

2001-10-31

**CONCRETOS.
AGUA PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO**



E: CONCRETE. WATER FOR MAKING CONCRETE

CORRESPONDENCIA:

DESCRIPTORES: agua de mezclado.

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

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 3459 (Primera actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo del 2001-10-31.

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 Concretos, morteros, agregados y grouts coordinado por la Secretaría Técnica de Normalización de ASOCRETO - Asociación Colombiana de productores de concreto.

ASOCRETO
ASOGRAVAS
CEMEX CONCRETOS S.A.
CONCRETOS PREMEZCLADOS S.A.

ICPC
MBT COLOMBIA S.A.
SIKA ANDINA S.A.
TOXEMENT S.A.

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

AGRECÓN
AGREGADOS DE LA SABANA LTDA.
CONCONCRETO
CONCRELAB
CONCRETOS DE OCCIDENTE
CONINSA
CONSTRUCTORA COLPATRIA
CONTENCON-URBAR
E.A.A.B.
ECOPETROL
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA
ESCUELA MILITAR DE CADETES
GRAVILLERA ALBANIA S.A.
GRUPO POA

INGENIERÍA DEL CONCRETO
INGENIESA
INSTITUTO TECNOLÓGICO
METROPOLITANO
MANUFACTURAS DE CEMENTO
METROCONCRETO S.A.
PROYECTOS & DISEÑOS
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y
COMERCIO
UNIVERSIDAD AGRARIA
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
UNIVERSIDAD JAVERIANA
UNIVERSIDAD MILITAR
UNIVERSIDAD NACIONAL
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

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

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

**CONCRETOS.
AGUA PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO**

1. OBJETO

Esta norma tiene por objeto determinar el método para establecer por medio de ensayos, si el agua es apropiada para la elaboración de concreto.

Los ensayos a que se refiere esta norma no proporcionan información con respecto a la durabilidad del concreto a largo plazo.

2. REQUISITOS

2.1. REQUISITOS GENERALES

2.1.1 Generalidades

El agua debe ser clara y de apariencia limpia, libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, sales, materiales orgánicos y otras sustancias que puedan ser dañinas para el concreto o el refuerzo. Si contiene sustancias que le produzcan color, olor o sabor inusuales, objetables o que causen sospecha, el agua no se debe usar a menos que existan registros de concretos elaborados con ésta, o información que indique que no perjudica la calidad del concreto.

El agua para elaborar el concreto puede tomarse de fuentes naturales y, por lo tanto puede contener elementos orgánicos indeseables o contenidos inaceptables de sales inorgánicas, Las aguas superficiales, en particular, a menudo contienen materia en suspensión, como aceite, arcilla, sedimentos, hojas y otros desechos vegetales, y puede ser inadecuado emplearlas sin tratamiento físico preliminar, como filtración o sedimentación para que dicha materia en suspensión se elimine.

2.1.2 Agua de lavado

El agua de lavado proveniente de la operación de limpieza de las mezcladoras o de las zonas de almacenamiento de materias primas, se puede usar para la fabricación de concreto siempre que los ensayos cumplan con las especificaciones contenidas en el numeral 3 de esta norma.

2.1.3 Contaminación por desechos industriales

Se debe tener cuidado cuando se empleen aguas que pueden estar contaminadas por efluentes industriales o por drenaje de minas, depósitos de minerales entre otros; estas aguas deben ensayarse de acuerdo con esta norma.

2.2 REQUISITOS ESPECÍFICOS

La aceptación del agua se debe basar en los requisitos químicos. En caso de que el agua sobrepase los límites establecidos en el numeral 2.2.1 de esta norma o de no disponer de la información proveniente de los análisis químicos, se deben cumplir los requisitos físicos indicados en el numeral 2.2.2.

2.2.1 Requisitos químicos

2.2.1.1 Impurezas orgánicas. Las sustancias orgánicas contenidas en aguas naturales afectan considerablemente el tiempo de fraguado inicial del cemento y la resistencia última del concreto. Las aguas que tengan un color oscuro, un olor pronunciado, o aquéllas donde sean visibles lamas de algas en formación de color verde o café, deben ser miradas con desconfianza y ensayarse de acuerdo con esta norma.

Debe tenerse cuidado con los altos contenidos de azúcar en el agua por que pueden ocasionar retardo en el fraguado.

2.2.1.2 Impurezas inorgánicas

- a) Generalidades. Los límites permisibles para contenidos inorgánicos son muy amplios, pero en algunas partes del mundo éstos pueden presentarse en cantidades suficientes para causar un deterioro gradual del concreto. La información disponible respecto al efecto de los sólidos disueltos sobre la resistencia y durabilidad del concreto es insuficiente para establecer unos límites numéricos, pero se puede proporcionar una guía para niveles permisibles de ciertas impurezas.

Los iones que se presentan con mayor frecuencia en aguas naturales son calcio, magnesio, sodio, potasio, bicarbonato, sulfato, cloruro, nitrato, y menos frecuente, carbonato.

Las aguas con un contenido total combinado de estos iones comunes hasta 2 000 mg/l, son generalmente adecuadas como agua de mezcla.

- b) Cloruros. La presencia de cloruros en el concreto, provenientes del agua de mezcla o de otras fuentes, puede causar problemas potenciales con algunos cementos o cuando se tienen metales embebidos en el concreto. La cantidad de cloruros que puede permitirse en el agua de mezcla depende de la cantidad total de cloruros en el concreto, considerando las demás fuentes. En la Tabla C.4-5 de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismorresistente (NSR-98) se incluyen valores límites recomendados para el contenido total de cloruros como porcentaje de peso de cemento en varios tipos de concreto.

Como una guía, el contenido total de cloruros del agua no debe exceder de 500 mg/l para concreto pre-esforzado, o de 1 000 mg/l para obras de concreto reforzado en ambientes húmedos o en contacto con aluminio embebido, metales diferentes o

con formaletas metálicas galvanizadas. Algunas veces es necesario aceptar concentraciones más altas en ciertas regiones áridas donde las aguas naturales son bastante salinas, siempre y cuando existan registros de concretos elaborados con estas, o información que indique que no perjudican la calidad del concreto.

Nota 1. Un método recomendado para determinar la concentración de cloruros en el agua, es el indicado en la norma ASTM D 512. Se pueden usar otros métodos de ensayo que hayan demostrado que los resultados obtenidos son comparables.

El agua de mar se ha empleado para producir concreto de cemento Pórtland, pero existe una tendencia para que éste cause humedad superficial y eflorescencia. Su uso puede causar, también, una moderada reducción de la resistencia. El agua de mar no debe emplearse en concreto reforzado o preesforzado ni en concreto hecho con cemento de alto contenido de alúmina.

Nota 2. Para condiciones que permitan el uso de cloruro de calcio (CaCl_2), como aditivo acelerante, la limitación de éste se puede obviar por parte del cliente.

- c) Sulfatos. La concentración del contenido del ión sulfato (SO_4) no debe exceder de 3 000 mg/l.

Una guía general para la aceptabilidad de los sulfatos en el agua de mezcla es que no se exceda una concentración de 1 000 mg/l de SO_3 (trióxido de azufre). Sin embargo, se ha empleado satisfactoriamente agua con concentraciones más altas; en este caso, la cantidad permitida en el agua de mezcla depende del contenido de sulfatos de los agregados y el cemento, ya que el factor crítico es la cantidad total de sulfatos en el concreto, que no debe exceder del 4 % de SO_3 por masa de cemento, según se establece en el Anexo A de la norma BS 5328.

Nota 3. Un método recomendado para determinar la concentración de sulfatos en el agua, es el indicado en la norma ASTM D 516. Se pueden usar otros métodos de ensayo que hayan demostrado que los resultados obtenidos son comparables.

- d) Alcalis. El agua que contiene carbonatos y bicarbonatos de álcalis puede afectar el tiempo de fraguado y la resistencia del concreto. Su presencia puede ser perjudicial si existe un riesgo de reacción álcali-agregado. En general, su total combinado no debe exceder 1 000 mg/l de agua.

El contenido total combinado de óxidos de sodio y potasio, expresado como $\text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{K}_2\text{O}$ no debe exceder de 600 mg/l.

Nota 4. Un método recomendado para determinar la concentración de álcalis en el agua, es el indicado en la norma ASTM D 516. Se pueden usar otros métodos de ensayo que hayan demostrado que los resultados obtenidos son comparables.

- e) Sólidos totales. La concentración de sólidos totales en el agua para la elaboración de concreto no debe exceder los 0,05 kg/l.

Nota 5. Un método recomendado para determinar la concentración de sólidos totales en el agua, es el indicado en la norma AASHTO T 26. Se pueden usar otros métodos de ensayo que hayan demostrado que los resultados obtenidos son comparables.

2.2.2 Requisitos físicos

Se considera que el agua no tiene efecto significativo en las características de fraguado y de resistencia del concreto si al realizar los ensayos especificados en la NTC 118 (ASTM C 191) y NTC 220 (ASTM C 109), respectivamente, se obtienen las siguientes condiciones:

2.2.2.1 Tiempo de fraguado. Los tiempos de fraguado inicial del cemento, determinados a partir de muestras elaboradas con agua de ensayo y agua testigo, no deben diferir entre sí en más de 30 min.

2.2.2.2 Resistencia a la compresión. El promedio de la resistencia a la compresión de los cubos de mortero hechos con agua de ensayo, evaluada a 7 d, debe ser mayor o igual al 90 % de la resistencia promedio de los cubos de mortero hechos con el agua testigo, evaluada a la misma edad. Si la resistencia es menor que el 90 % pero superior al 80 % de la resistencia de los cubos de mortero elaborado con el agua testigo, se debe contemplar la modificación de las proporciones de la mezcla. Si la resistencia es menor que el 80 % de la resistencia de los cubos de mortero elaborado con el agua testigo, se debe conseguir una fuente alternativa.

Nota 6. La comparación se hace con dos mezclas elaboradas con proporciones fijas y con el mismo volumen del agua, una con el agua sometida a ensayo y la otra en la que se usa el agua testigo.

3. TOMA DE MUESTRAS

Un representante competente de las partes interesadas debe tomar una muestra de agua no inferior a 5 L. La muestra debe ser representativa del agua que se esté empleando en la elaboración del concreto y no recibir ningún tratamiento adicional al contemplado por el suministro en volumen, antes de usarla. La muestra debe almacenarse en un recipiente limpio previamente lavado con agua similar.

Nota 7. Se puede encontrar una guía sobre los métodos de muestreo en las NTC-ISO 5667-1, NTC-ISO 5667-2 y NTC-ISO 5667-3. Puede reemplazarse el uso de colectores de muestras sofisticadas por cualquier recipiente adecuado, ya que los primeros no son esenciales.

4. ENSAYOS

4.1 MATERIALES

4.1.1 Agua testigo

Debe disponerse de una cantidad de agua destilada o desionizada mínimo de 5 L, para emplearla en los ensayos testigo y debe almacenarse en un recipiente limpio.

4.1.2 Cemento

Debe disponerse mínimo de 15 kg de cemento, del mismo tipo, (pero no necesariamente de la misma bachada o producto), a ser empleada en el concreto evitando que sufra alguna alteración antes de usarse en el mismo cemento. El cemento debe mezclarse completamente y almacenarse en un recipiente hermético. El cemento debe cumplir con los requisitos para cemento Pórtland exigidos en la NTC 121 y NTC 321 y con los requisitos de la norma ASTM C 595M para cementos adicionados. Éste debe tener un tiempo de fraguado inicial por lo menos de 30 min más que el tiempo mínimo de fraguado especificado en dichas normas.

4.1.3 Arena gradada normalizada

Debe disponerse de arena natural, de sílice, procedente de Ottawa, Illinois, que cumpla con los requisitos indicados en la NTC 3937 (ASTM C 778).

4.2 PROCEDIMIENTO

4.2.1 Ensayo del tiempo de fraguado inicial

Se debe determinar el tiempo de fraguado inicial empleando agua de ensayo y cemento con el procedimiento descrito en la NTC 118 (ASTM C 191). Se debe determinar el tiempo de fraguado inicial con el agua testigo y empleando el mismo cemento, según el procedimiento anterior.

Se debe informar el resultado del tiempo de fraguado inicial determinado para la muestra de ensayo y la muestra testigo.

Nota 8. Puede ser útil continuar con el ensayo para determinar el tiempo de fraguado final.

4.2.2 Ensayo de resistencia a la compresión

Se debe determinar la resistencia a la compresión mediante los cubos de mortero de 50 mm de lado, elaborados con agua de ensayo y cemento, mediante el método descrito en la NTC 220 (ASTM C 109). Se deben elaborar también cubos de morteros con agua testigo y el mismo cemento y debe determinarse la resistencia a la compresión empleando el procedimiento anterior.

Los cubos deben ensayarse a los 7 d después de su preparación. Se debe informar la resistencia promedio de los cubos elaborados con el agua de ensayo y con el agua testigo.

Nota 9. Puede ser útil preparar, a partir de las mismas mezclas de mortero, cubos para ensayarlos a otras edades.

5. APÉNDICE

5.1 NORMAS QUE DEBEN CONSULTARSE

Las siguientes normas contienen disposiciones que, mediante la referencia de este texto, constituyen la integridad del mismo. 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.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 3459 (Primera actualización)

NTC 118: 1998, Ingeniería civil y arquitectura. Cementos. Método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado del cemento hidráulico mediante el aparato de Vicat (ASTM C 191).

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

NTC 220: 1998, Ingeniería civil y arquitectura. Cementos. Determinación de la resistencia de morteros de cemento hidráulico usando cubos de 50 mm ó 50,8 mm de lado (ASTM C 109).

NTC 3937: 1996, Ingeniería civil y arquitectura. Arena normalizada para ensayos de cemento hidráulico (ASTM C 778).

NTC-ISO 5667-1: 1995, Gestión ambiental. Calidad del agua. Muestreo. Directrices para el diseño de programas de muestreo (ISO 5667-1).

NTC-ISO 5667-2: 1995, Gestión ambiental. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas generales de muestreo (ISO 5667-2).

NTC-ISO 5667-3: 1995, Gestión ambiental. Calidad del agua. Muestreo. Directrices para la conservación y manejo de las muestreo (ISO 5667-3).

NSR: 1998, Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismorresistente.

AASHTO T 26: 1990, Standard Method of Test for Quality of Water to be Used in Concrete.

ASTM D 512: 1999, Standard Test Methods for Chloride Ion in Water.

ASTM D 516: 1995, Standard Test Method for Sulfate Ion in Water.

BS 5328: 1981, Methods for Specifying Concrete, Including Ready-Mixed Concrete.

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 $2,088\ 54 \times 10^{-2}$ libra-fuerza/pie ²
temperatura Celsius	grado Celsius	°C		
fuerza	newton	N	1 N =	0,101 972 Kgf 0,224 809 libra-fuerza

DOCUMENTO DE REFERENCIA

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. British Standard Methods of Test for Water for Making Concrete (Including Notes on the Suitability of the Water). London, BSI, 1980, 4 p. (BS 3148: 1980).