

### **NOTA IMPORTANTE:**

La entidad sólo puede hacer uso de esta norma para si misma, por lo que este documento NO puede ser reproducido, ni almacenado, ni transmitido, en forma electrónica, fotocopia, grabación o cualquier otra tecnología, fuera de su propio marco.

**ININ/ Oficina Nacional de Normalización**

---

**NORMA CUBANA**

**NC**

ISO 6506-3: 2010  
(Publicado por la ISO en 2005)

---

**MATERIALES METÁLICOS — ENSAYO DE DUREZA BRINELL  
— PARTE 3: CALIBRACIÓN DE LOS BLOQUES PATRONES  
(ISO 6506-3:2005, IDT)**

**Metallic materials — Brinell hardness test — Part 3: Calibration of reference blocks**

---

ICS: 77.040; 77.040.01

1. Edición      Marzo 2010  
REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de 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

## **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.

### **Esta Norma Cubana:**

- Consta de las siguientes partes bajo el título general Materiales metálicos - Ensayo de dureza Brinell

Parte 1: Método de ensayo

Parte 2: Verificación y calibración de las máquinas de ensayo

Parte 3: Calibración de los bloques patrón

Parte 4: Tabla de valores de dureza

### **Esta Parte 3**

- Ha sido elaborada por el NC/CTN 69 Ensayos de Materiales metálicos integrado por las siguientes entidades:
  - Empresa Siderúrgica "Antillana de Acero". (SIME)
  - Centro de Investigaciones Metalúrgicas (CIME); (SIME).
  - Empresa Inoxidable "Enrique José Varona" (SIME).
  - Unidad Docente Metalúrgica (UDM); (CUJAE).
  - Empresa de Mantenimiento a Centrales Eléctricas (EMCE); (MINBAS).
  - Empresa Motores Taino (SIME).
  - Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría (CUJAE).
  - Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear (CEADEN); (CITMA).
  - Oficina Nacional de Normalización. (CITMA).
  - Centro de Investigaciones para la Industria Minero Metalúrgica (CIPIMM); (SIME).
- Es una adopción idéntica de la ISO 6506-3: 2005 Metallic materials — Brinell hardness test — Part 3: Calibration of reference blocks.

## **© NC, 2010**

**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**

## MATERIALES METÁLICOS — ENSAYO DE DUREZA BRINELL — PARTE 3: CALIBRACIÓN DE LOS BLOQUES PATRONES

### 0 Introducción

Se llama la atención sobre el hecho de que en esta parte de la norma NC ISO 6506 sólo se especifica la utilización de penetradores esféricos de metal duro.

La designación de la dureza Brinell es HBW y no debería confundirse con la anterior designación HB, o HBS cuando se utilizaba un penetrador esférico de acero.

### 1 Objeto y campo de aplicación

Esta parte de la norma NC ISO 6506 especifica un método para la calibración de los bloques patrón que se van a utilizar en la verificación indirecta de las máquinas de ensayo para ensayos de dureza Brinell como se describe en la norma cubana NC ISO 6506-2.

### 2 Referencias Normativas

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

NC ISO 6506 -1:2009 Materiales metálicos. Ensayo de dureza Brinell. Parte 1: Método de ensayo.

NC ISO 6506-2:2010 Materiales metálicos. Ensayo de dureza Brinell. Parte 2: Verificación y calibración de máquinas de ensayo.

ISO 376:2004 Materiales metálicos. Calibración de los instrumentos de medida de fuerza utilizados para la verificación de las máquinas de ensayo uniaxial.

ISO 4287:1997 Especificación geométrica de producto (GPS). Calidad superficial: Método del perfil. Términos, definiciones y parámetros del acabado superficial.

### 3 Fabricación de los bloques patrón

**3.1** El bloque debe fabricarse especialmente para su utilización como bloque patrón de dureza.

**NOTA** Se llama la atención sobre la necesidad de usar un proceso de fabricación que proporcione la homogeneidad, estabilidad de estructura y uniformidad de dureza superficial necesarias.

**3.2** Cada bloque metálico que se vaya a calibrar debe tener un espesor no menor de:

- 16 mm para bolas de 10 mm;
- 12 mm para bolas de 5 mm;
- 6 mm para bolas menores.

**NOTA** Puede utilizarse un espesor de 12 mm para bolas de 10 mm siempre que la dureza del bloque patrón sea superior a 150 HBW:

**3.3** Los bloques patrón deben estar libres de magnetismo. Se recomienda que el fabricante se asegure de que los bloques, si son de acero, hayan sido desmagnetizados al final del proceso de fabricación.

3.4 La totalidad de las dos superficies y el paralelismo del bloque patrón deben estar de acuerdo con los valores recogidos en la tabla 1.

**Tabla 1 — Requisitos de los bloques patrón**

Diámetro de la bola mm	Tolerancia en la totalidad de las superficies mm	Tolerancia en el paralelismo mm en 50 mm	Rugosidad superficial admisible, <i>Ra</i>	
			Superficie de ensayo	Superficie inferior
10	0,040	0,050	0,3	0,8
5	0,030	0,040	0,2	
<5	0,020	0,030	0,1	
<sup>a</sup> .- Longitud de muestreo: <i>l</i> = 0,80 mm (véase la Norma Internacional ISO 4287).				

3.5 La superficie de ensayo debe estar libre de arañazos que interfieran con la medición de las huellas (véase la tabla 1).

3.6 Con el fin de comprobar que con posterioridad no se ha eliminado material del bloque patrón, debe marcarse su espesor en el momento de la calibración redondeando al 0,1 mm más próximo, o se debe realizar una marca de identificación sobre la superficie de ensayo (véase el punto e) del apartado 8.1).

**4 Máquina de calibración**

4.1 Además de cumplir los requisitos generales especificados en el capítulo 3 de la norma cubana NC ISO 6506-2:2010, la máquina de calibración debe cumplir también los requisitos recogidos en los apartados 4.2 a 4.8.

4.2 La máquina se debe verificar directamente a intervalos no superiores a 12 meses. La verificación directa incluye:

- a) calibración de la fuerza de ensayo;
- b) verificación del penetrador;
- c) calibración del dispositivo de medida;
- d) verificación del ciclo de ensayo; si esto no fuera posible, al menos el comportamiento de la fuerza respecto al tiempo.

4.3 Los instrumentos utilizados para la verificación y la calibración deben tener trazabilidad a patrones nacionales.

4.4 Cada fuerza de ensayo debe medirse utilizando un instrumento de medida elástico (según la Norma Internacional ISO 376:2004, de clase 0,5 o mejor) y la medición debe cumplir el valor nominal con una tolerancia de ± 0,1%.

4.5 Los penetradores se deben verificar y deben cumplir los requisitos recogidos en el apartado 4.3 de la norma cubana NC ISO 6506-2:2010 con la excepción de que las tolerancias sobre el diámetro de las bolas deben cumplir los requisitos recogidos en la tabla 2.

Tabla 2 — Tolerancias para distintos diámetros de bola

Diámetro de la bola mm	Tolerancia mm
10	± 0,003
5	± 0,002
2,5	± 0,001
1	± 0,001

4.6 La escala del microscopio de medida se debe graduar para poder estimar las huellas con una resolución de 0,002 mm en huellas realizadas con bolas de 10 mm y 5 mm, y con una resolución de 0,001 mm en huellas realizadas con bolas de menos de 5 mm de diámetro.

La escala del microscopio de medida se debe verificar con mediciones hechas mediante una regla patrón de trazos en un mínimo de cinco intervalos para cada rango de trabajo. La exactitud del dispositivo de medida en relación con los diámetros de huella debe ser la que se indica en la tabla 3.

Tabla 3 — Exactitud del dispositivo de medida

Diámetro de la huella mm	Exactitud mm
$d < 1$	± 0,000 5
$1 < d < 2,5$	±0,001 0
$d > 2,5$	± 0,002 0

4.7 El ciclo de ensayo debe ser conforme con el ciclo de ensayo descrito en la norma cubana NC ISO 6506-1 y se debe cronometrar con una incertidumbre de menos de ± 0,5 s.

4.8 Las características de las bolas de metal duro se especifican en el apartado 4.3.4.2 de la norma cubana NC ISO 6506-2:2008.

## 5 Procedimiento de calibración

Los bloques patrón se deben calibrar en una máquina de calibración como se describe en el capítulo 4, a una temperatura de  $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ , utilizando el procedimiento general descrito en la norma cubana NC ISO 6506-1.

Durante la calibración, la deriva térmica no debería ser superior a  $1 ^\circ\text{C}$ .

El tiempo transcurrido desde la aplicación inicial de fuerza hasta el momento en que se alcanza la fuerza total de ensayo no debe ser menor de 6 s ni mayor de 8 s. La duración de la aplicación de la fuerza de ensayo debe estar comprendida entre 10 s y 15 s.

El mecanismo que controla la aplicación de la fuerza debe garantizar que la velocidad de aproximación de la bola inmediatamente antes de tocar el bloque no sea mayor de 1 mm/s.

## 6 Número de huellas

Sobre cada bloque patrón se deben realizar cinco huellas uniformemente distribuidas sobre toda la superficie de ensayo.

Para reducir la incertidumbre de medida se deberían realizar más de cinco huellas.

**7 Uniformidad de dureza**

7.1 Sean  $d_1, d_2, d_3, d_4$  y  $d_5$  los valores medios de los diámetros de huella medidos dispuestos en orden creciente de magnitud.

La no-uniformidad del bloque bajo las condiciones particulares de calibración se caracteriza por:

$$U = d_5 - d_1 \tag{1}$$

y se expresa como porcentaje de  $d$ .

$$U_{rel} = 100 \times \frac{d_5 - d_1}{\bar{d}} \tag{2}$$

Donde:

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5}{5} \tag{3}$$

7.2 El valor máximo admisible de no-uniformidad de un bloque patrón debe ser el especificado en la tabla 4.

**Tabla 4 — Valor máximo admisible de no-uniformidad**

$d$ mm	Valor máximo admisible de no-uniformidad, $U_{rel}$ %
$d < 0,5$	2,0
$0,5 < d < 1$	1,5
$d > 1$	1,0

**NOTA** Para un valor de dureza menor de 200 HBW el valor máximo admisible de no-uniformidad puede ser del 2,0%.

7.3 La determinación de la incertidumbre de medida de los bloques patrón de dureza se indica en el anexo A.

**8 Marcado**

8.1 Cada bloque patrón se debe marcar con los siguientes detalles:

- a) la media aritmética de los valores de dureza obtenidos en los ensayos normalizados, por ejemplo: 348 HBW 5/750;
- b) el nombre o la marca del proveedor o fabricante;
- c) el número de serie;
- d) el nombre o la marca de la entidad de calibración;

d) el espesor del bloque o una marca identificativa sobre la superficie de ensayo (véase el apartado 3.6);

e) el año de calibración si no está indicado en el número de serie.

**8.2** Cualquier marca situada en el lateral del bloque debe quedar hacia arriba cuando la superficie de ensayo sea la cara superior.

**8.3** Cada bloque patrón entregado debe ir acompañado de un documento que proporcione al menos la información siguiente:

a) una referencia a esta parte de la NC ISO 6506;

b) la identificación del bloque;

c) la fecha de calibración;

d) la media aritmética de los valores de dureza y el valor que caracteriza la no-uniformidad del bloque (véase el apartado 7.1);

e) la información sobre el emplazamiento de la huella de referencia y la orientación de sus diámetros medidos junto con el diámetro medio medido.

## **9 Validez**

El bloque patrón de dureza sólo es válido para la escala para la que haya sido calibrado.

La validez de la calibración debería limitarse a un período de 5 años. Se llama la atención sobre el hecho de que para las aleaciones de aluminio y de cobre, la validez de la calibración puede reducirse a dos o tres años.

**ANEXO A**  
(Informativo)

**INCERTIDUMBRE DE MEDIDA DE LOS BLOQUES PATRÓN DE DUREZA**

La cadena metrológica necesaria para definir y diseminar las escalas de dureza se muestra en la figura C.1 de la norma cubana NC ISO 6506-1:2009.

**A.1 Verificación directa de la máquina de calibración de dureza**

**A. 1.1 Calibración de la fuerza de ensayo**

Véase el anexo A de la Norma Cubana NC ISO 6506-2:2010.

**A.1.2 Calibración del dispositivo de medida óptica**

Véase el anexo A de la Norma Cubana NC ISO 6506-2:2010.

**A.1.3 Verificación del penetrador**

Véase el anexo A de la Norma Cubana NC ISO 6506-2:2010.

**A. 1.4 Verificación del ciclo de ensayo**

Véase el anexo A de la Norma Cubana NC ISO 6506-2:2010

**A.2 Calibración indirecta de la máquina de calibración de dureza**

**NOTA** En este anexo, el índice "MRC (material de referencia certificado)" significa, según las definiciones de las normas sobre ensayos de dureza, "bloque patrón de dureza".

Para la verificación indirecta por medio de bloques patrón primarios de dureza, se verifica el funcionamiento global de la máquina de calibración de dureza y se determinan la repetibilidad y la desviación de la máquina de calibración de dureza respecto al valor real de dureza.

La incertidumbre de medida de la calibración indirecta de la máquina de calibración de dureza viene dada por la expresión:

$$u_{MC} = \sqrt{u_{MRC-P}^2 + u_{xMRC-1}^2 + u_{MRC-D}^2 + u_{ms}^2} \quad (A.1)$$

Donde:

$U_{MRC-P}$  es la incertidumbre de calibración del bloque patrón primario de dureza según el certificado de calibración para  $k = 1$ ;

$U_{xMRC-1}$  es la repetibilidad de la máquina de calibración de dureza;

$U_{MRC-D}$  es el cambio de la dureza del bloque patrón primario de dureza desde su última calibración, debido a la deriva;

$U_{ms}$  es la incertidumbre típica debida a la resolución del dispositivo de medida óptico.

## EJEMPLO

Bloque patrón primario de dureza:	(591.7 ± 3.6) HBW 2.5/187.5
Incertidumbre de medida del bloque patrón primario de dureza:	$U_{MRC-1} = + 1.8$ HBW 2.5/187.5
Deriva en el tiempo del bloque patrón primario de dureza:	$U_{MRC-D} = 0$
Resolución del dispositivo de medida:	$U_{ms} = 0.1 \mu\text{m}$

Tabla A.1 — Resultados de la verificación indirecta

Número	Diámetro de la huella medido, $d$ mm	Valor de la dureza calculado, $H$ HBW
1	0,630 5 <sub>máx.</sub>	591,4 <sub>mín.</sub>
2	0,630 0	592,3
3	0,629 5 <sub>mín.</sub>	593,3 <sub>máx.</sub>
4	0,629 7	592,9
5	0,629 5	593,3
Valor medio $H$	0,629 8	592,6
Desviación típica, $S_{xMRC-1}$	0,000 42	0,81

HBW: Dureza Brinell.

$$u_{xMRC-1} = \frac{t \cdot S_{xMRC-1}}{\sqrt{n}} = 0,41 \quad (\text{A.2})$$

( $t = 1,14$  para  $n = 5$ )

Tabla A.2 — Balance de la incertidumbre de medida

Magnitud	Valor estimado	Incertidumbre típica de medida	Tipo de distribución	Coficiente de sensibilidad	Contribución a la incertidumbre $u_i(H)$ HBW
$X_i$	$x_i$	$u(x_i)$		$c_i$	
$U_{MRC-1}$	591,7 HBW	1,8 HBW	Normal	1,0	1,80
$U_{MRC-1}$	0 HBW	0,41 HBW	Normal	1,0	0,41
$U_{ms}$	0,1 $\mu\text{m}$	0,2 $\mu\text{m}$	Rectangular	-1909,2 HBW/mm <sup>a</sup>	-0,06
$U_{MRC-D}$	0 HBW	0 HBW	Triangular	1,0	0
Incertidumbre combinada de medida, $u_{MC}$					1,85

HBW: Dureza Brinell.

<sup>a</sup> El coeficiente de sensibilidad está dado por la expresión:  $d = 0,630 0$  mm.

$$\frac{\partial H}{\partial d} = -\frac{H}{d} \cdot \frac{D + \sqrt{D^2 - d^2}}{\sqrt{D^2 - d^2}}$$

(A.3)

para  $H = 591,7$  HBW,  $D = 2,5$  mm,  $d = 0,6300$  m

**A.3 Incertidumbre de medida de los bloques patrón de dureza**

La incertidumbre de medida de los bloques patrón de dureza viene dada por la expresión:

$$u_{MRC} = \sqrt{u_{MC}^2 + u_{xMRC-2}^2} \tag{A.4}$$

Donde:

$u_{MRC}$  es la incertidumbre de calibración de los bloques patrón de dureza;

$u_{xMRC-2}$  es la desviación típica debida a la falta de homogeneidad de la distribución de la dureza en el bloque patrón de dureza;

$u_{MC}$  véase la expresión A.1.

**Tabla A.3 — Determinación de la falta de homogeneidad del bloque patrón de dureza**

Número	Diámetro de la huella medido, $d$ mm	Valor de la dureza calculado, $H$ HBW
1	0,630 4máx.	591,01 mín.
2	0,630 1	591,6
3	0,629 4mín.	592,92máx.
4	0,629 6	592,53
5	0,629 7	592,34
Valor medio, $H$	0,629 8	592,08
Desviación típica $s_{xMRC-2}$	0,000 40	0,77

Incertidumbre típica del MRC:

$$u_{xMRC-2} = \frac{t \cdot s_{xMRC-2}}{\sqrt{n}} \tag{A.5}$$

con  $t = 1,14$  y  $n = 5$ :

$$u_{xMRC-2} = 0,39 \text{ HBW}$$

**Tabla A.4 — Incertidumbre de medida del bloque patrón de dureza**

Dureza del bloque patrón de dureza	Falta de homogeneidad del bloque patrón de dureza	Incertidumbre de medida de la máquina primaria de calibración de dureza	Incertidumbre expandida de calibración del bloque patrón de dureza
$H_{MRC}$	$u_{xMRC-2}$	$u_{MC}$	$u_{MRC}$
HBW	HBW	HBW	HBW
592,64	0,39	1,85	3,8
HBW: Dureza Brinell.			

Donde:

$$u_{xMRC-2} = \frac{t \cdot s_{xMRC-2}}{\sqrt{n}}$$

### Bibliografia

- [1] SAWLA, A. Uncertainty of measurement in the verification and calibration of the force-measuring systems of testing machines, Proceedings of the Asia-Pacific symposium on measurement of force, mass and torque (APMF), Tsukuba, Japan, November 2000.
- [2] WEHRSTEDT, A. and PATKOVSKY, I. News in the field of standardization about verification and calibration of materials testing machines, May 2001, EMPA Academy, 2001.
- [3] GABAUER, W., Manual codes of practice for the determination of uncertainties in mechanical tests on metallic materials, The estimation of uncertainties in hardness measurements, Project No. SMT4-CT97-2165, UNCERT COP 14, 2000.
- [4] Polzin, T and Schwenk, D. Method for Uncertainty Determination of Hardness Testing; PC File for Determination, Materialprüfung 44 (2002) 3, pp. 64 - 71.