

**LIBRO: CMT. CARACTERÍSTICAS DE  
LOS MATERIALES**

**PARTE: 4. MATERIALES PARA PAVIMENTOS**

**TÍTULO:** 06. Materiales para Carpetas de Concreto Hidráulico

**CAPÍTULO:** 001. *Calidad de Agregados para Carpetas de Concreto  
Hidráulico*

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los requisitos de calidad de los agregados pétreos para la elaboración de concreto hidráulico que se utiliza para la construcción de carpetas de concreto hidráulico.

**B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN**

Los agregados son materiales pétreos naturales seleccionados; materiales sujetos a tratamientos de disgregación, cribado, trituración o lavado; materiales producto de la demolición y trituración de pavimentos de concreto hidráulico existentes, o materiales producidos por expansión, calcinación o fusión excipiente, que se mezclan con cemento Portland y agua, para formar concreto hidráulico.

Los agregados para carpetas de concreto hidráulico se clasifican en:

**B.1. AGREGADO FINO**

Es arena natural seleccionada u obtenida mediante trituración y cribado, con partículas de tamaño comprendido entre setenta y cinco (75) micrómetros (malla N°200) y cuatro coma setenta y cinco (4,75) milímetros (malla N°4), pudiendo contener finos de menor tamaño, dentro de las proporciones establecidas en esta Norma.

**B.2. AGREGADO GRUESO**

Puede ser grava natural seleccionada u obtenida mediante trituración y cribado, o producto de trituración de losas de pavimentos de concreto hidráulico existentes, o escorias de alto horno enfriadas en aire o una combinación de dichos materiales, con partículas de tamaño máximo, generalmente comprendido entre diecinueve (19) milímetros (¾ in) y treinta y siete coma cinco (37,5) milímetros (1½ in), pudiendo contener arena dentro de las proporciones establecidas en esta Norma.

**C. REFERENCIAS**

Esta Norma se complementa con las normas ASTM C1105 – 08a(2016), *Standard Test Method for Length Change of Concrete Due to Alkali-Carbonate Rock Reaction*, publicada por ASTM International, en EUA, en el año de 2016 y TEX-438-A, *Accelerated Polish Test for Coarse Aggregate*, publicada por el Departamento de Transporte de Texas, EUA, en el año 1999 y revisada en 2014.

Además, esta Norma se complementa con la siguiente:

NORMA Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Calidad de Agregados Pétreos para Concreto	
Hidráulico .....	N·CMT·2·02·002
Resistencia a la Compresión del Cemento Pórtland ....	M·MMP·2·02·004
Muestreo de Agregados Pétreos .....	M·MMP·2·02·019
Granulometría de los Agregados Pétreos .....	M·MMP·2·02·020
Coeficiente Volumétrico de los Agregados Pétreos	
Gruesos .....	M·MMP·2·02·022
Masa Volumétrica de los Agregados Pétreos .....	M·MMP·2·02·023
Impurezas Orgánicas en Agregados Finos .....	M·MMP·2·02·026
Sanidad de los Agregados mediante Sulfato de Sodio o de Magnesio .....	M·MMP·2·02·028
Partículas más Finas que la Malla N°200 (0,075 mm) en los Agregados .....	M·MMP·2·02·030
Terrones y Partículas Deleznable en los Agregados .	M·MMP·2·02·031
Resistencia a la Degradación del Agregado Grueso mediante la Máquina de Los Ángeles .....	M·MMP·2·02·032
Reactividad Potencial de los Agregados mediante Barras de Mortero .....	M·MMP·2·02·034

Reactividad Potencial de los Agregados mediante el Método Químico ..... M-MMP-2-02-035

Reactividad de los Agregados mediante el Método del Cilindro de Roca ..... M-MMP-2-02-036

Examen Petrográfico de los Agregados ..... M-MMP-2-02-037

Efectividad de Aditivos Minerales para Evitar una Expansión Excesiva del Concreto ..... M-MMP-2-02-038

Resistencia del Concreto a Congelación y Deshielo ... M-MMP-2-02-060

Densidades Relativas y Absorción de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas ..... M-MMP-4-04-003

**D. REQUISITOS DE CALIDAD DE LOS AGREGADOS FINOS**

**D.1. GRANULOMETRÍA**

La granulometría del agregado fino para carpetas de concreto hidráulico, determinada mediante el procedimiento de prueba indicado en el Manual M-MMP-2-02-020, *Granulometría de los Agregados Pétreos*, estará comprendida entre los límites que se indican en la Tabla 1 de esta Norma.

**TABLA 1.- Límites granulométricos para el agregado fino**

Malla		Porcentaje retenido acumulado [1]
Abertura mm	Designación	
9,5	3/8 in	0
4,75	N°4	0 - 5
2,36	N°8	0 - 20
1,18	N°16	15 - 50
0,6	N°30	40 - 75
0,3	N°50 [2]	70 - 90
0,15	N°100 [2]	90 - 98

[1] El retenido parcial de la masa total en cualquier malla, no será mayor de 45%

[2] Si los agregados van a ser empleados en concretos con aire incluido y con un contenido de cemento mayor de 250 kg/m<sup>3</sup>, o en concretos sin aire incluido y con un contenido de cemento mayor de trescientos 300 kg/m<sup>3</sup>, los porcentajes máximos especificados en esta Tabla para el material retenido acumulado en las mallas N°50 y N°100 se podrán aumentar a 95% y a 100%, respectivamente, así como en el caso en que se use un aditivo mineral que supla las deficiencias en las cantidades de material que pase dichas mallas. Se considera un concreto con aire incluido, el obtenido mediante el empleo de un agente inclusor de aire y con un contenido de aire mayor del 3%.

**D.2. MÓDULO DE FINURA**

El módulo de finura que corresponda a la granulometría a que se refiere la Fracción anterior, es decir, la centésima parte de la suma de los porcentajes retenidos acumulados en cada una de las mallas que se indican en la Tabla 1 de esta Norma, no será menor de dos coma tres (2,3), ni mayor de tres coma uno (3,1), con una tolerancia de variación de dos décimas (0,2) en más o en menos con respecto al valor de módulo de finura empleado en el diseño del proporcionamiento del concreto hidráulico. En caso de que el módulo de finura sobrepase dicha tolerancia, se harán los ajustes necesarios en las proporciones de la mezcla de concreto, para compensar las variaciones de composición granulométrica.

**D.3. MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200 (0,075 mm)**

El porcentaje del material que pasa la malla N°200 (0,075 mm) en el agregado fino, determinado mediante el procedimiento de prueba indicado en el Manual M·MMP·2-02-030, *Partículas más Finas que la Malla N°200 (0,075 mm) en los Agregados*, no será mayor que el límite indicado en la Tabla 2. En casos especiales, si así lo indica el proyecto o lo aprueba la Secretaría, el material cumplirá con lo indicado en la Tabla 3 de esta Norma, según los límites de consistencia del material que pasa la malla N°200.

**TABLA 2.- Contenido de substancias perjudiciales en el agregado fino**

Substancias perjudiciales	Contenido máximo respecto a la masa total de la muestra %
Terrones de arcilla y partículas deleznales	3
Carbón mineral y lignito	1
Materiales finos que pasan la malla N°200 <sup>[1]</sup>	3

[1] En el caso de arenas obtenidas por trituración, si el material que pasa la malla N°200 está formado por el polvo producto de la trituración, exento de arcillas o pizarras, este límite se podrá aumentar hasta el 5%

**D.4. CONTENIDO DE SUBSTANCIAS PERJUDICIALES**

El contenido en el agregado fino, de terrones de arcilla y partículas deleznales, determinado mediante el procedimiento de prueba indicado en el Manual M·MMP·2-02-031, *Terrones y Partículas Deleznales en los Agregados*, así como el de carbón y lignito, no excederá los límites indicados en la Tabla 2 de esta Norma.

**TABLA 3.- Material que pasa la malla N°200 (0,075 mm) en el agregado fino para casos especiales**

Límite líquido %	Índice plástico %	Contenido máximo respecto a la masa total de la muestra %
hasta 25	Hasta 4	15
	de 5 a 9	13
	de 10 a 15	6
de 26 a 35	Hasta 4	13
	de 5 a 9	10
	de 10 a 15	5
de 36 a 40	Hasta 4	10

#### D.5. CONTENIDO DE IMPUREZAS ORGÁNICAS

El agregado fino no tendrá impurezas orgánicas en cantidad tal que produzcan una coloración más oscura que la de la solución normalizada N° 3, determinada con el método de prueba indicado en el Manual M-MMP-2-02-026, *Impurezas Orgánicas en Agregados Finos*. Si el agregado fino no cumple con este requisito, se podrá emplear siempre y cuando se demuestre, a juicio de la Secretaría, que la coloración es causada principalmente por la presencia de pequeñas cantidades de carbón mineral, lignito o partículas similares, o que al probarse para determinar el efecto de las impurezas orgánicas en la resistencia del mortero, mediante el procedimiento de prueba indicado en el Manual M-MMP-2-02-004, *Resistencia a la Compresión del Cemento Pórtland*, la resistencia relativa a la compresión del mortero a siete (7) y veintiocho (28) días, sea mayor de noventa y cinco (95) por ciento.

#### D.6. REACTIVIDAD CON LOS ÁLCALIS DEL CEMENTO

Si en el examen petrográfico, realizado de acuerdo con lo indicado en el Manual M-MMP-2-02-037, *Examen Petrográfico de los Agregados*, se detectan partículas de sílice reactivo o de carbonato reactivo y el agregado fino se utilice para la elaboración de concretos que estarán sujetos a la exposición prolongada en atmósfera húmeda o en contacto con suelos húmedos, dicho agregado cumplirá con lo indicado en la Cláusula F. de esta Norma.

**D.7. INTEMPERISMO ACELERADO**

**D.7.1.** El agregado fino tendrá una pérdida en la prueba de intemperismo acelerado, en masa, igual a diez (10) por ciento o menor cuando se emplee sulfato de sodio, o de quince (15) por ciento o menor cuando se emplee sulfato de magnesio, realizando la prueba con una muestra que cumpla los requisitos de granulometría indicados en la Fracción D.1. de esta Norma y mediante el procedimiento indicado en el Manual M-MMP-2-02-028, *Sanidad de los Agregados mediante Sulfato de Sodio o de Magnesio*.

**D.7.2.** De no cumplir con los requisitos establecidos en el Inciso anterior, el agregado fino sólo podrá ser aceptado cuando un concreto de propiedades comparables, hecho con agregados similares del mismo origen, haya dado servicio satisfactorio a juicio de la Secretaría en condiciones similares de intemperismo o, tratándose de agregados finos de los que no se tengan antecedentes, cuando se obtengan con ellos resultados satisfactorios en concretos sujetos a pruebas de congelación y deshielo, conforme al método descrito en el Manual M-MMP-2-02-060, *Resistencia del Concreto a Congelación y Deshielo*, verificando que los concretos obtenidos tengan una resistencia superior a la de proyecto.

**E. REQUISITOS DE CALIDAD DE LOS AGREGADOS GRUESOS****E.1. GRANULOMETRÍA**

**E.1.1.** La granulometría de los agregados gruesos para carpetas de concreto hidráulico, determinada mediante el procedimiento de prueba indicado en el Manual M-MMP-2-02-020, *Granulometría de los Agregados Pétreos*, estará comprendida entre los límites que se indican en la Tabla 4 de esta Norma, según su tamaño nominal. Para controlar la calidad de producción, puede desarrollarse una granulometría promedio y mantenerse dentro de las tolerancias indicadas en dicha Tabla.

**E.1.2.** Cuando se tengan agregados gruesos fuera de los límites granulométricos establecidos en el Inciso anterior, se les dará algún tratamiento para que cumplan con dichos límites. En el caso de que se acepte que los agregados gruesos no cumplan

con los límites indicados, se ajustará el proporcionamiento del concreto hidráulico para compensar las deficiencias granulométricas, debiéndose demostrar, a juicio de la Secretaría que el concreto fabricado con el nuevo proporcionamiento tiene un comportamiento adecuado.

**TABLA 4.- Límites granulométricos para agregados gruesos**

Malla mm (designación)	Tamaño nominal mm								
	40 a 20	40 a 5	25 a 13	25 a 10	25 a 5	20 a 10	20 a 5	13 a 5	10 a 2,5
	Porcentaje retenido acumulado								
50 (2 in)	0	0	--	--	--	--	--	--	--
37,5 (1½ in)	0 - 10	0 - 15	0	0	0	--	--	--	--
25 (1 in)	45 - 80	--	0 - 10	0 - 10	0 - 5	0	0	--	--
19 (¾ in)	85 - 100	30 - 65	45 - 80	15 - 60	--	0 - 10	0 - 10	0	--
12,5 (½ in)	--	--	90 - 100	60 - 90	40 - 75	45 - 80	--	0 - 10	0
9,5 (⅜ in)	95 - 100	70 - 90	95 - 100	85 - 100	--	85 - 100	45 - 80	30 - 60	0 - 15
4,75 (N°4)	--	95 - 100	--	95 - 100	90 - 100	95 - 100	90 - 100	85 - 100	70 - 90
2,36 (N°8)	--	--	--	--	95 - 100	--	95 - 100	95 - 100	90 - 100
1,18 (N°16)	--	--	--	--	--	--	--	--	95 - 100

**E.1.3.** Si las losas corresponden a carpetas de concreto hidráulico que se vayan a construir mediante el sistema de doble capa, el tamaño máximo del agregado para cada capa no excederá de un tercio del espesor de cada una de ellas y cumplirá con lo establecido en la Tabla 4 de esta Norma de acuerdo con el tamaño nominal del agregado pétreo de cada capa.

**E.1.4.** Cuando la losa de concreto de la superestructura de un puente nuevo, además de su función estructural vaya a funcionar como superficie de rodadura, sus agregados pétreos cumplirán

con todas las características que se establecen en la Norma N.CMT-2-02-002, *Calidad de Agregados Pétreos para Concreto Hidráulico*, según su tamaño nominal.

### **E.2. MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200 (0,075 MM)**

El porcentaje máximo del material que pasa la malla N°200 (0,075 mm) en el agregado grueso, determinado mediante el procedimiento de prueba indicado en el Manual M-MMP-2-02-030, *Partículas más Finas que la Malla N°200 (0,075 mm) en los Agregados*, será del dos (2) por ciento. Sin embargo, en el caso de agregados triturados, si el material que pasa la malla N°200, está constituido por el polvo producto de la trituración, exento de arcilla o pizarras, el contenido máximo podrá ser hasta de tres (3) por ciento.

### **E.3. CONTENIDO DE SUBSTANCIAS PERJUDICIALES**

El contenido de sustancias perjudiciales en el agregado grueso no será mayor que los límites indicados en la Tabla 5 de esta Norma. De no cumplir con los requisitos establecidos en esa Tabla, el agregado grueso sólo podrá ser aceptado cuando un concreto de propiedades comparables, hecho con agregados similares del mismo origen, haya dado servicio satisfactorio a juicio de la Secretaría en condiciones similares de intemperismo, o tratándose de agregados gruesos de los que no se tengan antecedentes, cuando se obtengan con ellos resultados satisfactorios en concretos sujetos a pruebas de sanidad, desgaste, congelación y deshielo, de acuerdo con los métodos descritos en los Manuales M-MMP-2-02-028, *Sanidad de los Agregados mediante Sulfato de Sodio o de Magnesio*, M-MMP-2-02-032, *Resistencia a la Degradación del Agregado Grueso mediante la Máquina de Los Ángeles* y M-MMP-2-02-060, *Resistencia del Concreto a Congelación y Deshielo*.

### **E.4. REACTIVIDAD CON LOS ÁLCALIS DEL CEMENTO**

Si en el examen petrográfico realizado de acuerdo con lo indicado en el Manual M-MMP-2-02-037, *Examen Petrográfico de los Agregados*, se detectan partículas de sílice reactivo o de carbonato reactivo y el agregado grueso se utilizará para la elaboración de concretos que estarán sujetos a la exposición prolongada en atmósfera húmeda o en contacto con suelos húmedos, dicho agregado cumplirá con lo indicado en la Cláusula F. de esta Norma.

**TABLA 5.- Contenido de sustancias perjudiciales en el agregado grueso**

<b>Substancias perjudiciales</b>	<b>Contenido máximo respecto a la masa total de la muestra %</b>
Terrones de arcilla y partículas deleznableles	5,0
Partículas de roca de sílice alterada, con densidad relativa del material seco menor de 2,4 [1]	5,0
Suma de los contenidos de terrones de arcilla, partículas deleznableles y de roca de sílice alterada	7,0
Carbón y lignito	0,5

[1] Este requisito es aplicable a materiales que contengan roca de sílice alterada como impureza. La limitación del uso de agregados gruesos que sean predominantemente de roca de sílice, se basará en antecedentes de servicio en la región donde se empleen. La densidad relativa del material seco se determina mediante el procedimiento de prueba contenido en el Manual M-MMP-4-04-003, *Densidades Relativas y Absorción de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*.

### **E.5. MASA VOLUMÉTRICA**

Los agregados gruesos de escoria de alto horno, que cumplan con los requisitos de granulometría para ser utilizados en la elaboración de concreto, tendrán una masa volumétrica varillada no menor de mil ciento veinte (1 120) kilogramos por metro cúbico determinada de acuerdo con el procedimiento indicado en el Manual M-MMP-2-02-023, *Masa Volumétrica de los Agregados Pétreos*.

### **E.6. COEFICIENTE VOLUMÉTRICO**

El coeficiente volumétrico o de forma de los agregados gruesos determinado conforme al procedimiento indicado en el Manual M-MMP-2-02-022, *Coeficiente Volumétrico de los Agregados Pétreos Gruesos*, no será menor de cero coma veinte (0,20).

### **E.7. INTEMPERISMO ACELERADO**

**E.7.1.** Los agregados gruesos que se empleen en un concreto expuesto a la intemperie, tendrán una pérdida máxima en la prueba de intemperismo acelerado, en masa, del doce (12) por ciento realizando la prueba con sulfato de sodio o dieciocho

(18) por ciento realizando la prueba con sulfato de magnesio en una muestra que cumpla con los requisitos de granulometría indicados en la Fracción E.1. de esta Norma y mediante el procedimiento indicado en el Manual M-MMP-2-02-028, *Sanidad de los Agregados mediante Sulfato de Sodio o de Magnesio*.

- E.7.2.** De no cumplir con los requisitos establecidos en el Inciso anterior, el agregado grueso sólo podrá ser aceptado cuando un concreto de propiedades comparables, hecho con agregados similares del mismo origen, haya dado servicio satisfactorio a juicio de la Secretaría en condiciones similares de intemperismo, o tratándose de agregados gruesos de los que no se tengan antecedentes, cuando se obtengan con ellos resultados satisfactorios en concretos sujetos a pruebas de congelación y deshielo, de acuerdo con el método descrito en el Manual M-MMP-2-02-060, *Resistencia del Concreto a Congelación y Deshielo*, verificando que los concretos obtenidos tengan una resistencia superior a la de proyecto.

### **E.8. RESISTENCIA AL DESGASTE**

- E.8.1.** Los agregados gruesos probados al desgaste tendrán una pérdida, en masa, del cuarenta (40) por ciento como máximo. En el caso de agregados gruesos para losas de carpetas de concreto hidráulico mediante el sistema de doble capa, tendrán una pérdida máxima, en masa, del cuarenta (40) por ciento para la capa superior y de cincuenta (50) por ciento para la capa inferior. La pérdida por desgaste se determinará en muestras de agregados cuyos tamaños nominales sean los que se van a utilizar en la elaboración del concreto, mediante el procedimiento indicado en el Manual M-MMP-2-02-032, *Resistencia a la Degradación del Agregado Grueso mediante la Máquina de Los Ángeles*. Cuando se empleen varias granulometrías, el límite de pérdida por desgaste se aplicará a cada una.

- E.8.2.** Cuando el agregado grueso se vaya a constituir con materiales de diferente origen o naturaleza, se efectuarán pruebas de desgaste a cada material como se encuentren en los almacenamientos de agregados ya tratados o en donde vayan a ser utilizados, así como una prueba en una muestra

constituida por esos materiales, mezclados en la misma proporción en que se utilizarán en el concreto hidráulico; en todos los casos los agregados gruesos, separados y mezclados, cumplirán con lo indicado en el Inciso anterior.

- E.8.3.** Los agregados gruesos tendrán una resistencia al pulimento acelerado en estado húmedo después de nueve (9) horas de pulido de al menos treinta (30), determinada de acuerdo con el procedimiento de prueba contenido en la norma TEX-438-A, *Accelerated Polish Test for Coarse Aggregate* del Departamento de Transporte de Texas.

## F. REACTIVIDAD DE LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

- F.1.** Si en el examen petrográfico de los agregados finos o gruesos, realizado de acuerdo con lo indicado en el Manual M-MMP-2-02-037, *Examen Petrográfico de los Agregados*, se detectan partículas de sílice reactivo, se considerará lo indicado en la Tabla 6 de esta Norma como criterio para la utilización o no de los agregados, para lo que se obtendrá la reactividad potencial de los mismos de acuerdo con lo indicado en el Manual M-MMP-2-02-035, *Reactividad Potencial de los Agregados mediante el Método Químico*, verificando experimentalmente la expansión conforme al método de prueba de las barras de mortero indicado en el Manual M-MMP-2-02-034, *Reactividad Potencial de los Agregados mediante Barras de Mortero*. Si dichas pruebas demuestran que los agregados son inocuos, se podrán utilizar en el concreto sin limitaciones, pero si resultan deletéreos, se les someterá a una prueba de expansión mediante mortero hecho con un cemento de alto contenido de álcalis, de acuerdo con el procedimiento indicado en el Manual M-MMP-2-02-034, *Reactividad Potencial de los Agregados mediante Barras de Mortero*. Si la expansión del concreto a seis (6) meses resulta igual a cero coma cero cinco (0,05) por ciento o menor, los agregados podrán ser utilizados sin restricción alguna; si es mayor que ese límite, pero menor de cero coma uno (0,1) por ciento, la utilización de los agregados se restringirá a concretos en condición de servicio seco o usando cemento con bajo contenido de álcalis, según se indica en la Fracción F.3. Si la expansión es igual a cero coma uno (0,1) por ciento o mayor, los agregados sólo podrán ser utilizados en concretos con cemento de muy bajo contenido de álcalis, según se

indica en la Fracción antes mencionada. En los dos últimos casos, los agregados también podrán ser utilizados si al cemento se le agrega una puzolana que inhiba la reacción álcali-sílice, según se indica en la Fracción F.4. de esta Norma.

**TABLA 6.- Criterios de decisión para la utilización o no de agregados cuando presentan reactividad potencial álcali-sílice**

Paso	Acción	Resultado	Conclusión
1	Propuesta de suministro (banco)		
2	Examen petrográfico de los agregados	Agregados inocuos: • No contienen sílice reactivo	Dato concluyente: • Uso permitido de los agregados, sin límites por este concepto
		Agregados potencialmente deletéreos: • Contienen sílice reactivo	Dato no concluyente, seguir el paso 3
3	Prueba química a los agregados	Agregados inocuos: • No existe reacción álcali-sílice	Dato concluyente: • Uso permitido de los agregados, sin limitaciones por este concepto
		Agregados deletéreos o potencialmente deletéreos	Dato no concluyente, seguir el paso 4
4	Prueba de expansión en mortero a seis meses	Expansión $\leq 0,05\%$ : • Agregados no reactivos	Dato concluyente: • Uso permitido de los agregados, sin limitaciones por este concepto
		$0,05\% < \text{Expansión} < 0,1\%$ : • Agregados ligeramente reactivos	Dato dudoso: • Uso restringido de los agregados para concreto en condición seca o con cemento bajo en álcalis ( $< 0,6\%$ ) o puzolana eficaz para inhibir esta reacción
		Expansión $\geq 0,1\%$ : • Agregados reactivos	Dato concluyente: • Uso muy restringido de los agregados, sólo con medidas preventivas, cemento muy bajo en álcalis ( $< 0,4\%$ ), o puzolana eficaz, o explotación selectiva del banco o cantera

**F.2.** Si en el examen petrográfico de los agregados finos o gruesos, realizado de acuerdo con lo indicado en el Manual M·MMP·2-02-037, *Examen Petrográfico de los Agregados*, se

detectan partículas de carbonato reactivo, se considerará lo indicado en la Tabla 7 de esta Norma como criterio para la utilización o no de los agregados, para lo que se obtendrá la reactividad potencial de los mismos mediante el método indicado en el Manual M-MMP-2-02-036, *Reactividad de los Agregados mediante el Método del Cilindro de Roca*. Si la expansión de la roca a tres (3) meses resulta menor de cero coma uno (0,1) por ciento, los agregados podrán ser utilizados sin restricción alguna, pero si es igual a dicho límite o mayor, se les someterá a una prueba de expansión en concreto hecho con un cemento de alto contenido de álcalis, de acuerdo con el procedimiento indicado en la norma ASTM C1105 - 08a(2016), *Standard Test Method for Length Change of Concrete Due to Alkali-Carbonate Rock Reaction*. Si la expansión del concreto a seis (6) meses, resulta igual a cero coma cero quince (0,015) por ciento o menor, los agregados podrán ser utilizados sin restricción alguna; si es mayor que este límite pero menor de cero coma cero veinticinco (0,025) por ciento, la utilización de los agregados se restringirá a concretos en condición de servicio seco o usando cemento con bajo contenido de álcalis, según se indica en la Fracción F.3. Si la expansión es igual a cero coma cero veinticinco (0,025) por ciento o mayor, los agregados sólo podrán ser utilizados en concretos con cemento de muy bajo contenido de álcalis, según se indica en la Fracción antes mencionada. En los dos últimos casos, los agregados también podrán ser utilizados si al cemento se le agrega una puzolana que inhiba la reacción álcali-carbonato, según se indica en la Fracción F.5. de esta Norma.

- F.3.** Como se indica en las Tablas 6 y 7, si los agregados son ligeramente reactivos, se podrán utilizar en un concreto elaborado con cemento de bajo contenido de álcalis, que tenga menos del cero coma seis (0,6) por ciento de dicho componente, pero si son francamente reactivos, sólo se podrán utilizar si el concreto se elabora con un cemento de muy bajo contenido de álcalis, que tenga menos del cero coma cuatro (0,4) por ciento de ese componente, siempre y cuando, en ambos casos, el contenido total de álcalis en la mezcla del concreto no exceda de tres (3) kilogramos por cada metro cúbico de concreto, considerando todos sus componentes. Si esto no se logra, se adicionará un material que neutralice la reactividad de los agregados, como la puzolana, según se indica en las Fracciones F.4. y F.5. de esta Norma.

**TABLA 7.- Criterios de decisión para la utilización o no de agregados cuando presentan reactividad potencial álcali-carbonato**

Paso	Acción	Resultado	Conclusión
1	Propuesta de suministro (banco)		
2	Examen petrográfico de los agregados	Agregados inocuos: • No contienen carbonato reactivo	Dato concluyente: • Uso permitido de los agregados, sin límites por este concepto
		Agregados potencialmente deletéreos: • Contienen carbonato reactivo	Dato no concluyente, seguir el paso 3
3	Prueba de expansión en cilindros de roca, a tres meses	Expansión < 0,1%: • Agregados no reactivos	Dato concluyente: • Uso permitido de los agregados, sin limitaciones por este concepto
		Expansión ≥ 0,1%: • Agregados potencialmente reactivos	Dato no concluyente, seguir el paso 4
4	Prueba de expansión en concreto a seis meses	Expansión ≤ 0,015% • Agregados no reactivos	Dato concluyente: • Uso permitido de los agregados, sin limitaciones por este concepto
		0,015% < Expansión < 0,025%: • Agregados ligeramente reactivos	Dato dudoso: • Uso restringido de los agregados para concreto en condición seca o con cemento bajo en álcalis (< 0,6%) o puzolana eficaz para inhibir esta reacción
		Expansión ≥ 0,025%: • Agregados reactivos	Dato concluyente: • Uso muy restringido de los agregados, sólo con medidas preventivas, cemento muy bajo en álcalis (< 0,4%), o puzolana eficaz, o explotación selectiva del banco o cantera

**F.4.** Cuando se requiera utilizar puzolana para inhibir la reacción álcali-silíce de los agregados, se verificará su efectividad mediante pruebas de expansión en mortero hecho con un cemento de alto contenido de álcalis, la puzolana en cuestión y vidrio de borosilicato como agregado, según el procedimiento indicado en el Manual M-MMP-2-02-038, *Efectividad de Aditivos Minerales para Evitar una*

*Expansión Excesiva del Concreto.* Sólo se podrá utilizar la puzolana si la expansión del mortero a seis (6) meses resulta menor de cero coma uno (0,1) por ciento.

**F.5.** Cuando se requiera utilizar puzolana para inhibir la reacción álcali-carbonato de los agregados, se verificará su efectividad mediante pruebas de expansión en concreto hecho con los agregados reactivos en cuestión y un cementante compuesto por el cemento de uso con la puzolana propuesta, según el procedimiento indicado en el Manual M-MMP-2-02-038, *Efectividad de Aditivos Minerales para Evitar una Expansión Excesiva del Concreto*. Sólo se podrá utilizar la puzolana si la expansión del concreto a seis (6) meses resulta menor de cero coma cero veinticinco (0,025) por ciento.

**F.6.** Si después de hacer las pruebas a que se refieren las Fracciones F.4 y F.5. de esta Norma, adicionando puzolana con capacidad inhibitoria para evitar el riesgo de una reacción deletérea álcali-agregado, la expansión resulta excesiva, se evaluarán las siguientes opciones:

**F.6.1.** Efectuar una explotación selectiva del banco para desechar el material reactivo.

**F.6.2.** Utilizar no más del quince (15) por ciento del total de los agregados de material reactivo, mezclándolo perfectamente con otro material con la finalidad de reducir su proporción.

**F.6.3.** Seleccionar un cemento cuyo contenido de álcalis sea menor que los límites antes indicados, con la intención de producir una expansión tolerable del concreto conforme al método de prueba correspondiente.

**F.6.4.** Cambiar la fuente de suministro.

## **G. VALIDACIÓN DEL HISTORIAL DE SERVICIO**

Quando no se disponga de agregados finos o gruesos que cumplan con lo establecido en esta Norma, se podrán emplear los materiales que hayan demostrado un buen desempeño en carpetas de concreto hidráulico en la zona donde se construirá la obra, considerando que:

- G.1.** Prevalecerán los datos históricos del concreto en servicio con agregados similares a los que se pretende utilizar, sobre los resultados obtenidos en pruebas de laboratorio.
- G.2.** Se considerará válido un historial de servicio satisfactorio cuando se cuente con datos de al menos diez (10) años para concretos hidráulicos que estén expuestos a condiciones similares a las que estará sujeta la nueva carpeta de concreto hidráulico.

### H. ALMACENAMIENTO DE AGREGADOS

Con el propósito de evitar la alteración de las características de los agregados antes de su utilización en la obra, ha de tenerse cuidado en su almacenamiento, atendiendo los siguientes aspectos:

- H.1.** El agregado se almacenará en tolvas o silos metálicos sin orificios, con superficie interior lisa y limpia, o bien en un sitio específicamente destinado para tal uso. Cuando en dicho sitio no se cuente con un firme, previamente a su utilización se:
- Removerá la materia vegetal y limpiará la superficie.
  - Conformará, nivelará y compactará la superficie.
  - Construirá un piso de concreto hidráulico, con la resistencia y espesor adecuados para soportar el peso de los vehículos de carga y del propio material a almacenar, dejando una superficie uniforme que permita el drenaje.
- H.2.** Durante el almacenamiento se evitará la circulación de vehículos sobre los montículos de materiales.
- H.3.** Los agregados gruesos se almacenarán por separado de los finos. Para evitar que lleguen a mezclarse, los agregados estarán separados entre sí por paredes colocadas con tal propósito y protegidos con una techumbre metálica.
- H.4.** Cuando los agregados no vayan a usarse por un periodo prolongado, es conveniente que se cubran con lonas para protegerlos del clima y evitar su contaminación.

- H.5. Cuando los agregados se transporten en camiones, cargadores de cucharón de almeja o bandas transportadoras, no se formarán acopios de forma cónica que tengan una altura tal que el agregado se segregue.
- H.6. Al almacenar los agregados, no se dejarán caer desde una altura tal que el material se segregue.
- H.7. Los agregados se tomarán de los acopios de almacenamiento en capas lo más horizontales posible.

## I. CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO

La aceptación de los agregados por parte de la Secretaría, se hará considerando lo siguiente:

- I.1. El encargado de elaborar el estudio del banco, es el responsable de determinar, a nivel estudio, que el agregado cumple con las características y los requisitos de calidad indicados en esta Norma, según el tipo de agregado establecido en el proyecto, en muestras obtenidas y preparadas como se establece en el Manual M-MMP-2-02-019, *Muestreo de Agregados Pétreos*, mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma.
- I.2. En el caso de que el Contratista de Obra seleccione el banco, él será el responsable de asegurar que el agregado cumpla con las características y los requisitos de calidad indicados en esta Norma, considerando lo indicado en la Fracción anterior. El Contratista de Obra entregará a la Secretaría un certificado de calidad que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en esta Norma, expedido por su propio laboratorio o por un laboratorio externo aprobado por la Secretaría.
- I.3. Durante el proceso de producción, con objeto de controlar la calidad del agregado en la ejecución de la obra, el Contratista de Obra, por cada cien (100) metros cúbicos o fracción del material de un mismo tipo, extraído del banco, realizará las pruebas necesarias que aseguren que cumple con la granulometría establecida en esta Norma y entregará a la Secretaría los resultados de dichas pruebas. Las pruebas se realizarán en muestras obtenidas y preparadas como se establece en el Manual M-MMP-2-02-019, *Muestreo de*

*Agregados Pétreos* y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma. Será motivo de rechazo por parte de la Secretaría, el incumplimiento de este requisito.

- I.4. Además de lo señalado en la Fracción anterior, el Contratista de Obra, por cada mil (1 000) metros cúbicos de producción del banco, realizará las pruebas necesarias que aseguren que el agregado cumple con todos los valores establecidos en esta Norma, entregando a la Secretaría los resultados de dichas pruebas. Las pruebas se realizarán en muestras obtenidas y preparadas como se establece en el Manual M-MMP-2-02-019, *Muestreo de Agregados Pétreos* y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma. Será motivo de rechazo por parte de la Secretaría, el incumplimiento de cualquiera de los requisitos establecidos.
- I.5. En cualquier momento la Secretaría puede verificar que el agregado suministrado cumpla con cualquiera de los requisitos de calidad establecidos en esta Norma, siendo motivo de rechazo el incumplimiento de cualquiera de ellos.

### J. BIBLIOGRAFÍA

Norma Mexicana NMX-C-111-ONNCCE-2018, *Industria de la Construcción - Agregados para Concreto Hidráulico –Especificaciones y Métodos de Ensayo.*

# SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



## SCT

SECRETARÍA DE  
COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES

### SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

Dirección General de Servicios Técnicos

Av. Coyoacán 1895

Col. Acacias

Ciudad de México, 03240

[www.gob.mx/sct](http://www.gob.mx/sct)



### INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

Blvd. Manuel Ávila Camacho 5

Toreo Parque Central, Torre A, piso 4,

Col. Lomas de Sotelo

Naucalpan

Estado de México, 53390

[www.gob.mx/imt](http://www.gob.mx/imt)

[normas@imt.mx](mailto:normas@imt.mx)