

## Densidad relativa y absorción de áridos gruesos

### 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

1.1 Esta norma describe el procedimiento que debe seguirse para la determinación de las densidades relativas aparente y real, así como de la absorción de agua después de 24 horas de inmersión, de los áridos de tamaño igual o superior a 5 mm.

1.2 El método tiene aplicación en la tecnología de construcción de carreteras, pues a partir de los valores de densidad y absorción obtenidos, se calculan las relaciones masa-volumen y la proporción de huecos en las diferentes mezclas que contengan áridos, como en los hormigones hidráulicos o las mezclas bituminosas.

### 2 DEFINICIONES

2.1 **Volúmenes aparente y real.** En un sólido (árido) permeable, si se incluye en el cálculo de su volumen el correspondiente a los huecos accesibles al agua, en las condiciones que se establezcan, se define este volumen como «aparente»; mientras que, si se excluye el volumen correspondiente a los huecos accesibles al agua, el volumen a considerar, se define como «real».

2.2 **Densidades relativas aparente y real.** Se define como «densidad relativa aparente» la relación entre la masa, en el aire, del sólido (árido), y la masa de un volumen de agua equivalente al volumen aparente del sólido considerado. Análogamente, se define como «densidad relativa real» la relación entre la masa, en el aire, y la masa de agua equivalente al volumen real del sólido en cuestión.

2.3 **Densidad relativa aparente saturada superficie seca (s.s.s.).** Es la relación entre la suma de las masas en el aire de un árido y del agua retenida en los huecos accesibles del árido, después de sumergido éste en agua durante unas 24 horas, y la masa de un volumen de agua equivalente al volumen aparente del árido.

2.4 **Absorción.** Se define como absorción de un árido el aumento de masa de éste por causa del agua retenida en los poros del mismo, pero sin incluir el agua adherida a la superficie exterior de las

partículas del árido. Se expresa la absorción como porcentaje de la masa seca del árido.

2.5 Las anteriores proposiciones han de ser definidas a temperaturas del sólido y del agua previamente establecidas.

2.6 Las expresiones matemáticas de la cualidad densidad relativa son, por definición, adimensionales.

### 3 APARATOS Y MATERIAL NECESARIOS

3.1 **Balanza,** con sensibilidad y exactitud de 0,05 % de la masa de la muestra, en cualquier punto del campo de pesada utilizado para el ensayo, o de 0,5 g, la que sea de mayor precisión. La balanza estará equipada con un dispositivo que permita suspender de la misma el cesto que contenga el árido sumergido en agua.

3.2 **Cestos metálicos.** Para realizar las pesadas de los áridos sumergidos, se dispondrá de cestos metálicos de forma cilíndrica con bastidores de suficiente rigidez y pared lateral y fondo de tela metálica de unos 3 mm de luz de malla. Para áridos de tamaño máximo igual o inferior a 40 mm se utilizarán cestos de 4 a 7 dm<sup>3</sup> de capacidad; si el árido es de tamaño superior a 40 mm, estos cestos serán de 7 a 16 dm<sup>3</sup> o mayores, según circunstancias.

3.3 **Tanque de agua,** en el que se pueda acomodar el cesto metálico suspendido de la balanza. El agua debe estar exenta de aire disuelto.

3.4 **Tamices,** UNE 5 mm y 40 mm, y otros de distintas luces de malla, según necesidad, que cumplan los requisitos especificados en la norma UNE 7-050.

3.5 **Estufa,** que pueda alcanzar y mantener una temperatura de  $110 \pm 5$  °C.

### 4 PREPARACION DE LA MUESTRA DEL ARIDO

4.1 El muestreo y la reducción de tamaño de muestra se realiza de acuerdo con lo preceptuado en la norma NLT-148.

4.2 Se mezcla completamente el árido y se cuartea a continuación hasta obtener, después de eliminar el material de tamaño inferior a 5 mm, la cantidad mínima necesaria para el ensayo, en función del tamaño máximo nominal, de acuerdo con la tabla 1. La eliminación del árido menor de 5 mm se efectúa, por tamizado en seco, con el tamiz UNE 5 mm.

4.3 Si se considera conveniente, se puede fraccionar la muestra para ensayo y ensayar, separadamente, cada una de las fracciones; si la muestra contiene más de un 15 % de material con tamaños superiores a 40 mm, se separa al menos en dos fracciones, utilizando el tamiz UNE 40 mm.

Cuando se fracciona la muestra, las cantidades mínimas para ensayo serán, de acuerdo con el tamaño máximo nominal de cada fracción, tales que la masa a ensayar sea, como mínimo, la diferencia entre las masas indicadas en la tabla 1, correspondientes a los tamaños máximo y mínimo de la fracción considerada. Para separar el árido en las fracciones que se estimen oportunas, se emplearán tamices UNE.

## 5 PROCEDIMIENTO

5.1 La muestra para ensayo se lava con agua hasta eliminar completamente el polvo u otras sustancias extrañas adheridas a la superficie de las partículas. A continuación, se seca en la estufa a  $110 \pm 5$  °C hasta masa constante, y después se deja enfriar al aire a temperatura ambiente durante 1 a 3 horas, o hasta que la muestra se pueda manipular con comodidad (unos 50 °C). Posteriormente se sumerge en agua a temperatura ambiente durante  $24 \pm 4$  horas (Nota 1).

**Nota 1.** Si los valores de las densidades relativas y de la absorción son de aplicación a los hormigones hidráulicos fabricados con áridos usual-

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL EN mm	CANTIDAD MÍNIMA DE MUESTRA PARA ENSAYO EN kg
hasta 12,5	2
20	3
25	4
40	5
50	8
63	12
75	18
90	25

TABLA 1. Cantidad mínima de muestra para ensayo.

mente húmedos, en el método de ensayo se puede prescindir del secado de éstos hasta masa constante. Además, si los áridos se han mantenido con su superficie continuamente mojada hasta el comienzo del ensayo, se puede omitir también la inmersión de 24 horas en agua. Los valores para la densidad relativa aparente y la absorción con áridos en estado saturado superficie seca (s.s.s.) pueden ser significativamente más altos, si antes de mojarlos se ha suprimido el secado previo en estufa referido en el apartado 5.1; esto es especialmente cierto en las partículas del árido mayores de 75 mm, puesto que el agua no podrá penetrar por los poros hasta el centro de la partícula, mientras se realiza la inmersión prescrita. Por todo esto, en el resultado de los ensayos se consignará cualquier alteración introducida en la marcha general del método.

5.2 Después del período de inmersión, se saca la muestra del agua y se secan las partículas rodándolas sobre un paño absorbente de tamaño bastante, hasta que se elimine el agua superficial visible, secando individualmente las partículas mayores. Se puede utilizar una corriente de aire para ayudar al proceso de secado. Se adoptan las precauciones necesarias para evitar la evaporación del agua de los poros del árido durante la operación del secado de la superficie del mismo.

5.3 A continuación se determina en la balanza la masa, *B*, de la muestra en estado de saturada superficie seca (s.s.s.), con aproximación de 0,5 g o del 0,05 % de la masa de la muestra, cual sea más estricta. Todas las determinaciones de masa a realizar en el método de ensayo se efectuarán con la precisión antes indicada.

5.4 Inmediatamente después se coloca la muestra en el interior del cesto metálico, adecuado al tamaño del árido, situando el conjunto, suspendido de la balanza con el dispositivo hidrostático, en el baño de agua de forma que quede totalmente sumergido y sin tocar ni el fondo ni las paredes de aquél. La temperatura del agua será de  $23 \pm 2$  °C y su densidad de  $997 \pm 2$  kg/m<sup>3</sup>. Se evitará y eliminará el aire atrapado en la muestra sumergida, agitándola convenientemente, antes de proceder a la pesada. Se determina la masa, *C*, de la muestra sumergida (Nota 2).

**Nota 2.** El alambre de suspensión del cesto será de la menor sección prácticamente posible para minimizar los efectos en las pesadas de las diferentes longitudes inmersas del mismo al realizar los ensayos.

5.5 Se seca la muestra en la estufa a  $110 \pm 5$  °C hasta masa constante; se enfría en aire, a temperatura ambiente durante 1 a 3 horas, hasta unos 50 °C y se determina la masa seca, *A*.

## 6 CALCULOS Y RESULTADOS

6.1 Se calculan las densidades relativas aparente, saturada superficie seca y real, así como la absorción, con las siguientes expresiones:

### 6.1.1 Densidad relativa aparente,

$$d_{ra} = \frac{A}{B - C}$$

### 6.1.2 Densidad relativa aparente saturada superficie seca (s.s.s.),

$$d_{rass} = \frac{B}{B - C}$$

### 6.1.3 Densidad relativa real,

$$d_{rr} = \frac{A}{A - C}$$

### 6.1.4 Absorción, en porcentaje de muestra seca,

$$Abs (\%) = \frac{B - A}{A} \times 100$$

en donde

A = masa en aire de la muestra desecada, en kg  
 B = masa en aire de la muestra saturada superficie seca (s.s.s.), en kg  
 C = masa sumergida en agua de la muestra saturada, en kg.

6.2 Los resultados se expresarán con aproximación de 0,01 unidades en el caso de la densidad y con aproximación del 0,1 % en la absorción.

6.3 Cada resultado se informará, juntamente con las temperaturas a las que se realizan las determinaciones, de la forma siguiente:

$$\text{densidad } (t_1/t_2 \text{ } ^\circ\text{C}) = \text{Valor obtenido}$$

en donde

$t_1$  es la temperatura del sólido (árido) y  
 $t_2$  es la del líquido (agua) de inmersión.

6.4 Si la muestra total para ensayo se ha dividido en fracciones (submuestras) más pequeñas, como se refiere en el apartado 4.3, y se ha ensayado por separado cada una de tales fracciones, las respectivas densidades y absorciones se calculan mediante las expresiones 6.1.1 a 6.1.4.

Para obtener el valor verdadero, tanto de la densidad relativa como de la absorción correspondiente a la totalidad de la muestra de árido ensayado ( $n$  fracciones) se aplican las expresiones:

$$\text{Densidad} = \left( \frac{M_1}{100 D_1} + \frac{M_2}{100 D_2} + \dots + \frac{M_n}{100 D_n} \right)^{-1}$$

$$\text{Absorción} = \frac{M_1 A_1}{100} + \frac{M_2 A_2}{100} + \dots + \frac{M_n A_n}{100}$$

en donde

$M_1, M_2, \dots, M_n$  = porcentajes respectivos de la masa de cada fracción presente en la masa total.

$D_1, D_2, \dots, D_n$  = densidades relativas (aparente, saturada superficie seca o real, según el caso) de cada fracción presente en la masa total.

$A_1, A_2, \dots, A_n$  = porcentajes de absorción de cada fracción presente en la masa total.

## 7 PRECISION

7.1 Los valores de precisión del método se muestran en la tabla 2, y son consecuencia del análisis de más de 100 pares de resultados de ensayo procedentes de entre 40 y 100 laboratorios (AASHTO Materials Reference Laboratory, Reference Sample Program).

	DESVIACION TÍPICA (1S)	DIFERENCIA MÁXIMA ACEPTABLE ENTRE DOS RESULTADOS (D2S)
Repetibilidad		
Dens. relativa aparente seca	0,009	0,025
Dens. relativa aparente s.s.s.	0,007	0,020
Dens. relativa real	0,007	0,020
Absorción, %	0,088	0,25
Reproducibilidad		
Dens. relativa aparente seca	0,013	0,038
Dens. relativa aparente s.s.s.	0,011	0,032
Dens. relativa real	0,011	0,032
Absorción, %	0,145	0,41

TABLA 2. Precisión.

Nota: Los áridos utilizados en la determinación de la precisión del método presentaron una absorción menor del 2 %.

## **8 CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS**

UNE 7-083-54 «Determinación del peso específico y de la absorción en gravas y arenas».

ASTM C 127-88 «Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate».

AASHTO T 85-85 «Standard Method of test for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate».

UNE 83-134-90 «Aridos para hormigones. Determinación de las densidades, porosidad, coeficiente de absorción y contenido de agua en el árido grueso».

nación de las densidades, porosidad, coeficiente de absorción y contenido de agua en el árido grueso».

## **9 NORMAS PARA CONSULTA**

NLT-148. «Toma de muestras de roca, escorias, grava, arena, polvo mineral y bloques de piedra empleados como materiales de construcción de carreteras».

UNE 7.050 «Tamices de ensayo».

---