

# **MÉTODO PARA DETERMINAR EL EQUIVALENTE DE ARENA**

## **(ASTM D-2419 AASHTO T176-00)**

### **OBJETO**

---

Este método establece un procedimiento rápido para determinar las proporciones relativas de finos plásticos o arcillosos en los áridos que pasan por tamiz de 4,75 mm (Nº 4).

### **DEFINICIONES**

---

#### ***Equivalente de arena***

Porcentaje de arena propiamente tal con respecto al total de arena y de impurezas coloidales floculadas, particularmente arcillosas, húmicas y eventualmente ferruginosas.

### **EQUIPOS Y MATERIALES**

---

#### **1. Probeta graduada**

De  $30 \pm 1$  mm de diámetro interior y aproximadamente 400 mm de alto, graduado en milímetros hasta una altura de 380 mm (o graduada en mililitros hasta una capacidad de 270 ml) y provisto de un tapón hermético de caucho (*ver Figura A0509\_1, Figura 1*).

#### **2. Pisón**

Compuesto por los siguientes elementos: (*ver Figura A0509\_1, Figura 2*).

- a) Una varilla de bronce de 6 mm de diámetro y 450 mm de largo, con hilo en ambos extremos.
- b) Un pie de bronce troncocónico, de 25 mm de diámetro basal y 20 mm de altura, con una perforación central con hilo para conectarlo a la varilla.
- c) Un par de guías que mantengan centrada la varilla en el eje de la probeta.
- d) Una sobrecarga cilíndrica de acero laminado en frío de 50 mm de diámetro y 53 mm de altura, con una perforación central con hilo para conectarla a la varilla.  
Esta sobrecarga debe ser rectificada de modo que el conjunto de varilla, pie, guías y sobrecarga tenga una masa de  $1\text{kg} \pm 5\text{g}$ .

#### **3. Sifón**

Compuesto por los siguientes elementos: (*ver Figura A0509\_1, Fig3*):

- a) Una botella de aproximadamente 4 l, provista de un tapón de caucho con dos perforaciones, a través de las cuales se dispondrán dos tuberías de metal, vidrio, caucho o plástico.

- b) Una tubería de entrada de aire que penetre al interior de la botella sin tomar contacto con la solución y cuyo tramo exterior debe estar doblado en L.
- c) Una tubería de irrigación cuyo tramo interior penetre hasta 20 mm del fondo de la botella y cuyo tramo exterior sea una manguera de caucho o plástico de una longitud igual o mayor que 1,5 m provista de un sistema que regule el flujo de la solución (por ejemplo, una pinza con tornillo).
- d) Un tubo irrigador conectado al extremo exterior de la tubería de irrigación, de acero inoxidable de aproximadamente 500 mm de largo,  $4 \pm 1$  mm de diámetro interior y con su extremo libre cerrado en forma de cuña. Debe tener dos perforaciones de  $0,5 \pm 0,1$  mm de diámetro, una en cada cara plana de la cuña.

#### **4. Medida**

Un recipiente de  $85 \pm 5$  ml de capacidad.

#### **5. Tamiz**

De tela de alambre y abertura cuadrada, de 4,75 mm (Nº 4) de abertura nominal de acuerdo con el Método A0506.

#### **6. Recipiente**

Estando y de capacidad igual o mayor que 4 l para preparar el reactivo y la solución de ensayo.

#### **7. Agitador mecánico**

Con un desplazamiento horizontal de  $200 \pm 2$  mm y una velocidad de agitación de  $175 \pm 2$  ciclos/min.

#### **8. Herramientas y accesorios**

Embudos, botellas para reactivos, regla de enrase, etc.

### **Reactivos**

#### **9. Solución base**

- a) Componentes. Emplee los siguientes materiales en las cantidades que se indican:
  - 9. 240 g de cloruro de calcio anhidro, grado técnico.
  - 10. 1.085 g de glicerina farmacéutica.
  - 11. 25 g de formaldehído (solución 40% de volumen / volumen).

- b) Preparación. Disuelva el cloruro de calcio en 1 l de agua destilada y filtre. Agregue la glicerina y el formaldehído a la solución, mezcle bien y diluya a 2 l con agua destilada.

#### **10. Solución de ensayo**

Tome 22,5 ml de la solución base y diluya a 1 l con agua destilada.

---

### **CONDICIONES GENERALES**

#### **11. Lugar de ensayo**

Debe estar libre de golpes o vibraciones que puedan alterar el período de decantación. Cuando se empleen probetas de acrílico deben protegerse de la luz solar directa.

---

### **EXTRACCIÓN Y PREPARACIÓN DE LA MUESTRA**

#### ***Muestreo***

Extraiga y prepare las muestras de acuerdo con los ***Métodos A0504 y A0505***.

#### ***Tamaño de la muestra de ensayo***

1. La muestra original debe tener un tamaño igual o mayor que 2.000 g de material bajo 5 mm.
2. La muestra para cada ensayo debe ser igual a una medida llena enrasada ( $85 \pm 5$  ml).

#### ***Preparación de la Muestra de ensayo***

#### **12. Tamizado**

Pase la muestra original en estado húmedo por el tamiz de 4,75 mm; disgregue manualmente los terrones de material arcilloso. Si el material retenido tiene adheridas capas de material arcilloso, remuévalas secando el material retenido y frotándolo entre las manos sobre un recipiente. El polvo resultante debe incorporarse a la muestra y el material retenido debe desecharse.

#### **13. Reducción**

Reduzca por cuarteo hasta obtener material suficiente para llenar cuatro medidas.

#### **14. Secado**

Seque hasta masa constante en horno a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ \text{C}$ ; deje enfriar a temperatura ambiente.

#### **PROCEDIMIENTO**

---

15. Coloque la botella del sifón con la solución de ensayo a aproximadamente 1 m sobre la superficie de trabajo.
16. Sifonee la solución de ensayo en la probeta hasta que alcance un nivel de  $100 \pm 5 \text{ mm}$ .
17. Obtenga por cuarteo el material suficiente para llenar una medida.
18. Llene una medida; asiente el material golpeando el fondo de la medida contra la mesa de trabajo a lo menos 4 veces, enrase y vierta en la probeta.
19. Golpee firmemente el fondo de la probeta contra la palma de la mano hasta desalojar las burbujas de aire.
20. Deje la probeta en reposo por un período de 10 min.
21. Coloque el tapón y suelte la arena del fondo inclinando y sacudiendo el tubo.
22. Agite la probeta y su contenido mediante uno de los siguientes procedimientos:
  - a) Agitación manual. Sujete la probeta en posición horizontal y agite vigorosamente en un movimiento lineal horizontal con un desplazamiento de  $230 \pm 25 \text{ mm}$ . Agite 90 ciclos en aproximadamente 30 seg.

**Nota 1:** Un ciclo corresponde a un movimiento completo de ida y vuelta. Se recomienda agitar sólo con los antebrazos, manteniendo relajados el cuerpo y los hombros.

**Nota 2:** Antes de autorizar a un operador para realizar el ensayo de equivalente de arena, debe ser capaz de obtener resultados consistentes sobre muestras representativas de cualquier material ensayadas de acuerdo con el procedimiento normal. Los resultados se consideran consistentes si los valores individuales de tres ensayos realizados por el mismo operador sobre muestras

gemelas no varían en más de  $\pm 4$  puntos respecto al promedio de esos ensayos. Si un operador no es capaz de obtener resultados consistentes, no debe autorizársele a efectuar este ensayo hasta que perfeccione su técnica y obtenga resultados que cumplen con los límites especificados.

b) Agitación mecánica. Fije la probeta en el agitador mecánico y agite durante un período de  $45 \pm 1$  seg.

23. Coloque la probeta sobre la mesa de trabajo, destápela y lave sus paredes interiores mediante el irrigador.
24. Introduzca el irrigador hasta el fondo de la probeta con un movimiento lento de penetración y torsión para remover todo el material.
25. Retire el irrigador en forma similar, regulando el flujo de la solución de modo de ajustar el nivel final a 380 mm.
26. Deje sedimentar por un periodo de  $20 \text{ min} \pm 15 \text{ seg.}$
27. Al final del período de sedimentación lea y registre el nivel superior de la arcilla ( $N_t$ ) aproximando al milímetro.

**Nota 3:** Si después de 20 min. no se ha formado una clara línea de sedimentación, deje reposar el tiempo necesario registrándolo en el informe.

Cuando el tiempo total exceda de 30 min., repita 3 veces el ensayo con muestras del mismo material. Registrar el  $N_t$ . Que requiera el período de sedimentación más breve.

28. Introduzca el pisón en la probeta y hágalo descender suavemente hasta que quede apoyado en la arena. Registre el nivel superior de la arena ( $N_a$ ) aproximando al milímetro.

**Nota 4:** Cuando el nivel superior de la arcilla o de la arena quede entre graduaciones, registre la graduación superior como  $N_t$  o  $N_a$ , según corresponda.

## CÁLCULOS

---

29. Calcule el equivalente de arena de acuerdo con la fórmula siguiente, aproximando al 1% :

$$EA(\%) = (N_a / N_t) \cdot 100$$

Donde:

EA: Equivalente de arena (%).

$N_a$ : Nivel superior de la arena

(mm).  $N_t$ : Nivel superior de la arcilla (mm).

30. Calcule el equivalente de arena de cada muestra como el promedio aritmético de los resultados de dos ensayos paralelos, con aproximación al 1 % superior.

### PRECISIÓN

31. Debe aceptarse la determinación del equivalente de arena solamente cuando la diferencia entre dos resultados obtenidos por el mismo operador, en ensayos paralelos sobre muestras gemelas, sea igual o inferior a 4 puntos.
32. Debe ensayar dos nuevas muestras gemelas cuando no se cumpla con lo especificado en 30.

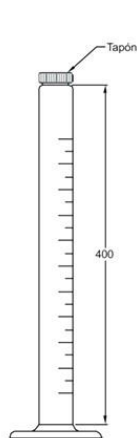


Figura 1.

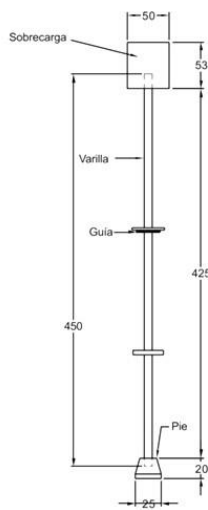
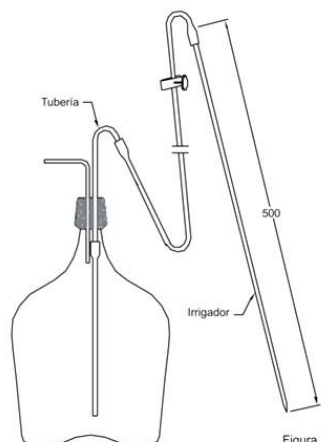


Figura 2.



Dimensiones en mm.

Figura 3.



