

1994-06-15

**INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA.
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE EN
CONCRETO FRESCO MÉTODO VOLUMÉTRICO**



E: STANDARD TEST METHOD FOR AIR CONTENT OF
FRESHLY MIXED CONCRETE BY THE VOLUMETRIC
METHOD.

CORRESPONDENCIA: esta Norma es una armonización
equivalente de la ASTM C173-78

DESCRIPTORES: hormigón fresco; hormigón

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 1028 (Primera actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo de 1994-04.20.

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, mortero y agregados".

ACERÍAS PAZ DEL RÍO S. A.
ACOL QUÍMICOS LTDA.
ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES
AGREGADOS PÉTREOS DE LA SABANA DE BOGOTÁ.
BALDOSINES GRANITEX LTDA.
CALLE BOTERO
CÁMARA COLOMBIANA DE LA CONSTRUCCIÓN ANTIOQUIA.
CÁMARA COLOMBIANA DE LA CONSTRUCCIÓN PRESIDENCIA.
CANTERAS Y ARENERAS SAN ANTONIO S.A.
CEMENTOS BOYACÁ S.A.
CEMENTOS DEL NARE S.A.
CEMENTOS DIAMANTE DE BUCARAMANGA S.A.
CEMENTOS DIAMANTE DEL TOLIMA S. A.
CEMENTOS DIAMANTE S.A.
CIC CONCRETOS INDUSTRIALES
COLOMBIANOS-CIENCO LTDA. Y CÍA.
COLOMBIANA DE RESINAS LTDA.
COMPAÑÍA COLOMBIANA DE TENSIONAMIENTO S.A.
COMPAÑÍA DE CEMENTOS ARGOS S.A.
COMPAÑÍA DE ELECTRICIDAD Y GAS
CUNDINAMARCA S.A.
CONSEJO COLOMBIANO DE SEGURIDAD

CONSTRUCTODO LTDA. CONSTRUIMOS EL FUTURO DE COLOMBIA
EMPRESA DE ENERGÍA DE BOGOTÁ
CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA
CORPORACIÓN EDUCATIVA UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN
EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ
EMPRESA DE ENERGÍA DE BOGOTÁ
EMPRESA MUNICIPALES DE CALI
EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA
INDUSTRIA DE CONCRETO CENTRIFUGADO LTDA.
INDUSTRIAS E INVERSIONES SAMPER S.A.
INDUSTRIAS TECNOCONCRETO DE COLOMBIA S.A.
INMUNIZADORA SERVE S.A.
INSTITUTO COLOMBIANO DE PRODUCTORES DE CEMENTO
INSTITUTO DE ENSAYOS E INVESTIGACIONES
INSTITUTO NACIONAL DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL Y REFORMA URBANA
INTERCONEXIÓN ELECTRICA S.A.
JIMÉNEZ POSADA Y CÍA. LTDA.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
PEDRO GÓMEZ Y CÍA.
POLITÉCNICO COLOMBIANO - JAIME ISAZA
CADAVID
PRECONCRETOS S.A.
PRETENSADOS BOGOTÁ LTDA.
PRODUCTOS I.P.B LTDA.
SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE
REGIONAL ARMENIA.
SIKA ANDINA S.A.
SILICAL LTDA.
SOCIEDAD COLOMBIANA DE INGENIEROS
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y
COMERCIO

TITÁN MANUFACTURAS DE CEMENTO S.A.
TOXEMENT S.A.
TUBOS DE OCCIDENTE LTDA.
TUBOS MOORE S.A.
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
UNIVERSIDAD DEL CAUCA
UNIVERSIDAD DEL VALLE
UNIVERSIDAD EAFIT
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA
SANTANDER
UNIVERSIDAD LIBRE
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Agradecemos especialmente a las siguientes empresas que participaron en el estudio del documento:

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE
PRODUCTOS DE CONCRETO
ASOCONCRETO
CENTRAL DE MEZCLAS S.A.
CONCRETOS BOGOTÁ LTDA.
CONCRETOS DIAMANTE S.A.

CONCRETOS PREMEZCLADOS S. A.
CONCRETO S.A.
CONCRETOS BOGOTÁ S.A.
METRO CONCRETO S.A.
URBAR LTDA.

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.
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE EN CONCRETO FRESCO
MÉTODO VOLUMÉTRICO**

CORRESPONDENCIA CON EL ANTECEDENTE

Esta norma es una armonización equivalente a su antecedente ASTM C173-78. Excepto en el uso del sistema internacional de unidades, uso de las normas de referencia NTC por las ASTM y adición de la nota 3.

1. OBJETO

1.1 Esta norma contempla la determinación del contenido de aire del concreto fresco que contiene cualquier tipo de agregado, ya sea éste denso, celular o liviano.

1.2 Los valores se registrarán de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades, NTC 1000 "Metrología".

1.3 Esta norma no pretende señalar todos los problemas de seguridad, si hay alguno, asociado con su uso. Es responsabilidad del usuario establecer las prácticas de seguridad y salud.

2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

NTC 92: 1995, Método para determinar la masa unitaria de los agregados.

NTC 454: 1998, Concreto fresco. Toma de muestras.

NTC 1032: 1994, Determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión.

NTC 1926:1995, Determinación de la masa unitaria, rendimiento y contenido de aire.

3. APARATOS

3.1 MEDIDOR DE AIRE

Consiste en un recipiente y una sección superior (véase la Figura 1), que deben cumplir los siguientes requisitos:

3.1.1 Recipiente

Debe ser metálico y construido de metal maquinado. Su espesor debe ser suficientemente rígido para que conserve su forma de acuerdo con las condiciones de trabajo y una composición que debe permitirle resistir el ataque de la pasta de cemento. El recipiente debe tener un diámetro entre 1 y 1,25 veces su altura y estar construido con una brida cerca o en la parte superior de la superficie. El recipiente no debe tener una capacidad menor de 0,02 m³.

3.1.2 Sección superior

Debe ser metálica y construida de metal maquinado. Su espesor debe ser suficientemente rígido para que conserve su forma de acuerdo con las condiciones de trabajo y una composición que debe permitirle resistir el ataque de la pasta de cemento. La sección superior debe tener una capacidad de por lo menos 20 % más que el recipiente y deberá estar equipada con un empaque flexible y unos ganchos de aletas para adherirla al recipiente y hacer una conexión hermética.

Debe tener cuello revestido de vidrio o puede ser de plástico transparente graduado en incrementos no mayores de 0,5 % del volumen del recipiente, desde 0 en la parte superior hasta 9 % o más en la parte inferior. El extremo superior del cuello debe ser roscado para acoplar una tapa con empaque que asegure una unión hermética.

Las graduaciones deben tener una precisión de $\pm 0,1$ % del volumen del recipiente. La parte superior del cuello debe estar equipada con una rosca con empaque, para obtener un ajuste adecuado y hermético.

3.2 EMBUDO

Debe ser metálico, con un tubo pequeño que pueda ser introducido a través del cuello y la parte superior y lo suficientemente largo para alcanzar el fondo de la sección superior. Se debe construir del lado donde se descarga el agua, de una forma tal que cuando se adicione agua se produzca un mínimo de perturbación en el concreto.

3.3 VARILLA DE COMPACTACIÓN

Debe ser de acero, recta, de 16 mm de diámetro y de por lo menos 300 mm de longitud, con ambos extremos semiesféricos y del mismo diámetro.

3.4 PLATINA DE ENRASE

Una barra plana de acero, de por lo menos 3 mm x 20 mm x 300 mm.

3.5 PROBETA DE MEDICIÓN

Recipiente metálico, con una capacidad igual al 1,03 % \pm 0,04 % del volumen del recipiente del medidor de aire.

Nota 1. El volumen de la probeta de medición debe ser ligeramente mayor que el 1,0 % del volumen del recipiente, para compensar la contracción volumétrica que tiene lugar cuando se mezcla el 70 % de alcohol isopropílico con el agua. Se pueden usar otros alcoholes o agentes antiespumantes (deformantes), si los cálculos muestran que su uso no genera un error en el contenido de aire mayor al 0,1 %

3.6 JERINGA GRADUADA CON PERA DE CAUCHO

Con capacidad por lo menos igual a la de la probeta de medición.

3.7 VASIJA USADA PARA VERTER

Metálica o de vidrio, aproximadamente con un litro de capacidad.

3.8 CUCHARA

Elaborado con lámina metálica con la punta redondeada, de aproximadamente medio litro de capacidad.

3.9 LLANA

Debe ser pequeña y metálica.

3.10 ALCOHOL ISOPROPÍLICO

Se usa el 70 % por volumen de alcohol isopropílico (aproximadamente 65 % por peso) (Notas 1 y 2).

Nota 2. El alcohol isopropílico al 70 % es comúnmente disponible como alcohol para fricciones. En grados de concentración mayor, puede ser diluido en agua para obtener la concentración requerida.

3.11 MACETA

Una maceta con una cabeza de caucho o de cuero con una masa aproximada de 0,57 kg \pm 0,23 kg para usarlo en moldes de 14 dm³ ó menores y otra de 1,02 kg \pm 0,23 kg para usarlo en moldes mayores de 14 L.

4. CALIBRACIÓN

4.1 El volumen del recipiente del medidor de aire, en metros cúbicos, se calcula pesando cuidadosamente la cantidad de agua necesaria para llenar éste, a la temperatura del medio, y dividiendo este peso por el peso unitario del agua a la misma temperatura. Se sigue el proceso de calibración descrito en la Sección 7 de la NTC 92 "Método para determinar la masa unitaria de los agregados".

4.2 Se determina la precisión de las graduaciones del cuello de la sección superior del medidor de aire, llenando el recipiente de medición ensamblado y la sección superior con agua hasta el nivel de la marca, para cualquier contenido de aire. Se adiciona una cantidad de agua igual al 1,0 % del volumen del recipiente (a temperatura del medio) al agua que está en el cuello. La columna de agua se incrementa una cantidad equivalente al 1,0 % de aire.

4.3 Se determina el volumen de la probeta de medición usando agua a una temperatura de 21,1 °C por el método descrito en el numeral 4.1. Se hace una inspección rápida adicionando una o más medidas de la probeta de agua al aparato ensamblado y observando el incremento en el nivel de la columna de agua desde un nivel dado, como se describe en el numeral 4.2.

5. MUESTRAS

5.1 Se obtienen las muestras de concreto fresco de acuerdo con lo previsto en la NTC 454 Hormigón fresco. Toma de muestras. Si el concreto contiene partículas de agregado grueso que son retenidas en el tamiz de 38,1 mm, se tamiza una muestra húmeda representativa en el tamiz de 25,4 mm para producir un poco más de material que se necesita para llenar el recipiente.

El tamizado húmedo está descrito en la NTC 454 Hormigón fresco. Toma de muestras. Se realiza el tamizado húmedo con la mínima perturbación posible en el mortero. Cuando se sacuda el agregado, se debe tratar de que no se desprenda mortero del agregado retenido en el tamiz.

6. PROCEDIMIENTO

Nota 3. Como una buena práctica es recomendable antes de iniciar el ensayo, humedecer con agua el recipiente y la tapa superior del medidor, así como también la varilla de compactación y el cucharón de granero.

6.1 APISONADO

Usando la cuchara y con la ayuda de la llana, si es necesario, se llena el recipiente con el concreto fresco en tres capas de igual profundidad, apisonando cada capa 25 veces con la varilla de compactación, describiendo una espiral desde afuera hacia adentro. Después de compactar cada capa, se golpean los lados del molde de 10 a 15 veces (con golpes secos) con la maceta apropiada, para cerrar cualquier vacío producido cuando sale la varilla y retirar las burbujas que hayan quedado atrapadas.

6.2 ENRASE

Después de colocar las 3 capas de concreto de acuerdo con el numeral 6.1, se retira el exceso de concreto hasta que la superficie esté a ras con los bordes superiores del recipiente. Se limpian las bridas del recipiente.

6.3 ADICIÓN DE AGUA

Se ajusta la parte superior dentro del recipiente, se inserta el embudo y se añade agua hasta que ésta aparezca en el cuello; se retira el embudo y con la pera de caucho, se ajusta el nivel de agua hasta que la parte inferior del menisco coincida con la marca cero y se enrosca cuidadosamente la tapa.

6.4 AGITADO Y RODADO

Se invierte y agita la unidad hasta que el concreto se separe de la base y luego con el cuello arriba, se gira y rueda la unidad hasta que se libere el aire atrapado por el concreto. Se coloca el aparato derecho; se sacude suavemente y luego se deja quieto hasta que el aire ascienda hasta la parte más alta. La operación se repite hasta que no se observen más burbujas en la columna de agua.

6.5 ELIMINACIÓN DE LA ESPUMA

Cuando todo el aire ha sido retirado del concreto y se ha dejado salir por la parte superior del aparato, se quita la tapa. Se agrega alcohol isopropílico con la jeringa en incrementos de una probeta, lo suficiente para deshacer la masa espumosa sobre la superficie del agua.

6.6 LECTURAS

Se realizan lecturas del nivel de líquido en el cuello, se toma la lectura de la parte inferior del menisco y se hace una estimación al 0,1 %

7. CÁLCULOS

7.1 Se calcula el porcentaje del contenido de aire en el concreto, en el recipiente de medición, sumando la lectura del numeral 6.6 a la cantidad de alcohol usado, de acuerdo con el numeral 6.5.

7.2 Cuando la muestra de ensayo representa esa porción de la mezcla obtenida por tamizado húmedo sobre el tamiz de 25.4 mm, el cálculo del contenido de aire del mortero o de la mezcla completa, se realiza usando las fórmulas dadas en la NTC 1032 "Determinación del contenido de aire en hormigón fresco. Método de presión". Si se usan cantidades apropiadas de agregado grueso o más pequeñas de 25,4 mm, no se tamiza en el 38,1 mm sino en el especificado en la NTC 1032.

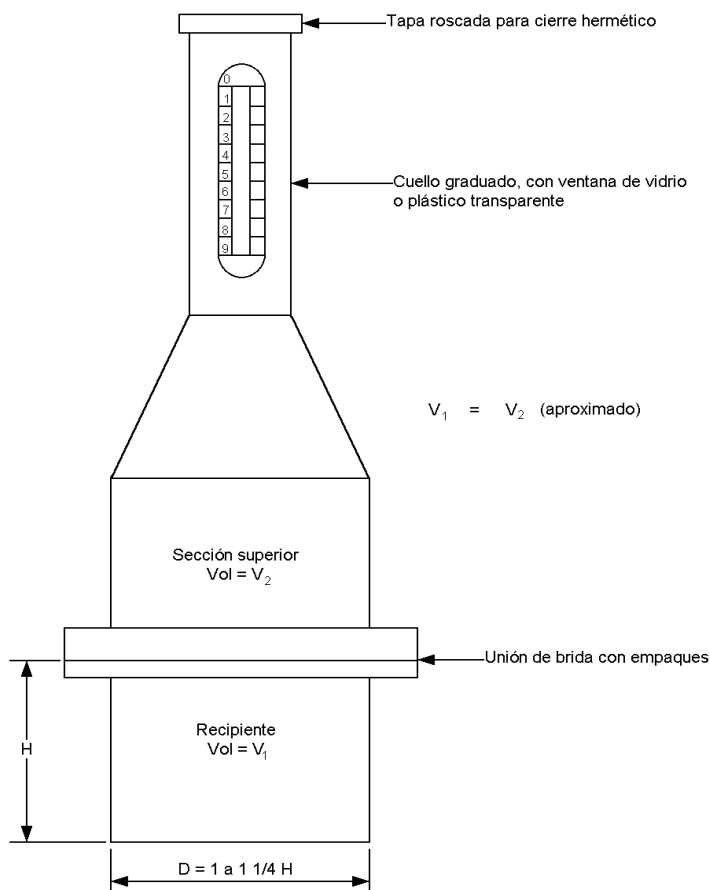


Figura 1. Medidor de aire

8. PRECISIÓN

8.1 Se están compilando y desarrollando los datos para que puedan usarse en enunciados de precisión para esta norma.

9. DOCUMENTO DE REFERENCIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Volumetric Method. Philadelphia. 1978, 2P 1I (ASTM C173).