
MATERIALES DE CONSTRUCCION

**ESPECIFICACIONES POR DESEMPEÑO PARA CEMENTO
HIDRAULICO**

CORRESPONDENCIA: Esta Norma es una adopción de la Norma ASTM C1157-00a
ESPECIFICACIONES POR DESEMPEÑO PARA CEMENTO HIDRAULICO

I.C.S 91.100.10

Editada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT, Colonia Médica, Avenida Dr. Emilio Alvarez, Pasaje Dr. Guillermo Rodríguez Pacas, # 51, San Salvador, El Salvador, Centro América. Tel: 226-2800, Fax.: 225-6255; e-mail: info@conacyt.gob.sv.

INFORME

Los Comités Técnicos de Normalización del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT, son los organismos encargados de realizar el estudio de las normas. Están integrados por representantes de la Empresa Privada, Gobierno, Organismos de Protección al Consumidor y Académico Universitario.

Con el fin de garantizar un consenso nacional e internacional, los proyectos elaborados por los Comités se someten a un período de consulta pública en el cual puede formular observaciones cualquier persona.

El estudio elaborado fue aprobado como NSO 91.13.05:03 NORMA SALVADOREÑA OBLIGATORIA ESPECIFICACIONES POR DESEMPEÑO PARA CEMENTO HIDRAULICO por el Comité Técnico de Normalización 13. La oficialización de la norma conlleva la ratificación de la Junta Directiva de CONACYT y el Ministerio de Economía.

Esta norma está sujeta a permanente revisión con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias de la técnica moderna. Las solicitudes fundadas para su revisión merecerán la mayor atención del organismo técnico del Consejo: Departamento de Normalización, Metrología y Certificación de la Calidad.

MIEMBROS PARTICIPANTES DEL COMITE 13

Ing. Edwin Ricardo Alvarenga	Ministerio de Obras Publicas
Sr. Eduardo Antonio Hidalgo	DPC MINEC
Ing. Manuel Antonio Cañas	ASIA
Ing. Enrique Melara	ICIA S.A. de C.V.
Ing. Andrés Guzman Molina	Universidad Albert Einstein
Ing. Carlos Quintanilla	Instituto Salvadoreño del Cemento y del Concreto
Ing. José Miguel Landaverde	Universidad de El Salvador
Ing. Luis Mariano Herrera	Cemento de El Salvador S.A de C.V.
Ing. José Guillermo Osorio	Cemento de El Salvador S.A. de C.V.
Lic. Ricardo Harrison	CONACYT

1. OBJETO

1.1 Esta especificación cubre los cementos hidráulicos mezclados tanto para aplicaciones generales y especiales. Esta es una especificación que da requisitos de desempeño. No hay restricciones en la composición del cemento o en sus componentes.

1.2 La especificación clasifica a los cementos por el tipo basado en requisitos específicos para uso general, resistencia temprana elevada, resistencia al ataque por sulfatos, y calor de hidratación. Requisitos opcionales son provistos para la propiedad de baja reactividad con agregados álcali-reativos.

1.3 Para propiedades donde los valores son dados en ambas unidades aceptadas métricas y pulgada-libras, los valores en unidades SI serán consideradas como estándar. Los valores en unidades SI deben ser obtenidos por medición en unidades SI o por conversión apropiada, usando las reglas de conversión y redondeo dadas en el estándar IEEE / ASTM SI 10, de mediciones hechas en otras unidades

1.4 El texto de este estándar refiere a notas y pies de página los cuales proveen de material explicativo. Estas notas y pies de página (excluyendo aquellas en tablas y figuras) no son requerimientos del estándar.

1.5 Esta norma no tiene el propósito de dirigir todo lo concerniente a la seguridad, si existe alguno, asociado con su uso. Es la responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas apropiadas de seguridad e higiene y determinar la aplicabilidad de limitaciones reguladoras, previas al uso de la misma.

Nota 1. La normativa C 150 es una especificación prescriptiva para cemento portland y la normativa C 595 es una especificación para cemento hidráulico mezclado donde los productos que pueden ser suministrados son de naturaleza y proporciones restrictivas y donde los productos deben obligatoriamente cumplir con los requisitos prescriptivos como las propiedades químicas y físicas.

2. DEFINICIÓN GENERAL

Los términos usados en esta norma son definidos en la Terminología C 219, excepto los siguientes términos:

- Cementos hidráulicos mezclados: éstos consisten en dos o más ingredientes inorgánicos los cuales contribuyen a la ganancia de resistencia del cemento, con o sin otros ingredientes, adiciones de procesos y adiciones de funciones.
- Los cementos hidráulicos mezclados son producidos por intermolienda u otro proceso de mezclado.

2.1 Seleccionado por el productor, designe los cementos bajo esta especificación de acuerdo a los nombres posteriormente mostrados. La nomenclatura no establece o requiere ningún límite sobre la composición o propiedades de un cemento. Su propósito es solamente proveer un significado uniforme para las designaciones de los cementos luego que sus ingredientes y proporciones han sido seleccionados por el productor, por tanto provee una información general acerca de los cementos cuando el productor así elige.

2.2 Cemento hidráulico: es todo cemento que cumpla los requerimientos de esta especificación. A opción del fabricante, use esta designación en adición a, o en lugar de, alguna otra designación.

2.3 Cemento portland: consiste de clinker de cemento portland al cual, a opción del fabricante, uno o más de las siguientes adiciones, y ninguna otra, deberá de ser usada durante la fabricación.

2.3.1 Sulfato de Calcio es una adición para el control del fraguado.

2.3.2 Agua, incluyendo aquella que está presente en el clinker y otras adiciones, en cantidades tales que la pérdida al fuego no exceda el 3.0% en masa del cemento.

2.3.3 Adiciones de proceso, hasta la máxima cantidad demostrada para cumplir los requerimientos de la especificación aplicable.

2.3.4 Cemento portland con aire incluido debe contener un aditivo intermolido inclusor de aire.

2.4 Cementos Hidráulicos Mezclados

2.4.1 Los Cementos portland modificados contienen hasta un 15% de un ingrediente mineral, además de clinker de cemento Portland, y, a selección del fabricante, ser designado como "cemento portland modificado (ingrediente)" de acuerdo con el tipo de ingrediente mineral utilizado.

2.4.2 Otros Cementos hidráulicos mezclados contienen más del 15% de dos o más ingredientes minerales y, a selección del fabricante, son nombrados de acuerdo con los dos, o si es más apropiado, tres constituyentes presentes en mayor cantidad, listados en orden decreciente de abundancia por masa.

3. ADICIONES

3.1 ADICIONES DE PROCESO

Si adiciones de procesamiento son utilizadas en la producción del cemento, estas deberán estar de acuerdo con los requerimientos de la Especificación C 465.

3.2 ADICIONES FUNCIONALES

Si adiciones funcionales, tales como las definidas en la Especificación C 226 y C 688, son utilizadas en un cemento, estas deben estar de acuerdo con los requerimientos de la especificación que aplica.

4. CLASIFICACIÓN Y USO

4.1 Los tipos de cemento hidráulico cubiertos por esta especificación son dados entre las secciones 4.2.1 y 4.2.6 y son clasificados de acuerdo con sus propiedades específicas.

4.2 Los cementos conforme a esta especificación deberán de ser designados de acuerdo con la nomenclatura de Caracteres Especiales indicados por tipo, de acuerdo con los tipos indicados entre las secciones 4.2.1 y 4.2.6. Cuando el tipo no es especificado, el requerimiento del tipo GU será aplicado.

4.2.1 *Tipo GU* - Cemento hidráulico para la construcción en general. Úsese cuando uno o más de los tipos especiales no son requeridos.

4.2.2 *Tipo HE* - Resistencia temprana elevada.

4.2.3 *Tipo MS* - Moderada resistencia al sulfato.

4.2.4 *Tipo HS* - Elevada resistencia a sulfato.

4.2.5 *Tipo MH* - Moderado calor de hidratación.

4.2.6 *Tipo LH* - Bajo calor de hidratación.

4.3 Opción adicional La siguiente opción adicional de compra aplica para cualquiera de los tipos principales listados. Cuando esta opción es incluida, su tipo y título deberá de colocarse inmediatamente después de la respectiva designación del tipo y título principal.

4.3.1 Opción R. Baja reactividad con agregados álcali-reactivos. Cuando se realicen pruebas para determinar la actividad potencial con agregados álcali-reactivos, el cemento deberá cumplir con el requerimiento de baja reactividad con agregados álcali-reactivos, según se muestra en Tabla 1.

5. INFORMACION PARA ORDENES

5.1 Órdenes para cementos que cumplan con los requisitos de esta especificación deberán incluir:

5.1.1 La Especificación de la designación ASTM C 1157.

5.1.2 La fecha de la especificación, si fuera diferente de la última versión publicada.

5.1.3 La cantidad de cemento deseada.

5.1.4 La nomenclatura (vea la sección 2) y el tipo de cemento deseado (si ningún tipo es especificado, el cemento enviado cumplirá con los requisitos del tipo GU).

5.1.5 Opciones de Resistencia a la Compresión. Tres opciones para la resistencia a la compresión son listadas en esta especificación. Si la resistencia deseada, es diferente a la mínima de la tabla 1 (5.1.5.1), verifique que la opción seleccionada esta disponible en el área de donde es requerida. Para un Tipo de cemento dado, la resistencia a una edad listada según Tabla 1, no deberá de ser menor a la resistencia de una edad listada más temprana.

5.1.5.1 Resistencia Mínima a la Compresión Si la resistencia mínima del rango listado en Tabla 1 es aceptable, especifique el mínimo de tabla 1. Cuando ninguna otra opción se establece, los requerimientos aplicables de resistencia a la compresión son los mínimos de los rangos listados en la tabla 2, para cada edad de la tabla 1, para el tipo de cemento considerado.

5.1.5.2 Resistencia Mínima a una Edad Listada. Cuando se requiere un mínimo de resistencia, mayor al de un mínimo fijado a una edad listada, especifique el mínimo de un rango de resistencia listado en la Tabla 2, a una edad listada en la Tabla 1, para el tipo de cemento considerado.

5.1.5.3 Rango de Resistencia a una Edad Listada. Cuando es requerido que un cemento este dentro de un rango particular de resistencia, especifique que el cemento está dentro de un rango particular de resistencia de la Tabla 2, a una edad listada para el tipo de cemento de la Tabla 1.

Nota 2: Las Edades listadas para el tipo HE en la Tabla 1 son 1 y 3 días; las edades listadas para los tipos GU, MH y MS son 3 y 7 días; las edades listadas para el tipo HS son 3, 7 y 28 días; las edades listadas para el tipo LH son 7 y 28 días.

5.1.5.4 Rango de Resistencia a una Edad Deseada. Cuando se requiere que un cemento este dentro de un rango particular de resistencia, especifique que el cemento cumple con un rango de resistencia de la tabla 2, a una edad seleccionada entre 3, 7, y 28 días; excepto si el tipo HE es especificado, donde un rango de resistencia deberá de ser seleccionado entre 1, 3, 7, o 28 días. Si ningún rango de resistencia es especificado, solamente se aplicará el mínimo de resistencia de todas los rangos en la Tabla 1, como está establecido en la Tabla 2.

5.1.6 Una declaración de opción de baja reactividad con agregados álcali-reactivos es utilizada, cuando tal es deseada, y

5.1.7 Una solicitud de certificación de calidad del fabricante, si es deseada.

5.1.8 Cuando el comprador requiera que el cemento sea muestreado y analizado para verificar su cumplimiento con esta especificación, muestree de acuerdo con la Práctica C 183. (ver Nota 3)

Nota 3. La Práctica C 183 no está destinada para el Control de la Calidad del Fabricante, y no es requerida para Certificación de Calidad del Fabricante.

6. COMPOSICIÓN QUÍMICA

La composición química para el cemento no es especificada. Sin embargo, el cemento y los constituyentes individuales, intermolidos o mezclados para producirlo, deberán ser analizados.

7. PROPIEDADES FÍSICAS

7.1 Cemento del tipo especificado deberá cumplir con todos los requerimientos físicos aplicables de la Tabla 1.

7.2 Cuando se especifican requerimientos opcionales para el endurecimiento temprano (falso fraguado o fraguado instantáneo) o resistencia a los 28 días, el cemento deberá cumplir con los límites opcionales aplicables de la Tabla 1.

7.3 La puzolana a ser usada como un ingrediente de un cemento no deberá causar expansión inaceptable debido a una reacción álcali-agregado. Para determinar si una puzolana cumple con este requisito, ensáyela, para determinar su potencialidad de reactividad-álcali. Si la expansión del mortero excede 0.05% a los 91 días de edad, para alguna de las tres composiciones que contienen puzolana, la puzolana deberá ser considerada potencialmente reactiva e inaceptable bajo esta especificación. Si el contenido promedio de álcali total de cualquier lote de cemento, expresado como equivalente Na_2O ($\% \text{Na}_2\text{O} + 0.658 \times \% \text{K}_2\text{O}$), cambia en más de 0.10% p/p de aquella con la cual las pruebas de potencial de reactividad álcali fueron llevadas a cabo, la prueba para la reactividad álcali de la puzolana deberá ser realizada de nuevo.

8. MUESTREO

Facilidades adecuadas deberán ser provistas para muestrear el cemento terminado. El cemento terminado deberá ser muestreado en el molino o lugar de trabajo como será especificado por el comprador.

9. MÉTODOS DE PRUEBA

9.1 Cuando se ensaya un cemento para verificar su cumplimiento con esta especificación, utilice los siguientes métodos, con modificaciones o excepciones, tal como está indicado.

9.2 Análisis Químico: analice químicamente el cemento usando los Métodos de Prueba C 114 para óxidos mayores y menores, cuya cantidad, todos juntos, incluyendo la pérdida a la ignición, constituya al menos el 98% del total de la masa total del cemento; así como también la determinación del residuo insoluble. Realice un análisis químico para cada ingrediente incluido dentro del cemento si sus cantidades son superiores al 1% en masa. Utilice métodos analíticos apropiados, tales como los Métodos de Prueba C 311 para puzolana u otros métodos consistentes con los principios de los Métodos de Prueba C 114.

9.2.1 Sulfato: cualquier método apropiado para determinar el SO_3 , puede ser usado. Si es utilizado el método de Referencia de los Métodos de Prueba C 114, la muestra no necesita ser descompuesta en su totalidad, siempre y cuando se agregue un exceso de ácido.

9.2.2 Pérdida a la ignición: para puzolana, úsese el método para cemento portland en los Métodos de Prueba C 114, con la excepción de calcinar la muestra entre 700 y

800 °C, utilizando un crisol de porcelana al descubierto. Para los cementos que contengan sulfuros u otros constituyentes que ganan peso cuando se calientan, utilice el procedimiento para un cemento de escoria según los Métodos de Prueba C 114.

9.2.3 Óxidos de Sodio y Potasio: Para puzolanas o cementos que contengan puzolana, el procedimiento para la disolución del cemento, en el procedimiento para álcali total, dado en los Métodos de Prueba C 114, a menudo no disuelve todos los álcalis. La completa disolución de los álcalis es esencial para la exactitud del análisis. Para los cementos, la calcinación de la muestra, previa a su disolución, a menudo hace que los álcalis sean solubles en ácido. Otras alternativas serían el calcinar con caliza, cal hidratada o carbonato de calcio o fusión con borato de litio, previo a la disolución, especialmente para puzolanas. Un blanco debe de ser preparado.

9.3 FINEZA

9.3.1 Determine la Fineza según el Método de Prueba C 204.

9.3.2 Determine la cantidad Retenida en el Tamiz de 45- μm (No. 325) según el Método de Prueba C 430.

9.4 Determine la Expansión al Autoclave según el Método de Prueba C 151, excepto para aquellos cementos cuyas resistencias a la compresión a un día sean menores a 3.4 MPa (500 psi), para los cuales, mezcle la pasta fina de cemento entre 3 y 3 ½ minutos, y almacene el espécimen de prueba en el gabinete húmedo por un período de 48 h, antes de ser desmoldado y medido para su longitud.

9.5 Determine el Tiempo de Fraguado según el Método de Prueba C 191. Solamente el tiempo de fraguado inicial es requerido.

9.6 Determine el Contenido de Aire del Mortero según el Método de Prueba C 185; usando la densidad real del cemento según el Método de Prueba C 188, siempre que dicha densidad difiera de 3.15 Mg/m³ en más de 0.05 Mg/m³.

9.7 Determine la Resistencia a la Compresión según el Método de prueba C 109. Las pruebas serán llevadas a cabo según las edades especificadas en la Tabla 1; y si se seleccionan requisitos opcionales, realice las pruebas a la edad especificada del requisito opcional de la Tabla 1. El requerimiento de agua en el Método de Prueba C 109 deberá ajustarse para que produzca un flujo de 110 ± 5 , para los cementos hidráulicos mezclados.

9.8 Determine el Calor de Hidratación según el Método de Prueba C 186.

9.9 Determine la Resistencia al Sulfato según el Método de Prueba C 1012.

Tabla 1. Requisitos Físicos Normalizados

Tipo de cemento	GU	HE	MS	HS	MH	LH
	1)	1)	1)	1)	1)	1)
Fineza						
Cambio de longitud de autoclave, max, %	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Tiempo de fraguado, Prueba de Vicat ²⁾						
Inicial, no menor que, minutos	45	45	45	45	45	45
Inicial, no mayor que, minutos	420	420	420	420	420	420
Contenido de aire del mortero, volumen, %	3)	3)	3)	3)	3)	3)
Rango Resistencia a la compresión, mínima, Mpa ⁴⁾						
1 día	...	10	...	...	...	...
3 días	10	17	10	5	5	...
7 días	17	...	17,0	10	10	5
28 días	...	...	...	17	...	17
Calor de Hidratación						
7 días, máx, Kj/Kg (Kcal/Kg)	...	...	...	...	290 (70)	250 (60)
28 días, máx, Kj/Kg (Kcal/Kg)	...	...	...	...	...	290 (70)
Expansión de la barra del mortero						
14 días, % máx	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Expansión por sulfatos (resistencia a sulfatos) ⁵⁾						
6 meses, máx, %	...	...	0,10	0,05	...	...
1 año, máx, %	...	...	...	0,10	...	...
Opción R-baja reactividad con agregados álcali reactivos ⁶⁾						
Expansión						
14 días, máx, %	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
56 días, máx, %	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Requisitos físicos opcionales						
Fraguado Prematuro, penetración final, mín, %	50	50	50	50	50	50
Resistencia a la compresión, ⁷⁾ mín, MPa (psi), 28 días	28 (4060)	...	28 (4060)	...	22 (3190)	...

¹⁾ Tanto el retenido tamizado en húmedo sobre el tamiz 45- μ m (No. 325), así como el área de superficie específica por el aparato de permeabilidad del aire (en m²/kg), deberán ser reportados en todos los certificados con los resultados de prueba requeridos del fabricante.

²⁾ El tiempo de fraguado refiere al tiempo de fraguado inicial en el Método de Prueba C 191.

³⁾ El contenido de aire deberá de ser reportado en todos los certificados con los resultados de prueba requeridos del fabricante. Un valor dado en mortero no necesariamente asegura que el contenido de aire deseado será obtenido en concreto.

⁴⁾ El Rango de Resistencia más bajo deberá de aplicarse a la edad especificada, a menos que un Rango de Resistencia más alto se especifique por el comprador. Vea la Tabla 2 para los límites aplicables a resistencia.

⁵⁾ En la prueba del cemento HS, la prueba a un año no deberá ser requerida cuando el cemento cumple con el límite de los 6 meses. Un cemento HS que falle el límite de los 6 meses no deberá ser rechazado a menos que también falle en el límite de un año.

⁶⁾ El cumplimiento con este requisito no deberá ser requerido a menos que el cemento vaya a ser usado con agregado álcali-reactivo.

⁷⁾ Cuando las resistencias a los 28 días son especificadas, tiempo suficiente deberá ser permitido para completar la prueba. Cuando un certificado de resultados de prueba sea requerido, arreglos especiales para el almacenaje del cemento pendientes de completar la prueba serán requeridos.

Tabla 2. Rangos límites de resistencia.

Rango de resistencia	5	10	17	25	35	45
Resistencia a la compresión, mín, MPa, (psi)	5 (725)	10 (1450)	17 (2465)	25 (3625)	35 (5075)	45 (6525)
Resistencia compresión, máx, MPa, (psi)	15 (2175)	20 (2900)	30 (4350)	40 (5800)	60 (8700)	

9.10 Determine la Reactividad del Cemento con Agregado álcali-reactivo, (opción R) según el Método de Prueba C 227, utilizando como agregado vidrio triturado de borosilicato, tal y como se describe en el Método de Prueba C 441.

9.11 Determine el Potencial de Reactividad Álcali de la Puzolana según el Método de Prueba C 227. Utilice todos los constituyentes, excepto la puzolana, en las mismas proporciones relativas, tal como son usadas en el cemento. Prepare una mezcla que contengan 0% de puzolana, una mezcla con el contenido de puzolana utilizado en el cemento, una mezcla con 5% de puzolana arriba del contenido de puzolana utilizado, y una mezcla con 5% de puzolana abajo del contenido de puzolana utilizado. Ensaye estas mezclas según el Método de Prueba C 227, y utilice arena que se considere no reactiva de acuerdo al Método de Prueba C 227.

9.12 Determine el Fraguado Prematuro según el Método de Prueba C 451.

9.13 Determine la Expansión de la Barra de Mortero según el Método de Prueba C 1038 utilizando un período de inmersión de 14 días.

10. REQUERIMIENTOS EN TIEMPO, PARA LOS ENSAYOS.

10.1 Se aplicarán los requerimientos para los ensayos, según la Práctica C 183.

10.2 El comprador hará los arreglos necesarios para el envío de muestras al laboratorio de prueba. El tiempo requerido para el transporte al laboratorio deberá de ser sumado al intervalo de tiempo mínimo permitido desde la recepción de las muestras en el laboratorio.

10.3 El tiempo mínimo permitido desde el recibo de las muestras en el laboratorio hasta el reporte de los resultados de prueba, será determinado por la edad requerida del espécimen de prueba más siete días.

10.4 Un reporte escrito de resultados de pruebas aplicables, deberá estar disponible en un tiempo no mayor a los tres días, del intervalo indicado en 10.3.

10.5 Estos límites de tiempo no aplican para reensayos o pruebas adicionales.

Nota 4. Efectos de envejecimiento en muestras pequeñas de cemento, almacenado por largos períodos de tiempo, pueden producir resultados de prueba que no son representativos ni del cemento fresco ni del cemento almacenado en grandes cantidades por períodos iguales de tiempo.

11. ENSAYOS A REALIZAR POR EL FABRICANTE

11.1 Asegúrese de tomar muestras representativas de cemento durante la producción o transferencia, y ensáyelas para verificar su cumplimiento con esta especificación, así como con el análisis químico y fineza. Tales ensayos incluirán un análisis químico y la determinación de la fineza. La localización y frecuencia del muestreo dependerá del fabricante. El muestreo y ensayos pueden ser parte de, o en adición a, los controles de calidad normales del fabricante.

11.2 Pruebas Especiales:

11.2.1 Los siguientes requerimientos de ensayo aplican únicamente a los ensayos para Resistencia a Sulfatos y Baja Reactividad con Agregados alcali-reactivos.

11.2.1.1 Para la Resistencia a Sulfatos en los cementos Tipo MS y HS y Opción R, realice los ensayos al menos una vez cada 12 meses para verificar su cumplimiento a los requerimientos aplicables. El reensayo será requerido si el análisis de alguno de los óxidos en cualquiera de los constituyentes, o el cemento como un todo, se desvía en más de los valores mostrados, de valores que previamente han demostrado cumplir con los requerimientos aplicables.

Variación de la composición para la cual su cumplimiento ha sido demostrada		
	Cemento o cualquier constituyente presente en 10% o más del cemento	Constituyentes presentes en menos del 10% del cemento
Cambio en la composición del constituyente, cualquier óxido, masa %	± 3	± 5

Reensaye si la cantidad de un constituyente que está al 10% o más en el cemento, es cambiado en 5% o más en la masa del cemento; o si un constituyente con menos del 10% en el cemento, cambia en 50% o más de la cantidad previamente presente.

11.2.1.2 A solicitud del comprador, la información del fabricante acerca del cumplimiento con la Resistencia a sulfatos para los cementos tipo MS o HS u Opción R, deberá estar disponible cuando tales requisitos son señalados en la especificación del cemento. A opción del comprador, la información del fabricante sobre el cumplimiento puede ser usada en vez de un muestreo adicional y ensayo para la aceptación o rechazo del cemento.

12. INSPECCIÓN

12.1 La inspección del material deberá realizarse de la manera acordada entre el comprador y el vendedor, como parte del contrato de compra.

12.2 Todos los empaques deberán estar en buenas condiciones al tiempo de la inspección.

13. RECHAZO

13.1 A opción del comprador, el material que falle en el cumplimiento de los requisitos aplicables de esta especificación, para el tipo de cemento especificado, puede ser rechazado. Reporte el rechazo al fabricante o al proveedor inmediatamente y por escrito, declarando las razones específicas de su rechazo.

13.2 A opción del comprador, los empaques (bolsas) con más del 2% por debajo de la masa marcada en el empaque, deberán ser rechazados, y si la masa promedio de los empaques (bolsas), en cualquier envío, tal como el mostrado al pesar 50 empaques tomados al azar, es menor que el marcado en los paquetes, todo el envío puede ser rechazado.

14. CERTIFICACIÓN

14.1 Cuando sea especificado en la orden de compra o contrato, la certificación del fabricante deberá ser suministrada al mismo tiempo que el envío, reportando los resultados de los ensayos, incluyendo el análisis químico, para el cemento muestreado durante la producción o transferencia, y certificando que los requerimientos aplicables de esta especificación han sido cumplidos.

14.2 A opción del comprador, cemento a granel mantenido en almacenaje por más de 6 meses después de su pruebas o paquetes de cemento mantenidos en posesión del vendedor por más de tres meses deben ser remuestreados y probados nuevamente y rechazados si falla en el cumplimiento de alguno de los requerimientos aplicables en esta especificación.

14.3 Resistencia al sulfato (Tipos MS y HS) y baja reactividad con agregados (Opción R) cuando ha sido especificado, los resultados de las pruebas demostrando el cumplimiento con esta especificación estarán disponibles para la inspección y el reporte del fabricante establecerá que los requisitos aplicables de esta especificación para esas propiedades han sido cumplidos.

15. MARCADO DEL EMPAQUE

15.1 Cuando el cemento es distribuido en empaques, deberá marcarse claramente en cada empaque las palabras que establezcan la nomenclatura apropiada del cemento seleccionada por el productor, el tipo de cemento y, si es especificado, el cumplimiento

con la Opción R, el nombre y la marca del fabricante, la masa de cemento contenida dentro del empaque, y una lista de los constituyentes, utilizando los nombres genéricos en orden decreciente de abundancia. Provea información similar en la certificación del fabricante que acompaña al envío del cemento empacado o cemento a granel.

Nota 5. La siguiente lista contiene nombres genéricos sugeridos para algunos posibles constituyentes de cementos mezclados. La lista es representativa y no es inclusiva.

Clase de constituyente	Ejemplos de términos genéricos
Cemento	Cemento portland, clínker de cemento portland
Componente cálcico	Carbonato cálcico, piedra caliza, caliza, cal hidratada
Puzolana	Ceniza volátil Clase F, ceniza volátil Clase C, Puzolana natural no calcinada, Puzolana natural calcinada, vapor de silicio.
Escoria	Escoria de alto horno de hierro granulado.
Adiciones	Sulfato cálcico, reductor de agua, acelerador, retardor, retardador de reductor de agua, adición con inclusión de aire, adición de proceso.

16. ALMACENAJE

16.1 El cemento deberá ser almacenado de tal manera que permita: el acceso razonable para una inspección e identificación apropiada de cada envío y, en un edificio cerrado protegido de las condiciones climatológicas; de tal forma que se proteja el cemento de la humedad y se minimice su fraguado dentro del almacén.

17. NORMAS QUE DEBEN CONSULTARSE

Las siguientes normas contienen disposiciones que, mediante la referencia dentro de este texto, constituyen disposiciones de esta norma. En el momento de la publicación eran válidas las ediciones indicadas. Todas las normas están sujetas a actualización; los participantes, mediante acuerdos basados en esta norma, deben investigar la posibilidad de aplicar la última versión de las normas mencionadas a continuación.

ASTM C 109/C 109M Método de Prueba para la Resistencia a la Compresión de los Morteros de Cemento Hidráulico (Usando Especímenes Cúbicos de 2-pulg, o 50 mm)¹.

ASTM C 114 Métodos de Prueba para el Análisis Químico de Cemento Hidráulico¹

ASTM C 150 Especificación estándar de cemento portland.

¹ Libro Anual de Normas ASTM, Vol. 04.01.

ASTM C 151 Método de Prueba para la Expansión de Autoclave de Cemento Portland.¹

ASTM C 183 Práctica para el Muestreo y la Cantidad de Prueba de Cemento Hidráulico¹

ASTM C 185 Método de Prueba para Contenido de Aire de Mortero de Cemento Hidráulico.¹

ASTM C 186 Método de Prueba para Calor de Hidratación del Cemento Hidráulico.¹

ASTM C 188 Método de Prueba para Densidad del Cemento Hidráulico.¹

ASTM C 191 Método de Prueba para el Tiempo de Fraguado del cemento Hidráulico por la Aguja de Vicat.¹

ASTM C 204 Método de Prueba de Fineza del Cemento Hidráulico por el Aparato de Permeabilidad de Aire.¹

ASTM C 219 Terminología Relativa al Cemento Hidráulico.¹

ASTM C 226 Especificación para el Uso de Inclusores de Aire en la Manufactura de Cemento Portland con Inclusores de Aire.¹

ASTM C 227 Método de Prueba para el Potencial de Reactividad Álcali de las Combinaciones Cemento-Agregados (Método de la Barra de Mortero).²

ASTM C 311 Métodos de Prueba para el Muestreo y Prueba de Ceniza Volante o Puzolanas Naturales para Uso Como una Mezcla Mineral en el Concreto de Cemento Portland.²

ASTM C 430 Método de Prueba para la Fineza de Cemento Hidráulico por el Tamiz 45- μ m (No. 325).²

ASTM C 441 Método de Prueba para la Efectividad de Agregados Minerales o Escoria de Alto Horno para Prevenir la Expansión Excesiva del Concreto Debido a la Reacción Álcali-Silicio.²

ASTM C 451 Método de Prueba para Endurecimiento Temprano del Cemento Portland (Método de la Pasta).¹

ASTM C 465 Especificación para el Procesamiento de Adiciones para el Uso en la Manufactura de Cementos Hidráulicos.¹

ASTM C 595 Especificación para Cementos Hidráulicos Mezclados.

² Libro Anual de Normas ASTM, Vol. 04.02.

ASTM C 688 Especificación para Adiciones Funcionales para Uso en Cementos Hidráulicos.²

ASTM C 1012 Método de Prueba para Cambio de Longitud de Morteros de Cemento Hidráulico Expuestos a Soluciones de Sulfato.¹

ASTM C 1038 Método de Prueba para la Expansión de las Barras de Morteros de Cemento Portland Almacenadas en Agua.¹

IEEE/ASTM SI 10 Estándar para uso del sistema internacional de unidades (SI): Sistema métrico moderno.

18. PALABRAS CLAVES

18.1 Cemento hidráulico mezclado; ceniza volátil; cemento hidráulico, puzolana; humo de sílice; escoria; granulado de alto horno.

19. VIGILANCIA Y VERIFICACIÓN

Corresponde la vigilancia y verificación de la presente norma al Ministerio de Obras Públicas y al Ministerio de Economía por medio de la Dirección General de Protección al Consumidor.

--FIN DE NORMA--