

2008-12-16

**CONCRETOS.
ADITIVOS QUÍMICOS PARA CONCRETO**



E: CONCRETES. STANDARD SPECIFICATION FOR CHEMICAL
ADMIXTURES FOR CONCRETE

CORRESPONDENCIA: esta norma es una adopción idéntica
(IDT) a la norma ASTM C494/C494M-05a
Copyright © ASTM International, 100
Barr Harbor Drive, PO Box C700, West
Conshohocken, PA 19428-2959,
United States.

DESCRIPTORES: aditivo; aditivo químico; aditivo para
concreto.

I.C.S.: 91.100.30

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. (571) 6078888 - Fax (571) 2221435

Prohibida su reproducción

Cuarta actualización
Editada 2008-12-24

PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **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 1299 (Cuarta actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo de 2008-12-16.

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 100 Concretos, morteros y agregados, a cargo de la STN: ASOCRETO.

BASF QUÍMICA COLOMBIANA S.A.	GRAVILLERA ALBANIA
CEMEX COLOMBIA S.A.	HOLCIM COLOMBIA S.A.
CONCRETOS S.A.	INSTITUTO COLOMBIANO DE
CONCRETERA TREMIX S.A.	PRODUCTORES DE CEMENTO –ICPC–
CONCRETOS ARGOS S.A.	LABORATORIO DE CONCRELAB
EMPRESA DE ACUEDUCTO Y	SIKA DE COLOMBIA S.A.
ALCANTARILLADO DE BOGOTA - E.A.A.B	TOXEMENT S.A.
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

Además de las anteriores, en Consulta Pública el Proyecto se puso a consideración de las siguientes empresas:

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA	DE	DISTRIBUIDORA DE CEMENTOS DEL OCCIDENTE LTDA.
ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE PRODUCTORES DE CONCRETO	DE	ECOPETROL S.A.
BRK LTDA.		EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P.
CÁLCULO Y CONSTRUCCIONES E.U.		FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
CÁMARA COLOMBIANA DE LA INFRAESTRUCTURA		HÉCTOR DÍAZ DELGADO
CARLOS ARTURO ACOSTA SÁNCHEZ		INDUSTRIAS CONCRETODO S.A.
CONCRELAB LTDA.		INSTITUTO COLOMBIANO DE
CONCRETODO LTDA.		PRODUCTORES DE CEMENTO
CORONA S.A.		JUAN PABLO ORTEGA /TECNOLOGÍA EN OBRA
DEGUSSA S.A.		LABORATORIOS CONTECON URBAR S.A.
DIEGO GERARDO ZAPATA ZÚÑIGA		

MANUFACTURAS DE CEMENTO S.A.
-TITÁN CEMENTO-
MATPEL DE COLOMBIA S.A.
MEJOR VIVIR CONSTRUCTORA S.A.
MURCIA MURCÍA S.A.
OBRAS CIVILES AMBIENTALES LTDA.
PATRIA S.A.
PEGOMAX S.A.
PRECONCRETOS DEL LLANO PRECOLL E.U.
PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA

RAPITEC LTDA.
RB INGENIEROS
SÁNCHEZ GÓMEZ Y CÍA.
TOP SUELOS INGENIERÍA LTDA.
UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO
JOSÉ DE CALDAS

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

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

CONTENIDO

	Página
0. INTRODUCCIÓN	1
1. OBJETO	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	3
3. TERMINOLOGÍA.....	4
3.1 DEFINICIONES	4
4. INFORMACIÓN DEL PEDIDO	7
5. REQUISITOS GENERALES	7
6. UNIFORMIDAD Y EQUIVALENCIA.....	7
7. EMPAQUE Y ROTULADO	8
8. ALMACENAMIENTO	8
9. MUESTREO E INSPECCIÓN.....	8
10. RECHAZO	9
11. MÉTODOS DE ENSAYO	
11.1 MATERIALES.....	10
11.2. PROPORCIÓN DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO	12
11.3 MEZCLADO.....	14

11.4	ENSAYOS Y PROPIEDADES DE CONCRETO FRESCO RECIEN MEZCLADO	14
11.5	PREPARACIÓN DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO	14
11.6	ESPECÍMENES DE ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO	15
11.7	ENSAYOS EN CONCRETO ENDURECIDO.....	16
11.8	ENSAYOS DE UNIFORMIDAD Y EQUIVALENCIA	17
11.9	INFORME	20
12.	PALABRAS CLAVE.....	21
	DOCUMENTO DE REFERENCIA.....	25
TABLAS		
	Tabla 1. Requisitos físicos^A	5
	Tabla 2. Tipos y número mínimo de especímenes de ensayo	15

**CONCRETO.
ADITIVOS QUÍMICOS PARA CONCRETO**

0. INTRODUCCIÓN

Esta norma es una adopción idéntica de la norma ASTM C 494/C 494M –05a. Adicionalmente a los requisitos de esta norma se incluyó el Anexo A con carácter informativo el cual no afecta la identidad con el documento de referencia.

1. OBJETO

1.1 Esta norma comprende los materiales que se usan como aditivos químicos, en mezclas de concreto hidráulico los cuales se adicionan con el propósito indicado para los siete tipos mencionados a continuación:

1.1.1 Tipo A. Aditivos reductores de agua.

1.1.2 Tipo B. Aditivos retardantes.

1.1.3 Tipo C. Aditivos acelerantes.

1.1.4 Tipo D. Aditivos reductores de agua y retardantes.

1.1.5 Tipo E. Aditivos reductores de agua y acelerantes.

1.1.6 Tipo F. Aditivos reductores de agua de alto rango.

1.1.7 Tipo G. Aditivos reductores de agua de alto rango y retardantes.

1.2 Esta norma establece los ensayos para un aditivo con materiales de concreto, tal como se describe en el numeral 11.1.1.1 al 11.1.1.3 o con cemento, puzolana, agregados y un aditivo incorporador de aire propuesto para trabajos específicos (véase el numeral 11.1.2.1). A menos que el comprador especifique lo contrario, se deben realizar los ensayos utilizando los materiales de concreto, tal como se describe en los numerales 11.1.1.1 al 11.1.1.3.

NOTA 1 Es recomendable realizar los ensayos utilizando el cemento, puzolana, agregados, aditivo incorporador de aire y las proporciones de la mezcla, secuencia de dosificación y las demás condiciones físicas propuestas para el trabajo específico (véase el numeral 11.1.2.1) debido a que los efectos producidos por los aditivos químicos pueden variar de acuerdo a las propiedades y proporciones de otros ingredientes del concreto. Por ejemplo, los aditivos Tipo F y G pueden presentar una mayor reducción de agua en mezclas de concreto que tienen factores de cemento superiores a los listados en el numeral 11.2.1.1.

Las mezclas que tienen un alto rango de reducción de agua, generalmente presentan una relación más alta de pérdida de asentamiento. Cuando se utilizan aditivos de alto rango para incrementar la trabajabilidad (asentamiento de 150 mm a 200 mm), el efecto puede ser de duración limitada, revirtiéndose al asentamiento inicial en un período de 30 min a 60 min, dependiendo de los factores que normalmente afectan la tasa de pérdida de asentamiento. El uso de aditivos químicos para producir concreto de alto asentamiento (fluidez) se establece en la NTC 4023.

NOTA 2 El comprador debe cerciorarse que el aditivo a emplear en trabajo es equivalente, en composición, al aditivo sometido a ensayo en esta norma. (Véase el numeral 6. Uniformidad y Equivalencia).

NOTA 3 Los aditivos que contienen cantidades relativamente grandes de cloruros pueden acelerar la corrosión del acero de preesfuerzo. El cumplimiento de los requisitos de esta norma no constituyen una garantía de aceptabilidad del aditivo para uso en concreto preesforzado.

1.3 Esta norma estipula tres niveles de ensayo.

1.3.1 Nivel 1

Durante la etapa de aprobación inicial, la prueba de cumplimiento de los requisitos de desempeño, definidos en la Tabla 1, demuestra que el aditivo cumple los requisitos de esta norma. Los aditivos (excepto los Tipos B, C y E) deben clasificar para cumplimiento provisional de la norma cuando cumplen cualquiera de los requisitos alternativos de resistencia a compresión presentados en la Tabla 1. Si los resultados subsiguientes a seis meses o un año no cumplen el requisito estándar del 100 % de la resistencia de la referencia, el aditivo no cumple con esta norma y todos los usuarios del aditivo deben ser notificados inmediatamente. Los ensayos de uniformidad y equivalencia del numeral 6 deben ser realizados para proveer resultados respecto a los cuales se puedan realizar comparaciones posteriores (véase la Nota 4).

NOTA 4 Permitir el cumplimiento provisional mientras se obtienen las resistencias a compresión a más largo plazo, promueve clasificaciones más rápidas de nuevos materiales, pero además asegura que las nuevas tecnologías de aditivos no exhibirán desempeños inesperados a largo plazo. Los requisitos alternativos de resistencia a la compresión en la Tabla 1 están basados en el análisis estadístico de 103 ensayos de evaluación bajo de esta especificación. Los requisitos alternativos corresponden a la probabilidad del 99 % de pasar los requisitos para los ensayos de las edades subsiguientes.¹

1.3.2 Nivel 2

Los reensayos limitados están descritos en los numerales 5.2, 5.2.1 y 5.2.2. La prueba de cumplimiento con los requisitos de la Tabla 1 demuestra continua conformidad del aditivo con los requisitos de esta especificación.

1.3.3 Nivel 3

Para la aceptación de un lote o para medir la uniformidad dentro de los lotes o entre los mismos, cuando lo especifique el comprador, se deben usar los ensayos de uniformidad y equivalencia del numeral 6.

1.4 Los valores indicados en unidades del SI deben ser considerados como normativos de acuerdo con la NTC 1000. Los valores entre paréntesis son de carácter informativo. Los valores indicados en cada sistema pueden no ser exactamente equivalentes, por eso no se deben combinar los valores de ninguna manera.

1.5 El texto de esta norma cita notas y notas de pie de página que proporcionan material explicativo. Estas notas y notas de pie de página (excluyendo las que se encuentran en tablas y figuras) no son requisitos de la norma.

¹ La información de soporte se encuentra en los archivos de las oficinas principales de ASTM bajo el nombre RR:C09-1030 o puede ser solicitada por medio del ICONTEC.

1.6 La siguiente precaución se aplica únicamente en la secciones del método de ensayo, numerales 11 al 18 de esta norma. Esta norma no pretende tratar todos los aspectos sobre seguridad asociados con el uso de aditivos químicos para concreto. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer todas las prácticas apropiadas de seguridad y salud así como determinar la aplicación de los límites regulatorios antes de su uso.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos normativos referenciados son indispensables para la aplicación de este documento normativo. Para referencias fechadas, se aplica únicamente la edición citada. Para referencias no fechadas, se aplica la última edición del documento normativo referenciado (incluida cualquier corrección).

NTC 77, Concretos. Método para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos. (ASTM C136).

NTC 108, Ingeniería civil y arquitectura. Cementos. Extracción de muestras y cantidad de ensayos para cemento hidráulico. (ASTM C183).

NTC 121, Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Pórtland. Especificaciones físicas y mecánicas. (ASTM C150).

NTC 129, Ingeniería civil y arquitectura. Práctica para la toma de muestras de agregados (ASTM D75).

NTC 174, Concretos. Especificaciones de los agregados para concretos (ASTM C33).

NTC 321, Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Pórtland. Especificaciones químicas (ASTM C150).

NTC 396, Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto (ASTM C143/C143M).

NTC 673, Concretos. Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto (ASTM C39/C39M).

NTC 890, Ingeniería civil y arquitectura. Determinación del tiempo de fraguado de mezclado de concreto por medio de su resistencia a la penetración (ASTM C403/C403M).

NTC 1000, Metrología. Sistema Internacional de Unidades (ISO 1000).

NTC 1032, Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en concreto fresco. Método de presión (ASTM C231).

NTC 1377, Ingeniería civil y arquitectura. Elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayos de laboratorio (ASTM C192/C192M).

NTC 1926, Concretos. Método de ensayo para determinar la masa unitaria, el rendimiento y el contenido de aire por gravimetría del concreto. (ASTM C138/C138M).

NTC 2871, Método de ensayo para determinar la resistencia del concreto a la flexión, utilizando una viga simple con carga en los tercios medios (ASTM C78).

NTC 3502, Ingeniería civil y arquitectura. Aditivos incorporadores de aire para concreto (ASTM C260).

NTC 4023, Ingeniería civil y arquitectura. Especificaciones para aditivos químicos usados en la producción de concreto fluido. (ASTM C1017/C1017M).

NTC 5640, Cambio longitudinal del mortero y el concreto de cemento hidráulico endurecido. (ASTM C157/C157M).

ASTM C666/C666M, *Test Method for Resistance of Concrete to Rapid Freezing and Thawing.*

ASTM D1193 *Specification for Reagent Water.*

ASTM E100 *Specification for ASTM Hydrometers.*

ACI 211.1–91, *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete.*

3. TERMINOLOGÍA

3.1 DEFINICIONES

3.1.1 Aditivo acelerante. Un aditivo que acelera el fraguado y el desarrollo de resistencia temprana del concreto.

3.1.2 Aditivo retardante. Un aditivo que retarda el fraguado del concreto.

3.1.3 Aditivo reductor de agua. Un aditivo que reduce la cantidad de agua de mezclado requerida para producir concreto de una consistencia dada.

3.1.4 Aditivo reductor de agua, de alto rango. Un aditivo que reduce la cantidad de agua de mezclado requerida para producir un concreto de una consistencia dada en un 12 % o más.

3.1.5 Aditivo reductor de agua y acelerante. Un aditivo que reduce la cantidad de agua de mezclado requerida para producir un concreto de una consistencia dada y acelera el fraguado y el desarrollo de resistencia temprana del concreto.

3.1.6 Aditivo reductor de agua y retardante. Un aditivo que reduce la cantidad de agua de mezclado requerida para producir un concreto de una consistencia dada y retarda el fraguado del concreto.

3.1.7 Aditivo reductor de agua, de alto rango y retardante. Un aditivo que reduce la cantidad de agua de mezclado requerida para producir un concreto de una consistencia dada en un 12 % o más y retarda el fraguado del concreto.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1299 (Cuarta actualización)

Tabla 1. Requisitos físicos^A

	Tipo A Reductor- agua	Tipo B Retardante	Tipo C Acelerante	Tipo D Reductor de agua y Retardante	Tipo E Reductor de agua y Acelerante	Tipo F Reductor de agua de alto rango	Tipo G Reductor de agua de alto rango y retardante
Contenido de agua, máximo, expresado en %, con respecto al control	95	-	-	95	95	88	88
Tiempo de fraguado del concreto, desviación admisible respecto al control, (h: min).							
- Fraguado inicial – al menos no más de	- 1:00 antes ni 1:30 después	1:00 después 3:30 después	1:00 antes 3:30 antes	1:00 después 3:30 después	1:00 antes 3.30 antes	- 1:00 antes ni 1:30 después	1:00 después 3:30 después
- Fraguado final - al menos no más de	- 1:00 antes ni 1:30 después	- 3:30 después	1:00 antes -	- 3:30 después	1:00 antes -	- 1:00 antes ni 1:30 después	- 3:30 después
Resistencia a la compresión, mínima, expresada en % con respecto al control ^B							
1 día	-	-	-	-	-	140	125
3 días	110	90	125	110	125	125	125
7 días	110	90	100	110	110	115	115
28 días	110 (120) ^C	90	100	110 (120) ^C	110	110 (120) ^C	110 (120) ^C
90 días	(117) ^C	n/a	n/a	(117) ^C	n/a	(117) ^C	(117) ^C
6 meses	100 (113) ^C	90	90	100 (113) ^C	100	100 (113) ^C	100 (113) ^C
1 año.	100	90	90	100	100	100	100
Resistencia a la flexión, mínima expresada en % con respecto al control ^B							
3 días	100	90	110	100	110	110	110
7 días	100	90	100	100	100	100	100
28 días	100	90	90	100	100	100	100

Continúa...

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1299 (Cuarta actualización)

Tabla 1. (Final)

	Tipo A Reductor- agua	Tipo B Retardante	Tipo C Acelerante	Tipo D Reductor de Agua y Retardante	Tipo E Reductor de Agua y Acelerante	Tipo F Reductor de agua de alto rango	Tipo G Reductor de agua de alto rango y retardante
Cambio de longitud, máxima retracción (requisitos alternativos) ^D							
Porcentaje del control Aumento sobre el control	135 0,010	135 0,010	135 0,010	135 0,010	135 0,010	135 0,010	135 0,010
Factor de durabilidad relativa, mín ^E	80	80	80	80	80	80	80
NOTAS:							
<p>^A Los valores de la tabla incluyen la tolerancia para las variaciones normales en los resultados de los ensayos. El objeto de requisitos de un 90 % de resistencia a la compresión para los aditivos Tipo B es exigir un nivel de desempeño comparable al concreto de referencia.</p> <p>^B La resistencia a la compresión y a la flexión del concreto que contiene el aditivo bajo ensayo a cualquier edad, no debe ser menor del 90 % de la obtenida en cualquiera de las edades de ensayo previas. El objeto de este límite es requerir que la resistencia a la compresión o flexión del concreto que contiene el aditivo bajo ensayo, no disminuya con el tiempo.</p> <p>^C Requisitos alternativo. Si alguno de las resistencias medidas es mayor que el requisito entre paréntesis, el aditivo debe ser considerado provisionalmente evaluado hasta un año después de obtenidos los resultados del ensayo de resistencia a la compresión.</p> <p>^D Requisitos alternativos (véase el numeral 11.7.1.4) del límite de control en la mezcla de referencia se aplica cuando el cambio en la longitud de control es menor que 0,030 % o más; el aumento sobre el límite de control se aplica cuando el cambio en la longitud de control es menor que 0,030 %.</p> <p>^E Este requisito se aplica sólo cuando el aditivo se utiliza en concreto con aire incorporado, el cual puede estar expuesto a condiciones de hielo y deshielo cuando está húmedo.</p>							

4. INFORMACIÓN DEL PEDIDO

4.1 El comprador debe especificar el tipo de aditivo químico deseado.

5. REQUISITOS GENERALES

5.1 Para el cumplimiento inicial de esta norma, el concreto en el que se utiliza cada uno de los siete tipos de aditivos presentados en el numeral 1.1, debe cumplir los requisitos indicados en la Tabla 1.

5.2 El comprador puede exigir un reensayo limitado para confirmar el cumplimiento actual del aditivo con los requisitos de la norma. El reensayo limitado debe cubrir las propiedades físicas y de desempeño del aditivo.

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

5.2.2 El reensayo de propiedades de desempeño debe consistir de contenido de agua en el concreto fresco, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión a 3 d, 7 d y 28 d. Los compradores con requisitos especiales pueden exigir pruebas adicionales vigentes en esta norma.

5.3 A petición del comprador, el fabricante debe establecer por escrito que el aditivo provisto para uso en obra es idéntico, en todos sus aspectos esenciales, incluyendo la concentración, al aditivo ensayado de acuerdo con esta norma.

5.4 A petición del comprador, cuando éste vaya a utilizar el aditivo en concreto preesforzado, el fabricante debe establecer por escrito el contenido de cloruro del aditivo y si se ha agregado o no cloruro durante su fabricación.

5.5 Los ensayos de uniformidad y equivalencia, según se indica en el numeral 6, se deben realizar sobre la muestra inicial y se deben conservar los resultados como referencia para compararlos con los obtenidos en los ensayos de muestras tomadas de otra parte del lote o de los lotes subsiguientes del aditivo suministrado para uso en la obra.

6. UNIFORMIDAD Y EQUIVALENCIA

6.1 Cuando el comprador lo especifique, la uniformidad de un lote o la equivalencia de diferentes lotes de una misma fuente, se debe establecer mediante la aplicación de los siguientes requisitos:

6.1.1 Análisis infrarrojo

Los espectros de absorción de la muestra inicial y la muestra de ensayo obtenidos como se especifica en el numeral 11.8.1, deben ser esencialmente similares.

6.1.2 Residuo mediante secado en horno (Aditivos líquidos)

Cuando se secan, tal como se especifica en el numeral 11.8.2, los residuos secados en horno de la muestra inicial y de las muestras subsiguientes deben estar dentro de un rango de $\pm 12\%$ del punto medio del rango establecido por el fabricante, pero sin exceder los límites definidos por el fabricante (véase la Nota 5).

NOTA 5 Como ejemplo, para un aditivo producido con un rango de residuo desde el 27 % al 35 %, el fabricante proporcionará máximos límites aceptables de 27,3 % a 34,7 %, lo que representa ± 12 % del punto medio de los límites, donde el punto medio es 31 %.

6.1.3 Residuo mediante secado en horno (Aditivos no líquidos)

Cuando se secan, tal como se especifica en el numeral 11.8.3, los residuos secados en horno de la muestra inicial y de las muestras subsiguientes deben estar dentro de un rango de variación no mayor que ± 4 %.

6.1.4 Gravedad específica (Aditivos líquidos)

Cuando se realiza el ensayo como se indica en el numeral 11.8.4, la gravedad específica en las muestras subsiguientes de ensayo no debe ser diferente 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 correspondiente al agua reactiva a la misma temperatura. Si el 10 % de la diferencia entre la gravedad específica de la muestra inicial y el agua es menor de 0,01, utilice el valor 0,01 como la diferencia máxima admisible. El agua reactiva conforme a la especificación ASTM D1193, Tipos III ó IV y preparada por intercambio de iones de destilación, ósmosis inversa, electrodiálisis o una combinación de estos procedimientos, es adecuada.

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

7. EMPAQUE Y ROTULADO

7.1 Cuando se suministra el aditivo en paquetes o en contenedores, se debe indicar el nombre del fabricante del aditivo, el tipo, de acuerdo con esta norma y el peso neto o volumen. Información similar debe ser provista en los informes de embarque que acompañan los envíos de aditivos en paquete o a granel.

8. ALMACENAMIENTO

8.1 El aditivo se debe almacenar de tal manera que se logre un fácil acceso para inspeccionar e identificar cada envío y en un lugar hermético que proteja al aditivo de la humedad y el congelamiento.

9. MUESTREO E INSPECCIÓN

9.1 Se debe facilitar al comprador todo lo necesario para un muestreo e inspección cuidadosos, bien en el sitio de fabricación o en la obra, según lo indique el comprador.

9.2 Las muestras deben ser simples o compuestas, tal como lo especifica esta norma. Una muestra simple se obtiene en una sola operación. Una muestra compuesta se obtiene al combinar tres o más muestras simples.

9.3 Para efectos de esta norma, se reconoce que las muestras deben ser tomadas para dos propósitos:

9.3.1 Ensayos de calidad

Una muestra tomada con el propósito de evaluar la calidad de una fuente o lote de aditivo debe cumplir todos los requisitos aplicables de esta norma. Las muestras utilizadas para determinar el cumplimiento de los requisitos, deben ser compuestas de muestras simples, tomadas de diferentes sitios, con el fin de garantizar que la muestra compuesta sea representativa del lote.

9.3.2 Ensayos de uniformidad y equivalencia

Cuando lo especifique el comprador, una muestra tomada para evaluar la uniformidad de un solo lote o la equivalencia de diferentes lotes de una fuente, se debe ensayar de acuerdo con el numeral 6. Tales muestras deben ser compuestas a partir de lotes individuales cuando se comparan diferentes lotes de la misma fuente. Cuando se determina la uniformidad de un solo lote, se deben utilizar muestras simples.

9.4 Aditivos líquidos. Los aditivos líquidos se deben agitar por completo antes del muestreo. Las muestras simples tomadas para ensayos de calidad o de uniformidad deben representar una unidad de embarque o un lote de producción. Cada muestra simple debe tener un volumen de por lo menos 0,5 L. Se deben tomar un mínimo de 3 muestras simples. Las muestras compuestas se deben preparar mezclando por completo las muestras simples seleccionadas y la mezcla resultante se debe muestrear para obtener por lo menos 4 L para ensayos de calidad. Las muestras simples se deben tomar de diferentes sitios bien distribuidos en la totalidad de la cantidad representada.

9.4.1 Los aditivos contenidos en tanques de almacenamiento a granel deben ser muestreados igualmente de los niveles superior, intermedio e inferior, mediante llaves de drenaje en los lados de los tanques o mediante un frasco de muestreo provisto de un tapón que se pueda remover y colocar después de bajar el frasco a la profundidad deseada.

9.4.2 Las muestras se deben empacar en recipientes impermeables, herméticos y resistentes al ataque del aditivo.

9.5 Aditivos no líquidos. Las muestras simples tomadas para ensayos de calidad o de uniformidad deben representar no más de 2 t de aditivo y deben pesar por lo menos 1 kg. Se debe tomar un mínimo de 4 muestras simples. Se deben preparar las muestras compuestas mezclando por completo las muestras simples seleccionadas y la mezcla resultante se debe muestrear para obtener por lo menos 2,5 kg de muestra compuesta. Las muestras simples se deben tomar de diferentes sitios bien distribuidos en la totalidad de la cantidad representada.

9.5.1 Las muestras de aditivos empacados se deben obtener mediante un tubo muestreador de acuerdo con la NTC 108.

9.5.2 Las muestras deben ser embaladas en contenedores a prueba de humedad y herméticos al aire.

9.6 Las muestras se deben mezclar por completo antes de ser ensayadas para asegurar la uniformidad. Cuando el fabricante así lo recomiende, la muestra completa de un aditivo no líquido se debe disolver en agua antes del ensayo.

10. RECHAZO

10.1 Para la evaluación inicial de cumplimiento, se permite que el comprador rechace el aditivo si este no cumple con alguno de los requisitos establecidos en esta norma.

10.2 Para el reensayo limitado, se permite que el comprador rechace el aditivo si este no cumple alguno de los requisitos del numeral sobre uniformidad y equivalencia y de las partes aplicables de la Tabla 1.

10.3 Un aditivo almacenado en el lugar de fabricación durante más de 6 meses antes del envío o un aditivo en almacenamiento local en manos de un vendedor durante más de 6 meses, después de completar los ensayos, debe ser reensayado antes de su utilización cuando lo solicite el comprador y puede ser rechazado si no cumple con alguno de los requisitos de esta norma.

10.4 Se pueden rechazar los empaques o recipientes que varíen en más del 5 % del peso o volumen especificado. Si el peso o el volumen promedio de 50 empaques tomados aleatoriamente es inferior al especificado, se debe rechazar todo el embarque.

10.5 Cuando se va a utilizar el aditivo en concreto sin aire incorporado, este se debe rechazar si el ensayo del concreto que lo contiene, posee un contenido de aire superior a 3,5 %; cuando el aditivo es usado en concreto con aire incorporado, este se debe rechazar si el concreto de ensayo que lo contiene posee un contenido de aire superior al 7 %.

11. MÉTODOS DE ENSAYO

NOTA 6 Estos ensayos se basan en estipulaciones arbitrarias que permiten hacer ensayos altamente normalizados en el laboratorio y no intentan simular las condiciones reales de trabajo.

11.1 MATERIALES

11.1.1 Ensayos para un uso no específico

11.1.1.1 Cemento

El cemento utilizado en cualquier serie de ensayos debe ser, el propuesto para un uso específico de acuerdo con el numeral 11.1.2.1, un cemento Tipo I o Tipo II, conforme a la especificación NTC 121 y NTC 321 (ASTM C150) o la mezcla de dos o más cementos en partes iguales. Cada cemento de la mezcla debe cumplir los requisitos aplicables del cemento Tipo I y II, establecidos en las NTC 121 y NTC 321 (ASTM C150). Si cuando se utiliza un cemento distinto del propuesto para una obra específica, el contenido de aire del concreto realizado sin aditivo y ensayado según se indica en el numeral 11.4.3, es mayor que el 3.5 %, se debe seleccionar un cemento o mezcla diferente, de manera que el contenido de aire del concreto sea de 3,5 % o menos.

11.1.1.2 Agregados

Excepto cuando se llevan a cabo los ensayos, de acuerdo con el numeral 11.1.2.1, utilizando los agregados propuestos para un trabajo específico, los agregados finos y gruesos utilizados en cualquier serie de ensayos deben provenir de lotes simples de materiales bien gradados y sanos que cumplan con los requisitos de la NTC 174, salvo que la granulometría de los agregados se ajuste a los siguientes requisitos:

11.1.1.2.1 Granulometría del agregado fino

Tamiz	Porcentaje de masa que pasa
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

11.1.1.2.2 Granulometría del agregado grueso

El agregado grueso debe cumplir los requisitos para el tamaño número 57 de la NTC 174. Tenga cuidado en la carga y entrega para evitar segregación.

11.1.1.2.3 El agregado grueso usado para cada grupo de concreto de referencia y concreto de ensayo tratado con aditivo a comparar debe ser esencialmente el mismo. Por lo tanto, un conjunto de concreto de ensayo consta de un concreto de referencia y la cantidad que sea necesaria de concretos con aditivo, con el fin de comparar éstos con el de referencia. Así, el agregado grueso de un grupo debe estar constituido por suficiente material para un concreto de referencia, el concreto de ensayo que contiene aditivo que se compara con el de referencia y la muestra para evaluación de análisis granulométrico

Prepare el agregado grueso para un conjunto compuesto por una muestra suficientemente grande para pruebas de concreto, según se indica a continuación: Llene recipientes tarados, uno por cada muestra, un batch (lote) de concreto de referencia y uno o más concretos de ensayo de acuerdo con la masa requerida, a partir de la acumulación de reservas de agregados. Esto se realiza introduciendo, primero, una cucharada al primer recipiente y se repite este procedimiento hasta que todos los recipientes tengan la masa requerida. Se repite el proceso para cada uno de las tres o más conjunto de muestras requeridas. Se pueden necesitar uno o más conjuntos de reserva pueden ser necesarios. Véase el Apéndice de la NTC 129 y el "Manual de Ensayos de Agregados y Concretos", para información sobre condiciones y procedimientos.

11.1.1.2.4 Ensaye las muestras de agregado grueso que representen cada conjunto de acuerdo a los requisitos de la NTC 77 para los tamices indicados más adelante. Descarte cualquier conjunto para el cual la muestra no cumpla con el tamaño 57. Promedie los resultados de ensayo para muestras que cumplan el tamaño 57 para cada dimensión de tamiz. Descarte cualquier conjunto para el cual la muestra se desvíe del promedio en más de la cantidad que se muestra en la columna 3. Continúe el proceso de preparación, ensayo y promedio hasta obtener suficientes tandas de agregado dentro de la tolerancia.

Tamiz	NTC 174, No. 57 Porcentaje que pasa	Máxima variación respecto al promedio/pasa
37.5 mm	100	00
25 mm	95 a 100	1,0
12,5 mm	25 a 60	4,0
4,75 mm (No.4)	0 a 10	4,0
2.36 mm (No.8)	0 a 5	1,0

NOTA 7 Todos los resultados requeridos para demostrar el cumplimiento de esta norma dependen de la uniformidad de las muestras de agregados preparadas y usadas. Es esencial el trabajo cuidadoso, hábil y bien supervisado.

11.1.1.3 Aditivo incorporador de aire

El aditivo incorporador de aire, especificado en el numeral 12, debe ser un material tal que al utilizarlo para incorporar una cantidad específica de aire en la mezcla de concreto, produzca un concreto con una resistencia satisfactoria al hielo y deshielo; excepto cuando se realizan ensayos de acuerdo con el numeral 11.1.2.1, en donde se utiliza un aditivo incorporador de aire, para un trabajo específico.

La persona o agencia para la cual se realiza el ensayo designa el material que se debe utilizar. Si no se designa ningún material, se debe utilizar resina neutralizada de Vinsol. Realice la neutralización tratando 100 partes de resina Vinsol con 9 a 15 partes de NaOH por peso. En una solución acuosa, la relación de agua: resina no debe exceder 12 a 1 en peso.

11.1.2 Ensayos para usos específicos

11.1.2.1 Materiales para ensayos

Es sabido que los efectos de un aditivo químico en el tiempo de fraguado y en el requerimiento de agua del concreto pueden variar según el momento en que son incorporados durante la secuencia de preparación de mezclas (bachadas) y mezcla. Para ensayar un aditivo químico para un uso específico, el cemento, la puzolana, los agregados y el aditivo incorporador de aire utilizados deben ser representativos de los propuestos para uso en dicho trabajo. Agregue el aditivo químico de la misma forma y al mismo tiempo en que se haga la preparación y la mezcla tal como se hace en la obra. Dosifique las mezclas de concreto para obtener el contenido de cemento especificado para uso en obra. Si el tamaño máximo del agregado grueso es superior a 25,0 mm, se debe tamizar el concreto por un tamiz de 25,0 mm antes de elaborar las muestras de ensayo.

11.1.2.1.1 Otras condiciones de uso

Es posible que otras condiciones afecten la adecuación total de la mezcla de concreto para usos específicos. Estos incluyen la temperatura de los materiales o alrededores, la humedad, el intervalo de tiempo entre el mezclado y la colocación, la cantidad de mezcla y otros factores. Estas condiciones físicas se pueden incorporar en los ensayos con el fin de indicar las interacciones potenciales. Estos ensayos sólo sirven de guía. Después de la incorporación de dichas condiciones de ensayo, no es adecuado esperar el cumplimiento de este requisito de la norma.

11.1.2.2 Preparación y mezclado

Se prepara todo el material y se pesa tal como se describe en la NTC 1377.

11.2 PROPORCIÓN DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO

11.2.1 Proporciones

Excepto cuando se realizan ensayos para usos específicos, se debe dosificar todo concreto utilizando la norma ACI 211.1-91 para que cumpla los requisitos descritos en los numerales 11.2.1.1 a 11.2.1.4. Después de la evaluación de mezclas de prueba, la dosificación del agregado debe ser ajustada lo necesario para obtener mezclas trabajables, cohesivas, con el rendimiento correcto para obtener los contenidos requeridos. A menos que se especifique de otro modo, se debe agregar el aditivo cuando se haga el primer incremento de agua de mezcla que se adiciona a la mezcladora.

11.2.1.1 El contenido de cemento debe ser de $307 \text{ kg/m}^3 \pm 3 \text{ kg/m}^3$.

11.2.1.2 Para la primera mezcla de ensayo, refiérase a la tabla en volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto de la norma ACI 211.1-91 para mayor información sobre la cantidad de agregado grueso a utilizar, dado el tamaño máximo nominal desagregado y el módulo de finura del agregado fino utilizado (véase la Nota 8).

NOTA 8 Los valores en la tabla citada de ACI 211.1-91 están proyectados para asegurar mezclas trabajables con combinaciones menos favorables del agregado que probablemente se utilice. En consecuencia, se sugiere que para una aproximación mayor de las proporciones necesarias para este ensayo, los valores seleccionados de dicha tabla se incrementen en aproximadamente 7 para la primera mezcla de ensayo.

11.2.1.3 Para mezclas sin aire incorporado, el contenido de aire utilizado para calcular las proporciones debe ser de 1,5, como se muestra en la Tabla 5.3.3 de la norma ACI 211.1-91. Para las mezclas con aire incorporado, el contenido de aire utilizado para este propósito debe ser de 5,5.

11.2.1.4 Ajuste el contenido de agua para obtener un asentamiento de $90 \text{ mm} \pm 15 \text{ mm}$. La manejabilidad de la mezcla de concreto debe ser adecuada para su consolidación mediante varillado manual y la mezcla debe tener el mínimo contenido de agua posible. Se logran estas condiciones haciendo ajustes finales en la proporción de agregado fino y agregado total o en la cantidad total de agregado o ambas, mientras que se mantiene el rendimiento y el asentamiento en los rangos requeridos.

11.2.2 Condiciones

Prepare las mezclas de concreto con y sin el aditivo que se va a ensayar. En esta norma se considera que la mezcla de concreto sin aditivo es la mezcla de control o de referencia. El aditivo se agrega en la forma como lo recomienda el fabricante y en la cantidad necesaria para que cumpla con los requisitos aplicables de las especificaciones de reducción de agua o tiempo de fraguado o ambas. Cuando la persona o agencia para quien se realizan los ensayos lo solicita, se puede agregar aditivo en una cantidad que produzca un tiempo específico de fraguado del concreto dentro de los límites de las disposiciones aplicables de esta norma.

11.2.2.1 Concreto sin aire incorporado

Cuando el aditivo va a ser ensayado para uso sólo en concreto sin aire incorporado, el contenido de aire, tanto de la mezcla que contiene el aditivo en ensayo, como la mezcla de referencia deben ser del 3,5 % o menos y la diferencia entre los contenidos de aire de las dos mezclas no debe exceder del 1,0. Si es necesario, el aditivo incorporador de aire que se especifica en el numeral 11.1.3 se debe agregar a la mezcla de concreto de referencia. No se deben realizar ensayos de resistencia al hielo y deshielo.

11.2.2.2 Concreto con aire incorporado

Cuando el aditivo va a ser ensayado para uso sólo en concreto con aire incorporado, el aditivo incorporador de aire se debe agregar a la mezcla de concreto de referencia y si es necesario, a la mezcla de concreto que contiene el aditivo de ensayo, en cantidades suficientes como para producir un contenido de aire en un intervalo entre 3,5 y 7,0, excepto que para los ensayos de resistencia al hielo y deshielo, el intervalo debe ser entre 5,0 y 7,0. En ambos casos la diferencia entre el contenido de aire del concreto de referencia y el que contiene el aditivo en ensayo no debe exceder de 0,5.

11.3 MEZCLADO

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

11.4 ENSAYOS Y PROPIEDADES DE CONCRETO FRESCO RECIEN MEZCLADO

11.4.1 Las muestras de concreto fresco recién mezclado de al menos tres mezclas (bachadas) separadas para cada condición de concreto deben ser ensayadas de acuerdo con los métodos descritos en los numerales 11.4.2 al 11.4.5.

11.4.2 Asentamiento. Véase la NTC 396.

11.4.3 Contenido de aire. Véase la NTC 1032.

11.4.4 Tiempo de fraguado. Se debe realizar de acuerdo con la NTC 890, pero la temperatura de cada uno de los componentes de las mezclas de concreto, antes del mezclado y la temperatura a la que se almacenan los especímenes de ensayo durante el período de ensayo debe ser de $23,0\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

11.4.5 Contenido de agua

11.4.5.1 Registre la relación agua-cemento del concreto con aproximación de 0,001, de la siguiente forma: se determina el contenido neto de agua de la mezclada (bachada) como el peso del agua de la mezclada (bachada) menos el que se presenta en forma de agua absorbida en los agregados. Se calcula el volumen real del concreto de la mezclada (bachada), determinando la masa unitaria y rendimiento volumetrico (masa por unidad de volumen) del concreto de la mezclada (bachada) como se indica en la NTC 1926. Se calcula la relación agua-cemento dividiendo el peso neto del agua por el peso del cemento en la mezclada (bachada).

11.4.5.2 Calcule el contenido de agua relativo del concreto que contiene el aditivo en ensayo, como un porcentaje del contenido de agua del concreto de referencia de la siguiente forma: se divide el contenido promedio de agua de todas las mezclas (bachadas) de concreto, que contienen el aditivo en ensayo, por el contenido promedio de agua de todas las mezclas (bachadas) de concreto de referencia y se multiplica el cociente por 100.

11.5 PREPARACIÓN DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO

11.5.1 Elabore los especímenes para ensayo de concreto endurecido, representando cada ensayo y edad del ensayo y cada condición del concreto que se esta comparando, a partir de al menos tres mezclas (bachadas) separadas y el número mínimo de especímenes debe ser el indicado en la Tabla 2. En un mismo día se elabora por lo menos un espécimen para cada ensayo y edad de ensayo para cada condición del concreto, pero haga dos especímenes para. Si se desea, la preparación de todos los especímenes se pueden completar en 1 d, 2 d ó 3 d de mezclado, siempre y cuando el concreto de ensayo y su referencia se lleven a cabo el mismo día.

11.5.2 Especímenes defectuosos. Examine visualmente antes o durante el ensayo o en ambas etapas, según se considere, cada grupo de especímenes que representan un ensayo determinado o una determinada edad, incluyendo ensayos de concreto fresco. Se descarta, sin ensayar cualquier espécimen que se considere defectuoso en esta evaluación. Después del ensayo se examinan visualmente todos los especímenes que representan un ensayo determinado a una edad dada y si se considera que alguno es claramente defectuoso, no se deben tener en cuenta los resultados obtenidos. Si más de un espécimen que representa un ensayo determinado, a una edad determinada se considera defectuoso, antes o después del

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1299 (Cuarta actualización)

ensayo, se descarta el ensayo completo y se repite. El resultado del ensayo debe ser el promedio de los resultados individuales de los especímenes ensayados o, en caso de que se haya desechado un espécimen o un resultado, el resultado debe ser el promedio de los resultados de ensayo de los especímenes restantes.

Tabla 2. Tipos y número mínimo de especímenes de ensayo

	Número de tipos de especímenes (A)	Número de edades de ensayo	Número de condiciones del concreto (B)	Número mínimo de especímenes
Contenido de agua	-	1	2	(C)
Asentamiento	1	1	2	(C)
Contenido de aire	1	1	2	(C)
Tiempo de fraguado	1	(D)	2	6
Resistencia a la compresión				
Tipos B, C y E	1	5	2	30
Tipos A y D	1	6	2	36
Tipos F y G	1	7	2	42
Resistencia a la flexión	1	3	2	18
Hielo y deshielo	1	1	2	12
Cambio de longitud	1	1	2	6
Reductor de agua de alto rango	-	6	-	36
Reductor de agua de alto rango y retardante	-	6	-	36
(A) Véase el numeral 14 a 11.6.2				
(B) Véase el numeral 11.2.2				
(C) Determinado en cada mezclada (bachada) de concreto mezclado				
(D) Véase el numeral 11.4.4				

11.6 ESPECÍMENES DE ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO

11.6.1 Número de especímenes

Deben hacerse seis o más especímenes de ensayo para el ensayo de hielo y deshielo y 3 o más para cada uno de los demás tipos de ensayo y edad de ensayo especificados en la Tabla 2.

11.6.2 Tipos de especímenes

Los especímenes de concreto, con y sin aditivos químicos sometidos a ensayo, se deben preparar de acuerdo con lo siguiente:

11.6.2.1 Resistencia a la compresión

Se elaboran y se curan los especímenes de ensayo de acuerdo con la NTC 1377.

11.6.2.2 Resistencia a la flexión

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

11.6.2.3 Resistencia al hielo y al deshielo

Los especímenes de ensayo se deben componer de prismas elaborados y curados, de acuerdo con los requisitos aplicables de la NTC 1377. Las dimensiones de los especímenes de ensayo deben ser las indicadas en la norma ASTM C666. Se elaboran un conjunto de especímenes a partir de la mezcla que contiene el aditivo químico en ensayo y de la mezcla de concreto de referencia, con el contenido de aire de cada mezcla según como se especifica en el numeral 11.2.2.2.

11.6.2.4 Cambio de longitud

Se elaboran y se curan los especímenes de ensayo de acuerdo con la NTC5640. El período de curado húmedo, incluyendo el período en los moldes, debe ser de 14 d.

11.7 ENSAYOS EN CONCRETO ENDURECIDO

11.7.1 Los especímenes de concreto endurecido se ensayan de acuerdo con los siguientes métodos (véase la Tabla 1).

11.7.1.1 Resistencia a la compresión

Este ensayo se realiza de acuerdo con la NTC 673. Especímenes de ensayo a edades de 1 (sólo los Tipos F y G), 3, 7 y 28 d, 6 meses y 1 año. Especímenes de ensayo a 90 d si se desea cumplimiento con los requisitos alternativos para cumplimiento provisorio. Calcule la resistencia a la compresión del concreto que contiene el aditivo bajo ensayo como un porcentaje de la resistencia a la compresión del concreto de referencia, de la siguiente manera:

11.7.1.1.1 Divida el promedio de la resistencia a la compresión de los especímenes del concreto con el aditivo bajo ensayo a una edad determinada, por el promedio de la resistencia a la compresión de los especímenes hechos a partir del concreto de referencia a la misma edad de ensayo y se multiplica el cociente por 100.

11.7.1.1.2 Cuando se realizan ensayos con materiales representativos de los propuestos para un uso específico, de acuerdo con el numeral 11.1.2.1 y los resultados de los ensayos se requieren en un período que no permite el curado de los especímenes a los seis meses y al año, se pueden suspender los ensayos en esos períodos de acuerdo con el numeral 11.7.1.1.

11.7.1.2 Resistencia a la flexión

Este ensayo se realiza de acuerdo con la NTC 2871. Se calcula la resistencia a la flexión del concreto que contiene el aditivo bajo ensayo, a las edades de 3 d, 7 d y 28 d como un porcentaje de la resistencia a la flexión del concreto de referencia, de la siguiente manera:

11.7.1.2.1 Divida el promedio de la resistencia a la flexión de los especímenes hechos a partir del concreto que contiene el aditivo bajo ensayo, a una edad determinada del ensayo, por el promedio de la resistencia a la flexión de los especímenes elaborados a partir del concreto de referencia, a la misma edad de ensayo y se multiplica el cociente por 100.

11.7.1.3 Resistencia al hielo y al deshielo

Los ensayos de comparación del concreto que contiene el aditivo bajo ensayo con la mezcla de concreto de referencia se deben realizar en forma concurrente, utilizando el Procedimiento A de la norma ASTM C666. Se ubican los especímenes bajo ensayo a los 14 d. Se calculan los factores de durabilidad relativa de acuerdo con la NTC 3502.

11.7.1.4 Cambio de longitud

Los especímenes de ensayo deben ser de prismas moldeados, elaborados y ensayados de acuerdo con la NTC 5640, excepto que el período de curado húmedo, incluyendo el período en los moldes, debe ser de 14 d. Luego se almacenan los especímenes al aire en las condiciones especificadas en el numeral 7.1.2 de la NTC 5640, durante un período de 14 d, tiempo en el cual se determina el cambio de longitud del espécimen. Se considera que la contracción por secado es el cambio de longitud durante el período de secado, con base en una medida inicial tomada en el momento de extraer el espécimen del molde, la cual se expresa como un porcentaje al 0,001 % más cercano con base en la longitud de referencia del espécimen.

Si el cambio de longitud del concreto de referencia después de 14 d de secado es 0,030 % o más, el cambio de longitud por secado del concreto que contiene el aditivo en ensayo, expresado como porcentaje del cambio de longitud del concreto de referencia, no debe exceder el máximo especificado en la Tabla 1. Si el cambio de longitud del concreto de referencia, después de 14 d de secado es menor que 0,030 %, el cambio de longitud por secado del concreto que contiene el aditivo en ensayo, no debe superar en más de 0,010 % al del concreto de referencia.

NOTA 9 Como los efectos específicos producidos por los aditivos químicos pueden variar con las propiedades de los otros ingredientes del concreto, es posible que los resultados de los ensayos de cambio de longitud obtenidos con agregados cuya naturaleza produzca un bajo cambio de la longitud en el secado, no indiquen con exactitud el desempeño relativo que se puede esperar con otros agregados cuyas propiedades permitan obtener un concreto de alto cambio de longitud en el secado.

11.8 ENSAYOS DE UNIFORMIDAD Y EQUIVALENCIA

11.8.1 Análisis infrarrojo

Este procedimiento está diseñado para comparar cualitativamente la composición de los diferentes especímenes y no se deben interpretar los resultados cuantitativamente. Los numerales 11.8.1.1, 11.8.1.2 y 11.8.1.3 presentan un procedimiento general para el análisis infrarrojo de aditivos (véase la Nota 10).

11.8.1.1 Aditivos líquidos

Determine la concentración de sólidos disueltos mediante el numeral 11.8.2 y diluya una parte de la muestra de aditivo líquido con agua destilada con el fin de producir una concentración de sólidos disueltos de aproximadamente 0,015g/ml, por ejemplo, una parte de de 5 ml diluida en 200 ml. Se extraen con pipeta 5 ml de la solución mencionada y se agrega a un plato Petri con 2,5 g de bromuro de potasio de grado adecuado para uso en análisis infrarrojo y 5 ml de agua destilada. Se agita y se mezcla para disolverlo. Se coloca en un horno (véase el numeral 11.8.2.11) y se seca durante 17 h \pm 1/4 h a una temperatura de 105 °C \pm 3 °C. Se enfría y se pasa el residuo seco a un mortero y se muele hasta obtener polvo fino. Se trabaja rápidamente para evitar que absorba humedad. Se pesan 0,1 g de polvo y 0,4 g de bromuro de potasio del grado adecuado para el análisis infrarrojo. Se mezcla en un amalgamador eléctrico durante 30 s utilizando cápsulas y esferas de acero inoxidable. Se procede de acuerdo con el numeral 11.8.1.3.

11.8.1.2 Aditivos no líquidos

Muela con un mortero y un pilón 10 g hasta obtener un polvo fino. Se pasa el espécimen a un platillo de Petri y se coloca en un horno (véase el numeral 11.8.2.1.1) y se seca durante 17 h \pm 1/4 h a una temperatura de 105 °C \pm 3 °C. Pese aproximadamente 0,005 g de polvo seco y 0,995 g de bromuro de potasio del grado adecuado para el análisis infrarrojo. Mezclar en un

amalgamador eléctrico durante 30 s utilizando cápsulas y esferas de acero inoxidable. Se procede de acuerdo con el numeral 11.8.1.3.

11.8.1.3 Para preparar un disco para análisis infrarrojo, se pesan 0,300 g de mezcla preparada como se indica en los numerales 11.8.1.1 ó 11.8.1.2 y se pasa a un molde apropiado. Si se utiliza un molde en el que se pueda crear vacío, se debe aplicar vacío durante 2 min antes del prensado. Se continúa aplicando vacío y el prensado con una fuerza adecuada durante 3 min y se produce un disco de aproximadamente 1 mm de espesor. Se extrae el disco del molde y se inserta en el espectrofotómetro infrarrojo y se obtiene el espectro de absorción infrarroja.

NOTA 10 Es importante que se utilicen los mismos procedimientos en todos los especímenes que se van a comparar y preferiblemente debe realizarlos el mismo analista. Los cambios principales en los espectros infrarrojos pueden resultar de: (a) las diferencias en contenido de agua debido a las variaciones del secado, (b) el agua absorbida por materiales higroscópicos, (c) la reacción entre el bromuro de potasio y otro compuesto 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 y depende de la identidad y concentración de las sustancias que lo acompañan. Por ejemplo, las cantidades significativas de sacáridos pueden estar presentes en un aditivo de lignosulfonato, sin que se indique su presencia mediante este método.

11.8.2 Residuo mediante secado en horno (Aditivos líquidos)

11.8.2.1 Coloque entre 25 g y 30 g de arena normalizada (mallas 20 a 30), en un recipiente de vidrio de baja altura y boca ancha (aproximadamente 60 mm de diámetro interno y 30 mm de altura) con un tapón de vidrio esmerilado. Ubique el recipiente pesado sin tapar y el tapón, en un horno de secado (véase el numeral 11.8.2.1.1) y seque durante 17 h \pm 1/4 h a una temperatura de 105 °C \pm 3 °C (véase la Nota 9). Inserte el tapón en el frasco, transfiera a un desecador, enfríe a temperatura ambiente y pese con aproximación a 0,001 g mas cercano. Quite el tapón y usando una pipeta se distribuyen uniformemente 4 ml del aditivo líquido sobre la arena. Inmediatamente inserte el tapón para evitar la pérdida por evaporación y pese con aproximación al siguiente 0,001 g. Se extrae el tapón y se colocan tanto el frasco como la tapa en el horno (véase el numeral 11.8.2.1.1) y se seca durante 17 h \pm 1/4 h a una temperatura de 105 °C \pm 3 °C. Al final del período de secado, se tapa el frasco, se pasa al desecador, se enfría a temperatura ambiente y se pesa con aproximación a 0,001 g.

Horno de secado - El horno de secado debe ser de tipo circulación forzada o uno con libre acceso de aire. Debe haber un control preciso de temperatura y tiempo de secado de manera que no varíe el grado de volatilización del material diferente del agua, de una muestra a otra.

11.8.2.2 Cálculo

11.8.2.2.1 Se registran los siguientes pesos:

- w_1 = peso del recipiente tapado con arena y espécimen
- w_2 = peso de recipiente tapado con arena,
- w_3 = $w_1 - w_2$ = peso del espécimen
- w_4 = peso de recipiente tapado con arena y el residuo seco
- w_5 = $w_4 - w_2$ = peso del residuo seco.

11.8.2.2.2 Se calcula el residuo utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Residuo mediante secado en horno (porcentaje por peso)} = \frac{(w_5 \times 100)}{W_3}$$

NOTA 11 Para los laboratorios que realizan este ensayo, como una operación de rutina, se pueden mantener arena previamente seca y frascos ponderadores en desecadores de manera que estén disponibles para uso inmediato cuando se vaya a ensayar un espécimen.

11.8.2.3 Declaración de precisión. Se ha encontrado que el coeficiente de variación máximo, de múltiples laboratorios, para residuos mediante secado en horno (aditivos líquidos) es 1,25 %. En consecuencia, se espera que los resultados de ensayos realizados por dos laboratorios distintos sobre especímenes idénticos de aditivo no deben ser diferentes entre sí en más de 3,5 % del promedio (véase la Nota 12). Se ha encontrado que el coeficiente máximo de variación con un solo operario es 0,6 %. Por lo tanto, los resultados de dos ensayos realizados correctamente por el mismo operario y en el mismo material no deben ser diferentes en más de 1,7 %.

NOTA 12 Las declaraciones de precisión se basan en la variación máxima de los ensayos hechos en 18 laboratorios, en grupos de 3 especímenes dobles de dos aditivos diferentes.

11.8.3 Residuo mediante secado en horno (Aditivos no líquidos)

11.8.3.1 Coloque aproximadamente 3 g de aditivo no líquido en un recipiente de pesaje de vidrio y con tapón (similar al descrito en el numeral 11.8.2.1). Tape y determine el peso de la recipiente y su contenido con aproximación a 0,001 g. Retire el tapón e inmediatamente se ubica tanto el recipiente como el tapón en un horno de secado (véase el numeral 11.8.2.1.1). Se seca durante 17 h \pm 1/4 h a una temperatura de 105 °C \pm 3 °C. Al final del período de secado, tape el recipiente, lleve al desecador, enfríe a temperatura ambiente y se pesa con aproximación a 0,001 g.

11.8.3.2 Cálculos

11.8.3.2.1 Se registran los siguientes pesos:

Cambiar probeta por recipiente en numeral 18

w_1 = peso de la probeta de pesaje tarada con tapón y muestra antes del secado.

w_2 = peso de la probeta de pesaje con tapón vacía

w_3 = peso del espécimen ($w_1 - w_2$),

w_4 = peso de la probeta de pesaje tarada con tapón y espécimen después del secado y

w_5 = peso del residuo secado en horno = $w_4 - w_2$

11.8.3.2.2 Se calcula el residuo mediante secado en horno, utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Residuo mediante secado en horno (porcentaje de peso)} = \frac{(w_5 \times 100)}{w_3}$$

11.8.3.3 Declaración de precisión. Se ha encontrado que el coeficiente máximo de variación de laboratorios múltiples para residuo mediante secado en horno (aditivos no líquidos) es 1,40 %. En consecuencia, se espera que los resultados de ensayos realizados por diferentes laboratorios en especímenes idénticos de un aditivo no deben diferir el uno del otro en más del 4,0 % de su promedio. Se ha encontrado que el coeficiente de variación máximo de un solo operario para el residuo por secado en horno (aditivo no líquido) es 0,48 %. Por lo tanto, los resultados de dos ensayos efectuados apropiadamente por el mismo operario sobre el mismo material no deben ser diferentes en más del 1,4 % de su promedio. La Nota 12 también se aplica al numeral 11.8.3.3.

11.8.4 Gravedad específica (Aditivos líquidos)

11.8.4.1 Se determina la densidad a $25\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ del aditivo líquido utilizando hidrómetros que cumplan la norma ASTM E100. Los hidrómetros No 112 H a 117 H cubren el intervalo para gran parte de las determinaciones. También se requiere una probeta graduada de 250 ml y un baño de agua con capacidad para mantener la temperatura en $25\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$.

11.8.4.2 Coloque una muestra del espécimen en una probeta graduada de 250 ml e introduzca el hidrómetro de tal manera que flote y no toque el lado de la probeta. Coloque la probeta con la muestra y el hidrómetro en el baño de temperatura constante hasta que la temperatura de los tres sea uniforme a $25\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$. Si todos están a temperatura apropiada antes de insertar el hidrómetro, deben permitirse 10 min para llegar a un equilibrio. Si la muestra presenta evidencia de espuma, se debe hacer una lectura continua del hidrómetro hasta que se obtengan lecturas constantes. Se lee el hidrómetro en la base del menisco con aproximación a 0,005.

11.8.4.2.1 Si se encuentra evidencia de formación de espuma durante la transferencia del aditivo al cilindro, se debe dejar tiempo suficiente para que la espuma se disipe o se suba a la superficie, donde se debe eliminar antes de insertar el hidrómetro. Se debe evitar que queden costras del aditivo sobre el espigo del hidrómetro debido a la evaporación durante el ajuste de temperatura.

11.8.4.3 Declaración de precisión. Se ha encontrado que el coeficiente de variación máximo de múltiples laboratorios para la gravedad específica (aditivos líquidos) es 0,316 %. En consecuencia, se espera que los resultados de dos laboratorios diferentes sobre muestras idénticas de un aditivo no deben ser diferentes el uno del otro en más de 0,9 % de su promedio (véase la Nota 12). Se ha encontrado que el coeficiente de variación máximo para un solo operario es de 0,09 %. Por lo tanto, los resultados de dos ensayos correctamente realizados por el mismo operario, sobre el mismo material, no deben ser diferentes en más de 0,275 %.

11.9 INFORME

11.9.1 El informe debe incluir lo siguiente:

11.9.1.1 Los resultados de los ensayos especificados en los numerales 6, 14 y 17 y los requisitos pertinentes de la norma con la cual se comparan.

11.9.1.2 Nombre de la marca, nombre del fabricante, número de lote, tipo de material y cantidad representada por la muestra del aditivo bajo ensayo.

11.9.1.3 Nombre de la marca, nombre del fabricante y otros datos pertinentes sobre el material utilizado como aditivo incorporador de aire.

11.9.1.4 Nombre de la marca, nombre del fabricante, tipo, datos del ensayo sobre el cemento Pórtland o sobre los cementos utilizados.

11.9.1.5 Descripción de los agregados finos y gruesos utilizados y datos de los ensayos de los mismos.

11.9.1.6 Datos detallados sobre las mezclas de concreto utilizadas, incluyendo cantidades y dosificación de aditivo utilizados, cantidades de cemento reales, relación agua-cemento, contenidos unitarios de agua, relaciones de agregado fino y agregado total, asentamiento y contenido de aire.

11.9.1.7 En el caso en que de acuerdo con las disposiciones del numeral 11.7.1.1.2, se hayan suspendido algunos de los ensayos, se deben establecer las circunstancias en las cuales se tomó tal acción.

12. PALABRAS CLAVE

12.1 Acelerante, aditivos químicos, concreto, requisitos físicos, retardante, ensayo, reductor de agua.

ANEXO A
(Informativo)

AVANCES EN LA TECNOLOGÍA DE LOS ADITIVOS PARA CONCRETO

A.1 Los aditivos para concreto, mortero y lechadas han jugado un papel central en la moderna tecnología de los materiales. Junto con las adiciones minerales, como la microsíllica, los aditivos han permitido los mayores avances en la tecnología del concreto y han mejorado muchas de las propiedades de este material, en particular, la resistencia a compresión y la durabilidad.

Los aditivos químicos también han brindado un gran apoyo en el desarrollo de nuevas tecnologías del concreto, por ejemplo el concreto bombeado, el concreto autonivelante, el concreto bajo agua y el concreto lanzado.

Los aditivos químicos han promovido también el uso de materiales industriales secundarios (escoria de alto horno, cenizas volantes) en los sistemas cementosos, contribuyendo a la conservación de los recursos y a optimizar su utilización.

Los avances en el desarrollo tecnológico del concreto se han generado en gran medida a raíz de la evolución de los aditivos, bien sea para ampliar las propiedades del concreto fresco o del material endurecido, como para ampliar el alcance de las tecnologías del concreto y sus aplicaciones. Actualmente, un concreto de alto desempeño (CAD) contiene varios aditivos químicos seleccionados de la siguiente lista parcial.

- Modificador del fraguado: retardante o acelerante
- Reductor de agua
- Superplastificante
- Incorporador de aire
- Inhibidor de corrosión
- Control para la reactividad álcali-agregado
- Agente reductor de la contracción
- Aditivo que controla la exudación, la segregación o el lavado
- Aditivo anticongelante
- Antiespumante
- Ayudante de bombeo
- Espumante para producir concreto de baja densidad
- Aditivos que incrementan la resistencia inicial sin modificar el fraguado
- Acelerantes para lanzado que no reducen la resistencia final

- Aditivos para concreto autocompactante.
- Aditivos modificadores de viscosidad
- Aditivos con base en sílica coloidal

Como se puede encontrar en la literatura sobre el tema, cada uno de estos tipos de aditivos ha demostrado características específicas:

- 1) Cumplir con los requisitos, cada vez más exigentes de resistencia y durabilidad del concreto reforzado.
- 2) Permitir un mayor uso de materias primas de procesos industriales como materiales suplementarios las cuales exhiben variabilidad inherente.

En el tercio final del siglo veinte, el desarrollo de las tecnologías del concreto ha sido conducido, en su mayoría, por la necesidad de incrementar el desempeño de los materiales del concreto y la necesidad de optimizar su producción, el manejo y las operaciones de curado, con el fin de acelerar la velocidad de construcción.

A.2 DESEMPEÑO DEL CONCRETO

Con respecto al efecto en las propiedades del concreto, se han logrado grandes avances en varias áreas a través de la combinación de aproximaciones experimentales. Algunos de los más importantes desafíos, que fueron resueltos exitosamente, incluyen:

- Incrementar la resistencia a la compresión y reducir la permeabilidad del concreto a través de la reducción de la estructura de vacíos.
- Mejorar la resistencia al hielo-deshielo o al efecto causado por las sales en las estructuras marinas sometidas a procesos de cambio de humedad,
- Reducir la velocidad de corrosión del acero de refuerzo mediante la adición de un aditivo inhibidor de corrosión
- Controlar el fisuramiento producido por la contracción de secado del concreto.
- Controlar la fisuración de elementos masivos de concreto debida al gradiente térmico.
- Mejorar la disposición de una mezcla a ser bombeada cuando existen defectos de finos o largas y tortuosas distancias de bombeo.
- Producir concreto de alta resistencia inicial y despacharlo desde la planta de mezclado, sin los riesgos debidos al aceleramiento del fraguado, mediante el uso de acelerantes de endurecimiento que no modifican el fraguado del concreto.
- Detener el proceso de hidratación del cemento y posterior fraguado del concreto de tal manera que se pueda colocar, incluso después de varios días de su preparación, mediante la adición al concreto de un aditivo activador.

Existe una gran variedad de aplicaciones de nuevas tecnologías de aditivos, que han venido a soportar adecuadamente las necesidades técnicas crecientes de la industria concretera y en especial de la construcción.

En este anexo se incluye información general para los especificadores, tanto del concreto como de materiales, así como aquellos que deben incluir en los documentos de obra las características que debe cumplir el material, bien sea en cuanto a su desempeño en estado fresco, como a sus propiedades durante el endurecimiento o ya endurecido.

Aquellos nuevos aditivos, que escapen al alcance de esta norma, podrían ser evaluados en obra, a través del estudio de su desempeño y contra el cumplimiento de las propiedades y características exigidas.

DOCUMENTO DE REFERENCIA

ASTM INTERNATIONAL. *Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete.* ASTM C494/C494M–05a, 100 *Barr Harbor Drive*, PO Box C700, *West Conshohocken*, PA 19428-2959, *United States*.