

## Dispersabilidad por tubificación

### 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

1.1 Este método se utiliza preferentemente para obtener una medida directa de la dispersabilidad de suelos arcillosos compactados; no obstante, también puede utilizarse con muestra inalterada, siguiendo las indicaciones que se incluyen más adelante en esta norma referentes al proceso de montaje. En esencia, consiste en hacer circular agua a través de un pequeño orificio practicado a lo largo del eje longitudinal de una muestra, observando el material coloidal arrastrado y controlando el caudal de agua que circula.

1.2 El objeto principal del ensayo es la identificación de las arcillas dispersivas, altamente erosionables.

### 2 APARATOS Y MATERIAL NECESARIOS

2.1 Célula cilíndrica de plástico de 33 mm de diámetro interior y 101 mm de largo, provista de dos cabezales con juntas tóricas y cuatro tornillos para cierre.

2.2 Cono truncado metálico o de plástico de 10 mm de diámetro inferior, 3,8 mm de diámetro superior, 12,7 mm de altura y perforado en su eje con un orificio de 1,50 mm de diámetro.

2.3 Seis discos de malla metálica n.º 14 que ajusten en el interior de la célula.

2.4 Tablero con recipiente de agua de nivel constante; dispositivo para fijar dicho recipiente a las alturas prefijadas para el ensayo; tubo de vidrio para medida del nivel piezométrico, a la entrada de la célula, con marcas correspondientes a los niveles 5, 18, 38 y 102 cm; soporte para la célula.

2.5 Tuberías flexibles para las conexiones.

2.6 Broca de 1 mm de diámetro para perforar el orificio en muestras duras, y aguja de 1 mm de diámetro para muestras blandas.

2.7 Pieza de perspex cilíndrica, de 10 mm de altura y de 32,5 mm de diámetro, tal que ajuste perfectamente en el interior de la célula, para guiar la

aguja y servir de tope inferior durante la compactación.

2.8 Pieza cilíndrica de PVC, de 53 mm de altura y 32,5 mm de diámetro, para sujetar la muestra mientras se clava el cono.

2.9 Compactador tipo Army, con una masa de 0,5 kg y una altura de caída libre de 0,20 m. También puede utilizarse en su lugar un compactador Harvard con muelle de 20 libras.

2.10 Tallador metálico para enrasar la muestra una vez compactada (Figura 1).

2.11 Probetas graduadas de 250 y 1.000 c.c.

2.12 Cronómetro.

2.13 Tamiz 2 UNE.

2.14 Agua destilada (Observaciones).

2.15 Gravilla de granulometría comprendida entre los tamizes 10,0 mm UNE y 5,0 mm UNE.

### 3 PROCEDIMIENTO

#### 3.1 Preparación y compactación de muestra alterada.

3.1.1 Conservar las muestras con su humedad natural, en recipiente hermético, hasta el momento del ensayo.

3.1.2 Tamizar por el tamiz 2 UNE y retirar las partículas de arena gruesa y gravilla retenidas.

3.1.3 Determinar la humedad natural y añadir agua desmineralizada o dejar de secar la muestra hasta que su humedad sea la prefijada. Se puede preparar la muestra con cualquier humedad que se desee; no obstante, por lo general se utiliza la correspondiente al límite plástico o la óptima Próctor.

3.1.4 Amasar bien la muestra y mantenerla en cámara húmeda durante veinticuatro horas en recipiente hermético o en bolsa de plástico cerrada para que se homogeneice la humedad.

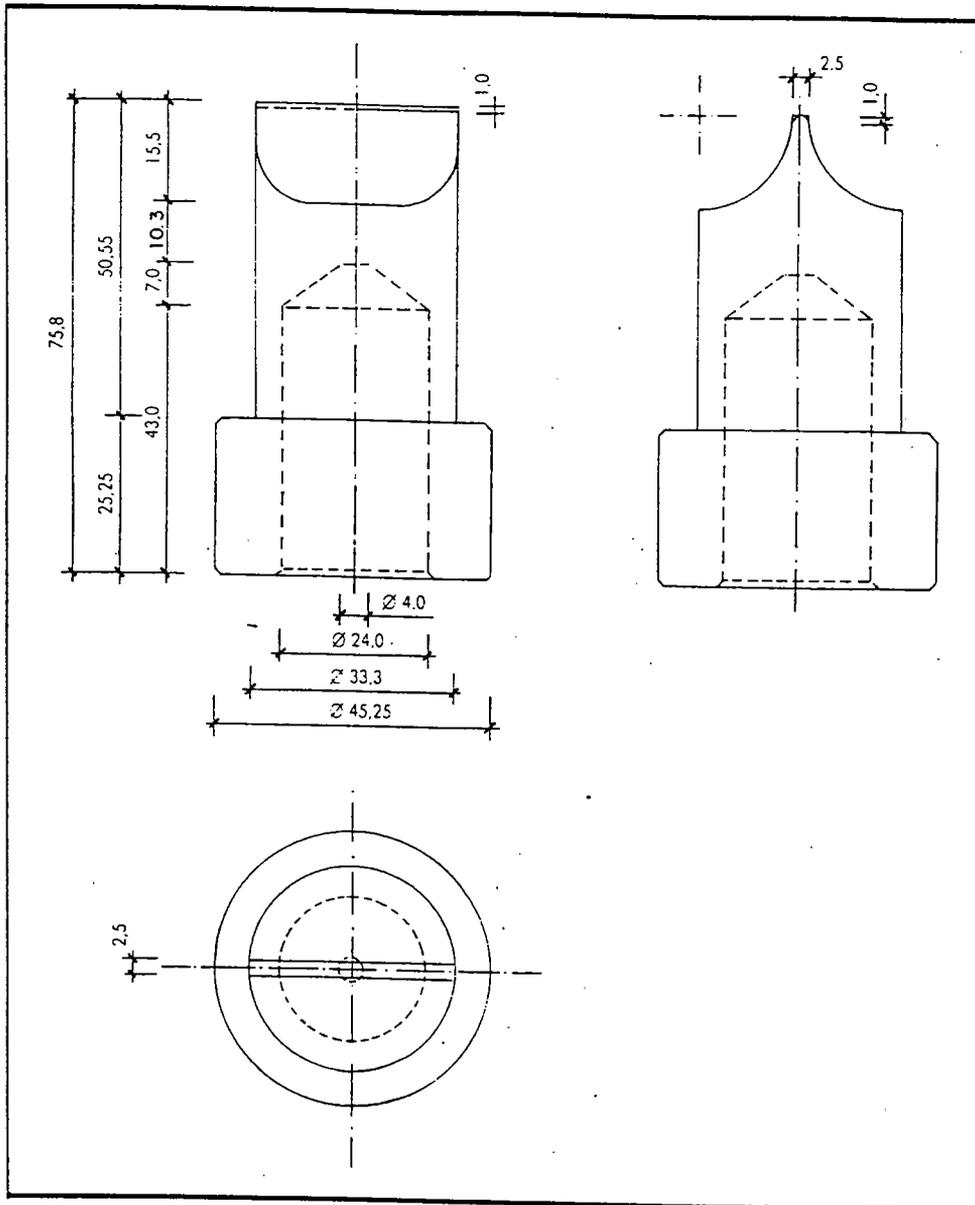


FIGURA 1. Tallador metálico para enrasar la muestra.

**3.1.5** Ensamblar la camisa y la pieza de perspex perforada que sirve de tope inferior durante la compactación.

**3.1.6** Compactar la muestra en cinco capas, dando 12 golpes por capa con la masa tipo Army. Colocar aproximadamente dos cucharaditas de suelo por capa. Escarificar con la punta de un cuchillo la superficie de cada capa compactada antes de depositar el material correspondiente a la siguiente.

**3.1.7** Introducir por el extremo superior de la camisa el tallador metálico y hacerlo girar para retirar la muestra que sobre. Terminada esta operación, la muestra debe tener 38 mm de longitud. Si en esta

operación el tallador no llega a tocar la superficie de la muestra, deberá volverse a compactar ésta, utilizando un poco más de suelo en cada capa. De igual modo debe repetirse la compactación si el material sobrante al enrasar excede en 5 mm la altura final de la probeta.

**3.1.8** Determinar la humedad del suelo a partir del material sobrante.

**3.1.9** Sacar la pieza de plástico perforada que hace de tope inferior, y pesar el conjunto camisa más muestra. Sustrayendo el peso de la camisa obtenemos el peso de la muestra, y a partir de éste la densidad.

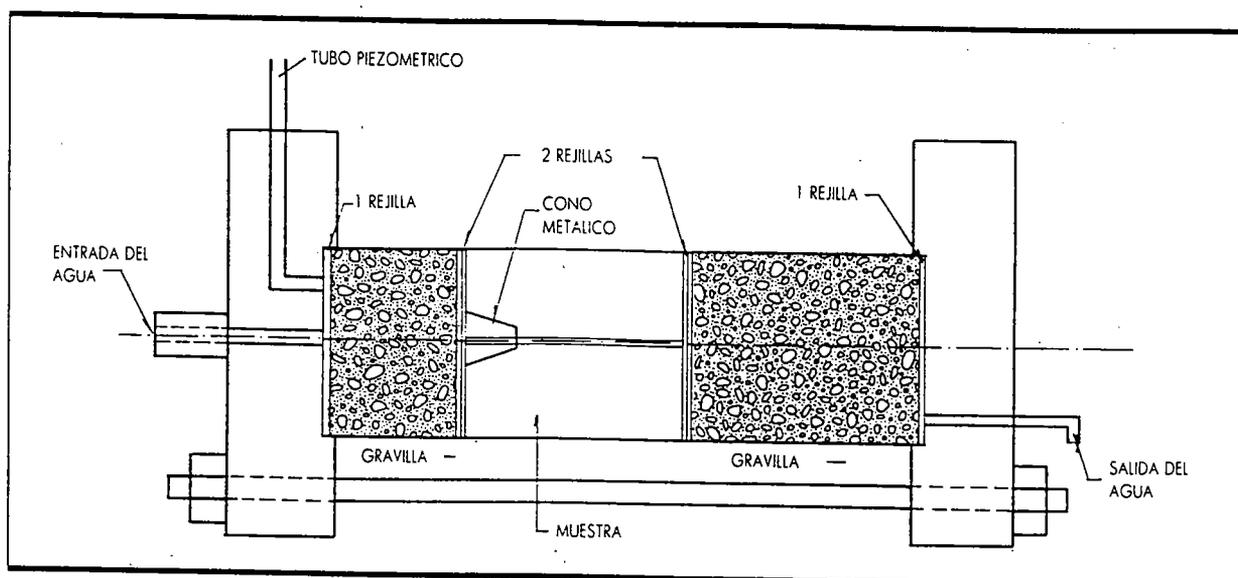


FIGURA 2. Esquema de montaje de la célula.

### 3.2 Preparación del ensayo con muestra inalterada

**3.2.1** Tallar la muestra en forma cilíndrica de 38 mm de altura y 33,5 mm de diámetro. Pesar la probeta resultante y realizar una determinación de humedad con el material sobrante del tallado.

**3.2.2** Practicar un orificio de forma troncocónica en la parte central de una de las caras, en el cual debe encajar perfectamente el tronco de cono perforado.

**3.2.3** Cubrir con silicona la superficie lateral de la probeta.

**3.2.4** Introducir cuidadosamente la probeta en la camisa, colocándola en la posición que determinan las dos piezas cilíndricas de plástico, una en cada extremo. La silicona deberá impedir el paso de agua entre la probeta y la camisa.

### 3.3 Montaje de la célula

**3.3.1** Colocar la pieza de plástico perforada en el extremo correspondiente de la camisa, pero con el cono engarzado a ella mediante la aguja, sin presionar aún sobre la muestra. Colocar en el otro extremo la pieza de PVC, y presionar el cono para introducirlo parcialmente en la muestra. Sacar la aguja y empujar la pieza perforada hasta empotrar totalmente el cono en la muestra. Durante el proceso, sujetar bien ésta con el cilindro al PVC para evitar que se desplace.

**3.3.2** Taladrar longitudinalmente la muestra con

la aguja, comprobando, al extraer ésta, que el orificio queda sin ninguna obstrucción.

**3.3.3** Retirar ambas piezas de plástico de los extremos. Colocar a cada lado de la muestra dos rejillas junto a ella, y a continuación gravilla (apartado 2.15), otra rejilla, la junta tórica sobre el borde de la camisa y la cabeza. Procurar colocar suficiente gravilla para llenar la camisa, pero no excesiva que impida un buen acoplamiento con las cabezas de cierre. Apretar por igual los cuatro tornillos pasantes. El tubo de salida del agua deberá quedar por debajo del eje de la célula, según se indica en el esquema (Figura 2).

### 3.4 Realización del ensayo

**3.4.1** Colocar en su soporte horizontalmente la célula, con la muestra en ella montada, y el depósito de suministro de agua de manera que la parte superior del tubo de desagüe quede aproximadamente al nivel del eje de la célula.

**3.4.2** Manteniendo cerrada la conexión entre el depósito y la célula, llenar de agua el depósito y regular la entrada de forma que se mantenga constante el nivel.

**3.4.3** Abrir la salida del agua del depósito hacia la célula, y cuando el agua penetre en la cámara con gravilla anterior a la muestra, subir el depósito hasta que el nivel en el tubo piezométrico coincida con la señal de 50 mm. Regular de nuevo la entrada de agua de manera que se mantenga perfectamente el nivel en el depósito.

**3.4.4** Cuando caiga la primera gota por el tubo de salida, poner en funcionamiento el cronómetro. Registrar los volúmenes de agua recogidos al cabo de dos, cuatro, cinco, seis, ocho y diez minutos, así como el estado de turbidez del agua.

En el caso de que no pasara agua por la muestra, desmontar el conjunto y volver a perforar la muestra con la aguja, procurando hacerlo por el mismo orificio que la vez anterior.

**3.4.5** Si bajo la altura de agua de 50 mm el agua que sale es manifiestamente turbia, y no se aclara con el tiempo al cabo de diez minutos, la muestra se comporta como una típica arcilla dispersiva; normalmente el caudal aumentará continuamente hasta un máximo de 1,5 a 2 cm<sup>3</sup>/sg. Dar por finalizado el ensayo, desmontar la muestra y examinar el orificio, que deberá haber aumentado considerablemente de diámetro.

**3.4.6** Si bajo una altura piezométrica de 50 mm, el agua sale clara o ligeramente turbia y el caudal se mantiene prácticamente constante, elevar al cabo de los diez minutos el depósito de agua hasta que el nivel en el tubo piezométrico alcance la señal correspondiente a los 180 mm. Poner en marcha el cronómetro y anotar de nuevo los volúmenes de agua recogidos en los mismos intervalos de tiempo. Si

esta vez el agua sale turbia y no se aclara al cabo de los diez minutos, desmontar el ensayo y examinar el orificio.

**3.4.7** Si el agua sigue saliendo clara con la altura piezométrica de 180 mm, subir el depósito al cabo de los diez minutos hasta que el nivel en el tubo piezométrico alcance la señal correspondiente a los 380 mm. Obrar igual que en los casos anteriores.

**3.4.8** Si en este caso sigue apareciendo clara el agua, repetir el proceso subiendo el nivel piezométrico hasta los 1.020 mm.

Desmontar el ensayo y examinar el orificio en la muestra al cabo de los diez minutos.

#### 4 RESULTADOS

**4.1** En un impreso semejante al que se adjunta, se anotarán para cada altura de agua los volúmenes de agua recogidos en cada tiempo y se calcularán y anotarán en las casillas correspondientes los caudales. Se irá indicando asimismo el estado de turbidez, clara, turbia, muy turbia, del agua en cada tiempo. Una vez finalizado el ensayo y desmontada la probeta, se dibujará en un esquema la forma final del

ALTURA DE AGUA (mm)	TIEMPO (min)	TURBIDEZ	CAUDAL (ml/s)	Ø ORIFICIO (mm)	CLASIFICACION
50	5	Muy turbia	> 1,5	> 2	D1
50	10	Turbia	> 1	> 2	D2
50	10	Turbia	< 0,8	< 1,5	ND4
50 180	10 10	Clara Turbia			ND3
50 180 380	10 10 10	Clara Clara Turbia	> 3,5		ND3
50 180 380 1.020	10 10 10 10	Clara Clara Clara Turbia	< 3,5 > 5		ND2
50 180 380 1.029	10 10 10 10	Clara Clara Clara Clara		1	ND1

TABLA 1.

---

orificio, señalando el diámetro del mismo, así como cualquier otro detalle que merezca reseñarse.

4.2 De acuerdo con los resultados del ensayo, podrá clasificarse el suelo en uno de los siete grupos siguientes: D1, D2, ND4, ND3, ND2 y ND1, según los criterios que se indican en la Tabla 1.

## 5 OBSERVACIONES

**Apartados 2.14 y 3.13.** El ensayo se realizará normalmente con agua desmineralizada. No obstante, podrá realizarse con agua local, a la cual esté expuesto el material *in situ*, o con cualquier otro tipo de agua, indicándolo claramente en los resultados.

---