

## **CORRECCIÓN DEL PESO UNITARIO Y DEL CONTENIDO DE AGUA DE SUELOS QUE CONTIENEN SOBRETAMAÑOS**

**INV E – 143 – 13**

### **1 OBJETO**

---

- 1.1** Esta norma presenta un procedimiento para calcular los pesos unitarios y los contenidos de agua de suelos que contengan sobretamaños, cuando se conocen dichos parámetros para la fracción del suelo del cual ellos han sido removidos.
- 1.2** El método se puede utilizar, también, para calcular los pesos unitarios y los contenidos de agua de fracciones del suelo cuando se conocen los valores correspondientes a la muestra total, incluyendo los sobretamaños.
- 1.3** El método se basa en resultados de ensayos realizados sobre suelos y mezclas de suelo-agregado en los cuales la porción considerada como sobretamaño es la retenida en el tamiz de 4.75 mm (No. 4). Con base en estos ensayos, el método es aplicable a suelos y mezclas de suelo-agregado que contengan hasta 40 % de material retenido en el tamiz de 4.75 mm (No. 4). El método también resulta válido cuando se considere como sobretamaño la porción retenida en otro tamiz; por ejemplo, el de 19.0 mm ( $\frac{3}{4}$ "); sin embargo, en este caso el porcentaje admitido de sobretamaños para aplicar la corrección es menor. En tal sentido, el método se considera válido para materiales que contengan hasta 30 % de sobretamaños, en masa, cuando dichos sobretamaños correspondan a partículas mayores de 19.0 mm.
- 1.4** El factor que controla el porcentaje máximo admisible de sobretamaños, es si la interferencia producida por esas partículas afecta el peso unitario de la fracción fina. Para algunas granulometrías, esta interferencia puede ocurrir con menores porcentajes de sobretamaños, de manera que el porcentaje limitante debe ser menor para estos materiales, con el fin de evitar imprecisiones en el cálculo de la corrección.
- 1.5** Esta norma se puede aplicar a suelos con cualquier porcentaje de sobretamaños, con las limitaciones indicadas en los numerales 1.3 y 1.4. Sin embargo, la corrección puede carecer de significado práctico para suelos con porcentajes muy pequeños de sobretamaños. Por lo general, la aplicación de la norma debe comenzar a partir de 5 % de sobretamaños.

- 1.6** Esta norma no aplica a mezclas de suelo–agregado que se degradan durante la compactación en el terreno.
- 1.7** Esta norma reemplaza la norma INV E–228–07.

## 2 IMPORTANCIA Y USO

---

- 2.1** Los ensayos de compactación realizados de acuerdo con la normas de ensayo INV E–141 e INV E–142 presentan limitaciones en cuanto al tamaño máximo de partícula que se puede utilizar. Si el suelo contiene guijarros o grava, o ambos, se pueden seleccionar opciones de ensayo que hagan que las partículas retenidas en un tamiz específico sean descartadas (por ejemplo, en el tamiz No. 4, en el de 3/8" o en el de 3/4") y la prueba se realiza sobre la fracción fina de la muestra. Las relaciones peso unitario-humedad, determinadas mediante estos ensayos, reflejarán únicamente las características de la fracción ensayada y no las del suelo total del cual se tomó la muestra para el ensayo.
- 2.2** Es práctica común en la ingeniería emplear los ensayos de compactación en el laboratorio para diseñar, especificar y controlar los suelos usados en la construcción. Si un suelo presenta sobretamaños en la obra y en el laboratorio solamente se ensayaron las partículas finas, se necesita algún método de corrección de los resultados del ensayo de laboratorio, que refleje las características de la totalidad del suelo. Esta norma presenta una ecuación matemática para corregir el peso unitario y la humedad de las fracciones finas ensayadas, de manera que se pueda determinar el peso unitario y la densidad del total del suelo.
- 2.3** De manera similar, la norma suministra un medio para corregir los valores de peso unitario y humedad obtenidos en el terreno, de manera de hacerlos comparables con los determinados en el laboratorio sobre la fracción fina del suelo.

*Nota 1: Cuando se utilice esta norma para el control de la construcción, la especificación debe indicar con claridad si el máximo valor de peso unitario a emplear como referencia, es un valor que incluye la fracción gruesa o si solo corresponde a la fracción fina que se ensayó en el laboratorio. Los valores calculados del porcentaje de compactación basados en esta norma, varían dependiendo de cuál es el peso unitario máximo que se usa como referencia.*

### 3 PROCEDIMIENTO

#### 3.1 Corrección del peso unitario y de la humedad para la muestra total:

**3.1.1** Se prepara la muestra con la cual se van a elaborar las probetas del ensayo de compactación, de acuerdo con la norma INV E-141 o INV E-142, según corresponda. Del total de la muestra, se determinan la masa húmeda de la fracción fina (fracción que pasa el tamiz No. 4, de 3/8" o de 3/4", según corresponda) y la masa húmeda de la fracción gruesa (fracción retenida en el tamiz No. 4, de 3/8" o de 3/4", según corresponda). Se determina el contenido de agua de cada una de las dos fracciones, de acuerdo con la norma INV E-122. Se calculan las masas secas de la fracción fina y de la fracción gruesa, con la expresión:

$$M_D = \frac{M_M}{1 + w} \quad [143.1]$$

Donde:  $M_D$ : Masa del material seco (fracción fina o gruesa);

$M_M$ : Masa del material húmedo (fracción fina o gruesa);

$w$ : Contenido de agua de la respectiva fracción, expresado como decimal.

**3.1.2** Se calculan las proporciones de las fracciones fina (de ensayo) y gruesa (sobretamaños), con las expresiones:

$$P_{FE} = \frac{M_{DF}}{M_{DF} + M_{DC}} \times 100 \quad [143.2]$$

y

$$P_{FG} = \frac{M_{DC}}{M_{DF} + M_{DC}} \times 100 \quad [143.3]$$

Donde:  $P_{FE}$ : Porcentaje de la fracción fina por masa;

$P_{FG}$ : Porcentaje de la fracción gruesa por masa;

$M_{DF}$ : Masa de la fracción fina;

$M_{DC}$ : Masa de la fracción gruesa.

**3.1.3** Se determina la gravedad específica de los sobretamaños ( $G_M$ ), empleando la norma INV E-223.

**3.1.4** Partiendo de los resultados del ensayo de compactación, se calculan la humedad corregida y el peso unitario corregido del material total (combinación de las fracciones fina y de sobretamaños), con las expresiones que se presentan en seguida:

$$C_w = w_F \times P_{FE} + w_C \times P_{FG} \quad [143.4]$$

Donde:  $C_w$ : Humedad corregida de las fracciones fina y gruesa Combinadas;

$w_F$ : Contenido de agua de la fracción fina, expresado como decimal;

$w_C$ : Contenido de agua de la fracción gruesa, expresado como decimal.

y

$$C_{vd} = \frac{100 \times \gamma_F \times \gamma_w \times G_M}{\gamma_F \times P_{FG} + G_M \times P_{FE} \times \gamma_w} \quad [143.5]$$

Donde:  $C_{vd}$ : Peso unitario seco corregido del material total (incluyendo las fracciones fina y de sobretamaños);

$G_M$ : Gravedad específica de la fracción gruesa;

$\gamma_F$ : Peso unitario seco de la fracción fina, determinado en el ensayo de compactación de laboratorio;

$\gamma_w$ : Peso unitario del agua (9.802 kN/m<sup>3</sup> o 62.42 lbf/pie<sup>3</sup>).

### 3.2 Corrección del peso unitario y de la humedad para la fracción fina de una muestra de suelo:

**3.2.1** Cuando se desee comparar el peso unitario y la humedad de un suelo compactado en el terreno que contenga sobretamaños, con los resultados del ensayo de compactación realizado en el laboratorio sobre la fracción de ensayo (sin sobretamaños), se aplica el procedimiento que se describe a continuación:

**3.2.1.1** Se determinan el peso unitario seco ( $\gamma_d$ ) y la humedad ( $w$ ) del material compactado en el terreno, aplicando alguna de las normas INV E-161, INV E-162, o INV E-164. En el mismo sitio, se toma una muestra del material total, teniendo el cuidado necesario para asegurar que la muestra tomada sea representativa del todo el material del terreno.

**3.2.1.2** Se remueven de la muestra de campo los sobretamaños (partículas mayores a 4.75 mm, 9.5 mm o 19.0 mm, según el caso), determinando su proporción en masa dentro de la muestra total ( $P_{FC}$ ). Se determinan la gravedad específica ( $G_M$ ) y la humedad de la fracción gruesa ( $w_C$ ).

**3.2.1.3** Se calcula la humedad de la fracción fina de la muestra tomada en el terreno ( $w_F$ ), de la siguiente manera:

$$w_F = \frac{(100 \times w - w_C \times P_{FG})}{P_{FE}} \quad [143.6]$$

**3.2.1.4** Se calcula el peso unitario seco de la fracción fina de la muestra tomada en el terreno ( $\gamma_F$ ), de la siguiente manera:

$$\gamma_F = \frac{\gamma_d \times G_M \times \gamma_w \times P_{FE}}{(100 \times G_M \times \gamma_w - \gamma_d \times P_{FG})} \quad [143.7]$$

## 4 INFORME

**4.1** El informe deberá contener, como mínimo:

**4.1.1** Identificación completa de la muestra.

- 4.1.2** Método de compactación de la muestra en el laboratorio.
- 4.1.3** Tamiz empleado para separar los sobretamaños.
- 4.1.4** El porcentaje de sobretamaños en masa.
- 4.1.5** El valor de gravedad específica usado para los cálculos.
- 4.1.6** Para las muestras compactadas en el laboratorio, el peso unitario seco máximo y la humedad óptima de la fracción fina, así como los valores corregidos para toda la muestra, de acuerdo con la proporción desobretamaños.
- 4.1.7** Para las muestras obtenidas en el terreno, el peso unitario seco y la humedad del total de la muestra, así como los valores corregidos para la fracción fina, de acuerdo con la proporción de sobretamaños.

## **5 NORMAS DE REFERENCIA**

---

ASTM D 4718–87(2007)