámetro exterior promedio			espesores		
		nominal	máximo	mínimo	nominal	máximo	mínimo
1/8	7.16	10.30	10.40	10.20	1.57	1.67	1.47
1/4	9.54	13.70	13.80	13.60	2.08	2.21	1.95
3/8	12.52	17.10	17.23	16.97	2.29	2.42	2.16
1/2	15.86	21.30	21.43	21.17	2.72	2.87	2.57
3/4	20.90	26.70	26.85	26.55	2.90	3.05	2.75
1	27.00	33.40	33.55	33.25	3.20	3.38	3.02
1 1/8	34.78	42.20	42.35	42.05	3.71	3.91	3.51
1 1/4	40.58	48.30	48.45	48.15	3.81	4.01	3.61
2	52.38	60.30	60.50	60.10	3.96	4.19	3.73
2 1/8	63.50	73.00	73.20	72.80	4.75	5.00	4.50
3	77.78	88.90	89.15	88.65	5.56	5.86	5.26
3 1/8	89.30	102	102.25	101.75	6.35	6.68	6.02
	101.30	114	114.30	113.70	6.35	6.71	5.99
	128.30	141	141.36	140.64	6.35	6.71	5.99

TABLA 7.- Propiedades mecánicas de los tubos de cobre regulares.

Designación Convencional	Diámetro exterior nominal (mm)	Presión máxima de trabajo MPa	Presión máxima de trabajo kgf/cm ² .	Presión mínima de ruptura MPa	Presión mínima de ruptura kgf/cm ² .
1/8	10.30	13.11	133.86	65.55	669.30
1/4	13.70	13.11	133.82	65.33	669.10
3/8	17.10	11.46	117.04	57.30	585.20
1/2	21.30	10.91	111.42	54.55	557.10
3/4	26.70	9.18	93.71	45.90	468.55
1	33.40	7.98	81.48	39.90	407.40
1 1/4	42.20	7.30	74.56	36.50	372.80
1 1/2	48.30	6.52	66.55	32.60	332.75
2	60.30	5.33	54.47	26.65	272.35
2 1/2	73.00	5.32	54.31	26.60	271.55
3	88.90	5.09	52.01	25.45	260.05
3 1/2	102.00	5.08	51.89	25.40	259.45
4	114.00	4.50	45.94	22.50	229.70
5	141.00	3.61	36.84	18.05	184.20

Los tubos de cobre extrareforzado deben cumplir con las especificaciones iniciales establecidas en el inciso 5.1, además de las siguientes.

5.3.1 Diámetros y espesores

Los tubos de cobre extrareforzados deben cumplir con los diámetros y espesores que se establecen en la tabla 8, comprobándose con el inciso 7.2.

5.3.2 Presión máxima de trabajo y presión mínima de ruptura

Para los tubos extrareforzados, las máximas presiones de trabajo y presiones mínimas de ruptura admisibles son los que se indican en la tabla 9.

La presión mínima de ruptura de los tubos de cobre extrareforzados, se debe comprobar como se indica en 7.9.

6 MUESTREO

Cuando se requiera el muestreo para una inspección, éste podrá ser establecido de común acuerdo entre productor y comprador, recomendándose el uso de la Norma Oficial Mexicana NMX-R-018. Para efectos oficiales de muestreo estará sujeto a las disposiciones reglamentarias de la inspección que se efectúe.

7 METODOS DE PRUEBA

7.1 Prueba de análisis químico

7.1.1 Contenido de cobre

Para determinar el contenido de cobre en los tubos de esta norma se debe efectuar el análisis químico por el método electrolítico, según especifica la Norma Mexicana NMX-K-150 vigentes, y se verifica que cumpla con lo establecido en 5.1.

7.1.2 Aparatos y equipo

- Colorímetro (420 Nanómetros)
- Vaso de vidrio
- Vidrio de reloj
- Parrilla que proporcione la temperatura necesaria
- Matraz aforado de 50 ml
- Balanza analítica

TABLA 8 Tubos de cobre extrareforzados, diámetro y espesores

Designación Convencional	Diámetro Interior nominal	Tubos extrareforzados					
		Diámetro exterior promedio					
		nominal	máximo	mínimo	nominal	máximo	mínimo
1/8	5.22	10.30	10.40	10.20	2.54	2.69	2.39
¼	7.46	10.70	13.80	13.60	3.12	3.30	2.94
3/8	10.64	17.10	17.23	16.97	3.23	3.41	3.05
½	13.74	21.30	21.43	21.17	3.78	3.98	3.68
¾	18.72	26.70	26.85	26.55	3.99	4.22	3.76
1	24.16	33.40	33.55	33.25	4.62	4.87	4.37
¼	32.34	42.20	42.35	42.05	4.93	5.18	4.68

1 ½	37.98	48.30	48.45	48.15	5.16	5.44	4.88
2	49.08	60.30	60.50	60.10	5.61	5.91	5.31
2 ½	58.78	73.00	73.20	72.80	7.11	7.49	6.73
3	73.46	88.90	89.15	88.65	7.72	8.13	7.31
3 ½	85.70	102.00	102.25	101.75	8.15	8.58	7.72
4	96.68	114.00	114.30	113.70	8.66	9.12	8.20
5	121.96	141.00	141.36	140.64	9.52	10.0	9.04

TABLA 9 .- Propiedades mecánicas de los tubos de cobre extrareforzados.

Designación Convencional	Diámetro nominal (mm)	Presión máxima de trabajo		Presión mínima de ruptura	
		MPa	kgf/cm²	MPa	kgf/cm²
1/8	19.30	23.17	236.52	115.85	1182.60
1/4	13.70	21.14	215.72	105.70	1078.60
3/8	17.10	16.97	173.22	84.85	866.10
1/2	21.30	16.88	167.21	81.90	836.05
3/4	26.70	12.98	132.47	64.90	662.35
1	33.40	11.96	122.14	59.80	610.70
1 1/4	42.20	9.97	101.82	49.85	509.10
1 1/2	48.30	9.01	92.02	45.05	460.10
2	60.30	7.77	79.29	38.85	396.45
2 1/2	73.00	8.16	83.36	40.80	416.80
3	88.90	7.22	73.71	36.10	368.55
3 1/2	102.00	6.61	67.49	33.05	337.45
4	114.00	6.26	63.93	31.30	319.65
5	141.00	5.54	56.61	27.70	283.05
6	168.00	5.29	54.08	26.45	270.50
8	219.00	4.62	47.22	23.10	236.10
10	273.00	4.29	43.82	21.45	219.10

7.1.3 Procedimiento

Pesar un gramo de muestra y pasarlo a un vaso de vidrio, se agregan 10 ml. de ácido nítrico 2:3 de cobre con vidrio de reloj, se calienta y se espera hasta que se disuelva completamente la muestra, se agregan 2 ml. de permanganato de potasio (10 g/l), y se calienta hasta ebullición agregar 1 ml de agua oxigenada al 3 %, y agitar hasta que se destruya el exceso de permanganato y la solución se aclare, agregar 2 ml de vanadato de amonio (2.5 g/l), hervir la muestra hasta que la solución esté clara lo que indica que el

exceso de agua oxigenada fue destruída enfriar a temperatura ambiente y transportarlo a un matraz de 50 ml, agregar dos ml de molibdato de amonio de 95 g/l se diluya con agua hasta la marca y se agita se deja reposar durante 5 minutos y se mide la transmitancia a 420 N.M. en el colorímetro y la lectura obtenida llevarla a una gráfica de transmitancia, contra el % de fósforo y debe cumplir con lo especificado en 5.1.1.

7.2 Pruebas dimensionales

7.2.1 Aparatos y equipo

- Flexómetro graduado en mm
- Calibrador con escala de aproximación en centésimas de mm

7.2.2 Procedimiento

Usando el calibrador y flexómetro, se comprueban las dimensiones de los tubos, los que deben cumplir con lo establecido en 5.1.2.1 y en los incisos 5.2.1 y 5.3.1.

7.3 Pruebas para determinar el ovalamiento

7.3.1 Aparatos y equipo

Calibrador con escala aproximada a milésimas de mm.

7.3.2 Procedimiento

Para comprobar que la desviación máxima en la redondez sea la especificada en 5.1.3 se toma el tubo a comprobar y se hacen seis lecturas del diámetro del tubo o en diferentes lugares, se determina el diámetro máximo y mínimo y se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{Ovalamiento en \%} = \frac{2 (A - B)}{A + B} \times 100$$

En donde:

A = Diámetro máximo

B = Diámetro mínimo

7.4 Prueba de abocardado

7.4.1 Procedimiento

Esta prueba se debe efectuar siguiendo el método especificado en la Norma Mexicana NMX-B-132 vigente, y las dimensiones se verifican según 7.2 y que cumpla lo establecido en 5.1.4.

7.5 Prueba para determinar el ángulo de corte

7.5.1 Aparatos y equipo

- Escuadra o regla
- Calibrador con escala aproximada a centésimas de mm

7.5.2 Procedimiento

Se coloca el tubo sobre una superficie plana y horizontal, la escuadra o regla se pone perpendicular en el extremo del tubo, y se procede a medir con el calibrador, la diferencia entre las distancias máximas y mínimas, la que debe cumplir con lo establecido en 5.1.5.

7.6 Prueba de hermeticidad

7.6.1 Aparatos y equipo

- Compresora de aire
- Mangueras y boquillas
- Manómetro con escala en KPa (kgf/cm^2)
- Recipiente abierto, lleno de agua capaz de alojar al tubo
- Plataforma u otro medio para soportar los tubos
- Cronómetro

7.6.2 Procedimiento

El tubo de cobre regular y extrareforzado, se conecta por sus extremos a las boquillas y mangueras de la compresora, se coloca el tubo de cobre sobre la plataforma y se sumerge junto con ésta en el tanque.

En estas condiciones se aplica la presión de 0.648 MPa (7 kgf/cm^2), y se mantiene durante, un mínimo de 60 segundos y se vigila por medio del manómetro que la presión que marca sea la establecida en 5.1.7.

7.7 Prueba de corrientes circulantes

Para los tubos de cobre, objeto de esta norma se debe realizar la prueba de acuerdo al procedimiento establecido en la Norma Mexicana NMX-W-015 vigentes y cumplir con lo especificado en 5.1.8.

7.8 Prueba de resistencia a la tensión

7.8.1 Aparatos y equipo

Máquina universal para ensayos de resistencia mecánica.

7.8.2 Preparación de la muestra

Las probetas debe ser tubos de una longitud apropiada para ser fijadas en las mordazas de la máquina. Debe cortarse una probeta por cada una de las piezas que integran el lote de muestra. Enseguida se obtiene el promedio de las medidas del diámetro exterior y de la pared del tubo y se calcula el área de su sección transversal.

7.8.3 Procedimiento

Se procede a colocar y fijar la probeta en las mordazas de la máquina se aplica la carga de acuerdo a lo establecido en la tabla 5 y no debe mostrar roturas ni deformaciones de ninguna especie.

7.8.4 Cálculos

La resistencia a la tensión se calcula por medio de la siguiente ecuación.

$$R_t = \frac{F}{A}$$

En donde:

R_t = Resistencia a la tensión en N/mm^2 (kgf/mm^2)

F = Carga aplicada, en N (kgf)

A = Area de la sección transversal, en mm^2 .

7.8.5 Resultado

Se debe cumplir con lo establecido en 5.1.9.

7.9 Prueba de ruptura

7.9.1 Aparatos y equipo

- Dispositivo hidráulico con suficiente capacidad para lograr el reventamiento de la probeta.
- Manómetro con escala en KPa (kgf/cm^2)
- Dispositivo para bloquear uno de los extremos de la probeta de 245 mm de longitud como mínimo.

- Válvula de purga
- Recipiente con agua
- Cronómetro con divisiones mínimas de décima de segundo.

7.9.2 Procedimiento

Se bloquea un extremo de la probeta y se llena con agua o aceite, se adapta al dispositivo hidráulico y se purga el aire del sistema; enseguida se sumerge la probeta en el recipiente con agua y se eleva gradualmente la presión, debiendo alcanzar la presión de reventamiento entre 60 y 90 segundos, y se verifica que cumpla lo establecido en las tablas 7 y 9.

7.9.3 Cálculos

Presión de trabajo

La ecuación para el cálculo es la siguiente:

$$P_t = \frac{2 S e}{D - 0.8 e}$$

$$P_r = 5 P_t$$

En donde:

P_r = Presión mínima de ruptura en KPa (kgf/cm^2)

P_t = Presión máxima de trabajo en KPa (kgf/cm^2)

e = Espesor mínimo de pared en cm

D = Diámetro exterior máximo del tubo en cm

S = Tensión admisible del material 41.16 N/cm^2 (420 kgf/cm^2)

8 MARCADO, ENVASE Y EMBALAJE

8.1 Marcado

8.1.1 En el producto

Cada tubo de cobre regular y extrareforzado debe llevar grabados y marcados, permanentes, de tal manera que no afecte sus propiedades mecánicas, en toda su longitud, por lo menos cada 90 cm los siguientes datos, como mínimo:

- Nombre o marca del fabricante
- La leyenda "HECHO EN MEXICO"
- Designación convencional

8.2 Envase y/o embalaje

Los tubos de cobre regulares y extrareforzados debe envasarse de manera que no sufran deformaciones ni deterioros de ninguna especie.

9 BIBLIOGRAFIA

ASTM-B-42-78 Standard Specification for Seamples copper pipe, Standard Sizes.

APENDICE

Datos para el pedido

En los pedidos deben especificarse claramente la clasificación (recocido y regular o extrareforzado) del tubo, refiriéndose a la presente norma incluyendo los siguientes datos:

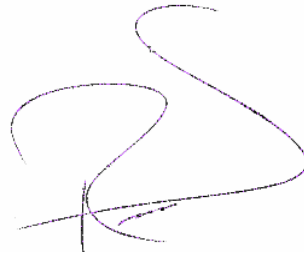
- Cantidad de metros ó números de tubos
- Nombre del producto
- Designación voncencional (tipo y dimensiones).
- Clasificación (regular y extrareforzado).
- Requisitos especiales
- Observaciones

EL DIRECTOR GENERAL DE NORMAS

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'H. Bayardo Moreno', written in a cursive style.

LIC. HECTOR VICENTE BAYARDO MORENO

EL DIRECTOR GENERAL DE LA SECRETARIA DE NORMAS

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'R. Serra Castaños', written in a cursive style.

DR. ROMAN SERRA CASTAÑOS

Fecha de aprobación y publicación: Enero 14, 1982