
NORMA CUBANA

NC

ISO 1920-2: 2010
(Publicada por la ISO en 2005)

**ENSAYOS AL HORMIGÓN — PARTE 2: PROPIEDADES DEL
HORMIGÓN FRESCO
(ISO 1920-2: 2005, IDT)**

Testing of concrete — Part 2: Properties of fresh concrete

ICS: 91.100.30

1. Edición Septiembre 2010
REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana. Cuba. Teléfono: 830-0835 Fax: (537) 836-8048; Correo electrónico: nc@ncnorma.cu; Sitio Web: www.nc.cubaindustria.cu



Cuban National Bureau of Standards

NC-ISO 1920-2: 2010

Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba y representa al país ante las organizaciones internacionales y regionales de normalización.

La elaboración de las Normas Cubanas y otros documentos normativos relacionados se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. Su aprobación es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en las evidencias del consenso.

Esta Norma Cubana:

- Ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización NC/CTN 37 de Hormigón Reforzado y Morteros, en el cual están representadas las siguientes entidades:
 - Ministerio de la Construcción (MICONS)
 - Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas (ENIA)
 - Empresa Productora de Prefabricados de Ciudad Habana
 - Empresa de Tecnologías Industriales de la Construcción (TICONS)
 - Grupo Empresarial Industrial de la Construcción (GEICON)
 - Centro Técnico para el Desarrollo de los Materiales de Construcción (CTDMC)
 - Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (MINFAR)
 - Ministerio del Transporte (MITRANS)
 - Ministerio del Azúcar (MINAZ)
 - Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría (ISPJAE)
 - Oficina Nacional de Normalización (ONN)
- Es una adopción idéntica por el método de la traducción al español de la Norma Internacional ISO 1920-2: 2005 *Testing of concrete. Part 2: Properties of fresh concrete*, a la cual se le han actualizado las Referencias Normativas.
- Sustituye a las Normas Cubanas:
 - NC 222:2002 *Hormigón fresco. Determinación de la masa volumétrica, el volumen real, el contenido real de cemento y el contenido teórico de aire.*
 - NC-EN 12350 - 3:2005 *Hormigón fresco. Determinación de la consistencia por el VeBe*
 - NC-TS 363 - 3:2004 *Propiedades del hormigón fresco. Parte 3: Determinación de la consistencia por el método de la tabla de fluidez*
 - NC-ASTM C 231:2005 *Hormigón fresco. Determinación del contenido de aire del hormigón por el método de presión*
 - NC 174:2002 *Hormigón fresco. Medición del asentamiento por el cono*
- Consta de los Anexos A, B, C, D, E, F, G, H, I.

© NC, 2010

Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada en alguna forma o por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias, fotografías y microfilmes, sin el permiso escrito previo de:

Oficina Nacional de Normalización (NC)

Calle E No. 261, Vedado, Ciudad de La Habana, Habana 4, Cuba.

Impreso en Cuba.

Índice

1 Objeto	4
2 Normas de referencia	4
3 Términos y definiciones.....	4
4 Determinación de la consistencia.....	4
5 Determinación de la densidad del hormigón fresco.....	24
6 Determinación del contenido de aire.....	27
7 Reporte del ensayo	36
Anexo A (informativo).....	38
Anexo B (normativo).....	39
Anexo C (informativo).....	40
Anexo D (informativo).....	41
Anexo E (normativo).....	42
Anexo F (normativo)	44
Anexo G (normativo).....	47
Anexo H (normativo).....	49
Anexo I (informativo)	51

ENSAYOS AL HORMIGÓN — PROPIEDADES DEL HORMIGÓN FRESCO

1 Objeto

Esta norma especifica los procedimientos de ensayos al hormigón fresco y específicamente los métodos de ensayo: determinación de la consistencia (ensayo de asentamiento, ensayos VeBe, grados de compactabilidad, ensayo de la mesa de fluidez para hormigones de alta fluidez, ensayo de flujo - extensión), determinación de la densidad en estado fresco y determinación del contenido de aire por el método de aire a presión y por el método de columna de aire.

2 Normas de referencia

Los documentos que se mencionan seguidamente son indispensables para la aplicación de esta Norma Cubana. Para las referencias fechadas, solo se toman en consideración la edición citada. Para las no fechadas, se toma en cuenta la última edición del documento de referencia (incluyendo todas las enmiendas).

NC 167:2002 Hormigón fresco — Toma de muestras.

ISO 1101:2004 Geometrical Product Specifications (GPS). Geometrical tolerancing — Tolerancing of form, orientation, location and run-out

3 Términos y definiciones

En esta Norma, se aplican los siguientes términos y definiciones

3.1 densidad del hormigón fresco

Masa de hormigón fresco compactado dividido entre el volumen.

NOTA: La densidad del hormigón fresco se expresa en kilogramos por metro cúbico.

4 Determinación de la consistencia

4.1 Generalidades

La consistencia del hormigón se determina por uno de los métodos descrito a continuación:

- Ensayo de asentamiento (ver Apartado 4.3);
- Ensayo de la consistencia VeBe (ver Apartado 4.4);
- Ensayo del grado de compactabilidad (ver Apartado 4.5);
- Ensayo en la mesa de fluidez (ver Apartado 4.6);
- Ensayo de flujo de asentamiento para hormigones de alta fluidez (ver Apartado 4.7).

Estos ensayos no son aplicables al hormigón celular.

Estos métodos no son aplicables al hormigón espumado, al hormigón sin finos (permeable) o en hormigones con árido grueso cuyo tamaño máximo excede los 40 mm.

4.2 Muestreo

Las muestras para los ensayos se toman de acuerdo al procedimiento descrito en la Norma Cubana NC 167. Antes de tomar la muestra para realizar el ensayo, la mezcla debe ser homogeneizada.

4.3 Ensayo de asentamiento

4.3.1 Principio

El hormigón fresco se compacta en el molde en forma de cono truncado. Cuando el cono se levanta, la distancia que el hormigón cae verticalmente da la medida de la consistencia de este.

La prueba del asentamiento es aplicable a un rango de consistencia de hormigón que corresponde entre 10 mm y 210 mm. Fuera de este rango, la medida del asentamiento por este método no es el apropiado, en ese caso deben ser aplicados otros métodos para esta medición.

No es posible, ni conveniente realizar el ensayo si el asentamiento continúa variando después de un minuto de retirado el cono.

NOTA: Para hormigones con alta fluidez es más apropiado determinar la consistencia por el procedimiento descrito en 4.7.

4.3.2 Aparatos

NOTA: Verifique los requerimientos de calibración asociados a cada aparato.

4.3.2.1 Molde Es el adecuado para conformar la muestra para el ensayo, será hecho de un metal que no reaccione con la pasta de cemento y con un espesor de chapa menor de 1,5 mm.

El molde puede hacerse sin o con una costura, pero su interior será liso y libre de protuberancias y dientes.

El molde tendrá forma del cono truncado hueco y tendrá las dimensiones internas siguientes:

- Diámetro de la base: 200 mm \pm 2 mm;
- Diámetro del extremo superior: 100 mm \pm 2 mm;
- Altura: 300 mm \pm 2 mm.

La base y el extremo superior estarán abiertos, paralelos entre sí y formarán ángulos rectos con el eje del cono. El molde estará provisto en la superficie exterior y superior, de dos asas simétricas situadas a las dos terceras partes de la altura, para asir el molde, y en el fondo dos pedazos de aletas también simétricas una a cada lado para apoyar los pies. El molde se sujeta a la base para que pueda ser llenado sin movimiento o sin causar interferencia en la caída del hormigón.

El molde se verificará visualmente cada vez que vaya a ser utilizado para asegurar que está limpio y no esté dañado, sucio o mellado.

El cono se verificará anualmente para asegurar que sus dimensiones y condiciones permanecen dentro de sus tolerancias.

4.3.2.2 Varilla de compactación: lisa, hecha de acero, de sección circular, con un diámetro de 16 mm \pm 1 mm, 600 mm \pm 5 mm de longitud, y con los extremos redondeados. La varilla puede ser extendida con un manipulador plástico, siempre que la longitud total no exceda los 1 000 mm.

La varilla será verificada anualmente para asegurar que sus dimensiones y condiciones permanecen dentro de las tolerancias.

4.3.2.3 Embudo: (optativo), hecho de un material no-absorbente y que no sea atacado por la pasta de cemento.

El embudo consistirá en dos conos truncados que tienen un diámetro común de 100 mm, y los extremos de diámetro mayor, un cono truncado para actuar como un embudo del relleno y el otro como un collar que permite su colocación en la superficie exterior del molde.

El embudo se verificará para asegurar anualmente para asegurar que sus dimensiones y condiciones permanecen dentro de las tolerancias.

4.3.2.4 Regla: graduada de 0 mm a 300 mm, con divisiones que no excedan de 5 mm y con el punto cero en un extremo de la regla.

4.3.2.5 Placa o superficie base: placa u otra superficie lisa, rígida, plana, no absorbente, en la cual se coloca el molde.

4.3.2.6 Cuchara de miniestra: de punta cuadrada.

4.3.2.7 Bandeja de re-mezclado: de construcción rígida y hecha de un material no absorbente y que no sea atacado por la pasta de cemento.

Tendrá las dimensiones apropiadas para que el hormigón pueda ser cuidadosamente re-mezclado con la cuchara de miniestra de punta cuadrada

4.3.2.8 Cucharón grande: con un ancho de aproximadamente 100 mm.

4.3.2.9 Cronómetro u otro dispositivo similar medidor de tiempo que permita la medir hasta 1 s.

El reloj estará adecuadamente calibrado en el momento del ensayo.

4.3.2.10 Paño húmedo

4.3.3 Procedimiento

Humedezca el molde y la base plana. Remueva el agua excesiva de las superficies, usando un paño absorbente. Coloque el molde en la placa o superficie base. Durante el llenado, el molde será sostenido firmemente por el operador parado sobre las dos piezas del cono para apoyar los pies.

Inmediatamente después de obtener la muestra de acuerdo con 4.2, llene el molde en tres capas, cada una, aproximadamente a un tercio de la altura del molde después de compactada. Al agregar

el hormigón, asegúrese que esté uniformemente distribuido alrededor del molde. Compacte cada capa con veinticinco golpes cada una con la varilla de compactación. Uniformemente distribuya los golpes encima de la sección transversal de cada capa. Para la capa del fondo, será necesario inclinar la varilla ligeramente moviéndola en espiral y hacia el centro. Compacte la segunda capa y la última capa, cada una a la profundidad establecida, de manera tal que los golpes de la varilla penetren ligeramente dentro de la capa subyacente. Después de llenado el molde y compactado la última capa apile el hormigón sobrante. Al llenar y compactar la capa superior debe dejarse que el hormigón sobresalga ligeramente del molde, añadiéndose más hormigón si fuera necesario. Asegúrese que el hormigón adicionado no requiera de compactación extra. Después que la capa superior ha sido compactada, se enrasa con la varilla de compactación por medio de un movimiento en forma de sierra y rodando la varilla por el borde superior del molde y se limpia el posible derrame que se pueda originar alrededor del cono.

Elimine el hormigón de la base. Extraiga el molde en 5 ± 2 s con un alzamiento firme sin que se produzcan movimientos laterales o de torsión.

El procedimiento de llenado del molde, compactación y extracción del molde se realizará sin interrupción en aproximadamente 180 s.

Inmediatamente después que se extraiga el molde, determine el asentamiento, h , midiendo la diferencia entre la altura del molde y el centro o la altura media del hormigón descendido (ver Figura 1). Mida a los 5 mm más cercanos.

4.3.4 Resultado del ensayo

El ensayo sólo es válido si se obtiene un asentamiento verdadero, uniforme y simétrico, como se muestra en la Figura 2 a). Si un espécimen se desprende o corta, como el mostrado en la Figura 2 b), tome otra muestra y repita el procedimiento.

Registre el asentamiento, h , cuando se obtenga un descenso como el mostrado en la Figura 1 lo más cercano a 10 mm.

Si dos ensayos consecutivos sobre una muestra de hormigón presentan desprendimientos de sus masas, es probable que el hormigón carezca de la plasticidad y la cohesión necesaria para aplicar el ensayo de asentamiento usando el cono.



Figura 1 — Medida del asentamiento

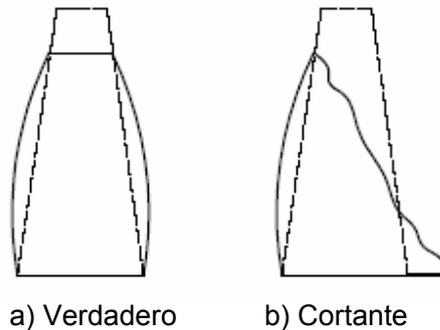


Figura 2 — Formas de asentamiento

4.3.5 Reporte del resultado

Además de la información requerida en el Capítulo 7, el informe del ensayo incluirá lo siguiente:

- a) el asentamiento, si hay una caída verdadera, medido a los 10 mm más cercanos, o;
- b) un reporte de que en el ensayo se obtuvo un desprendimiento o cortante.

4.4 Ensayo Vebe

4.4.1 Principio

El hormigón fresco se compacta en un cono de asentamiento. El cono se retira del hormigón y el disco transparente se coloca cuidadosamente sobre el hormigón asentado y en contacto con este. Se registra el asentamiento. Se toma el tiempo inicial cuando comienza la vibración de la mesa y se detiene cuando se llega al punto más bajo y la superficie del disco transparente está completamente en contacto con el hormigón que se está midiendo.

Si el tiempo del Vebe es menor de 5 s o más de 30 s, el uso de este método de ensayo para determinar la consistencia puede ser inadecuado y se debe considerar otro método para este propósito.

4.4.2 Aparatos

Verifique los requerimientos de la calibración asociados a cada aparato.

4.4.2.1 Consistómetro (Medidor Vebe), consiste en lo siguiente y se muestra en la Figura 3:

- a) **El recipiente:** de forma cilíndrica (Figura 3;1), con un diámetro interior de $240 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ y una altura $200 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$, hecho de un metal resistente al ataque de la pasta de cemento y con un espesor en las paredes de 3 mm y de 7,5 mm en la base.

El recipiente debe ser estanco y suficientemente rígido para mantener su forma bajo condiciones difíciles de utilización. Tendrá asas para su manipulación y contará con protección contra la corrosión. Dispondrá de unos elementos en su base para su fijación a la parte superior de la mesa vibradora (Figura 3;2) por medio de tornillos de mariposa (Figura 3;8).

b) **El molde:** es un cono truncado igual al descrito en el Apartado 4.3.2.1 (Figura 3;2), excepto que no se requieren las aletas del pie.

El molde se chequeará en cada uso para asegurar que está limpio y no se haya dañado o mellado.

c) **El disco:** (Figura 3;3), será transparente, horizontal y está adherido a una varilla (Figura 3;9) la cual se desliza a través de un soporte (Figura 3;5) y se fija en una posición mediante un tornillo de ajuste (Figura 3;15). El conjunto está montado a su vez sobre un brazo giratorio (Figura 3;13).

El brazo giratorio soporta también el embudo (Figura 3;4), cuyo fondo coincide con la parte superior del molde tronco-cónico, cuando éste último es colocado concéntrico con el recipiente. El brazo giratorio se inserta en un tubo soporte fijo (Figura 3;12) y se fija posición mediante un tornillo (Figura 3;6). La posición es adecuada cuando coinciden los ejes de la varilla, el embudo y el eje del recipiente.

El disco transparente será de $230 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ de diámetro y $10 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ de espesor. Se coloca un peso (Figura 3;14) directamente encima del disco, de forma que el conjunto en movimiento que comprende la varilla, el disco y el peso tendrán una masa total de $2\,750 \text{ g} \pm 50 \text{ g}$. La varilla dispondrá de una escala con intervalo de 5 mm para registrar los asentamientos del hormigón.

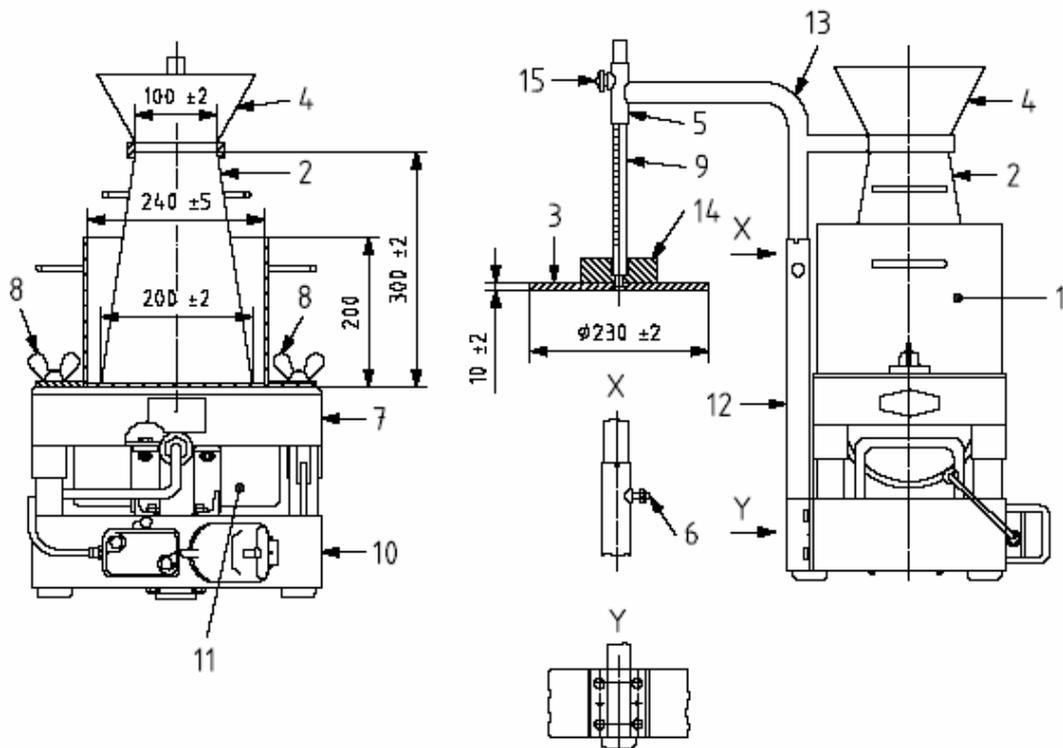
d) **La mesa vibradora:** (Figura 3;7), de $380 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ de largo y $260 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ de ancho, está soportada por cuatro calzos de goma para absorber las vibraciones.

La unidad de vibración (Figura 3;11), soportada en una base (Figura 3;10), descansa sobre tres pies de goma, fijados al fondo de la mesa. El vibrador operará a una frecuencia nominal de 55 Hz $\pm 5,5 \text{ Hz}$ y la amplitud vertical de la mesa con el recipiente vacío encima será de aproximadamente $0,5 \pm 0,02 \text{ mm}$

La mesa vibradora será verificada anualmente para asegurar que la frecuencia y la amplitud vertical permanezcan dentro de las tolerancias.

Todos los elementos de la mesa vibradora se verificarán anualmente para asegurar que sus dimensiones permanezcan dentro de las tolerancias.

Las medidas se indican en mm



Partes:

- | | | |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 recipiente | 6 tornillo para fijar el brazo | 11 unidad del vibrador |
| 2 molde | 7 mesa vibradora | 12 Tubo soporte fijo |
| 3 disco transparente | 8 tornillo de mariposa | 13 brazo giratorio |
| 4 embudo | 9 varilla | 14 peso |
| 5 soporte de la varilla | 10 base del vibrador | 15 tornillo para fijar la varilla |

Figura 3 — Consistómetro (medidor Vebe)

4.4.2.2 Varilla compactadota: recta, fabricada de acero u otro metal adecuado, de sección circular, con un diámetro de $16 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$, $600 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ de longitud y con las puntas redondeadas.

4.4.2.3 Cronómetro o reloj: capaz de registrar tiempos con una exactitud de 0,5 s.

4.4.2.4 Recipiente de remezclado: bandeja de construcción rígida, fabricada de un material no absorbente y resistente a la pasta de cemento.

4.4.2.5 Cuchara: con ancho de aproximadamente 100 mm.

4.4.2.6 Paño húmedo

4.4.3 Procedimiento

Coloque el medidor Vebe (consistómetro) sobre una base horizontal rígida libre de vibración externa y choque. Asegúrese que el recipiente (Figura 3;1) esté firmemente fijado a la mesa vibradora (Figura 3;7) por medio de los tornillos de mariposa (Figura 3;8). Humedezca el molde (Figura 3;2) y coloque el recipiente. Gire el embudo (Figura 3;4) para que quede encima del molde y su parte inferior dentro de éste. Apriete el tornillo de fijación del brazo giratorio (Figura 3;6) de manera que el molde no pueda levantarse del fondo del recipiente.

Durante las operaciones siguientes, asegúrese de que el molde (Figura 3;2) no se pueda levantar o mover prematuramente para evitar que el hormigón caiga dentro del recipiente (Figura 3;1).

A partir de la muestra de hormigón obtenida de acuerdo con el Apartado 4.2, llene inmediatamente el molde en tres capas, cada una aproximadamente a un tercio de la altura del molde compactado. Compactar cada capa con 25 golpes con la varilla compactadora. Asegúrese que los golpes queden uniformemente distribuidos en toda la sección transversal de cada capa. Para la capa del fondo se necesitará inclinar ligeramente la varilla e ir compactando en forma de espiral hacia el centro. Se compacta la segunda capa y la capa superior de modo que los golpes penetren en la capa inferior. Durante el llenado de la capa superior amontone el hormigón por encima del molde antes de comenzar a compactar.

Si fuera necesario agregue hormigón adicional para mantener un exceso sobre el borde superior del molde en el proceso de compactación. Después que la capa superior ha sido compactada, afloje el tornillo de fijación del brazo giratorio (Figura 3;6), levante y gire el embudo 90° (Figura 3;4) y apriete nuevamente el tornillo de fijación del brazo giratorio en la nueva posición (Figura 3.6).

Corte el hormigón sobre el nivel del tope del molde con un movimiento en forma de sierra y rodamiento con la varilla compactadora. Retire el molde del hormigón (Figura 3;2) levantándolo cuidadosamente en dirección vertical, mediante las asas. La operación de levantar el molde se realizará en 5 s a 10 s con un movimiento firme y rápido de deslizamiento hacia arriba de manera que no se produzcan movimientos laterales ni de torsión que se transmitan al hormigón.

Si el hormigón se corta (como se muestra en la Figura 4b)], colapsa (como se muestra en la Figura 4c)], o se asienta verticalmente hasta incluso llegar a tocar las paredes del recipiente (Figura 3;1), deberán efectuarse las anotaciones pertinentes.

Si el hormigón no se asienta hasta ponerse en contacto con las paredes del recipiente (Figura 3;1) y el asentamiento se obtiene como se muestra en la Figura 4a), realice también las anotaciones pertinentes.

Gire el disco transparente (Figura 3;3) sobre el tope del hormigón, apriete el tornillo del brazo giratorio (Figura 3;6), libere el tornillo de sujeción de la varilla (Figura 3;15) y muy cuidadosamente baje el disco transparente hasta que quede en contacto con el hormigón.

Cuando el disco (Figura 3;3) toque justamente el punto más alto del hormigón sin alterar su asiento, apriete nuevamente el tornillo de sujeción de la varilla (Figura 3;15). Cuando se produzca un asentamiento verdadero, lea en la escala de la varilla (Figura 3;9) y anote el valor del asentamiento obtenido.

Aflore el tornillo de fijación de la varilla (Figura 3;15) para permitir que el disco (Figura 3;3) pueda deslizarse siguiendo el movimiento del hormigón bajo los efectos de la vibración. Simultáneamente, conecte la vibración de la mesa e inicie la medición del tiempo con el cronómetro. Observe a través del disco transparente (Figura 3;3) cómo el hormigón va descendiendo. Tan pronto como la superficie del disco esté completamente en contacto con la pasta de cemento, detenga el cronómetro y apague la mesa vibradora. Anote el tiempo tomado con una precisión de un segundo.

Realice el procedimiento completo desde el comienzo de llenado hasta su terminación en 5 minutos

La consistencia de la mezcla de hormigón cambia con el tiempo debido a la hidratación del cemento y posiblemente, por pérdidas de humedad. Por consiguiente, las pruebas de muestras diferentes deben llevarse a cabo en un intervalo de tiempo constante a partir del mezclado si se desean obtener resultados comparables.

4.4.4 Resultados del Ensayo

Anote el tiempo leído en el cronómetro con una precisión de un segundo. Este es el tiempo que expresa la consistencia VeBe del hormigón ensayado.

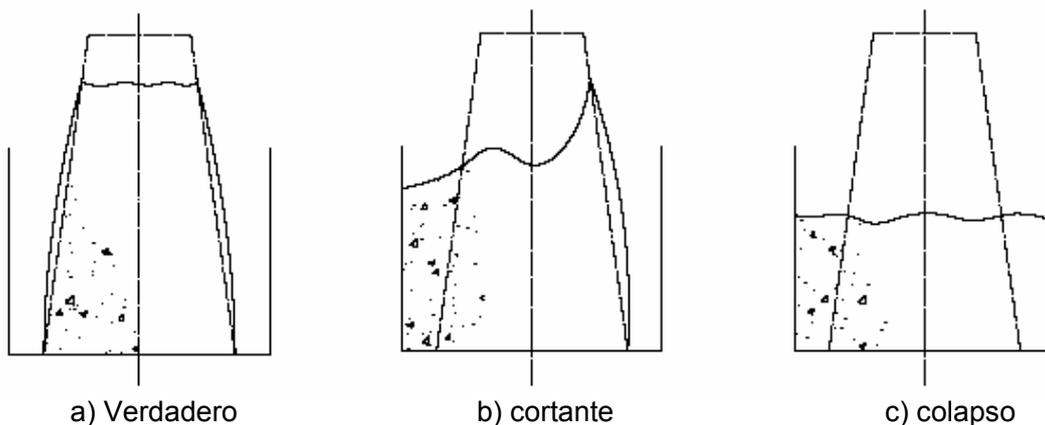


Figure 4 — Formas de asentamiento

4.4.5 Informe del ensayo

Además de la información requerida en el Capítulo 7, el informe del ensayo incluirá lo siguiente:

- Tipo de asentamiento: asentamiento verdadero / colapso / cortante
- Cuando el asentamiento es verdadero, la medición del asentamiento se hará a los 10 mm más cercanos
- Tiempo desde de la terminación del mezclado del hormigón hasta el momento de la remoción del molde.

d) El tiempo Vebe, en segundos.

4.5 Ensayo del grado de compactabilidad

4.5.1 Principio

El hormigón fresco es cuidadosamente colocado con una cuchara de miniestra en un recipiente, evitando cualquier forma de compactación mientras se llena. Cuando el recipiente esté lleno, la capa superior del hormigón se enrasa a nivel de la superficie del recipiente. El hormigón se compacta y entonces se mide la distancia de la superficie del hormigón compactado al borde superior del recipiente para determinar el grado de compactabilidad.

Si el grado de compactabilidad es menor de 1,04 o mayor de 1,46 el hormigón tiene una consistencia no adecuada para la aplicación de este ensayo.

4.5.2 Aparato

4.5.2.1 Recipiente: con los lados paralelos, y una forma general tal como se muestra en la Figura 6, hecho de metal resistente al ataque de la pasta de cemento y teniendo las dimensiones interiores siguientes:

- Base: 200 mm ± 2 mm × 200 mm ± 2 mm;
- Altura: 400 mm ± 2 mm;
- El espesor de la base y paredes será por lo menos 1,5 mm.

El fondo del recipiente puede perforarse para facilitar el vaciado. En ese caso se colocará dentro del recipiente un plato plástico adecuado para cubrir el fondo.

Las dimensiones y el estado técnico del recipiente deben ser verificados en el momento del ensayo para asegurarse que se encuentran dentro de las tolerancias establecidas.

4.5.2.2 Paleta: con una hoja plana (ver Figura 5), o equivalente, por ejemplo Cuchara de miniestra de hoja cuadrada.

Las medidas se indican en mm

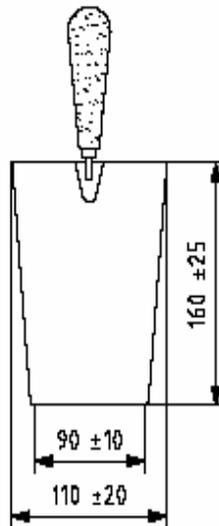


Figura 5 — Paleta

4.5.2.3 Modo de compactar el hormigón: consiste en uno de los siguientes procedimientos:

- Vibrador interno:** con una frecuencia mínima de 120 Hz (7 200 ciclos por minuto). El diámetro de la cabeza del vibrador no excederá de la cuarta parte de la dimensión más pequeña del recipiente.
- Mesa vibradora:** con una frecuencia mínima de 40 Hz (2 400 ciclos por minuto).

4.5.2.4 Bandeja de remezclado: de construcción rígida, hecha de un material no absorbente y que no reaccione con la pasta de cemento.

4.5.2.5 Enrasador recto con filo: con una longitud mayor de 200 mm

4.5.2.6 Regla: con una longitud mayor de 400 mm, subdivisiones de 1 mm a lo largo de toda la longitud y con el punto cero en uno de sus extremos.

4.5.2.7 Paño húmedo

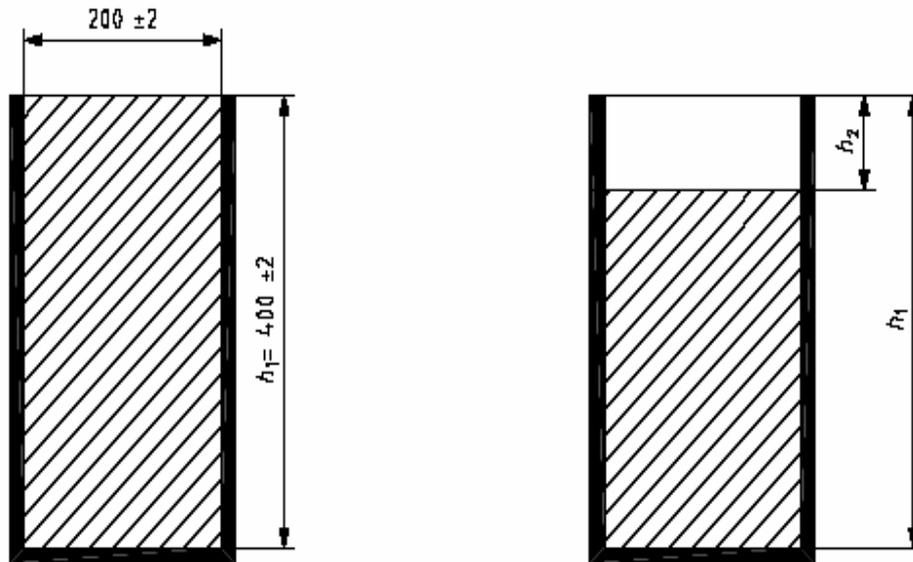
4.5.3 Procedimiento

Limpie el recipiente y humedezca la superficie interior utilizando el paño húmedo. Llene el recipiente sin compactarlo, inclinando la paleta hacia los cuatro bordes superiores del recipiente. Cuando el recipiente esté lleno, quite todo el hormigón por encima del borde superior, utilizando el

enrasador recto con filo mediante una acción de aserrado pero de forma tal que se evite cualquier forma de compactación.

Compacte el hormigón mediante una mesa vibradora (método de referencia) o utilizando un vibrador interno hasta que se determine que no haya más reducción de volumen. Durante la compactación, evite cualquier pérdida de hormigón por salpicadura o filtración.

Las medidas se indican en mm



a) Antes de la compactación

b) Después de la compactación

Figura 6 — Recipiente del hormigón antes y después de la compactación

Después de la compactación, mida (hasta el milímetro más cercano), la distancia entre la superficie del hormigón y el borde superior del recipiente en el medio de cada lado del recipiente. Determine la media de los valores de las cuatro mediciones. (ver Figura 6).

4.5.4 Resultados del ensayo

El grado de compactabilidad se calcula mediante la Ecuación (1)

$$C = \frac{h_1}{h_1 - h_2} \quad (1)$$

Donde:

C es el grado de compactabilidad;

h_1 es la altura del recipiente;

h_2 es el valor promedio (al milímetro más cercano), de la distancia de la superficie del hormigón compactado al borde superior del recipiente;

4.5.5 Reporte de los resultados

Además de la información solicitada en el Capítulo 7, el informe del ensayo incluirá lo siguiente:

- a) la altura interior del recipiente;
- b) medidas de la distancia del borde superior del recipiente a la superficie del hormigón compactado;
- c) grado de compactabilidad, expresado lo más cercano posible a dos espacios decimales.

4.6 Ensayo de la mesa de fluidez

4.6.1 Principio

En este ensayo se determina la consistencia del hormigón fresco midiendo su esparcimiento sobre una superficie plana que es sometida a sacudidas.

Este ensayo de fluidez es aplicable al rango de consistencia del hormigón que corresponde a valores de fluidez entre 340 mm y 620 mm. Fuera de este rango, las mediciones de fluidez son inadecuadas y deben aplicarse otros métodos para determinar la consistencia.

Si el hormigón se segrega durante el ensayo, se considera que la prueba no es adecuada (ver I Apartado 4.6.3).

4.6.2 Aparatos

4.6.2.1 Mesa de fluidez: consiste en un plato plano móvil con un área de 700 mm \pm 2 mm sobre la que se coloca el hormigón, que está unido a una base rígida posibilitando la caída desde una altura fijada (ver Figura 7).

La superficie superior de la mesa debe ser metálica con un espesor de 2 mm y una planeidad dentro de 1,5 mm, tal como se definen las tolerancias en la ISO 1101. La superficie el metal debe ser resistente al ataque de la pasta de cemento y no ser propensa a la oxidación. Esta parte móvil tendrá una masa de 16 kg \pm 0,5 kg y puede fijarse utilizando un pasador con bisagra que permita verificar la masa. La construcción del plato evitará la deformación de la superficie superior. El plato se fija con bisagras a la base, impidiendo que los áridos puedan quedar atrapados fácilmente entre éstas superficies.

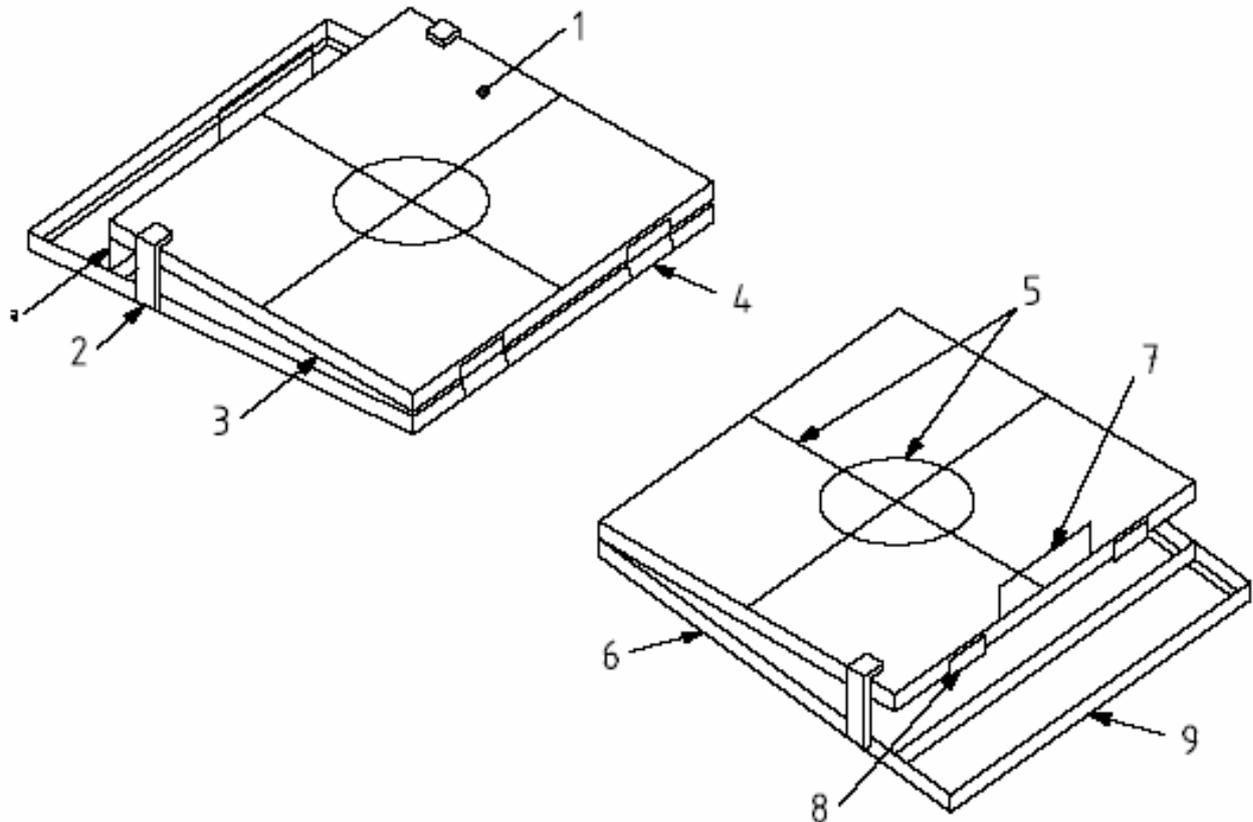
El centro de la mesa se marcará con una cruz, utilizando líneas paralelas a los bordes del plato y se situará un círculo central con un diámetro de 210 mm \pm 1 mm.

A las esquinas delanteras del plato, se fijarán dos bloques duros y rígidos, firmemente unidos a la parte inferior. Estos no deben ser absorbentes y no deben deformarse cuando se humedezcan. Estos topes transferirán la carga de la parte superior de la mesa a la base sin que se produzcan deformaciones. El marco inferior se construirá de forma tal que la carga se transfiera directamente a la superficie sobre la que se sitúa el aparato, de manera que exista mínima posibilidad de la parte superior de la mesa a rebotar cuando se deje caer libremente.

El resto de la base posibilitará la estabilidad de la mesa cuando está en uso.

La altura de caída del plato móvil, medida en la línea central del borde delantero, se limitará a $40 \text{ mm} \pm 1$ por medio de uno o más topes.

Para poder alzar el plato móvil se colocará una agarradera o asa que asegure su levantamiento y la caída libre del mismo por su propio peso a toda la altura a que es elevado.



1 plato metálico
2 tope superior
3 parte superior de la mesa
4 bisagras exteriores
5 marcas

6 marco de la base
7 agarradera de levantamiento
8 tope inferior
9 tablero
a Recorrido limitado a $40 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$.

Figura 7 — Mesa de fluidez típica

4.6.2.2 Cono: el cono se hará de metal que no reaccione con la pasta de cemento y no sea propenso a oxidarse, con espesor mínimo de 1,5 mm. El interior del cono será liso, libre de protuberancias tales como remaches o salientes y exento de abolladuras. El cono tendrá forma de tronco cónico hueco con las dimensiones internas siguientes:

- diámetro de la base: $200 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$;
- diámetro de la parte superior : $130 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$;
- altura: $200 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$.

La base y la parte superior estarán abiertas y serán paralelas entre sí formando un ángulo recto con el eje del cono. El cono está provisto de dos piezas metálicas en la base y dos asas encima (ver Figura 8). El cono puede fijarse a la mesa y liberarse sin movimiento.

Las medidas se indican en mm

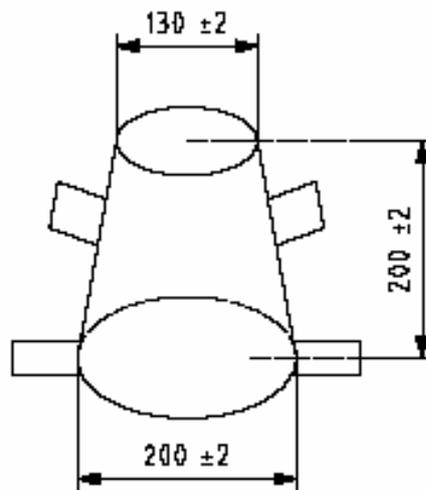


Figura 8 — Cono

4.6.2.3 Barra apisonadora: hecha de material duro, no absorbente con una sección transversal cuadrada de $40 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ y al menos 200 mm de longitud. Con una prolongación de 120 mm a 150 mm, de sección circular que sirve de mango a la barra (ver Figura 9).

Las medidas se indican en mm

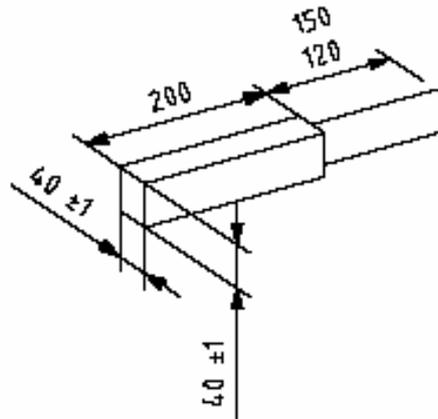


Figura 9 — Barra apisonadora

4.6.2.4 Cucharón: con un ancho de aproximadamente 100 mm.

4.6.2.5 Bandeja de remezclado: hecha de dimensiones mínimas de 900 mm x 900 mm x 50 mm de profundidad, de construcción rígida y hecho de un material no absorbente y resistente a la pasta de cemento.

4.6.2.6 Cuchara de miniestra: de boca cuadrada.

4.6.2.7 Regla: con una longitud mínima de 700 mm, con subdivisiones de 5 mm a lo largo de toda su longitud.

4.6.2.8 Cronómetro: con una precisión de ± 1 s.

4.6.3 Procedimiento

Se sitúa la mesa de fluidez sobre una superficie plana horizontal que no esté expuesta a vibraciones e impactos externos. Se asegura que la parte superior de la tabla pueda alzarse hasta el tope superior y caer libremente hasta el inferior. Se chequea que la mesa esté soportada de tal modo que cuando la parte superior de la misma caiga sobre el soporte inferior, haya una tendencia mínima a rebotar.

Asegúrese que la mesa y el cono estén limpios y humidézcalos inmediatamente antes de efectuar el ensayo, pero sin que quede humedad excesiva en la superficie.

Asegúrese que los bloques de contacto estén limpios. Se coloca el molde centrado sobre la mesa y se mantiene en posición auxiliándose de los dos aditamentos inferiores o mediante el uso de imanes.

Se llena el cono en dos capas iguales utilizando el cucharón. Se nivela cada capa apisonándola 10 veces con la barra. Si es necesario añada más hormigón a la segunda capa para mantener un exceso de material sobre el cono. Utilizando la barra pisón se nivela el hormigón en la parte superior del cono y se limpia la mesa de cualquier exceso de hormigón.

Transcurridos 30 s después de colocado el hormigón se levanta lentamente el cono por las asas en un tiempo de 3 s a 6 s. Mientras el operador estabiliza la mesa de fluidez situándose sobre el tablero frente a la misma, levanta ligeramente la parte superior de la mesa hasta llegar al tope de forma tal que no se golpee fuertemente.

Después se deja caer libremente hasta el tope inferior. El ciclo se repite hasta completar 15 caídas, cada caída debe durar no menos de 2 s, ni más de 5 s. Se mide con la regla las dimensiones máximas del hormigón esparcido en las dos direcciones d_1 y d_2 paralelas a los bordes de la tabla y se registran dos medidas con una aproximación a los 10 mm más cercano. (ver Figura 10)

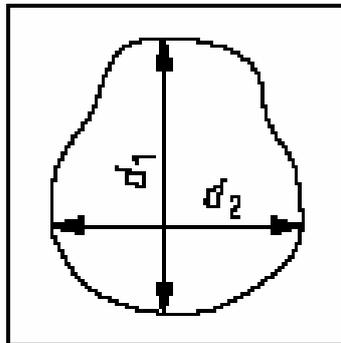


Figura 10 — Medida del esparcimiento

Cheque la segregación del hormigón esparcido. La pasta de cemento se puede segregar del árido grueso, provocando un anillo que se extiende varios milímetros más allá del árido grueso. Si esto ocurre, informe que existe segregación y que el hormigón era por consiguiente poco satisfactorio.

4.6.4 Resultado del ensayo

Determine el valor de la fluidez por $(d_1 + d_2) / 2$ y se registra a los 10 mm más cercanos.

4.6.5 Reporte del ensayo

Además de los detalles requeridos en el ensayo en el Capítulo 7, el informe de la prueba incluirá lo siguiente:

- velocidad de las sacudidas en segundos, para las 15 sacudidas
- dimensión d_1 expresada en milímetros
- dimensión d_2 expresada en milímetros
- resultados de $(d_1 + d_2) / 2$ expresado en milímetros
- información de cualquier segregación observada

4.7 Ensayo del flujo – extensión

4.7.1 Generalidades

Este método se utiliza para determinar el flujo-extensión de hormigones de alta fluidez (incluyendo los hormigones autocompactantes) con gran escurrimiento, hormigones anti-derramables que permanecen coherentes bajo agua y similares. Este método de ensayo se aplica a hormigones con más de 210 mm de asentamiento.

4.7.2 Principio

El hormigón se coloca en el molde en forma de cono. Cuando el cono se levanta hacia arriba, tres medidas darán el valor de la consistencia del hormigón:

- El flujo – extensión medido;
- el tiempo en el que el hormigón fluya hasta un diámetro de 500 mm;
- el tiempo en que haya terminado de fluir.

4.7.3 Aparatos

4.7.3.1 Molde (cono de asentamiento), tal como se describe en el Apartado 4.3.2.1.

El molde debe ser verificado anualmente para asegurarse que sus dimensiones y las condiciones permanecen dentro de las tolerancias. Antes de cada uso compruebe visualmente el molde para verificar que esté limpio y no esté dañado o mellado.

4.7.3.2 Varilla de compactación: tal como está descrita en el Apartado 4.3.2.2.

La varilla será verificada anualmente para asegurar que sus dimensiones y condiciones permanecen dentro de las tolerancias.

4.7.3.3 Base plana /Superficie de la base: tal como está descrita en el Apartado 4.3.2.5

La base plana tendrá las dimensiones mínimas de 800 mm x 800 mm, y estarán marcados en su superficie dos círculos concéntricos:

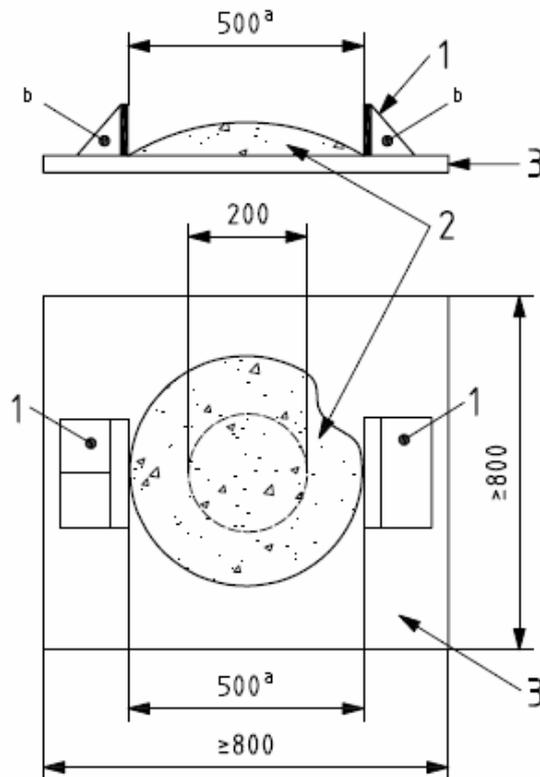
- un círculo con diámetro de 200 mm para ayudar a la correcta ubicación del cono
- un círculo con diámetro de 500 mm para medir el tiempo en el que el hormigón fluyó hasta esta medida (ver el Apartado 4.7.4.4).

4.7.3.4 compás calibrador y escala medidora: con incrementos de 1 mm

4.7.3.5 Guías de medición (optativo), tal como se muestran en la Figura 11.

NOTA: Dos angulares de acero, por ejemplo, son la solución aceptable para estas guías

Las guías de medición se pueden omitir si el flujo se puede medir con precisión utilizando una escala medidora.



1 Guías de medición; 2 Hormigón; 3 Placa base; a. Medición con una escala; b 90°

Figura 11 — Guías de medición típicas

4.7.3.6 Recipiente: como un cubo, con una capacidad de aproximadamente 12 L.

4.7.3.7 Cronómetros: dos, capaces de medir el tiempo con una exactitud de $\pm 0,1$ s.

Los cronómetros estarán calibrados en el momento del ensayo.

4.7.3.8 Nivel

4.7.3.9 Paño húmedo

4.7.4 Procedimiento

4.7.4.1 Colocación del molde (cono de asentamiento) y la placa base

Limpie y humedezca la superficie interna del molde y la superficie de la placa base. Elimine el agua en exceso de la superficie utilizando un paño absorbente. Coloque la base en un lugar firme y fuera de cualquier fuente de vibración y nivele la placa base utilizando el nivel. Coloque el molde en el centro de la placa base en el círculo marcado.

4.7.4.2 Llenado del molde

Inmediatamente después de obtener la muestra, llene el molde colocando rápidamente el hormigón en el cono. Durante el llenado sostenga e inmovilice el molde firmemente en el lugar parado sobre las dos piezas destinadas para esto. El relleno del molde se hará cuidadosamente para evitar la segregación y el sobrellenado del molde, todo se realizará aproximadamente en 2 min.

El hormigón de alta fluidez será colocado en el molde uniformemente en una sola capa sin compactación.

El hormigón anti-lavable bajo agua deberá ser colocado en el molde en tres capas. Compactando cada capa con la varilla 25 veces tal como se describe en el Apartado 4.3.3.

Se registrará la forma de llenado del hormigón en el molde.

4.7.4.3 Medida y cálculo del flujo – extensión

Enrase inmediatamente el hormigón de la parte superior del molde al nivel del borde del cono de asentamiento. Retire el cono del hormigón elevándolo verticalmente de forma firme y continua. Después que el movimiento cesa, mida el diámetro en la dirección donde parece ser más largo y en dirección a los ángulos rectos de la primera medición, ambas medidas se recogerán con una aproximación de 5 mm. Si la forma del hormigón se desvía significativamente de la forma circular y la diferencia entre los dos diámetros es de 50 mm o más, se debe realizar otro ensayo con otra muestra tomada de la misma amasada.

El tiempo para levantar el cono 300 mm será 2 s a 3 s. En el caso dónde la muestra se adhiera ligeramente al cono y después caiga, el cono se levantará despacio sobre los 10 s. Si una cantidad grande de la muestra permanece adherida dentro del cono, reporte el ensayo como nulo y describa la causa. Se realizará nuevamente el ensayo con otra muestra tomada de la misma amasada.

El flujo – extensión será el promedio de las dos medidas. Se calculará y redondeará con una precisión de 10 mm.

4.7.4.4 Medición del tiempo del flujo a 500 mm

Mida el tiempo con el cronómetro y con una exactitud de 0,1 s, desde el inicio del levantamiento del molde hasta que el hormigón alcance el círculo de diámetro 500 mm marcado en la placa base.

4.7.4.5 Medida del tiempo final del flujo

Mida el tiempo con el cronómetro y con una exactitud de 0,1 s, desde el inicio del levantamiento del molde hasta que se observe que el hormigón se detiene.

4.7.5 Reporte de ensayo

Además de los detalles requeridos en el ensayo en el Capítulo 7, el informe de la prueba incluirá lo siguiente:

- a) flujo de extensión;
- b) tiempo de flujo a 500 mm;
- c) tiempo final de flujo;
- d) segregación, reconocida por el examen visual;
- e) método de llenado y compactación del hormigón;

5 Determinación de la densidad del hormigón fresco

5.1 Principio

El hormigón fresco es compactado en un recipiente rígido, calibrado y estanco y entonces es pesado.

Este método de ensayo puede no ser aplicable al hormigón aireado o al hormigón muy seco que no puede ser compactado por vibración normal y se necesita cuidado para su empleo en estos hormigones.

5.2 Aparatos

5.2.1 Recipiente: impermeable, de rigidez suficiente para mantener su forma, hecho de metal resistente al ataque de la pasta de cemento, con la superficie interior lisa, con el borde maquinado para obtener una superficie plana del borde superior.

El borde y la base serán paralelos. La dimensión más pequeña del diámetro interno y la altura del recipiente deben ser al menos cuatro veces el tamaño máximo del árido en el hormigón, pero será no menor de 150 mm. El volumen del recipiente no debe ser menor de 5 L. La relación del diámetro a la altura del recipiente será: $1,25 \geq dc/hc \geq 0,5$.

El recipiente debe ser calibrado de acuerdo con lo que se establece en el Anexo B para obtener el volumen (V) del mismo. El recipiente estará calibrado en el momento de su utilización. La frecuencia de calibración no debe ser menos de una vez al año.

5.2.2 Embudo de relleno: (optativo), hecho de metal que no reaccione con la pasta de cemento, que encaje herméticamente al recipiente.

NOTA: El llenado del recipiente se puede simplificar con el empleo del embudo de relleno

5.2.3 Medios de compactación del hormigón: en el recipiente, puede ser uno de los siguientes:

- a) **Vibrador interno:** con una frecuencia mínima de 120 Hz (7 200 oscilaciones por minuto). El diámetro de la cabeza del vibrador no deberá exceder de un cuarto de la dimensión más pequeña del recipiente;
- b) **Mesa vibradora:** con una frecuencia mínima de 40 Hz (2 400 oscilaciones por minuto);
- c) **Varilla de compactación:** de sección circular, recta, hecha de acero, con un diámetro de 16 mm \pm 1 mm, longitud de 600 mm \pm 5 mm y con los extremos redondeados, aproximadamente semiesféricos;

d) **Barra compactadota:** de sección cuadrada o circular, con masa mayor que 1,8 kg para compactación manual.

5.2.4 Balanza: capaz de determinar la masa del hormigón compactado con una precisión del 0,1%.

5.2.5 Enrasador con borde recto: hecho de acero con longitud no menor de 100 mm por encima que la dimensión máxima interna de la parte superior del recipiente.

5.2.6 Cuchara de miniestra: de boca cuadrada.

5.2.7 Bandeja de remezclado: de construcción rígida, hecha de un material no absorbente y un material resistente al ataque a la pasta de cemento.

La bandeja será de dimensiones apropiadas de manera que el hormigón pueda ser completamente remezclado y homogenizado usando la Cuchara de miniestra de boca cuadrada.

5.2.8 Cucharón grande: aproximadamente con 100 mm de ancho

5.2.9 Frota de acero

5.2.10 Paño húmedo

5.2.11 Mazo

5.3 Muestreo

Las muestras para los ensayos se obtendrán de acuerdo con la NC 167:2002. Las muestras serán remezcladas y homogenizadas antes de realizar el ensayo.

5.4 Procedimiento

5.4.1 Masa del recipiente

Pese el recipiente para determinar su masa, m_1 , y registre el valor indicado.

5.4.2 Llenado del recipiente

Si se utiliza el embudo, asegúrese que la cantidad de hormigón empleado para llenar el recipiente sea tal que permanezca en el embudo después de la compactación, con un espesor del 10 % al 20 % de la altura del recipiente.

Llene el recipiente como mínimo con dos capas de hormigón.

5.4.3 Compactación del hormigón

5.4.3.1 Generalidades

Compacte el hormigón inmediatamente después de colocado en el recipiente de manera tal que se obtenga una completa compactación del hormigón sin segregación o separación de lechada. Compacte cada capa usando uno de los métodos descritos en los Apartados 5.4.3.2 ó 5.4.3.3

NOTA 1: Usando la vibración mecánica, se logra una compactación completa cuando no se observa la aparición de burbujas grandes de aire en la superficie del hormigón y la superficie se torna relativamente lisa con una apariencia vidriosa sin excesiva segregación.

NOTA 2: Para producir una completa compactación manual, el número de golpes requerido por capa dependerá de la consistencia del hormigón.

5.4.3.2 Vibración mecánica

5.4.3.2.1 Compactación con vibrador interno

Aplice la vibración con la duración mínima necesaria para lograr la compactación completa del hormigón. Evite la sobre-vibración, que puede provocar pérdida de aire incorporado.

Debe tenerse cuidado de no dañar el recipiente. Se recomienda el uso del embudo de llenado.

NOTA: Los ensayos de laboratorio han mostrado que cuando se utiliza un vibrador interno es necesario tener un gran cuidado para evitar la pérdida del aire incorporado.

Asegúrese que el vibrador se mantiene vertical y no permita que toque el fondo o los lados del recipiente.

5.4.3.2.2 Compactación con la mesa vibratoria

Aplice la vibración en la duración mínima necesaria para lograr la compactación completa del hormigón. El recipiente debe fijarse firmemente a la mesa. Evite el exceso de vibración que puede causar pérdida del aire incorporado.

5.4.3.3 Compactación a mano con varilla de compactación o barra compactadora

Distribuya los golpes de una manera uniforme con la varilla en toda la superficie a través de toda la sección transversal del hormigón. Asegúrese que la vara compactadora o la barra no golpee fuertemente el fondo del recipiente al compactar la primera capa y no penetre en la capa anterior del resto de las capas significativamente. Aplique al menos 25 golpes por capa. Para eliminar el aire atrapado pero no el aire introducido, después de la compactación de cada capa, golpee los lados del recipiente suavemente con el mazo hasta que las burbujas de aire cesen de aparecer en la superficie y que las depresiones y oquedades dejadas por la varilla o la barra de compactación sean eliminadas.

5.4.4 Nivelación de la superficie

Después de que la capa superior ha sido compactada, nivele y alise la superficie con la llana de acero, enrase la superficie con el enrasador y limpie la superficie exterior del recipiente.

5.4.5 Determinación de la masa y el volumen del recipiente

Pese el recipiente con el hormigón contenido y determine su masa (m_2) y anote el valor indicado. El volumen V , del recipiente puede ser determinado según se establece en el Anexo B.

5.5 Resultados del ensayo

La densidad es calculada mediante la Ecuación (2):

$$\rho_{fr} = \frac{m_2 - m_1}{V} \quad (2)$$

Donde:

ρ_{fr} es la densidad del hormigón fresco, en kilogramos por metros cúbicos

m_1 es la masa del recipiente, en kilogramos

m_2 es la masa del recipiente en kilogramos mas la masa del hormigón contenido en el recipiente

V es el volumen del recipiente en metros cúbicos

La densidad del hormigón puede ser expresada a los 10 kg /m³ más cercanos.

Las ecuaciones para calcular el volumen de hormigón por amasada y el contenido de cemento por metro cúbico están dadas en el Anexo C.

5.6 Reporte de ensayo

Además de la información requerida en el Capítulo 7, el informe de la prueba incluirá lo siguiente:

- a) densidad calculada del hormigón fresco compactado;
- b) consistencia del hormigón (opcional);
- c) volumen el hormigón calculado por amasada (cuando se requiera);
- d) contenido de cemento calculado del hormigón (cuando se requiera).

6 Determinación del contenido de aire

6.1 Generalidades

Los métodos descritos en este apartado son aplicables a hormigones hechos con áridos de peso normal o relativamente densos que pasan por el tamiz de 63 mm.

No se aplica a hormigones hechos con áridos ligeros o de elevada absorción

Se describen dos métodos, ambos utilizan aparatos basados en el principio de la ley de Boyle-Mariotte. A propósito de la referencia, los dos métodos se designan como el método de la medida de presión y el método de la columna de agua y los aparatos respectivos como el medidor de la presión de aire y el medidor de la columna de agua.

6.2 Muestreo

Tome la muestra de hormigón de acuerdo a lo establecido en la Norma Cubana NC 167. Si el hormigón presentara partículas del árido grueso que puedan ser retenidas en el tamiz de 63 mm, tamice una cantidad suficiente de la muestra representativa por el tamiz de 63 mm para llenar el recipiente y algo más. Lleve a cabo la operación de tamizado con la mínima pérdida de mortero.

No haga esfuerzos para limpiar el mortero adherido a las partículas gruesas retenidas en el tamiz. Remezcle y homogenice la muestra antes de llevar a cabo el ensayo.

6.3 Llenado del recipiente y compactación del hormigón

6.3.1 Medios de compactación

La forma de compactar el hormigón en el contenedor puede ser de una de las siguientes:

- a) vibración interna con una frecuencia mínima de 120 Hz (7 200 oscilaciones por minuto). El diámetro de la cabeza del vibrador no debe exceder de un cuarto de la dimensión más pequeña del recipiente;
- b) mesa vibradora con una frecuencia mínima de 40 Hz (2 400 oscilaciones por minuto);
- c) varilla de compactación, de sección circular, recta, hecha de acero, con un diámetro de 16 mm \pm 1 mm, longitud de 600 mm \pm 5 mm y con los extremos aproximadamente semiemisféricos;
- d) barra compactadora, de sección cuadrada o circular con la masa mayor que 1,8 kg para la compactación manual.

6.3.2 Llenado del recipiente

Usando el cucharón grande, ponga el hormigón en el recipiente de manera tal que remueva lo más que se pueda, el aire incorporado. Coloque el hormigón en tres capas aproximadamente de igual espesor. Compacte el hormigón inmediatamente después de ponerlo en el recipiente, de tal una manera que se produzca una compactación completa en el hormigón sin segregación ni separación de lechada de mortero. Compacte cada capa siguiendo el método descrito en 6.3.3.

NOTA 1: Usando la vibración mecánica, se logra una compactación completa cuando no se observa la aparición de burbujas grandes de aire en la superficie del hormigón y la superficie se torna relativamente lisa con una apariencia vidriosa, sin excesiva segregación.

NOTA 2: Para producir una completa compactación a mano, el número de golpes por capa requerida dependerá de la consistencia del hormigón.

La cantidad de material usada en la última capa será suficiente para llenar el recipiente sin tener que quitar el exceso de material. Una cantidad pequeña de hormigón adicional puede agregarse si es necesario y además compactado para llenar el recipiente.

6.3.3 Compactación del hormigón

6.3.3.1 General

Compacte el hormigón por uno de los métodos descritos a continuación:

6.3.3.2 Vibración mecánica

6.3.3.2.1 Compactación con el vibrador externo

Aplique la vibración por una duración mínima necesaria para lograr la compactación completa del hormigón. Evite la sobre-vibración, que puede causar la pérdida de aire incorporado.

Debe tener cuidado de no dañar el recipiente. Se recomienda el uso del embudo de llenado.

NOTA: Los ensayos de laboratorio han mostrado que cuando se utiliza un vibrador interno es necesario tener un gran cuidado para evitar la pérdida del aire incorporado.

Asegure que el vibrador se mantenga vertical y sin tocar el fondo o lados del recipiente

6.3.3.2 Compactación con mesa vibradora

Aplique la vibración con la duración mínima necesaria para lograr la compactación completa del hormigón. El recipiente debe fijarse firmemente a la mesa. Evite el exceso de vibración que puede causar la pérdida del aire incorporado.

6.3.3.3 Compactación a mano con varilla de compactación o barra compactadora

Distribuya los golpes de la varilla o de la barra compactadora de una manera uniforme a través de toda la sección transversal del molde. Asegúrese que la varilla o la barra compactadora no golpee fuertemente el fondo del recipiente al compactar la primera capa, ni penetre significativamente en capa anterior del resto de las capas. Someta al hormigón al menos a 25 golpes por capa. Con el objetivo de eliminar los bolsones o el aire atrapado pero no el aire incorporado, después de la compactación de cada capa, golpee los lados del recipiente suavemente con el mazo hasta que las burbujas de aire aparezcan en la superficie y se eliminen las oquedades dejadas por la varilla o la barra compactadora.

6.4 Método mediante indicador de presión

6.4.1 Principio

Un volumen determinado de aire a una presión conocida se introduce en una cámara de aire sellada con el volumen de la muestra de hormigón que posee un volumen de aire desconocido. El dial del indicador de presión del equipo es calibrado en términos del porcentaje de aire para la presión resultante.

6.4.2 Equipos

El equipo será calibrado utilizando el procedimiento que aparece en el Anexo E, en el momento de efectuar el ensayo.

Es recomendable calibrar el equipo frecuentemente en dependencia de su utilización, pero al menos una vez al año.

6.4.2.1 Aparato del método de indicador de presión: que consistirá de las siguientes partes (ver Figura 12):

a) **recipiente:** vasija cilíndrica con un borde, de acero u otro metal duro, resistente a la pasta de cemento, con una capacidad nominal de 5 L y una relación diámetro-altura no menor de 0,75 y hasta 1,25.

El borde o anillo exterior y las superficies interiores del recipiente serán maquinados y con un acabado liso. El recipiente será estanco y el ensamblado de la tapa serán adecuados para soportar una presión de operación de aproximadamente 0,2 MPa.

b) **tapa del recipiente:** consiste en una tapa rígida con reborde, de acero u otro metal duro que no sea atacado por la pasta de cemento.

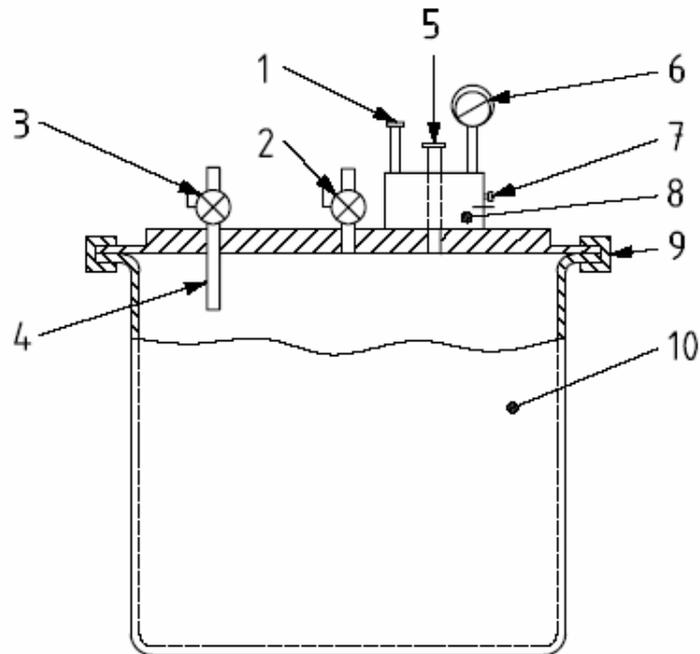
El anillo exterior y la superficie inferior del borde, así como las superficies interiores se mecanizarán a un acabado liso. La tapa dispondrá de lo necesario para ser acoplada al recipiente constituyendo un sello de presión sin permitir la entrada de aire en la junta entre los rebordes de la tapa y el recipiente.

c) **Indicador de presión:** fijado al ensamblaje de la tapa, calibrado para indicar el contenido de aire de 0 % a 8% y preferiblemente hasta el 10 %.

La escala del medidor estará graduada de la siguiente manera:

- 0,1 % para el rango de (0 a 3) %;
- 0,2 % para el rango de (3 a 6) %;
- 0,5 % para el rango de (6 a 10) %.

d) **la bomba del aire:** una bomba de presión que puede estar ensamblada en la tapa.



1. bomba
2. válvula B
3. válvula A
4. tubo de extensión para chequear la calibración
5. válvula principal del aire
6. medidor de presión
7. válvula para el sangrado del aire
8. cámara de aire
9. dispositivo de seguridad
10. recipiente

Figura — 12 Equipo del método del indicador de presión

6.4.2.2 Cucharón: de aproximadamente 100 mm de ancho.

6.4.2.3 Bandeja de muestreo: con dimensiones mínimas de 900 mm x 900 mm x 50 de profundidad, de construcción rígida y fabricada de un material no absorbente y que no reaccione con la pasta de cemento.

6.4.2.5 Jeringa: de goma, adecuada para inyectar el agua en el recipiente a través de la válvula A o la válvula B.

6.4.2.6 Mazo: de superficie suave, con una masa de aproximadamente 250 g.

6.4.3 Llenado del recipiente y compactación del hormigón

Llene el recipiente y compacte el hormigón tal como se describe en el Apartado 6.3

6.4.4 Procedimiento

Limpie completamente los bordes del recipiente y el aditamento de ensamble de la tapa. Coloque el ensamble de la tapa en su lugar y asegúrese de que haya un acople perfecto entre la tapa y el recipiente. Cierre la válvula principal y abra las válvulas A y B. Con la jeringa plástica inyecte el agua a través de la válvula A o la válvula B hasta que el agua salga por la otra válvula. Golpee ligeramente el recipiente con el mazo hasta que el aire atrapado sea expelido.

Asegure que la válvula para el drenaje del aire esté cerrada y bombee aire dentro de la cámara hasta que la aguja del indicador de presión esté en la línea de presión inicial. Se dejan unos segundos para que el aire comprimido se enfríe hasta temperatura ambiente y establezca la aguja del indicador de presión en la línea de la presión inicial bombeando o drenando el aire si es necesario. Durante este proceso golpee ligeramente el indicador de presión. Cierre las válvulas A y B y entonces abra la válvula de aire principal. Golpee fuertemente los costados del recipiente. Golpee suavemente el indicador de presión para estabilizarlo, entonces lea y registre el valor mostrado en el indicador de presión, que es el porcentaje aparente de aire C_1 . Abra las válvulas A y B para liberar la presión antes de quitar la tapa.

6.5 Método de la columna de agua

6.5.1 Principio

El agua es introducida a una altura predeterminada encima de una muestra de hormigón compactado de volumen conocido en un recipiente sellado y se aplica sobre el agua una presión de aire predeterminada. La reducción en el volumen de aire en la muestra de hormigón es medida por la cantidad en que disminuye el nivel del agua. La columna de agua ha sido calibrada en términos del porcentaje de aire de la muestra de hormigón.

6.5.2 Aparatos

6.5.2.1 Generalidades

El equipo será calibrado en el momento del ensayo, utilizando el procedimiento descrito en el Anexo F. Si el equipo ha sido trasladado a una ubicación que difiere en elevación en más de 200 m de la ubicación en que fue calibrado, éste debe ser recalibrado. (ver Anexo F)

Es recomendable que el equipo sea calibrado con frecuencia en dependencia de su uso, al menos una vez al año.

6.5.2.2 Aparato del método de la columna de agua: que consistirá de las siguientes partes (ver Figura 13):

a) **recipiente:** vasija cilíndrica con reborde, de acero u otro metal duro, resistente al ataque de la pasta de cemento, con una capacidad nominal de 5 L como mínimo y una relación diámetro-altura no menor de 0,75 ni mayor de 1,25.

El anillo exterior y la superficie superior del reborde, así como la superficie interior del recipiente, serán maquinados y con un acabado liso. El recipiente será estanco y además tanto él como el ensamblaje de la tapa serán adecuados para operar a una presión de aproximadamente 0,1 MPa y debe ser suficientemente rígido para limitar la constante de expansión de la presión, e , (ver Figura 8) a no más que 0,1 % de contenido de aire.

b) **tapa de ensamble:** tapa rígida de cierre cónico con reborde, con una columna de alimentación de agua

La tapa de ensamble será de acero u otro metal duro que no sea atacada por la pasta de cemento y tendrá una superficie interior inclinada no más de 10° de la superficie del reborde. El borde exterior y la junta así como las superficies interiores se mecanizarán a un acabado liso. La tapa estará provista del aditamento de sellado a presión para ser acoplada al recipiente sin atrapar el aire en la junta entre las pestañas de la tapa y el recipiente.

c) **Tubo vertical:** consiste en un tubo de cristal graduado de diámetro uniforme o un tubo de metal de diámetro uniforme con un cristal graduado adjunto

La escala estará calibrada para indicar contenidos de aire de 0 % a 8%, preferiblemente hasta 10 %. La escala graduada contará con divisiones iguales de 0,1 % del contenido de aire, las divisiones no serán nunca menores de 2 mm.

NOTA: Es conveniente una escala donde 25 mm equivalen a un 1 % del contenido de aire.

d) **La tapa:** la tapa estará fijada con un dispositivo adecuado de respiradero de la cámara de aire, una válvula de entrada de aire sin retorno y una pequeña válvula para el drenaje del agua.

La presión aplicada será indicada por el indicador de presión que se encuentra conectado a la cámara de aire, encima de la columna de agua. El indicador estará graduado con divisiones cada 0,005 MPa, las divisiones serán no menores de 2 mm. El indicador tendrá una escala completa de lectura de 0,2 MPa.

e) **plato de desviación o tubo de rocío:** un disco fino no corrosible de no menos de 100 mm de diámetro que minimiza la alteración del hormigón cuando se añade agua al equipo

Por otra parte, un tubo de rocío de latón de diámetro apropiado que puede ser parte integrante del ensamblaje de la tapa o puede usarse separadamente. El tubo de rocío se construirá de manera que cuando se añade agua al recipiente, se rocíe en las paredes de la tapa de tal manera que al fluir hacia abajo por los lados se obtenga una alteración mínima del hormigón.

f) **la bomba de aire (presión):** con una conexión que facilita la válvula de entrada del aire en el ensamblaje de la tapa.

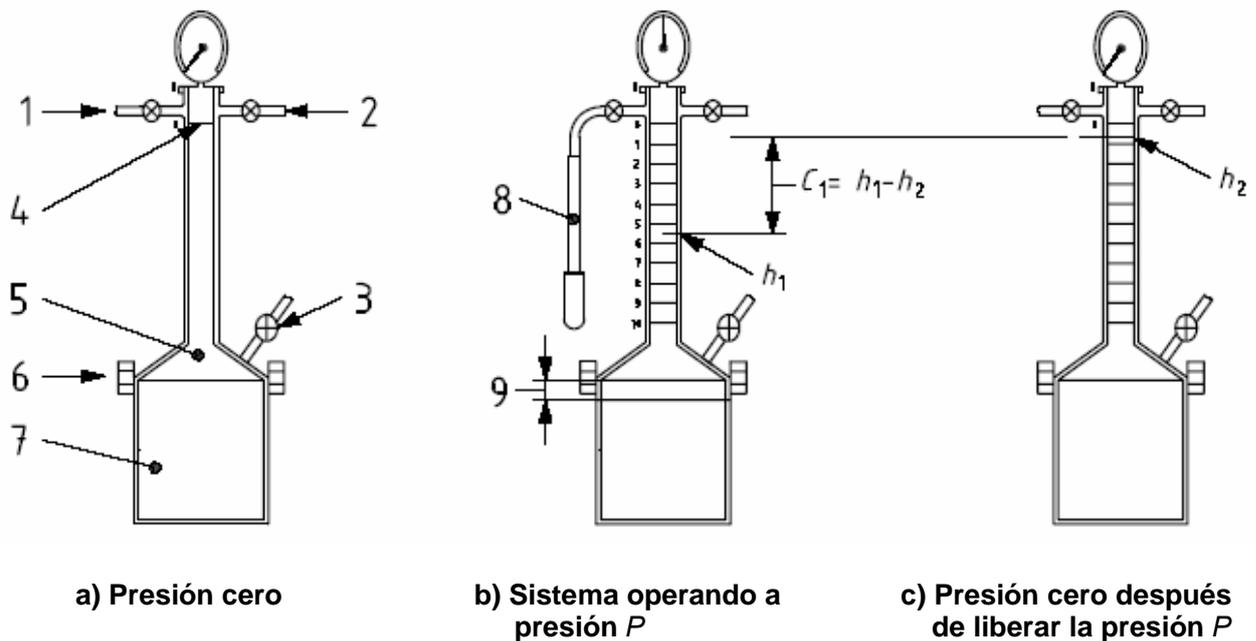
6.5.2.3 cucharón: de aproximadamente 100 mm de ancho.

6.5.2.4 Bandeja de remezclando: de construcción rígida y hecha de un material no-absorbente y que no sea atacado por la pasta de cemento. Será de dimensiones apropiadas de manera que el hormigón pueda ser mezclado completamente con la cuchara de miniestra de punta cuadrada

6.5.2.5 Cuchara de miniestra: de boca cuadrada.

6.5.2.6 Recipiente: con un tubo y capacidad de 2 L a 5 L, para llenar el equipo con agua.

6.5.2.7 Mazo: de superficie suave, con una masa aproximadamente de 250 g.



- 1. válvula de no retorno
- 2. válvula de entrada de aire
- 3. válvula de sangrado
- 4. marca
- 5. cámara de agua
- 6. aditamento de seguridad

- 7. hormigón
- 8. bomba de aire

h_1 lectura de la presión P obtenida en el ensayo
 h_2 lectura de la presión P después que ha sido descargado

$h_1 - h_2 = C_1$ Con el recipiente conteniendo el hormigón.

$h_1 - h_2 = G$ (Factor de corrección del árido) cuando el recipiente contiene solo áridos y agua.

$C_1 - G = C_c$ (Contenido de aire del hormigón fresco).

Figura — 13 Equipo del método de la columna de agua

6.5.3 Llenado del recipiente y compactación del hormigón

Llene el recipiente y compacte el hormigón según el procedimiento descrito en el Apartado 6.3.

6.5.4 Procedimiento

Limpie cuidadosamente el reborde del recipiente y el ensamblaje de la tapa. En ausencia del tubo de rocío, coloque el plato de desviación, centralmente sobre el hormigón y presiónelo para hacer contacto. Sujete el ensamblaje de la tapa en el lugar y asegúrese que hay una presión correcta de sellado entre la tapa y el recipiente. Llene el aparato con agua y golpéelo ligeramente con el mazo para eliminar el aire adherido en las superficies interiores de la tapa. Lleve el nivel del agua en la columna de alimentación a cero drenando a través de la pequeña válvula de respiración. Cierre la válvula de respiración y aplique la presión P por medio de la bomba de aire. Anote la lectura del tubo del indicador h_1 , y libere la presión. Lea de nuevo el tubo indicador y si la lectura h_2 es 0,2% del contenido de aire o menor, anote el valor $(h_1 - h_2)$ como el contenido de aire aparente, C_1 , hasta el 0,1% de aire más cercano. Si h_2 es mayor que 0,2% del contenido de aire, aplique de nuevo la

presión de operación, P , obteniendo una lectura del tubo indicador h_3 y una lectura h_4 después de liberar la presión. Si $(h_4 - h_2)$ es 0,1% del contenido de aire o menos, anote el valor $(h_3 - h_4)$ como el contenido de aire aparente. Si $(h_4 - h_2)$ es mayor que 0,1% del contenido de aire, es posible que esté ocurriendo una fuga y el ensayo debe ser tomado como no válido.

6.6 Cálculo y expresión de resultados

6.6.1 Contenido de aire en la muestra ensayada

Calcule el contenido de aire, C_c , del hormigón en el recipiente por la Ecuación (3):

$$C_c = C_1 - G \quad (3)$$

Donde:

C_1 es el contenido de aire aparente de la muestra ensayada, expresado al 0,1 % más cercano,

G es el factor de corrección de los áridos, expresado al 0,1 % más cercano,

El factor de corrección de los áridos debe ser determinado como se describe en el Anexo G y en el Anexo H

Expresar el contenido de aire como un porcentaje al 0,1 % más cercano.

En algunos casos, cuando no se cuente con el equipo anterior, el contenido de aire puede ser calculado como se muestra en la Ecuación (4)

$$C_c = \frac{\rho_{abs} - \rho_{fr}}{\rho_{abs}} \times 100 \quad (4)$$

Donde:

ρ_{fr} : es la densidad del hormigón fresco, expresada en Kilogramos por metro cúbico calculado en el Apartado 5.5

ρ_{abs} : es la densidad absoluta del hormigón que no incluye el aire.

6.6.2 Contenido de aire en la fracción mortero

Cuando se requiere, calcule el contenido de aire contenido en la fracción mortero del hormigón, C_m , por la Ecuación (5):

$$C_m = \frac{100C_cV_c}{100V_m + C_c(V_c - V_m)} \quad (5)$$

Donde:

V_m : Volumen absoluto, expresado en metros cúbicos, de los constituyentes de la fracción de mortero (esto es, cemento, agua y áridos finos) del hormigón, libre de aire, determinado de la masa de la mezcla original;

V_c Volumen absoluto, expresado en metros cúbicos, de los constituyentes del hormigón, libre de aire, determinado de la masa de la mezcla original;

Expresar el contenido de aire como un porcentaje a la división más cercana de la escala

6.7 Reporte del ensayo

Además de la información requerida en el Capítulo 7, el informe de la prueba incluirá lo siguiente:

- corrección de los áridos (donde sea apropiado);
- identificación del método de ensayo y procedimiento empleado, por ejemplo: método del indicador de la presión ó método de la columna de agua ;
- información relevante del ensayo específico, por ejemplo la altitud
- contenido de aire aparente medido;
- cálculo del contenido de aire del hormigón (C_c);
- cuando se requiera, cálculo del contenido de aire en la fracción de mortero (C_m).

7 Reporte del ensayo

Además de los aspectos específicos requeridos para cada método de ensayo, el reporte incluirá la siguiente información:

- a) identificación de la muestra de ensayo;
- b) lugar de ejecución del ensayo;
- c) tiempo del desempeño del ensayo;
- d) temperatura de la muestra de hormigón remezclada (opcional);
- e) observaciones sobre la condición en se realizó el ensayo (opcional);
- f) método de compactación:
 - para la compactación mecánica, la duración,
 - para la compactación a mano, número de golpes;
- g) identificación de la persona que llevó a cabo el ensayo o parte del ensayo;

- h) alguna desviación del método de ensayo normalizado;
- i) declaración de la persona que llevó a cabo el ensayo de que éste fue llevado a cabo de acuerdo con lo establecido en esta parte de la NC ISO 1920-2, excepto como fue indicado en 7 h).

Anexo A
(informativo)

Precisión — Datos para las mediciones de la densidad

La precisión de los datos se da en la Tabla A.1. Se aplican a las medidas de densidad del hormigón fresco hechas sobre un hormigón tomado de la misma muestra y cuando cada resultado del ensayo representa la determinación de una sola densidad.

Tabla A.1 — Precisión de los datos para las mediciones de la densidad del hormigón fresco

Rango kg/m ³	Condiciones de Repetibilidad ^a		Condiciones de Reproducibilidad ^b	
	S_r kg/m ³	r kg/m ³	S_R kg/m ³	R kg/m ³
2300 a 2400	5,5	15	10,2	29

^a La diferencia entre dos resultados de ensayos de la misma muestra por un operador usando el mismo aparato dentro del intervalo de tiempo más corto posible excederá el valor r de repetibilidad sobre el promedio en no más de una vez en 20 casos con la normal y correcta operación del método.

^b Los resultados de los ensayos sobre la misma muestra, obtenida dentro del intervalo de tiempo más corto posible por dos operadores, cada uno de los cuales utiliza sus propios aparatos, diferirá por el valor de reproducibilidad R sobre el promedio en no más de una vez en 20 casos, con la normal y correcta operación del método.

NOTA 1: Los recipientes utilizados cumplirán con los siguientes requerimientos:

- Capacidad nominal: 0,01 m³;
- Diámetro interior: 200 mm ±1,5 mm;
- Altura interior: 320 mm ±1,5 mm;
- Espesor mínimo del metal: 4 mm;
- Radio entre la pared y la base: 20 mm.

NOTA 2: La precisión de los datos incluye los procedimientos del muestreo, así como la determinación de la densidad del hormigón fresco.

NOTA 3: Para otras informaciones sobre la precisión y para las definiciones de los términos estadísticos utilizados en conexión con la precisión, Ver Norma ISO 5725 (Todas sus partes).

Anexo B
(normativo)

Calibración del recipiente para el ensayo de densidad

B.1 Aparato

Los aparatos serán los que se indican a continuación:

B.1.1 Básculas o balanzas: capaces de pesar el recipiente ya sea vacío o lleno de agua con una precisión del 0,1% y registre la masa indicada

B.1.2 Plato de vidrio

B.2 Procedimiento

Pese el recipiente vacío y el plato de vidrio con una precisión de 0,1% y registre la masa indicada.

Coloque el recipiente en una superficie horizontal y llénelo con agua a una temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. El recipiente se llenará hasta el rebose y se le coloca un plato de vidrio encima para excluir cualquier burbuja de aire. Remueva cualquier exceso de agua del exterior del plato del recipiente.

Pese el recipiente, el plato de vidrio y el agua con precisión del 0,1% y registre la masa indicada.

Calcule el volumen del recipiente dividiendo la masa total de agua, expresada en kilogramos, requerida para llenar el recipiente entre 998.

Expresa el volumen, V , del contenedor en metros cúbicos, con una exactitud de 0,1%

B.3 Intervalo de calibración

El recipiente será calibrado antes de su utilización inicial y como mínimo una vez al año.

Se recomienda que la balanza sea calibrada como mínimo una vez al año.

Anexo C
(informativo)

Cálculos adicionales para el ensayo de densidad

C.1 Generalidades

Una vez que se haya determinado la densidad del hormigón fresco compactado, es posible utilizar el resultado para calcular

- a) el volumen de hormigón para cada amasada;
- b) el contenido de cemento.

C.2 Cálculo del volumen de hormigón para cada amasada

Si se requiere conocer el volumen de hormigón producido para cada amasada, se puede calcular a partir de la ecuación (C.1)

$$V_b = \frac{m_T}{\rho_{fr,c}} \quad (C.1)$$

Donde:

V_b es el volumen de hormigón producido por amasada, en metros cúbicos

m_T es la suma de las masas de todos los constituyentes del hormigón en la amasada, en kilogramos

$\rho_{fr,c}$ es la densidad del hormigón fresco completamente compactado, en kilogramos por metro cúbico

C.3 Cálculo del contenido de cemento

Si se requiere conocer el contenido de cemento del hormigón fresco, se calculará por la siguiente fórmula:

$$C = \frac{m_c}{V_b} \quad \text{ó por} \quad C = \frac{\rho_{fr,c} \times m_c}{m_T} \quad (C.2)$$

Donde:

C es el contenido de cemento, expresado en kilogramos por metro cúbico

$\rho_{fr,c}$ es la densidad del hormigón fresco completamente compactado, en kilogramos por metro cúbico

V_b es el volumen de hormigón producido por amasada, en metros cúbicos

m_T es la suma de las masas de todos los constituyentes del hormigón en la amasada, en kilogramos

m_c es la masa del cemento en la amasada, en kilogramos

El resultado se expresará a los 5 kg/m³ más cercanos

Anexo D
(informativo)

Precisión del método de la columna de agua

La precisión de los datos del método de la columna de agua se muestra en la Tabla D.1. Se aplica en la medición del contenido de aire hecho por el método de la columna de agua sobre el hormigón tomado de la misma muestra y compactado a mano cuando cada resultado de ensayo es obtenido mediante la determinación de un contenido de aire sencillo.

Tabla D.1 – Datos de precisión para la medición del contenido de aire

Nivel %	Condiciones de Repetibilidad ^a		Condiciones de Reproducibilidad ^b	
	S_r %	r %	S_R %	R %
5,6	0,16	0,4	0,45	1,3

^a La diferencia entre dos resultados de ensayos de la misma muestra hechos por un simple operador utilizando el mismo aparato dentro del intervalo de tiempo más corto posible excederá del valor de repetibilidad r , sobre el promedio de no más de una vez en 20 casos en una operación normal y correcta del método.

^b Los resultados sobre la misma muestra obtenidos dentro del intervalo de tiempo más corto posible por dos operadores, cada uno de ellos utilizando sus propios aparatos, diferirán por el valor de reproducibilidad R sobre el promedio de no más de una vez en 20 casos en una operación normal y correcta del método.

NOTA: Para una posterior información sobre la precisión, y para definiciones de los términos estadísticos utilizados en conexión con la precisión, Ver Norma ISO 5725 (todas sus partes)

Anexo E (normativo)

Calibración de los aparatos – Método del Indicador de Presión

E.1 Generalidades

El ensayo de calibración detallado será hecho tan frecuentemente como sea necesario para chequear la aproximación de las graduaciones que marcan el contenido de aire en el dial del indicador de presión. No se requiere recalibrar los aparatos cuando haya cambios en la elevación en la cual son utilizados o con cambios en la presión atmosférica.

E.2 Aparatos

Los aparatos serán como se indica a continuación:

E.2.1 Cilindro de calibración, hecho de cobre o de cualquier otro metal no corrosible que tenga una capacidad de aproximadamente 0,3 L, que puede ser parte integral del ensamblaje de la tapa.

E.2.2 Plato transparente, rígido y transparente, adecuado para utilizarlo como cierre del recipiente.

E.2.3 Balanzas, capaces de pesar hasta 1 kg con una precisión de $\pm 0,5$ g sobre el rango utilizado en el ensayo y una balanza calibrada capaz de pesar hasta 20 kg con una precisión de ± 5 g sobre el rango utilizado en el ensayo.

E.3 Chequeo de la capacidad del recipiente

La capacidad del recipiente se halla determinando la masa de agua, $m_{w,con}$, requerida para llenarlo.

Unte una capa fina de grasa sobre el reborde del recipiente para lograr una junta impermeable al agua entre el plato transparente y la parte superior del recipiente. Llene el recipiente con agua a temperatura ambiente y coloque el plato transparente sobre el mismo eliminando cualquier menisco convexo.

Elimine cualquier excedente de agua y determine la masa del recipiente lleno de agua, pesándolo en la balanza.

E.4 Chequeo de las graduaciones de contenido de aire en el indicador de presión

Atornille el tubo de extensión (Ver la Figura 12) dentro del tubo roscado debajo de la válvula A en la parte inferior del ensamblaje de la tapa y fije la cubierta ensamblada en su lugar, teniendo cuidado de asegurar que existe un sello contra presión entre la tapa y el recipiente. Cierre la válvula principal de aire y abra las válvulas A y B. Adicione agua a través de la válvula A hasta que el aire atrapado haya sido expulsado a través de la válvula B. Bombee aire dentro de la cámara de aire hasta que la presión alcance la línea de presión inicial indicada. Después se espera algunos segundos para que el aire comprimido se enfríe hasta la temperatura ambiente, se estabiliza el indicador de presión hasta la línea inicial de presión mediante un posterior bombeo o drenando del aire si es necesario. Durante todo este proceso golpee ligeramente el indicador y cierre la válvula B.

Remueva el agua desde el aparato hacia el cilindro de calibración en la cantidad justa, suficiente para llenarlo completamente o hasta la línea predeterminada marcada en el mismo, entonces determine la masa del agua desplazada, $m_{W,dis}$, pesándola en la balanza.

Dependiendo el diseño particular del aparato, controle el flujo de agua ya sea mediante la apertura de la válvula A y utilizando la válvula principal de aire para controlar el flujo, o abriendo la válvula principal de aire y utilizando la válvula A para controlar el flujo.

Entonces libere la presión en el recipiente abriendo la válvula B. (Si el aparato emplea un tubo auxiliar para el llenado del cilindro de calibración, abra la válvula A de manera que el tubo sea drenado de retorno dentro del recipiente, o alternativamente, si la calibración es una parte integral del ensamblaje de la tapa, cierre la válvula A inmediatamente después del llenado del recipiente de calibración y manténgala cerrada hasta que el ensayo se haya completado) El volumen de aire en el recipiente es ahora igual al volumen del agua desplazada; cierre todas las válvulas, bombee aire dentro de la cámara de aire hasta que la presión alcance la línea de presión inicial y entonces abra la válvula principal de aire. El contenido de aire mostrado por el indicador de presión corresponde al porcentaje de aire, C_1 , determinado en el recipiente, donde $C_1 = m_{W,dis}/m_{W,con} \times 100\%$.

Si dos o más determinaciones muestran la misma variación del contenido correcto de aire, reinicie la aguja del indicador de presión hasta el contenido correcto de aire y repita el ensayo hasta que la lectura del indicador corresponda con el contenido calibrado de aire dentro del 0,1% del contenido de aire.

Anexo F (normativo)

Calibración de los aparatos – Método de la columna de agua

F.1 Generalidades

Los ensayos de calibración descritos en F.3, F.4, F.5 y F.6 serán hechos en el momento de la calibración inicial de los aparatos y en cualquier momento en que sea necesario para chequear si la capacidad del cilindro de calibración o del recipiente pudieran haber cambiado. El ensayo de calibración descrito en F.7 y F.8 se efectuará tan frecuentemente como sea necesario para chequear el indicador de presión de manera de asegurar que está siendo utilizado el indicador de presión apropiado P . La recalibración de los aparatos será también requerida cuando la ubicación en la cual son utilizados varía en elevación en más de 200 m del punto en el cual tuvieron la última calibración.

F.2 Los aparatos

Los aparatos serán los siguientes:

F.2.1 Cilindro de calibración: hueco, fabricado de cobre u otro metal resistente que no sufra corrosión y que tenga una capacidad de aproximadamente 0,3 L.

El borde del cilindro será maquinado para lograr una superficie plana y pulida en los ángulos rectos con los ejes del cilindro.

F.2.2 Soporte: para el cilindro de calibración, hecho de un material que no sufra corrosión y que permita el flujo libre de agua dentro y fuera del cilindro en posición invertida.

F.2.3 Resorte: espiral de un material que no sufra corrosión, resorte o equivalente para mantener al cilindro de calibración en su lugar.

F.2.4 Platos transparentes: dos, rígidos, uno adecuado para ser utilizado como tapa para el cilindro de calibración y otro para tapa del recipiente.

F.2.5 Balanzas, una calibrada y capaz de pesar hasta 1 kg con precisión de $\pm 0,5$ g sobre el rango empleado en el ensayo y otra, calibrada y capaz de pesar hasta 20 kg con precisión de ± 5 g sobre el rango empleado en el ensayo.

F.3 Capacidad del cilindro de calibración

Utilizando una balanza de 1 kg, determine la capacidad del cilindro de calibración midiendo la masa de agua requerida para llenarlo. Para este propósito, llene el cilindro pesado con agua a temperatura ambiente ($15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$) y cúbralo cuidadosamente con el plato transparente previamente pesado, asegurándose de que no queden burbujas de aire atrapadas bajo el plato y que el agua sobrante es eliminada antes de pesar el conjunto. Mediante la repetición de este procedimiento, haga un total de tres pesadas del cilindro cubierto y lleno de agua. Calcule la masa promedio contenida en el cilindro completo, $m_{W,cyl}$, y registre el valor obtenido hasta los 0,5 g más cercanos.

F.4 Capacidad del recipiente

Utilizando una balanza de 20 kg, determine la capacidad del recipiente midiendo la masa de agua requerida para llenarlo. Para este propósito, unte una película fina de grasa sobre el reborde del recipiente y después se pesa junto con el plato transparente, llénelo con agua a temperatura ambiente (15 °C a 25°C) y haga una junta hermética deslizando el plato transparente sobre la parte superior del recipiente, asegurando que no queden burbujas de aire atrapado bajo el plato y que el agua en exceso sea drenada antes de pesar el conjunto. Repitiendo este procedimiento haga un total de tres pesadas del recipiente con agua cubierto. Calcule la masa promedio del agua contenida en el recipiente lleno, $m_{W,con}$ y registre este valor hasta los 5 g más cercanos.

F.5 La constante de expansión de la presión

La constante de expansión de la presión, e , se determina llenando el aparato con agua, estando seguro de que todo el aire atrapado ha sido eliminado y que el nivel de agua está exactamente en la marca cero, y aplicando aire a presión de 100 kPa. La lectura de la columna de agua (en porcentaje del contenido de aire) será la constante de expansión de la presión, e , para los aparatos.

Hablando estrictamente, la presión de aire aplicada durante este procedimiento debe ser la presión requerida de operación, P , determinada según el apartado F.8. Sin embargo, como se necesita el valor de e para determinar P por la vía de la constante de calibración K , existe lógicamente un ciclo cerrado de operaciones. En la práctica el cambio en e debido a un cambio en P es suficientemente pequeño para ser ignorado. Como P está comúnmente cerca de los 100 kPa, este valor se prescribe para solucionar el problema. Su utilización conducirá a un valor de e que es suficientemente aproximado para el ensayo.

F.6 Constante de calibración

La constante de calibración, K , es la lectura necesaria sobre la escala de contenido de aire durante el procedimiento de calibración de rutina con vistas a obtener la presión del sensor requerida para hacer las graduaciones en la escala de contenido de aire que corresponde directamente al porcentaje de aire introducido dentro del recipiente por el cilindro de calibración cuando el recipiente está lleno de agua.

La constante K , es generalmente calculada de acuerdo con la ecuación (F.1); Ver nota:

$$K = 0,98 \times R + e \quad (F.1)$$

Donde:

e es la constante de expansión de la presión (Ver F.5)

R es la capacidad del cilindro de calibración expresada en relación con la capacidad del recipiente y se calcula como se indica a continuación; Ver F.3 y F.4:

$$R = \frac{m_{W,cyl}}{m_{W,con}} \times 100 \quad (F.2)$$

NOTA: El factor 0,98 es utilizado para corregir la reducción del volumen de aire en la vasija de calibración cuando es comprimido por una profundidad de agua igual a la profundidad del recipiente. Este factor es aproximadamente 0,98 para un recipiente de 200 mm de profundidad a nivel del mar. Este valor decrece a aproximadamente 0,975 a 1 500 m de altura encima del nivel del mar y a 0,970 a 4 000 m encima del nivel del mar. Este valor de la constante decrecerá en cerca de 0,01 por cada 100 mm de incremento de la profundidad del recipiente. Por lo tanto el término $0,98 \times R$ representa el volumen efectivo de la vasija de calibración, expresado como un porcentaje del recipiente bajo condiciones normales de operación.

F.7 Presión de operación requerida

Coloque el soporte del cilindro de calibración centralmente en el fondo del recipiente limpio y coloque el cilindro sobre el soporte con su extremo abierto hacia abajo. Coloque el resorte en espiral sobre el cilindro y afiance el ensamblaje de la tapa cuidadosamente en su lugar.

Llene el aparato con agua a temperatura ambiente hasta un nivel por encima de la marca cero en la escala del contenido de aire. Cierre la abertura del aire y bombee aire dentro del aparato aproximadamente a la presión de operación (cerca de 100 kPa).

Golpee ligeramente los costados y la cubierta con el mazo para remover tanto aire atrapado, adherido a las superficies interiores de los aparatos como sea posible y gradualmente reduzca la presión abriendo la abertura del aire. Coloque el nivel del agua exactamente a la marca cero drenando el agua a través de la válvula pequeña en la cubierta cónica y cierre la abertura del aire.

Aplique presión por medio de la bomba hasta que la lectura del nivel de agua iguale la constante de calibración, K (Ver F.6). Registre la presión, P , mostrada sobre el indicador de presión. Gradualmente libere la presión abriendo la abertura de aire hasta que se indique la presión cero. Si el nivel de agua retorna a la lectura en menos de 0,05% del contenido de aire, tome la presión P , como la presión de operación. Si el nivel de agua falla en retornar a una lectura por debajo de 0,05% del contenido de aire, chequee los aparatos por filtración y repita el procedimiento.

F.8 Presión alternativa de operación

El rango de los contenidos de aire que pueden ser medidos con un aparato particular puede ser extendido por la determinación de una presión de operación alternativa. Por ejemplo, si el rango es duplicado, la presión alternativa de operación, P_1 , es aquella para la cual los aparatos indican la mitad de la lectura de calibración, K (Ver F.6).

La calibración exacta requiere la determinación de la constante de expansión de la presión, e (Ver F.5), para la presión de operación reducida, pero a partir del cambio en la constante de expansión de la presión puede normalmente ser obviada. La presión alternativa de operación se puede establecer durante la determinación de la presión normal de operación (Ver F.7).

Anexo G
(normativo)

Factor de corrección de los áridos – Método del indicador de presión

G.1 Generalidades

El factor de corrección de los áridos variará con diferentes áridos y a pesar de que ordinariamente permanecerá razonablemente constante para un tipo particular de árido, debe llevarse a cabo un chequeo ocasional. El factor de corrección del árido se puede determinar solo por un ensayo y no está directamente relacionado con la absorción de agua de las partículas.

G.2 Tamaño de la muestra de áridos

Determine el factor de corrección del árido aplicando la presión de operación de una muestra combinada de áridos gruesos y finos en las cantidades aproximadas, las proporciones y las condiciones de humedad que existen en la muestra de hormigón. Obtenga la muestra de áridos ya sea por lavado del cemento a través de un tamiz de 150 µm a partir de la muestra del hormigón ensayado o utilizando una muestra combinada de árido fino y grueso similar a la utilizada en el hormigón. En el último caso calcule las masas, m_f y m_c , de árido fino y grueso a ser utilizados, respectivamente, mediante las ecuaciones (G.1) y (G.2):

$$m_f = V_0 \rho_{fr} f_f \quad (G.1)$$

$$m_c = V_0 \rho_{fr} f_c \quad (G.2)$$

Donde:

f_f y f_c son las proporciones del árido fino y grueso respectivamente, expresadas como fracciones en masa de la mezcla total de hormigón (áridos, cemento y agua)

V_0 Es la capacidad del recipiente, determinada como se especifica en E.3 y expresada en metros cúbicos

ρ_{fr} Es la densidad del hormigón a ser ensayado, determinado de acuerdo con el Capítulo 5, ó calculada a partir de las proporciones conocidas y las densidades de los materiales y el contenido nominal de aire, expresada en kilogramos por metro cúbico.

G.3 Llenando el recipiente

Llene parcialmente el recipiente del aparato con agua, entonces introduzca la muestra combinada de árido en pequeñas porciones. Esto se hará de manera tal que se atrape la menor cantidad posible de aire.

Si es necesario añada agua adicional para inundar todo el árido. Después de la adición de cada porción, remueva cualquier espuma rápidamente, entonces mueva el árido con la barra de compactación y golpee el recipiente con el mazo para liberar cualquier aire atrapado.

G.4 Determinación del factor de corrección del árido

Cuando todo el árido ha sido colocado en el recipiente, limpie cuidadosamente los rebordes del recipiente y el ensamblaje de la tapa y afiance el ensamblaje de la tapa en su posición, de manera que se obtenga un sello hermético a presión. Cierre la válvula principal y abra las válvulas A y B. Utilizando la jeringa de goma, inyecte agua a través de la válvula A o la B, hasta que el agua emerja por la otra válvula. Golpee el aparato ligeramente con el mazo hasta que sea expelido todo el aire atrapado a partir de esta misma válvula. Remueva un volumen de agua del recipiente aproximadamente equivalente al volumen de aire que pudiera estar contenido en una muestra de un hormigón típico de un tamaño igual al volumen del recipiente. Remueva el agua en el aparato en la forma descrita en E.4 para el ensayo de calibración. Complete el ensayo utilizando el procedimiento descrito en 6.4.4.

El factor de corrección del árido, G, expresado como un porcentaje de la capacidad del recipiente, es igual a la lectura de la escala del contenido de aire, menos el volumen de agua removido del recipiente.

Anexo H (normativo)

Factor de corrección de los áridos – Método de la columna de agua

H.1 Generalidades

El factor de corrección de los áridos variará con áridos diferentes y aunque permanezca razonablemente constante para un árido en particular, se debe llevar a cabo un chequeo ocasional. El factor de corrección de los áridos puede ser determinado solamente por un ensayo, pues no está directamente relacionado con la absorción de agua de las partículas.

H.2 Tamaño de la muestra del árido

Determine el factor de corrección del árido aplicando la presión de operación sobre una muestra combinada de áridos gruesos y finos en las proporciones aproximadas y las condiciones de humedad que existen en la muestra de hormigón. Obtenga la muestra de los áridos ya sea lavando el cemento de la muestra de hormigón ensayada para el contenido de aire, a través de un tamiz de 150 μm , o utilizando una muestra combinada de árido fino y grueso similar a la empleada en el hormigón. En este último caso se calculan las masas, m_f y m_c , del árido fino y grueso respectivamente a partir de las ecuaciones (G.1) y (G.2):

$$m_f = V_0 \rho_{fr} f_f \quad (\text{G.1})$$

$$m_c = V_0 \rho_{fr} f_c \quad (\text{G.2})$$

Donde:

f_f y f_c Son las proporciones del árido fino y grueso respectivamente, expresadas como fracciones en masa de la mezcla total de hormigón (áridos, cemento y agua);

V_0 Es la capacidad del recipiente, expresada en metros cúbicos; Ver F.4;

ρ_{fr} Es la densidad del hormigón a ser ensayado, expresada en kilogramos por metro cúbico, determinada de acuerdo con el Capítulo 5 o calculada a partir de las proporciones conocidas y las densidades de los materiales y el contenido nominal de aire.

H.3 Llenado del recipiente

Llene parcialmente el recipiente del aparato con agua, entonces introduzca la muestra combinada de áridos en pequeñas porciones. Esto será hecho de manera que se atrape la menor cantidad de aire posible. Si es necesario, adicione agua para inundar todo el árido. Después de la adición de cada porción, elimine cualquier espuma inmediatamente, entonces remueva el árido con la barra compactadora y golpee suavemente el recipiente con el mazo para liberar cualquier aire atrapado.

H.4 Determinación del factor de corrección de los áridos

Cuando todo el árido haya sido colocado en el recipiente, limpie con un trapo el reborde del recipiente y fije la tapa en posición. Llene el aparato con agua y golpee suavemente con el mazo para remover través de la pequeña válvula con el respiradero de aire abierto. Cierre el respiradero de aire y aplique la presión de operación, P , por medio de la bomba de aire.

Registre la lectura del tubo indicador como h_1 , libere la presión y tome una lectura posterior, h_2 . Repita el procedimiento completo una vez, obtenga un segundo par de lecturas, h_3 y h_4 . Tome los valores promedios de $(h_1 - h_2)$ y $(h_3 - h_4)$ y el factor de corrección del árido, G , a menos que los dos valores $(h_1 - h_2)$ y $(h_3 - h_4)$ difieran en más de 0,1% del contenido de aire, en tal caso se llevarán a cabo posteriores determinaciones hasta que sean obtenidos resultados consistentes.

Anexo I
(informativo)

Ejemplos de reportes de ensayos y hojas de trabajo

I.1 Ejemplo de un reporte del ensayo de asentamiento por el cono

Cliente

Organización que ensaya

Ubicación del ensayo

Aspectos del ensayo

Identificación de la muestra: Fecha y hora de recepción:
 Número de referencia del hormigón (o detalles de la mezcla):
 Condición de la muestra: Al momento del ensayo:
 anormalidades:
 temperatura: (si se requiere)
 Detalles de la preparación del ensayo (incluyendo el método de compactación):

Ensayo y resultados del ensayo

Tiempo de realización del ensayo: Número de referencia del molde:
 Procedimiento del muestreo: Número de referencia de la barra:
 Cualquier desviación del método normalizado: Número de referencia de la regla:
 Condiciones medioambientales:
 Asentamiento medido:

Ensayo 1: mm		mm	Ensayo 2:
-----------------	--	----	-----------

Ensayo 1: mm		mm	Ensayo 2:
-----------------	--	----	-----------

Tipo de asentamiento: verdadero/cortante
 Excepto en lo detallado anteriormente, este ensayo se llevó a cabo de acuerdo con la NC ISO 1920-2

Responsabilidad Técnica

Persona responsable: Nombre: Cargo:
 Firma:

Identificación del Reporte del ensayo

Reporte de Ensayo No: Fecha de emisión:

I.2 Ejemplo del reporte del ensayo del VeBe

Cliente

Organización que ensaya

Ref. Certificado de Acreditac

Ubicación del ensayo

Aspectos del ensayo

Identificación de la muestra: Fecha y hora de recepción:
 Número de referencia del hormigón (o detalles de la mezcla):
 Condición de la muestra: Al momento del ensayo:
 anormalidades:
 temperatura: (si se requiere)
 Detalles de la preparación del ensayo (incluyendo el método de compactación):

Ensayo y resultados del ensayo

Tiempo de realización del ensayo: Número de referencia del consistómetro:
 Procedimiento del muestreo:
 Cualquier desviación del método normalizado:
 Condiciones medioambientales:
 Tipo de asentamiento: verdadero/cortante/colapso:

Medición del asentamiento: mm

Tiempo VeBe: s

Excepto en lo detallado anteriormente, este ensayo se llevó a cabo de acuerdo con la NC ISO 1920-2

Responsabilidad Técnica

Persona responsable: Nombre: Cargo:
 Firma:

Identificación del Reporte del ensayo

Reporte de Ensayo No: Fecha de emisión:

I.3 Ejemplo de un reporte del ensayo del grado de compactabilidad

Cliente

Organización que ensaya

Ubicación del ensayo

Aspectos del ensayo

Identificación de la muestra:

Fecha y hora de recepción:

Tipo de muestra: compuesta/simple

Número de referencia del hormigón (o detalles de la mezcla):

Condición de la muestra:

Al momento del ensayo:

anormalidades:

temperatura: (si se requiere)

Detalles de la preparación del ensayo (incluyendo el método de compactación):

Ensayo y resultados del ensayo

Tiempo de realización del ensayo:

Procedimiento del muestreo:

Cualquier desviación del método normalizado:

Condiciones medioambientales:

Medición:

distancia(s)

promedio(s)

Cálculo del grado de compactabilidad:

$$c = \frac{h_1}{h_1 - s}$$

Excepto en lo detallado anteriormente, este ensayo se llevó a cabo de acuerdo con la NC ISO 1920-2

Responsabilidad Técnica

Persona responsable:

Nombre:

Cargo:

Firma:

Identificación del Reporte del ensayo

Reporte de Ensayo No:

Fecha de emisión:

I.4 Ejemplo de un reporte del ensayo de la mesa de fluidez

Cliente

Organización que ensaya

Ref. Certificado de Acreditac

Ubicación del ensayo

Aspectos del ensayo

Número de la muestra:

Fecha y hora de recepción:

Condición de la muestra:

Detalles del hormigón:

anormalidades:

Al momento del ensayo:

temperatura: (si se requiere)

Detalles de la preparación del ensayo

Ensayo y resultados del ensayo

Tiempo de realización del ensayo:

Número de referencia de la Tabla:

Procedimiento del muestreo:

Número de referencia del molde:

Ritmo de sacudidas:

Segregación, si hay:

Número de referencia de la barra

Número de referencia de la regla

Número de referencia del Timer

Flujo medido:

Dimensión (d_1): mm

Dimensión (d_2): mm

Valor del Flujo: $F = \frac{d_1 + d_2}{2}$: mm

Cualquier desviación de la norma:

Responsabilidad Técnica

Persona responsable:

Nombre:

Cargo:

Firma:

Identificación del Reporte del ensayo

Reporte de Ensayo No:

Fecha de emisión:

I.5 Ejemplo de un reporte del ensayo de flujo-extensión**Cliente****Organización que ensaya****Ubicación del ensayo****Aspectos del ensayo**

Identificación de la muestra:

Fecha y hora de recepción:

Número de referencia del hormigón (o detalles de la mezcla):

Condición de la muestra:

Al momento del ensayo:

anormalidades:

temperatura: (si se requiere)

Detalles de la preparación del ensayo (incluyendo el método)

Ensayo y resultados del ensayo

Tiempo de realización del ensayo:

Número de referencia del molde:

Procedimiento del muestreo:

Número de referencia de la barra:

Método de llenado y compactación del hormigón:

Cualquier desviación del método de ensayo normalizado:

Número de referencia de la escala:

Condiciones medioambientales:

Tiempo medido para los 500 mm de flujo:

Tiempo medido para el final del flujo:

Flujo-extensión medido:

Excepto en lo detallado anteriormente, este ensayo se llevó a cabo de acuerdo con la NC ISO 1920-2

Responsabilidad Técnica

Persona responsable:

Nombre:

Cargo:

Firma:

Identificación del Reporte del ensayo

Reporte de Ensayo No:

Fecha de emisión:

I.6 Ejemplo de un reporte de ensayo de la densidad del hormigón fresco compactado

Referencia del Cliente (Si es adecuado)

Organización que ensaya

Ref. Certificado de Acreditac

Ubicación del ensayo

Aspectos del ensayo

Identificación de la muestra:	Fecha y hora de recepción:
Número de referencia del hormigón (o detalles de la mezcla):	
Condición de la muestra:	Al momento del ensayo:
	anormalidades:
	temperatura: (si se requiere)

Ensayo y resultados del ensayo

Tiempo de realización del ensayo:

Procedimiento del muestreo:

A. Método de compactación:

Mesa vibratoria referencia: Vibrador interno referencia: tiempo:

Varilla de compactación referencia: Barra compactadora referencia Golpes:

B.

Masa medida del recipiente vacío (m_1): kg

Masa medida del recipiente y el hormigón (m_2): kg

Volumen calibrado del recipiente (V): m³

Densidad calculada (ρ_{fr}) $= \frac{m_2 - m_1}{V}$: kg/m³

Cualesquiera desviaciones de la norma:

Excepto en lo detallado anteriormente, este ensayo se llevó a cabo de acuerdo con la NC ISO 1920-2

Responsabilidad Técnica

Persona responsable: Nombre: Cargo:

Firma:

Identificación del Reporte del ensayo

Reporte de Ensayo No: Fecha de emisión:

I.7 Ejemplo de un suplemento al ensayo de la densidad del hormigón fresco compactado

1.7.1 Volumen calculado del hormigón por amasada*

Volumen del hormigón por amasada

Masa del árido grueso* por amasada	_____	kg
Masa del árido fino (arena) por amasada	_____	kg
Masa de cemento por amasada	_____	kg
Masa de agua de mezclado añadida	_____	kg
Masa de cualquier otro constituyente	_____	kg
Masa Total (m_T)	_____	kg
Densidad calculada (del certificado)	_____	kg/m ³

Volumen de hormigón producido por amasada (V_b) m³

*NOTA: saturado y superficialmente seco

1.7.2 Contenido de cemento calculado

Número de certificado de la densidad en estado fresco compactado.

Contenido de cemento

Masa de cemento por amasada (m_c): kg

Volumen de hormigón producido por amasada (V_b): m³

Contenido de cemento (C) = $\frac{m_c}{V_b}$: kg/m³

Responsabilidad Técnica

Persona responsable:

Nombre:

Cargo:

Firma:

Identificación del Reporte del ensayo

Reporte de Ensayo No:

Fecha de emisión:

1.10 Ejemplo de un reporte de ensayo para la determinación del valor de corrección de los áridos utilizando el método del Indicador de Presión

Referencia del Cliente (Si es adecuado)

Organización que ensaya

Ref. Certificado de Acreditac

Ubicación del ensayo

Referencia del medidor de aire: No dañado y limpio: Si/No

Ubicación del ensayo:

Muestra de árido utilizada: Referencia de la muestra de hormigón lavado:

o: masa de finos, $m_f = V_0 \rho_{fr} f_t$: g

masa de gruesos, $m_c = V_0 \rho_{fr} f_c$: g

Masa de agua desplazada, $m_{W,dis}$: g

Masa de agua en el recipiente lleno, $m_{W,con}$: g

Lectura en el Indicador, G_1 : %

Factor de corrección de los áridos, $G = G_1 - (m_{W,dis} / m_{W,con} \times 100)$: %

Cualesquiera desviaciones de la norma:

Excepto en lo detallado anteriormente, este ensayo se llevó a cabo de acuerdo con la NC ISO 1920-2

Responsabilidad Técnica

Persona responsable:

Nombre:

Cargo:

Firma:

Identificación del Reporte del ensayo

Reporte de Ensayo No:

Fecha de emisión:

I.13 Ejemplo de un reporte de ensayo para la calibración de un medidor de columna de agua**Referencia del Cliente (Si es adecuado)****Organización que ensaya**

Ref. Certificado de Acreditac

Ubicación del ensayo

Referencia del medidor de aire: No dañado y limpio: Si/No

Referencia del Balance 1:

Referencia del balance 2:

Masa de agua en el recipiente lleno, $m_{W,cyl}$: gMasa de agua en el medidor de cilindro, $m_{W,con}$: gConstante de la expansión de presión, e : %

Ubicación del ensayo: Altura por encima del nivel del mar (hasta los 100 m más cercanos):

Constante de calibración, $K = 0,98 (m_{W,cyl} / m_{W,con} \times 100) + e$:Presión de trabajo, P :

Nivel final de agua:

Si el nivel final del agua > 0,05%, chequee las pérdidas y repita el procedimiento.

Cualesquiera desviaciones de la norma:

Excepto en lo detallado anteriormente, este ensayo se llevó a cabo de acuerdo con la NC ISO 1920-2

Certifique que los aparatos listados estaban o no estaban en calibración.

Responsabilidad Técnica

Persona responsable:

Nombre:

Cargo:

Firma:

Identificación del Reporte del ensayo

Reporte de Ensayo No:

Fecha de emisión:

I.14 Ejemplo de un reporte del ensayo de contenido de aire

I.13 Ejemplo de un reporte de ensayo para la calibración de un medidor de columna de agua

Referencia del Cliente (Si es adecuado)

Organización que ensaya

Ref. Certificado de Acreditac

Ubicación del ensayo

Aspectos relativos al ensayo

Número de la muestra:

Fecha y hora de recepción:

Condición de la muestra: sobre la recepción:

Al momento del ensayo:

Anormalidades:

Temperatura: (si se requiere)

Detalles de la preparación del ensayo:

Ensayo y resultados del ensayo

Referencia del medidor de aire:

Referencia de la hoja de trabajo del factor de corrección de los áridos:

Método de compactación:

Vibrador interno referencia: Mesa vibratoria referencia: Tiempo:

Varilla de compactación referencia: Barra de compactación referencia: Golpes:

Tiempo de comienzo del ensayo:

Contenido de aire de la muestra: %

Cualesquiera desviaciones de la norma:

Excepto en lo detallado anteriormente, este ensayo se llevó a cabo de acuerdo con la NC ISO 1920-2

Responsabilidad Técnica

Persona responsable:

Nombre:

Cargo:

Firma:

Identificación del Reporte del ensayo

Reporte de Ensayo No:

Fecha de emisión:

Bibliografía

- [1] Cuba, NC ISO/IEC Guía 21-1: 2005, Adopción regional o nacional de Normas Internacionales y de otros Documentos Normativos Internacionales. Parte 1: Adopción de Normas Internacionales.
- [2] ISO 5725 (todas las partes), Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results.
- [3] ISO 1920-3: 2010 Testing of concrete. Part 3: Making and curing test specimens.