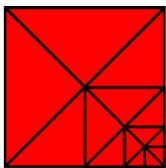


1997-11-26

---

**INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA.  
AGREGADOS LIVIANOS PARA CONCRETO  
ESTRUCTURAL**



MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO

E: CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE STANDARD SPECIFICATION FOR LIGHTWEIGHT AGGREGATES FOR STRUCTURAL CONCRETE

---

CORRESPONDENCIA: esta norma es equivalente (EQV) a la ASTM C 330

---

DESCRIPTORES: agregados; granulado; mortero

---

I.C.S.: 91.100.20

---

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

---

Prohibida su reproducción

Primera actualización

## 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 4045 (Primera actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo de 1997-11-26

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 Secretaría Técnica de Normalización ASOCRETO..

AGRECON S.A.

ASOCRETO

BASF QUÍMICA COLOMBIANA

CAMILA

CITEC

COMPAÑÍA DE CEMENTOS ARGOS S. A.

CONCRETOS PREMEZCLADOS S. A.

ECOPETROL

GRUPO DIAMANTE SAMPER

ICPC

INGENIESA S. A.

INGEYMAL LTDA.

LABORATORIOS CONCRELAB

MTB-TECNOCONCRETO S. A.

SIKA ANDINA S. A.

TOXEMENT

Además de las anteriores, En consulta pública el Proyecto se puso a consideración de las siguientes empresas:

ÁRIDOS DE ANTIOQUIA

CEMENTOS BOYACÁ S. A.

CENTRO DE METROLOGÍA SIC

COLCRETO S. A.

DIRIMPEX LTDA.

LABORATORIO DE INGENIERÍA URBAR

MANUFACTURAS DE CEMENTO TITÁN

MDIE LTDA.

RINA LTDA.

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y  
COMERCIO

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.  
AGREGADOS LIVIANOS PARA CONCRETO ESTRUCTURAL**

**1.    OBJETO**

**1.1**    Esta norma se refiere a agregados livianos utilizados en concreto estructural, en donde las consideraciones principales son el poco peso y la resistencia del concreto a la compresión. Los procedimientos a que se refiere esta norma no están previstos para el control de la calidad del concreto en obra.

**1.2**    Los tamaños de los agregados deben ser determinados mediante el uso de tamices estándar especificados en la NTC 32 (ASTM E 11).

**1.3**    Los valores se deben regir de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (Véase la NTC 1000 Metrología (ISO 1000)).

Nota 1. Esta norma se considera adecuada para garantizar agregados livianos satisfactorios para la mayoría de concretos estructurales livianos. Para el uso de agregados livianos en otro tipo de construcciones o propósitos y condiciones especiales, tales como resistencia al fuego, relleno y alto desempeño, se deben realizar verificaciones adicionales para determinar su comportamiento.

**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 32: 1991, Ingeniería Civil y Arquitectura. Tamices de tejido de alambre para ensayos (ASTM E 11).

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

---

## **NORMA TÉCNICA COLOMBIANA    NTC 4045 (Primera actualización)**

---

NTC 92: 1995, Ingeniería Civil y Arquitectura. Método para determinar el peso unitario de los agregados (ASTM C 29).

NTC 107: 1994, Ingeniería Civil y Arquitectura. Método para determinar la expansión en autoclave del cemento Pórtland (ASTM C 151).

NTC 127: 1994, Ingeniería Civil y Arquitectura. Método de ensayo para la determinación de impurezas orgánicas en agregado fino para concreto (ASTM C 40).

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

NTC 184: 1967, Cementos hidráulicos. Método de análisis químicos (ASTM C 114).

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

NTC 722: 1996, Ingeniería Civil y Arquitectura. Método para la determinación de la resistencia a la tensión indirecta de especímenes cilíndricos de concreto (ASTM C 496).

NTC 1000: 1993, Metrología. Sistema Internacional de Unidades (ISO 1000).

NTC 1377: 1994, Ingeniería Civil y Arquitectura. Elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayo de laboratorio (ASTM C 192).

NTC 4022: 1994, Ingeniería Civil y Arquitectura. Masa unitaria de concreto liviano estructural (ASTM C 567).

ASTM C 142: 1990, Test Method for Clay Lumps and Friable Particles in Aggregates.

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

ASTM C 641: 1991, Test Method for Staining Materials in Lightweight Concrete Aggregates.

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

ASTM D 75: 1992, Practice for Sampling Aggregates.

### **3.      CARACTERÍSTICAS GENERALES**

**3.1**    Esta norma cubre dos tipos generales de agregados livianos:

#### **3.1.1   Agregados procesados**

Obtenidos por expansión, paletización o sintetización de productos como escorias de alto horno, arcilla, diatomita, cenizas finas, esquisto o pizarra.

#### **3.1.2   Agregados naturales**

Aquellos utilizados en su estado natural, tales como piedra pómez o escoria.

**3.2**    Los agregados deben estar compuestos principalmente de material celular liviano e inorgánico granular.

#### **4.    COMPOSICIÓN QUÍMICA**

**4.1**    Los agregados livianos no deben contener cantidades excesivas de sustancias perjudiciales, como se determina por los siguientes límites:

##### **4.1.1    Impurezas orgánicas. (NTC 127 (ASTM C 40))**

Se deben rechazar los agregados livianos que, al someterse al ensayo de impurezas orgánicas, produzcan un color más oscuro que el estándar, a menos que se pueda demostrar que la decoloración es causada por pequeñas cantidades de materiales no perjudiciales al concreto.

##### **4.1.2    Manchas. (ASTM C 641)**

Se debe rechazar un agregado que produzca una mancha fuerte o muy fuerte, cuando el material que ocasiona la mancha, presente en el análisis químico, un contenido de hierro igual o superior a 1,5 mg/200 g de muestra, expresado como  $Fe_2 O_3$

##### **4.1.3    Pérdida por ignición. (NTC 184 (ASTM C 114))**

La pérdida por ignición de los agregados livianos no debe ser superior al 5 %

Nota 2. Algunos agregados procesados pueden tener características hidráulicas y pueden ser parcialmente hidratados durante la producción; si es así, la calidad del producto no debe disminuir por esta razón. Por lo tanto, se debe tener en cuenta el tipo de agregado, cuando éste sea evaluado en términos de pérdida por ignición.

#### **5.    PROPIEDADES FÍSICAS**

**5.1**    Los agregados livianos sometidos a ensayo deben cumplir los siguientes requisitos:

##### **5.1.1    Terrones de arcilla**

La cantidad de terrones de arcilla no debe exceder el 2 % en masa seca.

##### **5.1.2    Gradación**

El tamaño de los granos debe cumplir los requisitos de la Tabla 1.

##### **5.1.3    Uniformidad de la gradación**

Para asegurar una uniformidad razonable entre los diferentes lotes de agregado liviano, el módulo de finura se debe determinar sobre muestras tomadas de cada lote, en los intervalos estipulados por el comprador. Si el módulo de finura del agregado de cualquier lote difiere en más del 7 % del de la muestra sometida al ensayo de aceptación, se debe rechazar el agregado, a menos que se pueda demostrar que se van a producir concretos de las características requeridas.

**NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4045 (Primera actualización)**

**Tabla 1. Requisitos de gradación para agregados livianos para concreto estructural**

Designación de tamaño	Porcentaje (por masa) de tamices con orificios cuadrados								
	(1 pulgada) 25,0 mm	(3/4 pulgada) 19,0 mm	(1/2 pulgada) 12,5 mm	(3/8 pulgada) 9,5 mm	(No. 4) 4,75 mm	(No. 8) 2,36 mm	(No. 16) 1,18 mm	(No. 50) 300 µm	(No. 100) 150 µm
Agregado fino: 4,75 mm a 0				100	85-100		40-80	10-35	5-25
Agregado grueso:									
25 mm a 4,75 mm	95-100		25-60		0-10				
19 mm a 4,75 mm	100	90-100		10-50	0-15				
12,5 mm a 4,75 mm		100	90-100	40-80	0-20	0-10			
9,5 mm a 2,36 mm			100	80-100	5-40	0-20	0-10		
Agregado combinado fino y grueso									
12,5 mm a 0 mm		100	95-100		50-80			5-20	2-15
9,5 mm a 0 mm:			100	90-100	65-90	35-65		10-25	5-15

**5.1.4 Masa unitaria**

La masa unitaria de los agregados livianos deben cumplir los requisitos presentados en la Tabla 2.

**Tabla 2. Requisito de la masa unitaria de agregados livianos para concreto estructural**

Designación del tamaño	Masa suelta seca máx (kg/m³)
Agregado Fino	1120
Agregado grueso	880
Agregados finos y combinados	1040

**5.1.5 Uniformidad de la masa unitaria**

La masa unitaria informada de los lotes de agregado liviano sometido a los procedimientos de ensayo y muestreo, no debe diferir en más del 10 % de la muestra sometida a los ensayos de aceptación.

**5.2** Los especímenes de concreto sometidos a ensayo, que contienen agregados livianos, deben cumplir los siguientes requisitos.

**5.2.1** Resistencia a la compresión NTC 673 (ASTM C 39), masa unitaria NTC 4022 (ASTM C 567), y resistencia a la tensión de agrietamiento NTC 722 (ASTM C 496). La resistencia a compresión y la masa unitaria deben ser un promedio de tres especímenes y la resistencia a la tensión de agrietamiento debe ser el promedio de ocho especímenes. Debe ser posible elaborar concreto estructural utilizando los agregados livianos bajo ensayo, de manera que en la misma bachada de concreto, se satisfagan uno o más de los requisitos de resistencia a la compresión y de resistencia a la tensión de agrietamiento de la Tabla 3, sin que se excedan los valores de la masa unitaria máxima correspondiente. Valores intermedios para resistencia y masa unitaria, se pueden establecer por interpolación (véase la nota 3).

**Tabla 3. Requisitos de masa unitaria, resistencia a la tensión de agrietamiento y resistencia a la compresión del concreto liviano**

Promedio de la masa unitaria secada con aire, a 28 d, máx (kg/m³)	Promedio de resistencia a la tensión de agrietamiento a 28 d, min (Mpa)	Promedio de la resistencia a la compresión, a 28 d, mín. (Mpa)
<b>Agregado liviano</b>		
1760	2,2	28
1680	2,1	21
1600	2,0	17
<b>Agregado liviano y arena</b>		
1840	2,3	28
1760	2,1	21
1680	2,1	17

Nota 3. Los materiales que no cumplen los requisitos de resistencia promedio mínima a la tensión de agrietamiento, se pueden utilizar siempre y cuando el diseño se modifique para compensar su valor inferior.

### **5.2.2    Arena natural**

Se puede reemplazar con arena natural parte o la totalidad de los agregados livianos, para determinar el cumplimiento con estos requisitos mínimos, siempre y cuando el uso del concreto estructural propuesto contemple una combinación similar de materiales. En el informe de ensayo se debe registrar la proporción de todos los ingredientes y las características de la arena natural, como se especifica en la NTC 174 (ASTM C 33).

### **5.2.3    Contracción por secado**

La contracción por secado de los especímenes de concretos preparados y ensayados como se describe en el método para contracción de concreto, no debe exceder del 0,07 %

### **5.2.4    Protuberancias**

Los especímenes de concreto preparados de la forma descrita en el método de preparación de la muestra para contracción de concreto y ensayados de acuerdo con la NTC 107 (ASTM C 151), no deben presentar protuberancias superficiales.

### **5.2.5    Durabilidad**

En ausencia de un registro probado de durabilidad satisfactoria del concreto estructural, se puede exigir que los agregados livianos aprueben un ensayo de congelamiento y descongelamiento, cambios volumétricos, reactividad potencial y otros que considere satisfactorios el cliente.

## **6.        MUESTREO**

**6.1**    El muestreo del agregado liviano se debe llevar a cabo de acuerdo con la norma ASTM D 75.

## **7.        NÚMERO DE ENSAYOS**

### **7.1       ENSAYOS SOBRE AGREGADOS**

Se exige una muestra representativa para cada ensayo de impurezas orgánicas, manchado, pérdida de ignición, gradación, masa unitaria y terrones de arcilla.

### **7.2       ENSAYOS SOBRE CONCRETO**

Se requieren mínimo tres especímenes para cada uno de los siguientes ensayos de concreto : resistencia a la compresión, contracción, masa unitaria y presencia de materiales con protuberancias. Para los ensayos de resistencia a la tensión de agrietamiento, se requieren mínimo ocho especímenes de concreto.

## **8. MÉTODOS DE ENSAYOS**

### **8.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTC 673 (ASTM C 39))**

El ensayo de los especímenes se realiza de acuerdo con la NTC 1377 (ASTM C 192). Los especímenes se curan hasta el momento del ensayo, según la NTC 1377 (ASTM C 192), o se siguen los procedimientos de curado para la masa unitaria de secado al aire (NTC 4012 (ASTM C 567)). Cuando se utiliza este último procedimiento, a los 7 d se retiran los especímenes de curado por humedad y se almacenan a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , con una humedad relativa del  $50\% \pm 5\%$  hasta el momento del ensayo.

### **8.2 RESISTENCIA A LA TENSIÓN DE AGRIETAMIENTO**

Se elaboran seis especímenes de ensayo de 152 mm x 305 mm, de acuerdo con la NTC 1377 (ASTM C 192) y se ensayan de acuerdo con la NTC 722 (ASTM C 496).

### **8.3 MASA UNITARIA DEL CONCRETO**

Se siguen los procedimientos establecidos en la NTC 4022 (ASTM C 567).

### **8.4 CONTRACCIÓN DEL CONCRETO**

Se siguen los procedimientos establecidos en la norma ASTM C 157, con las siguientes excepciones:

**8.4.1** Se prepara la mezcla de concreto utilizando  $335\text{ kg/m}^3$  de cemento, aditivos (si los hay) y un contenido de aire de  $6\% \pm 1\%$ . Se ajusta el contenido de agua para producir un asentamiento entre 50 mm y 100 mm. Se compacta bien el concreto en moldes de acero, no menores de 50 mm x 50 mm y no mayores de 100 mm x 100 mm de sección transversal con una longitud de referencia de 250 mm. La superficie del concreto se debe alisar con un palustre de acero.

#### **8.4.2 Curado**

Para evitar la evaporación de agua del concreto fresco, se cubre el espécimen con una placa o lámina de plástico impermeable, no reactivo, no absorbente, resistente y durable. Se puede cubrir con un costal que se debe mantener húmedo hasta retirar los especímenes de los moldes. Se coloca una lámina plástica sobre el costal, para facilitar su humedecimiento. Se retiran los especímenes de los moldes como mínimo a las 20 h y máximo 48 h después de moldeados y se almacenan en un cuarto húmedo a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , con una humedad relativa no menor al 95%. A los 7 d se retiran los especímenes del cuarto húmedo, se mide su longitud y se almacena en una cabina de curado que se mantiene a  $38^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , con una humedad relativa del  $32\% \pm 2\%$

Nota 4: El aire que se encuentra inmediatamente sobre una solución de cloruro de magnesio saturada ( $\text{MgCl}_2$ ) a  $38^{\circ}\text{C}$ , tiene una humedad relativa aproximada del 32%

#### **8.4.3 Informe**

Luego del almacenamiento en la cabina durante 28 d, se determina el cambio en la longitud de cada espécimen, con aproximación a 0,01 % de la longitud de referencia. El cambio en la longitud se informa como la contracción por secado del espécimen; el promedio de contracción por secado se informa como la contracción por secado del concreto.

**8.5 ENSAYO DE INSPECCIÓN DE PROTUBERANCIAS EN LOS MATERIALES**

Los especímenes de concreto para el ensayo de inspección de protuberancias se elaboran como se describe en la norma para preparación de muestras para contracción de concreto. Se curan las muestras y se colocan en el autoclave, de acuerdo con NTC 107 (ASTM C 151). Se inspeccionan visualmente los especímenes pasados por el autoclave, para examinar el número de protuberancias que se han desarrollado en la superficie. Se informa el número promedio de protuberancias por espécimen.

**8.6 ENSAYO DE CONGELAMIENTO Y DESCONGELAMIENTO**

Cuando se requiera, se realizan los ensayos de congelamiento y descongelamiento, de acuerdo con la norma ASTM C 666.

**8.7 GRADACIÓN (NTC 77 (ASTM C 136))**

Se siguen los procedimientos de la NTC 77 (ASTM C 136), excepto que la masa de la muestra de ensayo para agregados finos debe estar de acuerdo con la Tabla 4. La muestra de ensayo para agregados gruesos debe estar compuesta de 2 380 cm<sup>3</sup> o más, del material usado para la determinación de la masa. Si el agregado se tamiza mecánicamente, debe ser tamizado solo durante 5 min.

**Tabla 4. Masa de la muestra para el ensayo de tamizado para agregados finos livianos**

Intervalo de la masa nominal del agregado		Masa de la muestra de ensayo, g
lb/pie <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	
5-15	80-240	50
15-25	240-400	100
25-35	400-560	150
35-45	560-720	200
45-55	720-880	250
55-65	880-1 040	300
65-70	1 040-1 120	350

**8.8 MASA UNITARIA SUELTA (NTC 92 (ASTM C 29))**

El agregado se debe ensayar en condición de secado al horno, utilizando un procedimiento de paleo.

**8.9 TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS DELEZNABLES EN AGREGADOS**

Véase el método de ensayo de la norma ASTM C 142.

**9. RECHAZO**

**9.1** Se rechaza el material que no cumpla los requisitos de esta norma. Se debe informar este rechazo al proveedor o productor de manera rápida y por escrito.

**10. CERTIFICACIÓN**

**10.1** Cuando se especifica en la orden de compra o contrato, el proveedor o fabricante debe suministrar al comprador una certificación de que el material se fabricó, se sometió a muestreo y se ensayó de acuerdo con esta norma, y que cumple los requisitos. Cuando se especifique en la orden de compra, se debe suministrar un informe de los resultados de los ensayos.

**11. DOCUMENTO DE REFERENCIA**

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete. Philadelphia, 1989, 3p (ASTM C 330).

**Unidades básicas del sistema Internacional de Unidades**

<b>Magnitud</b>	<b>Unidad Básica SI</b>	<b>Símbolo</b>		<b>Equivalencia</b>
Longitud	metro	m	1 m	39,3701 pulgadas 3,28084 pies
Masa	kilogramo	kg	1 kg	2,20452 libras
Tiempo	segundo	s		
Presión	pascal	Pa	1 Pa	1N/m <sup>2</sup> 0,10 1472 kgf/mm <sup>2</sup> 2,08854 x 10 <sup>-2</sup> lbf/pie <sup>2</sup>
Temperatura Celsius	grado Celsius	°C		
Fuerza	newton	N	1 N	0,101972 kgf 0,224809 lbf