

Julio 2011

TÍTULO

Tubos de acero para aplicaciones de precisión

Condiciones técnicas de suministro

Parte 3: Tubos soldados calibrados en frío

Steel tubes for precision applications. Technical delivery conditions. Part 3: Welded cold sized tubes.

Tubes de précision en acier. Conditions techniques de livraison. Partie 3: Tubes soudés calibrés à froid.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 10305-3:2010.

OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN 10305-3:2003.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 36 *Siderurgia* cuya Secretaría desempeña CALIDAD SIDERÚRGICA, S.R.L.

Editada e impresa por AENOR
Depósito legal: M 29390:2011

© AENOR 2011
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR

Asociación Española de
Normalización y Certificación

Génova, 6
28004 MADRID-España

info@aenor.es
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201
Fax: 913 104 032

25 Páginas

Grupo 17

Versión en español

**Tubos de acero para aplicaciones de precisión
Condiciones técnicas de suministro
Parte 3: Tubos soldados calibrados en frío**

**Steel tubes for precision applications.
Technical delivery conditions. Part 3:
Welded cold sized tubes.**

**Tubes de précision en acier. Conditions
techniques de livraison. Partie 3: Tubes
soudés calibrés à froid.**

**Präzisionsstahlrohre. Technische
Lieferbedingungen. Teil 3: Geschweißte
maßgewalzte Rohre.**

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2009-11-22.

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 el Centro de Gestión 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 al Centro de Gestión, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia y Suiza.

CEN
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung
CENTRO DE GESTIÓN: Avenue Marnix, 17-1000 Bruxelles

ÍNDICE

	Página
PRÓLOGO	5
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	6
2 NORMAS PARA CONSULTA.....	6
3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES	7
4 SÍMBOLOS	8
5 CLASIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN	8
5.1 Clasificación.....	8
5.2 Designación	8
6 INFORMACIÓN QUE DEBE FACILITAR EL CLIENTE.....	8
6.1 Información obligatoria.....	8
6.2 Opciones.....	8
6.3 Ejemplo de un pedido	10
7 PROCESO DE FABRICACIÓN	10
7.1 Proceso de elaboración del acero	10
7.2 Fabricación de los tubos y condiciones de suministro.....	10
8 REQUISITOS.....	11
8.1 Generalidades.....	11
8.2 Composición química.....	11
8.3 Características mecánicas.....	13
8.4 Aspecto y defectos internos.....	14
8.5 Dimensiones y tolerancias.....	15
9 INSPECCIÓN.....	18
9.1 Tipos de inspección	18
9.2 Documentos de inspección	19
9.3 Resumen de inspecciones y de ensayos.....	20
10 TOMA DE MUESTRAS.....	20
10.1 Unidad de inspección	20
10.2 Preparación de muestras y probetas	21
11 MÉTODOS DE ENSAYO	21
11.1 Ensayo de tracción	21
11.2 Ensayo de aplastamiento	21
11.3 Ensayo de abocardado	22
11.4 Verificación de dimensiones	23
11.5 Medición de la rugosidad.....	23
11.6 Examen visual.....	23
11.7 Ensayos no destructivos.....	23
11.8 Contraensayos, clasificación y reprocesado	23
12 MARCADO	23
13 PROTECCIÓN Y EMBALAJE.....	24
BIBLIOGRAFÍA.....	25

PRÓLOGO

Esta Norma EN 10305-3:2010 ha sido elaborada por el Comité Técnico ECISS/TC 110 *Aceros para tubos y sus accesorios*, cuya Secretaría desempeña UNI.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a ella o mediante ratificación antes de finales de julio de 2010, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de julio de 2010.

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento estén sujetos a derechos de patente. CEN y/o CENELEC no es(son) responsable(s) de la identificación de dichos derechos de patente.

Esta norma anula y sustituye a la Norma EN 10305-3:2002.

La Norma EN 10305 *Tubos de acero para aplicaciones de precisión. Condiciones técnicas de suministro*, consta de las siguientes partes:

- *Parte 1: Tubos sin soldadura estirados en frío.*
- *Parte 2: Tubos soldados estirados en frío.*
- *Parte 3: Tubos soldados calibrados en frío.*
- *Parte 4: Tubos sin soldadura estirados en frío para circuitos hidráulicos y neumáticos.*
- *Parte 5: Tubos soldados y calibrados en frío de sección cuadrada y rectangular.*
- *Parte 6: Tubos soldados estirados en frío para circuitos hidráulicos y neumáticos.*

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, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia y Suiza.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma europea especifica las condiciones técnicas de suministro relativas a los tubos de acero soldados calibrados en frío, de sección transversal circular, que se utilizan en aplicaciones de precisión, con un diámetro exterior especificado $D \leq 193,7$ mm.

NOTA Esta norma también se puede aplicar a otros tipos de secciones transversales (excluidas la cuadrada y la rectangular).

Los tubos conformes con esta norma se caracterizan por tener unas tolerancias dimensionales definidas con precisión y una rugosidad superficial máxima especificada. Los campos de aplicación típicos son los de las industrias de la automoción, del mobiliario, y de la ingeniería general.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se indican son indispensables para la aplicación de esta norma. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de ésta).

EN 10020:2000 *Definición y clasificación de los tipos de aceros.*

EN 10021:2006 *Condiciones técnicas de suministro generales para los productos de acero.*

EN 10027-1 *Sistemas de designación de aceros. Parte 1: Designación simbólica.*

EN 10027-2 *Sistemas de designación de aceros. Parte 2: designación numérica.*

EN 10052:1993 *Vocabulario de los tratamientos térmicos para los productos férreos.*

EN 10168 *Productos de acero. Documentos de inspección. Lista y descripción de la información.*

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

EN 10246-1¹⁾ *Ensayos no destructivos de tubos de acero. Parte 1: Ensayo automático electromagnético para la verificación de la estanquidad hidráulica de los tubos de acero ferromagnético soldados y sin soldadura (excepto soldados por arco sumergido).*

EN 10246-3²⁾ *Ensayos no destructivos de tubos de acero. Parte 3: Ensayo automático por corrientes de Foucault para la detección de las imperfecciones de los tubos de acero sin soldadura y soldados (excepto soldados por arco sumergido).*

EN 10246-5³⁾ *Ensayos no destructivos de tubos de acero. Parte 5: Ensayo automático por flujo de fuga mediante palpadores magnéticos en toda la circunferencia del tubo para la detección de imperfecciones longitudinales de los tubos de acero ferromagnético sin soldadura y soldados (excepto soldados por arco sumergido).*

EN 10246-7⁴⁾ *Ensayos no destructivos de tubos de acero. Parte 7: Ensayo automático por ultrasonidos sobre toda la circunferencia del tubo para la detección de imperfecciones longitudinales de los tubos de acero soldados y sin soldadura (excepto soldados por arco sumergido).*

1) En revisión, para pasar a ser la Norma EN ISO 10893-1 *Ensayos no destructivos de tubos de acero. Parte 1: Ensayo automático mediante ultrasonidos para la verificación de la estanquidad hidráulica de tubos de acero sin soldadura y soldados (excepto por arco sumergido)* (ISO/DIS 10893-1:2009).

2) En revisión, para pasar a ser la Norma EN ISO 10893-2 *Ensayos no destructivos de tubos de acero. Parte 2: Ensayo automático mediante corrientes de Foucault de tubos de acero sin soldadura y soldados (excepto por arco sumergido) para la detección de imperfecciones* (ISO/DIS 10893-2:2009).

3) En revisión, para pasar a ser la Norma EN ISO 10893-3 *Ensayos no destructivos de tubos de acero. Parte 3: Ensayo automático por flujo de fuga del perímetro completo de tubos de acero ferromagnético sin soldadura y soldados (excepto por arco sumergido) para la detección de imperfecciones longitudinales y/o transversales* (ISO/DIS 10893-3:2009).

4) En revisión, para pasar a ser la Norma EN ISO 10893-10 *Ensayos no destructivos de tubos de acero. Parte 10: Ensayo automático mediante ultrasonidos del perímetro completo de tubos de acero sin soldadura y soldados (excepto por arco sumergido) para la detección de imperfecciones longitudinales y/o transversales* (ISO/DIS 10893-10:2009).

EN 10246-8⁵⁾ *Ensayos no destructivos de tubos de acero. Parte 8: Ensayo automático por ultrasonidos del cordón de soldadura para la detección de imperfecciones longitudinales de los tubos de acero soldados por resistencia eléctrica e inducción.*

EN 10256 *Ensayos no destructivos de tubos de acero. Cualificación y competencia del personal que realiza ensayos no destructivos de los niveles 1 y 2.*

EN 10266:2003 *Tubos de acero, accesorios y perfiles estructurales de sección hueca. Símbolos y definiciones de los términos utilizados en las normas de producto.*

EN ISO 377 *Acero y productos de acero. Localización y preparación de muestras y probetas para ensayos mecánicos. (ISO 377:1997).*

EN ISO 2566-1 *Acero. Conversión de valores de alargamiento. Parte 1: Aceros al carbono y débilmente aleados (ISO 2566-1:1984).*

EN ISO 4287 *Especificación geométrica de productos (GPS). Calidad superficial: Método del perfil. Términos, definiciones y parámetros del estado superficial. (ISO 4287:1997+Technical Corrigendum 1).*

EN ISO 6892-1 *Materiales metálicos. Ensayo de tracción. Parte 1: Método de ensayo a temperatura ambiente (ISO 6892-1:2009).*

EN ISO 8492 *Materiales metálicos. Tubos. Ensayo de aplastamiento (ISO 8492:1998).*

EN ISO 8493 *Materiales metálicos. Tubos. Ensayo de abocardado (ISO 8493:1998).*

3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los fines de este documento, se aplican los términos y definiciones incluidos en las Normas EN 10020:2000, EN 10021:2006, EN 10052:1993, EN 10266:2003 además de los siguientes:

3.1 empresario:

Organización para la que una persona trabaja de forma regular.

NOTA El empresario puede ser el fabricante de tubos o una tercera organización que preste servicios de ensayos no destructivos (END).

3.2 fabricante:

Parte que fabrica y suministra tubos que son conformes con esta norma.

NOTA Para el caso en que los tubos sean entregados por un suministrador, véase el capítulo 6 de la Norma EN 10021:2006.

3.3 imperfección:

Discontinuidad en la pared o en las superficies del tubo, detectable con los métodos que se describen en esta norma.

NOTA Si las dimensiones de las imperfecciones cumplen los criterios de aceptación especificados en esta norma, se considera que tales imperfecciones no tienen una implicación práctica en la utilización prevista del producto.

3.4 defecto:

Imperfección de un tamaño que no cumple los criterios de aceptación especificados en esta norma.

NOTA Se considera que los defectos afectan adversamente a la utilización prevista del producto o la limitan.

5) En revisión, para pasar a ser la Norma EN ISO 10893-11 *Ensayos no destructivos de tubos de acero. Parte 11: Ensayos automático mediante ultrasonidos del cordón de soldadura de tubos de acero soldados para la detección de imperfecciones longitudinales y/o transversales (ISO/DIS 10893-11:2009).*

3.5 bobina matriz:

Bobina resultante del proceso de laminado en caliente antes de cualquier operación posterior (decapado, corte, laminado en frío o recubrimiento).

4 SÍMBOLOS

Para los fines de esta norma, se aplican los símbolos de la Norma EN 10266:2003.

5 CLASIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN**5.1 Clasificación**

De acuerdo con el sistema de clasificación indicado en la Norma EN 10020, los tipos de acero indicados en la tabla 2 son aceros de calidad no aleados.

5.2 Designación

Para los tubos amparados por esta norma, la designación del acero está constituida por el número de esta Norma (EN 10305-3) más:

- a) la designación simbólica del acero de acuerdo con la Norma EN 10027-1; o
- b) la designación numérica del acero de acuerdo con la Norma EN 10027-2.

6 INFORMACIÓN QUE DEBE FACILITAR EL CLIENTE**6.1 Información obligatoria**

La siguiente información debe ser facilitada al fabricante en el momento de solicitar la oferta y hacer el pedido:

- a) la cantidad (masa, longitud total o número);
- b) el término "tubo";
- c) las dimensiones (véase 8.5.1);
- d) la designación del acero (véase 5.2);
- e) la condición de suministro, incluida la condición superficial (véanse 7.2.1 y 7.2.2);
- f) la longitud y el tipo de longitud de tubo (véase 8.5.2).

6.2 Opciones

En esta norma se especifican varias de opciones que se enumeran a continuación. En el caso de que el cliente no indique en el momento de solicitar la oferta y hacer el pedido su deseo expreso de implementar cualquiera de estas opciones, los tubos se deben suministrar de acuerdo con la especificación básica (véase 6.1):

- 1) especificación de un tipo de acero no definido en esta norma (véase 8.2);
- 2) idoneidad para el galvanizado por inmersión en caliente (véase 8.2);
- 3) condición superficial para procesos posteriores (véase 8.4.1);

- 4) eliminación del cordón de soldadura interior (véase 8.4.2);
- 5) medición de la rugosidad superficial (véase 8.4.4);
- 6) rugosidad superficial específica (véase 8.4.4);
- 7) ensayo no destructivo del cordón de soldadura para la detección de imperfecciones longitudinales (véase 8.4.8);
- 8) ensayo no destructivo de la circunferencia del tubo completo para la detección de imperfecciones longitudinales (véase 8.4.8);
- 9) ensayo no destructivo para la verificación de la estanquidad (véase 8.4.8);
- 10) especificación de un procedimiento de ensayo de las soldaduras transversales para la detección de imperfecciones (véase 8.4.8);
- 11) especificación de una sección transversal distinta de la circular (véase 8.5.1.1);
- 12) tolerancias del diámetro reducidas (véase 8.5.1.2);
- 13) tolerancias del diámetro unilaterales (véase 8.5.1.2);
- 14) tolerancia del espesor de pared reducida (véase 8.5.1.3);
- 15) tolerancia del espesor de pared unilateral (véase 8.5.1.3);
- 16) otra longitud y/o tolerancia especificada (véase 8.5.2);
- 17) tolerancia para longitudes exactas ≤ 500 mm o $> 8\,000$ mm (véase 8.5.2);
- 18) desviación máxima reducida respecto a la rectitud (véase 8.5.3);
- 19) acabado especificado de los extremos (véase 8.5.4);
- 20) certificado de inspección 3.1 (véanse 9.1 y 9.2.1);
- 21) certificado de inspección 3.2 (véase 9.2.1);
- 22) ensayo de aplastamiento o de abocardado para la condición de suministro +A o +N (véase la tabla 9);
- 23) unidad de inspección compuesta por tubos procedentes de una sola colada (véase 10.1);
- 24) requisitos más restrictivos para el ensayo de aplastamiento (véase 11.2);
- 25) marcado alternativo (véase el capítulo 12);
- 26) suministro sin protección contra la corrosión (véase el capítulo 13);
- 27) protección contra la corrosión específica (véase el capítulo 13);
- 28) tubos sin empaquetar o método de embalaje específico (véase el capítulo 13).

6.3 Ejemplo de un pedido

12 000 m de tubo de 40 mm de diámetro exterior y 1,5 mm de espesor de pared, que sea conforme con esta norma, fabricado de acero tipo E235 en la condición de normalizado, decapado, para ser suministrado en longitudes normalizadas de 6 m, con un certificado de inspección 3.1 de acuerdo con la Norma EN 10204.

12 000 m tubo – 40 × 1,5 – EN 10305-3 – E235 +N, S2 – longitud normalizada 6 m – Opción 20

7 PROCESO DE FABRICACIÓN

7.1 Proceso de elaboración del acero

El procedimiento de elaboración del acero queda a elección del fabricante, con la excepción de que no se debe emplear el proceso de horno de solera abierta (Martin-Siemens), salvo en combinación con un procedimiento secundario de elaboración de acero o con un proceso de refinado en la cuchara.

Los aceros deben estar totalmente calmados.

NOTA Esto excluye la utilización de acero efervescente, equilibrado o semicalmado.

7.2 Fabricación de los tubos y condiciones de suministro

7.2.1 Los tubos se deben fabricar mediante soldeo eléctrico a partir de flejes de acero. Los tubos no deben contener soldaduras de los extremos del fleje, excepto en el caso de tubos que se deban suministrar bobinados, para los que se puede especificar la condición de suministro +A o +N.

Las condiciones superficiales posibles son:

- a) S1 (negro);
- b) S2 (decapado);
- c) S3 (laminado en frío);
- d) S4 (recubierto, según una condición acordada).

NOTA Las condiciones superficiales S1 y S3 se aplican al fleje. Las condiciones superficiales S2 y S4 se pueden aplicar al fleje o al tubo; cuando sea necesario, en el momento de solicitar la oferta y hacer el pedido, el cliente debería indicar la condición requerida.

7.2.2 Los tubos fabricados con acero de los tipos E155, E195, E235, E275 y E355 se deben entregar en la condición de suministro +CR1, +A o +N (véase la tabla 1). Los tubos fabricados con acero de los tipos E190, E220, E260, E320, E370 y E420 se deben entregar en la condición de suministro +CR2.

7.2.3 Todas las operaciones de ensayos no destructivos (END) deben ser realizadas por personal cualificado y competente de los niveles 1, 2 y/o 3, autorizado por el empresario para operar.

La cualificación debe estar de acuerdo con la Norma EN 10256 o, al menos, una equivalente a ella.

Se recomienda que el personal de nivel 3 esté certificado de acuerdo con la Norma EN 473 o, al menos, una equivalente a ella.

La autorización para operar expedida por un empresario, debe estar de acuerdo con un procedimiento escrito. Las operaciones de ensayos no destructivos (END) deben ser autorizadas por personal con nivel 3 en END aprobado por el empresario.

NOTA La definición de los niveles 1, 2 y 3 se puede localizar en las normas apropiadas, por ejemplo, en las Normas EN 473 y EN 10256.

Tabla 1 – Condiciones de suministro

Designación	Símbolo ^a	Descripción
Soldado y calibrado en frío	+CR1	Generalmente sin tratamiento térmico, pero adecuado para recocido final. ^b
	+CR2	No destinado a tratamiento térmico después de los procesos de soldeo y de calibrado. ^c
Recocido de ablandamiento	+A	Después de los procesos de soldeo y de calibrado, los tubos se someten a recocido en una atmósfera controlada.
Normalizado	+N	Después de los procesos de soldeo y de calibrado, los tubos se someten a normalizado en una atmósfera controlada.
^a De acuerdo con la Norma EN 10027-1. ^b Después del recocido o del normalizado, las características mecánicas resultantes cumplen los requisitos especificados en la tabla 4 para la condición de suministro +A o +N respectivamente. ^c Si se aplica un tratamiento térmico posterior, las características mecánicas resultantes pueden no ser conformes con los requisitos especificados.		

8 REQUISITOS

8.1 Generalidades

Cuando los tubos se entreguen en una de las condiciones de suministro indicadas en la tabla 1 y se inspeccionen de acuerdo con los capítulos 9, 10 y 11, deben cumplir los requisitos de esta norma.

Además, se aplican las condiciones técnicas generales de suministro especificadas en la Norma EN 10021.

8.2 Composición química

Se debe aplicar el análisis de colada facilitado por el fabricante del acero, y debe cumplir los requisitos especificados en la tabla 2. Se puede especificar un tipo de acero no especificado en esta norma (véase la opción 1).

Opción 1: *Se especifica un tipo de acero no especificado en esta norma, para el cual se haya acordado un contenido total máximo de elementos de aleación del 5%, la composición química, las características mecánicas y la condición de suministro.*

NOTA Cuando posteriormente se suelden tubos fabricados de acuerdo con esta norma, se debería tener en cuenta el hecho de que el comportamiento del acero, durante y después del soldeo, depende no sólo de la composición del acero y de las condiciones de suministro, sino también de las condiciones de preparación y de ejecución de la soldadura.

Opción 2: *La composición química del tipo de acero especificado debe ser adecuada para la galvanización por inmersión en caliente (como guía, véase, por ejemplo, la Norma EN ISO 1461).*

Tabla 2 – Composición química (análisis de colada)^a

Tipo del acero		% en masa					
Designación simbólica	Designación numérica	C máx.	Si máx.	Mn máx.	P máx.	S máx.	Al _{total} ^b mín.
E155	1.0033	0,11	0,35	0,70	0,025	0,025	0,015
E190	1.0031	0,10					
E195	1.0034	0,15	0,35	0,70	0,025	0,025	0,015
E220	1.0215	0,14					
E235	1.0308	0,17	0,35	1,20	0,025	0,025	0,015
E260	1.0220	0,16					
E275	1.0225	0,21	0,35	1,40	0,025	0,025	0,015
E320	1.0237	0,20					
E355	1.0580	0,22	0,55	1,60	0,025	0,025	0,020
E370	1.0261	0,21					
E420	1.0575	0,16	0,50	1,70	0,025	0,025	0,020

^a Los elementos que no figuran en esta tabla (véase también la nota^b) no se deben añadir voluntariamente en la composición del acero sin la autorización del cliente, a excepción de los elementos que se pueden añadir para fines de desoxidación y/o de fijación del nitrógeno. Se deben tomar todas las medidas necesarias para evitar la incorporación de elementos no deseados procedentes de chatarras o de otros materiales utilizados en el proceso de fabricación del acero.

^b Este requisito no es aplicable siempre que el acero contenga una cantidad suficiente de otros elementos de fijación del nitrógeno, tales como Ti, Nb o V. Cuando se utilice titanio, el fabricante debe verificar que $(Al + Ti/2) \geq 0,020$. Se permiten adiciones de Nb, Ti y V a elección del fabricante. El contenido de estos elementos se debe consignar.

La tabla 3 especifica las desviaciones admisibles del análisis de producto con respecto a los límites especificados para el análisis de colada indicado en la tabla 2.

Tabla 3 – Desviaciones admisibles del análisis del producto con respecto a los límites especificados para el análisis de colada indicado en la tabla 2

Elemento	Valor límite para el análisis de colada según la tabla 2 % en masa	Desviación admisible del análisis del producto % en masa
C	$\leq 0,22$	+ 0,02
Si	$\leq 0,55$	+ 0,05
Mn	$\leq 1,70$	+ 0,10
P	$\leq 0,025$	+ 0,005
S	$\leq 0,025$	+ 0,005
Al	$\geq 0,015$	- 0,005

8.3 Características mecánicas

Las características mecánicas de los tubos deben ser conformes con los requisitos de las tablas 4 y 5 y, si es aplicable, de los apartados 11.2 u 11.3.

NOTA Un posterior proceso (en frío o en caliente) puede modificar las características mecánicas.

Tabla 4 – Características mecánicas a temperatura ambiente para las condiciones de suministro +CR1, +A y +N

Tipo de acero		Valores mínimos para la condición de suministro ^a						
		+CR1 ^{b, c}		+A ^c		+N		
Designación simbólica	Designación numérica	R_m MPa	A %	R_m MPa	A %	R_m MPa	R_{eH} ^d MPa	A %
E155	1.0033	290	15	260	28	270 a 410	155	28
E195	1.0034	330	8	290	28	300 a 440	195	28
E235	1.0308	390	7	315	25	340 a 480	235	25
E275	1.0225	440	6	390	22	410 a 550	275	22
E355	1.0580	540	5	450	22	490 a 630	355	22

^a R_m = resistencia a la tracción; R_{eH} = límite elástico superior (véase también 11.1); A = alargamiento de rotura. Para los símbolos de la condición de suministro, véase la tabla 1.

^b Dependiendo del grado de conformación en frío del material del fleje y del grado de calibración del tubo sometido a soldeo, el límite de elasticidad puede llegar a ser tan elevado como la resistencia a la tracción. Para fines de cálculo, para la condición de suministro +CR1 se recomiendan valores del límite de elasticidad de $R_{eH} \geq 0,7 R_m$.

^c En el caso de las condiciones de suministro +CR1 y +A, las características mecánicas y tecnológicas de la zona soldada pueden ser diferentes de las del material de base.

^d Para tubos de diámetro exterior ≤ 30 mm y espesor de pared ≤ 3 mm, los valores mínimos de R_{eH} son 10 MPa más bajos que los valores dados en esta tabla.

Tabla 5 – Características mecánicas (valores mínimos) a temperatura ambiente para la condición de suministro +CR2^a

Tipo de acero		Resistencia a la tracción	Límite elástico	Alargamiento de rotura
Designación simbólica	Designación numérica	R_m MPa	R_{eH} MPa	A %
E190	1.0031	270	190	26
E220	1.0215	310	220	23
E260	1.0220	340	260	21
E320	1.0237	410	320	19
E370	1.0261	450	370	15
E420	1.0575	490	420	12

NOTA Las características mecánicas y tecnológicas de la zona soldada pueden ser diferentes de las del material de base.

^a Para conocer el símbolo de la condición de suministro, véase la tabla 1.

8.4 Aspecto y defectos internos

8.4.1 El acabado superficial interno y externo de los tubos debe ser el típico del proceso de fabricación y, cuando sea aplicable, del tratamiento térmico empleado.

Opción 3: *El cliente especifica una condición superficial adecuada para un proceso especial posterior.*

Normalmente, el acabado y la condición superficial deben ser tales que toda imperfección de la superficie que requiera reparación se pueda identificar. Todas las imperfecciones de la superficie que, de acuerdo con la experiencia del fabricante, se puedan considerar defectos según se especifica en el apartado 8.4.5, se deben reparar de acuerdo con el apartado 8.4.6, o el tubo o parte del mismo se debe rechazar.

8.4.2 El cordón de soldadura exterior se debe enrasar con la superficie. La altura de la soldadura interior no está limitada, salvo que se especifique la opción 4.

Opción 4: *La altura del cordón de soldadura interior no debe exceder un valor especificado o se debe eliminar.*

El espesor de pared en la zona soldada no debe ser inferior al espesor de pared mínimo especificado.

8.4.3 Fuera de la zona soldada, la rugosidad en la superficie exterior debe ser: $Ra \leq 4 \mu\text{m}$.

8.4.4 Se puede especificar una verificación de la rugosidad superficial y/o niveles mejorados de rugosidad (véanse las opciones 5 y 6).

Opción 5: *La rugosidad superficial se debe medir de acuerdo con el apartado 11.5 y se debe consignar.*

Opción 6: *Se especifica una rugosidad superficial específica de valor límite y de tipo acordados. La rugosidad se debe medir y consignar.*

8.4.5 Las imperfecciones superficiales que afecten al espesor de pared mínimo especificado se deben considerar defectos, y los tubos que las contengan se deben tratar como no conformes con esta norma.

8.4.6 Debe ser admisible eliminar las imperfecciones superficiales, únicamente por amolado o maquinado, siempre que, después de hacerlo, el espesor de pared en el área reparada no sea menor que el espesor de pared mínimo especificado. Todas las áreas reparadas se deben confundir con el contorno del tubo.

8.4.7 Los tubos en la condición de suministro +A o +N deben estar exentos de cascarilla, pero pueden presentar decoloración.

8.4.8 El cliente puede especificar la verificación de la calidad interna mediante un ensayo no destructivo (véanse las opciones 7 a 9).

Opción 7: *Se especifica que el ensayo no destructivo del cordón de soldadura para la detección de imperfecciones longitudinales se debe realizar de acuerdo con el apartado 11.7.1.*

Opción 8: *Se especifica que el ensayo no destructivo de la circunferencia de todo el tubo, para la detección de imperfecciones longitudinales, se debe realizar de acuerdo con el apartado 11.7.1.*

Opción 9: *El ensayo no destructivo para la verificación de la estanquidad se debe realizar de acuerdo con el apartado 11.7.2.*

Las soldaduras en los extremos de fleje de los tubos que se suministran bobinados se deben someter a un ensayo adicional. El método de ensayo se deja a elección del fabricante, salvo que se especifique la opción 10.

Opción 10: *Se especifica un procedimiento de ensayo (para el cual se acuerda el tipo de ensayo y los criterios de aceptación) para la detección de imperfecciones en las soldaduras transversales.*

8.5 Dimensiones y tolerancias

8.5.1 Diámetro exterior y espesor de pared

8.5.1.1 Los tubos de sección circular se deben especificar por los diámetros exterior e interior, o por el diámetro exterior y el espesor de pared, o por el diámetro interior y el espesor de pared, según sea apropiado (véase también la opción 11).

Se pueden especificar otras secciones transversales distintas de la circular.

Opción 11: *Se especifica una sección transversal distinta de la circular (excepto cuadrada y rectangular).*

8.5.1.2 En la tabla 6 se dan los diámetros y espesores de pared recomendados, así como las tolerancias del diámetro y las masas por unidad de longitud.

Para dimensiones intermedias se aplican las tolerancias correspondientes a la dimensión inmediata superior.

Las tolerancias del diámetro incluyen la ovalización. Para una distancia máxima de 100 mm, y debido al método de corte, los diámetros de los extremos de las longitudes corrientes y de las longitudes aproximadas pueden estar fuera de tolerancias.

Las tolerancias del diámetro indicadas en la tabla 6 se aplican a tubos en las condiciones de suministro +CR1 y +CR2. Dependiendo de la relación entre el espesor de pared y el diámetro, las tolerancias del diámetro de los tubos tratados térmicamente, en las condiciones de suministro +A y +N, se obtienen teniendo en cuenta los factores de corrección indicados en la tabla 7. Se pueden especificar otras tolerancias del diámetro (véanse las opciones 12 y 13).

Opción 12: *Se especifica una tolerancia del diámetro reducida.*

Opción 13: *Las tolerancias del diámetro deben ser unilaterales, con el correspondiente intervalo de tolerancia especificado en la tabla 6.*

Tabla 6 – Dimensiones y tolerancias del diámetro

Medidas en milímetros

Diámetro exterior D y tolerancias		Espesor de pared T (mm)															
		0,6	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2	2,2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
		Masa por unidad de longitud T (kg/m)															
6	± 0,12	0,080	0,103	0,123													
8		0,109	0,142	0,173	0,201	0,240											
10		0,139	0,182	0,222	0,260	0,314											
12		0,169	0,221	0,271	0,320	0,388	0,453	0,493									
15		0,213	0,280	0,345	0,408	0,499	0,586	0,641	0,694								
16		0,228	0,300	0,370	0,438	0,536	0,630	0,691	0,749								
18		0,257	0,339	0,419	0,497	0,610	0,719	0,789	0,857	0,956							
19		0,272	0,359	0,444	0,527	0,647	0,764	0,838	0,911	1,02	1,18						
20	± 0,15	0,287	0,379	0,469	0,556	0,684	0,808	0,888	0,966	1,08	1,26						
22		0,317	0,418	0,518	0,616	0,758	0,897	0,986	1,07	1,20	1,41						
25		0,361	0,477	0,592	0,704	0,869	1,03	1,13	1,24	1,39	1,63						
28		0,405	0,537	0,666	0,793	0,980	1,16	1,28	1,40	1,57	1,85	2,11					
30		0,435	0,576	0,715	0,852	1,05	1,25	1,38	1,51	1,70	2,00	2,29					
32	± 0,20		0,616	0,765	0,911	1,13	1,34	1,48	1,62	1,82	2,15	2,46					
35				0,838	1,00	1,24	1,47	1,63	1,78	2,00	2,37	2,72					
38				0,912	1,09	1,35	1,61	1,78	1,94	2,19	2,59	2,98	3,35				
40				0,962	1,15	1,42	1,70	1,87	2,05	2,31	2,74	3,15	3,55				
42				1,01	1,21	1,50	1,78	1,97	2,16	2,44	2,89	3,32	3,75				
42,4				1,02	1,22	1,51	1,80	1,99	2,18	2,46	2,91	3,36	3,79				
44	± 0,25			1,06	1,27	1,57	1,87	2,07	2,27	2,56	3,03	3,50	3,95				
45				1,09	1,30	1,61	1,92	2,12	2,32	2,62	3,11	3,58	4,04				
48,3				1,17	1,39	1,73	2,06	2,28	2,50	2,82	3,35	3,87	4,37	4,86			
50				1,21	1,44	1,79	2,14	2,37	2,59	2,93	3,48	4,01	4,54	5,05			
51					1,47	1,83	2,18	2,42	2,65	2,99	3,55	4,10	4,64	5,16			
55	± 0,30				1,59	1,98	2,36	2,61	2,86	3,24	3,85	4,45	5,03	5,60			
57					1,65	2,05	2,45	2,71	2,97	3,36	4,00	4,62	5,23	5,83			
60					1,74	2,16	2,58	2,86	3,14	3,55	4,22	4,88	5,52	6,16	6,78	7,39	
63,5					1,84	2,29	2,74	3,03	3,33	3,76	4,48	5,18	5,87	6,55	7,21	7,87	
70	± 0,35				2,04	2,53	3,03	3,35	3,68	4,16	4,96	5,74	6,51	7,27	8,01	8,75	
76					2,21	2,76	3,29	3,65	4,00	4,53	5,40	6,26	7,10	7,93	8,75	9,56	
80					2,33	2,90	3,47	3,85	4,22	4,78	5,70	6,60	7,50	8,38	9,25	10,1	
89	± 0,40					3,24	3,87	4,29	4,71	5,33	6,36	7,38	8,38	9,38	10,4	11,3	12,3
90						3,27	3,92	4,34	4,76	5,39	6,44	7,47	8,48	9,49	10,5	11,5	12,4
100	± 0,50					3,64	4,36	4,83	5,31	6,01	7,18	8,33	9,47	10,6	11,7	12,8	13,9
101,6						3,70	4,43	4,91	5,39	6,11	7,29	8,47	9,63	10,8	11,9	13,0	14,1
108						3,94	4,71	5,23	5,74	6,50	7,77	9,02	10,3	11,5	12,7	13,9	15,1
114	± 0,60						4,98	5,52	6,07	6,87	8,21	9,54	10,9	12,2	13,4	14,7	16,0
120							5,25	5,82	6,39	7,24	8,66	10,1	11,4	12,8	14,2	15,5	16,9
127							5,56	6,17	6,77	7,68	9,17	10,7	12,1	13,6	15,0	16,5	17,9
133	± 0,8						5,82	6,46	7,10	8,05	9,62	11,2	12,7	14,3	15,8	17,3	18,8
139,7							6,12	6,79	7,46	8,46	10,1	11,8	13,4	15,0	16,6	18,2	19,8
159	± 1,0						6,98	7,74	8,51	9,65	11,5	13,4	15,3	17,1	19,0	20,8	22,6
168							7,38	8,19	9,00	10,2	12,2	14,2	16,2	18,1	20,1	22,0	24,0
193,7									10,4	11,8	14,1	16,4	18,7	21,0	23,3	25,5	27,8

Tabla 7 – Tolerancias del diámetro para tubos tratados térmicamente

Relación T/D	Tolerancia de la tabla 6 a multiplicar por
$\geq 0,05$	1
$0,05 > T/D \geq 0,025$	1,5
$< 0,025$	2

8.5.1.3 Dependiendo del espesor de pared T se especifican las tolerancias siguientes:

- a) $T \leq 1,5$ mm: $\pm 0,15$ mm;
- b) $T > 1,5$ mm: $\pm 0,1 T$ o $\pm 0,35$ mm, el valor que sea menor.

La tolerancia en más no se aplica a la zona de soldadura. Se pueden especificar otras tolerancias del espesor de pared (véanse las opciones 14 y 15).

Opción 14: Se especifica una tolerancia reducida del espesor de pared.

Opción 15: Se especifica una tolerancia unilateral del espesor de pared con el intervalo de tolerancia indicado en el primer párrafo del apartado 8.5.1.3.

8.5.2 Longitudes

El tipo de longitud de tubo se debe especificar en el momento de solicitar la oferta y hacer el pedido, eligiendo entre:

- a) longitud corriente, lo que significa una longitud de 6 m o de 6,4 m, cuyas tolerancias deben ser $^{+100}_0$ mm; o
- b) longitud exacta (véase también la opción 16), lo que significa longitudes especificadas con tolerancias como las dadas en la tabla 8. Para longitudes especificadas ≤ 500 mm o $> 8\,000$ mm, las tolerancias se deben acordar en base a la opción 17.

Tabla 8 – Tolerancias para longitudes exactas

Longitud L mm	Tolerancia mm
≤ 500	$^{+según\ acuerdo^a}_0$
$500 < L \leq 2\,000$	$^{+3}_0$
$2\,000 < L \leq 5\,000$	$^{+5}_0$
$5\,000 < L \leq 8\,000$	$^{+10}_0$
$> 8\,000$	$^{+según\ acuerdo^a}_0$
^a Véase la opción 17.	

Opción 16: Se especifica otra longitud y/o tolerancia.

Opción 17: Para longitudes exactas ≤ 500 mm o $>$ de 8 000 mm, se especifica una tolerancia unilateral.

8.5.3 Rectitud

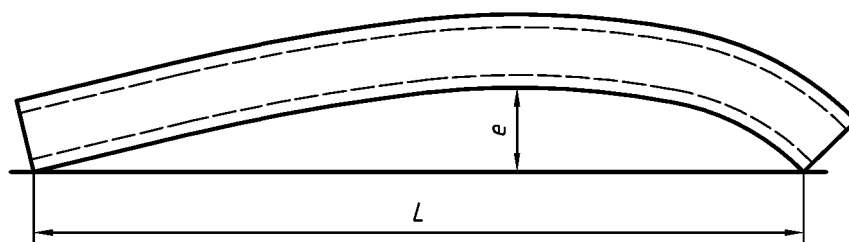
Para los tubos de diámetro exterior mayor de 15 mm, la desviación de rectitud para cualquier longitud de tubo L no debe exceder de $0,002 L$.

Las desviaciones de rectitud sobre una longitud de un metro no deben exceder de 3 mm, salvo que se especifique la opción 18.

Opción 18: Se especifica una desviación máxima reducida de rectitud.

Para longitudes exactas menores de 1 000 mm con un diámetro exterior $D > 15$ mm, la desviación de rectitud de cualquier longitud de tubo L medida de acuerdo con la figura 1, no debe exceder de $0,003 L$.

NOTA Para los tubos de diámetro exterior $D \leq 15$ mm, se puede acordar la desviación máxima respecto a la rectitud especificada y el método de inspección a utilizar.



Leyenda

L Longitud de tubo

e Desviación de rectitud

Figura 1 – Medición de la desviación de rectitud e

8.5.4 Preparación de los extremos

Los tubos se deben suministrar con los extremos cortados perpendicularmente al eje del tubo. Los extremos deben estar exentos de rebabas perjudiciales.

Opción 19: Se debe realizar un acabado especificado de los extremos.

9 INSPECCIÓN

9.1 Tipos de inspección

La conformidad con los requisitos del pedido se debe verificar mediante una inspección no específica, salvo que se especifique la opción 20.

Opción 20: Se especifica una inspección determinada.

9.2 Documentos de inspección

9.2.1 Tipos de documentos de inspección

Salvo que se especifique otra cosa, se debe emitir un informe de ensayo 2.2 de acuerdo con la Norma EN 10204.

Cuando se especifique la opción 20, se debe emitir un certificado de inspección 3.1 de acuerdo con la Norma EN 10204, salvo que se especifique la opción 21.

Opción 21: *Se especifica un certificado de inspección 3.2.*

Cuando se especifique la opción 21, el cliente debe notificar al fabricante el nombre y la dirección de la organización o persona designada para realizar la inspección. Esta designación se debe acordar con la parte que va a emitir el documento de inspección.

9.2.2 Contenido de los documentos de inspección

9.2.2.1 El contenido del documento de inspección debe estar de acuerdo con la Norma EN 10168, como se indica en los apartados 9.2.2.2 y 9.2.2.3.

9.2.2.2 Para los tubos suministrados con inspección no específica, el informe del ensayo 2.2 debe contener los códigos y las informaciones siguientes:

A	las transacciones comerciales y las partes implicadas;
B	la descripción de los productos a los que se aplica el documento de inspección;
C10 a C13	el ensayo de tracción;
C60 a C69	otros ensayos;
C71 a C92	la composición química;
D01	el marcado y la identificación, el aspecto superficial, la forma y las características dimensionales;
Z	la autenticación del documento.

9.2.2.3 Para los tubos suministrados con inspección específica, el certificado de inspección 3.1 o 3.2 debe contener los códigos y las informaciones siguientes:

A	las transacciones comerciales y las partes implicadas;
B	la descripción de los productos a los que se aplica el documento de inspección;
C10 a C13	los ensayos de tracción;
C60 a C69	otros ensayos;
C71 a C92	la composición química (análisis de colada);
D01	el marcado y la identificación, el aspecto superficial, la forma y las características dimensionales;
D02 a D99	otros ensayos (opcionales) (por ejemplo, medición de la rugosidad, los END para la detección de defectos);
Z	la autenticación del documento.

9.3 Resumen de inspecciones y de ensayos

Las inspecciones y los ensayos se deben realizar como se indica en la tabla 9 y en el apartado 10.1.

Tabla 9 – Resumen de inspecciones y ensayos

Tipo de inspección o ensayo		Frecuencia de ensayo ^a		Referencia
		Inspección no específica	Inspección específica	
Obligatoria	Análisis químico	M	M	8.2
	Ensayo de tracción	M	Una por unidad de inspección	8.3, 11.1
	Verificación dimensional	M	M	8.5, 11.4
	Examen visual	M	M	11.6
Opcional	Ensayo de aplastamiento o ensayo de abocardado (Opción 22) ^b	M	Una por unidad de inspección	11.2, 11.3
	Medición de la rugosidad (Opciones 5 y 6)	no aplicable	Una por unidad de inspección	8.4.4, 11.5
	END del cordón de soldadura para detectar imperfecciones longitudinales (Opción 7)	no aplicable	Cada tubo individual	8.4.8, 11.7.1
	END de la circunferencia del tubo completo para detectar imperfecciones longitudinales (Opción 8)			8.4.8, 11.7.1
	END para comprobar la estanquidad (Opción 9)			8.4.8, 11.7.2
	END de las soldaduras transversales para detectar imperfecciones longitudinales (Opción 10)			8.4.8, 11.7.3
^a M: De acuerdo con el procedimiento del fabricante. ^b Opción 22: Para tubos en la condición de suministro de recocido de ablandamiento (+A) o normalizado (+N) se debe realizar un ensayo de aplastamiento o un ensayo de abocardado. El método de ensayo queda a elección del fabricante.				

10 TOMA DE MUESTRAS

10.1 Unidad de inspección

Una unidad de inspección se define como una cantidad de tubos del mismo tipo de acero, de las mismas dimensiones, fabricados en continuo según el mismo procedimiento y en la misma condición de suministro y, si es aplicable, tratados térmicamente, en el mismo lote y en la misma instalación de tratamiento térmico.

NOTA En el caso de un horno de tratamiento térmico continuo, un lote consiste en una cantidad tratada térmicamente sin interrupción con los mismos parámetros de tratamiento.

Una unidad de inspección no debe estar compuesta por más de 2 t o 3 000 m o 500 tubos o la bobina matriz para tubos no tratados térmicamente, el valor que corresponda a la masa mayor. Las cantidades residuales de menos de 50 tubos se pueden combinar con una o varias unidades de inspección.

Opción 23: La unidad de inspección solo debe contener tubos procedentes de la misma colada.

10.2 Preparación de muestras y probetas

10.2.1 Emplazamiento, orientación y preparación de muestras y probetas para los ensayos mecánicos

10.2.1.1 Generalidades

Las muestras y las probetas se deben tomar de los extremos de los tubos, y de acuerdo con la Norma EN ISO 377 de un tubo de muestra por unidad de inspección.

10.2.1.2 Probetas para el ensayo de tracción

Para este ensayo, las probetas se deben preparar de acuerdo con la Norma EN ISO 6892-1. Queda a elección del fabricante si la probeta consiste en un trozo de tubo completo o en una sección de fleje que no contenga cordón de soldadura, tomada en dirección longitudinal respecto al eje del tubo.

10.2.1.3 Probetas para el ensayo de aplastamiento o el ensayo de abocardado

Para estos ensayos, las probetas deben consistir en una sección completa de tubo de acuerdo con la Norma EN ISO 8492 o EN ISO 8493 respectivamente.

10.2.2 Probetas para la medición de la rugosidad

Las probetas se deberían tomar del mismo emplazamiento del que se obtienen las probetas para los ensayos mecánicos. A elección del fabricante, la probeta puede ser una sección completa de tubo o se puede tomar en dirección longitudinal al eje de una sección completa de tubo elegida de manera aleatoria.

11 MÉTODOS DE ENSAYO

11.1 Ensayo de tracción

El ensayo se debe realizar a temperatura ambiente de acuerdo con la Norma EN ISO 6892-1, y se determina lo siguiente:

- a) la resistencia a la tracción (R_m);
- b) el límite elástico superior (R_{eH}).

Si no se presenta un fenómeno de plasticidad, se debe determinar el límite elástico convencional al 0,2%, $R_{p0,2}$, o al 0,5%, $R_{p0,5}$ (extensión total). En caso de litigio, se debe aplicar el límite elástico convencional al 0,2%, $R_{p0,2}$.

- c) el porcentaje de alargamiento A de rotura, con una referencia a la longitud entre señales L_0 de $5,65\sqrt{S_0}$.

Si se utiliza una probeta no proporcional, el valor del porcentaje de alargamiento se debe convertir al valor correspondiente para una longitud entre señales $L_0 = 5,65\sqrt{S_0}$, utilizando las tablas de conversión de la Norma EN ISO 2566-1.

11.2 Ensayo de aplastamiento

El ensayo se debe realizar de acuerdo con la Norma EN ISO 8492, a condición de que el espesor de pared T sea inferior al 15% del diámetro exterior. La sección de tubo se debe aplastar en una prensa hasta que la distancia H entre las placas alcance el valor dado por la fórmula siguiente:

$$H = \frac{(1+C) \times T}{C + \frac{T}{D}} \quad (1)$$

donde

H es la distancia entre las placas medida bajo carga, en milímetros (mm);

D es el diámetro exterior especificado, en milímetros (mm);

T es el espesor de pared especificado, en milímetros (mm);

C es una constante, cuyo valor se da en la tabla 10 salvo que se especifique la opción 24.

Tabla 10 – Valores de la constante C (condiciones de suministro +A y +N)

Tipo de acero		C
Designación simbólica	Designación numérica	
E155	1.0033	0,10
E195	1.0034	0,09
E235	1.0308	0,09
E275	1.0225	0,07
E355	1.0580	0,07

Opción 24: Se especifica un valor más alto para la constante C .

Después del ensayo, la probeta debe estar exenta de grietas o fisuras. No obstante, la presencia de grietas incipientes en los bordes no se debe considerar causa de rechazo.

11.3 Ensayo de abocardado

El ensayo se debe realizar de acuerdo con la Norma EN ISO 8493, con un mandril cónico de 60°. La sección de tubo se debe expandir hasta que se alcance el incremento porcentual del diámetro exterior indicado en la tabla 11.

Tabla 11 – Requisitos para el ensayo de abocardado (condiciones de suministro +A y +N)

Tipo de acero		Aumento del diámetro D en % para	
Designación simbólica	Designación numérica	$T \leq 4$ mm	$T > 4$ mm
E155	1.0033	22	17
E195	1.0034	20	15
E235	1.0308	18	12
E275	1.0225	15	10
E355	1.0580	15	10

Después del ensayo, la probeta debe estar exenta de grietas o fisuras. No obstante, la presencia de grietas incipientes en los bordes no se debe considerar causa de rechazo.

11.4 Verificación de dimensiones

Se deben verificar las dimensiones especificadas, incluida la rectitud. Las mediciones del diámetro se deben realizar a una distancia ≥ 100 mm de los extremos del tubo (véase 8.5.1.2).

11.5 Medición de la rugosidad

La rugosidad se debe medir en dirección axial de acuerdo con la Norma EN ISO 4287, fuera del cordón de soldadura.

11.6 Examen visual

Los tubos se deben examinar visualmente para comprobar su conformidad con los requisitos del apartado 8.4.1.

11.7 Ensayos no destructivos

11.7.1 Ensayo para detectar imperfecciones longitudinales

El ensayo no destructivo del cordón de soldadura o de la circunferencia del tubo completo para la detección de imperfecciones longitudinales se debe realizar, a elección del fabricante, antes o después del calibrado, de acuerdo con uno o varios de los métodos siguientes:

- a) corrientes de Foucault: Norma EN 10246-3, nivel de aceptación E3 o E3H;
- b) flujo de fuga/transductor magnético: Norma EN 10246-5, nivel de aceptación F3;
- c) ultrasonidos: Norma EN 10246-7, nivel de aceptación U3C.
- d) ultrasonidos: Norma EN 10246-8, nivel de aceptación U3.

11.7.2 Verificación de la estanquidad

El ensayo no destructivo para la verificación de la estanquidad se debe realizar de acuerdo con la Norma EN 10246-1.

11.7.3 Ensayo de las soldaduras transversales para detectar imperfecciones

Véase el apartado 8.4.8 y la opción 10.

11.8 Contraensayos, clasificación y reprocesado

Para los contraensayos, la clasificación y el reprocesado se aplica la Norma EN 10021.

12 MARCADO

Salvo que se especifique la opción 25, el marcado debe incluir la siguiente información sobre una etiqueta fijada en el embalaje o, cuando sea necesario a efectos de identificación, en el tubo individual:

- a) el nombre del fabricante o la marca comercial;
- b) las dimensiones especificadas;
- c) el número de esta norma europea;
- d) la designación simbólica o numérica del acero;
- e) la condición de suministro, incluyendo la condición superficial (símbolo);

- f) el número de colada, cuando se especifique la opción 23;
- g) en el caso de inspección específica, un número de identificación (por ejemplo, número de pedido o de artículo), que permita la correlación del producto o unidad de suministro con los documentos relacionados.

Opción 25: *Se especifica un marcado alternativo.*

13 PROTECCIÓN Y EMBALAJE

Los tubos se deben suministrar con un recubrimiento de protección temporal contra la corrosión. El tipo de protección queda a elección del fabricante, salvo que se especifique la opción 26 o 27.

Opción 26: *Los tubos se deben suministrar sin protección contra la corrosión.*

Opción 27: *Los tubos se deben suministrar con una protección específica contra la corrosión que se debe acordar en el momento de solicitar la oferta y hacer el pedido.*

NOTA Los tubos no protegidos están expuestos a la corrosión en todo momento durante el almacenaje y el transporte.

Los tubos se deben suministrar en paquetes, salvo que se especifique la opción 28.

Opción 28: *Se especifica que los tubos se suministren sin empaquetar o la aplicación de un método de embalaje específico.*

BIBLIOGRAFÍA

- [1] EN 473, *Non-destructive testing. Qualification and certification of NDT personnel. General principles.*
- [2] EN ISO 1461, *Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles. Specifications and test methods (ISO 1461:2009).*

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Génova, 6
28004 MADRID-España

info@aenor.es
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201
Fax: 913 104 032