

1996-04-24

**INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA.
ESPECIFICACIONES PARA ADITIVOS QUÍMICOS
USADOS EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO
FLUIDO**



E: STANDARD SPECIFICATION FOR CHEMICAL
ADMIXTURES FOR USE IN PRODUCING FLOWING
CONCRETE.

CORRESPONDENCIA: esta norma es equivalente (EQV) a la
ASTM C1017-92

DESCRIPTORES: concreto; hormigón; aditivos

I.C.S: 91.100.30

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. 6078888 - Fax 2221435

Prohibida su reproducción

PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC 4023 fue ratificada por el Consejo Directivo de 1996-04-24.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico 369901 "Concreto, mortero y agregados" a cargo de la STN ASOCRETO

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE PRODUCTORES DE CONCRETO	CONCRETO S.A.
COMPAÑÍA DE CEMENTOS ARGOS S.A.	CONCRETOS DIAMANTE S.A.
CEMENTOS BOYACÁ S.A.	INSTITUTO COLOMBIANO DE PRODUCTORES DE CEMENTO.
CENTRAL DE MEZCLAS S.A.	SIKA ANDINA S.A.

Además de las anteriores, en consulta pública el proyecto se puso a consideración de las siguientes empresas:

ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE AGREGADOS PÉTREOS DE LA SABANA DE BOGOTÁ	EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ
ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA	PRECONCRETO S.A.
ASOCIACIÓN COLOMBIANA PARA LA CALIDAD Y LA PRODUCTIVIDAD	PROYECTOS Y DISEÑO
CONCRETOS PREMEZCLADOS S.A.	MBT TECNOCONCRETO
CONCRETOS DE OCCIDENTE	SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA	TOXEMENT S.A.
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

ICONTEC cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales.

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

**INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA.
ESPECIFICACIONES PARA ADITIVOS QUÍMICOS USADOS
EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO FLUIDO**

1. OBJETO

1.1 Esta norma comprende dos tipos de aditivos químicos que se agregan a las mezclas de concreto de cemento Pórtland para la producción de concreto fluido.

1.1.1 Tipo I

Plastificante, y

1.1.2 Tipo II

Plastificante y retardador.

1.2 Esta norma estipula ensayos para un aditivo químico con materiales de concreto de referencia o con materiales para fabricación de concreto para propósitos específicos. A menos que el comprador especifique algo diferente, los ensayos se llevarán a cabo utilizando materiales de concreto de referencia.

1.3 Si se ha ensayado un aditivo químico y se ha encontrado que cumple con las disposiciones de esta norma utilizando materiales de referencia, y se está considerando su utilización con otros materiales para un trabajo específico, se deben realizar ensayos adicionales con este fin, según acuerdo entre el comprador y el proveedor; es posible que no se requieran todos los ensayos presentados aquí.

1.4 Esta norma tiene en cuenta tres niveles de ensayo

1.4.1 Nivel 1

Durante la etapa de aprobación inicial, la prueba de cumplimiento con los requisitos de desempeño definidos en la Tabla 1 demuestra que el aditivo cumple los requisitos de esta norma. Los ensayos de uniformidad y equivalencia descritos en el numeral 6, se deben llevar a cabo para obtener resultados contra los cuales se puedan realizar comparaciones posteriores.

1.4.2 Nivel 2

El comprador puede solicitar a intervalos reensayos limitados, como se describe en los numerales 5.2, 5.2.1 y 5.2.2. La prueba de cumplimiento de los requisitos de la Tabla 1 demuestra la conformidad continua del aditivo, con los requisitos de esta norma.

1.4.3 Nivel 3

Para la aceptación de un lote o para medir la uniformidad en los lotes o entre ellos, se deben utilizar los ensayos de uniformidad y equivalencia del numeral 6, cuando así lo solicite el comprador.

1.5 Los valores se registrarán de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades.

Notas:

- 1) Se recomienda que, en la medida que resulte factible, los ensayos se realicen utilizando los materiales para la fabricación de concreto (cemento, puzolana, escorias, agregados, aditivos con aire incorporado), las proporciones de la mezcla y la secuencia de la dosificación y otras condiciones físicas propuestas para el trabajo específico. Los efectos específicos producidos por los aditivos químicos pueden variar con las propiedades y proporciones de los demás ingredientes del concreto.
- 2) La temperatura tiene un efecto notorio sobre el tiempo de fraguado del concreto. Este se puede aumentar exageradamente con el uso de aditivos Tipos I y II. Si las temperaturas del concreto esperadas para un trabajo particular se diferencian significativamente de las condiciones enunciadas en esta norma, es recomendable realizar ensayos posteriores.
- 3) Estos aditivos pueden causar una inusual pérdida de operabilidad con el tiempo, algunas veces denominada "pérdida de asentamiento". La velocidad de la pérdida de asentamiento variará con los materiales y proporciones particulares para la fabricación de concreto, los procedimientos y el equipo de mezcla, y las temperaturas experimentadas en un trabajo determinado. A temperaturas elevadas, el asentamiento se puede retener un período mayor, si se utiliza aditivo Tipo II.
- 4) Los aditivos que contienen cantidades relativamente grandes de cloruro pueden acelerar la corrosión en el acero pretensado. El cumplimiento con los requisitos de esta norma no quiere decir que se asegure la aceptabilidad del aditivo para su uso en concreto presforzado (véanse las normas ACI 318-83, NCCSR).
- 5) Los aditivos que contienen cantidades relativamente grandes de álcalis ($\text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{K}_2\text{O}$) pueden contribuir a una reacción con algunos agregados. El cumplimiento con los requisitos de esta norma no quiere decir que se asegure la aceptabilidad cuando se utilizan agregados reactivos al álcalis y algunos cementos.

La siguiente advertencia corresponde solamente a la parte del método de ensayo, numerales 8 a 17 de esta norma: Esta norma no pretende señalar todos los problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario establecer las prácticas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias.

2. 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.

NTC 77: 1994, Ingeniería civil y arquitectura. Método para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos (ASTM C 136).

NTC 108: 1992, Ingeniería civil y arquitectura. Extracción de muestras y determinación del número de ensayos para cemento hidráulico. (ASTM C 183)

NTC 129: 1995, Ingeniería civil y arquitectura. Práctica para la toma de muestras de agregados (ASTM D 75).

NTC 121: 1982, Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Pórtland. Especificaciones físicas y mecánicas. (ASTM C 150)

NTC 174: 1994, Ingeniería civil y arquitectura. Especificaciones de los agregados para concreto. (ASTM C 33)

NTC 321: 1977, Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Pórtland. Especificaciones químicas. (ASTM C 150)

NTC 396: 1992, Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto. (ASTM C 143)

NTC 673: 1994, Ingeniería civil y arquitectura. Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros normales de concreto. (ASTM C 39)

NTC 890: 1995, Ingeniería civil y arquitectura. Determinación del tiempo de fraguado de mezclas de concreto por medio de su resistencia a la penetración. (ASTM C 403)

NTC 1028: 1994, Ingeniería civil y arquitectura. Determinación del contenido de aire en concreto fresco. Método volumétrico (ASTM C 173).

NTC 1032: 1994, Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en concreto fresco. (ASTM C 231).

NTC 1299: 1992, Ingeniería civil y arquitectura. Aditivos químicos para concreto. (ASTM C 494)

NTC 1362: 1977, Cemento Pórtland blanco. (IRAM 1691).

NTC 1377: 1994, Ingeniería civil y arquitectura. Elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayos de laboratorio. (ASTM C 192).

NTC 1926: 1995, Ingeniería civil y arquitectura. Método para determinar la masa unitaria, rendimiento y contenido de cemento y aire por gravimetría del concreto (ASTM C 138).

NTC 2871: 1991 Ingeniería civil y arquitectura. Ensayo de flexión del concreto usando la viga simple con carga en los tercios (ASTM C 78).

NTC 3493: 1993, Ingeniería civil y arquitectura. Cenizas volantes y puzolanas naturales, calcinadas o curadas utilizadas como aditivos minerales en el concreto de cemento Pórtland (ASTM C 618).

NTC 3502: 1993, Ingeniería civil y arquitectura. Aditivos incorporadores de aire para concreto (ASTM C 260).

ASTM C 157: 1993, Test Method for Length Change of Hardened Hydraulic Cement Mortar and Concrete

ASTM C 666: 1992, Test Method for Resistance of Concrete to Rapid Freezing and Thawing

ASTM C 778: 1992, Specification for Standard Sand

ASTM D 1193: 1991, Specification for Reagent Water

ASTM E 100: 1995, Specification for ASTM Hydrometers

Manual of Aggregate and Concrete Testing

ACI 211.1-81, Recommended Practice for Selecting Proportions for Normal and Heavyweight Concrete

ACI 318-83, Building Code Requirements for Reinforced Concrete

Norma Colombiana de Construcciones Sismorresistentes. (NCCSR).

3. TERMINOLOGÍA

3.1 DESCRIPCIÓN DE TÉRMINOS ESPECÍFICOS DE ESTA NORMA

3.1.1 Concreto fluido

Concreto que se caracteriza por un asentamiento mayor de 190 mm, mientras mantiene una naturaleza cohesiva y que, por lo demás, cumple los requisitos de la Tabla 1.

3.1.2 Aditivo plastificante

Aditivo químico que al agregarse al concreto produce concreto fluido sin adición posterior de agua y no retarda el fraguado del concreto.

3.1.3 Aditivo plastificante y retardador

Aditivo químico que al agregarse al concreto produce concreto fluido sin adición posterior de agua y retarda el fraguado del concreto.

3.1.4 Concreto de referencia

Concreto que contiene las mismas cantidades de cemento, agregados, agua y otros materiales para la elaboración del concreto, pero no aditivo plastificante.

3.1.5 Concreto de ensayo

Concreto al que se ha agregado un aditivo plastificante.

4. INFORMACIÓN SOBRE PEDIDOS

4.1 Cuando el comprador especifique concreto fluido, debe especificar también el tipo de aditivo químico deseado. Si no se especifica alguno, se aplicarán los requisitos del Tipo I.

5. REQUISITOS GENERALES

5.1 Para el cumplimiento inicial con esta norma, el concreto de ensayo en el que se utiliza cada tipo de aditivo presentado en el numeral 1.1, debe cumplir los requisitos correspondientes de la Tabla 1.

5.2 El comprador puede exigir un reensayo limitado para confirmar el cumplimiento actual del aditivo con respecto a los requisitos de la norma. El reensayo limitado cubrirá las propiedades físicas y el funcionamiento del aditivo.

5.2.1 El reensayo de propiedades físicas debe constar de los ensayos de uniformidad y equivalencia para análisis de infrarrojo, residuo por secado en horno y gravedad específica.

5.2.2 El reensayo de propiedades de funcionamiento debe constar de: contenido de agua del concreto fresco, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión a 3 d, 7 d, y 28 d.

Nota 6. Es usual que los ensayos adicionales sobre funcionamiento los soliciten los clientes que exigen requisitos especiales.

5.3 A solicitud del comprador, el fabricante declarará por escrito que el aditivo suministrado es idéntico, en todos sus aspectos esenciales, incluyendo su concentración, al aditivo ensayado para determinar la conformidad con esta norma.

5.4 A solicitud del comprador, cuando se va a utilizar un aditivo químico en concreto preesforzado, el fabricante declarará por escrito el contenido de cloruro del aditivo y si se ha agregado, o no, cloruro durante su elaboración.

5.5 Los ensayos de uniformidad y equivalencia se deben realizar sobre la muestra inicial; estos resultados se deben conservar para referencia y comparación, junto con los resultados de los ensayos de muestras tomadas de cualquier parte dentro del lote o lotes posteriores de aditivo suministrado para su empleo en la obra.

Tabla 1. Requisitos físicos^A

	Tipo I plastificante	Tipo II Plastificante y retardador
Tiempo de fraguado, desviación admisible de la correspondiente referencia, h inicial: al menos, no más de final: al menos, no más de	... Ni 1 antes ni 1 1/2 después ... Ni 1 antes ni 1 1/2 después	1 después 3 1/2 después ... 3 1/2 después
Aumento en el asentamiento, mm, mínimo,	89	89
Resistencia a la compresión, mínimo, % de la correspondiente referencia		
3 d	90	90
7 d	90	90
28 d	90	90
6 meses	90	90
1 año	90	90
Resistencia a la flexión, mínima, % de referencia		
3 d	90	90
7 d	90	90
28 d	90	90
Cambio de longitud luego de 14 d de secado, máximo. Contracción (requisitos alternativos) ^B		
% de la correspondiente referencia	135	135
Aumento sobre la referencia, mm	0,25	0,25
Factor de durabilidad relativa, mínimo ^C	80	80

^A Los valores de la tabla incluyen tolerancia para variación normal en los resultados del ensayo. El objeto del 90% de los requisitos de resistencia es exigir un nivel de funcionamiento comparable al del concreto de referencia.

^B Requisitos alternativos. El porcentaje de límite de referencia se aplica cuando el cambio de la longitud de referencia es del 0,030% o mayor; los incrementos sobre el límite de referencia se aplican cuando el cambio en la longitud de referencia es menor de 0,030%

^C El requisito es aplicable solamente cuando el aditivo se va a usar en concreto con aire incorporado que se puede exponer a congelamiento y descongelamiento mientras está húmedo.

6. UNIFORMIDAD Y EQUIVALENCIA DE LOTES

6.1 Cuando lo especifica el comprador, se debe establecer la uniformidad de un lote o la equivalencia de diferentes lotes del mismo origen, mediante la aplicación de los siguientes requisitos:

6.1.1 Análisis infrarrojo

El espectro de absorción de la muestra inicial y de la muestra de ensayo, obtenidos como se especifica, deben ser esencialmente similares.

6.1.2 Residuo por secado en horno (aditivos líquidos)

Cuando se secan de la manera especificada, los residuos secados al horno de la muestra inicial y de muestras posteriores, no deben diferir en más de cinco puntos en porcentaje.

6.1.3 Residuo por secado en horno (aditivos no líquidos)

Cuando se secan de la forma especificada, los residuos secados al horno de la muestra inicial y de muestras subsiguientes, no deben diferir en más de cuatro puntos en porcentaje.

6.1.4 Gravedad específica (aditivos líquidos)

Cuando se ensayan como se ha establecido, la gravedad específica de las muestras de ensayo subsiguientes no se debe diferenciar de la gravedad específica de la muestra inicial en más del 10% de la diferencia entre la gravedad específica de la muestra inicial y la del agua reactiva a la misma temperatura. Es adecuada el agua reactiva conforme con la norma ASTM D 1193, Tipos III ó IV, y preparada por destilación, intercambio iónico, ósmosis inversa, electrodiálisis o una combinación de estos procedimientos.

6.2 Cuando la naturaleza del aditivo o la capacidad de análisis del comprador hacen inadecuados algunos o todos estos procedimientos, se deben establecer otros requisitos de uniformidad y equivalencia dentro del lote o de lote a lote, entre el comprador y el fabricante.

7. MUESTREO E INSPECCIÓN

7.1 Se deben suministrar todas las facilidades al comprador, para la realización cuidadosa del muestreo y la inspección, ya sea en la fábrica o en la obra, según especifique el comprador.

7.2 Las muestras deben ser tomadas al azar o podrán ser compuestas, como se especifique o requiera en esta norma. Una muestra al azar se obtiene en una sola operación. Una muestra compuesta se obtiene combinando tres o más muestras al azar.

7.3 Las muestras se toman con dos fines:

7.3.1 Ensayos de calidad

Una muestra tomada para el propósito de evaluar la calidad de la fuente del lote de aditivo debe cumplir todos los requisitos aplicables de esta norma. Las muestras usadas para determinar la conformidad con los requisitos de esta norma, deben ser compuestas de muestras al azar tomadas de un número suficiente de puntos, para asegurar que la muestra del compuesto sea representativa del lote.

7.3.2 Ensayos de uniformidad y equivalencia

Cuando así lo especifique el comprador, una muestra tomada para el propósito de evaluar la uniformidad de un solo lote o la equivalencia de diferentes lotes de una sola fuente, se debe ensayar como se establece en el numeral 6. Cuando se están comparando lotes diferentes de una misma fuente, estas muestras deben ser compuestas, conformadas a partir de lotes individuales. Cuando se está determinando la uniformidad de un solo lote, se deben usar muestras al azar.

7.4 ADITIVOS LÍQUIDOS

Los aditivos líquidos se deben agitar bien antes del muestreo. Las muestras al azar, tomadas para los ensayos de calidad o uniformidad, deben representar máximo 9 500 L de aditivo y deben tener un volumen mínimo de 1 L. Se debe tomar un mínimo de 3 muestras. Las muestras compuestas se deben preparar mezclando completamente las muestras al azar seleccionadas y a la mezcla resultante se le debe efectuar un muestreo, para suministrar como mínimo 4 L para los ensayos de calidad. Las muestras al azar se deben tomar de diferentes puntos bien distribuidos en la cantidad que se va a representar.

7.4.1 A los aditivos en tanques de almacenamiento a granel se les debe realizar muestreo por igual a la parte superior, intermedia e inferior, por medio de llaves de vaciado ubicadas a los lados de los tanques, o mediante una botella pesamuestras provista de un tapón que se puede retirar luego de que la botella se ha bajado hasta la profundidad deseada.

7.4.2 Las muestras se deben empacar en contenedores impermeables, herméticos y resistentes a la corrosión.

7.5 ADITIVOS NO LÍQUIDOS

Las muestras al azar, tomadas para los ensayos de uniformidad y calidad deben representar máximo 1 800 kg de aditivo y deben pesar como mínimo 1 kg. Se debe tomar un mínimo de cuatro muestras al azar. Las muestras compuestas se deben preparar mezclando completamente las muestras al azar seleccionadas y a la mezcla resultante se le debe efectuar un muestreo, para proporcionar como mínimo 2,3 kg para la muestra compuesta.

Las muestras al azar se deben tomar de diferentes puntos bien distribuidos en la cantidad que se va a representar.

7.5.1 Las muestras de aditivos empacados se deben obtener por medio de un tomamuestras de tubo, como se describe en la NTC 108.

7.5.2 Las muestras se deben empacar en contenedores herméticos a prueba de humedad.

7.6 Las muestras se deben mezclar completamente antes del ensayo, para asegurar la uniformidad. Cuando el fabricante lo recomiende, la muestra entera de aditivo no líquido se debe disolver en agua antes del ensayo.

MÉTODOS DE ENSAYO**8. OBJETO**

8.1 Estos métodos de ensayo están basados en estipulaciones arbitrarias que posibilitan un ensayo altamente estandarizado en el laboratorio; no pretenden simular las condiciones reales de trabajo.

9. EQUIPO**9.1 ESPECTROFOTÓMETRO INFRARROJO**

9.2 HIDRÓMETROS, del No. 112H al 117H, de acuerdo con la norma ASTM E 100.

9.3 BAÑO DE AGUA, pueda mantenerse a $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$

10. REACTIVOS Y MATERIALES**10.1 REACTIVOS****10.1.1 Agua**

A menos que se indique algo diferente, cuando se hace referencia al agua se debe entender agua reactiva, como se define en la norma ASTM D 1193.

10.1.2 Bromuro de potasio, de un grado adecuado para el análisis infrarrojo.

10.2 MATERIALES**10.2.1 Cemento**

El cemento utilizado en cualquier serie de ensayos debe ser el propuesto para un trabajo específico o que sea conforme con los requisitos de la NTC 121 y NTC 321, Tipo I o Tipo II. Si cuando se utiliza un cemento diferente del propuesto para un trabajo específico, el contenido de aire del concreto elaborado sin aditivos es mayor del 3,0%, se selecciona un cemento diferente, de manera que el contenido de aire del concreto sea del 3,0% o menos.

10.2.2 Agregados

Excepto cuando los ensayos se llevan a cabo utilizando los agregados propuestos para el trabajo específico, los agregados gruesos y finos utilizados en cualquier serie de ensayos deben provenir de lotes individuales de materiales sanos y bien gradados, que cumplan los requisitos de la NTC 174, sólo que la granulometría de los agregados debe estar conforme con los siguientes requisitos:

10.2.2.1 La granulometría de los agregados finos debe ser:

Tamiz	Porcentaje que pasa en masa
4,75 mm (No. 4)	100
1,18 mm (No. 16)	65 a 75
300 µm (No. 50)	12 a 20
150 µm (No. 100)	2 a 5

10.2.2.2 Granulometría de los agregados gruesos

Los agregados gruesos deben cumplir los requisitos de tamaño No. 57 de la NTC 174.

Nota 7. Es necesario prestar atención en la carga y despacho, para evitar segregación.

10.2.2.3 El agregado grueso utilizado para cada conjunto de concreto de referencia y concreto de ensayo comparable tratado con aditivo, debe ser esencialmente el mismo. Por lo tanto, un conjunto de concreto de ensayo consta de un concreto de referencia y tantos concretos con contenido de aditivo, como se pretendan comparar con el de referencia.

Entonces, el agregado grueso para un conjunto debe constar de suficiente material para el concreto de referencia, el concreto de ensayo que contiene el aditivo que se va a comparar con el de referencia y la muestra para el ensayo de granulometría.

10.2.2.4 El agregado grueso para un conjunto que comprende una muestra suficientemente grande para los ensayos de concreto, se prepara de la siguiente forma:

Se llenan varios recipientes tarados, uno para cada muestra, una "bachada" de concreto de referencia y uno o más concretos de ensayo hasta la masa requerida, a partir de la acumulación de reservas de agregados. Esto se hace comenzando con una cucharada en el primer recipiente y, se continúa con una cucharada en cada recipiente; se repite este procedimiento hasta que todos los contenedores tengan la masa requerida. El proceso se repite para cada uno de los tres o más conjuntos necesarios. Es posible que se necesiten uno o más conjuntos de reserva. Para obtener orientación acerca de las condiciones y procedimientos, véase el anexo de la NTC 129, Toma de muestras a partir de pilas almacenadas, y el Manual of Aggregate and Concrete Testing.

10.2.2.5 Las muestras de agregado grueso que representan cada conjunto, se deben ensayar de acuerdo con los requisitos de la NTC 77 para los tamices que se presentan en seguida. Se debe descartar cualquier conjunto cuya muestra no cumpla con el tamaño No. 57. Los resultados de los ensayos para muestras que cumplen con el tamaño No. 57, se deben promediar para cada tamaño de tamiz. Se debe descartar cualquier conjunto cuya muestra se desvíe de este promedio por más de la cantidad presentada en la columna 3. El proceso de preparación, ensayo y cálculo de promedio se debe continuar hasta que se obtengan suficientes conjuntos de agregado dentro de la tolerancia.

Tamiz	NTC 174, No.57 Porcentaje que pasa	Variación máxima de promedio/pasa
38,1 mm	100	00
25,4	95 a 100	1,0
12,7	25 a 60	4,0
No.4	0 a 10	4,0
No.8	0 a 5	1,0

Nota 8. Todos los resultados requeridos para demostrar la conformidad con esta norma dependen de la uniformidad de las muestras de agregado preparadas y utilizadas. Es esencial un trabajo calificado, cuidadoso y bien supervisado.

10.2.3 Aditivo con aire incorporado

Excepto cuando los ensayos se realizan utilizando el aditivo con aire incorporado propuesto para el trabajo específico, si en las mezclas de concreto es necesario el aditivo con aire incorporado, debe ser un material que, al usarse para incorporar la cantidad específica de aire en la mezcla de concreto de referencia, de al concreto una resistencia satisfactoria al congelamiento y descongelamiento. El material que se utilice lo escogerá la persona o agencia para la cual se vaya a realizar el ensayo. Si no se especifica un material, se debe utilizar resina de Vinsol neutralizada.

Nota 9. Si se tiene resina de Vinsol no neutralizada, la neutralización se puede lograr tratando 100 partes de resina con 9 a 15 partes de NaOH por peso. En una solución acuosa, la proporción de agua a resina debe ser máximo de 12:1 por peso.

10.2.4 Materiales utilizados en ensayos para usos específicos

Para ensayar un aditivo químico destinado a un trabajo específico, los materiales utilizados para la elaboración del concreto deben ser representativos de los propuestos para el trabajo. El aditivo químico se agrega de la misma manera y al mismo tiempo durante la secuencia de dosificación y mezcla que en la obra. Se dosifica la mezcla de concreto para obtener el contenido de cemento especificado para uso en la obra. Si el tamaño máximo de agregado grueso es mayor de 25,0 mm, se pasa el concreto por un tamiz de 25,0 mm antes de elaborar los especímenes de ensayo.

10.2.4.1 Otras condiciones de uso. Otras condiciones pueden afectar la conveniencia de la mezcla de concreto para los usos previstos. Estas incluyen la temperatura de los materiales o su ambiente, la humedad, tiempo entre el mezclado y la aplicación, la cantidad de actividad de mezclado y otros factores. Estas condiciones físicas se pueden incorporar intencionalmente en los ensayos, para indicar las interacciones potenciales. Estos ensayos son solamente a manera de orientación. Después de la incorporación de estas condiciones de ensayo no resulta conveniente esperar cumplimiento con este requisito.

10.2.5 Preparación y pesaje

Todos los materiales se preparan y se pesan de acuerdo con la NTC 1377.

11. DOSIFICACIÓN DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO

11.1 PROPORCIONES

Excepto cuando los ensayos se realizan para usos específicos, todo el concreto se debe dosificar según la norma ACI 211.1-81, para que se ajuste a los requisitos descritos en la presente norma.

Nota 10. Los efectos de un aditivo químico sobre el tiempo de fraguado, y la necesidad de agua del concreto, pueden variar con el tiempo de su adición. En consecuencia, las especificaciones para trabajos particulares deben exigir que el aditivo se agregue de la misma manera y al mismo tiempo que en la obra, o como lo recomiende el fabricante con las restricciones supuestas por la secuencia de mezclado especificado.

11.1.1 El contenido de cemento debe ser de $335 \text{ kg/m}^3 \pm 3 \text{ kg/m}^3$.

11.1.2 La primera mezcla de ensayo debe contener la cantidad de agregado grueso que se presenta en la Tabla 5.3.6 de la norma ACI 211.1-81 para el tamaño máximo de agregado y el módulo de finura de la arena que se está usando.

Nota 11. Los valores de la Tabla 5.3.6 de la norma ACI 211.1-81 tienen como propósito asegurar mezclas trabajables con las combinaciones menos favorables de agregados que se puedan utilizar.

11.1.3 Para las mezclas sin aire incorporado, el contenido de aire usado en el cálculo de las proporciones debe ser de 1,5%, como se muestra en la Tabla 5.3.3 de la norma ACI 211.1-81. Para mezclas con aire incorporado, el contenido de aire utilizado para este propósito debe ser de 5,5%

11.1.4 Se ajusta el contenido de agua del concreto de referencia y del de ensayo, para obtener un asentamiento inicial de $89 \text{ mm} \pm 12 \text{ mm}$. La operabilidad de las mezclas de concreto debe ser adecuada para consolidación mediante apisonamiento manual, y las mezclas de concreto deben tener el mínimo contenido de agua posible. Estas condiciones se logran mediante la dosificación final en la proporción del agregado fino al agregado total, o en la cantidad de agregado total, o ambos, mientras que se mantienen el rendimiento y el asentamiento en el intervalo requerido.

11.2 CONDICIONES

Se preparan "bachadas" de la mezcla de ensayo final, una del concreto de ensayo y una del de referencia, que son idénticos antes de la adición del plastificante. Se agrega el aditivo al concreto de ensayo en la forma recomendada por el fabricante y en la cantidad necesaria para obtener un asentamiento de $216 \text{ mm} \pm 25 \text{ mm}$.

11.2.1 Concreto sin aire incorporado

Cuando se va a ensayar aditivo para uso solamente en concreto sin aire incorporado, el contenido de aire de la mezcla de concreto de ensayo y la mezcla del concreto de referencia debe ser del 3,0% o menos, y la diferencia entre el contenido de aire de las dos mezclas no debe ser mayor del 0,5%. Si es necesario, la mezcla con aire incorporado se debe agregar a las mezclas del concreto de referencia.

11.2.2 Concreto con aire incorporado

Cuando se va a ensayar aditivo para uso solamente en concreto con aire incorporado que requiere resistencia a congelamiento y descongelamiento, el aditivo con aire incorporado se debe agregar a las mezclas de concreto de ensayo y de referencia para producir el contenido de aire entre el 5,0% y 7,0%. Cuando se va a utilizar aire incorporado para operabilidad u otros propósitos, el contenido de aire se ajusta de 3,5% a 7,0%. En cualquier caso, la diferencia entre el contenido de aire del concreto de referencia y el de ensayo, no debe ser superior a 0,5%.

12. MEZCLADO

12.1 Se mezcla el concreto mecánicamente, de acuerdo con la NTC 1377.

12.2 Se mezcla el contenido mecánicamente, como se especifica en la NTC 1377, excepto que el aditivo se debe agregar de acuerdo con las instrucciones del fabricante. En ausencia de tales instrucciones, se agrega el aditivo al comenzar los dos minutos finales del período de mezclado descrito en la NTC 1377.

13. ENSAYOS Y PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO

13.1 Se deben ensayar muestras de concreto fresco mezclado de por lo menos tres "bachadas" separadas para cada condición de concreto, de acuerdo con los siguientes métodos:

13.1.1 Asentamiento

Método de ensayo descrito en la NTC 396.

13.1.2 Contenido de aire

Método de ensayo descrito en la NTC 1032 ó NTC 1028.

13.1.3 Tiempo de fraguado

Método de ensayo descrito en la NTC 890, excepto que la temperatura de cada uno de los ingredientes de las mezclas de concreto antes del mezclado, y la temperatura a la que se almacenan los especímenes de fraguado durante el período de ensayo, debe ser de $23,0^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$.

13.1.4 Contenido de agua y masa unitaria

El contenido neto de agua de la "bachada" se determina como el peso del agua en la bachada, superior al que está presente como agua absorbida en los agregados. Se mide la masa unitaria y se calcula el rendimiento, contenido de cemento y contenido de agua, como se establece en la NTC 1926. La relación agua-cemento se determina con aproximación a 0,01, dividiendo la masa neta de agua por la masa de cemento en la "bachada".

14. ESPECÍMENES DE ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO

14.1 Los especímenes para los ensayos de concreto endurecido se elaboran de tres ó más "bachadas" separadas que representan cada ensayo y edad de ensayo de cada condición del concreto que se está comparando. El número mínimo de especímenes debe ser el que se establece en la Tabla 2. En un día se fabrica por lo menos un espécimen para cada ensayo y edad de ensayo de cada condición de concreto, excepto que se elaboran dos especímenes para el ensayo de congelamiento y descongelamiento de cada condición de concreto. La preparación de todos los especímenes debe completarse en 3 días de mezclado.

14.2 ESPECÍMENES VISIBLEMENTE DEFECTUOSOS

Se examina visualmente cada grupo de especímenes que representa un ensayo determinado o una edad de ensayo, incluyendo los ensayos de concreto fresco, antes del ensayo o durante éste, o ambas oportunidades, lo que sea más apropiado. Se desecha sin ensayar cualquier espécimen que sea visiblemente defectuoso con este examen. Se examinan visualmente todos los especímenes que representan un ensayo dado a una edad determinada luego del ensayo. En caso de que algún espécimen sea manifiestamente defectuoso, los resultados del ensayo no se tendrán en cuenta. Si más de un espécimen que representa un ensayo dado a una edad determinada se encuentra manifiestamente defectuoso antes o después del ensayo, se descartará y se repetirá todo el ensayo. El resultado del ensayo que se informa debe ser el promedio de los resultados de los ensayos individuales de los especímenes ensayados, o, en el evento en que se haya descartado un espécimen o un resultado, debe ser el promedio de los resultados de los ensayos de los especímenes restantes.

14.3 NÚMERO DE ESPECÍMENES

Para el ensayo de congelamiento y descongelamiento se elaboran seis o más especímenes y tres o más especímenes para otro tipo de ensayo y edad de ensayo especificados en la Tabla 2, para cada condición de concreto que se va a comparar.

14.4 TIPOS DE ESPECÍMENES

Los especímenes elaborados de concreto con y sin el aditivo químico que se está ensayando, se deben preparar de acuerdo con lo siguiente:

14.4.1 Resistencia a la compresión

Los especímenes se elaboran y curan de acuerdo con la NTC 1377.

14.4.2 Resistencia a la flexión

Los especímenes se elaboran y curan de acuerdo con la NTC 1377.

14.4.3 Resistencia a congelamiento y descongelamiento

Los especímenes de ensayo deben estar compuestos de prismas elaborados y curados de acuerdo con los requisitos aplicables de la NTC 1377. Los prismas deben tener entre 76 mm y 127 mm de ancho y profundidad; y entre 297 mm y 406 mm de longitud.

Se elabora un grupo de especímenes de la mezcla de concreto de ensayo y otro de la mezcla de referencia; el contenido de aire de cada mezcla debe ser como se especifica.

14.4.4 Cambio de longitud

Los especímenes de ensayo se elaboran y curan de acuerdo con la norma ASTM C 157. El período de curación húmeda, incluyendo el período en los moldes, debe ser de 14 d.

15. ENSAYOS SOBRE CONCRETO ENDURECIDO

15.1 Los especímenes de concreto endurecido se ensayan de acuerdo con los siguientes métodos:

15.1.1 Resistencia a la compresión

Los especímenes se ensayan a edades de 3 d, 7 d, 28 d, 6 meses y 1 año. La resistencia a la compresión del concreto que contiene el aditivo bajo ensayo, se calcula como sigue:

15.1.1.1 El promedio de resistencia a la compresión de los especímenes elaborados con el concreto de ensayo a una edad determinada, se divide por el promedio de la resistencia a la compresión de los especímenes elaborados con el concreto de referencia y se multiplica el cociente por 100. Los requisitos se presentan en la Tabla 1.

Tabla 2. Tipos y número mínimo de especímenes y ensayos

	Número de tipos de especímenes	Número de edades de ensayo	Número de condiciones de concreto	Número mínimo de especímenes
Asentamiento	1	1	2	A
Contenido de aire	1	1	2	A
Tiempo de fraguado	1	B	2	6
Resistencia a la compresión	1	5	2	30
Resistencia a la flexión	1	3	2	18
Congelamiento y descongelamiento.	2	1	2	12
Cambio en la longitud	1	1	2	6

A Determinado en cada "bachada" de concreto mezclado

B Como se establece en el texto.

Nota 12. Cuando los ensayos se llevan a cabo con materiales representativos de aquellos propuestos para uso en un trabajo específico, y si los resultados de los ensayos se exigen en un período de tiempo que no permita la curación de los especímenes hasta edades de 6 meses y 1 año, los ensayos en estas edades, como se establece en el numeral 14.1, se pueden omitir.

15.1.2 Resistencia a la flexión

Método descrito en la NTC 2871. Los especímenes se ensayan a edades de 3 d, 7 d y 28 d. La resistencia a la flexión del concreto de ensayo se calcula como un porcentaje de la resistencia a la flexión del concreto de referencia.

15.1.3 Resistencia al congelamiento y descongelamiento

Procedimiento A de la norma ASTM C 666. Los especímenes de ensayo se colocan a una edad de 14 d, a menos que se desee durabilidad a una edad posterior para un trabajo específico. Los factores de durabilidad relativa se calculan como se establece en la NTC 3502. Para el ensayo de resistencia a congelamiento y descongelamiento sólo se ensayará concreto con aire incorporado diseñado para congelamiento y descongelamiento.

15.1.4 Cambio de longitud

Los especímenes de ensayo deben constar de prismas moldeados y ensayados de acuerdo con la norma ASTM C 157, excepto que el período de curado húmedo, incluyendo el tiempo transcurrido dentro de los moldes, debe ser de 14 d. Luego se almacenan los especímenes en aire bajo las condiciones especificadas en la norma ASTM C 157 por un período de 14 d, y se determina el cambio de longitud del espécimen. La contracción por secado se considera que es el cambio de longitud durante el período de secado de 14 d, con base en una medición inicial en el momento de retirar el espécimen del molde, y se expresa como el porcentaje con aproximación a 0,001% con base en la longitud de referencia del espécimen. En la Tabla 1 se presentan requisitos alternativos para cambio de longitud, con base en el cambio de longitud del concreto de referencia.

Nota 13. Debido a que los efectos específicos producidos por el aditivo químico pueden variar con las propiedades de los otros ingredientes del concreto, es posible que los resultados de los ensayos de cambio de longitud usando agregados cuyo cambio en la longitud en el secado sea bajo, no indiquen con exactitud el comportamiento relativo que se espera de otros agregados que tienen propiedades que producen concreto con un alto cambio en la longitud con el secado.

16. ANÁLISIS INFRARROJO

16.1 OBJETO

Este ensayo tiene como fin comparar cualitativamente la composición de diferentes muestras; los resultados no se deben interpretar cuantitativamente. Se proporciona un procedimiento general para el análisis infrarrojo de aditivos.

Nota 14. Es importante que se utilicen los mismos procedimientos en todas las muestras que se van a comparar entre sí, y es preferible que los realice el mismo analista. Los cambios principales en el espectro infrarrojo pueden resultar de: (a) diferencias en el contenido de agua, debidas a variaciones en el secado, (b) el agua tomada por materiales higroscópicos, (c) la reacción entre el bromuro de potasio y algún otro componente presente, y (d) las diferencias en tiempo entre la formación del disco y su uso. También, el umbral para la detección de los componentes individuales por absorción infrarroja varía ampliamente, dependiendo de la identidad y concentración de las sustancias acompañantes. Por ejemplo, puede haber presentes cantidades significativas de sacáridos en un aditivo lignosulfonato, sin que su presencia se indique mediante este procedimiento.

16.2 PROCEDIMIENTO

16.2.1 Aditivos líquidos

Se determina el residuo por secado en horno de acuerdo con el numeral 17.1 y se diluye con agua destilada una alícuota de la muestra de aditivo líquido, para producir una concentración de sólidos disueltos de aproximadamente 0,015 g/mL; por ejemplo, una alícuota de 5 mL diluida hasta 200 mL. Se toman en una pipeta 5 mL de la solución anterior y se vierten en una caja de Petri que contiene 2,5 g de bromuro de potasio y 5 mL de agua destilada. Se revuelve y se mezcla hasta disolver. Se coloca en un horno de secado durante $17 \text{ h} \pm 1/4 \text{ h}$ a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$. Se enfría y transfiere a un mortero el residuo seco y se muele hasta obtener un polvo fino. Es necesario trabajar rápidamente para evitar la absorción de humedad. Se pesan 0,1 g del polvo, 0,4 g de bromuro de potasio y se mezclan en un amalgamador eléctrico durante 30 s usando una cápsula y esferas de acero inoxidable. Se procede de acuerdo con lo establecido en el numeral 16.2.3.

16.2.2 Aditivo no líquido

Se muelen 10 g con un mortero y un pilón, hasta obtener un polvo fino. Se transfiere la muestra a una caja de petri, se coloca en el horno de secado durante $17 \text{ h} \pm 1/4 \text{ h}$ a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$. Se pesan aproximadamente 0,005 g de polvo seco y 0,995 g de bromuro de potasio. Se mezcla en un amalgamador eléctrico durante 30 s usando una cápsula y esferas de acero inoxidable. Se procede de acuerdo con lo establecido en el numeral 16.2.3.

16.2.3 Para preparar un disco para análisis infrarrojo, se pesan 0,300 g de la mezcla preparada según el numeral 16.2.1 ó 16.2.2 y se transfiere a un molde adecuado. Si se utiliza un molde en el que se puede crear vacío, se hace vacío durante 2 min antes de prensar. Se continúa haciendo vacío y presionando a una fuerza apropiada durante 3 min, para producir un disco de aproximadamente 1 mm de espesor. Se retira el disco del molde, se inserta en el espectrofotómetro infrarrojo y se obtiene el espectro de absorción infrarroja.

17. RESIDUO POR SECADO EN HORNO

17.1 ADITIVOS LÍQUIDOS

17.1.1 Se colocan de 25 g a 30 g de arena 20-30 (según la norma ASTM 778), en una botella pesamuestras de boca ancha y baja altura (alrededor de 60 mm de diámetro interno y 30 mm de altura), provista de un tapón de vidrio esmerilado. Se introducen la botella pesamuestras y el tapón (sin colocarlo en la botella) en un horno de secado durante $17 \text{ h} \pm 1/4 \text{ h}$ a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ (véase la nota 15). El horno de secado debe ser del tipo de circulación forzada o con libre acceso de aire. Es necesario controlar la temperatura y el tiempo del secado, de manera que no varíe el grado de volatilización del material diferente al agua de la muestra. Se transfiere la botella a un desecador, se enfría a temperatura ambiente, se coloca el tapón en la botella pesamuestras y se pesa con aproximación a 0,001 g. Se retira el tapón y con la pipeta se distribuyen de manera uniforme 4 mL de aditivo líquido sobre la arena. Se coloca el tapón inmediatamente para evitar pérdida por evaporación y se pesa con aproximación a 0,001 g. Se retira el tapón y se colocan la botella y el tapón en el horno de secado durante $17 \text{ h} \pm 1/4 \text{ h}$ a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$. Al finalizar el período de secado se transfiere a un desecador, se enfría a temperatura ambiente, se tapa la botella y se pesa con aproximación a 0,001 g.

Nota 15. Para los laboratorios que realizan estos ensayos de forma rutinaria, la arena seca previamente y las botellas pesamuestras se pueden mantener en desecadores, de manera que estén a disposición inmediata cuando se va a ensayar la muestra.

17.1.2 Cálculos

17.1.2.1 Se registran las siguientes masas:

m_1	=	masa de la botella tapada, con arena y la muestra
m_2	=	masa de la botella tapada, con arena
$m_3 = m_1 - m_2$	=	masa de la muestra,
m_4	=	masa de la botella tapada, con arena y el residuo seco, y
$m_5 = m_4 - m_2$	=	masa del residuo seco.

17.1.2.2 El residuo se calcula usando la siguiente ecuación:

$$\text{Residuo por secado al horno (porcentaje por masa)} = (m_5 \times 100)/m_3$$

17.1.3 Precisión

Se ha encontrado que el coeficiente máximo de variación de múltiples laboratorios para los residuos secados al horno (aditivos no líquidos) es de 1,25%. Por lo tanto, los resultados de ensayos por dos laboratorios diferentes sobre muestras idénticas de aditivo no deben ser diferentes entre sí en más del 3,5% de su promedio (véase la nota 16). El coeficiente máximo de variación de un solo operador para residuos secados al horno (aditivos no líquidos) es del 0,6%. Por lo tanto, los resultados de dos ensayos ejecutados apropiadamente por el mismo operador en el mismo material, no se deben diferenciar en más del 1,7% de su promedio.

Nota 16. Las declaraciones de precisión están basadas en la variación máxima de los ensayos realizados en 18 laboratorios en grupos de tres especímenes por duplicado de dos aditivos diferentes.

17.2 ADITIVOS NO LÍQUIDOS

17.2.1 Se colocan aproximadamente 3 g del aditivo no líquido en una botella pesamuestras seca y tarada y con tapón esmerilado. Se tapa la botella y se pesa con aproximación de 0,001 g. Se retira el tapón y de inmediato se colocan ambos en un horno de desecación. Se seca durante 17 h \pm 1/4 h a 105°C \pm 3°C. Al final del período de secado, la botella se transfiere al desecador, se enfría a temperatura ambiente, se tapa la botella y se pesa con aproximación de 0,001 g.

17.2.2 Cálculos

17.2.2.1 Se registran las siguientes masas:

m_1	=	masa de la botella pesamuestras tarada tapada y la muestra antes de secado
m_2	=	masa de la botella pesamuestras tapada, vacía
$m_3 = m_1 - m_2$	=	masa de la muestra,

m_4 = masa de la botella pesamuestras tarada tapada, y la muestra después de secado, y

$m_5 = m_4 - m_2 =$ masa del residuo seco en horno.

17.2.2.2 El residuo secado en horno se calcula usando la siguiente ecuación:

El residuo por secado al horno (porcentaje por masa) = $(m_5 \times 100)/m_3$

17.2.3 Precisión

Se ha encontrado que el coeficiente máximo de variación para residuos por secado en horno (aditivos no líquidos), en múltiples laboratorios es de 1,40 % Por lo tanto, los resultados de los ensayos obtenidos en dos laboratorios diferentes sobre muestras idénticas de un aditivo no se deben diferenciar uno de otro en más del 4,0 % de su promedio. Se ha encontrado que el coeficiente máximo de variación para residuos por secado en horno (aditivo no líquido), de un solo operador, es del 0,48 % Por lo tanto, los resultados de dos ensayos realizados apropiadamente por el mismo operador sobre el mismo material, no se deben diferenciar en más del 1,4% de su promedio (véase la Nota 16).

18. GRAVEDAD ESPECÍFICA (ADITIVOS LÍQUIDOS)

18.1 La gravedad específica de un aditivo líquido se determina a $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ utilizando hidrómetros que cumplan con lo establecido en la norma ASTM E 100. Los hidrómetros No. 112H a 117H cubrirán el intervalo para la mayoría de las determinaciones. También se necesita un cilindro graduado de 250 mL y un baño de agua con capacidad para mantener $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$.

18.2 Se coloca la muestra en un cilindro graduado de 250 mL y se coloca el hidrómetro de manera que flote libremente y no toque el costado del cilindro. Se colocan el cilindro con la muestra y el hidrómetro en un baño a temperatura constante hasta que la temperatura del cilindro, el hidrómetro y la muestra sea uniforme a $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$. Si todos están a la temperatura apropiada antes de la inserción del hidrómetro, se deben dejar 10 min hasta que se alcance equilibrio. Si la muestra presenta evidencia de espuma, la lectura del hidrómetro se debe continuar hasta que se obtengan lecturas constantes. El hidrómetro se lee en la base del menisco, con aproximación a 0,005.

Nota 17. Si se encuentra espuma durante la transferencia del aditivo al cilindro, se debe permitir suficiente tiempo para que se disipe la espuma o ascienda a la superficie, o ambas, de manera que se haya eliminado antes de insertar el hidrómetro. Se debe evitar la formación de una costra del aditivo sobre el vástago, debido a evaporación durante el ajuste de temperatura.

18.3 PRECISIÓN

Se ha encontrado que el coeficiente máximo de variación para gravedad específica (aditivos líquidos), entre múltiples laboratorios, es de 0,316%. Por lo tanto, los resultados de los ensayos realizados por dos laboratorios diferentes en muestras idénticas de un aditivo no deben ser diferentes uno del otro en más del 0,9% de su promedio (véase la nota 16). Se ha encontrado que el coeficiente de variación máximo de un operador es de 0,09%. Por consiguiente, los resultados de dos ensayos ejecutados adecuadamente por el mismo operador en el mismo material, no se deben diferenciar en más de 0,275 %.

19. RECHAZO

19.1 Para el ensayo de conformidad inicial, el aditivo se puede rechazar si no cumple alguno de los requisitos aplicables de esta norma.

19.2 Para reensayo limitado, el aditivo se puede rechazar si no cumple alguno de los requisitos del numeral Uniformidad y Equivalencia y las partes aplicables de la Tabla 1.

19.3 Un aditivo almacenado en fábrica durante más de 6 meses antes de su despacho, o un aditivo que esté almacenado en las instalaciones del vendedor durante más de 6 meses luego de realizados los ensayos, se puede reensayar antes de su uso y se puede rechazar si no cumple alguno de los requisitos aplicables de esta norma.

19.4 Se pueden rechazar los empaques o recipientes que varíen en más del 5 % del peso o volumen especificados. Si el peso o volumen promedio de 50 empaques tomados al azar es menor que el especificado, el despacho entero se puede rechazar.

19.5 El aditivo se puede rechazar si el concreto de ensayo en el que se encuentra posee un contenido de aire mayor del 3,0 %, en concreto sin aire incorporado; cuando el aditivo se va a utilizar en concreto con aire incorporado, se puede rechazar si el concreto de ensayo en que se encuentra posee un contenido de aire mayor del 7,0 %. Se pueden seleccionar otros materiales de concreto para referencia y ensayo, con el fin de cumplir estos requisitos, excepto cuando el ensayo se lleva a cabo de acuerdo con el numeral 10.2.4.

20. CERTIFICACIÓN E INFORMES

20.1 Cuando se especifique en la orden de compra o contrato, se debe suministrar al comprador la certificación del fabricante o proveedor, en la que debe establecer que se han elaborado, ensayado e inspeccionado muestras representativas de cada lote, de acuerdo con esta norma. Cuando se especifique en la orden de compra o contrato, se debe suministrar un informe con los resultados del ensayo.

20.2 El informe debe incluir:

20.2.1 Los resultados de los ensayos especificados y los requisitos pertinentes de la norma con la que se están comparando.

20.2.2 Marca de fábrica, nombre del fabricante, número de lote, tipo de material y cantidad representada por la muestra del aditivo bajo ensayo.

20.2.3 Marca de fábrica, nombre del fabricante y otros datos pertinentes sobre el material utilizado como aditivo incorporador de aire.

20.2.4 Marca de fábrica, nombre del fabricante, tipo y datos del ensayo sobre el cemento Pórtland o los cementos utilizados,

20.2.5 La descripción y los datos de ensayo sobre los agregados finos y gruesos utilizados.

20.2.6 Datos detallados sobre las mezclas de concreto utilizadas, inclusive las cantidades y proporciones de los aditivos utilizados, cantidades reales del cemento, relación agua-cemento, peso unitario, proporciones de agregado fino a agregado total, asentamiento y contenido de aire.

20.2.7 En el evento en que, de acuerdo con las disposiciones de la Nota 12, algunos en ensayos se supriman, se deben señalar las circunstancias bajo las cuales se emprendieron dichas acciones.

21. EMPAQUE Y ROTULADO

21.1 Cuando el aditivo se despacha en paquetes o contenedores, éstos se deben marcar con el nombre patentado del aditivo, el tipo según esta norma y el peso neto o volumen. Se debe proporcionar información similar en los documentos de embarque que acompañan los empaques, o en los envíos de aditivos a granel.

22. ALMACENAMIENTO

22.1 El aditivo se debe almacenar de tal manera que se facilite el acceso para la inspección e identificación adecuada de cada envío y la adecuada protección del aditivo.

DOCUMENTO DE REFERENCIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Specification for Chemical Admixtures for Use in Producing Flowing Concrete. Philadelphia, 1992. 8 p. (ASTM C 1017).

Unidades básicas del Sistema Internacional de Unidades

Magnitud	Unidad básica SI	Símbolo		Equivalencia
longitud	metro	m	1 m	39,370 1 pulgadas 3,280 84 pies
masa	kilogramo	kg	1 kg	2,204 52 libras
tiempo	segundo	s		
presión	pascal	Pa	1 Pa	1N/m ² 0,101 472 kgf/mm ² 2,088 54 x 10 ⁻² lbf/pie ²
temperatura Celsius	grado Celsius	°C		
fuerza	newton	N	1 N	0,101 972 kgf 0,224 809 lbf