

- Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento -

617-61 METODOS NORMALIZADOS A.S.T.M. PARA EL ENSAYO DE CEMENTOS.
METODO PROPUESTO PARA EL ENSAYO DEL CONTENIDO DE AIRE DEL MORTE-
RO DE CEMENTO HIDRAULICO(1)

(Tentative Method of Test for Air Content of Hydraulic Cement Mor-
tar).

Referencia de la A.S.T.M.: C 185 - 53 T.

Método publicado en 1944; revisado en 1946, 1949, 1950, 1953.

Objeto

1. Este método de ensayo describe la determinación del contenido de aire del mortero de cemento hidráulico, en las condiciones que se indican a continuación.

Aparato

2. (a) Mesa de sacudidas, molde y calibrador de acuerdo con los requisitos de las "NORMAS PROPUESTAS PARA LA MESA DE SACUDIDAS UTILIZADA EN LOS ENSAYOS DE CEMENTO HIDRAULICO" (Tentative Specifications for Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement. ASTM Designation: C 230).

(b) Recipiente de medida.- Un recipiente cilíndrico, con un diámetro interior de $3\frac{1}{16}$ pulgadas (7.62 ± 0.158 cm) y una profundidad aproximada de $3\frac{15}{32}$ pulgadas (8.81 cm), ajustada - por normalización con agua para que contenga 400 ± 1 ml a 23°C (Nota). Para la finalidad de este ensayo, su capacidad en mililitros

(1) Según el procedimiento de normalización de la Sociedad, este método se encuentra bajo la jurisdicción del Comité C-1, sobre cemento, de la A.S.T.M.

es el peso del contenido de agua, dividido por 0'998, sin corrección en peso por el efecto fluctuante del aire. Tiene un espesor uniforme de paredes; el espesor de la pared y de la base no debe ser inferior a 1/8 pulgadas (0'317 cm). El peso total, vacío, no debe ser superior a 900 g. Se construye con un metal que no es atacado por el mortero de cemento.

Nota.- El recipiente de 400 ml se calibra, fácilmente, llenándolo con agua destilada, a 23°C, hasta un punto en que el menisco se extiende apreciablemente por encima de la parte superior de la vasija; se coloca una pieza limpia de vidrio, en forma de placa, sobre la parte superior de la misma, y se deja que se vierta el exceso de agua. La ausencia de burbujas de aire, según se observa a través del vidrio, asegura que la vasija está completamente llena. Se ha de procurar, antes de pesar, haber secado el exceso de agua que pudiese haber quedado en las paredes.

(c) Mezclador, vasija de amasado y paleta, de acuerdo con la Sección 2 del Método propuesto para la "MEZCLA MECANICA DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO DE CONSISTENCIA PLASTICA" (Mechanical Mixing of hydraulic Cement Mortars of Plastic Consistency. ASTM Designation: C 305).

(d) Regla.- Una regla de acero, con una longitud no inferior a 4 pulgadas (10'16 cm), y con un espesor no inferior a 1/16 pulgadas (0'158 cm) ni superior a 1/8 pulgadas (0'317 cm).

(e) Espátula.- Una espátula con una hoja metálica de 6 pulgadas (15'24 cm) de longitud y $\frac{1}{2}$ pulgada (1'27 cm) de ancho, con bordes rectos y mango de madera.

(f) Balanzas.- Balanza con capacidad suficiente para pesar el mortero y el recipiente (aproximadamente 2 kg). La variación permitida en los 2 kg es ± 1 g.

(g) Tamices.- Tamices, con orificios cuadrados [nº 20 (840 micras) y nº 30 (590 micras)], de tela metálica, según las - "NORMAS PARA TAMICES DE ENSAYO" (Standard Specification for Sieves for Testing Purposes. ASTM Designation: E 11).

(h) Probetas de vidrio.- Probetas de vidrio, con capacidades de 250 ml, y graduaciones a intervalos de 2 ml, para medir el agua de mezcla, contruidas para medir (por vertido) el volumen indicado a 20°C. La variación permitida es de ± 2 ml. Las líneas principales de graduación son círculos que se numeran. Las graduaciones mínimas se extienden, al menos, a lo largo de un séptimo de la sección de la probeta, y las graduaciones intermedias, como mínimo, a lo largo de un quinto de la sección de la probeta. Se pueden omitir las subdivisiones por debajo de 10 ml.

(i) Pisón, fabricado con un material no absorbente y no abrasivo, tal como caucho, de dureza media, o roble, seco (no absorbente gracias a una inmersión en parafina durante 15 minutos, a unos 200°C aproximadamente). Tiene una sección transversal de $\frac{1}{2}$ por 1 pulgada (1'27 por 2'54 cm) y una longitud conveniente, de 5 ó 6 pulgadas (12'7 ó 15'24 cm). La cara de apisonar es lisa y en ángulo recto con el eje del pisón.

(j) Paleta, con una hoja de acero de 4 a 6 pulgadas (10'16 a 15'24 cm) de longitud; sus bordes son rectos.

Temperatura

3. La temperatura de la habitación y de los materiales secos se ha de mantener entre 20 y 27'5°C. La temperatura del agua de amasado no ha de diferir de 23°C en más de $\pm 1'7$ °C.

Arena normal

4. La arena utilizada para la preparación del mortero normal (Sección 5 (a)) debe ser arena silícica natural de Ottawa, Ill., que pasa por el tamiz nº 20 (840 micras) y es retenida por el tamiz nº 30 (590 micras). Se considera que esta arena es normal cuando no queden retenidos en el tamiz nº 20 más de 15 g y cuando en el nº 30 no pasen más de 5 g, después de 5 minutos de tamizado continuo, de una muestra de 100 g en la forma especificada para tamizar cemento en el "METODO NORMALIZADO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE LA FINURA DE CEMENTO HIDRAULICO MEDIANTE EL TAMIZ Nº 200" (Standard Method of Test for Fineness of Hydraulic Cement by the nº 200 Sieve. ASTM Designation: C 184).

Procedimiento

5. (a) Dosificación. Las proporciones del mortero normal deben ser 300 g de cemento y 1200 g de arena normal, y agua suficiente, en múltiplos de 3 ml, para que se obtenga un desparramamiento entre 80 y 95% en la mesa de sacudidas, cuando se determine de acuerdo con el párrafo (c).

(b) Amasado del mortero.- El mortero se amasa siguiendo el "METODO PROPUESTO PARA EL AMASADO MECANICO DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO DE CONSISTENCIA PLASTICA" (Tentative Method for Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Mortars of Plastic Consistency. ASTM Designation: C 305).

(c) Determinación del desparramamiento.- Se seca cuidadosamente la parte superior de la mesa de sacudidas; se coloca el molde en el centro. Se coloca una capa de mortero de, aproximadamente, 1 pulgada (2'54 cm) de espesor, en el molde, y se apisona 20 ve

ces con el pisón. La presión de apisonado debe ser suficiente para asegurar un llenado uniforme del molde. Después se llena el molde con mortero, y se apisona como se ha especificado para la primera capa de mortero. Se retira el exceso de mortero, enrasando con la parte superior del molde mediante el borde recto de una palata (mantenida casi perpendicular al molde), que se traslada a través de la parte superior de aquél. Se seca la parte superior de la mesa de sacudidas, dejándola limpia, procurando especialmente que la parte inmediata al molde quede seca. Se retira el molde 1 minuto después de que se realizó la operación de mezcla. Inmediatamente se deja caer la mesa desde una altura de $\frac{1}{2}$ pulgada (1'27 cm); 10 veces en 6 segundos. El desparramamiento viene medido por el aumento del diáme - tro medio de la masa de mortero, determinado con el calibrador, mi - diéndose, como mínimo, cuatro diámetros a intervalos aproximadamen - te igual espaciados, y expresado como un porcentaje del diámetro ori - ginal. Se preparan morteros de ensayo con diferentes porcentajes de agua hasta que se obtiene el desparramamiento deseado. Cada prueba se realiza con mortero fresco.

(d) Peso de 400 ml de mortero.- Cuando se ha encontrado la cantidad de agua de mezcla que produce un desparramamiento entre 80-95%, se determina, inmediatamente, el peso de 400 ml de mortero, utilizando el mortero que ha quedado en la vasija de amasado, des - pués que se ha determinado el desparramamiento. En la determinación del peso de 400 ml no se emplea la parte de mortero que se ha utili - zado para la determinación del desparramamiento. Se coloca el morte - ro suavemente en el recipiente de 400 ml, en tres capas iguales; se pica con la espátula alrededor de la superficie interior del reci - piente. Al picar la primera capa hay que tener cuidado de no golpear violentamente la base del recipiente; al repetir la operación para

las otras dos capas se hace con la suficiente fuerza para conseguir que la espátula atraviese la superficie de la capa anterior. Después que se ha llenado la vasija y que se ha picado como se ha indicado anteriormente, se golpean ligeramente las paredes cinco veces con el mango de madera de la espátula, con el fin de evitar la oclusión de aire extraño. Hay que tener cuidado para que no quede ningún espacio entre el mortero y la superficie interna de la vasija, como consecuencia de la operación de picado. A continuación, se retira el exceso de mortero, obteniéndose, de esta forma, una superficie plana. Se enrasa con el borde superior de la vasija mediante una regla, que se desplaza sobre la parte superior de dicha vasija; se repite la operación dos veces, de tal forma que durante la segunda se sigue una dirección normal a la de la primera. Hay que tener cuidado de que al realizar dicha operación no ocurra que, a causa de granos sueltos de arena, la regla se vea obligada a pasar por encima de la parte superior del recipiente. La operación de llenar y enrasar la vasija se completa en $1\frac{1}{2}$ minutos. Se limpia la parte externa de las paredes, quitando el mortero y el agua que pueda haber en ellas. Se pasa la vasija y su contenido (Nota). Se anota el peso del mortero, en gramos, después de restar el peso del recipiente.

Nota.- Esta operación se puede facilitar colocando el recipiente, mientras se llena y se limpia, sobre un soporte con una superficie plana, uniforme, de menor diámetro que el recipiente.

Cálculo

6. El contenido en aire del mortero se calcula a partir de la siguiente fórmula, basada en el empleo de la vasija especificada en la Sección 2 (b) y en las proporciones de mezcla dadas en la Sección 5 (a), tomando como peso específico del cemento portland, -

3'15, y de la arena normal de Ottawa, 2'65^(*). Cuando el cemento hidráulico no es portland, se ha de emplear el valor apropiado para el peso específico, en lugar de 3'15; la fórmula indicada se ha de volver a deducir numéricamente, de acuerdo con dicho valor.

(*) Esta fórmula puede deducirse de la siguiente forma:

$$\text{Contenido de aire, en \% en volumen} = 100 \left(1 - \frac{W_a}{W_c}\right) \dots\dots\dots (1)$$

donde:

- W_a = peso real por unidad de volumen, determinado por el método ASTM C 185.
 - = $W/400$ g por ml, donde W es el peso, en gramos, de los 400 ml de mortero (Sección 5 (d)).
- W_c = peso teórico por unidad de volumen, calculado sobre la base de aire libre como se indica a continuación, y empleando, para los pesos específicos y cantidades, los valores indicados en las Secciones 5 (a) y 6,
 - =
$$\frac{300 + 1200 + 300 \cdot P \cdot 0.01}{3.15 \cdot 2.65 \cdot 1} = \frac{5 + 0.01 P}{1.827 + 0.01 P}$$
- P = porcentaje de agua de mezcla, basado en el peso de cemento.

Sustituyendo W_a y W_c en la ecuación 1 nos queda:

Contenido de aire, en \% en volumen

$$= 100 \left(1 - \frac{W}{400} \cdot \frac{1.827 + 0.01 P}{5 + 0.01 P}\right) = 100 - \frac{W}{4} \cdot \frac{(1.827 + 0.01 P)}{(5 + 0.01 P)}$$

$$= 100 - 2.5 W \frac{(1.827 + P)}{(5000 + 10 P)}$$

El contenido de aire, en % en volumen, es

$$= 100 - 2'5 W \frac{(182'7 + P)}{(5000 + 10P)}$$

donde:

W = peso de 400 ml de mortero, en gramos.

P = porcentaje de agua de mezcla, basado en el peso de cemento empleado.

Número de determinaciones.

7. Se debe realizar en cada amasada, únicamente una determinación del contenido de aire. El contenido de aire que se ha de anotar debe ser el valor medio de dos determinaciones que no difieran en más de 1'0.

S. F. S.

(Nota del R.- Este método de ensayo se ha tomado del "1953 Supplement to Book of ASTM STANDARDS, Including Tentatives", parte 3, pág. 17).

- - -