

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	 SIGUD Sistema Integrado de Gestión
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

GUÍA DE LABORATORIO PARA ENSAYO DENSIDAD Y PESO UNITARIO DEL SUELO EN EL TERRENO POR EL MÉTODO DEL BALÓN DE CAUCHO

Contenido

1. RESUMEN.....	2
2. MARCO TEÓRICO.....	2
3. MATERIALES Y EQUIPO REQUERIDOS.....	3
4. OBJETIVO.....	6
5. PROCEDIMIENTO	6
5.1. Calibración.....	6
5.2. Procedimiento.....	6
6. RESULTADOS	7
7. REFERENCIAS	9
8. RECOMENDACIONES	9

Lista de figuras

Figura 1. Balón de caucho para medir la densidad en el terreno.	4
Figura 2. Balanza.	5
Figura 3. Horno.....	5

Lista de tablas

Tabla 1. Volúmenes mínimos del hueco de ensayo de acuerdo con el tamaño máximo de las partículas del suelo a ensayar.....	7
---	---

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

1. RESUMEN

En esta guía de laboratorio se establece el procedimiento que determina el volumen de un agujero excavado en un suelo dado, usando un recipiente calibrado lleno de un líquido con el cual insufla una delgada membrana de caucho flexible, la cual se va desplazando dentro del agujero, tomando su forma hasta que se llena totalmente con el líquido. La densidad húmeda en el sitio se determina dividiendo la masa húmeda del suelo que se remueve, por el volumen del agujero. El contenido de agua del suelo (humedad) y la densidad húmeda en el sitio se usan para calcular la densidad seca y el peso unitario seco in-situ, según la norma INVIAS E-162-13. Además de ello también se exponen los dos métodos por los que se puede calcular. También se encuentran descritos los instrumentos que se utilizaran y el proceso que se debe realizar para ejecutar la práctica. Se recomienda verificar el estado de los elementos antes de utilizarlos, tener cuidado con los instrumentos y por último dejar los elementos limpios y en orden después de utilizarlos.

2. MARCO TEÓRICO

Densidad: Se define como la masa dividida entre el volumen. Generalmente sus unidades se expresan en kg/m³ o g/cm³

Peso unitario seco: Se obtiene de la multiplicación de la densidad seca por el valor de la gravedad.

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

3. MATERIALES Y EQUIPO REQUERIDOS

Aparato del balón de caucho: Es un cilindro calibrado, que contiene un líquido dentro de una membrana relativamente delgada, flexible y elástica (balón de caucho), diseñada para medir el volumen del hueco del ensayo bajo las condiciones de este método (ver Figura 1). El aparato deberá estar equipado de manera que se pueda aplicar exteriormente una presión o un vacío parcial al líquido contenido dentro de él. Su peso y su tamaño deberán ser tales, que no se produzca distorsión del hueco excavado ni del área adyacente durante la ejecución del ensayo. El aparato está adaptado para ser usado en conjunto con un manómetro u otro dispositivo que controle la presión aplicada durante la calibración y los ensayos. Se deberá disponer lo necesario para colocar pesas (sobrecarga) sobre el aparato. La membrana flexible deberá tener tamaño y forma tales, que llene completamente el hueco sin pliegues ni dobleces cuando se infla dentro de él, y tener la suficiente resistencia para aguantar la presión que sea necesaria para asegurar el completo llenado del agujero de ensayo. La membrana será retirada del agujero una vez se haya realizado el ensayo, mediante la aplicación de vacío parcial en el líquido o por otros medios que garanticen una adecuada extracción, sin daños en la misma. Se considera satisfactorio cualquier aparato que emplee una membrana flexible (caucho) y un líquido, y que se pueda utilizar para medir el volumen del agujero en el suelo bajo las condiciones de este ensayo, con una precisión del 1.0 %.

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

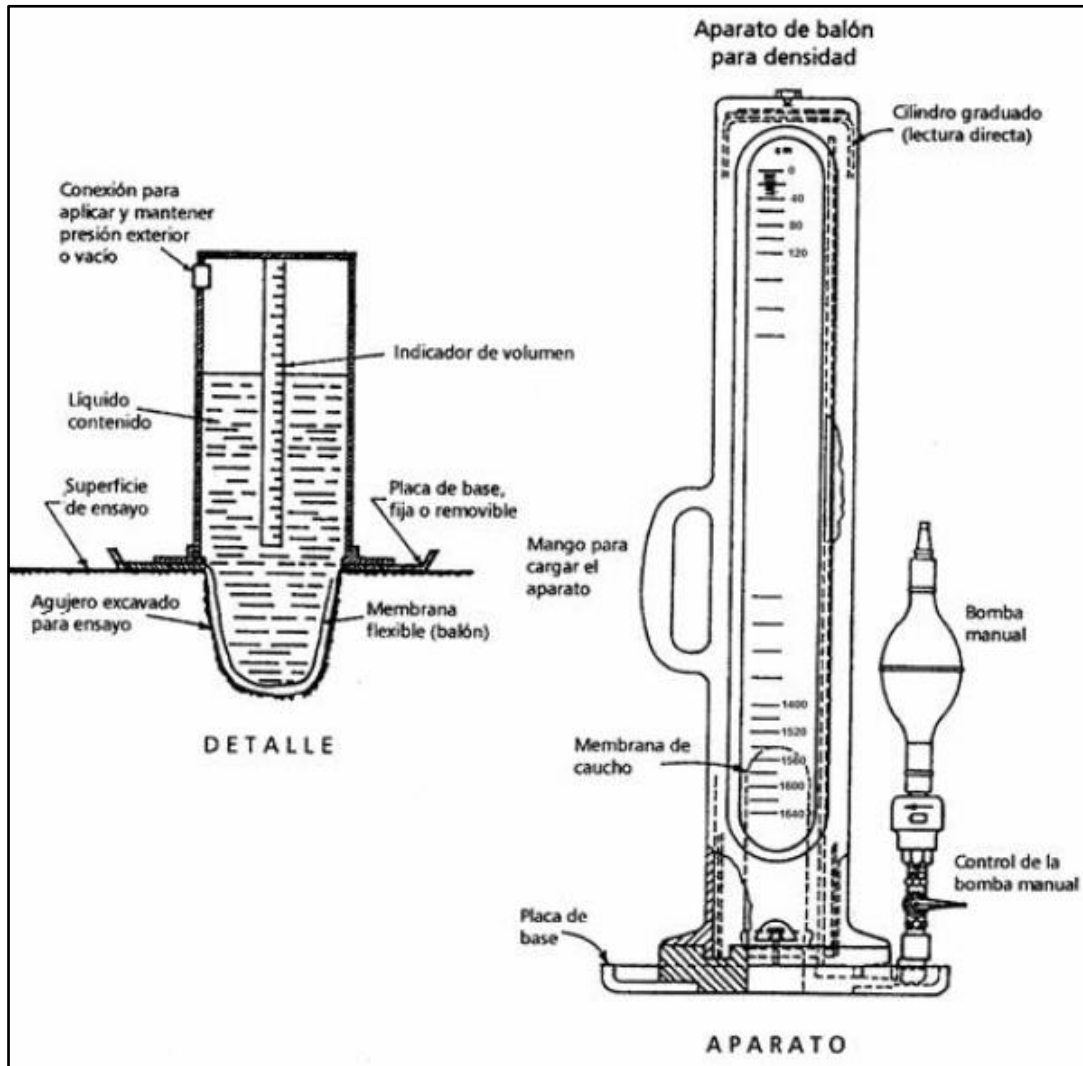


Figura 1. Balón de caucho para medir la densidad en el terreno. Fuente: INVIAS E-162-13

Placa de base: Una placa rígida de metal maquinado, que sirva como base del aparato del balón de caucho. Debe tener una dimensión mínima no menor a dos veces el diámetro del agujero, para prevenir la deformación del hueco de ensayo mientras esté soportando al aparato y las pesas de sobrecarga (si se usan).

Balanzas: Una balanza de capacidad de 20 kg (44 lb) y legibilidad mínima de 5 g (0.01 lb).

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	



Figura 2. Balanza. Fuente: propia

Horno: U otro aparato adecuado y satisfactorio para secar suelos y muestras para humedad.



Figura 3. Horno. Fuente: propia

Equipo misceláneo: Picas pequeñas, cinceles y cuchara para extracción, bolsas de plástico, cajas con tapa u otros recipientes metálicos adecuados que se puedan cerrar para contener el suelo extraído de los huecos sin que pierdan humedad; pala o pico con borde recto y una regla para alisar la superficie de ensayo; termómetro y brocha pequeña; calculadora para efectuar operaciones y pesas de sobrecarga si se requieren para el aparato de ensayo.

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

4. OBJETIVO

Este ensayo pretende mostrar el procedimiento referente a la determinación en el terreno de la densidad y del peso unitario de un suelo compactado o aglomerado con firmeza, mediante un aparato con una membrana de caucho.

5. PROCEDIMIENTO

5.1. Calibración

Antes del primer uso formal, se debe verificar la precisión del indicador de volumen, midiendo con el aparato recipientes o moldes de volumen conocido, siguiendo el procedimiento indicado en el Anexo A de esta norma.

La calibración del aparato se debe realizar anualmente como mínimo y cada vez que, por daño, reparación o cambio de membrana, se puedan afectar los dispositivos indicadores de presión y volumen.

5.2. Procedimiento

Se prepara la superficie del terreno en el sitio elegido para el ensayo, de manera que quede razonablemente plana y nivelada. Dependiendo del contenido de agua (humedad) y de la textura del suelo, la superficie puede ser nivelada usando un equipo pesado

Se instalan la placa de base y el aparato del balón de caucho en el sitio de ensayo. Empleando la misma presión sobre el líquido en el depósito y el mismo peso de sobrecarga que se usaron en la calibración, se toma y anota una lectura inicial del indicador de volumen.

Se retira el aparato del sitio y se excava un hueco centrado dentro del orificio de la placa de base, usando una cuchara o un palustre y otras herramientas necesarias. Se tendrá cuidado al excavar el hueco, de manera que el suelo alrededor del borde superior del mismo no se altere.

El volumen del hueco de ensayo depende del tamaño máximo de las partículas del suelo que se ensaya y del espesor de la capa compactada. Los volúmenes de los

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

huecos de ensayo deben ser tan grandes como sea práctico para reducir errores, y no deberán ser inferiores a los indicados en la Tabla 1.

Después de excavar el orificio, se coloca el aparato sobre la placa de base, en la misma posición empleada para la lectura inicial. Aplicando la sobrecarga y la presión del líquido en el depósito que se usaron durante el procedimiento de verificación de la calibración, se lee y anota la lectura final del indicador de volumen. La diferencia entre esta lectura final y la inicial obtenida en el numeral 6.2, es el volumen del hueco de ensayo.

Se determina la masa del suelo húmedo extraído del orificio con aproximación a 5 g (0.01 lb). Se mezcla completamente el material y se obtiene una muestra representativa para determinar el contenido de humedad, o se usa toda la muestra para ello.

Se determina el contenido de agua, de acuerdo con las normas INV E–122, INV E–135 o INV E–150. Es preferible el uso de la norma INV E–122. Si había sobretamaños en el material removido del orificio, se deberán realizar las correcciones necesarias, de acuerdo con la norma de ensayo INV E–143.

Tabla 1. Volúmenes mínimos del hueco de ensayo de acuerdo con el tamaño máximo de las partículas del suelo a ensayar. Fuente: INVIAS E-162-13

Tamaño máximo de partículas		Volumen mínimo del hueco de ensayo	
mm	pulgadas	cm ³	pies ³
12.7	½ 1	1415	0.05
25.4	1 ½	2125	0.075
38.0		2830	0.1

6. RESULTADOS

Se calcula la densidad húmeda in-situ, ρ_m , del suelo removido del agujero de ensayo, de la siguiente forma:

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	 Sistema Integrado de Gestión
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

$$\rho_m = \frac{Mh}{V}$$

Donde: ρ_m : Densidad húmeda in-situ del suelo ensayado, g/cm³;

M_h : Masa del suelo húmedo removido del agujero de ensayo, g;

V : Volumen del agujero de ensayo, cm³.

Se calcula la densidad seca in-situ, ρ_d , del suelo removido del agujero de ensayo, de la siguiente forma:

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{w}{100}}$$

Donde:

ρ_d : Densidad seca en el sitio, g/cm³;

ρ_m : Densidad húmeda en el sitio, g/cm³;

w : Contenido de agua (humedad) del suelo removido del agujero de ensayo, expresado como un porcentaje de la masa seca del suelo, redondeado al 1 %.

Se calcula el peso unitario seco en el sitio, γ_d , de la siguiente forma:

$$\gamma_d \left(\frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \right) = \rho_d * 9.807$$

$$\gamma_d \left(\frac{\text{lbf}}{\text{pie}^3} \right) = \rho_d * 62.43$$

Donde:

ρ_d : Densidad seca en el sitio, g/cm³.

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

Si se requiere expresar el peso unitario seco en el sitio como porcentaje con respecto a otro peso unitario, por ejemplo, el peso unitario seco máximo obtenido mediante el ensayo de compactación modificado, norma INV E-142, esta relación se determina dividiendo el peso unitario seco en el sitio por el peso unitario seco máximo y multiplicando por 100.

7. REFERENCIAS

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Densidad y peso unitario del suelo en el terreno por el método del balón de caucho: I.N.V. E -162-13

8. RECOMENDACIONES

Verificar el estado de los elementos antes de utilizarlos, tener cuidado al momento de manipular los equipos y materiales, dejar los elementos utilizados en la práctica limpios y en completo orden.