

## ÁRIDOS — ESTABILIDAD A LA ACCIÓN DEL SULFATO DE SODIO O DEL SULFATO DE MAGNESIO — MÉTODO DE ENSAYO

Soundness of aggregates by use of sodium  
sulfate or magnesium sulfate

---

ICS: 91.100.20

1. Edición

Abril 2002

REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana.  
Teléf.: 830-0835 Fax: (537) 33-8048 E-mail: nc@ncnorma.cu

## Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización.

La preparación de las Normas Cubanas se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. La aprobación de las Normas Cubanas es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en evidencias de consenso.

### Esta Norma Cubana:

- Ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización NC/CTN 23 “Áridos”, integrado por las siguientes instituciones:

- |   |  |
|---|--|
| - Ministerio de la Construcción                                       | - Oficina Nacional de Normalización                            |
| - Ministerio del Transporte   | - Empresa de Hormigón y Terrazo de La Habana                   |
| - Centro Técnico para el Desarrollo de los Materiales de Construcción | - Dirección de Prefabricados del Poder Popular (Ciudad Habana) |
| - Empresa de Canteras Habana  | - ENIA (Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas)         |
| - TICONS (Empresa de Tecnologías Industriales para la Construcción)   |  |

- Toma en consideración varios elementos establecidos en la ASTM C 88- 99 a “*Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate*”.
- Sustituye a la NC 54- 247 “*Materiales y Productos de la Construcción. Estabilidad de los Áridos a la Acción del Sulfato de Sodio o del Sulfato de Magnesio. Método de Ensayo*”.
- Consta del Anexo A (informativo).

## © NC, 2002

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

**Oficina Nacional de Normalización (NC).  
Calle E No. 261 Ciudad de La Habana, Habana 3. Cuba.**

**Impreso en Cuba**

## ARIDOS. ESTABILIDAD A LA ACCION DEL SULFATO DE SODIO O DEL SULFATO DE MAGNESIO. METODO DE ENSAYO

### 1 Objeto

Esta Norma Cubana establece el método de ensayo para determinar la estabilidad de los áridos ante soluciones saturadas de sulfato de sodio o de magnesio.

### 2 Referencias normativas

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen disposiciones de esta Norma Cubana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos sobre la base de ellas, que analicen la conveniencia de usar ediciones más recientes de las normas citadas seguidamente. La Oficina Nacional de Normalización posee en todo momento la información sobre las normas internacionales, regionales y cubanas en vigencia.

NC 54- 173: 78 "Tamices de ensayos"  
NC 178- 2001 Áridos. Análisis granulométrico

### 3 Fundamentos del método

El método de ensayo consiste en determinar la resistencia a la desintegración que presentan los áridos sometidos a ciclos sucesivos de inmersión en soluciones saturadas de sulfato de sodio o de magnesio y su posterior secado, debido a la expansión ocasionada por la acumulación progresiva de cristales de dichos sulfatos en el interior de los poros de los áridos.

### 4 Aparatos, utensilios y medios de medición

#### 4.1 Balanzas

- Balanza técnica con LSP no menor de 500 g y precisión de 0,1 g.
- Balanza técnica con LSP no menor de 5 kg y precisión de 1 g.

#### 4.2 Estufa

- Estufa capaz de mantener una temperatura de 105 – 110 °C.

#### 4.3 Recipientes

Los recipientes para sumergir las muestras de áridos en la solución tendrán perforaciones que permitan la entrada de la solución, su contacto con las muestras y el drenaje de la solución sin pérdida del árido.

El volumen del recipiente estará en dependencia del volumen fijado de la solución en la que se sumergen las muestras y será no menor de 5 veces el volumen de la muestra sumergida.

#### 4.4 Tamices

Se utilizarán tamices de ensayos según la norma NC 54- 173 con aberturas de mallas siguientes.

##### 4.4.1 Tamices para la serie fina

Se utilizarán tamices con aberturas de mallas de:

- 4,76 mm (No. 4)
- 2,38 mm (No. 8)
- 1,19 mm (No. 16)
- 0,59 mm (No. 30)
- 0,295 mm (No. 50)
- 0,149 mm (No. 100)

##### 4.4.2 Tamices para la serie gruesa

- 63,5 mm (No. 2 ½")
- 50,8 mm (No. 2")
- 38,1 mm (No. 1 ½")
- 25,4 mm (No. 1")
- 19,1 mm (No. ¾")
- 12,7 mm (No. ½")
- 9,52 mm (No. 3/8")

### 5 Reactivos y soluciones

#### 5.1 Solución saturada de sulfato de sodio

Se podrá preparar tomando como base la sal en forma anhidrica  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  o en la forma decahidratada  $\text{Na}_2\text{SO}_4 (10 \text{ H}_2\text{O})$

La solución debe prepararse no menos de 48 horas antes de usarse y mantenerse a una temperatura de 20 – 22 °C. Cuando se vaya a utilizar, se romperá la película de sal formada, se agitará convenientemente y se comprobará que su densidad se mantenga en el rango de 1,151– 1,174 g/ml.

#### 5.2 Solución saturada de sulfato de magnesio

Esta solución se podrá preparar tomando como base la sal anhidra  $\text{MgSO}_4$  o en la forma heptahidratada  $\text{MgSO}_4 (7\text{H}_2\text{O})$

La solución debe prepararse no menos de 48 horas antes de usarse y mantenerse a una temperatura de 20 – 22 °C. Cuando se vaya a utilizar, se romperá la película de sal formada, se agitará convenientemente y se comprobará que su densidad se mantiene en el rango de 1.295– 1.308 g/ml

## 6 Preparación de las muestras

A cada uno de los tipos de áridos (fino y grueso) se le realizará un ensayo granulométrico de acuerdo a la NC 178 para determinar su composición.

Se realizará el ensayo de estabilidad a la acción de los sulfatos de sodio o de magnesio a los tamaños de las fracciones que representan el 5 % o más del peso total de la muestra.

La preparación de las muestras se realizará de la forma siguiente:

### 6.1 Muestra de árido fino

El procedimiento para tomar y preparar la muestra de árido fino será el siguiente:

- La muestra de árido fino se pasará por un tamiz de abertura de malla de 9,52 mm (3/8"), desechando todo el retenido en el mismo.
- La muestra debe ser de un tamaño tal que una vez tamizada queden no menos de 100 g de árido retenido en cada uno de los tamices que se relacionan en la Tabla 1.

**Tabla 1 — Tamices de control para la preparación de la muestra de árido fino**

Pasado por el tamiz	Retenido en el tamiz
9,52 mm (3/8")	4,76 mm (No. 4)
4,76 mm (No. 4)	2,38 mm (No. 8)
2,38 mm (No. 8)	1,19 mm (No. 16)
1,19 mm (No. 16)	0,59 mm (No. 30)
0,59 mm (No. 30)	0,295 mm (No. 50)

- La muestra se lavará perfectamente sobre un tamiz de 0,295 mm (No. 50) y se secará hasta peso constante a una temperatura de 105 – 110 °C.
- La muestra seca se pasará por los tamices especificados en la Tabla 1, pesando 100 g de cada una de las fracciones, teniendo cuidado de no usar las partículas de árido adheridas a las mallas de los tamices.
- Cada una de las fracciones de 100 g se colocarán en recipientes separados.

### 6.2 Muestra de árido grueso

El procedimiento para tomar y preparar la muestra de árido grueso será el siguiente:

- La muestra de árido grueso se comprobará por un tamiz de 4,76 mm (No. 4), desechando todas las partículas pasadas por el mismo.
- La muestra debe ser de un tamaño tal que una vez tamizada quede retenido no menos de la masa especificada para cada uno de los tamices relacionados en la Tabla 2.

**Tabla 2 — Masa especificada para cada uno de los tamices de control para la preparación de la muestra árido grueso**

Límites nominales de las fracciones	Masa especificada (g)
9,52 mm (3/8") – 4,76 mm (No. 4)	300
19,1 mm (3/4") – 9,52 mm (3/8")	1 000
Compuesta de: 19,1 mm (3/4") – 12,7 mm (1/2") 12,7 mm (1/2") - 9,52 mm (3/8")	Compuesta de: 670 330
38,1 mm (1 1/2") – 19,1 mm (3/4")	1 500
Compuesta de: 38,1 mm (1 1/2") – 25,4 mm (1") 25,4 mm (1") - 19,1 mm (3/4")	Compuesta de: 1 000 500
63,5 mm (2 1/2") – 38,1 mm (1 1/2")	5 000
Compuesta de: 63,5 mm (2 1/2") – 50,8 mm (2") 50,8 mm (2") - 38,1 mm (1 1/2")	Compuesta de: 3 000 2 000
<b>NOTA:</b> La muestra de árido grueso puede estar constituida por una, dos o más fracciones de las que aparecen relacionadas en esta Tabla.	

- La muestra se lavará perfectamente y se secará a peso constante a una temperatura de 105 – 110 °C.
- La muestra seca se separará por medio de tamizado en las diferentes fracciones especificadas en la Tabla 2.
- Se obtendrá la cantidad requerida para cada fracción, se determinará su masa y se colocarán en recipientes separados.
- En el caso de las fracciones mayores de 19,1 mm (3/4"), se contará además el número de las partículas.

## 7 Procedimiento

### 7.1 Inmersión de la muestra en la solución

- La muestra se sumerge en las soluciones de sulfato de sodio o de sulfato de magnesio durante un periodo de tiempo comprendido entre 16 y 18 horas, de manera tal que el nivel de la solución quede 1,5 cm por encima del nivel de la muestra.
- El recipiente con la muestra se tapará para evitar la evaporación y la contaminación accidental con sustancias extrañas.
- La muestra sumergida en la solución se mantendrá a una temperatura de 20- 22 °C.
- Cuando se ensayen áridos muy ligeros, la muestra se puede cubrir con parrillas de alambres con contrapesos para que quede completamente sumergida.

## 7.2 Secado de la muestra después de la inmersión

- Después del periodo de inmersión, la muestra se saca de la solución, dejándola escurrir y se introduce en la estufa, regulando previamente la temperatura de la estufa entre 105 – 110 °C.
- Se deberá tener cuidado de evitar pérdidas de partículas de áridos.
- Durante el periodo de secado de la muestra, y para asegurar que la muestra alcance un peso constante, se debe sacar de la estufa, enfriarla a temperatura ambiente y pesarla a intervalos de tiempo no menores de 4 horas ni mayores de 18 horas. Se puede considerar que se ha alcanzado un peso constante cuando dos determinaciones sucesivas de una muestra difieren en menos de 0,1 g en el caso de árido fino y en menos de 1 g en el caso de árido grueso.
- Una vez alcanzado un peso constante, la muestra se deja enfriar a temperatura ambiente y se sumerge de nuevo en la solución.

## 7.3 Número de ciclos de inmersión y secado

El proceso de inmersión y de secado de la muestra se prosigue hasta completar no menos de 5 ciclos, aunque este número puede variar de acuerdo a los intereses del ensayo.

## 7.4 Examen cuantitativo

- El examen cuantitativo se realizará de la forma siguiente:
- Después de terminado el último ciclo de inmersión y secado, y con la muestra a temperatura ambiente, se lava para eliminar el sulfato de sodio o de magnesio. Mediante una adición de cloruro de bario  $BaCl_2$  en el agua de lavado puede comprobarse si la muestra está libre de sales.
- Después de ser eliminado el sulfato de sodio o de magnesio, se seca cada fracción de la muestra hasta peso constante a una temperatura de 105 – 110 °C y se determina su masa.
- Se tamiza el árido fino en los mismos tamices en que fue retenido antes del ensayo.
- Se pesan las partículas retenidas en cada uno de ellos y se anota su masa.
- El árido grueso se tamizará para cada tamaño de fracción a través del tamiz que se indica en la Tabla 3.

Tabla 3 — Tamices especificados para el ensayo de control del árido grueso

Límites nominales de las fracciones	tamiz usado para determinar la pérdida
9,52 mm (3/8") – 4,76 mm (No. 4)	4,00 mm (N0. 5)
19,1 mm (3/4") – 9,52 mm (3/8")	7,93 mm (5/16")
38,1 mm (1 1/2") – 19,1 mm (3/4")	15,9 mm (5/8 ")
63,5 mm (2 1/2") – 38,1 mm (1 1/2")	31,75 mm (1 1/4")

- Además, puede conseguirse una mayor información si se examina visualmente cada fracción, para observar si hay o no un excesivo cuarteado de las partículas.
- También puede ser de interés, si después de haber pesado cada fracción como se describe en 6.2, se juntan todas las fracciones, incluidos los residuos de cada una de ellas, y se determina la granulometría total con los tamices necesarios para determinar el módulo de finura de la muestra. El resultado del ensayo granulométrico se dará en porcentaje acumulativo retenido por cada tamiz.

### 7.5 Examen cualitativo

Las fracciones de muestras mayores de 19,1 mm (3/4") se examinan cualitativamente después de terminar el ensayo.

El examen cualitativo y el registro deberán contar de dos partes:

- Observación del efecto de la acción de la solución de sulfato de sodio o de magnesio y la naturaleza de dicha acción.
- El número de partículas afectadas.

**NOTA 1:** Se pueden esperar muchos tipos de acción. En general, se pueden clasificar como desintegración, cuarteaduras, agrietamiento, desmoronamiento, exfoliación y otras.

**NOTA 2:** Aunque sólo se requiere que se examinen cualitativamente las partículas con tamaño mayor de 19,1 mm (3/4"), se recomienda hacer el examen de los tamaños menores, para determinar si hay evidencias de cuarteaduras excesivas.

## 8 Informe del ensayo

El resultado comprenderá los siguientes datos:

- Identificación de la muestra ensayada
- Referencia a la presente norma
- Masa de cada muestra antes del ensayo.
- En cada fracción de la muestra, material más fino que el tamiz en el cuál la fracción fue retenida antes del ensayo, expresado como el porcentaje en masa de la fracción.

- Promedio ponderado en por ciento, calculado a partir del porcentaje de pérdida para cada fracción, basado en la granulometría de la muestra tal y como fue recibida para el ensayo o preferiblemente como la granulometría promedio del material del cuál es representativa la muestra.
- Tipo de solución utilizada para el ensayo (sulfato de sodio o sulfato de magnesio).
- Número de ciclos de inmersión y secado realizados durante el ensayo.
- En los cálculos se deberá suponer que los tamaños más finos que el tamiz 0,295 mm (No. 50) no tienen pérdida.
- En el caso de las partículas mayores de 19,1 mm (3/4"), antes del ensayo se registrará número de partículas de cada fracción.
- Número de partículas afectadas por la solución utilizada durante el ensayo, clasificadas respecto a desintegración, cuarteaduras, agrietamiento, desmoronamiento, exfoliación y otras.
- Resultados del ensayo
- Identificación del técnico que realiza el ensayo
- Fecha de realización del ensayo

Como ejemplo para fines de ilustración, se muestra una tabla en el Anexo A (informativo), que se presenta como sugerencia para el registro de los datos del ensayo. Los valores mostrados podrán ser apropiados para cualesquiera de las dos sales, según la calidad del árido ensayado.

**Anexo A**  
(informativo)

**Ejemplo de Registro (con valores numéricos para áridos finos)**

Límites de las fracciones		Granulometría de la muestra en porcentaje retenido	Masa de la muestra antes del ensayo (g)	Masa de la pérdida real de material (g)	Pérdida real de material (%)	Promedio ponderado del porcentaje de pérdida
Pasado por:	Retenido por:					
9,52 mm (3/8")	4,76 mm (No. 4)	4,60			11,2 (*)	0,52
4,76 mm (No. 4)	2,38 mm (No. 8)	10,80	100	11,20	11,20	1,21
2,38 mm (No. 8)	1,19 mm (No. 16)	17,00	100	8,00	8,00	1,36
1,19 mm (No. 16)	0,59 mm (No. 30)	25,20	100	4,80	4,80	1,21
0,59 mm (No. 30)	0,297 mm (No. 50)	226,00	100	4,20	4,20	1,09
0,297 mm (No. 50)	0,149 mm (No. 100)					
0,149 mm (No. 100)						
<b>Totales</b>		<b>100,00</b>	<b>400</b>			<b>5,39 (*)</b>

**Ejemplo de Registro (con valores numéricos para áridos gruesos)**

Límites de las fracciones		Granulometría de la muestra en porcentaje retenido	Masa de la muestra antes del ensayo (g)	Masa de la pérdida real de material (g)	Pérdida real de material (%)	Promedio ponderado del porcentaje de pérdida
Pasado por:	Retenido por:					
38,1 mm (1 1/2")	19,1 mm (3/4")	50,00	1 500	105,00	7,00	3,50
19,1 mm (3/4")	9,52 mm (3/8")	32,00	1 000	84,00	8,40	2,69
9,52 mm (3/8")	4,76 mm (No. 4)	18,00	300	30,90	10,30	1,85
<b>Totales</b>		<b>100,00</b>	<b>2 800</b>			<b>8,04 (**)</b>

(\*) El porcentaje de pérdida (11,20 %) del tamaño siguiente más pequeño se usa como porcentaje de pérdida para este tamaño, ya que el mismo contiene menos del 5 % en la granulometría de la muestra original

(\*\*) Estos son los valores que se comparan con las especificaciones, según el tipo de sal empleado.

### Bibliografía

**Estados Unidos**, ASTM C 88- 99 a “Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate”

NC 20- 03: 1972 “Productos químicos. Clasificación por calidades y definiciones”

NC 21- 01: 1972 “Agua para análisis”

NC 21- 05: 1972 “Productos químicos analíticos. Especificaciones”