

---

**NORMA CUBANA**

**NC**

891: 2012

---

**CEMENTO HIDRÁULICO — MÉTODOS DE ENSAYO —  
DETERMINACIÓN DEL COLOR EN LOS CEMENTOS  
BLANCOS**

Hydraulic cement — Methods of testing — Colour determination in white  
cements

---

ICS: 91.100.10

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 891: 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.

### **Esta Norma Cubana:**

- Ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización NC/CTN 22 del Cemento, en el que están representadas las siguientes entidades:

- Ministerio de la Construcción (MICONS)
- Empresa de Tecnologías Industriales para la Construcción (TICONS)
- Unión de Empresas de Asbesto Cemento
- Ministerio de la Industria Básica (MINBAS)
- Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (MINFAR)
- Ministerio de Educación Superior (MES)
- Grupo Azucarero (AZCUBA)
- Centro Nacional de Envase y Embalaje
- Poder Popular
- Oficina Nacional de Normalización (ONN)

- Es una adopción idéntica de la Norma Española UNE 80117: 2001 *Métodos de ensayo de cementos. Ensayos Físicos. Determinación del color en los cementos blancos.*

Se realizó cambio en el título para que el mismo se corresponda con las series de normas regionales y nacionales existentes.

**© 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, El Vedado, La Habana, Habana 4, Cuba.**

**Impreso en Cuba.**

## CEMENTO HIDRÁULICO — MÉTODOS DE ENSAYO — DETERMINACIÓN DEL COLOR EN LOS CEMENTOS BLANCOS

### 1 Objeto y campo de aplicación

Esta Norma Cubana tiene por objeto fijar el método de ensayo para determinar el color en los cementos considerados comercialmente blancos, según se describe en la NC 101, tomando como punto de partida los valores triestímulos X, Y, Z obtenidos mediante cualquier instrumento, espectrofotómetro o colorímetro triestímulo, siempre y cuando se cumplan los requisitos de precisión fijados para el mismo.

### 2 Referencias normativas

NC 507 Cemento hidráulico — Método de ensayo — Análisis químico

NC 101 Cemento blanco — Especificaciones

### 3 Fundamento del método

El método se basa en la medición, por comparación de la energía radiante de un haz de luz después de haber sido reflejado por la muestra a caracterizar con la energía radiante de un haz de luz similar, una vez ha sido reflejado por un patrón de referencia.

El objetivo es medir el factor de reflectancia de la muestra para cada longitud de onda, de las radiaciones que componen el espectro visible (entre 380 nm y 780 nm), utilizando estas medidas para calcular los valores triestímulo correspondientes al color de la misma.

### 4 Preparación de la muestra de cemento

La muestra de cemento blanco para este ensayo se prepara del mismo modo que la muestra para análisis químico de los cementos, definida en la NC 507.

### 5 Requisitos Generales del Ensayo

#### 5.1 Patrones

**5.1.1 Patrón primario:** Se considera como tal el difusor reflectante perfecto recomendado por CIE y definido como el difusor uniforme ideal con la reflectancia espectral igual a la unidad para todas las longitudes de onda.

**5.1.2 Patrón secundario. Patrón de blanco.** Ya que el patrón primario no tiene existencia práctica, se toma como patrón secundario para calibrado una tableta, prensada con ayuda de una prensa de polvo, de sulfato de bario de calidad “patrón blanco de colorimetría”, del que se deben conocer las reflectancias espectrales  $\rho_{8/d}(\lambda)$  o los factores de reflectancia espectral  $R_{45/0}(\lambda)$  para varias longitudes de onda medidas usando una técnica de medida absoluta.

El patrón de blanco debe presentar como condición esencial una superficie uniforme, plana, limpia y mate.

El patrón de blanco se puede emplear para calibrar patrones de trabajo (placas cerámicas) pero también es posible atizarlo en calidad de patrón de trabajo.

**5.1.3 Patrones de trabajo:** Las placas patrón suministradas por los fabricantes de los equipos de medida son aceptables siempre y cuando estén calibradas o certificadas respecto al patrón primario o secundario y estén fabricadas a partir de materiales estables y duraderos tales como vidrios opalescentes, vitrolita o cerámica.

## 5.2 Preparación de la muestra

**5.2.1 Prensado. Método de referencia:** La prensa de preparación de muestras puede ser automática o manual (por ejemplo, de rosca de tornillo) diseñada para la preparación reproducible de muestras prensadas de polvo. El polvo, colocado en un anillo metálico, se debe presionar contra una superficie plana, limpia y mate como la que proporciona un cristal deslustrado. La presión ejercida debe ser tal que proporcione una densidad de  $2 \text{ g/cm}^3$  aproximadamente, para la tableta patrón de blanco de  $\text{BaSO}_4$  y de  $1,8 \text{ g/cm}^3$  aproximadamente, para la tableta de muestra de cemento

El diámetro de la pastilla obtenida debe ser tal que su superficie sea mayor que la apertura de medición del dispositivo de medida del color con el fin de evitar que el anillo metálico sobre el que se monta la muestra provoque errores en los resultados. Así mismo la superficie de la pastilla debe quedar perfectamente enrasada con la superficie del anillo metálico de soporte para evitar errores en la medición.

El espesor de la pastilla debe ser tal que garantice su opacidad y nunca menor de 5 mm.

**5.2.2 Método alternativo:** Se podrán utilizar cápsulas de muestras de vidrio óptico y fondo plano, así como cualquier otro sistema de preparación, siempre que se garantice una superficie plana regular, de tamaño suficiente para que cubra perfectamente la zona de medición del instrumento, con un espesor que no permita la transparencia y que demuestre que se obtienen valores similares a los obtenidos por el método de referencia de preparación de muestras.

## 5.3 Equipo de medición del color

**5.3.1 Espectrofotómetro. Equipo de referencia:** Espectrofotómetro equipado con una esfera integradora y/o con otras geometrías (por ejemplo, d/8 ó 45/0 o equivalentes), iluminación proporcionada por una lámpara de Xénon de arco o de alta presión y con la posibilidad de efectuar los cálculos para el iluminante C y el observador estándar  $2^\circ$  (condiciones de referencia) y las condiciones alternativas (apartado 5.4).

**5.3.2 Colorímetro. Equipo alternativo:** Alternativamente se podrán emplear colorímetros triestímulos con geometría d/8 o 45/0, o equivalentes, con la posibilidad de efectuar los cálculos para el iluminante C y el observador estándar  $2^\circ$  (condiciones de referencia) y condiciones alternativas.

En caso de utilizar colorímetros triestímulos, se debe verificar antes de su uso que se obtienen valores equivalentes a los obtenidos con los equipos de referencia.

## 5.4 Condiciones de ensayo. Iluminación y observación

Las condiciones de referencia del método de ensayo se aplicarán con un iluminante C y un observador estándar de 2°. Se pueden utilizar otros iluminantes y observadores como condiciones alternativas (por ejemplo D65 y 10° respectivamente), siempre y cuando los resultados se establezcan respecto a las condiciones de referencia.

## 6 Procedimiento operatorio

### 6.1 Preparación de las muestras para la medición del color

Se prepararan 3 muestras de cemento blanco según se describe en los apartados 5.2.1 y 5.2.2 teniendo siempre la precaución de utilizar el mismo sistema para el patrón blanco de calibración y para las muestras de cemento a ensayar.

### 6.2 Calibrado del equipo de medición del color

Se procede al calibrado del equipo de medición del color siguiendo las instrucciones del fabricante del mismo y utilizando los valores del factor de reflectancia espectral del patrón de calibración de blanco o los correspondientes valores de factor de reflectancia del patrón de trabajo obtenidos por calibración respecto al patrón de calibración de blanco.

### 6.3 Medición del color

Una vez calibrado el equipo a utilizar, y siguiendo las instrucciones del fabricante se realiza una determinación de los valores triestímulos X, Y, Z, sobre cada una de las tres preparaciones de la muestra según se describe en el apartado 6.1. Los valores de X, Y, Z que se utilizarán para la expresión de los resultados son las respectivas medias aritméticas de las tres determinaciones.

## 7 Expresión de los resultados

Los resultados finales se expresan en coordenadas CIELAB, como se detalla a continuación:

**Coordenada L\***: correspondiente a la claridad o luminosidad de la muestra.

**Coordenada a\***: define la desviación del punto cromático correspondiente a la luminosidad L\*, hacia el rojo (+) o hacia el verde (-).

**Coordenada b\***: de modo análogo, define la desviación al azul (-) o al amarillo (+).

Las coordenadas L\*, a\* y b\* se calculan a partir de las coordenadas triestímulos X, Y, Z referidas a las condiciones de referencia, mediante las siguientes fórmulas:

$$L^* = 116 (Y/Y_n)^{1/3} - 16$$

$$a^* = 500 [(X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3}]$$

$$b^* = 200 [(Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}]$$

donde X, Y, Z son los valores obtenidos, según el apartado 6.3, de las coordenadas triestímulos obtenidos en una medición y  $X_n$ ,  $Y_n$ ,  $Z_n$  son 3 constantes que dependen del iluminante y observador utilizados, según se refleja en la Tabla 1.

**Tabla 1 — Valores de las constantes  $X_n$ ,  $Y_n$ ,  $Z_n$**

Iluminante	Observador 2°				Observador 10°			
	C	D65	A	F	C	D65	A	F
$X_n$	98.07	95.05	109.85	109.43	97.28	94.81	111.15	112.12
$Y_n$	100	100	100	100	100	100	100	100
$Z_n$	118.23	108.89	35.58	40.21	116.14	107.33	35.20	40.79

El color del cemento blanco viene definido por los valores de las coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ . Un cemento será tanto más blanco cuanto  $L^*$  se aproxime a 100 y  $a^*$  y  $b^*$  (en valor absoluto) se acerquen a cero.

**8 Informe de ensayo**

El informe de ensayo debe incluir la siguiente información:

- a) referencia a esta norma;
- b) todos los detalles necesarios para la identificación de la muestra de laboratorio;
- c) el resultado obtenido; el método y condiciones del ensayo utilizadas;
- d) todas las operaciones no especificadas en esta Norma, o señaladas como opcionales;

**9 Precisión del ensayo**

Como referencia, la precisión del ensayo expresada en términos de coeficiente de variación de la repetibilidad y la reproducibilidad, referida a la coordenada  $L^*$  debería ser:

$$\text{C. V. de la repetibilidad} = (S_r/\bar{x}) * 100 \leq 1\%$$

$$\text{C. V. de la reproducibilidad} = (S_R/\bar{x}) * 100 \leq 2\%$$

donde

$S_r$  es la desviación típica de la repetibilidad;

$S_R$  es la desviación típica de la reproducibilidad;

$\bar{x}$  es la media muestral.