

PESO UNITARIO, RENDIMIENTO, Y CONTENIDO DE AIRE DEL HORMIGÓN FRESCO. MÉTODO GRAVIMÉTRICO. (RESUMEN ASTM C 138)

1. ALCANCE

Este método de prueba cubre la determinación de la densidad del hormigón fresco y señala las fórmulas para calcular el rendimiento, contenido de cemento, y contenido de aire del hormigón fresco. Rendimiento es definido como el volumen del concreto producido por una mezcla de materiales de características conocidas. (Párr.1.1).

2. EQUIPO

2.1 Balanza.- Con una exactitud de 0.1 lb. (45g) o dentro del 0.3% de la carga de prueba.(Párr. 4.1)

2.2 Varilla.- Tiene que ser recta, de acero, 5/8 pulgada (16 mm) de diámetro y aproximadamente 24 pulgadas (600 mm) de longitud, el final de la barra termina en una punta redondeada hemisférica cuyo diámetro es de 5/8 pulgada.(Párr. 4.2)

2.3 Vibrador interior.- Los vibradores interiores pueden ser rígidos o flexibles, preferentemente impulsado por motores eléctricos. La frecuencia de vibración debe ser de 7000 vibraciones por minuto o más mientras se lo usa. El diámetro externo o la dimensión lateral del elemento vibrante será por lo menos 0.75 pulgadas (19mm) y no mayor que 1.50 pulgadas (38 mm). La longitud del elemento será por lo menos 24 pulgadas (600 mm) .(Párr. 4.3)

2.4 Recipiente.- Debe ser cilíndrico, de acero u otro metal. La capacidad mínima del recipiente se determinará de acuerdo al tamaño nominal máximo del agregado, especificado en la tabla 1. Todas las medidas, excepto las medidas de los recipientes, medidores de aire, los cuales son utilizados en los ensayos ASTM C 138 deben estar en conformidad a los requerimientos del método de ensayo ASTM C 29. Cuando las mediciones de los



recipientes u medidores de aire son utilizadas, estas deben cumplir con los requerimientos del método de prueba ASTM C 231. (Párr. 4.4).

2.5 Placa para enrasado.- Una placa rectangular llana de metal, de por lo menos $\frac{1}{4}$ pulgada (6mm) de espesor o una placa de acrílico de espesor de por lo menos $\frac{1}{2}$ pulgada (12 mm), con una longitud y anchura de por lo menos 2 pulgadas (50 mm) más que el diámetro del recipiente. Los bordes de la placa serán rectos y lisos dentro de una tolerancia de $\frac{1}{16}$ pulgadas (2mm). (Párr. 4.5).

2.6 Mazo de goma.- Con una masa de 1.25 ± 0.50 lb. (600 ± 200 g) para el uso con los moldes de 0.5 ft^3 (14 L) o más pequeños, y un mazo con una masa de 2.25 ± 0.50 lb. (1000 ± 200 g) para usar con los moldes más grandes que 0.5 ft^3 . (Párr. 4.6).

3. MUESTRA.

Se obtiene la muestra de hormigón fresco de acuerdo con la norma ASTM C 172. (Párr. 5.1)

4. PROCEDIMIENTO

1. Establecida la selección del método de consolidación del concreto en el ensayo de revenimiento, a menos que el ensayo tenga especificaciones bajo las cuales se lo debe realizar. El método de consolidación puede ser de varillado y vibración interna. Se varilla concretos con un revenimiento mayor a 3 pulg. (75 mm). Varillar o vibrar concretos con un revenimiento de 1 a 3 pulg. (25 mm a 75 mm.). Consolidar concretos con un revenimiento menor a 1 pulg. (25 mm) por vibración. Determinar la masa del recipiente de medición vacío (lb. ó kg.). (Párr. 4.1 y 6.1).

2. Colocar el hormigón dentro del recipiente, en tres capas de aproximadamente igual volumen (compactación por varillado). (Párr. 6.2)

3. Compactar cada capa penetrando 25 veces con la varilla en recipientes de 0.5 ft^3 (14 L) o menores y 50 veces para recipientes de 1 ft^3 (28 L). (Párr. 6.2)

4. Compactar la capa inferior en todo su espesor, sin impactar en el fondo del



recipiente. (Párr. 6.2)

5. Compactar la segunda y tercera capa en todo su espesor, penetrando 1 pulg. (25mm) en la capa anterior. Llenar la tercera capa manteniendo un exceso aproximado de 3 mm (1/8 pulg.). (Párr. 6.2)
6. Distribuya las penetraciones uniformemente en toda la sección transversal del recipiente, en cada una de las tres capas. (Párr. 6.2)

7. Golpear firmemente de 10 a 15 veces los lados del recipiente con el mazo, cada una de las tres capas, para así llenar los vacíos y eliminar las burbujas de aire que podrían quedar atrapadas en el concreto. (Párr. 6.2).



8. *Vibración interna.*- Llenar y vibrar el recipiente en dos capas de aproximadamente igual volumen. Colocar todo el concreto de cada capa en el interior del molde antes de comenzar a vibrar la capa, en vibración de la primera capa se debe evitar tocar el interior o los bordes del molde. En la compactación de la segunda capa el vibrador debe penetrar la capa anterior en aproximadamente 1 pulg. (25 mm.). La duración de la vibración depende de la trabajabilidad del concreto y de la efectividad del vibrador. (Párr. 6.3).

Nota 7. La vibración necesaria ha de ser aplicada tan pronto como la superficie del concreto este relativamente lisa.

Nota 8. La sobre vibración podría causar segregación de los materiales.

9. Retire cualquier exceso de hormigón empleando una llana o cuchara, o agregar una pequeña cantidad de hormigón, para corregir alguna deficiencia después de compactar la última capa. (Párr. 6.4)



10. Después de la consolidación enrasar el hormigón con una placa de enrase para obtener una superficie lisa. El enrase se realizará mejor presionando la enrasadora contra la superficie del concreto del recipiente y se debe cubrir dos terceras partes de la superficie y luego enrasar nuevamente toda la superficie superior del recipiente. (Párr. 6.5)

11. Limpiar todo el exceso de hormigón en la parte exterior del recipiente y determinar la masa de concreto del recipiente lleno, en kg. (Párr. 6.6)
12. Calcular la masa neta (lb. ó kg.). (Párr. 7.1)
13. Calcule la densidad del hormigón (lb./ft³ ó kg/m³)
14. Registrar el resultado de la prueba adecuadamente. (Párr. 7.1)



5. CÁLCULOS

Densidad (Peso unitario). - Calcule la densidad (D) dividiendo la masa neta de hormigón para el volumen del molde (Vm). Calcule la masa neta del hormigón (lb o kg) substrayendo la masa del molde vacío (Mm) de la masa del molde lleno de hormigón (Mc) como sigue:

$$D = \frac{(M_c - M_m)}{V_m} \qquad M_{cneto} = M_c - M_m$$

Rendimiento.- Calcule el rendimiento como sigue:

$$Y(yd^3) = M / (D * 27)$$

$$Y(m^3) = M / D$$

Volumen producido (rendimiento): volumen de hormigón producido por mezcla conociendo la cantidad de los materiales integrados.

Rendimiento relativo.- el rendimiento relativo es la porción de el volumen real de concreto obtenido de el volumen diseñado para el lote.

$$Ry = \frac{Y}{Y_d}$$

Contenido de cemento.-

$$C = \frac{C_b}{Y}$$

Contenido de aire.-

$$A = \left[\frac{(T - D)}{T} \right] * 100$$

$$A = \left[\frac{(Y_f - V)}{Y_f} \right] * 100 (pu \text{ lg.} - ft)$$

$$A = \left[\frac{Y - V}{Y} \right] * 100 (SI)$$

Y = Rendimiento, volumen del hormigón producido por lote (yd³ o m³)

M = Masa total de los materiales, lb o Kg

D = Densidad del hormigón (peso unitario), lb/ft³ o kg/m³

A = Contenido de aire (% porcentaje de espacios) en el hormigón

C = contenido actual de cemento, lb/yd³ o kg/m³

C_b = masa de cemento en el lote, lb o kg

M = Masa total de los materiales del lote, lb o kg

M_c = Masa del recipiente lleno con hormigón, lb o kg

M_m = Masa del medidor vacío, lb o kg

R_y = Rendimiento relativo

T = Densidad teórica del hormigón, lb/ft³ o kg/m³

Y_d = Volumen del hormigón que se diseñó para la producción del lote, yd³ o m³

Y_f = Volumen del hormigón producido por lote, ft³

V = Volumen absoluto total de los componentes de el lote, ft³ o m³

V_m = Volumen del medidor, ft³ o m³

Capacidad de recipiente:

La capacidad del recipiente esta dada en función del tamaño máximo nominal de acuerdo a la siguiente tabla.

TABLE 1 Capacidad de Recipiente

Tamaño maximo nominal del agregado grueso		Capacidad de recipiente	
in.	mm	ft ³	L
1	25.0	0.2	6
1½	37.5	0.4	11
2	50	0.5	14
3	75	1.0	28
4½	112	2.5	70
6	150	3.5	100

6. CONSIDERACIONES GENERALES

Numero de capas: 3

Compactación: 25 inserciones con una varilla.

Criterio de consolidación: Si el asentamiento es menor a 25 mm (1 pulg.) se debe vibrar, si el asentamiento está entre 25 y 75 mm (1 pulg. a 3 pulg.) se puede vibrar o varillar y si el asentamiento es mayor a 75 mm (3 pulg.) se debe varillar.