

## Densidad relativa del polvo mineral, cementos y materiales similares

### 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

**1.1** Esta norma describe el procedimiento que debe seguirse para determinar la densidad relativa del polvo mineral, de los cementos hidráulicos o de cualesquiera otros materiales de características similares que se vayan a utilizar en construcción de carreteras.

**1.2** Para los fines de esta norma de ensayo, la densidad relativa se define como el cociente entre la masa en aire de los sólidos del material y la masa de agua correspondiente al volumen de estos sólidos, incluyendo el volumen de huecos impermeables (no accesibles) que pudieran contener los mismos, determinados a 25° Celsius.

**1.3** En el método una muestra del material para ensayo se sumerge, durante un tiempo y técnica especificados, en un líquido dilatométrico —agua o queroseno— contenido en un picnómetro. El volumen del líquido desplazado por el sólido en el picnómetro equivale al volumen a considerar de la muestra en el cálculo de su densidad.

### 2 APARATOS Y MATERIAL NECESARIOS

**2.1 Picnómetro.** Un picnómetro de 250 cm<sup>3</sup> de capacidad, cuyas dimensiones y características respondan esencialmente a las indicadas en la figura. Este picnómetro puede tener, en la pared lateral, tres discontinuidades, simétricamente distribuidas respecto a la base, cuya finalidad es favorecer la agitación de la muestra dentro del recipiente y la eliminación del aire retenido en los espacios intere intra-partículas. El material de fabricación será vidrio de buena calidad, transparente, sin fisuras, químicamente resistente y con pequeña histéresis térmica.

**2.2 Balanza.** Campo de pesada 500 g y sensibilidad de 0,01 g.

**2.3 Baño de agua.** De dimensiones tales que permita sumergir en el agua el picnómetro hasta la marca de enrase del mismo. Tendrá dispositivo regulador de la temperatura adecuado para mantener el agua a 25±0,1 C.

**2.4 Embudo.** De vidrio forma y dimensiones apropiadas para facilitar la introducción de la muestra en el interior del picnómetro sin tocar ni manchar la superficie esmerilada del mismo.

**2.5 Estufa.** Para secar las muestras, con regulación de temperatura a 110±5° C.

**2.6 Desecador.** De unos 200 a 250 mm de diámetro, con gel de sílice o similar.

#### 2.7 Líquido dilatométrico:

**2.7.1** agua destilada: si el material para ensayo no es hidráulico (no reacciona con el agua).

**2.7.2** queroseno exento de agua: si el material para ensayo tiene propiedades hidráulicas, como las cales y los cementos.

### 3 PROCEDIMIENTO

**3.1** Se seca la muestra para ensayo en la estufa a 110±5° C hasta masa constante. La muestra desecada se mantiene en el desecador a temperatura ambiente hasta el momento de su empleo en la realización del ensayo.

**3.2** Se limpia y seca el picnómetro y se elimina cualquier carga electrostática en el mismo pasando un paño, ligeramente humedecido con agua, por su superficie exterior.

**3.3** Se llena el picnómetro (el tubo de enrase en posición) con el líquido apropiado al caso (ver apartado 2.7) hasta que el nivel alcance casi la marca de enrase, sin que queden burbujas de aire ocluidas. Se introduce el picnómetro con su contenido en el baño de agua de manera que quede sumergido en la misma hasta el borde del esmerilado. Se regula el baño a 25° C y se mantiene el conjunto a esta temperatura, ±0,1° C, durante 1 hora como mínimo. Se enrasa el nivel de líquido, añadiendo o quitando algo del mismo, y se deja otra 1/2 hora más, enrasando si es necesario nuevamente el nivel del líquido hasta que éste quede

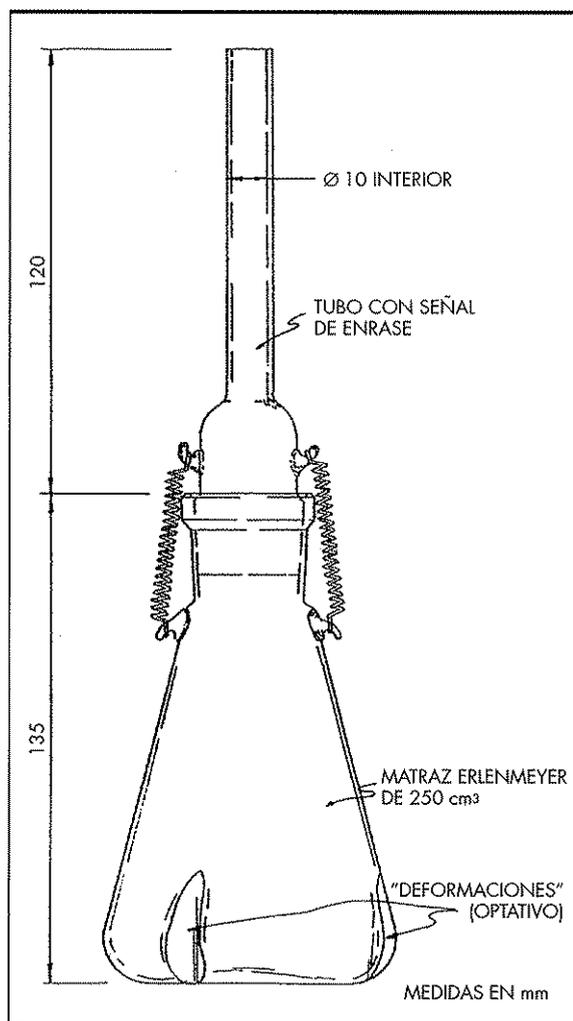


FIGURA 1. Picnómetro.

enrasado sin que varíe. Se saca del baño el picnómetro con su contenido, se seca cuidadosamente el exterior del mismo con un paño y se determina por pesada su masa con precisión de 0,01 g y se anota como D.

**3.4** A continuación, y sin quitar el tubo de enrase, se vierte parte del líquido del picnómetro hasta dejar en éste una tercera parte, aproximadamente, de su contenido. Se deja escurrir al fondo del picnómetro el líquido que haya quedado mojado la pared interna del tubo de enrase. Se seca el exterior del picnómetro y se determina su masa,  $\pm 0,01$  g que se anota como A.

**3.5** Se quita el tubo de enrase evitando que se pierda alguna gota de líquido que haya podido quedar en él. Si la hubiera, se hará que ésta deslice,

por contacto, por la pared interior de la boca del picnómetro para incorporarse a la masa del líquido en el mismo. Se añaden con cuidado, utilizando el embudo, unos 100 g del material para ensayar (ver apartado 3.1). Se evitará manchar con la muestra la superficie esmerilada del picnómetro así como producir salpicaduras. Se coloca nuevamente el tubo en posición y se determina la masa del conjunto picnómetro lleno parcialmente de líquido ( $\sim 1/3$ ) más tubo, más muestra. Esta masa, determinada con precisión de  $\pm 0,01$  g, se designa y anota como B.

**3.6** Se rellena de nuevo el picnómetro con el líquido hasta casi la marca de enrase. Se mantiene con una mano por su base y se agita el conjunto enérgicamente con movimientos rotatorios alrededor de su eje para facilitar la expulsión de las burbujas de aire ocluido. Se repite la agitación a intervalos de unos 15 minutos, cuantas veces sea necesario —observar desprendimiento de burbujas— y se deja el picnómetro en reposo hasta el día siguiente. Se vuelve a repetir el proceso de agitación hasta que no se desprendan burbujas de aire, y se introduce, entonces, el picnómetro en el baño de agua ( $25 \pm 0,1^\circ \text{C}$ ) y se efectúa la operación de enrase de la manera indicada anteriormente en el apartado 3.3. Una vez logrado y estabilizado el enrase, se saca el picnómetro del baño, se seca exteriormente, se determina la masa  $\pm 0,01$  g y se anota como E.

**Nota.** Antes de determinar, por pesada, la masa del picnómetro con sus contenidos (masas D, A, B y E, apartados 3.3, 3.4, 3.5 y 3.6) se debe eliminar cualquier carga electrostática que se haya podido formar sobre la superficie exterior del picnómetro en el proceso de secado con el paño, para lo que se tendrá presente lo referido al respecto en el apartado 3.2 de esta norma. Las cargas electrostáticas atraen las posibles partículas suspendidas en el medio ambiente que se depositan en la superficie del picnómetro alterando la masa de éste.

## 4 RESULTADOS

**4.1 Cálculos.** La densidad relativa del polvo mineral o del cemento se calcula, para las condiciones del ensayo, aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{B - A}{(C + D) - E} = \frac{C}{V} = \frac{C}{V_R}$$

donde,

B = masa del picnómetro parcialmente lleno de líquido, más muestra.

A = masa del picnómetro parcialmente lleno de líquido.

$C = B - A$  = masa de muestra seca.

$D$  = masa del picnómetro lleno de líquido hasta enrase.

$E$  = masa del picnómetro con muestra y lleno de líquido hasta enrase.

$V = (C + D) - E$  = Masa de agua correspondiente al volumen ocupado por la muestra, sin corrección por efecto densidad líquido empleado.

$X$  = densidad relativa a  $25 \pm 0,1^\circ \text{C}$  del líquido dilatométrico empleado.

Para el agua  $X = 0,997$

Para el queroseno  $X =$  se determinará previamente con exactitud  $\pm 0,001$

$V_R$  = volumen real corregido de la muestra de polvo mineral (volumen sólidos más volumen huecos inaccesibles).

**4.2 Expresión de los resultados.** El resultado de la densidad relativa se expresará con aproxima-

ción a la tercera cifra decimal y acompañado de la relación  $25^\circ \text{C}/25^\circ \text{C}$  ( $X, XXX 25^\circ \text{C}/25^\circ \text{C}$ ).

**4.3 Repetibilidad.** Los resultados obtenidos por un operario utilizando un mismo equipo en un ensayo repetido sobre dos diferentes porciones tomadas de la misma muestra, no deben diferir en más de 0,005 unidades de densidad relativa.

## 5 CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS

BS 812 "Testing aggregates". Part. 2. "Methods for determination of physical properties". apart. 5.7 Method for determination of relative density of filler" (1975) (Revised 1984).

AS 1141.7 Australian Standard. "Apparent particle density of filler" (1980).

ASTM C 188-89 "Standard Test Method for Density of Hydraulic Cement" (parcialmente).