

# EQUIVALENTE DE ARENA

UNE-EN 933-8:2000

## 1. OBJETIVO DEL ENSAYO

Este ensayo muestra un método para determinar el equivalente de arena de la fracción granulométrica 0/2mm de los áridos finos y de la mezcla total de los áridos.

Se fundamenta en liberar de la muestra de ensayo los posibles recubrimientos de arcilla adheridos a las partículas de arena mediante la adición de una solución coagulante que favorece la suspensión de las partículas finas sobre la arena, determinando su contenido respecto de las partículas de mayor tamaño.

**NOTA:** Se permite la determinación del equivalente de arena sobre la fracción 0/4 mm, pero limitando la humedad máxima portante del árido al 8 %.

## 2. INSTRUMENTAL Y EQUIPOS

Para la realización de este ensayo es necesaria la utilización de los siguientes instrumentos y equipos:

- Dos probetas cilíndricas graduadas
- Pistón tarado
- Regla graduada de 500 mm
- Tamiz de 2 mm (o 4 mm)
- Dos cronómetros
- Balanza de 0,1 g de precisión (mínimo)
- Reactivos
- Tubo lavador y embudo
- Máquina de agitación
- Bandejas, cepillos, tapones de caucho



## 3. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Este ensayo se aplica sobre la fracción 0/2 mm de los áridos naturales. Asimismo, se permite su aplicación sobre la fracción 0/4, pero limitando la humedad máxima portante del árido al 8 %.

## 4. EJECUCIÓN DEL ENSAYO

Las etapas a considerar a la hora de realizar este ensayo son las siguientes:



**a**

### Preparación de los reactivos

- Solución concentrada, compuesta de:
  1. Cloruro de calcio cristalino,  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , o cloruro de calcio anhidro,  $\text{CaCl}_2$
  2. Glicerina
  3. Solución de formaldehído
  4. Agua destilada o desmineralizada

Para su preparación se disuelven  $219 \pm 2$  g de cloruro de calcio cristalino ( $219\text{g}$  de  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  equivalen a  $111\text{g}$  de  $\text{CaCl}_2$ ) en  $350 \pm 50$  ml de agua destilada o desmineralizada, se enfría a temperatura ambiente y si es necesario, se filtra con un papel de filtro de poro medio. Se añaden  $480 \pm 5\text{g}$  de glicerina y  $12,5 \pm 0,5\text{g}$  de solución de formaldehído, se diluye hasta 1 l con agua destilada o desmineralizada, mezclando enérgicamente. No obstante, existen empresas que suministran la solución concentrada, preparada para su uso.

Se recomienda conservar la solución concentrada en frascos de vidrio o de plástico y protegidos de la luz.

- Solución lavadora:

Se prepara añadiendo ( $125 \pm 1$ ) ml de solución concentrada en agua destilada o desmineralizada hasta alcanzar un volumen total de ( $5000 \pm 10$ ) ml.

Consideraciones a tener en cuenta:

- Antes de preparar la disolución lavadora, es conveniente sacudir enérgicamente la solución concentrada.
- Enjuagar varias veces el recipiente con agua destilada y verter el agua empleada en el matraz de 5 l antes de la dilución para obtener 5 l.
- La solución lavadora no debe emplearse 28 días después de su preparación, o si se pone turbia o si se observa la formación de moho.

**b**

### Preparación de la muestra de ensayo

La muestra de ensayo se reduce de acuerdo con la Norma Europea EN 932-2:1999.

La muestra reducida debe tamizarse por el tamiz de 2 mm, desechando el rechazo sobre el tamiz. Se recomienda una masa mínima para la ejecución del ensayo de 650-700 g, de los que unos 350 g se destinan al ensayo y el resto a la determinación de la humedad de la muestra. La humedad de la muestra de ensayo debe conservarse, manteniéndola, por ejemplo, encerrada en una bolsa de plástico hermética.

Para la determinación del contenido en humedad se recomienda operar del siguiente modo:

- Pesar 2 submuestras de 130-140 g, colocándolas sobre bandejas y anotando su masa ( $m_h$ ).
- Meterlas en estufa a ( $110 \pm 5$ ) °C hasta masa constante (diferencia entre dos masas consecutivas en el transcurso de 1 hora inferior al 0,1 %).
- Pesar las submuestras una vez secas ( $m_s$ ), determinando la humedad como el valor medio de humedad de ambas.

Si la humedad de la muestra reducida y tamizada es superior a la indicada, debe reducirse la muestra encerrada en la bolsa mediante su permanencia en la sala de ensayo (acondicionada a una temperatura de ( $23 \pm 3$ ) °C) hasta que sea inferior al 2 %, pero nunca en una estufa. La masa de cada submuestra, procedente de la bolsa hermética, se calcula redondeando al gramo más próximo en la siguiente expresión:

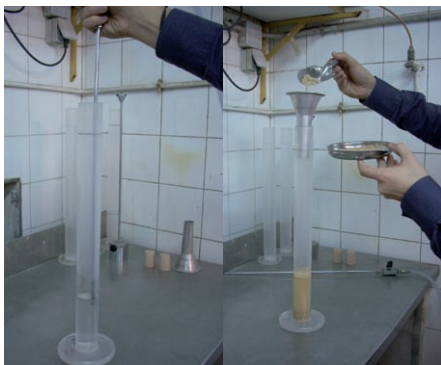
$$\% w_{\text{unitaria}} = \left[ \frac{(m_h \cdot m_s)}{m_s} \right] \cdot 100$$

$$\frac{12 \cdot (100 + w)}{100} \text{ g}$$

Siendo  $w$  el contenido en humedad medio de la fracción



Si se realiza el ensayo sobre la fracción 0/4 mm, el procedimiento es el mismo, pero el contenido en humedad tiene que ser inferior al 8 % en lugar del 2 %.



c

**Llenado de las probetas graduadas**

Se sifona la disolución lavadora en una probeta graduada hasta alcanzar la marca inferior de la misma.

Se vierte la submuestra con la ayuda del embudo en la probeta, manteniéndola en posición vertical.

Se golpea varias veces la base de cada probeta sobre la palma de la mano para desalojar las burbujas de aire y favorecer el contacto total de la disolución con la submuestra.

Se pone en marcha el cronómetro, dejando reposar la probeta durante  $(10 \pm 1)$  min. para remojar la submuestra.



d

**Agitación de las probetas**

Transcurridos 10 min., se tapa la probeta con un tapón de caucho y se fija en la máquina de agitación, agitando la probeta durante  $(30 \pm 1)$  seg. se vuelve a colocar en la mesa de ensayos, en posición vertical.



e

**Lavado**

Se quita el tapón de caucho de la probeta y se lava sobre la misma disolución, para asegurar que todo el material caiga dentro de la probeta.

Se introduce el tubo lavador en la probeta, enjuagando, en primer lugar, las paredes de la misma con la disolución lavadora, y a continuación, se empuja el tubo hacia abajo, a través del sedimento, hasta el fondo de la probeta.

Se mantiene la probeta en posición vertical dejando que la solución lavadora agite el contenido y favorezca la subida de los finos y los componentes arcillosos, aplicando a la probeta un movimiento lento de rotación.

Cuando el nivel de líquido se aproxime a la marca superior, se levanta lentamente el tubo lavador y se regula el caudal para que el nivel alcance exactamente la marca superior de la probeta, retirando por completo el tubo lavador y poniendo en marcha el cronómetro.

Se deja reposar la probeta durante  $(20 \pm 0,25)$  min. en un lugar sin perturbaciones ni vibraciones.



f

**Medidas**

Transcurrido el periodo de reposo, se mide con la regla la altura  $h_1$  del nivel superior del floculado con relación a la base de la probeta.

Se baja suavemente el pistón en la probeta hasta que su pie repose sobre el sedimento, operación durante la cual el disco deslizante no debe bloquear la varilla del pistón, quedando en contacto con la parte superior de la probeta.

Se determina la altura del sedimento  $h_2$ , midiendo la distancia entre la cara inferior del lastre cilíndrico del pistón y la cara superior del disco, introduciendo la regla graduada en la ranura de éste último.

Se anotan las alturas  $h_1$  y  $h_2$ , redondeadas al milímetro más próximo.

Se repite el mismo proceso de ensayo con la segunda submuestra.

Pese a que la norma permite la ejecución simultánea de ambas probetas, se recomienda que se ejecuten desfasadas en el tiempo para disminuir la dispersión en el resultado final.

## 5. CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS

Se calcula para cada probeta la expresión:

Para la primera probeta  $\left(\frac{h_{2,1}}{h_{1,1}}\right) \cdot 100$

Para la segunda probeta  $\left(\frac{h_{2,2}}{h_{1,2}}\right) \cdot 100$

De manera que si ambos valores difieren en más de 4 unidades, no se dará por finalizado el ensayo, debiendo repetirse por completo.

Se calcula el equivalente de arena (SE) como la media de las expresiones obtenidas para cada probeta y se anota el resultado, redondeando al número entero más próximo.

$$SE = \frac{\left(\frac{h_{2,1}}{h_{1,1}}\right) \cdot 100 + \left(\frac{h_{2,2}}{h_{1,2}}\right) \cdot 100}{2}$$

Si se realiza el ensayo sobre la fracción 0/4mm, el procedimiento es el mismo pero al valor del equivalente de arena se le denomina  $SE_4$ .