

Noviembre 2001

TÍTULO

Cobre y aleaciones de cobre

Tubos redondos de cobre, sin soldadura, para aire acondicionado y refrigeración

Parte 2: Tubos para equipos

Copper and copper alloys. Seamless, round copper tubes for air conditioning and refrigeration. Part 2: Tubes for equipment.

Cuivre et alliages de cuivre. Tubes ronds sans soudure en cuivre pour l'air conditionné et la réfrigération. Partie 2: Tubes pour le matériel.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 12735-2 de abril de 2001.

OBSERVACIONES

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 131 *Cobre y sus Aleaciones* cuya Secretaría desempeña UNICOBRE.

ICS 23.040.15

Versión en español

Cobre y aleaciones de cobre
Tubos redondos de cobre, sin soldadura, para aire acondicionado y refrigeración
Parte 2: Tubos para equipos

Copper and copper alloys. Seamless, round copper tubes for air conditioning and refrigeration. Part 2: Tubes for equipment.

Cuivre et alliages de cuivre. Tubes ronds sans soudure en cuivre pour l'air conditionné et la réfrigération. Partie 2: Tubes pour le matériel.

Kupfer und Kupferlegierungen. Nahtlose Rundrohre aus Kupfer für die Kälte- und Klimatechnik. Teil 2: Rohre für Apparate.

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2001-03-06. Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional.

Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales, pueden obtenerse en la Secretaría Central de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada a la Secretaría Central, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

CEN
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung
SECRETARÍA CENTRAL: Rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles

ÍNDICE

	Página
ANTECEDENTES.....	5
INTRODUCCIÓN	6
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	6
2 NORMAS PARA CONSULTA.....	6
3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES	6
4 DESIGNACIONES	7
4.1 Material.....	7
4.2 Estado de tratamiento.....	7
4.3 Producto.....	7
5 INFORMACIÓN DEL PEDIDO	8
6 REQUISITOS.....	9
6.1 Composición	9
6.2 Características mecánicas y tamaño de grano.....	9
6.3 Dimensiones y tolerancias para tubos lisos	10
6.4 Dimensiones y tolerancias para tubos ranurados interiormente	13
6.5 Abocardado (para tubos lisos)	13
6.6 Calidad de la superficie	14
6.7 Identificación de defectos	14
7 TOMA DE MUESTRAS.....	15
8 MÉTODOS DE ENSAYO	15
8.1 Análisis	15
8.2 Ensayo de tracción	15
8.3 Determinación del tamaño medio de grano	15
8.4 Ensayo de abocardado	15
8.5 Ensayo del residuo	15
8.6 Ensayo por corrientes inducidas.....	16
8.7 Contraensayos	16
9 DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD Y DOCUMENTACIÓN DE INSPECCIÓN	16
9.1 Declaración de conformidad	16
9.2 Documentación de inspección	17
10 EMBALAJE, MARCADO Y FORMA DE SUMINISTRO	17
10.1 Embalaje y marcado	17
10.2 Forma de suministro.....	17
ANEXO ZA (Informativo) CAPÍTULOS DE ESTA NORMA EUROPEA RELACIONADOS CON LOS REQUISITOS ESENCIALES U OTRAS DISPOSICIONES DE LAS DIRECTIVAS DE LA UE.....	18
BIBLIOGRAFÍA.....	19

ANTECEDENTES

Esta norma europea ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 133 *Cobre y aleaciones de cobre*, cuya Secretaría desempeña DIN.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a la misma o mediante ratificación antes de finales de octubre de 2001, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de octubre de 2001.

Dentro de su programa de trabajos, el Comité Técnico CEN/TC 133 requirió al Grupo de Trabajo CEN/TC 133/WG 3.1 *Tubos de cobre* la preparación de la norma siguiente:

EN 12735-2 – *Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos de cobre, sin soldadura, para aire acondicionado y refrigeración. Parte 2: Tubos para equipos.*

Esta norma europea ha sido elaborada bajo un Mandato dirigido a CEN por la Comisión Europea y por la Asociación Europea de Libre Cambio, y sirve de apoyo a los requisitos esenciales de las Directivas europeas.

La relación con las Directivas UE se recoge en el anexo informativo ZA, que forma parte integrante de esta norma.

Se llama la atención del usuario de esta norma hacia el hecho de que los reglamentos o prácticas locales o nacionales pueden restringir la elección de las medidas y de los estados de tratamiento en la aplicación de los productos de acuerdo con esta norma.

Esta norma forma parte de una serie de normas europeas para los tubos de cobre y de aleaciones de cobre. Otros productos se especifican de la siguiente manera:

EN 1057 – *Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos de cobre, sin soldadura, para agua y gas en aplicaciones sanitarias y de calefacción.*

EN 12449 – *Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos sin soldadura, para usos generales.*

EN 12450 – *Cobre y aleaciones de cobre. Tubos capilares, redondos, sin soldadura, de cobre.*

EN 12451 – *Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos, sin soldadura para intercambiadores de calor.*

EN 12452 – *Cobre y aleaciones de cobre. Tubos sin soldadura, aleteados, laminados para intercambiadores de calor.*

EN 12735-1 – *Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos de cobre, sin soldadura para aire acondicionado y refrigeración. Parte 1: Tubos para canalizaciones.*

prEN 13348 – *Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos de cobre, sin soldadura para gases medicinales.*

prEN 13349 – *Cobre y aleaciones de cobre. Tubos de cobre pre-aislados con recubrimiento macizo.*

prEN 13600 – *Cobre y aleaciones de cobre. Tubos de cobre sin soldadura para aplicaciones eléctricas.*

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

INTRODUCCIÓN

Se recomienda que los tubos fabricados según esta norma se certifiquen como conformes con los requisitos de esta norma basados en una supervisión continua que debería acoplarse con una evaluación de un sistema de control de calidad del suministrador según la Norma EN ISO 9001.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma europea especifica los requisitos, métodos de toma de muestras y de ensayo, y las condiciones de suministro para tubos redondos de cobre sin soldadura, lisos o ranurados interiormente, utilizados para intercambiadores de calor y sus tuberías de conexión interna en la fabricación de equipos de refrigeración y de aire acondicionado.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Esta norma europea incorpora disposiciones de otras publicaciones por su referencia, con o sin fecha. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación. Para las referencias con fecha, no son aplicables las revisiones o modificaciones posteriores de ninguna de las publicaciones. Para las referencias sin fecha, se aplica la edición en vigor del documento normativo al que se haga referencia (incluyendo sus modificaciones).

EN 1655 – *Cobre y aleaciones de cobre. Declaraciones de conformidad.*

EN 1971 – *Cobre y aleaciones de cobre. Ensayos por corrientes inducidas para tubos.*

EN 10002-1 – *Materiales metálicos. Ensayo de tracción. Parte 1: Método de ensayo (a la temperatura ambiente).*

EN 10204 – *Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección.*

EN 10234 – *Materiales metálicos. Tubos. Ensayo de abocardado.*

EN ISO 2624 – *Cobre y aleaciones de cobre. Estimación del tamaño de grano medio (ISO 2624:1990).*

NOTA – Las referencias informativas a los documentos utilizados en la elaboración de esta norma, y que se citan en los lugares apropiados en el texto, se listan en la bibliografía.

3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los fines de esta norma, se aplican los términos y definiciones siguientes:

3.1 tubo redondo de cobre sin soldadura: Producto hueco semi-acabado, de sección transversal circular, fabricado de cobre, que tiene un espesor de pared uniforme, y que en todas sus fases de fabricación tiene una periferia continua.

NOTA – La superficie interior del tubo puede estar ampliada, por ejemplo mediante ranuras.

3.2 bobina enrollada a nivel (LWC): Bobina en la que las espiras están enrolladas en capas paralelas al eje de la bobina de tal forma que las espiras sucesivas en una capa dada están próximas la una a la otra.

3.3 diámetro medio: Media aritmética de dos diámetros cualesquiera perpendiculares entre sí en la misma sección transversal del tubo.

3.4 ovalización: Diferencia entre los diámetros exteriores máximo y mínimo medidos en una sección transversal cualquiera del tubo.

3.5 excentricidad: Mitad de la diferencia entre los espesores de pared máximo y mínimo en la misma sección transversal del tubo.

3.6 lote de producción: Cantidad definida de productos de la misma forma, el mismo estado de tratamiento y las mismas medidas de la sección transversal, fabricados durante la misma secuencia de producción en condiciones uniformes.

4 DESIGNACIONES

4.1 Material

4.1.1 Generalidades. El material se designa, indistintamente, por un símbolo o por un número (véase el apartado 6.1).

4.1.2 Símbolo. La designación simbólica del material se basa en el sistema de designación dado en la Norma ISO 1190-1.

NOTA – Aunque la designación simbólica del material utilizada en esta norma puede ser la misma que en otras normas que utilizan el sistema de designación dado en la Norma ISO 1190-1, los requisitos detallados de composición no son necesariamente los mismos.

4.1.3 Número. La designación numérica del material está de acuerdo con el sistema que se da en la Norma EN 1412.

4.2 Estado de tratamiento

Para los fines de esta norma, la designación siguiente, que está de acuerdo con el sistema dado en la Norma EN 1173, se aplica al estado de tratamiento del material (véase la tabla 1):

Y...Estado de tratamiento designado por el requisito del valor mínimo del límite elástico convencional con el 0,2% de deformación para el producto con requisitos obligatorios relativos a dicho límite elástico convencional, a la resistencia a la tracción, al alargamiento y al tamaño de grano.

4.3 Producto

La designación de producto proporciona un modelo normalizado de designación a partir de la cual se comunica una descripción rápida e inequívoca de un producto. Proporciona un entendimiento mutuo a nivel internacional con respecto a los productos que cumplen los requisitos de la norma europea correspondiente.

La designación de producto no sustituye al contenido completo de la norma.

Para los productos de esta norma, la designación de producto debe constar de:

- la denominación (Tubo de cobre);
- el número de esta norma europea (EN 12735-2);
- la designación del estado de tratamiento (véase la tabla 1);
- las dimensiones nominales de la sección transversal: diámetro exterior x espesor de pared (véanse las tablas 2 y 7);
- el tipo de superficie interior (las designaciones siguientes deben utilizarse como corresponda: S para lisa y G para un ranurado interior).

El desglose de una designación de producto se indica en el ejemplo siguiente.

EJEMPLO: Un tubo de cobre conforme con esta norma, en estado de tratamiento Y040 (recocido ligero), diámetro exterior nominal 16 mm, espesor de pared nominal 0,5 mm, superficie interior lisa, debe designarse de la siguiente forma:

	Tubo de cobre	EN 12735-2	- Y040	- 16 × 0,5	- S
Denominación	_____				
Número de esta norma europea	_____				
Designación del estado de tratamiento	_____				
Dimensiones nominales de la sección transversal en milímetros	_____				
Tipo de superficie interior	_____				

5 INFORMACIÓN DEL PEDIDO

Con el fin de facilitar los procedimientos de petición de ofertas, de pedido y de confirmación de pedido entre el comprador y el suministrador, el comprador debe especificar en su solicitud y su pedido la información siguiente:

- a) la cantidad de producto requerido (longitud, masa);
- b) la denominación (Tubo de cobre);
- c) el número de esta norma europea (EN 12735-2);
- d) la designación del estado de tratamiento (véanse el apartado 2.2 y la tabla 1);
- e) las medidas nominales de la sección transversal,
 - para tubos lisos: diámetro exterior x espesor de pared (véase la tabla 2);
 - para tubos ranurados interiormente: diámetro exterior (véase la tabla 7) x espesor de pared en la raíz de la ranura y profundidad de la ranura, que deben estar acordados entre el comprador y el suministrador junto con cualquier otro parámetro de ranura que se considere, de común acuerdo, necesario;
- f) tipo de superficie interior (lisa o ranurada);
- g) forma de suministro (véase el apartado 10.2).

NOTA – Se recomienda que la designación de producto descrita en el apartado 4.3 se utilice para los puntos b) a f).

Adicionalmente, el comprador debe especificar también en la petición de oferta y en el pedido cualquier requisito especial, si es necesario.

EJEMPLO 1 – Detalles del pedido para 300 m de tubo de cobre conforme con la Norma EN 12735-2, en estado de tratamiento Y040 (recocido ligero), de diámetro exterior nominal 16 mm, con espesor nominal de pared 0,5 mm, superficie interior lisa, longitud nominal 3 m, longitudes rectas:

300 m Tubo de cobre EN 12735-2 – Y040 – 16 × 0,5 – S
– longitudes rectas de 3 m

EJEMPLO 2 – Detalles del pedido para 17 toneladas de tubo de cobre conforme con la Norma EN 12735-2, en estado de tratamiento Y040 (recocido ligero), diámetro exterior nominal 9 mm, espesor de pared nominal de 0,28 mm, ranurado interiormente, en bobinas enrolladas a nivel de 130 kg:

17 toneladas Tubo de cobre EN 12735-2 – Y040 – 9 × 0,28 – G
– LWC de 130 kg

6 REQUISITOS

6.1 Composición

La composición debe cumplir los requisitos siguientes:

Cu + Ag: mín. 99,90%

0,015% ≤ P ≤ 0,040%

Este tipo de cobre se designa, indistintamente, como Cu-DHP o CW024A.

6.2 Características mecánicas y tamaño de grano

El límite elástico convencional con el 0,2% de deformación, la resistencia a tracción, el alargamiento y el tamaño de grano deben cumplir los requisitos dados en la tabla 1. Los ensayos deben realizarse de acuerdo con los apartados 8.2 y 8.3.

Tabla 1
Características mecánicas y tamaño de grano

Estado de tratamiento		Límite elástico convencional con 0,2% de deformación		Resistencia a la tracción	Alargamiento	Tamaño de grano	
Designación de acuerdo con la Norma EN 1173	Término común	R _{p0,2}		R _m	A ^a	μm	
		mín.	máx.	MPa	%	mín.	máx.
Y080 ^b	Endurecimiento superficial	80	140	220	40	15	40
Y040	Recocido ligero	40	90	220	40	15	40
Y035 ^c	Recocido blando	35	80	210	40	30	60

NOTA 1 – MPa equivale a 1 N/mm².

^a La longitud patrón original (L₀) se calcula proporcionalmente utilizando la fórmula $L_0 = k \sqrt{\text{área de la sección transversal original (S}_0)}$ donde k vale 5,65, excepto que la longitud de referencia mínima utilizada debe ser 30 mm.

^b Sólo longitudes rectas.

^c Espesor de la pared nominal e ≥ 0,6 mm.

6.3 Dimensiones y tolerancias para tubos lisos

6.3.1 Generalidades. Las características geométricas de los tubos vienen definidas por el diámetro exterior, el espesor de pared y, para longitudes rectas, también por la longitud.

NOTA – Para fines de referencia, si se requiere la designación DN de tamaño para componentes de un sistema de tuberías, puede calcularse para los tubos de esta norma por:

$$\text{Diámetro exterior nominal } (d) - 2 \times \text{espesor de pared nominal } (e).$$

DN se define como un número entero adimensional que se relaciona indirectamente con las dimensiones físicas, en milímetros, del diámetro interior o del diámetro exterior de las conexiones de extremo.

En casos de litigio, las dimensiones deben medirse a una temperatura de $(23 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$.

6.3.2 Dimensiones nominales. Los diámetros exteriores nominales y los espesores nominales de pared normalizados para tubos lisos se dan en la tabla 2. Entre el comprador y el suministrador pueden acordar otros diseños y otras medidas.

Tabla 2
Diámetros exteriores y espesores de pared nominales para tubos lisos

Diámetro exterior nominal <i>d</i>			Espesor nominal de pared <i>e</i> mm													
serie métrica mm	serie imperial		0,28	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,63	0,70	0,80	1,00	1,25	1,50	1,65	2,00
	mm	in														
	6,35	1/4	•	•	•	•										
7			•	•	•	•										
	7,94	5/16	•	•	•	•										
8			•	•	•	• ■										
	9,52	3/8		•	•	• ■	•	•		•	■					
10				•	•	• ■	•	• ■		•	■					
12					•	•	•	•	■	•	■					
	12,7	1/2			•	•	• ■	• ■	• ■	•	■					
14									■		■					
15						•	•	•	•							
	15,87	5/8				•	•	• ■	•	•	■	■				
16						•	•	• ■	■	•	■	■				
18											■	■				
	19,06	3/4							■			■				
20									■		■	■				
22									■		■	■				
	22,23	7/8										■				
	25,40	1										■				
28												■				
	28,57	1 1/8										■	■			
	34,92	1 3/8											■			
35														■		
	41,27	1 5/8											■			
42														■		
	53,97	2 1/8											■		■	
54																■
64																■
	66,67	2 5/8														■

NOTA – Esta tabla es un primer paso hacia una norma que incluya sólo valores métricos.

- Disponible en longitudes rectas
- Disponible en bobinas

6.3.3 Tolerancias sobre el diámetro exterior medio. El diámetro exterior medio debe cumplir las tolerancias que se dan en la tabla 3.

Tabla 3
Tolerancias sobre el diámetro exterior medio para tubos lisos

Valores en milímetros

Diámetro exterior nominal <i>d</i>		Tolerancias sobre el diámetro medio	
mayor que	menor o igual que	$e \leq 0,4$	$e > 0,4$
6	13	±0,04	±0,04
13	16	±0,05	±0,04
16	28	–	±0,05
28	54	–	±0,06
54	67	–	±0,07

6.3.4 Tolerancias sobre el espesor de pared. La tolerancia sobre el espesor de pared, medido en cualquier punto, debe cumplir los requisitos que se dan en la tabla 4.

Tabla 4
Tolerancias sobre el espesor de pared para tubos lisos

Valores en milímetros

Tolerancias	Diámetro exterior nominal <i>d</i>		Espesor nominal de pared <i>e</i>							
	mayor que	menor o igual que	$0,25 \leq e \leq 0,30$	$0,30 < e \leq 0,35$	$0,35 < e \leq 0,40$	$0,40 < e \leq 0,50$	$0,50 < e \leq 0,63$	$0,63 < e \leq 0,80$	$0,80 < e \leq 1,50$	$1,50 < e \leq 2,00$
Máxima desviación admisible en cualquier punto ^a	6	67	±0,025	±0,03	±0,03	±0,04	±0,05	±0,06	±8% ^b	±8% ^b
Tolerancias sobre el espesor medio	6	9,52	±0,01	±0,01	±0,01	±0,015	±0,02	±0,02	–	–
	9,52	13	–	±0,01	±0,01	±0,015	±0,02	±0,02	–	–
	13	16	–	–	±0,01	±0,015	±0,02	±0,02	–	–
	16	22	–	–	–	–	–	±0,02	±0,05	–
	22	40	–	–	–	–	–	±0,02	±0,05	–
	40	67	–	–	–	–	–	–	–	±0,08

^a Incluida la desviación de concentricidad.

^b Valor como porcentaje del espesor nominal.

6.3.5 Tolerancias sobre la masa para tubos suministrados en bobinas enrolladas a nivel (LWC). Por suministro, si en el pedido se especifica la masa nominal de la bobina, ninguna de las bobinas debe pesar menos del 50% de la masa nominal, y no más del 20% de las bobinas debe pesar menos del 70% de la masa nominal.

EJEMPLO – Para el suministro de 10 LWC, de 130 kg de masa nominal: Ninguna bobina debe tener una masa inferior a 65 kg (50% de la masa nominal) y 2 bobinas, como máximo, una masa inferior a 91 kg (70% de la masa nominal).

6.3.6 Tolerancias sobre la longitud para tubos suministrados en longitudes rectas. Los tubos rectos pueden suministrarse:

- en longitudes aproximadas de producción; o
- en longitudes fijas especificadas.

Las tolerancias sobre las longitudes aproximadas de producción son $\pm 10\%$ excepto que una proporción, del 10% de tonelaje como máximo, debe permitirse que se suministre en longitudes más cortas de 1 m como mínimo.

Las tolerancias sobre la longitud para tubos pedidos en longitudes fijas especificadas deben cumplir lo dispuesto en la tabla 5.

Tabla 5
Tolerancias sobre la longitud para tubos suministrados en longitudes rectas

Valores en milímetros

Longitud especificada		Tolerancia sobre la longitud
mayor que	menor o igual que	
–	600	+1,6 0
600	2 000	+2,0 0
2 000	4 000	+5,0 0
4 000	7 000	+8,0 0
7 000	–	por acuerdo entre el comprador y el suministrador

6.3.7 Tolerancias de forma

6.3.7.1 Ovalización. La ovalización debe cumplir las tolerancias que se dan en la tabla 6.

Tabla 6
Ovalización máxima expresada como porcentaje del diámetro exterior nominal

Forma de suministro	Espesor nominal e mm		Ovalización máxima % para diámetro exterior nominal d en milímetros				
	mayor que	menor o igual que	$6 < d \leq 9,8$	$9,8 < d \leq 13$	$13 < d \leq 16$	$16 < d \leq 22$	$22 < d \leq 67$
Bobina enrollada a nivel (LWC)	–	0,41	4,0	5,0	7,0	por acuerdo entre el comprador y el suministrador	
	0,41	0,70	3,5	4,0	6,0		
	0,70	–	3,0	3,5	5,0		
Longitud recta	–	0,41	1,0	1,0	–	–	–
	0,41	0,70	1,0	1,0	1,0	–	–
	0,70	1,00	0,8	0,8	1,0	1,0	–
	1,00	2,00	0,7	0,8	0,8	0,8	1,0

6.3.7.2 Excentricidad. La excentricidad está incluida en la tolerancia sobre el espesor de pared dada en la tabla 4.

6.4 Dimensiones y tolerancias para tubos ranurados interiormente

6.4.1 Generalidades. Las características geométricas de los tubos ranurados interiormente están definidas por el diámetro exterior, el espesor de pared en la raíz de la ranura, la profundidad de la ranura, el número de ranuras, la forma de las ranuras y el paso de la espiral.

NOTA – Para fines de referencia, si se requiere la designación DN de tamaño para componentes de un sistema de tuberías, puede calcularse para los tubos de esta norma por:

Diámetro exterior nominal (*d*) - 2 × espesor nominal de pared en la raíz de la ranura (*e*) - 2 × profundidad nominal de la ranura.

DN se define como un número entero adimensional que se relaciona indirectamente con las dimensiones físicas, en milímetros, del diámetro exterior de las conexiones de extremo.

En casos de litigio, las dimensiones deben medirse a la temperatura de (23 ± 5) °C.

6.4.2 Dimensiones para tubos ranurados interiormente. Los diámetros exteriores nominales recomendados se indican en la tabla 7.

Tabla 7
Diámetros exteriores nominales recomendados para tubos ranurados interiormente

Diámetro exterior nominal	
mm	pulgadas
6,35	1/4
7,00	—
7,94	5/16
8,00	—
9,52	3/8
10,00	—
12,00	—
12,70	1/2
15,00	—
15,87	5/8
16,00	—

6.4.3 Tolerancias sobre el diámetro exterior medio. Las tolerancias sobre el diámetro exterior medio deben ser ±0,05 mm para todos los diámetros.

6.4.4 Tolerancias sobre la masa para tubos suministrados en bobinas enrolladas a nivel (LWC). Por suministro, si el pedido especifica la masa nominal de la bobina, no más del 20% de las bobinas debe pesar menos del 50% de la masa nominal.

6.4.5 Tolerancias de forma. La ovalización debe cumplir las tolerancias que se dan en la tabla 6.

6.5 Abocardado (para tubos lisos)

A simple vista, corregida para una visión normal si es necesario, no debe ser visible fisura, rotura o desgarramiento alguno del metal cuando se ensayan de acuerdo con el apartado 8.4 tubos lisos de hasta 18 mm de diámetro.

6.6 Calidad de la superficie

Las superficies interior y exterior de los tubos deben estar limpias.

Si se requiere, la superficie interior de los tubos debe ser capaz de superar el ensayo de residuo de referencia que se describe en el apartado 8.5. El residuo que queda después de evaporarse el disolvente no debe superar 38 mg/m^2 de la superficie interior real.

Cada tubo debe estar tapado, taponado o cerrado de otro modo por ambos extremos para mantener la limpieza interna del tubo en condiciones normales de manipulación y de almacenamiento.

NOTA – El diseño del tapón debería ser tal que se evite que éste pueda ser forzado a penetrar dentro del agujero del tubo más allá de su profundidad.

6.7 Identificación de defectos

6.7.1 Generalidades. Los tubos deben estar libres de defectos que pudieran ser perjudiciales para su uso.

Todas las discontinuidades deben identificarse como defectos mediante inspección por corrientes inducidas de cada longitud después del estirado final del tubo.

Todos los tubos de diámetro igual o menor que 42 mm deben someterse al ensayo de corrientes inducidas que se describe en el apartado 8.6. Para tubos de diámetro superior a 42 mm, si se requiere, debe acordarse entre el comprador y el suministrador un método de ensayo no destructivo.

6.7.2 Tubos rectos. Todo tubo con defectos identificados debe rechazarse.

6.7.3 Bobinas enrolladas a nivel (LWC). Cada defecto debe estar marcado de forma indeleble y visible mediante un método que no debe deformar el tubo.

El número admisible de defectos es proporcional a la masa y se indica en la tabla 8 para una bobina de 90 kg para suministros de 10 t como mínimo.

NOTA – Para suministros más pequeños, este número puede acordarse entre el comprador y el suministrador.

Tabla 8
Número de defectos admisible para bobinas enrolladas a nivel (LWC)

Espesor nominal de pared <i>e</i> mm		Número de defectos permitido por bobina, para bobinas de 90 kg	
mayor que	menor o igual que	número máximo	número promedio máximo para suministro de 10 t como mínimo
–	0,35	5	2
0,35	0,635	4	2
0,635	–	3	1

EJEMPLO – Número admisible de defectos para una bobina enrollada a nivel, de 130 kg de peso nominal: $5 \times 130/90 = 7,22$, es decir: 7 como máximo.

7 TOMA DE MUESTRAS

Para demostrar que se cumplen los requisitos de características mecánicas y de tamaño de grano del apartado 6.2, los requisitos dimensionales de los apartados 6.3 y 6.4, y los requisitos de abocardado del apartado 6.5, el número de muestras a tomar aleatoriamente debe ser, como mínimo, una por cada 3 000 kg o por cada lote de fabricación, el que sea el menor.

NOTA – Pueden utilizarse los resultados procedentes de análisis realizados en una etapa anterior de fabricación del producto, por ejemplo en la etapa de suministro del lingote o en la fase de colada, si se mantiene la identidad del material y si el sistema de control o gestión de la calidad del fabricante está certificado según la Norma EN ISO 9001.

8 MÉTODOS DE ENSAYO

8.1 Análisis

El análisis debe realizarse sobre muestras de ensayo obtenidas de acuerdo con el capítulo 7. Los métodos analíticos utilizados deben ser químicos o espectrográficos de acuerdo con las normas europeas o internacionales apropiadas.

En caso de litigio, el método de referencia debe ser el análisis químico.

8.2 Ensayo de tracción

El ensayo de tracción debe realizarse de acuerdo con el método que se da en la Norma EN 10002-1, sobre probetas preparadas a partir de muestras obtenidas de acuerdo con el capítulo 7.

8.3 Determinación del tamaño medio de grano

El tamaño medio de grano debe determinarse por comparación con imágenes normalizadas de acuerdo con el método que se da en la Norma EN ISO 2624, sobre probetas preparadas a partir de muestras de ensayo obtenidas de acuerdo con el capítulo 7.

8.4 Ensayo de abocardado

El ensayo de abocardado debe realizarse de acuerdo con la Norma EN 10234. El diámetro exterior del extremo del tubo debe ampliarse en las cantidades siguientes utilizando un mandril cónico con un ángulo de 45°:

- para tubos con un diámetro exterior nominal de hasta 20 mm, 40%;
- para tubos con un diámetro exterior nominal superior a 20 mm, 30%.

8.5 Ensayo del residuo

Para realizar el ensayo utilizar una longitud mínima de tubo de 1 500 mm.

Cerrar uno de los extremos de la probeta tubular y verter dentro un disolvente adecuado, hasta un octavo de su capacidad. Cerrar el otro extremo de la pieza de ensayo y agitar el tubo, con el fin de limpiar totalmente el conjunto de su superficie interna. Abrir uno de los extremos y verter el disolvente en un vaso de precipitados limpio. Abrir el otro extremo y asegurarse de que ha salido todo el disolvente. Evaporar el disolvente y secar el vaso en una estufa a una temperatura de 100 °C a 110 °C durante 10 minutos. Enfriar el vaso en un desecador y pesarlo.

Realizar un ensayo en blanco utilizando la misma cantidad de disolvente. Restar el valor obtenido en el ensayo en blanco del valor obtenido en el ensayo del residuo y calcular la masa por unidad de área de la superficie interior.

La cantidad de disolvente utilizada puede variar con las dimensiones del tubo que se está examinando. La cantidad de disolvente utilizada para el ensayo en blanco debe ser la misma que la utilizada para el examen real de la muestra de tubo.

Para un ensayo de referencia debe utilizarse tricloroetileno.

NOTA – Para los controles de rutina durante los procedimientos de aseguramiento de la calidad, pueden utilizarse otro métodos como alternativa.

8.6 Ensayo por corrientes inducidas

8.6.1 Generalidades. El ensayo debe realizarse de acuerdo con la Norma EN 1971 y en las condiciones dadas en los apartados 8.6.2 u 8.6.3.

8.6.2 Detección de defectos locales. Las discontinuidades locales de los tubos se detectan como defectos con sistemas de bobinas envolventes de acuerdo con la Norma EN 1971.

El tubo patrón normalizado debe contener agujeros producidos a partir de los diámetros de broca indicados en la tabla 9.

Tabla 9
Diámetros de broca para tubo patrón

Medidas en milímetros

Diámetro exterior nominal <i>d</i>		Diámetro de la broca
mayor que	menor o igual que	máx.
6	20	0,6
20	26	0,7
26	32	0,8
32	40	1,1
40	42	1,2

Las señales producidas por los tubos patrón deben fijar los límites de separación entre la aceptación y el rechazo. Las discontinuidades que producen señales iguales o mayores que los límites de separación deben identificarse como defectos.

8.6.3 Detección de defectos no locales en bobinas enrolladas a nivel (LWC). Las discontinuidades no locales de las LWC deben identificarse como defectos mediante uno de los métodos definidos para esto en la Norma EN 1971.

Los defectos no locales están marcados en toda su extensión y cada uno se cuenta como un defecto local.

8.7 Contraensayos

En el caso de que la muestra de tubo falle en el cumplimiento de los requisitos de ensayo, el lote representado por la muestra de tubo o, en el caso de producción continua, todos los tubos fabricados desde la comprobación previa, deben situarse en un depósito aparte.

De los tubos depositados, deben tomarse nuevas muestras a una tasa de muestreo cuatro veces más frecuente que la especificada en el capítulo 7. Si una cualquiera de las muestras de contraensayo falla a la hora de cumplir los requisitos de la especificación, los tubos representados por las muestras debe considerarse que no cumplen los requisitos de esta norma y deben rechazarse. Si todas las muestras de contraensayos cumplen los requisitos, los tubos representados por las muestras debe considerarse que cumplen los requisitos de esta norma.

9 DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD Y DOCUMENTACIÓN DE INSPECCIÓN

9.1 Declaración de conformidad

Cuando el comprador lo pida, y así lo acuerde con el suministrador, el suministrador debe extender la declaración de conformidad apropiada para los productos de acuerdo con la Norma EN 1655.

9.2 Documentación de inspección

Cuando el comprador lo pida, y así lo acuerde con el suministrador, el suministrador debe extender la documentación de la inspección apropiada para los productos de acuerdo con la Norma EN 10204.

10 EMBALAJE, MARCADO Y FORMA DE SUMINISTRO

10.1 Embalaje y marcado

Los tubos deben embalsarse de tal manera que queden protegidos eficazmente en las condiciones normales de transporte y de manipulación.

Los tubos deben embalsarse en lotes uniformes, es decir, de las mismas dimensiones y estado de tratamiento, y cada embalaje debe indicar, como mínimo, la información siguiente de una manera legible e indeleble:

- número de esta norma (EN 12735-2);
- medidas nominales de la sección transversal: diámetro exterior x espesor de pared;
- tipo de superficie interior (lisa o ranurada);
- número de defectos de cada bobina;
- masa neta;
- estado de tratamiento;
- marca de identificación del fabricante;
- número del lote de fabricación.

10.2 Forma de suministro

10.2.1 Bobinas enrolladas a nivel (LWC). Las bobinas pueden suministrarse con o sin carretes.

En la tabla 10 se dan los tamaños recomendados de bobinas y carretes.

Tabla 10
Dimensiones de bobinas y carretes

Forma de suministro	Masa kg	Diámetro exterior nominal mm	Diámetro del núcleo mm	Anchura nominal mm	Tolerancia de la anchura nominal mm	Diámetro del agujero para el eje mm
Bobina	80 a 250	900 a 1 250	560 a 630	150 a 340	0 -10	—
Carrete	—	900 a 1 200	—	170 a 340	0 -10	127 a 130

10.2.2 Longitudes rectas. Si no se especifica otra cosa, los tubos se suministran, generalmente, en longitudes de 3 m, 5 m o 6 m.

ANEXO ZA (Informativo)

**CAPÍTULOS DE ESTA NORMA EUROPEA RELACIONADOS CON LOS REQUISITOS ESENCIALES
U OTRAS DISPOSICIONES DE LAS DIRECTIVAS DE LA UE**

Esta norma europea ha sido elaborada bajo un Mandato dirigido a CEN por la Comisión Europea y por la Asociación Europea de Libre Cambio, y sirve de apoyo a los requisitos esenciales de la Directiva europea 97/23/CE.

ADVERTENCIA: Los productos incluidos en el campo de aplicación de esta norma pueden estar afectados por otros requisitos o Directivas de la UE.

Los capítulos de esta norma sirven de apoyo a los requisitos esenciales indicados en el capítulo 4 "Materiales" del Anexo I de la Directiva 97/23/CE "Equipos a presión".

La conformidad con los capítulos de esta norma es un medio para satisfacer los requisitos esenciales específicos de la correspondiente Directiva y los Reglamentos de la AELC asociados.

BIBLIOGRAFÍA

En la preparación de esta norma europea se ha utilizado un cierto número de documentos como referencia. Estas referencias informativas se citan en los lugares apropiados en el texto y las publicaciones se listan a continuación:

EN 1173 – *Cobre y aleación de cobre. Designación de los estado de tratamiento.*

EN 1412 – *Cobre y aleaciones de cobre. Sistema europeo de designación numérica.*

EN ISO 9001 – *Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos. (ISO 9001:2000).*

ISO 1190-1 – *Cobre y aleaciones de cobre. Código de designación. Parte 1: Designación de materiales.*

ANEXO NACIONAL

Las normas que se relacionan a continuación, citadas en esta norma europea, han sido incorporadas al cuerpo normativo UNE con los siguientes códigos:

Norma europea o internacional	Norma UNE
EN 1057:1996	UNE-EN 1057:1996
EN 1173:1995	UNE-EN 1173:1996
EN 1412:1995	UNE-EN 1412:1996
EN 1655:1997	UNE-EN 1655:1997
EN 1971:1998	UNE-EN 1971:1999
EN 10002-1:1990	UNE 7474-1:1992
EN 10002-1/AC 1:1990	UNE 7474-1:1992 ERRATUM
EN 10204:1991	UNE 36801:1992
EN 10204/A1:1995	UNE 36801/1M:1996
EN 10234:1993	UNE-EN 10234:1994
EN 12449:1999	UNE-EN 12449:2000
EN 12450:1999	UNE-EN 12450:2000
EN 12451:1999	UNE-EN 12451:2000
EN 12452:1999	UNE-EN 12452:2000
EN 12735-1:2001	UNE-EN 12735-1:2001
EN ISO 2624:1995	UNE-EN ISO 2624:1996
EN ISO 9001:2000	UNE-EN ISO 9001:2000
ISO 1190-1:1982	UNE 37102:1984

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32