

# OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO MEDIANTE TUBOS DE PARED DELGADA

INV E – 105 – 13

## 1 OBJETO

---

- 1.1** Esta norma presenta un procedimiento para el uso de un tubo metálico de pared delgada para la obtención de muestras relativamente inalteradas de suelos, apropiadas para realizar sobre ellas pruebas de laboratorio destinadas a establecer las propiedades empleadas en los estudios y diseños de ingeniería, tales como resistencia, compresibilidad, permeabilidad y densidad. Los tubos de pared delgada usados en tomamuestras de tipo pistón, tapón o rotatorio, deben presentar las características descritas en el numeral 5.4 de esta norma.

*Nota 1: Este método no es aplicable a las camisas usadas dentro de los tomamuestras usados con el equipo.*

- 1.2** El método descrito en esta norma se limita a suelos que puedan ser penetrados por el tubo de pared delgada. No se recomienda para el muestreo de suelos que contengan grava, partículas cementadas de gran tamaño o suelos muy duros. En casos como estos, se pueden emplear otros métodos, tales como los descritos en la normas INV E–111 o INV E–109.
- 1.3** Esta norma reemplaza la norma INV E–105–07.

## 2 DEFINICIONES

---

- 2.1** Las siguientes definiciones se aplican de manera específica a esta norma:

**2.1.1** *Relación de luz interior, %* – Diferencia entre el diámetro interior del tubo,  $D_i$ , y el diámetro interior del borde cortante,  $D_e$ , dividida por el diámetro interior del tubo,  $D_i$ , expresada en porcentaje (Ver Figura 105 -1).

**2.1.2** *Ovalidad* – Es la sección transversal de un tubo que se aparta de la forma circular perfecta.

### 3 RESUMEN DEL MÉTODO

---

- 3.1** Se obtiene una muestra relativamente inalterada al presionar un tubo de pared delgada dentro del suelo in-situ en el fondo de una perforación, removiendo posteriormente el tubo lleno de suelo, y sellando las superficies del suelo para prevenir movimientos de la muestra y cambios en su humedad.

### 4 IMPORTANCIA Y USO

---

- 4.1** El método descrito en esta norma se emplea cuando es necesario obtener muestras relativamente intactas, adecuadas para la determinación de sus propiedades de ingeniería mediante ensayos de laboratorio u otras pruebas cuyos resultados se puedan ver afectados por la alteración del suelo.

*Nota 2: La calidad de los resultados obtenidos al emplear esta norma, depende de la competencia del personal que la aplica y de la aptitud del equipo y demás elementos utilizados.*

### 5 EQUIPO Y MATERIALES

---

- 5.1** *Equipo de perforación* – Se puede usar cualquier equipo de perforación que proporcione un orificio razonablemente limpio; que minimice la alteración del suelo a ser muestreado; y que no impida la penetración del tomamuestras de pared delgada. El diámetro del orificio perforado y el diámetro interior de la tubería ya insertada o el del vástago hueco del taladro no deben exceder 3.5 veces el diámetro exterior del tubo de pared delgada.
- 5.2** *Equipo de inserción del tomamuestras* – Este equipo debe ser adecuado para proveer la fuerza de penetración de una manera relativamente rápida y continua. Para formaciones duras puede ser necesario, aunque no recomendable, hincar el tubo tomamuestras de pared delgada.
- 5.3** *Cabeza de acople del tomamuestras* – Esta cabeza sirve para acoplar el tubo de pared delgada al equipo de inserción, conformando ambos el conjunto para la toma de muestras. La cabeza del tomamuestras debe tener una válvula de escape (cheque) apropiada y un área de ventilación hacia el exterior, igual o mayor al área utilizada para la válvula de escape. En algunos casos especiales, puede que no se requiera la válvula de escape, pero la ventilación es siempre necesaria para evitar la compresión de la muestra. La fijación de la cabeza al tubo debe ser concéntrica y coaxial, para asegurar que el equipo de inserción del tomamuestras aplica fuerza al tubo de manera uniforme.

**5.4** *Tubos de pared delgada* – Estos tubos deben ser manufacturados con las dimensiones que se muestran en la Figura 105 - 1. Deben tener un diámetro exterior de 50.8 a 127.0 mm (2 a 5”) y ser de un metal lo suficientemente resistente para su uso en los suelos y formaciones por muestrear. Los tubos deben estar limpios y libres de cualquier irregularidad en su superficie, incluyendo protuberancias en las soldaduras. Se pueden usar otros diámetros, pero las dimensiones del tubo deben ser proporcionales al diseño del tubo presentado en esta norma.

**5.4.1** *Longitud de los tubos* – Ver Tabla 105 - 1 y numeral 6.4.1.

**5.4.2** *Tolerancias* – Se deben encontrar dentro de los límites especificados en la Tabla 105 - 2.

**5.4.3** *Relación de luz interior* – Esta relación no debe ser mayor de 1%, a menos que se especifique otra cosa para el tipo de suelo por muestrear. Generalmente, la relación de luz interior por usar se debe aumentar con el incremento en la plasticidad del suelo a muestrear, excepto en suelos sensitivos o donde la experiencia local indique lo contrario. El numeral 2.1.1 y la Figura 105 - 1 aclaran el concepto de la relación de luz interior.

**5.4.4** *Protección anticorrosiva* – La corrosión, ya sea producida por reacción galvánica o por reacción química, puede dañar o destruir tanto el tubo de pared delgada como la muestra. La severidad del daño depende del tiempo transcurrido y de la interacción entre la muestra y el tubo. Los tubos de pared delgada deben tener alguna forma de recubrimiento de protección, a menos que la muestra vaya a ser extraída dentro de los tres días siguientes. La clase de recubrimiento por usar puede variar, dependiendo del material por muestrear. A menudo, se emplean tubos galvanizados cuando se requiere un almacenamiento prolongado. El recubrimiento puede incluir un baño ligero de aceite lubricante, laca, epoxy, teflón, óxido de zinc u otros productos.

*Nota 3: La mayoría de los productos de recubrimiento no resisten el frotamiento que producen los suelos que contienen arena. Así mismo, se debe considerar el rápido ensayo de la muestra, ya que se pueden presentar reacciones químicas entre el metal y la muestra de suelo.*

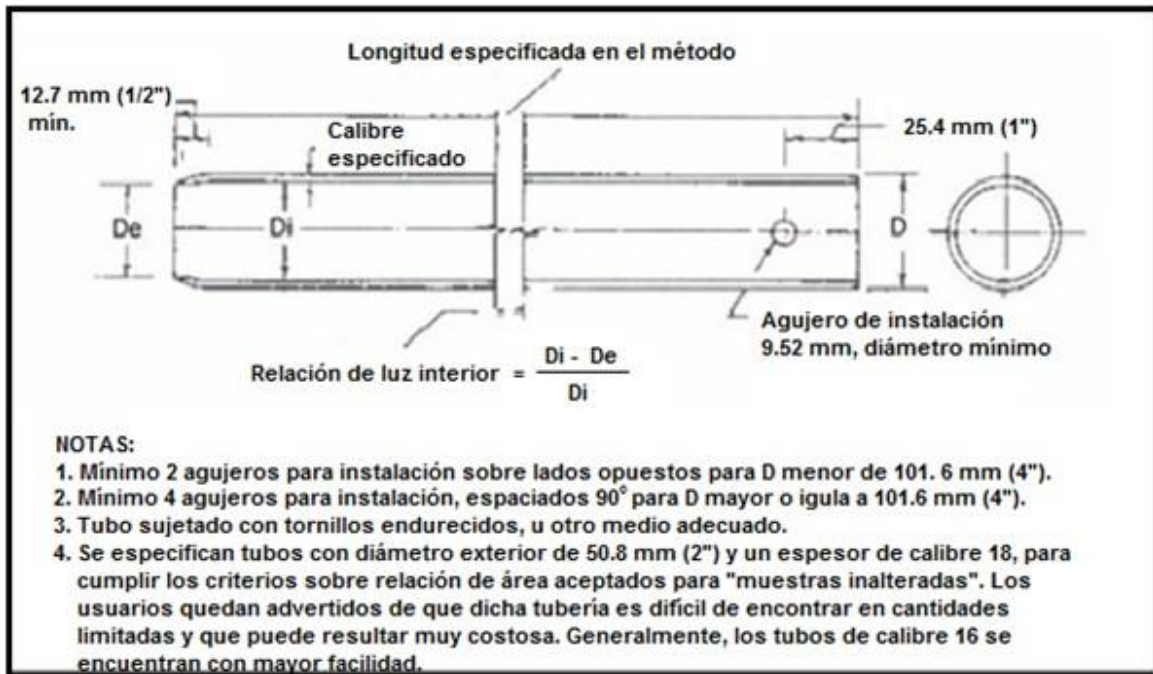


Figura 105 - 1. Tubo de pared delgada para muestras

Tabla 105 - 1. Tubos de acero de pared delgada de tamaños apropiados para muestreo

<b>Diámetro exterior (D):</b>			
mm	50.8	76.2	127
pulgadas	2	3	5
<b>Espesor de la pared:</b>			
Bwg	18	16	11
mm	1.24	1.65	3.05
pulgadas	0.049	0.065	0.120
<b>Longitud del tubo</b>			
m	0.91	0.91	1.41
pulgadas	36	36	54
<b>Relación de luz interior, %</b>			
	< 1	< 1	< 1

*Nota 4: Los tres diámetros recomendados en la Tabla 105 - 1 se presentan con fines de normalización, y no intentan indicar que los tubos muestreadores de diámetros intermedios o mayores no sean aceptables. Las longitudes de tubos que se muestran, son ilustrativas. Las longitudes apropiadas se deberán determinar según las condiciones del terreno.*

**5.5 Parafina sellante** – La parafina que se vaya a emplear para sellar no deberá tener una contracción apreciable, ni permitir la evaporación de las muestras; se preferirán las parafinas microcristalinas. Antes del sellado con parafina, y para proporcionar un mejor cierre de ambos extremos del tubo, se

recomienda usar discos delgados de acero o de cobre amarillo que tengan un diámetro ligeramente menor que el interior del tubo.

- 5.6** *Materiales accesorios* – Estopilla de algodón y cinta impermeabilizada o parafinada, rótulos, hojas de datos, contenedor de embarque y otros elementos menores necesarios.

Tabla 105 - 2. Tolerancias en las dimensiones para tubos de pared delgada

TOLERANCIAS PARA DIÁMETROS NOMINALES DE TUBO DE LA TABLA 1 <sup>(*)</sup>						
TAMAÑO DIÁMETRO EXTERIOR	50.8 mm	2"	76.2 mm	3"	127 mm	5"
DIÁMETRO EXTERIOR (D)	+0.179 -0.000	+0.007 -0.000	+0.254 -0.000	+0.010 -0.000	+0.381 -0.000	+0.015 -0.000
DIÁMETRO INTERIOR (D <sub>i</sub> )	+0.000 -0.179	+0.000 -0.007	+0.000 -0.254	+0.000 -0.010	+0.000 -0.381	+0.000 -0.015
ESPESOR DE PAREDES	±0.179	±0.007	±0.254	±0.010	±0.381	±0.015
OVALIDAD	0.381	0.015	0.508	0.020	0.762	0.030
RECTITUD	2.50/m	0.030/pie	2.50/m	0.030/pie	2.50/m	0.030/pie

(\*) Diámetros intermedios o mayores deben ser proporcionales. Las tolerancias mostradas son las normalmente usadas en la manufactura comercial para entubados mecánicos sin uniones. Se deben especificar solamente dos de las primeras tres tolerancias, es decir: D y D<sub>i</sub>; o D y espesor de paredes; o D<sub>i</sub> y espesor de paredes.

## 6 PROCEDIMIENTO

- 6.1** Se avanza la perforación hasta la profundidad de muestreo. Se retira el material suelto que esté dentro del revestimiento o de la tubería de vástago hueco, tan cuidadosamente como sea posible, para no perturbar el material que va a ser muestreado. Si se encuentran aguas freáticas, se debe mantener el líquido en el orificio al mismo nivel o a un nivel superior durante la operación de perforación y muestreo.
- 6.2** No se permite el uso de brocas de descarga por el fondo. Se pueden usar brocas de descarga lateral con cautela. No se permite la inyección de agua a

presión a través de un muestreador de tubo abierto para limpiar el orificio hasta la profundidad del muestreo.

*Nota 5: Se consiguen brocas de rodillos en configuraciones de inyección descendente o inyección difusa. No se aceptan brocas de inyección descendente. Las configuraciones de inyección difusa son, por lo general, aceptables.*

**6.3** Se coloca el tubo de muestreo de manera que su extremo descanse en el fondo del orificio. Se registra la profundidad hasta el fondo del tubo muestreador, redondeada a 0.03 m (0.1 pie).

**6.3.1** El tubo de muestreo se debe mantener en posición vertical durante su descenso, previniendo así que su borde cortante raspe la pared del orificio.

**6.4** Se inserta el tomamuestras mediante un movimiento continuo y relativamente rápido, sin rotación, y se registra la longitud de avance con aproximación a 25 mm (1”).

**6.4.1** Se fija la longitud de avance dependiendo de la resistencia y de las condiciones del terreno, pero la longitud nunca debe pasar de 5 a 10 diámetros del tubo en arenas o de 10 a 15 diámetros del tubo en arcillas. En ningún caso, la longitud penetrada puede ser mayor que la longitud del tubo muestreador menos un margen para la cabeza del muestreador y un mínimo de 76.2 mm (3”) para cortes y desperdicios.

*Nota 6: El tamaño de la muestra, la capacidad de manejo del laboratorio, los problemas de transporte y la disponibilidad comercial de los tubos, generalmente limitan las longitudes prácticas máximas a aquellas mostradas en la Tabla 105 - 1.*

**6.5** Cuando el suelo es demasiado duro para usar el muestreador de empuje, se puede usar un martillo para hincarlo, o emplear la norma INV E-109. Si se usan métodos de hincado por golpes, se deberá anotar el peso y la altura del martillo y la profundidad de penetración alcanzada. Además, se debe marcar el tubo, de manera bien visible, con una etiqueta que diga: “muestreador hincado a golpes”.

**6.6** Se retira el muestreador tan cuidadosamente como sea posible, con el fin de minimizar la alteración de la muestra. El tubo se puede rotar lentamente para separar la muestra del fondo y/o aliviar la presión o la succión del agua, así como para mejorar la recuperación de la muestra. Donde haya suelos blandos, el retardo en la extracción del tubo muestreador (generalmente de 5 a 30 minutos), puede mejorar la recuperación de la muestra.

## 7 PREPARACIÓN PARA DESPACHO

---

- 7.1** Una vez extraído el muestreador, se remueven los residuos que hayan quedado en el extremo superior del tubo, se mide la longitud de la muestra de suelo recuperada dentro del tubo, con una aproximación de 6 mm (1/4") y se sella la parte superior del tubo. A continuación, se remueve el material alterado del extremo inferior del tubo, el cual se emplea para describir el suelo de acuerdo con la norma INV E-102. Se mide nuevamente la longitud de la muestra y se sella la parte inferior del tubo. Alternativamente, luego de medir la longitud de la muestra, el tubo se puede sellar sin remover el suelo de sus extremos. Cualquiera sea el caso, la parafina se debe aplicar en forma tal, que se evite su penetración en la muestra.
- 7.1.1** Al contrario de lo que ocurre con los tubos sellados con empaques expansibles, a los tubos sellados con parafina en los extremos se les deben insertar sendos discos impermeabilizantes antes de sellarlos, para garantizar un confinamiento adecuado. Los materiales de empaque no deben ser absorbentes y deben conservar sus propiedades, de manera de garantizar el mismo grado de soporte a la muestra durante el transcurso del tiempo.
- 7.1.2** Dependiendo de las exigencias de la investigación, pueden resultar aceptables la extracción y el empaque de las muestras en el terreno. Esto permite el análisis físico y la clasificación visual de la muestra. Las muestras se deben extraer de los tubos con gatos hidráulicos equipados con platinas de tamaño adecuado para sacarlas de manera suave y continua. En algunos casos, la extracción ulterior puede causar alguna alteración en la muestra, reduciendo su conveniencia para ser ensayada con fines de diseño de ingeniería. En otros casos, si el deterioro no es significativo, se pueden cortar núcleos de la muestra, conservándolos para los ensayos, como se indica en la norma INV E-103. Los tubos pandeados o dañados deberán ser cortados antes de extraer las muestras de ellos.
- 7.2** Se deben adherir rótulos a los tubos, con la identificación del trabajo, la localización de la perforación, el diámetro y el número de la muestra, la profundidad, la penetración y la longitud recuperada. En un formato adicional se deberá hacer, igualmente, una relación del equipo y del método que se utilizaron, así como una descripción cuidadosa del suelo, anotando su composición, estructura, consistencia, color y grado de humedad. Se deberán rotular por duplicado los números del tubo y del sondeo.

*Nota 7: Cuando se vayan a transportar los tubos, sus extremos se deberán proteger para prevenir la rotura de los sellos. Es aconsejable colocar estopilla de algodón alrededor de los extremos después del sellado y sumergirlos varias veces en la parafina fundida.*

*Nota 8: Los tubos se deberán almacenar siempre a la sombra en un lugar fresco. Las muestras para embarque se deben empacar adecuadamente, para reducir el efecto de choques, vibraciones y alteraciones*

## 8 INFORME

---

**8.1** Los datos obtenidos en los sondeos se deberán anotar en el campo e incluiránlo siguiente:

**8.1.1** Nombre y localización de la obra.

**8.1.2** Fechas del comienzo y terminación del sondeo.

**8.1.3** Número y coordenadas del sondeo, si se dispone de ellas.

**8.1.4** Elevación (cota) de la superficie, con aproximación de 0.3 m o superior, si se dispone de ella.

**8.1.5** Número y profundidad de la muestra.

**8.1.6** Método de avance del muestreador, longitudes de penetración y derecuperación.

**8.1.7** Tipo y tamaño del muestreador.

**8.1.8** Descripción del suelo de acuerdo con la norma INV E-102.

**8.1.9** Espesor de la capa o estrato de suelo.

**8.1.10** Profundidad del nivel de aguas freáticas (NAF); de pérdida de agua; decabeza artesiana; y la hora en que fue hecha la lectura.

**8.1.11** Tipo y marca del equipo de perforación.

**8.1.12** Tamaño del revestimiento, profundidad de la perforación.

**8.1.13** Nombres del personal (Ingeniero, geólogo, inspector, operario y ayudantes).

## 9 NORMAS DE REFERENCIA

---

ASTM D 1587-08