

PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES



EDITADO POR EL INSTITUTO
MEXICANO DEL CEMENTO Y
DEL CONCRETO, A.C.

Diciembre ■ 2009



Ilustraciones: Felipe Hernández

®

**Agregados para
concreto hidráulico.**
Especificaciones y
métodos de prueba

Segunda parte

28

SECCIÓN
COLECCIONABLE

Agregados para concreto hidráulico. Especificaciones y métodos de prueba

Segunda parte

En este resumen se presenta la segunda parte de la Norma Mexicana NMX C-111-ONNCCE 2004 "Industria de la construcción-Agregados para concreto hidráulico-Especificaciones y Métodos de Prueba. Usted puede usarlo para familiarizarse con los procedimientos básicos de la Norma. Sin embargo, este resumen no tiene la intención de reemplazar los estudios completos que usted haga de la Norma.

Puede aceptarse el agregado grueso cuyos resultados en las pruebas no cumplan los límites que establece la Tabla 6, si se demuestra que en concretos de propiedades semejantes, elaborados con agregados del mismo banco, acusan un comportamiento satisfactorio en condiciones de intemperismo semejantes a las que va a someterse al nuevo concreto.

Material más fino que la malla 200 en mezcla de agregados finos y gruesos. El contenido máximo de material fino que pasa por la criba 0,075 mm (malla No. 200), está en función de los límites de consistencia (Límites de Atterberg, obtenidos de acuerdo con lo especificado en la NMX-C-416-ONNCCE) y no debe exceder los límites que establece la Tabla 7.

Reactividad potencial (reacción álcali agregado)

Para la elaboración de concreto debe evitarse el uso de agregados, finos y gruesos que contengan rocas y minerales identi-

ficados como potencialmente reactivos con los álcalis. Esto es aplicable cuando el concreto en servicio vaya a estar en contacto permanente, o en periodos prolongados, con agua o rodeado de condiciones húmedas (humedad relativa $\geq 80\%$). Los mapas sobre regiones de las Figuras 4 y 5 (Véase NMX-C-111-ONNCCE), sirven de guía para delimitar las regiones con rocas silíceas y carbonatadas, potencialmente reactivas con los álcalis. Si las expansiones obtenidas rebasan los límites máximos permisibles, tal como se ilustra en las figuras 6 y 7 sobre criterios de interpretación de resultados (Véase NMX-C-111-ONNCCE), se considera confirmado el carácter reactivo de los agregados y su empleo debe quedar condicionado a la aplicación de la siguiente medida:

- Utilizar un cemento Portland con bajo contenido de álcalis: menor o igual que 0,60 % (de la masa del cemento) si la reacción es álcali-sílice y menor o igual que 0,40 %, si la reacción es álcali carbonato. O bien hacer ajustes necesarios al diseño para que el contenido total de álcalis en la mezcla de concreto, aportados por sus diversos componentes no exceda de 3,0 kg por m³. Si este recurso no es factible, entonces la medida pertinente consistirá en incorporar al concreto un material (por ejemplo: adicinante



Tabla 6: Límites máximos de contaminación y requisitos físicos de calidad del agregado grueso

| Grupo | Elementos | Total de terrones de arcilla y partículas deleznales | Partículas de pedernal con masa específica menor de 2,4. (Véase Nota 1). | Suma de los conceptos anteriores (Dos primeras columnas). | Material fino que pasa por la criba 0,075 (Malla No.200).(Véase Nota 2). | Carbón y lignito. | Pérdida por abrasión (Véase Nota 3) | Pérdida en la prueba de sanidad (Intemperismo acelerado 5 ciclos) en % | | | |
|---|--|--|--|---|--|--------------------|-------------------------------------|--|-------|-----|-----|
| | | % | % | % | % | % | % | NaSO4 | MgSO4 | | |
| Región de intemperismo moderado | | | | | | | | | | | |
| 1M | No expuestos a la intemperie; zapatas de cimentación, cimentaciones, columnas, vigas y pisos interiores con recubrimiento. | | | 10,0 | --- | --- | 1,0 | 1,0 | 50 | --- | --- |
| 2M | Pisos interiores sin recubrimiento. | | | 5.0 | --- | --- | 1.0 | 0.5 | 50 | --- | --- |
| 3M | Expuestos a la intemperie muros de cimentación, muros de retención, pilas, trabes, estructuras de muelles. | | | 5.0 | 8,0 (véase nota 4) | 10.0 | 1.0 | 0.5 | 50 | 12 | 18 |
| 4M | Sujetos a exposición frecuente de agua o humedad: pavimentos, losas de puentes, guarderías, autopistas, andadores, patios, pisos externos y estructuras marítimas. | | | 5,0 (véase nota 4) | 5.0 | 7.0 | 1.0 | 0.5 | 50 | 12 | 18 |
| 5M | Concretos arquitectónicos expuestos a la intemperie. | | | 3.0 | 3.0 | 5,0 (véase nota 4) | 1.0 | 0.5 | 50 | 12 | 18 |
| Región de intemperismo no apreciable | | | | | | | | | | | |
| 1N | Losas sujetas a tráfico abrasivo: losas de puentes, pisos, andadores, banquetas y pavimentos. | | | 5.0 | --- | --- | 1.0 | 0.5 | 50 | --- | --- |
| 2N | Otras clases de concreto | | | 10.0 | --- | --- | 1.0 | 1.0 | 50 | --- | --- |

Nota 2: Esta limitación se aplica a materiales donde el pedernal se encuentra como impureza; no es aplicable a agregado grueso que es predominantemente pedernal. Limitaciones de uso de tales agregados en cuanto a intemperismo, deben basarse en antecedentes de servicio donde se pretende emplear tales materiales.

Nota 3: En caso de agregados triturados, si el material que pasa por la criba 0,075 (malla No. 200) es el resultado de la trituración de rocas exentas de arcilla y/o pizarras, este límite puede incrementarse en 1,5%.

Nota 4: La pérdida por abrasión del agregado debe ser determinada en una muestra con granulometría lo más cercana a la que va a ser usada en la producción de concreto. Cuando se use más de un tamaño o más de una granulometría en un solo tamaño, el límite de abrasión debe de aplicarse a cada una de ellas. Las escorias de altos hornos enfriadas al aire y trituradas quedan excluidas de los requisitos de abrasión; la masa volumétrica compactada con varilla de estos materiales debe ser mayor que 1 120 kg/m³.

Nota 5: Para construcciones de concreto en regiones cuya altitud sea mayor de 3 000 m sobre el nivel del mar, estos requisitos deben reducirse en 1 por ciento.

mineral) que sea efectivo para inhibir la acción álcali-agregado.

- En el caso de la reacción álcali-sílice, ciertos adicionantes minerales en la mezcla de concreto son capaces de inhibir satisfactoriamente sus efectos deleté-

reos, lo cual puede verificarse mediante pruebas de expansión en mortero como se indica en el método de prueba de la NMX-C-298.

- Cuando la reacción es álcali-carbonato, existe menos expectativas de éxito

Tabla 7: Material máximo permisible menor de la criba 0,075mm (No. 200) en agregados finos y gruesos

| Límite líquido | Índice plástico | Material máximo permisible en masa que pasa por la criba 0,075 (no. 200), en por ciento. |
|----------------|-----------------|--|
| Hasta 25 Hasta | Hasta 5 | 10,0 |
| 25 Hasta 25 | 6 - 10 | 9,0 |
| | 11-15 | 4,0 |
| 26- 35 | Hasta 5 | 9,0 |
| 26- 35 | 6 - 10 | 7,0 |
| 26- 35 | 11-15 | 3,0 |
| 36 - 40 | Hasta 5 | 8,0 |

Nota: La contracción lineal de los finos no debe ser mayor que el 2% en todos los casos (Ver: NMX-C-416-ONNCCE).

con el uso de adicionantes minerales para inhibir sus efectos. En este caso, la capacidad inhibidora del adicionante puede verificarse con pruebas de expansión en concreto con agregados reactivos en cuestión y un cementante compuesto por el cemento de uso previsto y el adicionante propuesto, determinando la expansión por medio de la NMX-C-272-0NNCCE.



Si aún así la expansión resulta excesiva, las opciones que deben evaluarse para evitar el riesgo de una reacción deletérea álcali-carbonato, son:

- Cambiar la fuente de suministro de los agregados por otra no reactiva.
- Efectuar una explotación selectiva de los bancos o canteras para desechar el material reactivo o bien mezclar con otro material para reducir su proporción, en ambos casos a no más del 15 % en total de los agregados. Deben efectuarse las pruebas correspondientes para determinar la expansión resultante.
- Seleccionar el cemento cuyo contenido de álcalis sea menor a los límites antes mencionados, para obtener una expansión tolerable del concreto conforme al método de prueba correspondiente.

Muestreo

Debe tomarse una muestra representativa de los agregados conforme a la



NMX-C-030-0NNCCE, y reducirla por cuarteo conforme a la NMX-C-170-0NNCCE, hasta dejar una muestra del tamaño requerido para poder hacer las pruebas que indica la presente norma mexicana.



Métodos de prueba

- **Granulometría:** Determinación de la granulometría del agregado fino y grueso de acuerdo con la norma NMX-C-077-0NNCCE.

- **Coficiente volumétrico (de forma):** Determinación del coeficiente volumétrico en los agregados de acuerdo con la norma NMX-C-436-0NNCCE.

Sustancias nocivas

En el agregado fino y el grueso: Determinación del contenido de terrones y partículas deleznable de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-C-071-0NNCCE.

- **Impurezas orgánicas:** Determinación del contenido de impurezas orgánicas en los agregados finos de acuerdo con la Norma NMX-C-088-0NNCCE.

- **Agregados finos y Agregados gruesos y la Mezcla de finos y gruesos:** La determinación del contenido máximo de material fino, material grueso y la mezcla de ellos que pasa por la criba 0,075 mm (No. 200), está en función de los límites de consistencia de Atterberg, obtenidos de acuerdo a la norma NMX-C-416-0NNCCE.

- **Reactividad potencial (reacción álcali-agregado):** Para determinar la reactividad potencial de los agregados, debe realizarse un examen petrográfico con el método de prueba de la NMX-C-265. Si los agregados disponibles son potencialmente reactivos y no hay al parecer alternativa de cambio, debe hacerse lo siguiente:

- En el caso de los agregados constituidos por sílices, primero se hace un análisis químico conforme al método de prueba de la NMX-C-271-0NNCCE, tras confirmar su potencial reactivo, se determina entonces la expansión conforme al

método de prueba de la NMX-C-180-0NNCCE. Para los agregados constituidos por carbonatos se determina la expansión en roca con el método de prueba de la NMX-C-272-0NNCCE.

- En el caso de la reacción álcali-sílice, ciertos adicionantes minerales en la mezcla de concreto son capaces de inhibir satisfactoriamente sus efectos deletéreos, lo cual puede verificarse mediante pruebas de expansión en mortero como se indica en el método de prueba de la NMX-C-298-0NNCCE.

- La capacidad inhibidora del adicionante mineral puede verificarse con pruebas de expansión en concreto con agregados reactivos en cuestión y un cementante compuesto por el cemento de uso previsto y el adicionante mineral propuesto, determinando la expansión por medio de la NMX-C-272-0NNCCE.

Sanidad (intemperismo acelerado)

- **Agregados finos y Agregados grueso:** Determinación de la sanidad en los agregados finos y gruesos, de acuerdo con la Norma NMX-C-075-0NNCCE y resistencia del concreto a la congelación y el deshielo acelerados de acuerdo con la norma NMX-C-205-0NNCCE.

- **Abrasión (desgaste):** La determinación de la abrasión de los agregados se realiza de acuerdo con la norma NMX-C-196-0NNCCE, determinada con base a la granulometría original de la muestra. c



Tomado de la Norma Mexicana NMX C-111-Industria de la Construcción-Agregados para Concreto Hidráulico-Especificaciones y Métodos de prueba, para promover la capacitación y el buen uso del cemento y del concreto. Usted puede obtener esta Norma y las relacionadas a agua, aditivos, agregados, cementos, concretos y acero de refuerzo en normas@mail.onnce.org.mx o al teléfono 5663 2950, México, DF.