

---

**NORMA CUBANA**

**NC**

ISO 148-1:2012  
(Publicada por la ISO en 2006)

---

**MATERIALES METÁLICOS — ENSAYO DE IMPACTO CON  
PÉNDULO CHARPY — PARTE 1: MÉTODO DE ENSAYO  
(ISO 148-1:2006, IDT)**

**Metallic materials — Charpy pendulum impact test — Part 1: Test Method**

---

ICS: 77.040.10

1. Edición      Octubre 2012  
**REPRODUCCIÓN PROHIBIDA**

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 El Vedado, La Habana. Cuba.  
Teléfono: 830-0835 Fax: (537) 836-8048; Correo electrónico: nc@ncnorma.cu; Sitio  
Web: www.nc.cubaindustria.cu



Cuban National Bureau of Standards

## NC-ISO 148-1: 2012

### Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC) es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba y representa al país ante las organizaciones internacionales y regionales de normalización.

La elaboración de las Normas Cubanas y otros documentos normativos relacionados se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. Su aprobación es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en las evidencias del consenso.

#### La Norma Cubana NC-ISO 148:

- Consta de las siguientes partes bajo el título general Materiales metálicos — Ensayo de impacto con péndulo Charpy:

Parte 1: Método de ensayo

Parte 2: Verificación de las máquinas de ensayo

Parte 3: Preparación y caracterización de muestra V para prueba Charpy de referencia para la verificación de máquinas de prueba

#### Esta Parte 1:

- Ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización NC/CTN 69 de Ensayos de Materiales Metálicos integrado por representantes de las siguientes entidades:

-Empresa Siderúrgica “Antillana de Acero”. - SIME	-Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echevarría” Facultad de Ingeniería Mecánica - MES.
-Centro de Investigaciones Metalúrgicas CIME.- SIME	- Centro de Tecnologías y Calidad SIME.
-Empresa Inoxidable “Enrique Varona”- SIME	- Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear CEADEN -CITMA
-Unidad Docente Metalúrgica (UDM) – CUJAE	- Centro de Investigaciones de la Industria Minero Metalúrgica
-Empresa de Mantenimiento a Centrales Eléctricas- MINBAS	- Oficina Nacional de Normalización -CITMA
- Empresa Motores Taino.- SIME	
- Centro de Investigaciones Siderúrgicas -DSIT - SIME	

- Es una adopción idéntica por el método de traducción de la de la Norma Internacional ISO 148-1 :2006 *Metallic materials — Charpy pendulum impact test — Part 1:Test Method.*

- Incluye los Anexos A, B, C y D informativos.

### © NC, 2012

**Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada en alguna forma o por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias, fotografías y microfilmes, sin el permiso escrito previo de:**

**Oficina Nacional de Normalización (NC)**

**Calle E No. 261, Vedado, Ciudad de La Habana, Habana 4, Cuba.**

**Impreso en Cuba.**

## Índice

1 Objeto .....	5
2 Normas de referencias .....	5
3 Términos y definiciones .....	5
4 Símbolos (abreviaturas y términos) .....	6
5 Principio .....	7
6 Probetas de ensayo .....	7
6.1 General .....	7
6.2 Geometría de la entalla.....	7
6.3 Tolerancia de la probeta de ensayo.....	8
6.4 Preparación de la probeta de ensayo.....	8
6.5 Marcado de las probetas de ensayo.....	8
7 Equipo de ensayo .....	8
7.1 General .....	8
7.2 Instalación y verificación .....	8
7.3 Cuchillo de flexión .....	8
8 Procedimiento de ensayo .....	9
8.1 General .....	9
8.2 Ensayo a temperatura .....	9
8.3 Transferencia de la muestra .....	9
8.4 Exceso de la capacidad de la máquina .....	10
8.5 Fractura incompleta.....	10
8.6 Atascamiento de la probeta.....	10
8.7 Inspección posterior a la fractura.....	10

<b>9 Informe de ensayo .....</b>	<b>10</b>
<b>9.1 Información obligatoria .....</b>	<b>10</b>
<b>9.2 Información opcional.....</b>	<b>11</b>
<b>Anexo A (informativo) pinzas de autocentrado.....</b>	<b>13</b>
<b>Anexo B (informativo) expansion lateral.....</b>	<b>14</b>
<b>Anexo C (informativo) apariencia de la fractura .....</b>	<b>17</b>
<b>Anexo D (informativo) energía absorbida vs. Temperatura y transición de temperatura.....</b>	<b>20</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>22</b>

## MATERIALES METÁLICOS — ENSAYO DE IMPACTO CON PÉNDULO CHARPY PARTE 1: MÉTODO DE ENSAYO

### 1 Objeto

Esta parte de la ISO 148 especifica el método de ensayo con péndulo Charpy (entalladura en V y entalladura en U) para determinar la energía absorbida en un ensayo de impacto de los materiales metálicos.

Esta parte de ISO 148 no se refiere a pruebas de impacto instrumentado, el que se especifica en la ISO 14556.

### 2 Normas de Referencias

Los documentos de referencia siguientes son indispensables para la aplicación de este documento. Para las referencias fechadas, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha, la última edición del documento referenciado (incluyendo cualquier modificación).

ISO 148-2:1998 Materiales metálicos - Prueba de impacto con péndulo Charpy - Parte 2: Verificación de las máquinas de ensayo

ISO 286-1 Sistema ISO de límites y ajustes - Parte 1: Bases de tolerancias, desviaciones y ajustes.

### 3 Términos y definiciones

Para los propósitos de este documento, los términos y definiciones son los siguientes:

#### 3.1 Energía

##### 3.1.1

**energía potencial real inicial**

**energía potencial**

$K_p$

valor determinado por verificación directa.

[ISO 148-2:1998 definición 3.2.2]

##### 3.1.2

**energía absorbida**

$K$

valor de energía indicado por el dispositivo de lectura

NOTA La letra V o U se utiliza para indicar la geometría de la entalla, es decir, KV o KU. El número 2 u 8 se utilizan como un subíndice para indicar el radio del cuchillo de flexión, por ejemplo  $KV_2$

#### 3.2 Muestra de ensayo

Con la muestra de ensayo colocada sobre los soportes de la máquina, se aplicará la nomenclatura siguiente (ver Figura 1)

**3.2.1****altura***h*

distancia entre la cara donde se encuentra la entalla y la cara opuesta

**3.2.2****ancho***w*

dimensión perpendicular a la altura que es paralela a la entalla.

**3.2.3****longitud***l*

mayor dimensión en ángulo recto con la entalla

**4 Símbolos (abreviaturas y términos)**

Las denominaciones aplicables a esta parte de la ISO 148 se indican en las Tablas 1 y 2, y se ilustran en la Figura 2.

**Tabla 1 — Símbolos, unidades y designación**

<b>Símbolo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Designación</b>
$K_p$	J	Energía potencial real inicial
$FA$	%	Aspecto fractura dúctil
$h$	mm	Altura de la probeta
$KU_2$	J	Energía absorbida para una probeta con entalla en U que utiliza un radio del cuchillo de flexión de 2 mm
$KU_8$	J	Energía absorbida para una probeta con entalla en U que utiliza un radio del cuchillo de flexión de 8 mm
$KV_2$	J	Energía absorbida para una probeta con entalla en V que utiliza un radio del cuchillo de flexión de 2 mm
$KV_8$	J	Energía absorbida para una probeta con entalla en V que utiliza un radio del cuchillo de flexión de 8 mm
$LE$	mm	Expansión lateral
$l$	mm	Longitud de la probeta
$T_t$	°C	Temperatura de transición
$w$	mm	Ancho de la probeta

## 5 Principio

Esta prueba consiste en romper una probeta que contiene una entalla con un solo golpe de un péndulo que oscila, en las condiciones definidas a continuación. La geometría de la entalla de la probeta de ensayo se ha especificado y va situada en el centro entre dos soportes, opuestos a la superficie por la que es golpeada la probeta durante la prueba. En la prueba de impacto se determina la energía absorbida.

Debido a que los valores de impacto de muchos materiales metálicos varían con la temperatura, las pruebas se realizan a temperaturas especificadas. Cuando esta temperatura es distinta de la del ambiente, la pieza de ensayo se calienta o enfría a la temperatura deseada, bajo condiciones controladas.

## 6 Probetas de Ensayo

### 6.1 General

La probeta de ensayo estándar será de 55 mm de longitud y de sección cuadrada de 10 mm de lado. En el centro de la longitud se encontrará, o bien una entalla en V o una entalla en U, como se describe en 6.2.1 y 6.2.2.

Si la probeta de ensayo estándar no puede obtenerse a partir del material, se utiliza una de las piezas auxiliares de ensayo con una anchura de 7,5 mm, 5 mm o 2,5 mm (véase la Figura 2 y Tabla 2).

NOTA Para bajas energías, el uso de cuñas es importante, ya que el exceso de energía será absorbida por el péndulo. Para altas energías, esto podría no ser importante. Las cuñas se pueden colocar sobre o debajo de los apoyos de la pieza de ensayo de modo que la mitad de la altura de la muestra esté a 5 mm por encima de la superficie del apoyo de la muestra de 10 mm.

Las probetas de ensayo deberán tener una rugosidad superficial  $R_a$  menor que 5  $\mu\text{m}$  a excepción de los extremos.

Cuando se está evaluando un material tratado térmicamente, las probetas deben ser sometidas a un maquinado de acabado, incluyendo la entalla, después del tratamiento térmico final, salvo que pueda demostrarse que no hay diferencia cuando se maquina antes de dicho tratamiento térmico.

### 6.2 Geometría de la entalla

La entalla se prepara cuidadosamente de modo que el radio de la raíz esté libre de marcas de mecanizado que podrían afectar la energía absorbida.

El plano de simetría de la entalla será perpendicular al eje longitudinal de la pieza de ensayo (véase Figura 2)

#### 6.2.1 Entalla en V

La entalla en V tendrá incluido un ángulo de 45 °, una profundidad de 2 mm, y un radio de raíz de 0,25 mm [véase la Figura 2 a) y Tabla 2].

### 6.2.2 Entalla en U

La entalla en U tendrá una profundidad de 5 mm (a menos que se especifique lo contrario) y un radio de la raíz de 1 mm [véase la Figura 2 b) y Tabla 2].

### 6.3 Tolerancia de la probeta de ensayo

Las tolerancias especificadas para la probeta de ensayo y las dimensiones de la entalla se muestran en la Figura 2 y la Tabla 2.

### 6.4 Preparación de la probeta de ensayo

La preparación se llevará a cabo de tal manera que cualquier alteración de la probeta de ensayo, por ejemplo, debido al calentamiento o trabajo en frío, sea mínima.

### 6.5 Marcado de las probetas de ensayo

Las probetas de ensayo se pueden marcar en cualquier lado sin contacto con los apoyos, yunques o el cuchillo de flexión y en una posición que evite los efectos de la deformación plástica y discontinuidades superficiales sobre la energía absorbida que se mide en la prueba (ver 8.7).

## 7 Equipo de ensayo

### 7.1 General

El equipamiento utilizado para todas las mediciones debe ser trazable a patrones nacionales o internacionales. Ellos deben ser calibrados a intervalos adecuados.

### 7.2 Instalación y verificación

El equipo de ensayo debe ser instalado y verificado de acuerdo con la norma ISO 148-2.

### 7.3 Cuchillo de flexión

La geometría del radio del cuchillo de flexión se especifica, ya sea el de 2 mm o el de 8 mm. Se recomienda que el radio del cuchillo de flexión se muestre como un subíndice como sigue:  $KV_2$  o  $KV_8$ .

Consulte las especificaciones del producto para información sobre la geometría del radio del cuchillo de flexión

NOTA Algunos materiales pueden dar resultados muy diferentes (por cientos de diferencia) a bajos niveles de energía, y los resultados de 2 mm puede ser superior a los resultados de 8 mm.



## 8 Procedimiento de ensayo

### 8.1 General

La probeta de ensayo debe encontrarse en ángulo recto contra los yunques de la máquina de ensayo, con el plano de simetría de la entalla a menos de 0,5 mm del plano medio entre los yunques. La probeta debe ser golpeada por el cuchillo de flexión en el plano de simetría de la entalla y sobre el lado opuesto de la entalla (ver Figura 1).

### 8.2 Ensayo a temperatura

**8.2.1** A menos que se especifique lo contrario, las pruebas se realizarán a  $(23 \pm 5)$  °C. Cuando la temperatura se especifica, la pieza de prueba estará condicionada a la temperatura requerida dentro de  $\pm 2$  °C.

**8.2.2** Para acondicionarla, ya sea por calentamiento o enfriamiento utilizando un medio líquido, la probeta es colocada en un contenedor sobre una rejilla que se encuentre situada al menos a 25 mm por encima del fondo del recipiente y a la vez esté cubierta por al menos 25 mm de líquido y se halle por lo menos a 10 mm de los lados del contenedor. El medio debe ser agitado constantemente y se lleva a la temperatura especificada por cualquier método conveniente. El dispositivo utilizado para medir la temperatura del medio debe ser colocado en el centro del grupo de probetas. La temperatura del medio deberá ser mantenida al valor especificado con una diferencia de  $\pm 1$  °C durante al menos 5 minutos.

NOTA Cuando un medio líquido está cerca de su punto de ebullición, el enfriamiento por evaporación puede reducir drásticamente la temperatura de la probeta durante el intervalo entre la extracción del líquido y la fractura (véase la referencia [4] en la Bibliografía).

**8.2.3** Para la prueba a temperaturas elevadas hasta 200 °C, la probeta se mantendrá a una temperatura constante durante al menos 10 min en un baño líquido mantenido a la temperatura especificada dentro de  $\pm 2$  °C. Para la prueba a temperaturas elevadas por encima de 200 °C, la probeta de ensayo se mantendrá a una temperatura constante durante al menos 20 minutos en un horno mantenido a la temperatura especificada dentro de  $\pm 5$  °C

### 8.3 Transferencia de la muestra

Cuando la prueba se realiza a temperaturas diferentes de la ambiente, no deberán transcurrir más de 5 segundos desde el momento en que la probeta de ensayo se retira del medio de calentamiento o enfriamiento y es golpeada por el cuchillo de flexión.

El dispositivo de transferencia deberá ser diseñado y utilizado de tal manera que la temperatura de la pieza de ensayo se mantenga dentro del rango de temperatura permitida.

Las partes del dispositivo en contacto con la muestra durante la transferencia desde el medio a la máquina de ensayo estarán acondicionadas con las muestras.

Se debe asegurar que el dispositivo utilizado para centrar la probeta de ensayo en los yunques no provoque que los extremos fracturados a baja energía en las probetas de alta resistencia reboten fuera de este dispositivo en el péndulo, de tal manera que éste indique erróneamente una alta energía. Se ha demostrado que la distancia entre el extremo de una probeta en la posición de

ensayo y el dispositivo de centrado, o una porción fija de la máquina, deberá ser mayor que aproximadamente 13 mm o más, ya que como parte del proceso de fractura, los extremos pueden rebotar hacia el péndulo.

NOTA Frecuentemente son utilizadas pinzas de auto-centrado, similares a las mostradas en el Anexo A para probetas con entalla en V, para transferir la probeta desde el medio que proporciona temperatura a la posición de ensayo. Las pinzas de esta naturaleza eliminan los problemas potenciales del espaciado debido a la interferencia entre las mitades de especímenes fracturados y el dispositivo de centrado ajustado

#### **8.4 Exceso de la capacidad de la máquina**

La energía absorbida,  $K$ , no debe exceder el 80% de la energía potencial inicial,  $K_p$ . Si la energía absorbida supera este valor, se reportará como aproximada y se hará constar en el informe de la prueba que superó el 80% de la capacidad de la máquina.

NOTA Idealmente, un ensayo de impacto debería ser realizado a una velocidad constante. En un ensayo de tipo péndulo, la velocidad disminuye a medida que progresa la fractura. Para las muestras que tienen energías de impacto que se aproximan a la capacidad del péndulo, la velocidad del péndulo disminuye durante la fractura hasta el punto en que no se obtiene más valores precisos de energía de impacto.

#### **8.5 Fractura incompleta**

Si una probeta de ensayo no se rompe completamente durante la prueba, la energía de impacto se pueden registrar o promediar con los resultados de las probetas rotas completamente.

#### **8.6 Atascamiento de la probeta**

Si la probeta se atasca en la máquina, descartar estos resultados y comprobar la máquina a fondo para detectar daños que puedan afectar su calibración.

#### **8.7 Inspección posterior a la fractura**

Si la inspección posterior a la fractura demuestra que alguna porción de la marca se encuentra en una porción de la probeta que está visiblemente deformada, el resultado de la prueba podría no ser representativo del material y se hará constar en el informe de ensayo.

### **9 Informe de Ensayo**

#### **9.1 Información obligatoria**

El informe del ensayo deberá incluir la siguiente información:

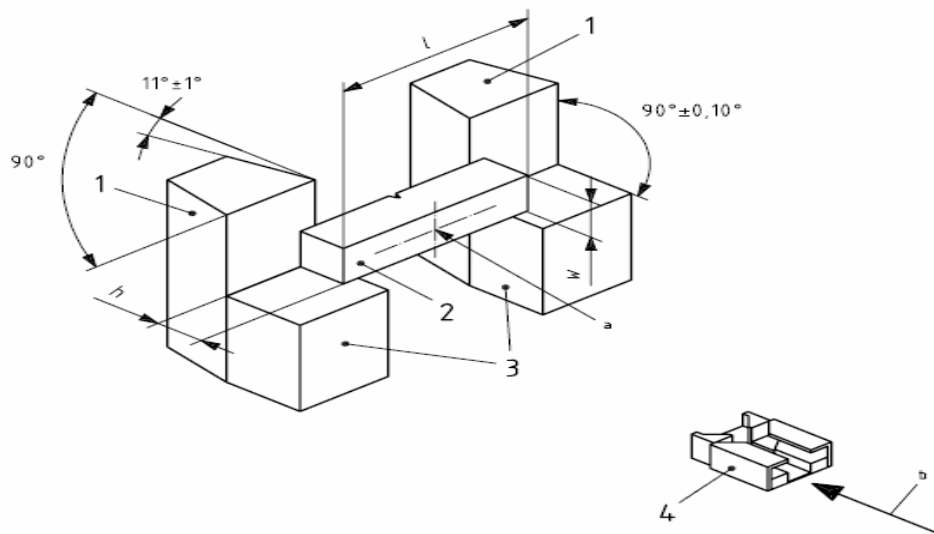
- a) referencia a esta parte de ISO 148,
- b) identificación de la probeta (por ejemplo, tipo de acero, el número de colada, etc),
- c) tipo de entalla,
- d) el tamaño de la probeta de ensayo, si no es a tamaño completo,
- e) temperatura de acondicionamiento de la probeta

- f) la energía absorbida,  $KV_2$ ,  $KV_8$ ,  $KU_2$  o  $KU_8$  según corresponda;  
 g) cualquier anomalía que pueda haber afectado el ensayo.

## 9.2 Información opcional

El informe de ensayo puede incluir opcionalmente, además de la información en 9,1:

- a) orientación de la probeta (véase la norma ISO 3785),  
 b) energía nominal de la máquina de ensayo, en Joule,  
 c) la expansión lateral (véase el Anexo B);  
 d) la apariencia de la fractura, por ciento de ductilidad (ver Anexo C),  
 e) energía absorbida / curva de temperatura (ver D.1),  
 f) la temperatura de transición, los criterios utilizados (ver D.2),  
 g) el número de probetas que no rompieron completamente en el ensayo.

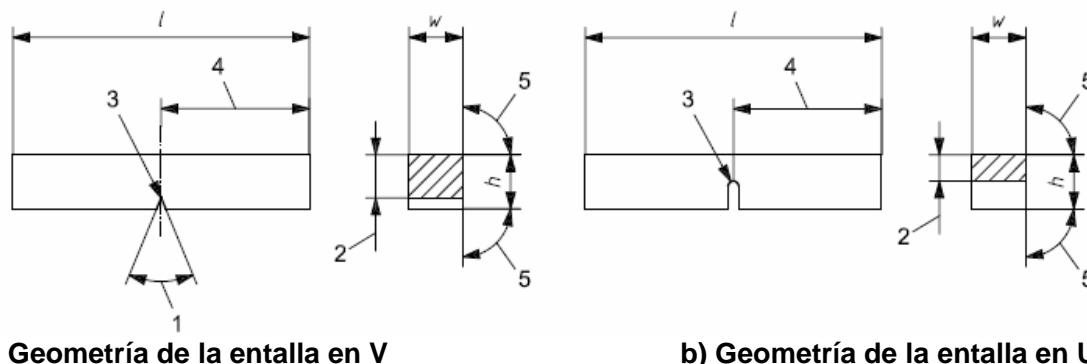


### Leyenda

h altura de la probeta de ensayo  
 l longitud de la probeta de ensayo  
 w ancho de la probeta de ensayo  
 1 yunque

2 tamaño estándar de la probeta de ensayo  
 3 soporte de la probeta de ensayo  
 4 cubierta  
 a centro de impacto  
 b dirección de oscilación del péndulo

**Figura 1 — Terminología y configuración de los soportes de probetas y el yunque de una máquina de ensayo de impacto (péndulo) industrial**



NOTA Los símbolos  $l$ ,  $h$ ,  $w$  y los números 1 al 5 son especificados en la Tabla 2.

**Figura 2 — Probeta para el ensayo de impacto por método Charpy**

**Tabla 2 — Dimensiones y Tolerancias para la probeta de ensayo**

Designación	Símbolos y números	Probeta de ensayo con entalla en V			Probeta de ensayo con entalla en U		
		Dimensión nominal	Tolerancia de maquinado		Dimensión nominal	Tolerancia de maquinado	
				Tolerancia clase <sup>a</sup>			Tolerancia clase <sup>a</sup>
Longitud	$l$	55 mm	$\pm 0,60$ mm	js15	55 mm	$\pm 0,60$ mm	js15
Altura <sup>b</sup>	$h$	10 mm	$\pm 0,075$ mm	js12	10 mm	$\pm 0,11$ mm	js13
Ancho <sup>b</sup>	$w$						
— probeta estándar		10 mm	$\pm 0,11$ mm	js13	10 mm	$\pm 0,11$ mm	js13
— probeta de sección reducida		7,5 mm	$\pm 0,11$ mm	js13	—	—	—
— probeta de sección reducida		5 mm	$\pm 0,06$ mm	js12	—	—	—
— probeta de sección reducida		2,5 mm	$\pm 0,05$ mm	js12	—	—	—
Ángulo de la entalla	1	45°	$\pm 2$	—	—	—	—
Altura por debajo de la entalla	2	8 mm	$\pm 0,075$ mm	js 12	5 mm <sup>c</sup>	$\pm 0,09$ mm	js13
Radio de curvatura en base de la	3	0,25 mm	$\pm 0,025$ mm	—	1 mm	$\pm 0,07$ mm	js12
Distancia entre el plano de la simetría de la entalla y los extremos de la probeta <sup>b</sup>	4	27,5 mm	$\pm 0,42$ mm <sup>d</sup>	js15	27,5 mm	$\pm 0,42$ mm <sup>d</sup>	js15
Ángulo entre el plano de simetría de la entalla y el eje longitudinal de la probeta de ensayo.		90°	$\pm 2^\circ$	—	90°	$\pm 2^\circ$	—
Angulo entre las caras longitudinales adyacentes de la probeta de ensayo	5	90°	$\pm 2^\circ$	—	90°	$\pm 2^\circ$	—

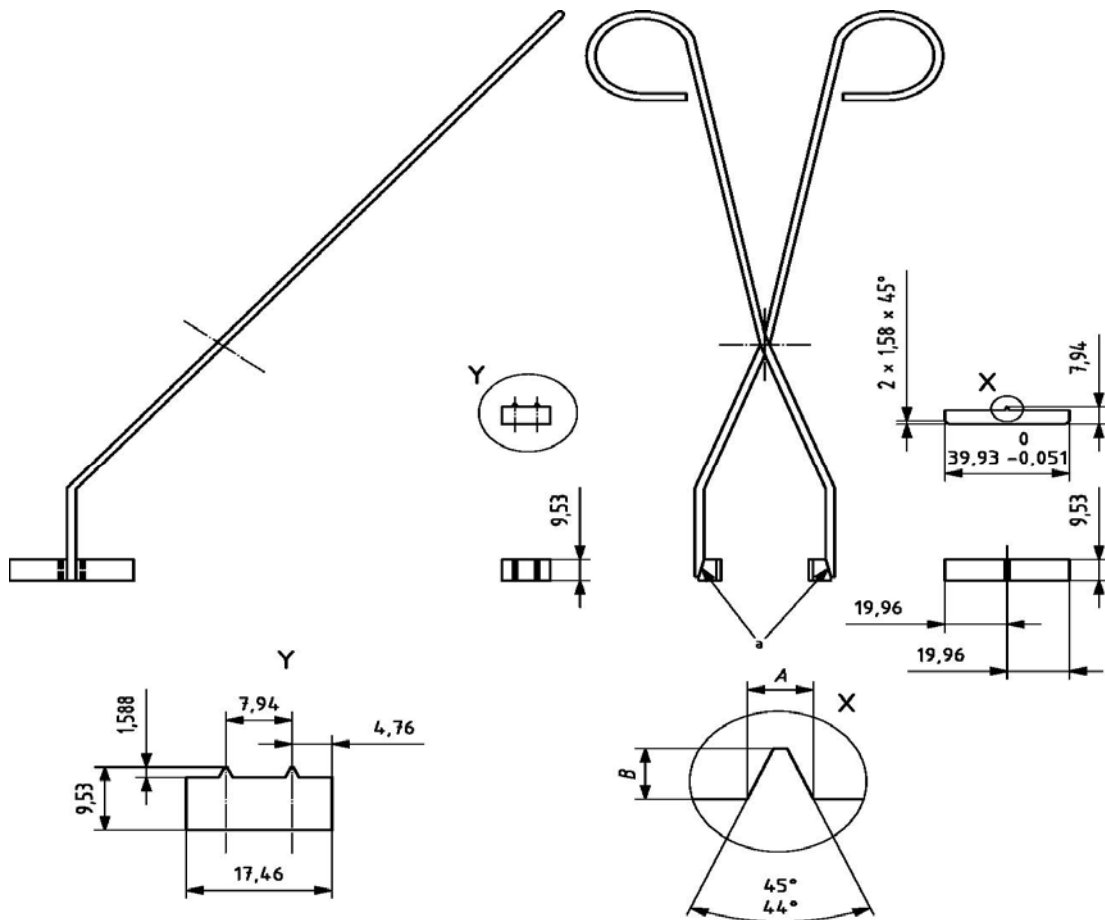
a De acuerdo con la norma ISO 286-1.  
 b La probetas de ensayo debe tener una rugosidad superficial  $R_a$  menor que 5  $\mu\text{m}$ , excepto en los extremos.  
 c Si se especifica otra altura (2 o 3 mm), las tolerancias correspondientes también deben ser especificadas.  
 d Para máquinas con posicionamiento automático de la probeta de ensayo, se recomienda que la tolerancia sea tomada como  $\pm 0,165$  mm en lugar de  $\pm 0,42$  mm.

**Anexo A**  
(informativo)

**Pinzas de autocentrado**

Las pinzas que se muestran en la Figura A.1 son utilizadas frecuentemente para transferir la probeta de ensayo del medio acondicionado con temperatura, y posicionar correctamente la probeta en la máquina de ensayo Charpy.

Dimensiones en milímetros



Ancho de la probeta	Ancho de la base A	Altura B
10	1,60 a 1,70	1,52 a 1,65
5	0,74 a 0,80	0,69 a 0,81
3	0,45 a 0,51	0,36 a 0,48

<sup>a</sup> Piezas de acero soldadas a la pinza con plata y paralelas entre sí.

**Figura A.1 — Pinzas de centrado para probetas Charpy con entalla en V**

## Anexo B (informativo)

### Expansión lateral

#### B.1 General

Una medida de la capacidad del material para resistir la rotura cuando se somete a tensiones triaxiales, tales como las existentes en la raíz de la entalla en una probeta de ensayo Charpy, es la cantidad de deformación que se produce en este lugar. La deformación en este caso es contracción. Debido a las dificultades en la medición de esta deformación, incluso después de la fractura, la expansión que se produce en el extremo opuesto del plano de fractura es la que habitualmente se mide y se utiliza como un sustituto de la contracción.

#### B.2 Procedimiento

El método de medición de la expansión lateral debe tener en cuenta el hecho de que el plano de fractura raramente biseca el punto de máxima expansión a ambos lados de la probeta de ensayo. La mitad de una probeta rota podría incluir la expansión máxima de ambos lados, de un solo lado, o de ninguno. Las técnicas utilizadas por lo tanto, deben proporcionar un valor de expansión, igual a la suma del mayor de los dos valores obtenidos para cada lado, mediante la medición de las dos mitades por separado. La cantidad de expansión en cada lado de cada muestra debe ser medido con respecto al plano definido por la porción no deformada de un lado de la probeta de ensayo (véase Figura B.1). La expansión puede ser medida mediante el uso de un calibre similar al mostrado en las Figuras B.2 y B.3. Medir las dos mitades rotas de forma individual. Sin embargo, primero, comprobar los lados perpendiculares a la entalla para asegurar que no se formaron rebabas en estos lados durante las pruebas de impacto; si existen dichas rebabas, éstas deben ser eliminadas, por ejemplo, por frotado con papel esmeril, asegurándose de que los salientes a medir no sean frotados durante la eliminación de la rebaba. A continuación, colocar unidas las dos mitades de la probeta de modo que las superficies opuestas originalmente a la entalla estén juntas y alineadas. Tome uno de las mitades de la probeta (mostrada como X en la Figura B.1) y presiónela firmemente contra los soportes de referencia, con los salientes dirigidos contra el yunque. Anotar la lectura, a continuación repetir este paso con la otra mitad de la probeta (que se muestra como Y en la Figura B.1), asegurándose que se mide por el mismo lado. El mayor de los dos valores es la expansión de ese lado de la probeta de ensayo. A continuación, repetir este procedimiento para medir las protuberancias en el lado opuesto, luego, añadir los mayores valores obtenidos para cada lado. Por ejemplo, si  $A_1 > A_2$  y  $A_3 = A_4$ , entonces,  $LE = A_1 + (A_3 \text{ o } A_4)$ . Si  $A_1 > A_2$  y  $A_3 > A_4$ , entonces,  $LE = A_1 + A_3$ .

Si uno o más salientes de una probeta de ensayo han sido dañados por entrar en contacto con el yunque, la superficie de montaje de la máquina, etc, entonces no se mide la probeta de ensayo y se indica esta condición en el informe del ensayo.

Medir cada probeta de ensayo.

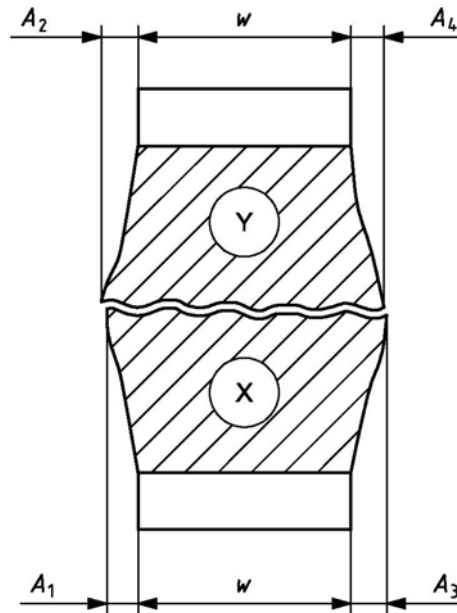


Figura B.1 — Mitades de una probeta fracturada de impacto Charpy con entalla en V que ilustra la medición de la expansión lateral, las dimensiones  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$  y la anchura original, la dimensión  $w$

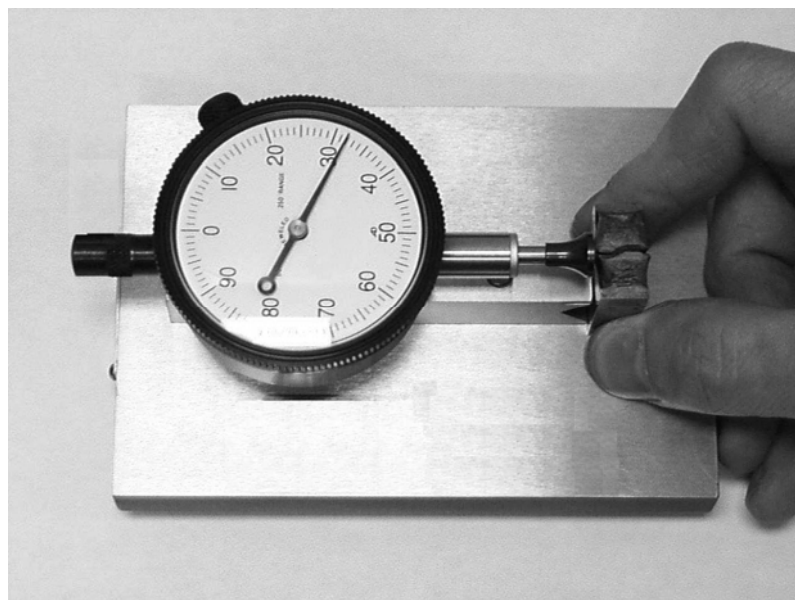
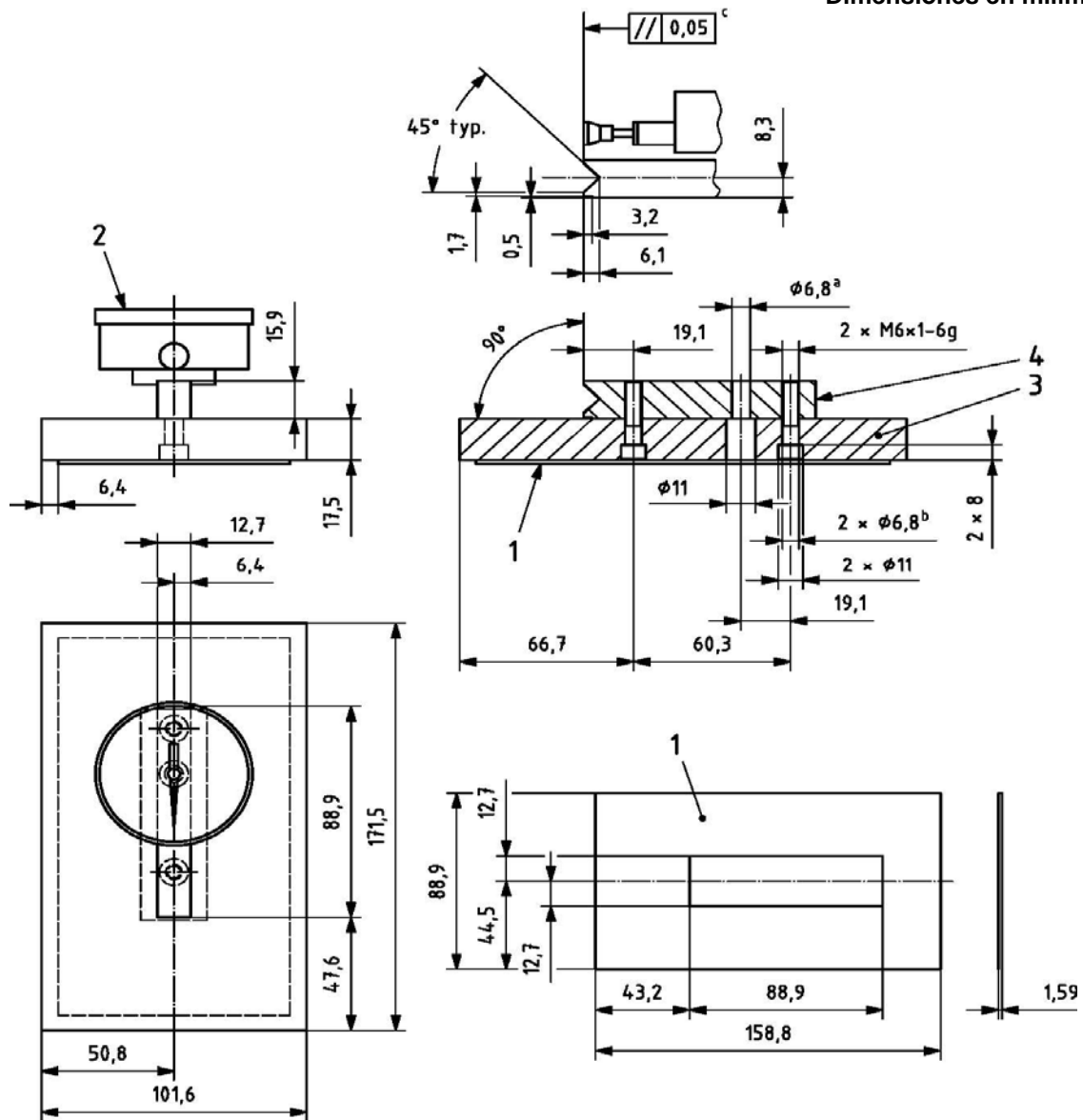


Figura B.2 — Indicador de la expansión lateral para muestras Charpy

Dimensiones en milímetros



**Legenda**

- 1 bloque de goma
- 2 indicador (métrico) Starret #25-481 graduaciones de 1/100 mm
- 3 placa base de acero inoxidable o acero cromado
- 4 disco de montaje de acero inoxidable o acero cromado
- a para un tornillo 1/4-20 UNC cabeza hueca 7/8" de largo para montar el indicador
- b para tornillo M6 x 1 de cabeza hueca de 25 mm
- c vuelta en el montaje.

**Figura B.3 — Conjunto y Detalles del indicador de expansión lateral**

NOTA: Este Anexo está basado sobre material publicado en ASTM E23 y es usado con el permiso de ASTM Internacional, 100 Barr Harbor Drive, P.O. Box C700, West Conshohocken, PA 19429-2959, USA



## Anexo C (informativo)

### Apariencia de la fractura

#### C.1 General

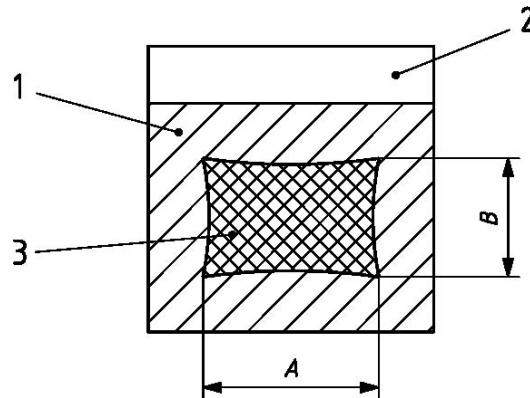
La superficie de fractura de probetas de ensayo Charpy es evaluada a menudo por el porcentaje de fractura dúctil que se ha producido. Cuanto mayor sea el porcentaje de fractura dúctil, mayor es la tenacidad del material. La superficie de fractura de la mayoría de las probetas Charpy exhibe una mezcla de ductilidad y clivaje (fractura frágil). Debido a que la calificación es muy subjetiva, se recomienda que no se use en las especificaciones.

NOTA El término de apariencia de fractura fibrosa a menudo se utiliza como sinónimo de la apariencia de ductilidad de la fractura. Los términos apariencia fractura por clivaje y cristalinidad se utilizan a menudo para expresar lo contrario de fractura dúctil. Es decir, 0% fractura dúctil es 100% de fractura frágil.

#### C.2 Procedimientos

El porcentaje de ductilidad de la fractura comúnmente es determinado por cualquiera de los siguientes métodos:

- a) medir la longitud y ancho de la porción de clivaje (la porción "brillante") de la superficie de fractura, como se muestra en la Figura C.1, y determinar por ciento de la ductilidad en la Tabla C.1;
- b) comparar la apariencia de la fractura de la probeta de ensayo con una carta de aspecto de fractura, tal como la mostrada en la Figura C.2;
- c) ampliar la superficie de la fractura y compararla con un gráfico de superposición precalibrado, o medir el porcentaje de fractura frágil mediante de un planímetro, entonces calcular el por ciento de fractura dúctil como  $(100\% - \text{por ciento de fractura frágil})$ ;
- d) fotografiar la superficie de la fractura con una ampliación adecuada y medir por ciento de la fractura frágil mediante de un planímetro, luego calcular por ciento de fractura dúctil como  $(100\% - \text{por ciento de fractura frágil})$ ;
- e) medir por ciento de fractura dúctil mediante técnicas de análisis de imagen



NOTA 1: Mida las dimensiones promedio de A y B, con precisión de 0,5 mm.

NOTA 2 Determinar por ciento de la fractura cortante utilizando el cuadro C.1.

**Leyenda**

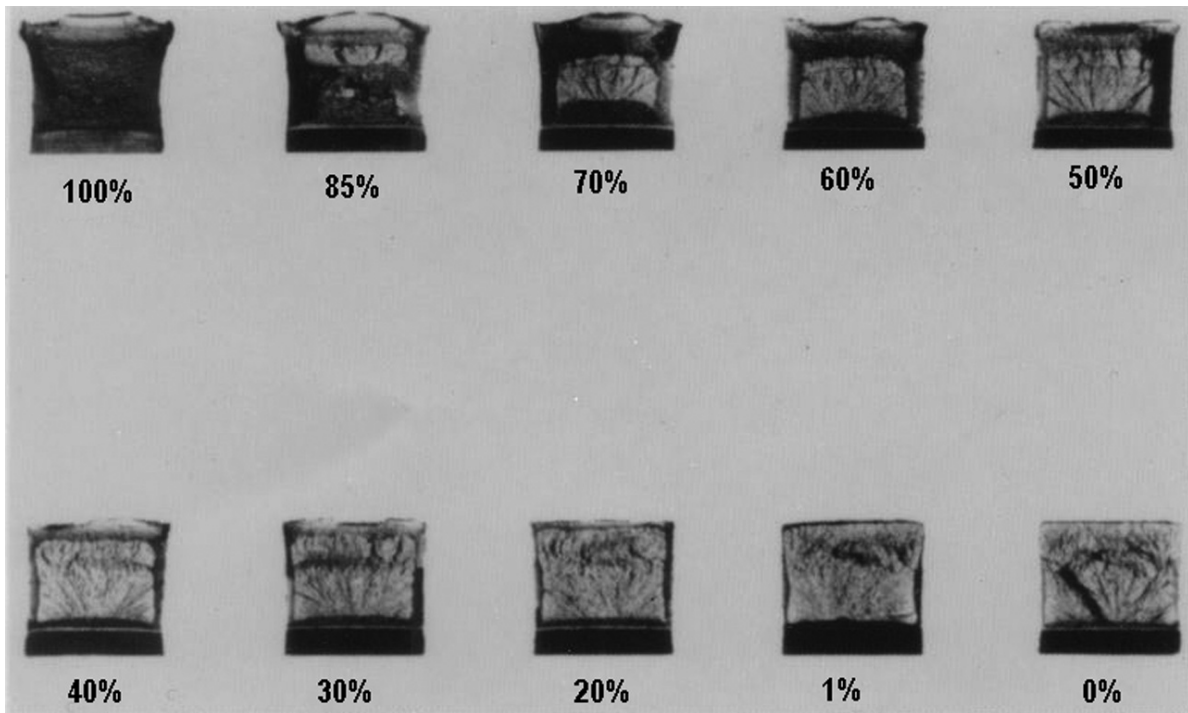
- 1 área dúctil (mate)
- 2 entalla
- 3 zona de clivaje (frágil)

**Figure C.1 — Determinación del por ciento de ductilidad de la fractura**

**Tabla C.1 — Porcentaje dúctil para las mediciones realizadas en milímetros**

B mm	A mm																	
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5
Percent shear																		
1,0	99	98	98	97	96	96	95	94	94	93	92	92	91	91	90	89	89	88
1,5	98	97	96	95	94	93	92	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82
2,0	98	96	95	94	92	91	90	89	88	86	85	84	82	81	80	79	77	76
2,5	97	95	94	92	91	89	88	86	84	83	81	80	78	77	75	73	72	70
3,0	96	94	92	91	89	87	85	83	81	79	77	76	74	72	70	68	66	64
3,5	96	93	91	89	87	85	82	80	78	76	74	72	69	67	65	63	61	58
4,0	95	92	90	88	85	82	80	77	75	72	70	67	65	62	60	57	55	52
4,5	94	92	89	86	83	80	77	75	72	69	66	63	61	58	55	52	49	46
5,0	94	91	88	85	81	78	75	72	69	66	62	59	56	53	50	47	44	41
5,5	93	90	86	83	79	76	72	69	66	62	59	55	52	48	45	42	38	35
6,0	92	89	85	81	77	74	70	66	62	59	55	51	47	44	40	36	33	29
6,5	92	88	84	80	76	72	67	63	59	55	51	47	43	39	35	31	27	23
7,0	91	87	82	78	74	69	65	61	56	52	47	43	39	34	30	26	21	17
7,5	91	86	81	77	72	67	62	58	53	48	44	39	34	30	25	20	16	11
8,0	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5

NOTA: 100% de ductilidad debe ser informado cuando A o B sea igual a cero.



a) Apariencia de fractura y gráficos comparativos de por ciento de fractura dúctil



b) Guía para estimación de la apariencia de la fractura

Figura C.2 — Apariencia de la fractura

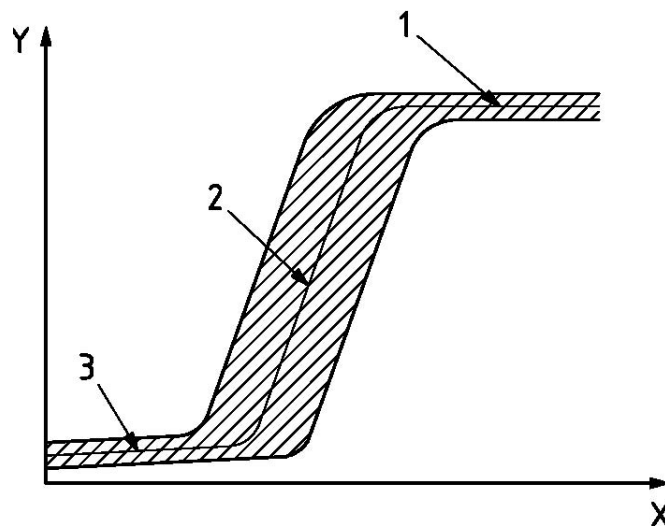
NOTA: Este Anexo está basado sobre material publicado en ASTM E23 y es usado con el permiso de ASTM Internacional, 100 Barr Harbor Drive, P.O. Box C700, West Conshohocken, PA 19429-2959, USA.

## Anexo D (informativo)

### Energía absorbida vs. temperatura y transición de temperatura

#### D.1 Curva de Energía absorbida/ temperatura

La curva de energía absorbida vs. temperatura (curva  $KV/T$ ) muestra la energía absorbida como una función de la temperatura de ensayo para una forma dada de la muestra (véase Figura D.1). En general, la curva se obtiene dibujando una curva ajustada de los valores individuales. La forma de la curva y la dispersión de los valores de ensayo son dependientes del material, la forma de la muestra, y la velocidad de impacto. En el caso de una curva con una zona de transición (2), se hace una distinción entre el plateau superior (1), una zona de transición y el plateau inferior (3).



#### Leyenda

- X temperatura
- Y energía absorbida
- 1 zona del plateau superior-
- 2 zona de transición
- 3 zona del plateau inferior

**Figure D.1 — Esquema de la curva de energía absorbida / temperatura.**

#### D.2 Temperatura de Transición

La temperatura de transición  $T_t$  caracteriza la posición del aumento brusco en la curva de energía vs. temperatura. Dado que este aumento generalmente se extiende sobre un intervalo de temperaturas bastante amplio, puede no haber ninguna definición generalmente aplicable de la temperatura de transición. Los siguientes criterios, entre otros, han resultado útiles para determinar la temperatura de transición:

La temperatura de transición  $T_t$  es la temperatura a la cual:

- a) se alcanza un valor particular de energía absorbida, por ejemplo e.g.  $KV_8 = 27 \text{ J}$ ,
- b) se alcanza un porcentaje determinado del valor de la energía absorbida en el plateau superior, por ejemplo e.g. 50 %,
- c) se produce una porción particular de fractura dúctil, por ejemplo e.g. 50 %, y
- d) se alcanza una cantidad particular de la expansión lateral por ejemplo e.g. 0,9 mm.

La elección del método utilizado para definir la temperatura de transición debe ser especificada en la norma o los requisitos de producto, o bien, por acuerdo.

### Bibliografía

- [1] ISO 3785, Metallic materials — Designation of test specimen axes in relation to product texture.
- [2] ISO 14556, Steel — Charpy V-notch pendulum impact test — Instrumented test method.
- [3] ASTM E23, Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials.
- [4] Nanstad, R.K., Swain, R.L. and Berggren, R.G. Influence of Thermal Conditioning Media on Charpy Specimen Test Temperature, 'Charpy Impact Test: Factors and Variables', ASTM STP 1072, ASTM,1990, p. 195.