



Prácticas de Materiales de Construcción – I.T. Obras Públicas

PRÁCTICA Nº 1

PROPIEDADES GENERALES I

DENSIDAD APARENTE Y DENSIDAD REAL

Contenido:

1.1 Introducción

1.2 Determinación de la D_{ap} de un pétreo: Método de la Balanza Hidrostática

1.3 Determinación de la D_R de un pétreo: Método del Volumenómetro

1.4 Determinación de la D_R de un pétreo: Método del Picnómetro

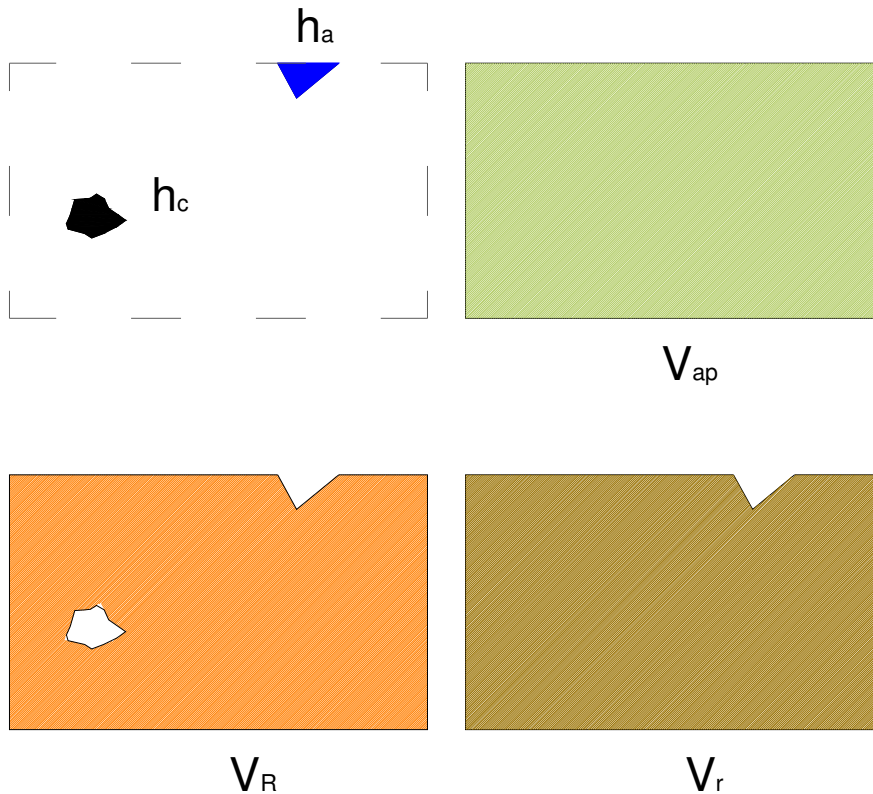
ANEJO 1: Instrumental de laboratorio utilizado en la práctica

1.1 Introducción

En esta práctica determinaremos en laboratorio la densidad de un pétreo, pero antes debemos diferenciar tres tipos de densidades en función del volumen considerado:

$$D = \frac{m}{V} \begin{cases} D_{ap} = \frac{m_s}{V_{ap}} \\ D_R = \frac{m_s}{V_R} \\ D_r = \frac{m_s}{V_r} \end{cases}$$

Dado un pétreo, diferenciamos los siguientes volúmenes:



Donde:

$$V_r = V_R + h_c = V_{ap} - h_a; \quad V_{ap} = V_R + h_a + h_c$$

Otros conceptos:

Huecos abiertos o accesibles: $P_{sat} = P_s + h_a * \gamma_l$; $h_a = \frac{P_{sat} - P_s}{\gamma_l} = \frac{m_{sat} - m_s}{\rho_l}$

Huecos totales: $h_t = h_a + h_c$

Porosidad relativa (o abierta): $P_r = \frac{h_a}{V_{ap}}$

Porosidad cerrada: $P_c = \frac{h_c}{V_{ap}}$

Porosidad absoluta: $P_{ab} = \frac{h_t}{V_{ap}} = P_r + P_c = 1 - C$

Compacidad: $C = \frac{V_R}{V_{ap}}$

Absorción: $A = \frac{m_{sat} - m_s}{m_s}$

Estos parámetros pueden expresarse en tanto por uno o en porcentaje.

Siendo:

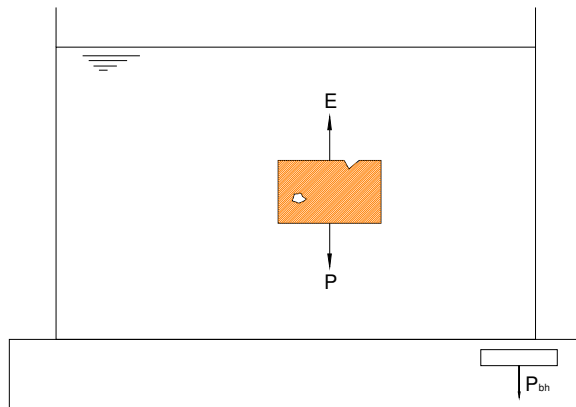
- D_{ap} = Densidad aparente
- D_R = Densidad real
- D_r = Densidad relativa
- m_s = masa seca (hasta constancia de masa)
- m_{sat} = masa saturada (hasta constancia de masa)
- h_c = Volumen de huecos cerrados o inaccesibles
- V_{ap} = Volumen aparente (envolvente del pétreo)
- V_R = Volumen real (parte sólida)
- V_r = Volumen relativo (parte sólida más huecos cerrados)
- γ_l = peso específico del líquido
- ρ_l = densidad del líquido

ANOTACIONES:

1.2 Determinación de la D_{ap} : Método de la Balanza hidrostática

CONCEPTOS PREVIOS

Como hemos visto en el punto anterior, para determinar la D_{ap} de un pétreo es necesario obtener previamente su V_{ap} . Para ello utilizaremos el método de la Balanza hidrostática que está basado en el principio de Arquímedes:



Si sumergimos un pétreo en un líquido este experimentará un empuje vertical (E) hacia arriba igual al peso del fluido desalojado, o lo que es lo mismo, se producirá un descenso en el peso del pétreo (P) igual al peso del líquido desalojado.

Suponiendo que taramos el peso del líquido en la balanza y en función de la existencia de poros accesibles o no:

- a) Material sin poros accesibles (caso que normalmente no se da en la realidad)

$$P_{bh} = P_{sec o} - E = P_{sec o} - (V_{ap} * \gamma_l) \quad \longrightarrow \quad V_{ap} = \frac{P_{sec o} - P_{bh}}{\gamma_l} = \frac{m_{sec a} - m_{bh}}{\rho_l}$$

- b) Material con poros accesibles:

El agua rellena los poros accesibles saturando al pétreo.

$$P_{bh} = P_{sec o} - E = P_{sec o} - (V_{ap} - h_a) * \gamma_l \quad \longrightarrow$$

$$\longrightarrow \quad V_{ap} = \frac{(P_{sec o} + h_a * \gamma_l) - P_{bh}}{\gamma_l} = \frac{P_{sat} - P_{bh}}{\gamma_l} = \frac{m_{sat} - m_{bh}}{\rho_l}$$

Siendo:

P_{bh} = peso obtenido en la balanza hidrostática

ENSAYO 1.1

OBJETIVO

Determinar la D_{ap} de un pétreo. Sabiendo que:

$$D_{ap} = \frac{m_s}{V_{ap}}$$

$$V_{ap} = \frac{m_{sat} - m_{bh}}{\rho_l}$$

Por tanto será necesario obtener:

m_s , m_{sat} y m_{bh}

MATERIAL UTILIZADO (ver anejo 1)

- Muestra de pétreo
- Líquido utilizado: agua
- Estufa
- Desecador de vidrio (Placa porosa de porcelana con gel de sílice que cuando se humedece regeneramos en estufa)
- Balanza (Debemos observar su capacidad y precisión)

ANOTACIONES:

PROCEDIMIENTO:

a) La m_s (masa seca) se obtiene de la siguiente forma:

- 1°. Secamos el pétreo en estufa a 110 °C
- 2°. Lo dejamos enfriar en desecador de vidrio
- 3°. Pesamos en la balanza

De esta manera obtenemos la masa de la parte sólida eliminando el agua contenida en los h_a (huecos accesibles):

$m_s =$

b) La m_{sat} (masa saturada) se obtiene:

- 1º. Sumergimos el pétreo en agua hasta peso constante
- 2º. Secamos la superficie del pétreo con un paño no absorbente (Eliminamos la película de agua que envuelve al pétreo pero no la contenida en huecos accesibles)
- 3º. Pesamos en la balanza

Repetimos procesos anteriores hasta peso constante (en 2 pesadas consecutivas no existe variación de peso)

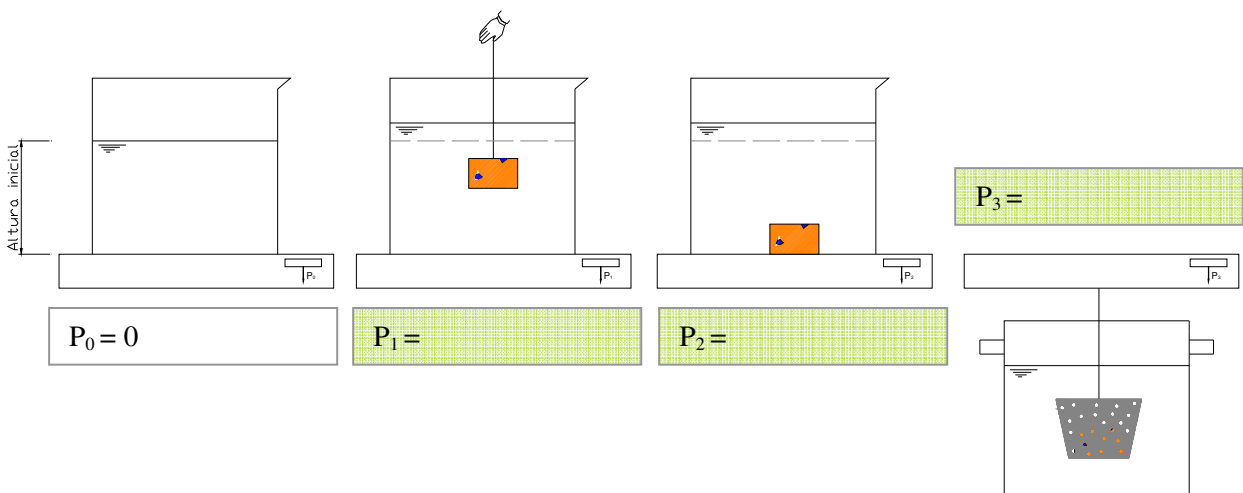
El resultado obtenido en nuestro pétreo es:

$m_{sat} =$

ANOTACIONES:

c) Obtención del P_{bh} :

En esta tercera y última fase del ensayo vamos a montar tres dispositivos con los que obtendremos diferentes pesos en la balanza que analizaremos a continuación:



ANÁLISIS DE RESULTADOS:

Suponiendo que los ensayos han sido realizados de forma correcta, indica el significado teórico de cada uno de los resultados:

• $P_1 =$

• $P_2 =$

• $P_3 =$

¿De qué manera influye la existencia de orificios en el cubo del dispositivo 3°?

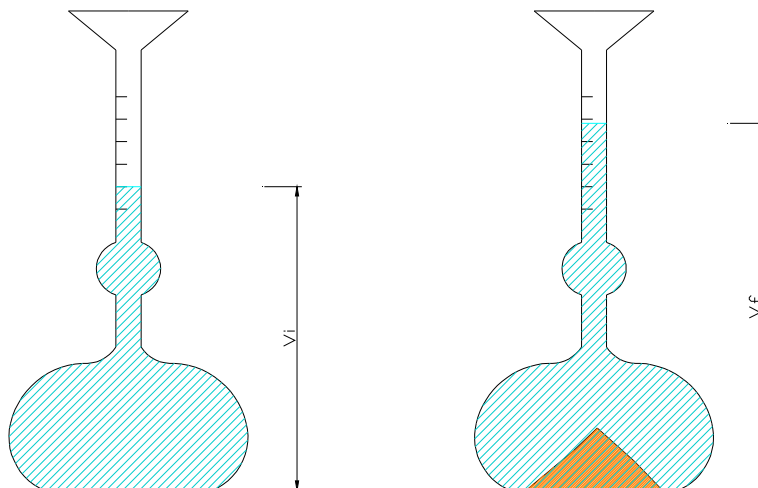
1.3 Determinación de la D_R de un pétreo: Método del Volumenómetro

Para calcular el V_R se usa un recipiente denominado Volumenómetro de Le Chatelier. Se trata de un recipiente de vidrio que dispone de un cuello estrecho con una graduación en volúmenes mediante el que se obtiene la siguiente expresión:

$$V_R = V_f - V_i$$

Siendo:

- V_i = Volumen inicial de líquido medido en el Volumenómetro
- V_f = Volumen inicial de líquido + volumen de muestra del pétreo medido en el Volumenómetro



ENSAYO 1.2

OBJETIVO

Determinar la D_R de un pétreo. Sabiendo que:

$$D_R = \frac{m_s}{V_R}$$

Por tanto será necesario obtener:

m_s y V_R

MATERIAL UTILIZADO (ver anejo 1)

- Muestra de pétreo
- Molino
- Estufa
- Desecador de vidrio
- Balanza
- Volumenómetro

PROCEDIMIENTO:

a) La m_s (masa seca) se obtiene de la siguiente forma:

- 1°. Trituramos el pétreo con el molino (de esta manera eliminamos los h_a y h_c).
- 2°. Lo secamos en estufa a 110 °C hasta peso constante.
- 3°. Lo dejamos enfriar en desecador de vidrio.
- 4°. Pesamos en la balanza.

El resultado obtenido es:

$m_s =$

b) El V_R lo obtenemos con la ayuda del Volumenómetro:

1°. Llenamos el Volumenómetro con agua destilada hasta un volumen conocido, en nuestro caso hasta V_i :

$V_i =$

2°. Para asegurarnos que toda la muestra medida en el apartado a) sea introducida en el Volumenómetro (no se perderá nada en el camino desde el portamuestras), pesamos en balanza el conjunto Volumenómetro + agua, taramos la balanza e introducimos la muestra. Debemos comprobar que el peso es igual a m_s del apartado a).

3°. Anotamos el nuevo volumen alcanzado V_f (Todas las partículas deben ponerse en contacto con el agua no quedando ninguna adherida a las paredes del recipiente):

$V_f =$

RESULTADOS:

$$V_R = V_f - V_i = \text{[Diagrama de un cilindro con una parte sombreada]} - D_R = \frac{m_s}{V_R} = \text{[Diagrama de un cilindro con una parte sombreada]}$$

1.4 Determinación de la D_R de un pétreo: Método del Picnómetro

CONCEPTOS PREVIOS

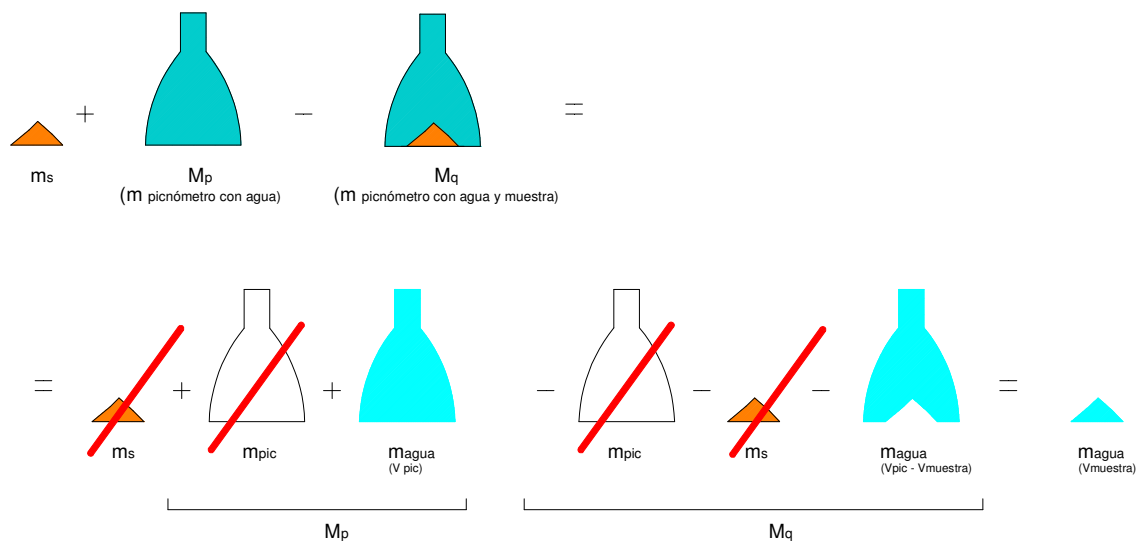
Este método es el utilizado habitualmente para la determinación del V_R y para poder aplicarlo se usa un recipiente denominado Picnómetro. Se trata de un recipiente de vidrio con una marca para enrase. La expresión a utilizar para obtener el volumen real es:

$$V_R = \frac{m_s + M_p - M_q}{\rho_l}$$

Siendo:

- M_p = Masa del picnómetro + agua hasta enrase
- M_q = Masa del picnómetro + muestra + agua hasta enrase

La expresión anterior se puede entender fácilmente con ayuda de la siguiente gráfica:



ENSAYO 1.3

OBJETIVO

Determinar la D_R de un pétreo. Sabiendo que:

$$D_R = \frac{m_s}{V_R}$$

Igual que con el método anterior,
será necesario obtener:
 m_s y V_R

MATERIAL UTILIZADO (ver anejo 1)

- Muestra de pétreo
- Agua
- Molino
- Estufa
- Desecador de vidrio
- Balanza
- Picnómetro

PROCEDIMIENTO:

a) La m_s (masa seca) se obtiene de igual forma que en el método anterior:

- 1°. Trituramos el pétreo con el molino (de esta manera eliminamos los h_a y h_c).
- 2°. Lo secamos en estufa a 110 °C hasta peso constante.
- 3°. Lo dejamos enfriar en desecador de vidrio.
- 4°. Pesamos en la balanza.

$m_s =$

b) El V_R lo obtenemos con la ayuda del Picnómetro:

- 1°. Llenamos el picnómetro hasta enrase con agua, secamos el exterior del recipiente con un paño y pesamos en la balanza:

$M_p =$

- 2°. Para asegurarnos que toda la muestra medida en el apartado a) sea introducida en el Picnómetro (no se perderá nada en el camino desde el portamuestras), taramos la balanza con picnómetro vacío e introducimos la muestra. Debemos comprobar que el peso es igual a m_s del apartado a).

- 3°. Para terminar, rellenamos el picnómetro con agua hasta enrase (con la muestra en su interior) y pesamos el conjunto:

$M_q =$

Esta operación de llenado con agua debe hacerse de forma lenta y cuidadosa para evitar que la muestra se mezcle con el líquido y salga al exterior cuando rebose (el sólido debe decantar).

RESULTADOS:

• $V_R = \frac{m_s + M_p - M_q}{\rho_l} =$

=

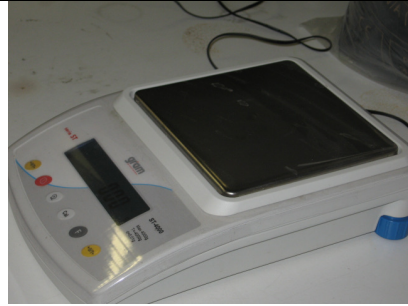
• $D_R = \frac{m_s}{V_R} =$

=

ANEJO 1: Instrumental de laboratorio utilizado en la práctica



Estufas



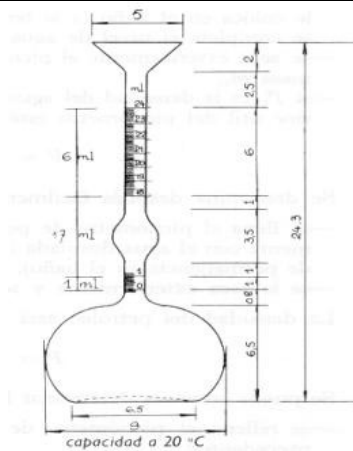
Balanza



Vasos de precipitados



Picnómetro



Volumenómetro



Dispositivo de pesada hidrostática



Desecador de vidrio



Molinos