

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

PARTE: 2. MATERIALES PARA ESTRUCTURAS

TÍTULO: 02. Materiales para Concreto Hidráulico

CAPÍTULO: 001. Calidad del Cemento Pórtland

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los requisitos de calidad de los cementos Pórtland que se utilicen en la elaboración de concreto hidráulico.

B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

B.1. DEFINICIÓN

El cemento Pórtland es un conglomerante hidráulico que al ser hidratado se solidifica y endurece. Se obtiene mediante un proceso industrial, pulverizando a un grado de finura determinado una mezcla fría de arcilla y materiales calcáreos, previamente sometida a cocción, que se denomina *clinker Pórtland*, al cual se le adiciona sulfato de calcio como anhídrita (CaSO_4), yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) o hemihidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$), para regular el tiempo de fraguado. Según las propiedades que se requieran o para auxiliar la molienda, además se le pueden incorporar otros materiales como:

- Puzolanas que son materiales naturales, artificiales o subproductos industriales silíceos o silicoaluminosos, o una combinación de ambos, los cuales no endurecen por sí mismos, pero finamente molidos, reaccionan en presencia de agua a la temperatura ambiente con el hidróxido de calcio y forman compuestos con propiedades cementantes. Proceden de algunas de las tierras diatomáceas, horstenos opalinos, pizarras, tobas y pómez, así como de diferentes productos de calcinación y de algunas de las arcillas más comunes como la

montmorilonita y la caolinita. Dentro de estos materiales se consideran las cenizas volantes que se obtienen de los quemadores de centrales termoeléctricas alimentadas con carbones pulverizados, mediante la precipitación electrostática o por captación mecánica de los polvos que acompañan a los gases de combustión.

- Escoria granulada de alto horno, es decir, el residuo no metálico que se obtiene en el alto horno por la fusión de minerales de hierro, enfriado bruscamente con agua o vapor y aire, compuesto principalmente por silicatos y aluminosilicatos cálcicos.
- Humo de sílice, que es una puzolana muy fina constituida esencialmente por sílice amorfa, obtenida como un subproducto de la fabricación de silicio o aleaciones con arco eléctrico de ferro-silicio.
- Caliza, que es un material de naturaleza inorgánica de origen mineral carbonatado, compuesto principalmente por carbonatos de calcio en forma de calcita.

B.2. CLASIFICACIÓN

B.2.1. Según su composición

Según los materiales que los componen, los cementos Pórtland se clasifican como:

B.2.1.1. Tipo CPO (cemento Pórtland ordinario)

El producido mediante la molienda del clinker Pórtland y sulfato de calcio. Cuando el proyecto no establezca el tipo de cemento Pórtland por usar en cada caso, se entenderá que se trata de cemento Tipo CPO.

B.2.1.2. Tipo CPP (cemento Pórtland puzolánico)

El que resulta de la molienda conjunta del clinker Pórtland, puzolanas y sulfato de calcio.

B.2.1.3. Tipo CPEG (cemento Pórtland con escoria granulada de alto horno)

El producido mediante la molienda conjunta del clinker Pórtland, escoria granulada de alto horno y sulfato de calcio.

B.2.1.4. Tipo CPC (cemento Pórtland compuesto)

El que se obtiene de la molienda conjunta del clinker Pórtland, puzolanas, escoria de alto horno, caliza y sulfato de calcio. En este tipo de cemento la caliza puede ser el único componente adicional al clinker Pórtland con el sulfato de calcio.

B.2.1.5. Tipo CPS (cemento Pórtland con humo de sílice)

El que resulta de la molienda conjunta del clinker Pórtland, humo de sílice y sulfato de calcio.

B.2.1.6. Tipo CEG (cemento con escoria granulada de alto horno)

El producido mediante la molienda conjunta del clinker Pórtland, sulfato de calcio y mayoritariamente escoria granulada de alto horno.

B.2.2. Según su resistencia a la compresión

Según su resistencia mecánica a la compresión, determinada de acuerdo con el procedimiento descrito en el Manual M-MMP-2-02-004, *Resistencia a la Compresión del Cemento*, los cementos Pórtland se clasifican en las clases resistentes que se indican en la Tabla 1 de esta Norma.

TABLA 1.- Clases resistentes de los cementos Pórtland

Unidades en MPa (kg/cm²)

Clase resistente	Resistencia a la compresión		
	A 3 días ^[1]	A 28 días ^[2]	
	mínimo	mínimo	máximo
20	-	20 (204)	40 (408)
30	-	30 (306)	50 (510)
30R	20 (204)	30 (306)	50 (510)
40	-	40 (408)	-
40R	30 (306)	40 (408)	-

[1] Corresponde a la resistencia inicial del cemento

[2] Corresponde a la resistencia normal del cemento

Para identificar un cemento Pórtland, la clase resistente se anotará inmediatamente después de la designación del tipo de cemento que se indica en el Inciso B.2.1. de esta Norma, por ejemplo:

- CPO 30, cuando se trate de un cemento Pórtland ordinario con una resistencia normal mínima de treinta (30) megapascales (306 kg/cm^2).
- CPEG 40R, si se requiere un cemento Pórtland con escoria granulada de alto horno, que tenga una resistencia normal mínima de cuarenta (40) megapascales (408 kg/cm^2) y deba cumplir con una resistencia inicial mínima de treinta (30) megapascales (306 kg/cm^2).

B.2.3. Según sus características especiales

Los cementos Pórtland pueden presentar una o más de las características especiales que se indican en la Tabla 2 de esta Norma.

TABLA 2.- Características especiales de los cementos Pórtland

Característica especial	Nomenclatura
Resistente a los sulfatos	RS
Baja reactividad álcali-agregado	BRA
Bajo calor de hidratación	BCH
Blanco	B

Para identificar un cemento Pórtland con una característica especial, la nomenclatura de ésta será anotada inmediatamente después de la designación del tipo de cemento que se indica en el Inciso B.2.1. y de la clase resistente que se señala en el Inciso B.2.2. De tener dos o más características especiales, sus nomenclaturas se anotan siguiendo el orden descendente de la Tabla 2 de esta Norma, separándolas con una diagonal, por ejemplo:

- CPO 30 RS, cuando se trate de un cemento Pórtland ordinario con una resistencia normal mínima de treinta (30) megapascales (306 kg/cm^2) y que sea resistente a los sulfatos.
- CPEG 40R BRA/BCH, si se requiere un cemento Pórtland con escoria granulada de alto horno, que tenga una resistencia normal mínima de cuarenta (40) megapascales

(408 kg/cm²), una resistencia inicial mínima de treinta (30) megapascales (306 kg/cm²), baja reactividad álcali-agregado y bajo calor de hidratación.

C. REFERENCIAS

Son referencias de esta Norma, las normas oficiales mexicanas NOM-002-SCFI-1993, *Productos preenvasados-Contenido neto, tolerancias y métodos de verificación* y NOM-030-SCFI-1993, *Información comercial-Declaración de cantidad en la etiqueta*, publicadas por la *Secretaría de Economía*.

Además, esta Norma se complementa con los siguientes:

MANUALES	DESIGNACIÓN
Muestreo de Cemento Pórtland	M·MMP·2·02·001
Resistencia a la Compresión del Cemento	M·MMP·2·02·004
Tiempo de Fraguado del Cemento por el Método de Vicat	M·MMP·2·02·006
Fraguado Falso del Cemento por el Método de Pasta	M·MMP·2·02·008
Sanidad del Cemento	M·MMP·2·02·009
Actividad Puzolánica del Cemento	M·MMP·2·02·010
Expansión Potencial por la Acción de los Sulfatos	M·MMP·2·02·011
Expansión por Ataque de Sulfatos	M·MMP·2·02·012
Calor de Hidratación del Cemento	M·MMP·2·02·013
Blancura del Cemento	M·MMP·2·02·014
Reactividad Potencial de los Agregados Mediante Barras de Mortero	M·MMP·2·02·034

D. REQUISITOS DE CALIDAD PARA LOS CEMENTOS PÓRTLAND

Los cementos Pórtland a que se refiere la Fracción B.2. de esta Norma, cumplirán con los requisitos de calidad que se indican a continuación:

D.1. COMPOSICIÓN DEL CEMENTO

D.1.1. La composición de los diferentes tipos de cemento Pórtland estará comprendida dentro de los límites que se establecen en la Tabla 3 de esta Norma:

TABLA 3.- Composición de los cementos Pórtland

Unidades en % en masa

Cemento Pórtland		Clinker Pórtland + sulfato de calcio	Componentes principales				Componentes minoritarios
Tipo	Denominación		Puzolanas	Escoria granulada de alto horno	Humo de sílice	Caliza	
			[1]				[2]
CPO	Cemento Pórtland ordinario	95 - 100	--	--	--	--	0 - 5
CPP	Cemento Pórtland puzolánico	50 - 94	6 - 50	--	--	--	0 - 5
CPEG	Cemento Pórtland con escoria granulada de alto horno	40 - 94	--	6 - 60	--	--	0 - 5
CPC [3]	Cemento Pórtland compuesto	50 - 94	6 - 35	6 - 35	1 - 10	6 - 35	0 - 5
CPS	Cemento Pórtland con humo de sílice	90 - 99	--	--	1 - 10	--	0 - 5
CEG	Cemento con escoria granulada de alto horno	20 - 39	--	61 - 80	--	--	0 - 5

[1] Las puzolanas pueden ser naturales, artificiales y cenizas volantes.

[2] Los componentes minoritarios pueden ser uno o más de los componentes principales, salvo que estén incluidos ya como tales en el cemento.

[3] El cemento Pórtland compuesto contendrá dos componentes principales como mínimo, excepto cuando se trate de caliza, la que puede ser el único componente principal.

D.1.2. El contenido de carbonato de calcio (CaCO_3) en la caliza que se utilice como componente principal del cemento Pórtland compuesto (CPC), determinado mediante cualquier método de análisis convencional, será como mínimo de setenta y cinco (75) por ciento en masa.

D.1.3. En cualquier tipo de cemento Pórtland el contenido máximo de trióxido de azufre (SO_3) será tal que no cause una expansión mayor de cero coma cero dos (0,02) por ciento a los catorce (14) días de inmersión en agua, determinada de acuerdo con el procedimiento descrito en el Manual M-MMP-2-02-011, *Expansión Potencial por la Acción de los Sulfatos*.

D.2. REQUISITOS FÍSICOS

D.2.1. Resistencia a la compresión

Las resistencias mecánicas a la compresión, inicial y normal, determinadas de acuerdo con el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·2·02·004, *Resistencia a la Compresión del Cemento*, de cualquier tipo de cemento Pórtland, serán las indicadas en la Tabla 1 de esta Norma, según su clase resistente.

D.2.2. Tiempo de fraguado

Para cualquier tipo de cemento Pórtland y todas las clases resistentes, los tiempos de fraguado inicial y final serán como mínimo de cuarenta y cinco (45) y seiscientos (600) minutos, respectivamente, determinados de acuerdo con el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·2·02·006, *Tiempo de Fraguado del Cemento por el Método de Vicat*.

D.2.3. Estabilidad de volumen

Para cualquier tipo de cemento Pórtland y todas las clases resistentes, la expansión y la contracción serán como máximo de cero coma ocho (0,8) por ciento y cero coma dos (0,2) por ciento, respectivamente, determinadas de acuerdo con el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·2·02·009, *Sanidad del Cemento*.

D.2.4. Actividad puzolánica

Para los componentes principales, el índice de actividad determinado de acuerdo con el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·2·02·010, *Actividad Puzolánica del Cemento*, con cemento Pórtland ordinario CPO 30, a veintiocho (28) días, será como mínimo de setenta y cinco (75) por ciento con las adiciones de puzolanas o de escoria granulada de alto horno y de cien (100) por ciento con las adiciones de humo de sílice.

D.2.5. Expansión por ataque de sulfatos

La expansión por ataque de sulfatos en los cementos Pórtland de cualquier tipo y clase resistente, con la característica especial RS (resistentes a los sulfatos) será

como máximo de cero coma cero cinco (0,05) por ciento a seis (6) meses y de cero coma uno (0,1) por ciento a un (1) año, determinada de acuerdo con el procedimiento descrito en el Manual M-MMP-2-02-012, *Expansión por Ataque de Sulfatos*.

D.2.6. Expansión por reacción álcali-agregado

La expansión por reacción álcali-agregado en los cementos Pórtland de cualquier tipo y clase resistente, con la característica especial BRA (baja reactividad álcali-agregado) será como máximo de cero coma cero dos (0,02) por ciento a catorce (14) días y de cero coma cero seis (0,06) por ciento a veintiocho (28) días, determinada de acuerdo con el procedimiento descrito en el Manual M-MMP-2-02-034, *Reactividad Potencial de los Agregados Mediante Barras de Mortero*.

D.2.7. Calor de hidratación

El calor de hidratación de los cementos Pórtland de cualquier tipo y clase resistente, con la característica especial BCH (bajo calor de hidratación) será como máximo de doscientos cincuenta (250) y de doscientos noventa (290) kilojoules por kilogramo, a siete (7) y veintiocho (28) días, respectivamente, determinado de acuerdo con el procedimiento descrito en el Manual M-MMP-2-02-013, *Calor de Hidratación del Cemento*.

D.2.8. Blancura

La blancura de los cementos Pórtland de cualquier tipo y clase resistente, con la característica especial B (blanco) será como mínimo de setenta (70) por ciento, determinada de acuerdo con el procedimiento descrito en el Manual M-MMP-2-02-014, *Blancura del Cemento*.

E. ENVASE Y ETIQUETADO

E.1. Si el cemento Pórtland se provee en sacos, estos mostrarán, clara e indeleblemente:

- el nombre o denominación genérica del producto,
- la marca registrada,
- la razón social y el domicilio fiscal del fabricante,

- el nombre y la ubicación de la planta productora,
- la designación normalizada,
- el contenido en kilogramos de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-030-SCFI,
- la tolerancia del contenido neto de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-002-SCFI,
- y la leyenda “HECHO EN MÉXICO”

E.2. Si el cemento Pórtland se provee a granel o en envases de cualquier naturaleza cuyos contenidos pueden variar, en la factura o remisión correspondiente se asentará la información contenida en la Fracción E.1. de esta Norma, indicando la cantidad suministrada en kilogramos o toneladas, según convenga.

E.3. En su caso y cuando así lo especifique la Secretaría, el Contratista de Obra o el proveedor cuando se trate de obras por administración directa, informará por escrito el tipo, composición, origen y cantidad de los componentes principales y minoritarios empleados en el cemento Pórtland suministrado.

F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE CEMENTOS PÓRTLAND

Con el propósito de evitar la alteración de las propiedades de los cementos Pórtland antes de su utilización en la obra, ha de tenerse cuidado en su transporte y almacenamiento, atendiendo los siguientes aspectos:

F.1. TRANSPORTE

F.1.1. Los cementos Pórtland envasados en sacos se transportarán, desde el lugar de adquisición hasta el de almacenamiento, por lotes separados, en vehículos con cajas cerradas o protegidos con lonas u otras cubiertas impermeables que los protejan de la humedad ambiente o la lluvia. Los sacos se estibarán de manera que no se muevan o dañen durante su transporte.

F.1.2. Cuando el cemento Pórtland se suministre a granel, se transportará en camiones-tolvas, carros-tolvas de ferrocarril o buques-tolvas, que sean herméticos y tengan tapas adecuadas para evitar fugas y contaminaciones. La carga del cemento de un mismo lote, en cada vehículo, se hará en un solo día y en forma continua.

- F.1.3.** Antes de cargar el cemento Pórtland suministrado a granel, los vehículos han de ser limpiados cuidadosamente, eliminando residuos de productos transportados anteriormente, grasas, polvo o cualquier otra sustancia que lo pueda contaminar. Una vez cargado el cemento, las tapas y válvulas de la tolva se sellarán de forma inviolable. Los sellos se retirarán en el momento de la descarga del cemento en el almacenamiento. No se aceptará el material en el caso de que los sellos hayan sido violados.
- F.1.4.** En cualquier caso, el transporte se hará observando las normas oficiales mexicanas aplicables, sujetándose en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

F.2. ALMACENAMIENTO

- F.2.1.** Los cementos Pórtland de cualquier tipo, que sean de la clase resistente 20, no permanecerán almacenados por más de tres (3) meses.
- F.2.2.** Los cementos Pórtland de cualquier tipo, que sean de las clases resistentes 30, 30R, 40 y 40R, no permanecerán almacenados por más de dos (2) meses, salvo que se trate de cemento tipo CPO (cemento Pórtland ordinario) de las clases resistentes 40 y 40R, que no permanecerá almacenado por más de un (1) mes.
- F.2.3.** Cuando un cemento Pórtland, de cualquier tipo y clase resistente, permanezca almacenado por más tiempo que el señalado en los Incisos F.2.1. y F.2.2. de esta Norma, se comprobará dentro de los treinta (30) días anteriores a su empleo, que sus características continúen siendo adecuadas, realizando sobre una muestra representativa del cemento almacenado, sin excluir los terrones que hayan podido formarse, las pruebas que permitan verificar que sus resistencias mecánicas a la compresión, inicial y normal, así como su tiempo de fraguado, cumplan con lo indicado en los Incisos D.2.1. y D.2.2. de esta Norma.
- F.2.4.** Ningún tipo de cemento llegará excesivamente caliente a la obra. Si su manipulación se realiza por medios mecánicos, su temperatura no debe ser mayor de setenta (70) grados

Celsius, y si se realiza a mano, no debe exceder del mayor de los dos límites siguientes:

- cuarenta (40) grados Celsius.
- temperatura ambiente más cinco (5) grados Celsius.

F.2.5. Cuando la temperatura de cualquier tipo de cemento exceda de setenta (70) grados Celsius, antes de emplearse se comprobará que su penetración final determinada de acuerdo con lo indicado en el Manual M-MMP-2-02-008, *Fraguado Falso del Cemento por el Método de Pasta*, no sea menor que cincuenta (50) por ciento.

F.2.6. Cuando el suministro de cualquier tipo de cemento se realice en sacos, para su almacenamiento se considerará lo siguiente:

F.2.6.1. El cemento se entregará y almacenará hasta su utilización en la obra, en los mismos envases cerrados en que fue expedido de fábrica.

F.2.6.2. El lugar de almacenamiento será un sitio ventilado y bajo cubierta, que reúna las condiciones necesarias para evitar que se alteren las propiedades del cemento; el terreno natural donde se ubique estará bien drenado y la cubierta tendrá la pendiente e impermeabilidad necesarias para evitar filtraciones; será lo suficientemente amplio para que el cemento envasado pueda colocarse a una separación adecuada del techo, del suelo y de las paredes, protegiéndolo tanto de la intemperie, como de la humedad.

F.2.6.3. El almacenamiento se hará en lotes por separado, acomodados de forma que se permita el fácil acceso para la inspección, identificación y muestreo de cada uno. Los sacos se colocarán sobre tarimas, apilándolos hasta una altura no mayor de dos (2) metros, separados del suelo y de las paredes a no menos de diez (10) centímetros y remetidos con respecto a la cubierta, una distancia tal que evite que los moje la lluvia, que en ningún caso sea menor de un (1) metro.

CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

N-CMT-2-02-001/02

F.2.6.4. Todo lote de cemento que haya sido rechazado se marcará, se sacará del almacenamiento y se llevará fuera del área de la obra, asegurándose de que en ninguna forma pueda ser usado.

F.2.6.5. Cuando las necesidades del trabajo lo exijan, pueden depositarse al aire libre y en terreno bien drenado, las cantidades necesarias de cemento envasado para el consumo de un (1) día. En este caso, los sacos de cemento se colocarán sobre tarimas, separados del suelo a no menos de diez (10) centímetros. Cuando amenace lluvia, los sacos se cubrirán con lonas amplias u otras cubiertas impermeables.

F.2.7. Si el suministro del cemento se realiza a granel, el almacenamiento se llevará a cabo en tolvas, silos o recipientes que lo aislen de la humedad.

G. REQUISITOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO

Para que un cemento Pórtland sea aceptado por la Secretaría, antes de su utilización, el Contratista de Obra o el proveedor cuando se trate de obras por administración directa, entregará a la Secretaría un certificado de calidad por cada lote o suministro, que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos Cláusula D. de esta Norma, según el tipo de cemento indicado en el proyecto, expedido por su propio laboratorio o por cualquier otro debidamente aprobado por la Secretaría. En cualquier momento la Secretaría puede verificar la calidad del cemento suministrado, en muestras obtenidas como se establece en el Manual M-MMP-2-02-001, *Muestreo de Cemento Pórtland* 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 en esta Norma.

H. BIBLIOGRAFÍA

Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, *Norma Mexicana NMX-C-414-ONNCCE-1999 Industria de la Construcción - Cementos hidráulicos - Especificaciones y Métodos de Prueba*, México, D.F. (1999)