

Materiales metálicos
Ensayo de tracción
Parte 1: Método de ensayo a temperatura ambiente
(ISO 6892-1:2016)

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico
CTN 7 *Ensayos de materiales*, cuya secretaría
desempeña ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
EDIFICACIÓN.

UNE-EN ISO 6892-1

Materiales metálicos
Ensayo de tracción
Parte 1: Método de ensayo a temperatura ambiente
(ISO 6892-1:2016)

Metallic materials. Tensile testing. Part 1: Method of test at room temperature (ISO 6892-1:2016).

Matériaux métalliques. Essai de traction. Partie 1: Méthode d'essai à température ambiante (ISO 6892-1:2016).

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN ISO 6892-1:2016, que a su vez adopta la Norma Internacional ISO 6892-1:2016.

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN ISO 6892-1:2010.

Esta versión corregida de la Norma UNE-EN ISO 6892-1:2017 incorpora las siguientes correcciones:

Se sustituye la primera frase del apartado 10.3.3.2.2 de la siguiente forma:

Si sólo se va a determinar el límite inferior de cedencia, la velocidad de deformación de la parte calibrada de la probeta en la zona de cedencia, debe estar comprendida entre $0,000\ 25\ \text{s}^{-1}$ y $0,002\ 5\ \text{s}^{-1}$.

Las observaciones a este documento han de dirigirse a:

Asociación Española de Normalización

Génova, 6
28004 MADRID-España
Tel.: 915 294 900
info@une.org
www.une.org
Depósito legal: M 12603:2017

© UNE 2017

Prohibida la reproducción sin el consentimiento de UNE.

Todos los derechos de propiedad intelectual de la presente norma son titularidad de UNE.

Versión en español

Materiales metálicos
Ensayo de tracción
Parte 1: Método de ensayo a temperatura ambiente
(ISO 6892-1:2016)

Metallic materials. Tensile testing.
Part 1: Method of test at room
temperature (ISO 6892-1:2016).

Matériaux métalliques. Essai de
traction. Partie 1: Méthode d'essai à
température ambiante
(ISO 6892-1:2016).

Metallische Werkstoffe. Zugversuch.
Teil 1: Prüfverfahren bei
Raumtemperatur (ISO 6892-1:2016).

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2016-04-15.

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/CENELEC, 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, Antigua República Yugoslava de Macedonia, 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, Suiza y Turquía.



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

© 2016 CEN. Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CEN.

Índice

Prólogo europeo	7
Declaración.....	7
Prólogo	8
0 Introducción.....	10
1 Objeto y campo de aplicación.....	10
2 Normas para consulta	10
3 Términos y definiciones.....	10
4 Términos y símbolos	15
5 Principio	17
6 Probetas de ensayo.....	17
6.1 Forma y medidas	17
6.1.1 Generalidades.....	17
6.1.2 Probetas mecanizadas.....	18
6.1.3 Probetas no mecanizadas.....	18
6.2 Tipos.....	19
6.3 Preparación de las probetas.....	19
7 Determinación del área de la sección transversal inicial.....	19
8 Longitud inicial entre puntos y longitud base del extensómetro	20
8.1 Elección de la longitud inicial entre puntos.....	20
8.2 Marcado de la longitud inicial entre puntos.....	20
8.3 Elección de la longitud base del extensómetro	20
9 Exactitud de los dispositivos de ensayo	21
10 Condiciones de ensayo.....	21
10.1 Reglaje del punto de fuerza cero.....	21
10.2 Método de sujeción	21
10.3 Velocidades de ensayo.....	21
10.3.1 Información general respecto a las velocidades de ensayo	21
10.3.2 Velocidad de ensayo basada en la velocidad de deformación (método A)	22
10.3.3 Velocidad de deformación basada en la velocidad de puesta en carga (método B)	24
10.3.4 Informe de las condiciones de ensayo elegidas.....	26
11 Determinación del límite superior de cedencia.....	26
12 Determinación del límite inferior de cedencia.....	26
13 Determinación del límite elástico convencional.....	27

14	Determinación del límite de alargamiento	28
15	Método de verificación del límite de alargamiento remanente	28
16	Determinación de la extensión porcentual del escalón de cedencia	28
17	Determinación de la extensión plástica porcentual bajo fuerza máxima	28
18	Determinación de la extensión total porcentual bajo fuerza máxima	29
19	Determinación de la extensión total porcentual de rotura	29
20	Determinación del alargamiento porcentual de rotura	30
21	Determinación del coeficiente de estricción	31
22	Informe de ensayo	31
23	Medición de la incertidumbre	32
23.1	Generalidades	32
23.2	Condiciones de ensayo	32
23.3	Resultados de ensayo	32
Anexo A (Informativo)	Recomendaciones concernientes al uso de máquinas de ensayo de tracción controladas por ordenador	46
Anexo B (Normativo)	Tipos de probetas que se deben utilizar para productos delgados: chapas, flejes y productos planos de espesor entre 0,1 mm y 3 mm	54
Anexo C (Normativo)	Tipos de probetas que se deben utilizar para alambres, barras y perfiles con un diámetro o espesor de menos de 4 mm	57
Anexo D (Normativo)	Tipos de probetas que se deben utilizar para chapas y productos planos de espesor mayor o igual a 3 mm, y de alambres, barras y perfiles de diámetro o espesor mayor o igual a 4 mm	58
Anexo E (Normativo)	Tipos de probetas que se deben utilizar para tubos	62
Anexo F (Informativo)	Estimación de la velocidad de separación de las mordazas teniendo en cuenta la rigidez del equipo de ensayo	64
Anexo G (Normativo)	Determinación del módulo de elasticidad de los materiales metálicos utilizando un ensayo de tracción uniaxial	66
Anexo H (Informativo)	Medida del alargamiento porcentual después de la rotura si el valor preestablecido es menor del 5%	76

Anexo I (Informativo)	Medida del alargamiento porcentual después de la rotura por el método de la subdivisión de la longitud inicial entre puntos	77
Anexo J (Informativo)	Determinación del alargamiento total porcentual sin estricción, A_{WN}, para productos largos tales como barras, hilos, varillas	79
Anexo K (Informativo)	Estimación de la incertidumbre de medida	80
Anexo L (Informativo)	Precisión del ensayo de tracción. Resultados de los programas de comparación entre laboratorios	86
Bibliografía		94

Prólogo europeo

El texto de la Norma EN ISO 6892-1:2016 ha sido elaborado por el Comité Técnico ISO/TC 164 *Ensayos mecánicos de los materiales metálicos* en colaboración con el Comité Técnico ECISS/TC 101 *Métodos de ensayo (distintos de análisis químicos)*, cuya Secretaría desempeña AFNOR.

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 enero de 2017, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de enero de 2017.

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 ISO 6892-1:2009.

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, Antigua República Yugoslava de Macedonia, 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, Suiza y Turquía.

Declaración

El texto de la Norma ISO 6892-1:2016 ha sido aprobado por CEN como Norma EN ISO 6892-1:2016 sin ninguna modificación.

Prólogo

ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). El trabajo de preparación de las normas internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de ISO. Cada organismo miembro interesado en una materia para la cual se haya establecido un comité técnico, tiene el derecho de estar representado en dicho comité. Las organizaciones internacionales, públicas y privadas, en coordinación con ISO, también participan en el trabajo. ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en todas las materias de normalización electrotécnica.

En la parte 1 de las Directivas ISO/IEC se describen los procedimientos utilizados para desarrollar esta norma y para su mantenimiento posterior. En particular debería tomarse nota de los diferentes criterios de aprobación necesarios para los distintos tipos de documentos ISO. Esta norma se redactó de acuerdo a las reglas editoriales de la parte 2 de las Directivas ISO/IEC. www.iso.org/directives.

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento puedan estar sujetos a derechos de patente. ISO no asume la responsabilidad por la identificación de cualquiera o todos los derechos de patente. Los detalles sobre cualquier derecho de patente identificado durante el desarrollo de esta norma se indican en la introducción y/o en la lista ISO de declaraciones de patente recibidas. www.iso.org/patents.

Cualquier nombre comercial utilizado en esta norma es información que se proporciona para comodidad del usuario y no constituye una recomendación.

Para obtener una explicación sobre el significado de los términos específicos de ISO y expresiones relacionadas con la evaluación de la conformidad, así como información de la adhesión de ISO a los principios de la Organización Mundial del Comercio (OMC) respecto a los Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC), véase la siguiente dirección: <http://www.iso.org/iso/foreword.html>.

El comité responsable de esta norma es el ISO/TC 164, *Ensayos mecánicos de los materiales metálicos*, Subcomité SC 1, *Ensayos uniaxiales*.

Esta segunda edición anula y sustituye a la primera edición (ISO 6892-1:2009) que ha sido revisada técnicamente con las siguientes modificaciones:

- a) reenumeración del capítulo 10;
- b) información adicional sobre el uso del método A y B;
- c) nueva denominación para:
 - 1) Método A de ciclo cerrado → A1
 - 2) Método B de ciclo abierto → A2;
- e) adición del capítulo A.5;
- f) adición en el anexo F de la determinación de la rigidez del equipo de ensayo;

g) nuevo anexo G normativo: Determinación del módulo de elasticidad de los materiales metálicos utilizando un ensayo de tracción uniaxial;

h) el antiguo anexo G se renombra a anexo H, el anexo H a anexo I, etc.

La Norma ISO 6892 consta de las siguientes partes, bajo el título general *Materiales metálicos. Ensayo de tracción*:

- *Parte 1: Método de ensayo a temperatura ambiente.*
- *Parte 2: Método de ensayo a temperatura elevada.*
- *Parte 3: Método de ensayo a baja temperatura.*
- *Parte 4: Método de ensayo de helio líquido.*

0 Introducción

En el transcurso de las discusiones relativas a la velocidad de ensayo de la revisión de la Norma ISO 6892, se decidió recomendar la utilización de la velocidad de deformación en futuras revisiones.

En esta parte de la Norma ISO 6892 hay dos métodos disponibles para la velocidad de ensayo. El primero, el método A, se basa en velocidades de deformación (incluyendo la velocidad de separación de las mordazas), y el segundo, el método B, se basa en velocidades de puesta en carga. El método A está destinado a minimizar la variación de las velocidades de ensayo en el periodo en que se determinan los parámetros influenciados por la velocidad de deformación y a minimizar la incertidumbre de medida de los resultados de ensayo. Por tanto, y fuera del hecho de que a menudo no se conoce la sensibilidad de la velocidad de deformación de los materiales, se recomienda utilizar principalmente el método A.

1 Objeto y campo de aplicación

Esta parte de la Norma ISO 6892 especifica el método de ensayo de tracción a temperatura ambiente de materiales metálicos y define las propiedades mecánicas que pueden determinarse con este ensayo.

NOTA El anexo A contiene recomendaciones adicionales para máquinas de ensayo controladas por ordenador.

2 Normas para consulta

Los documentos indicados a continuación, en su totalidad o en parte, son normas para consulta indispensables para la aplicación de este documento. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición (incluyendo cualquier modificación de ésta).

ISO 7500-1, *Materiales metálicos. Calibración y verificación de máquinas de ensayos uniaxiales estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Calibración y verificación del sistema de medida de fuerza.*

ISO 9513, *Materiales metálicos. Calibración de las cadenas extensométricas utilizadas en ensayos uniaxiales.*

3 Términos y definiciones

Para los fines de este documento, se aplican los términos y definiciones siguientes:

NOTA En lo posterior, las designaciones "fuerza" y "deformación" o "extensión", "extensión porcentual", y "carga", respectivamente, se utilizan en varias ocasiones (tal como figura en las etiquetas de los ejes o en las explicaciones para la determinación de propiedades diferentes). No obstante, para una descripción general o un punto sobre una curva, las designaciones "fuerza" y "deformación" o "extensión", "extensión porcentual", y "carga", respectivamente, se pueden intercambiar.

3.1 longitud entre puntos, *L*:

Longitud de la parte cilíndrica o prismática de la probeta sobre la que se mide el alargamiento en cualquier momento durante el ensayo.

3.1.1 longitud inicial entre puntos, L_0 :

Marcas de la longitud entre puntos (3.1) sobre la probeta, medida a temperatura ambiente antes del ensayo.

3.1.2 longitud final entre puntos después de la rotura, L_u :

Marcas de la longitud entre puntos (3.1) sobre la probeta después de la rotura, a temperatura ambiente, y tras unir cuidadosamente las dos partes de la probeta de forma que sus ejes estén en prolongación.

3.2 longitud calibrada, L_c :

Longitud de la parte calibrada de la probeta que presenta una sección más reducida.

NOTA 1 En el caso de probetas no mecanizadas, el concepto de longitud calibrada se sustituye por el concepto de distancia entre las fijaciones.

3.3 alargamiento:

Incremento en la *longitud inicial* entre puntos (3.1.1) en cualquier momento durante el ensayo.

3.4 alargamiento porcentual:

Alargamiento expresado como tanto por ciento de la *longitud inicial* entre puntos (3.1.1).

3.4.1 alargamiento remanente porcentual:

Incremento en la *longitud inicial* entre puntos (3.1.1) de una probeta sometida a una carga establecida, después de eliminar dicha carga, expresada como tanto por ciento de la longitud inicial entre puntos.

3.4.2 alargamiento porcentual tras la rotura, A :

Alargamiento remanente de la longitud entre puntos después de la rotura ($L_u - L_0$), expresada como tanto por ciento de la *longitud inicial* entre puntos (3.1.1).

NOTA 1 Para información adicional, véase el apartado 8.1.

3.5 longitud base del extensómetro, L_e :

Longitud base inicial del extensómetro que se utiliza para la medición del alargamiento con un extensómetro.

NOTA 1 Para información adicional, véase el apartado 8.3.

3.6 extensión:

Incremento en la *longitud base del extensómetro* (3.5) en cualquier momento del ensayo.

3.6.1 extensión porcentual, e :

Alargamiento expresado como tanto por ciento de la *longitud base del extensómetro* (3.5).

NOTA 1 e es llamado normalmente como carga de ingeniería.

3.6.2 extensión remanente porcentual:

Incremento de la longitud base del extensómetro después de haber sometido a la probeta a una carga establecida y después de eliminar dicha carga, expresado como tanto por ciento de la *longitud base del extensómetro* (3.5).

3.6.3 extensión porcentual del escalón de cedencia, A_e :

En materiales que presentan escalón de cedencia, el alargamiento entre el comienzo de dicho escalón y el endurecimiento por deformación uniforme, expresado como tanto por ciento de la *longitud base del extensómetro* (3.5).

NOTA 1 Véase la figura 7.

3.6.4 extensión total porcentual bajo fuerza máxima, A_{gt} :

Alargamiento total (alargamiento elástico más alargamiento plástico) obtenido bajo fuerza máxima, expresado como tanto por ciento de la *longitud base del extensómetro* (3.5).

NOTA 1 Véase la figura 1.

3.6.5 extensión plástica porcentual bajo fuerza máxima, A_g :

Alargamiento plástico, obtenido bajo fuerza máxima, expresado como tanto por ciento de la *longitud base del extensómetro* (3.5).

NOTA 1 Véase la figura 1.

3.6.6 extensión total porcentual de rotura, A_t :

Alargamiento total (alargamiento elástico más alargamiento plástico) en el momento de la rotura, expresado como tanto por ciento de la *longitud base del extensómetro* (3.5).

NOTA 1 Véase la figura 1.

3.7 Velocidad de ensayo

3.7.1 velocidad de deformación, $\dot{\epsilon}_{L_c}$:

Incremento de la deformación, medida con un extensómetro, en la *longitud base del extensómetro* (3.5) por unidad de tiempo.

3.7.2 velocidad estimada de deformación en la longitud calibrada, $\dot{\epsilon}_{L_c}$:

Valor del incremento de la deformación en la *longitud calibrada* de la probeta (3.2) por unidad de tiempo, basada en la *velocidad de separación de las mordazas* (3.7.3) y en la longitud calibrada de la probeta.

3.7.3 velocidad de separación de las mordazas, v_c

Desplazamiento de las mordazas por unidad de tiempo.

3.7.4 velocidad de puesta en carga, \dot{R} :

Incremento de la tensión por unidad de tiempo.

NOTA 1 La velocidad de puesta en carga sólo se utiliza en la parte elástica del ensayo (método B) (véase además 10.3.3).

3.8 coeficiente de estricción, Z :

Variación máxima del área de la sección transversal que se produce durante el ensayo ($S_o - S_u$), expresado como un tanto por ciento del área de la sección transversal inicial (S_o):

$$Z = \frac{S_o - S_u}{S_o} \cdot 100$$

3.9 Fuerza máxima

3.9.1 fuerza máxima, F_m :

⟨Materiales sin escalón de cedencia⟩ la mayor fuerza que soporta la probeta durante el ensayo.

3.9.2 fuerza máxima, F_m :

⟨Materiales con escalón de cedencia⟩ la mayor fuerza que soporta la probeta durante el ensayo después del comienzo del endurecimiento por deformación uniforme.

NOTA 1 Para materiales con escalón de cedencia, pero para los que no pueda establecerse endurecimiento por deformación uniforme, F_m no se define en esta parte de la Norma ISO 6892 [véase la nota al pie de la figura 8 c)].

NOTA 2 Véanse las figuras 8a) y b).

3.10 carga unitaria:

En cualquier momento del ensayo, cociente entre la fuerza y el área de la sección transversal inicial (S_o) de la probeta.

NOTA 1 Todas las referencias a la carga unitaria en esta parte de la Norma ISO 6892 son referencias a cargas convencionales.

3.10.1 resistencia a la tracción, R_m :

Carga unitaria correspondiente a la *fuerza máxima* F_m (3.9.2).

3.10.2 límite elástico aparente:

En los materiales metálicos que presentan el fenómeno de cedencia, carga unitaria correspondiente al punto durante el ensayo en el cual se produce una deformación plástica sin que aumente la fuerza. Se distingue entre:

3.10.2.1 límite superior de cedencia, R_{eH} :

Valor más alto de la *carga unitaria* (3.10) previo a la primera caída de la fuerza.

NOTA 1 Véase la figura 2.

3.10.2.2 límite inferior de cedencia, R_{eL} :

Valor más bajo de la *carga unitaria* (3.10) durante la cedencia, despreciando los eventuales fenómenos transitorios.

NOTA 1 Véase la figura 2.

3.10.3 límite elástico convencional, R_p :

Carga unitaria a la que corresponde un alargamiento no proporcional igual a un tanto por ciento preestablecido de la *longitud base del extensómetro* (3.5).

NOTA 1 Adaptada del Informe Técnico ISO/TR 25679:2005, "límite elástico convencional, alargamiento no proporcional".

NOTA 2 El símbolo utilizado va seguido de un subíndice que indica el tanto por ciento de alargamiento preestablecido, por ejemplo: $R_{p0,2}$.

NOTA 3 Véase la figura 3.

3.10.4 límite de alargamiento, R_t :

Carga unitaria a la que corresponde un alargamiento total (alargamiento elástico más alargamiento plástico) igual a un tanto por ciento preestablecido de la *longitud base del extensómetro* (3.5).

NOTA 1 El símbolo utilizado va seguido de un subíndice que indica el tanto por ciento de alargamiento preestablecido, por ejemplo: $R_{t0,5}$.

NOTA 2 Véase la figura 4.

3.10.5 límite de alargamiento remanente, R_r :

Carga unitaria a la que, después de suprimida la fuerza, el alargamiento remanente de la *longitud inicial* entre puntos (3.1.1) o el alargamiento remanente de la *longitud base del extensómetro* (3.5), no sobrepasa el valor preestablecido.

NOTA 1 El símbolo utilizado va seguido de un subíndice que indica el porcentaje preestablecido de la longitud inicial entre puntos (L_0) o de la longitud base del extensómetro (L_e), por ejemplo: $R_{r0,2}$.

NOTA 2 Véase la figura 5.

3.11 rotura:

Fenómeno que se considera que ocurre cuando se produce la separación total de la probeta en dos partes o cuando la fuerza disminuye hasta ser nominalmente cero.

NOTA 1 En la figura A.2 se recogen criterios de rotura para ensayos controlados por ordenador.

3.12 máquina de ensayo de tracción controlada por ordenador:

Máquina para la que el control y monitorización del ensayo, las mediciones y el procesado de datos se llevan a cabo mediante ordenador.

3.13 módulo de elasticidad, E :

Cociente de cambio de carga unitaria ΔR y cambio de porcentaje de alargamiento Δe en el intervalo de evaluación multiplicado por el 100%.

$$E = \frac{\Delta R}{\Delta e} \cdot 100\%$$

NOTA 1 Se recomienda reportar el valor en GPa redondeado al 0,1 GPa más cercano y de acuerdo a la Norma ISO 80000-1.

3.14 valor por defecto:

Valor mínimo o máximo respectivamente para la carga unitaria de deformación que se utiliza para describir el intervalo en el que se calcula el módulo de elasticidad.

3.15 coeficiente de correlación, R^2 :

Resultado adicional de la regresión lineal que describe la calidad de la curva carga unitaria-deformación en el intervalo de evaluación.

NOTA 1 El símbolo empleado R^2 es una representación matemática de la regresión y no es una expresión para el valor de carga al cuadrado.

3.16 desviación típica de la pendiente, S_m :

Resultado adicional de la regresión lineal que describe la diferencia de los valores de carga unitaria desde la mejor línea de encaje para los valores proporcionados de alargamiento en el intervalo de evaluación.

3.17 desviación típica relativa de la pendiente, $S_{m(\text{rel})}$:

Cociente de la desviación típica de la pendiente y la pendiente en el intervalo de evaluación, multiplicado por el 100%.

$$S_{m(\text{rel})} = \frac{S_m}{E} \times 100\%$$

4 Términos y símbolos

Los símbolos empleados en esta parte de la Norma ISO 6892 y sus correspondientes designaciones se recogen en la tabla 1.

Tabla 1 – Símbolos y designaciones

Símbolo	Unidad	Designación
Probeta de ensayo		
a_o, T^a	mm	Espesor inicial de una probeta plana o espesor de la pared de un tubo
b_o	mm	Anchura inicial de la parte calibrada de una probeta plana o anchura media de la banda longitudinal tomada de un tubo o anchura de un alambre plano
d_o	mm	Diámetro inicial de la sección calibrada de una probeta circular o diámetro de un alambre circular o diámetro interior de un tubo
D_o	mm	Diámetro exterior inicial de un tubo
L_o	mm	Longitud inicial entre puntos
L'_o	mm	Longitud inicial entre puntos para la determinación de A_{wn} (véase el anexo)
L_c	mm	Longitud calibrada
L_e	mm	Longitud base del extensómetro
L_t	mm	Longitud total de la probeta
L_u	mm	Longitud final entre puntos después de la rotura
L'_u	mm	Longitud final entre puntos después de la rotura para la determinación de A_{wn} (véase el anexo)
S_o	mm ²	Área de la sección transversal inicial de la parte calibrada
S_u	mm ²	Área mínima de la sección transversal después de la rotura
k	—	Coefficiente de proporcionalidad (véase 6.1.1)
Z	%	Coefficiente de estricción

Símbolo	Unidad	Designación
Alargamiento		
A	%	Alargamiento porcentual de rotura (véase 3.4.2)
A_{wn}	%	Alargamiento plástico porcentual sin estricción (véase el anexo I)
Extensión		
e	%	Extensión
A_e	%	Extensión porcentual del escalón de cedencia
A_g	%	Extensión plástica porcentual bajo fuerza máxima (F_m)
A_{gt}	%	Extensión total porcentual bajo fuerza máxima (F_m)
A_t	%	Extensión total porcentual de rotura
ΔL_m	mm	Extensión bajo fuerza máxima
ΔL_f	mm	Extensión de rotura
Velocidades		
$\dot{\epsilon}_{L_e}$	s ⁻¹	Velocidad de deformación
$\dot{\epsilon}_{L_c}$	s ⁻¹	Velocidad de deformación en la longitud calibrada
\dot{R}	MPa s ⁻¹	Velocidad de puesta en carga
v_c	mm s ⁻¹	Velocidad de separación de las mordazas
Fuerza		
F_m	N	Fuerza máxima
Límite elástico aparente. Límite elástico convencional. Resistencia a la tracción		
R	MPa ^b	Carga unitaria
R_{eH}	MPa	Límite superior de cedencia
R_{eL}	MPa	Límite inferior de cedencia
R_m	MPa	Resistencia a la tracción
R_p	MPa	Límite elástico convencional
R_r	MPa	Límite de alargamiento remanente preestablecido
R_t	MPa	Límite de alargamiento
Módulo de elasticidad - Pendiente de la curva carga unitaria-extensión porcentual		
E	GPa	Módulo de elasticidad ^c
m	MPa	Pendiente de la curva carga unitaria-extensión porcentual en un momento determinado del ensayo
m_F	MPa	Pendiente de la parte elástica de la curva carga unitaria-extensión porcentual ^d
R_1	MPa	Valor superior de la carga unitaria
R_2	MPa	Valor inferior de la carga unitaria
e_1	%	Valor superior de la deformación
e_2	%	Valor inferior de la deformación
R^2	-	Coefficiente de correlación

Símbolo	Unidad	Designación
S_m	Mpa	Desviación típica de la pendiente
$S_{m(rel)}$	%	Desviación típica relativa de la pendiente

a Símbolo empleado en las normas de producto para tubos de acero.
b 1 MPa = 1 N/mm²
c El anexo G describe el cálculo del módulo de elasticidad. No se requiere utilizar el anexo G para determinar la pendiente de la parte elástica de la curva carga unitaria-extensión porcentual, para la determinación del límite elástico convencional.
d En la parte elástica de la curva carga unitaria-extensión porcentual, el valor de la pendiente puede no representar necesariamente el módulo de elasticidad. Este valor puede ser bastante similar al del módulo de elasticidad si se utilizan condiciones óptimas (véase el anexo G).

ATENCIÓN – El factor 100 es necesario si se utiliza el valor porcentual.

5 Principio

El ensayo consiste en someter a una probeta a un esfuerzo de tracción, generalmente hasta su rotura, con el fin de determinar una o varias de las características mecánicas definidas en el capítulo 3.

Salvo especificación en contra, el ensayo se lleva a cabo a temperatura ambiente entre 10 °C y 35 °C. Para aquellos ambientes de laboratorio fuera del requisito declarado, es responsabilidad del laboratorio de ensayo que evalúe el impacto sobre los ensayos y/o sobre la calibración de los datos obtenidos con y para las máquinas de ensayo que operen en tales ambientes. Cuando las actividades de ensayo y calibración se lleven a cabo fuera de los límites recomendados de temperatura de 10 °C y 35 °C, se debe registrar e informar sobre la temperatura. Si se presentan gradientes de temperatura significativos durante el ensayo y/o la calibración, la incertidumbre de las mediciones pueden incrementarse y quedar fuera de las condiciones toleradas.

Para los ensayos realizados bajo condiciones controladas, la temperatura ambiente debe mantenerse a 23 °C ± 5 °C.

Si se exige la determinación del módulo de elasticidad en el ensayo de tracción, esto deberá realizarse de acuerdo al anexo G.

6 Probetas de ensayo

6.1 Forma y medidas

6.1.1 Generalidades

La forma y medidas de las probetas dependen de las del producto metálico a partir del cual se toman dichas probetas.

La probeta se obtiene, normalmente, mecanizando una muestra obtenida del producto o de una muestra moldeada. Sin embargo, en los productos de sección transversal constante (secciones, barras, cables, etc.) o de muestras de ensayo moldeadas (es decir, para fundiciones de hierro y aleaciones no ferrosas) se pueden utilizar las muestras sin mecanizar.

La sección transversal de las probetas puede ser circular, cuadrada, rectangular, anular o, en casos especiales, de otra forma constante.

Las probetas que se deben usar preferentemente tienen una longitud inicial entre puntos L_0 que está relacionada directamente con el área de la sección transversal inicial S_0 mediante la fórmula $L_0 = k\sqrt{S_0}$, donde k es un coeficiente de proporcionalidad, y se denominan probetas de ensayo proporcionales. El valor adoptado internacionalmente para k es 5,65. La longitud inicial entre puntos no debe ser menor de 15 mm. Cuando el área de la sección transversal de la probeta sea demasiado pequeña para que se cumpla este requisito con el valor del coeficiente $k = 5,65$, puede usarse un valor mayor (preferentemente 11,3) o una probeta no proporcional.

NOTA La utilización de una longitud inicial entre puntos menores de 20 mm supone un incremento de la incertidumbre del resultado del "alargamiento tras la fractura".

En el caso de probetas no proporcionales, la longitud inicial entre puntos L_0 se toma independientemente del área de la sección transversal inicial (S_0).

Las tolerancias dimensionales de las probetas deben ser conformes con lo establecido en los anexos B a E (véase 6.2).

Si así se acuerda con el cliente, pueden usarse otras probetas tales como las establecidas en las normas de producto que correspondan o en normas nacionales, por ejemplo en las Normas ISO 3183^[1] (API 5L), ISO 11960^[2] (API 5CT), ASTM A370^[6], ASTM E8M^[7], DIN 50125^[10], IACS W2^[13] y JIS Z2241^[14].

6.1.2 Probetas mecanizadas

Las probetas mecanizadas deben tener un radio de acuerdo suave entre la parte calibrada y las cabezas de amarre si poseen diferentes dimensiones. Las dimensiones de este radio de acuerdo son importantes y se recomienda, si no son posibles los valores dados en el anexo apropiado (véase 6.2), se definan en la especificación del producto.

Las cabezas de amarre pueden ser de cualquier forma para que se adapten a los dispositivos de sujeción de la máquina de ensayo. El eje de la probeta debe coincidir con el eje de aplicación de la fuerza.

La longitud de la parte calibrada L_c , o, en el caso de probetas sin radios de acuerdos, la longitud libre entre las mordazas deberá ser siempre mayor que la longitud inicial entre puntos L_0 .

6.1.3 Probetas no mecanizadas

Si la probeta consiste en una longitud del producto no mecanizada o en una barra de ensayo no mecanizada, la longitud libre entre las mordazas debe ser la suficiente para que los puntos de referencia estén a una distancia razonable de las mordazas (véanse los anexos B a E).


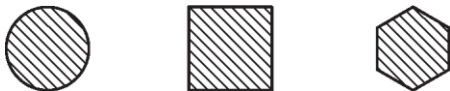
Las probetas moldeadas deben incorporar acuerdos entre las cabezas de amarre y la longitud de la parte calibrada. Las dimensiones de este radio de acuerdo son importantes y se recomienda que estén definidas en la norma de producto. Las cabezas de amarre pueden ser de cualquier forma que se adapte a los dispositivos de sujeción de la máquina de ensayo, siempre que permitan que el centro de la probeta de ensayo coincida con el eje de aplicación de la fuerza. La longitud de la parte calibrada L_c debe ser siempre mayor que la longitud inicial entre puntos L_0 .

6.2 Tipos

Los principales tipos de probetas se definen en los anexos B a E de acuerdo con la forma y el tipo de producto, como se muestra en la tabla 2. En las normas de producto pueden establecerse otros tipos de probetas.

Tabla 2 – Principales tipos de probetas de acuerdo con el tipo de producto

Medidas en milímetros

Tipo de producto		Anexo correspondiente
Chapas - Flejes - Productos planos 	Alambres - Barras - Perfiles 	
Espesor <i>a</i>	Diámetro o lado	
$0,1 \leq a < 3$	-	B
-	< 4	C
$a \geq 3$	≥ 4	D
Tubos		E

6.3 Preparación de las probetas

Las muestras de ensayo deben tomarse y prepararse de acuerdo con los requisitos de las normas internacionales que correspondan para los diferentes materiales (por ejemplo, la Norma ISO 377).

7 Determinación del área de la sección transversal inicial

Las dimensiones apropiadas de la probeta deberían medirse en un número suficiente de secciones transversales perpendiculares al eje longitudinal en la zona central de la longitud calibrada de la probeta.

Se recomienda un mínimo de tres secciones transversales.

El área de la sección transversal inicial S_0 es la media del área de la sección transversal y debe calcularse a partir de las medidas de las dimensiones apropiadas.

La exactitud de este cálculo depende de la naturaleza y el tipo de la probeta. Los anexos B a E describen los métodos para la evaluación de S_0 para los diferentes tipos de probetas y contienen especificaciones para la exactitud de la medición.

Todos los equipos de medición utilizados para determinar el área de la sección transversal inicial se deben calibrar conforme a las normas de referencia apropiadas y con trazabilidad a un Sistema Nacional de Medición.

8 Longitud inicial entre puntos y longitud base del extensómetro

8.1 Elección de la longitud inicial entre puntos

En el caso de probetas proporcionales, si la longitud inicial entre puntos no es equivalente a $5,65\sqrt{S_0}$ donde S_0 es el área de la sección transversal inicial de la longitud paralela, el símbolo A debería ser suplementado por un subíndice que indique el coeficiente de proporcionalidad utilizado, por ejemplo $A_{11,3}$ que indica un porcentaje de alargamiento de la longitud entre puntos, L_0 , de acuerdo con la fórmula (1):

$$A_{11,3} = 11,3\sqrt{S_0} \quad (1)$$

NOTA $5,65\sqrt{S_0} = 5\sqrt{4S_0 / \pi}$.

En el caso de probetas no proporcionales (véase el anexo B), el símbolo A debería ser suplementado por un subíndice que indique la longitud inicial entre puntos utilizada, expresada en milímetros, por ejemplo $A_{80 \text{ mm}}$ que indica un porcentaje de alargamiento de la longitud entre puntos, L_0 , de 80 mm.

8.2 Marcado de la longitud inicial entre puntos

Para la determinación manual del alargamiento después de la rotura A, cada extremo de la longitud inicial entre puntos, L_0 , debe marcarse mediante finas marcas, trazos o rasgados, pero no mediante marcas que podrían suponer una rotura prematura. La longitud inicial entre puntos debe marcarse con una precisión de $\pm 1\%$.

En el caso de probetas proporcionales, el valor calculado de la longitud inicial entre puntos se puede redondear al múltiplo más próximo de 5 mm, siempre que la diferencia entre la longitud entre puntos marcada y la calculada sea menor del 10% de L_0 .

Si la longitud de la parte calibrada L_c es mucho mayor que la longitud inicial entre puntos, como ocurre por ejemplo con probetas no mecanizadas, se pueden marcar varias parejas de puntos para limitar varias longitudes entre puntos solapadas entre sí.

En algunos casos, puede ser útil trazar una línea paralela al eje longitudinal, a lo largo del cual están marcadas las longitudes de calibración.

8.3 Elección de la longitud base del extensómetro

Para la medición de los parámetros de cedencia y alargamiento, L_e debería abarcar tanto como fuese posible de la longitud paralela de la probeta. Idealmente, como mínimo, L_e debería ser mayor que $0,5L_0$ pero menor que $0,9L_c$ aproximadamente. Esto debería asegurar que el extensómetro detecta todos los sucesos de cedencia que ocurren en la probeta. Además, para la medición de los parámetros "durante" o "después" de alcanzar la fuerza máxima, L_e , debería ser aproximadamente igual a L_0 .