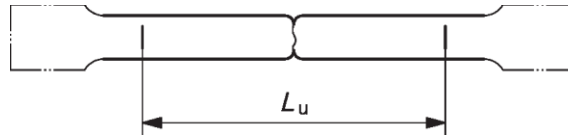


a) Antes del ensayo



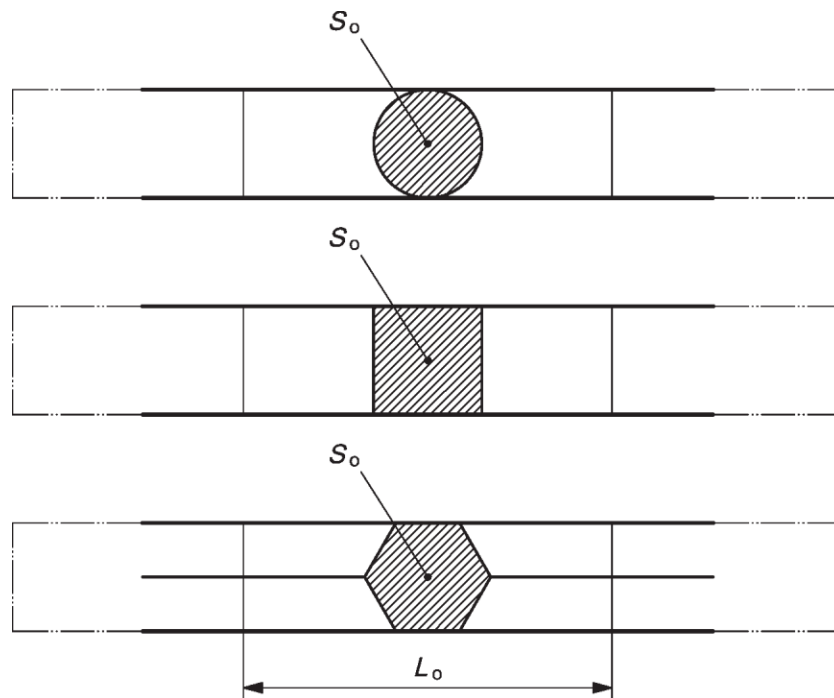
b) Después del ensayo

Leyenda

- a_0 Espesor inicial de una probeta plana o de un espesor de pared de tubo
- b_0 Anchura inicial de la parte calibrada de una probeta plana
- L_c Longitud de la parte calibrada
- L_0 Longitud inicial entre puntos
- L_t Longitud total de la probeta
- L_u Longitud final entre puntos después de la rotura
- S_0 Área de la sección transversal inicial de la parte calibrada
- 1 Cabezas de amarre

NOTA La forma de las cabezas de amarre de las probetas se proporciona únicamente con carácter informativo.

Figura 11 - Probetas mecanizadas de sección transversal rectangular (véanse los anexos B y D)

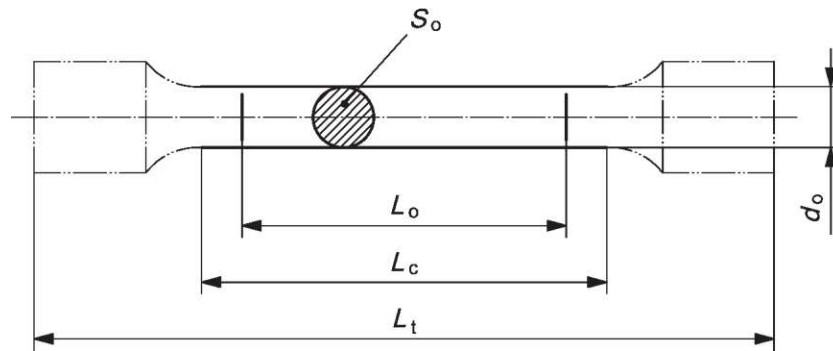


Leyenda

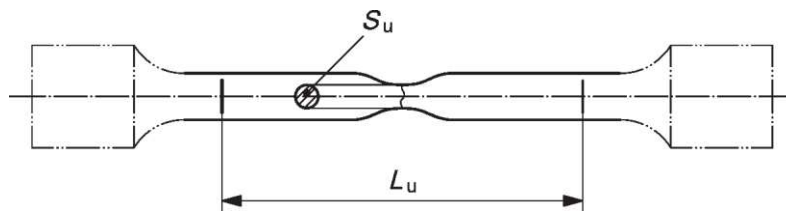
L_0 Longitud inicial entre puntos

S_0 Área de la sección transversal inicial de la parte calibrada

Figura 12 – Probetas que contienen un trozo de producto no mecanizado (véase el anexo C)



a) Antes del ensayo



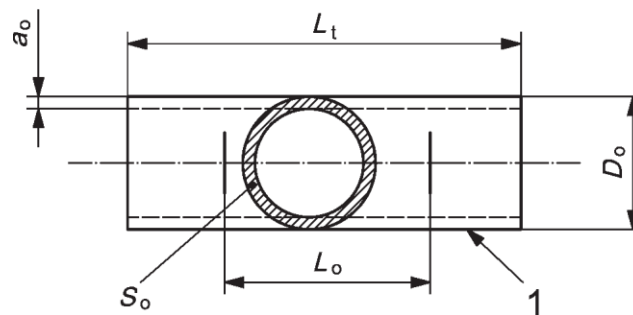
b) Después del ensayo

Leyenda

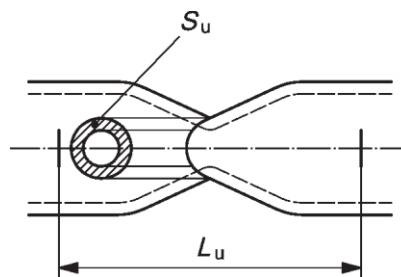
- d_o Diámetro inicial de la parte calibrada de una probeta circular
- L_c Longitud de la parte calibrada
- L_o Longitud inicial entre puntos
- L_t Longitud total de la probeta
- L_u Longitud final entre puntos después de la rotura
- S_o Área de la sección transversal inicial de la parte calibrada
- S_u Área mínima de la sección transversal después de la rotura

NOTA La forma de las cabezas de amarre de las probetas se proporciona únicamente con carácter informativo.

Figura 13 - Probetas mecanizadas de sección transversal circular (véase el anexo D)



a) Antes del ensayo

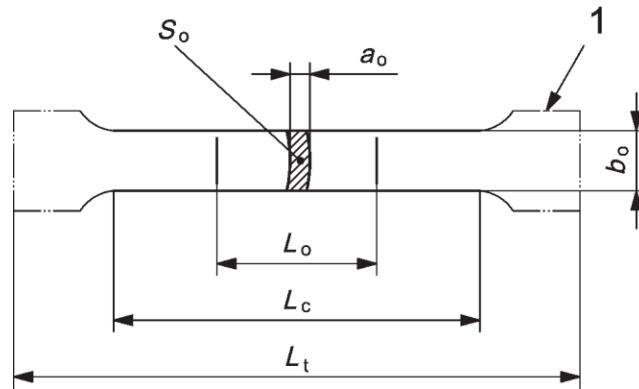


b) Después del ensayo

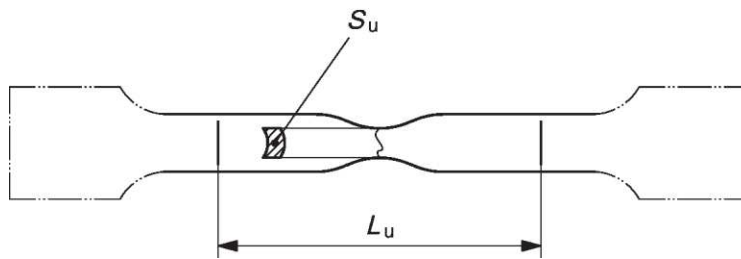
Leyenda

- a_0 Espesor de pared inicial de un tubo
- D_0 Diámetro exterior inicial de un tubo
- L_0 Longitud inicial entre puntos
- L_t Longitud total de la probeta
- L_u Longitud final entre puntos después de la rotura
- S_0 Área de la sección transversal inicial de la parte calibrada
- S_u Área mínima de la sección transversal después de la rotura
- 1 Cabezas de amarre

Figura 14 – Probetas que contienen una longitud de tubo (véase el anexo E)



a) Antes del ensayo



b) Después del ensayo

Leyenda

- a_0 Espesor de pared inicial de un tubo
- b_0 Anchura media inicial de una banda longitudinal tomada de un tubo
- L_c Longitud de la parte calibrada
- L_0 Longitud inicial entre puntos
- L_t Longitud total de la probeta
- L_u Longitud final entre puntos después de la rotura
- S_0 Área de la sección transversal inicial de la parte calibrada
- S_u Área mínima de la sección transversal después de la rotura
- 1 Cabezas de amarre

NOTA La forma de las cabezas de amarre de las probetas se proporciona únicamente con carácter informativo.

Figura 15 – Probetas cortadas de un tubo (véase el anexo E)

Anexo A (Informativo)

Recomendaciones concernientes al uso de máquinas de ensayo de tracción controladas por ordenador

A.1 Generalidades

Este anexo contiene recomendaciones adicionales para la determinación de las propiedades mecánicas utilizando una máquina de ensayo de tracción controlada por ordenador. En particular, proporciona las recomendaciones que deberían tenerse en cuenta en el *software* y en las condiciones de ensayo.

Estas recomendaciones hacen referencia al diseño, el *software* de la máquina y su validación y las condiciones de funcionamiento del ensayo de tracción.

A.2 Máquina de ensayo de tracción

A.2.1 Diseño

La máquina debería diseñarse de forma que suministre respuestas que den señales analógicas no tratadas por el *software*. Si no se suministran dichas respuestas, el fabricante de la máquina debería proporcionar datos digitales no tratados con información acerca de cómo han sido obtenidos y tratados por el *software*. Éstos deberían darse en unidades básicas del sistema internacional y deberían relacionarse con la fuerza, el alargamiento, la velocidad de separación de las mordazas, el tiempo y las dimensiones de la probeta. En la figura A.1 se proporciona un ejemplo del fichero de datos adecuado.

```

A {
"Reference";"ISO 6892"
"Identification";"TENSTAND"
"Material";"DC 04 Steel"
"Extensometer to crosshead transition";0.00;"%"
"Specimen geometry";"flat"
"Specimen thickness = ao"
"Specimen width = bo"
"Cross-sectional area = So"
"Extensometer gauge length = Le"
"Extensometer output in mm"
"Parallel length = Lc"
>Data acquisition rate 50Hz"
>Data row for start force reduction (Hysteresis) = Hs"
>Data row for end force reduction (Hysteresis) = He"
>Data row for switch to crosshead = Cs"
"File length N data rows"
"File width M data columns"
.
.
B {
"ao";0.711;"mm"
"bo";19.93;"mm"
"So";14.17;"mm2"
"Le";80.00;"mm"
"Lc";120.00;"mm"
"N";2912
"M";4
"Hs";0
"He";0
-Cs";0
.
.
C {
"time";"crosshead";"extensometer";"force"
"s";"mm";"mm";"kN"
.
.
0.40;0.0012;0.0000;0.12694
0.42;0.0016;0.0000;0.12992
0.44;0.0020;0.0001;0.13334
0.46;0.0024;0.0002;0.13699
0.48;0.0029;0.0003;0.14114
0.50;0.0035;0.0004;0.14620
0.52;0.0041;0.0006;0.15124
0.54;0.0047;0.0007;0.15669
0.56;0.0054;0.0008;0.16247
0.58;0.0060;0.0009;0.16794
0.60;0.0067;0.0012;0.17370
0.62;0.0074;0.0013;0.17980
0.64;0.0082;0.0014;0.18628
.
.
}
}
}

```

Leyenda

- A Encabezado
- B Parámetros de ensayo y medidas de la probeta
- C Datos

Figura A.1 – Ejemplo de formato de fichero de datos adecuado

A.2.2 Frecuencia de muestreo de los datos

La anchura de banda de las frecuencias de los componentes mecánicos y electrónicos de cada uno de los canales de medida y la frecuencia de muestreo de los datos deberían ser suficientemente altas como para poder registrar las características del material que se requiere medir. Por ejemplo, para la determinación de R_{eH} , se puede utilizar la fórmula (A.1) para determinar la frecuencia de muestreo mínima, f_{\min} , en s^{-1} :

$$f_{\text{mín.}} = \frac{\dot{\epsilon} \cdot E}{R_{\text{eH}} \cdot q} \cdot 100 \quad (\text{A.1})$$

donde

$\dot{\epsilon}$ es la velocidad de deformación, en s⁻¹;

E es el módulo de elasticidad, en MPa;

R_{eH} es el límite superior de cedencia, en MPa;

q es el error de exactitud de la máquina en la medición de la fuerza relativa, expresado como tanto por ciento (conforme a la Norma ISO 7500-1).

La elección de R_{eH} en la fórmula (A.1) se debe al hecho de que R_{eH} corresponde a una característica transitoria durante el ensayo. Cuando el material sometido a ensayo carece de comportamiento de cedencia, debería usarse el límite elástico convencional $R_{\text{p0,2}}$ y la frecuencia de muestreo mínima puede reducirse a la mitad.

Cuando se emplee el método B (basado en la velocidad de puesta en carga), la frecuencia de muestreo mínima debería calcularse utilizando la fórmula (A.2):

$$f_{\text{mín.}} = \frac{\dot{R}}{R_{\text{eH}} \cdot q} \cdot 100 \quad (\text{A.2})$$

donde \dot{R} es la velocidad de puesta en carga, en megapascales por segundo.

A.3 Determinación de las propiedades mecánicas

A.3.1 Generalidades

Para el *software* de la máquina deberían tenerse en cuenta los siguientes requisitos.

A.3.2 Límite superior de cedencia

Debería considerarse R_{eH} (3.10.2.1) como la carga unitaria correspondiente al valor más alto de la fuerza antes de una reducción de al menos 0,5% de la misma, seguida por una región en la que la fuerza no debería exceder el máximo anterior durante un intervalo de deformaciones no menor de 0,05%.

A.3.3 Límite elástico convencional y límite de alargamiento total

R_{p} (3.10.3) y R_{t} (3.10.4) pueden determinarse por interpolación entre dos puntos adyacentes de la curva ajustada.

A.3.4 Extensión total porcentual bajo fuerza máxima

Debería considerarse A_{gt} (véanse 3.6.4 y la figura 1) como el alargamiento total correspondiente a la deformación a la máxima fuerza.

Para algunos materiales es necesario ajustar el diagrama carga unitaria-deformación, para lo cual se recomienda una regresión polinómica. El intervalo ajustado puede tener influencia en el resultado. El diagrama ajustado debería ser una representación razonable de la parte correspondiente del diagrama inicial carga unitaria-deformación.

A.3.5 Extensión plástica porcentual bajo fuerza máxima

Debería considerarse A_g (véanse 3.6.5 y la figura 1) como el alargamiento plástico correspondiente a la deformación a la máxima fuerza.

Para algunos materiales es necesario ajustar el diagrama carga unitaria-deformación, para lo cual se recomienda una regresión polinómica. El intervalo ajustado puede tener influencia en el resultado. El diagrama ajustado debería ser una representación razonable de la parte correspondiente del diagrama inicial carga unitaria-deformación.

A.3.6 Alargamiento porcentual de rotura (A_t)

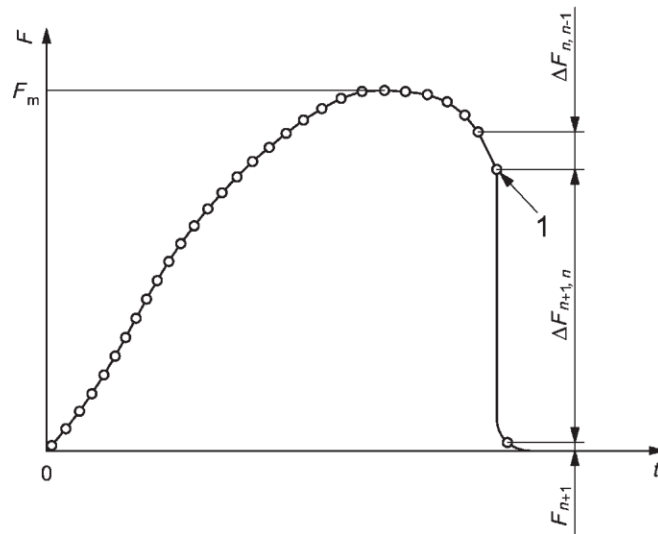
A.3.6.1 Se determina A_t respecto a la definición de rotura de la figura A.2.

Se considera que la rotura es efectiva cuando la fuerza entre dos puntos de medida disminuye:

- a) más de 5 veces de la disminución entre los dos puntos previos, seguida de una caída a un valor menor del 2% de la fuerza máxima de tracción; y
- b) menos del 2% de la fuerza de tracción máxima (materiales blandos).

El punto de rotura determinado mediante este método, podría influenciarse a partir de un incremento de la velocidad de muestreo y/o del filtro de la señal de fuerza.

Otro método útil para detectar la rotura de la probeta consiste en monitorizar el voltaje o la corriente eléctrica a través de la probeta. En este caso, se consideran los valores medidos justo antes de que se interrumpa la corriente como los valores de rotura.



Leyenda

F	Fuerza	1	Rotura
F_m	Fuerza máxima	○	Punto de medida
F_{n+1}	Fuerza en el punto de medida $n + 1$		Criterio para la rotura
$\Delta F_{n,n-1}$	Diferencia de fuerza entre el punto de medida n y el $n - 1$		$\left \Delta F_{n+1,n} \right > 5 \left \Delta F_{n,n-1} \right $
$\Delta F_{n+1,n}$	Diferencia de fuerza entre el punto de medida $n + 1$ y el n		y/o
t	Tiempo		$F_{n+1} < 0,02 F_m$

Figura A.2 – Representación esquemática para la definición de rotura de la probeta

A.3.6.2 Si se mantiene el extensómetro y se mide la extensión hasta la rotura, evalúese el valor en el punto 1 de la figura A.2.

A.3.6.3 Si se retira el extensómetro o se interrumpe la medición de la extensión antes de la rotura pero después de la fuerza máxima, F_m , entonces se permite usar el desplazamiento de las mordazas para determinar el alargamiento adicional entre la retirada del extensómetro y la rotura. El método utilizado debería ser verificable.

A.3.7 Medida de la pendiente de la curva en el intervalo elástico

Para que sea válido para probetas de características desconocidas, el método utilizado no debería depender de ningún límite de carga unitaria predefinido, a menos que éste esté definido en la norma de producto o sea objeto de acuerdo entre las partes interesadas para el ensayo.

Los métodos basados en el cálculo de las características de un segmento deslizante son los más convenientes. Los parámetros son los siguientes:

- a) la longitud del segmento deslizante (número de puntos utilizado);
- b) la fórmula escogida como referencia para definir la pendiente de la curva;

NOTA Si la porción recta del diagrama fuerza-extensión no se encuentra claramente definida, véase el apartado 13.1.

La pendiente de la curva en el intervalo elástico corresponde a la pendiente media en un intervalo en el que se satisfacen las siguientes condiciones:

- c) la pendiente del segmento deslizante es constante;
- d) el intervalo seleccionado es representativo.

En cualquier caso, debería recomendarse que los límites pertinentes para el intervalo pueda seleccionarlos el usuario con el fin de eliminar valores sin sentido de la pendiente de la curva en el intervalo elástico.

Referencias a estos y a otros métodos aceptables se dan en las referencias bibliográficas [5], [17], [18] y [19].

Un método recomendado para determinar la pendiente de la línea elástica para evaluación de $R_{p0,2}$ (referencia bibliográfica [20]) se presenta debajo:

- regresión lineal del intervalo lineal;
- límite inferior: ~10% de $R_{p0,2}$;
- límite superior: ~40% de $R_{p0,2}$;
- para obtener datos más exactos de $R_{p0,2}$, debería comprobarse la línea elástica y, si fuera necesario, volver a calcularla con otros límites.

A.4 Validación del *software* de la máquina

La eficiencia de los métodos utilizados por el sistema de ensayo para determinar las diversas características del material puede comprobarse mediante comparación con resultados determinados por la manera tradicional mediante inspección/cálculo a partir de representaciones de datos analógicos o digitales. Los datos obtenidos directamente de transductores o amplificadores de la máquina deberían adquirirse y procesarse utilizando aparatos con anchura de banda de frecuencia, frecuencia de muestreo e incertidumbre igual, al menos, a la utilizada para suministrar los resultados calculados del ordenador de la máquina.

Se puede tener confianza en la exactitud del procesado del ordenador de la máquina si las diferencias entre los valores determinados por el ordenador y los determinados mediante medios analógicos sobre la misma probeta son pequeñas. Con la finalidad de evaluar la admisibilidad de tales diferencias, deberían someterse a ensayo cinco probetas similares y la diferencia media para cada propiedad relevante debería estar dentro de los límites mostrados en la tabla A.1.

NOTA Este procedimiento confirma sólo que la máquina encuentra las características del material para la forma de una probeta particular, el material sometido a ensayo y las condiciones utilizadas. No da ninguna seguridad de que las propiedades del material sometido a ensayo sean ni correctas ni adecuadas al propósito.

Si se utilizan otros métodos, por ejemplo, introducción de un conjunto de datos predeterminado de un material conocido con un nivel reconocido de aseguramiento de la calidad, éstos deberían cumplir los requisitos arriba mencionados y los recogidos en la tabla A.1.

Una parte del proyecto TENSTAND, financiado por la unión europea (GBRD-CT-2000-00412), consistió en la elaboración de ficheros de datos ASCII que contenían valores acordados de las propiedades de tracción que podían utilizarse para la validación del *software* [Disponible (2009-07-23) en <http://www.npl.co.uk/tenstand>]. Se proporciona información más detallada en la referencias bibliográficas [21] y [22].

Tabla A.1 – Diferencias máximas admisibles entre los resultados obtenidos por ordenador y los obtenidos de forma manual

Parámetro	D^a		s^b	
	Relativo ^c	Absoluto ^c	Relativo ^c	Absoluto ^c
$R_{p0,2}$	$\leq 0,5\%$	2 MPa	$\leq 0,35\%$	2 MPa
R_{p1}	$\leq 0,5\%$	2 MPa	$\leq 0,35\%$	2 MPa
R_{eH}	$\leq 1\%$	4 MPa	$\leq 0,35\%$	2 MPa
R_{eL}	$\leq 0,5\%$	2 MPa	$\leq 0,35\%$	2 MPa
R_m	$\leq 0,5\%$	2 MPa	$\leq 0,35\%$	2 MPa
A	-	$\leq 2\%$	-	$\leq 2\%$

a
$$D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i$$

b
$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (D_i - D)^2}$$

donde

D_i es la diferencia entre el resultado de la evaluación manual, H_i , y el resultado de la evaluación por ordenador, R_i , para una probeta ($D_i = H_i - R_i$);

n es el número de probetas idénticas de una muestra (≥ 5);

c debería tenerse en cuenta el más alto de los valores relativos y absolutos.

A.5 Representación informática compatible de normas

La Representación Informática Compatible de Normas Informáticas de formatos de datos legibles, desarrollada dentro del objeto y campo de aplicación del comité CEN/WS ELSSI-EMD, ofrece unos medios eficaces para superar los aspectos de interoperabilidad de los sistemas y permitir la información electrónica en el sector de los materiales de ingeniería. Los resultados del comité CEN/WS ELSSI-EMD, cuya finalidad es establecer a viabilidad de definir los formatos de datos basados en Normas documentales para ensayos mecánicos, se presentan en la guía CWA 16200^[42]. Las directrices que la CWA 16200 describe para definir los formatos de datos informáticos legibles basados en una norma documental de ensayos han sido aplicados en la Norma ISO 6892-1. Las definiciones resultantes están disponibles en el servidor de Recursos de las Normas de la BSI.

Para demostrar su utilización potencial, CWA 16200 incluye ejemplos de cómo se reporta la capacidad de los formatos de datos basados en el ensayo de tracción realizado utilizando una probeta fabricada a partir de un Material de Referencia Certificados a Tracción CRM 661(INGELBRECHT y LOVEDAY 2000^[29]) hecho como parte del Proyecto TENSTAND (RIDES y LORD, 2005^[21]).

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

B.1 Generalidades

Para productos de espesor inferior a 0,5 mm pueden ser necesarias precauciones especiales.

B.2 Forma de la probeta

La probeta, en general, debe tener unas cabezas de amarre más anchas que la longitud calibrada. Esta longitud calibrada, L_c , debe presentar un acuerdo con las cabezas de amarre con un radio de al menos 20 mm. La anchura de las cabezas de amarre debería ser $\geq 1,2 b_0$, donde b_0 es la anchura inicial.

Por convenio, la probeta puede también consistir en una banda de lados paralelos (probeta de lados paralelos). Para productos de anchura menor o igual que 20 mm, la anchura de la probeta puede ser la misma que la del producto.

B.3 Dimensiones de la probeta

Está extendido el uso de tres geometrías diferentes de probetas no proporcionales (véase la tabla B.1).

La longitud de la parte calibrada no debe ser menor que $L_0 + b_0/2$.

En caso de litigio, y en tanto que haya material en cantidad suficiente, se debería utilizar la longitud $L_0 + 2b_0$.

En el caso de las probetas con lados paralelos de menos de 20 mm de anchura, y salvo que la norma de producto establezca en otra indicación al respecto, la longitud inicial entre puntos, L_0 , debe ser igual a 50 mm. Para este tipo de probetas, la distancia libre entre las mordazas debe ser igual a $L_0 + 3b_0$.

Cuando se miden las dimensiones de cada probeta, deben aplicarse las tolerancias de forma que se indican en la tabla B.2.

En el caso de probetas en las que la anchura es la misma que la del producto, el área de la sección transversal inicial, S_0 , debe calcularse sobre la base de las dimensiones medidas de la probeta.

Puede utilizarse la anchura nominal de la probeta siempre y cuando se cumplan las tolerancias del mecanizado y las tolerancias en la forma que se recogen en la tabla B.2 con el fin de evitar medir la anchura de la probeta antes del ensayo.

Tabla B.1 – Dimensiones de las probetas

Medidas en milímetros

Tipo de probeta	Anchura b_0	Longitud inicial entre puntos L_0	Longitud de la parte calibrada L_c		Longitud libre entre las mordazas para probetas de lados paralelos
			Mínima	Recomendada	
1	$12,5 \pm 1$	50	57	75	87,5
2	20 ± 1	80	90	120	140
3	25 ± 1	50 ^a	60 ^a	—	No definida

a El ratio L_0/b_0 y L_c/b_0 de las probetas del tipo 3 es muy bajo en comparación con el de los tipos 1 y 2. Esto supone que las propiedades, en especial el alargamiento de rotura (valor absoluto e intervalo de dispersión), medidas con estas probetas diferirán de las de otros tipos de probeta.

Tabla B.2 – Tolerancias en la anchura de la probeta

Medidas y tolerancias en milímetros

Anchura nominal de la probeta	Tolerancia del mecanizado ^a	Tolerancia en la forma ^b
12,5	$\pm 0,05$	0,06
20	$\pm 0,10$	0,12
25	$\pm 0,10$	0,12

a Estas tolerancias son aplicables si el valor nominal del área de la sección transversal inicial, S_0 , se va a incluir en el cálculo sin necesidad de medirlo.

b Máxima desviación entre las medidas de la anchura a lo largo de toda la longitud de la parte calibrada, L_c de la probeta.

B.4 Preparación de las probetas

Las probetas deben prepararse de manera que no se alteren las propiedades de la muestra. En particular, se deben eliminar por mecanizado las posibles zonas afectadas por el corte de la cizalla o por golpes. La mayor parte de estas probetas se preparan a partir de chapas o bandas. Si fuera posible, las superficies en estado bruto de laminación no deberían eliminarse.

La elaboración de estas probetas por troquelado puede suponer cambios significativos en las propiedades del material, especialmente en el límite elástico aparente/límite elástico convencional (debido al endurecimiento por medios mecánicos). Los materiales que exhiban elevados endurecimientos por medios mecánicos deberían, por regla general, estar preparados para su fresado, amolado, etc.

Para materiales muy delgados, se recomienda que se corten bandas de anchuras idénticas y se junten en un paquete con capas intermedias de papel que sea resistente al aceite de mecanizado. A continuación, cada paquete pequeño de bandas debería ensamblarse con una banda más gruesa antes de mecanizar hasta las dimensiones finales de la probeta.

La tolerancia indicada en la tabla B.2, por ejemplo $\pm 0,05$ mm para una anchura nominal de 12,5 mm, significa que, si el valor nominal del área de la sección transversal inicial, S_0 , se va a utilizar en el cálculo sin medida, ninguna probeta debe tener una anchura fuera de los valores que se indican a continuación:

$$12,5 \text{ mm} + 0,05 \text{ mm} = 12,55 \text{ mm.}$$

$$12,5 \text{ mm} - 0,05 \text{ mm} = 12,45 \text{ mm.}$$

B.5 Determinación del área de la sección transversal inicial

El área de la sección transversal inicial, S_0 , debe calcularse a partir de medidas de las dimensiones de la probeta, o por supuesto de una buena práctica del mecanizado (véase la nota de pie de la tabla B.2).

El error en la determinación del área de la sección transversal inicial no debe exceder a $\pm 2\%$. Como la mayor parte de este error normalmente resulta de la medida del espesor de la probeta, el error en la medida de la anchura no debe exceder de $\pm 0,2\%$.

Con objeto de obtener unos resultados de ensayo con una incertidumbre de medida reducida, se recomienda que se determine el área de la sección transversal inicial con una exactitud de $\pm 1\%$ o mejor. En materiales finos puede ser necesario recurrir a técnicas de medición especiales.

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

C.1 Forma de la probeta

La probeta consiste generalmente en una porción no mecanizada del producto (véase la figura 12).

C.2 Dimensiones de la probeta

La longitud inicial entre puntos, L_0 , debe tomarse como $200 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ o $100 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$. La distancia libre entre las mordazas de sujeción de la máquina debe ser igual, al menos, a $L_0 + 3b_0$, pero como mínimo $L_0 + 20 \text{ mm}$.

En los casos en los que no vaya a determinarse el alargamiento porcentual después de la rotura, puede utilizarse una distancia libre entre las mordazas de, al menos, 50 mm.

C.3 Preparación de las probetas

Si el producto se distribuye enrollado, debe tenerse cuidado al enderezarlo.

C.4 Determinación del área de la sección transversal inicial

Debe determinarse S_0 con una exactitud de $\pm 1\%$ o mejor.

Para productos de sección transversal circular, el área de la sección transversal inicial puede calcularse a partir de la media aritmética de dos medidas realizadas en dos diámetros perpendiculares.

El área de la sección transversal inicial, S_0 , en milímetros cuadrados, puede determinarse a partir de la masa de una longitud conocida y su masa específica utilizando la fórmula (C.1):

$$S_0 = \frac{1\,000 \cdot m}{\rho \cdot L_t} \quad (\text{C.1})$$

donde

m es la masa, en gramos, de la probeta;

L_t es la longitud total, en milímetros, de la probeta;

ρ es la masa específica, en gramos por centímetro cúbico, del material de la probeta.

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

D.1 Forma de la probeta

En general, la probeta se mecaniza y la longitud calibrada debe presentar un acuerdo con las cabezas de amarre. Éstas pueden ser de cualquier forma que se adapte a los dispositivos de fijación de la máquina de ensayo (véase la figura 13). El radio de acuerdo mínimo entre las cabezas de amarre y la parte calibrada debe ser el siguiente:

- a) $0,75 d_0$, donde d_0 es el diámetro de la zona calibrada, para las probetas cilíndricas;
- b) 12 mm para otras probetas.

Los perfiles, barras, etc., se pueden ensayar sin mecanizar, si así se requiere.

La sección transversal de la probeta puede ser circular, cuadrada, rectangular o, en casos particulares, de otra forma.

Para probetas con una sección transversal rectangular, se recomienda que la relación entre la anchura y el espesor no exceda de la relación 8:1.

En general, el diámetro de la zona calibrada de las probetas cilíndricas mecanizadas no debe ser menor de 3 mm.

D.2 Dimensiones de la probeta

D.2.1 Longitud calibrada de la probeta mecanizada

La longitud de la parte calibrada, L_c , debe ser, al menos, igual a:

- a) $L_0 + (d_0/2)$ en el caso de probetas con sección transversal circular;
- b) $L_0 + 1,5\sqrt{S_0}$ en el caso de probetas proporcionales distintas a las de sección transversal circular;
- c) $L_0 + (b_0/2)$ en el caso de probetas no proporcionales (véase la tabla D.2).

En casos de litigio, y en tanto que haya material en cantidad suficiente, dependiendo del tipo de probeta, debe usarse la longitud $L_0 + 2d_0$ o $L_0 + 2\sqrt{S_0}$.

D.2.2 Longitud de probeta no mecanizada

La longitud libre entre las mordazas de la máquina debe ser la adecuada para que los puntos marcados sobre la probeta se encuentren a una distancia mínima de $\sqrt{S_o}$ de las mordazas.

D.2.3 Longitud inicial entre puntos

D.2.3.1 Probetas proporcionales

Como regla general, se utilizan probetas proporcionales cuya longitud inicial entre puntos, L_o , está relacionada con el área de la sección transversal inicial, S_o , mediante la fórmula (D.1):

$$L_o = k\sqrt{S_o} \quad (D.1)$$

donde k es igual a 5,65.

Como alternativa, puede utilizarse un valor de k de 11,3.

Las probetas con sección transversal circular deberían tener preferentemente las dimensiones indicadas en la tabla D.1.

Tabla D.1 – Probetas de sección transversal circular

Coeficiente de proporcionalidad k	Diámetro d mm	Longitud inicial entre puntos $L_o = k\sqrt{S_o}$ mm	Longitud mínima de la parte calibrada L_c mm
5,65	20	100	110
	14	70	77
	10	50	55
	5	25	28

D.2.3.2 Probetas no proporcionales

Si la norma de producto así lo establece, pueden usarse probetas no proporcionales.

La longitud de la parte calibrada, L_c , no debería ser menor de $L_o + b_o/2$. En caso de litigio, y en tanto que haya material en cantidad suficiente, debe utilizarse la longitud calibrada $L_c = L_o + 2b_o$.

La tabla D.2 proporciona información detallada de algunas dimensiones típicas de probetas.

Tabla D.2 – Dimensiones típicas de probetas planas

Medidas en milímetros

Anchura b_0	Longitud inicial entre puntos L_0	Longitud mínima de la parte calibrada L_c	Longitud total aproximada L_t
$40 \pm 0,7$	200	220	450
$25 \pm 0,7$	200	212,5	450
$20 \pm 0,5$	80	90	300

D.3 Preparación de las probetas

D.3.1 Generalidades

Las tolerancias en las dimensiones transversales de las probetas mecanizadas se recogen en la tabla D.3.

En los apartados D.3.2 y D.3.3 se proporciona un ejemplo de la aplicación de estas tolerancias.

D.3.2 Tolerancias del mecanizado

El valor indicado en la tabla D.3, por ejemplo, $\pm 0,03$ mm para un diámetro nominal de 10 mm, significa que ninguna probeta debe tener un diámetro fuera de los dos valores indicados a continuación, si se va a incluir el valor nominal del área de la sección transversal, S_0 , en el cálculo de los resultados sin necesidad de medirlo para cada probeta:

$$10 \text{ mm} + 0,03 \text{ mm} = 10,03 \text{ mm}$$

$$10 \text{ mm} - 0,03 \text{ mm} = 9,97 \text{ mm}$$

D.3.3 Tolerancias en la forma

El valor indicado en la tabla D.3 significa que, para una probeta con un diámetro nominal de 10 mm que satisfaga las condiciones de mecanizado anteriormente indicadas, la diferencia entre los diámetros mayor y menor no debe exceder de 0,04 mm.

En consecuencia, si el diámetro mínimo de esta probeta es 9,99 mm, su diámetro máximo no debe exceder de $9,99 \text{ mm} + 0,04 \text{ mm} = 10,03 \text{ mm}$.