

NORMA DE ENSAYO
DEL
LABORATORIO DEL TRANSPORTE
Y MECANICA DEL SUELO
"JOSE LUIS ESCARIO"

NLT-109/72

Densidad in situ por el método de la arena

1. OBJETO

- 1.1. El objeto de este ensayo es determinar la densidad *in situ* de un suelo que no contenga partículas de más de 5 cm, midiendo su volumen mediante una arena calibrada.

2. APARATOS Y MATERIAL NECESARIOS

- 2.1. Un recipiente especial con válvula y embudo que tenga aproximadamente las dimensiones señaladas en la figura 1. En especial el diámetro del orificio de la válvula cilíndrica debe ser de 13 mm.
- 2.2. Balanza de unos 10 kg de capacidad que aprecie 1 g.
- 2.3. Estufa de desecación, regulable a 105-110 °C.
- 2.4. Bote o frasco de 3,5 dm³ de capacidad aproximadamente.
- 2.5. Herramientas para practicar el hoyo, adecuadas al terreno de que se trate (paleta, cucharón, martillo, cincel, etc.).
- 2.6. Lona de aproximadamente 40 x 40 cm, con un agujero en el centro de unos 12 cm de diámetro.
- 2.7. Tamiz 50 UNE (A.S.T.M. 2 pulgadas).
- 2.8. Arena de tamaño uniforme, limpia y seca.

3. PROCEDIMIENTO

- 3.1. Tarado del recipiente.
 - 3.1.1. Se parafinan todas las juntas del cuerpo del recipiente.
 - 3.1.2. Se pesa el recipiente parafinado.
 - 3.1.3. Se llena de agua hasta la parte superior de la válvula.
 - 3.1.4. Se pesa el recipiente lleno de agua.
- 3.2. Excavación del hoyo.
 - 3.2.1. Se alisa la superficie del terreno donde se quiere hacer la determinación, en un círculo de aproximadamente 30 cm de diámetro.
 - 3.2.2. Se pone la lona sobre la zona alisada, para poder recuperar el material que se caiga durante la excavación del hoyo.

- 3.2.3. Se practica un hoyo cilíndrico de aproximadamente 12 cm de diámetro y de 12 a 18 cm de profundidad.
- 3.2.4. Se retira y guarda en un bote todo el material excavado. Si se desea también hallar la humedad *in situ* se pesa dicho material con su humedad natural, o bien se toma una muestra más pequeña para humedad.
- 3.2.5. Se deseca el material extraído, poniéndolo en estufa a 105-110 °C hasta peso constante, y se anota su masa.
- 3.3. Medición del volumen del hoyo.
 - 3.3.1. Se llena el recipiente-embudo, bien limpio y seco, con la arena de tamaño uniforme, hasta la válvula. Esta operación debe hacerse con cuidado de no mover o golpear el recipiente.
 - 3.3.2. Se pesa el recipiente lleno de arena.
 - 3.3.3. Con la válvula cerrada, se coloca el recipiente sobre el hoyo invertido y centrado.
 - 3.3.4. Se abre la válvula. La arena caerá desde la válvula hasta llenar el hoyo y el embudo.
 - 3.3.5. Cuando deje de caer arena, se cierra la válvula.
 - 3.3.6. Se pesa el recipiente con la arena sobrante.
 - 3.3.7. Se coloca el recipiente invertido sobre una superficie plana. Se abre la válvula y se cierra cuando se haya llenado el embudo.
 - 3.3.8. Se retira el recipiente y se pesa la arena que cabe en el embudo.

4. RESULTADOS

- 4.1. De la operación de tarado se obtienen la masa de la arena y el volumen del agua que corresponden al volumen del recipiente; de estos datos se calcula la densidad de la arena dividiendo la primera por el segundo.
- 4.2. La densidad *in situ* se obtiene dividiendo la masa seca de la tierra extraída por el volumen del hoyo. Este se calcula a partir de la densidad de la arena y de la masa de la que cabe en el hoyo.

5. OBSERVACIONES

- 5.1. Apartado 2.8.—La arena que se emplee en este ensayo debe ser de tamaño uniforme. Debe pasar toda por el tamiz 2 UNE (A.S.T.M. núm. 10) y quedar retenida en el 0,25 UNE (A.S.T.M. núm. 60). Es muy importante que esté bien seca y limpia. Sirve a este fin la "arena normal del Manzanares para morteros" utilizada en ensayos de morteros de cemento y que se puede adquirir ya tamizada. Su granulometría está prácticamente comprendida entre los tamices 1,25 UNE (A.S.T.M. núm. 16) y 0,63 UNE (A.S.T.M. núm. 30). La arena ya utilizada sirve de nuevo siempre que haya seguridad de que no se ha ensuciado.
- 5.2. Apartado 3.2.—Debe efectuarse la excavación del hoyo con cuidado para evitar comprimir el suelo en sus paredes. Antes de rellenarlo con arena, debe quitarse escrupulosamente todo el material suelto.

- 5.3. Apartado 3.3. — Durante las operaciones de llenado del recipiente y vaciado sobre el hoyo, debe cuidarse que no sufra el recipiente ningún golpe ni vibración, pues compactaría la arena arbitrariamente, haciendo variar notablemente los resultados.
- 5.4. Si el suelo contuviera piedras demasiado gruesas, es necesario practicar un hoyo de mayores dimensiones. Como orientación se da la siguiente tabla:

Tamaño máximo de la piedra (mm)	Diámetro del hoyo (cm)
20	10
40	15
70	20

La profundidad del hoyo debe ser igual o mayor que su diámetro, con objeto de diluir los posibles errores en el enrase de la arena.

Cuando el volumen del hoyo sea mayor que el del frasco no se puede utilizar éste. En su lugar puede emplearse un recipiente cualquiera (una simple lata) de dimensiones ligeramente superiores a las del hoyo. Para determinar su volumen se pesa vacía y llena de agua, y se restan los resultados.

Al echar la arena de la lata al agujero, debe hacerse de la misma forma seguida al llenar la lata para determinar la densidad de la arena. Con este fin suelen llenarse la lata y el agujero por medio de un embudo, manteniendo su extremo a una distancia aproximadamente constante con respecto a la superficie de la arena.

Otra modificación al procedimiento general, en este caso, consiste en colocar en el lugar donde se va a realizar el ensayo, en vez de la lona citada en el apartado 3.2.2 una tabla bien plana, de 30 x 30 cm de superficie de 1 a 2 cm de espesor y con un agujero central de diámetro aproximadamente igual al del hoyo que se va a practicar. El hoyo se hace coincidiendo con el agujero de la tabla, y al verter la arena se enrasa sobre ésta. Para calcular el volumen del hoyo, se resta del total determinado por medio de la arena el correspondiente al agujero de la tabla previamente calculado a partir de sus dimensiones. También puede precisarse un orificio de mayores dimensiones cuando se desea hallar la densidad correspondiente a la totalidad de una capa compactada y el espesor de ésta es grande.

- 5.5. Cuando los resultados se necesitan con urgencia se procede en todo según el método general, excepto que para obtener el peso del suelo seco se determina la humedad por el método del alcohol o análogo.

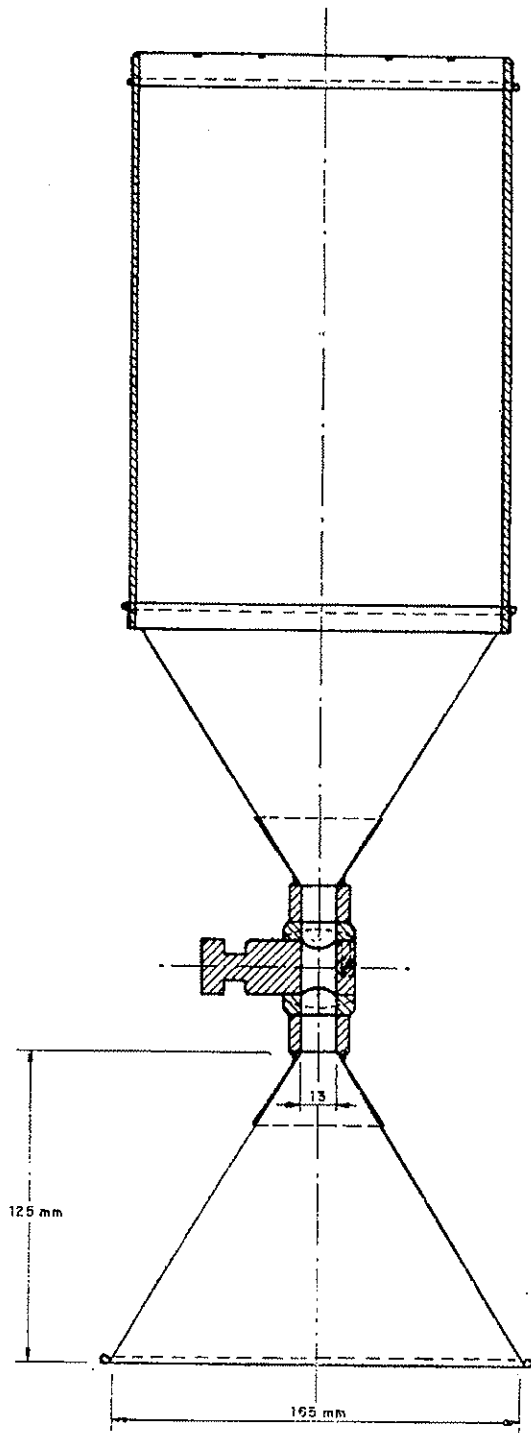


Fig. 1.— Aparato de densidad.

TRABAJO N.º DENOMINACION MUESTRA N.º

Densidad «in situ» método de la arena

Fecha: Operador: Revisado:

Cuadro de resultados

Muestra n.º	Localización	Laboratorio		Obra		Observaciones
		Humed. óptima	Densid. máxima	Densidad g/cm ³	Humed. %	

Operaciones de tarado

—	Referencia del recipiente				
t + a	Recipiente lleno de agua				
t	Recipiente vacío				
$a = V = (t + a) - t$	Volumen del recipiente				
$(t + a')(1)$	Recipiente + arena				
$a' = (t + a') - t$	Arena				
$\frac{1}{\rho} = \frac{V}{a'}$	Inverso densidad de arena				

(1) Como valor de t + a' se tomará la media de los pesos obtenidos en las determinaciones efectuadas, siempre que estén hechas con el mismo tipo de arena y en las mismas condiciones.

Densidad

—	N.º de muestra								
—	Referencia recipiente								
m_1	Arena + recipiente antes del ensayo								
m_2	Arena + recipiente después del ensayo								
$a'_1 + a'_2 = m_1 - m_2$	Arena hoyo + arena embudo								
a'_2	Masa arena embudo								
$a'_1 = (a'_1 + a'_2) - a'_2$	Masa arena hoyo								
$\frac{1}{p}$	Inverso densidad arena								
$V = a'_1 \frac{1}{p}$	Volumen hoyo								
$\rho_d = \frac{s}{V}$	Densidad seca								

Humedad

—	Referencia tara								
$t + s + a$	Tara + suelo + agua								
$t + s$	Tara + suelo								
t	Tara								
$a = (t + s + a) - (t + s)$	Agua								
$s = (t + s) - t$	Suelo								
$w = \frac{a}{s} \times 100$	% Humedad								

Observaciones:

.....

.....

.....

.....

.....