



Denominación: D 4318-05

## Los métodos estándar de ensayo para Límite Líquido, Límite de plástico, y el índice de plasticidad de los suelos<sup>1</sup>

Esta norma ha sido publicada bajo la designación fija D 4318, el número inmediatamente posterior a la designación indica el año de adopción inicial o, en el caso de revisión, el año de la última revisión. Un número entre paréntesis indica el año de la última reaprobación. Una épsilon superíndice (e) señala un cambio editorial desde la última revisión o nueva aprobación.

*Esta norma ha sido aprobada para su uso por agencias del Departamento de Defensa.*

<sup>1</sup> Esta norma está bajo la jurisdicción de la norma ASTM D18 Comisión de suelos y rocas y es responsabilidad directa del Subcomité D18.03 sobre la textura, plasticidad y densidad características de los suelos. Edición actual aprobada en marzo 1, 2005. Publicado en abril de 2005. Aprobada inicialmente en 1983. Última edición anterior aprobado en 2000 como D 4318-00.

## 1 **Ámbito de aplicación \***

- 1.1 Estos métodos de ensayo son para la determinación del límite líquido, límite plástico, y el índice de plasticidad de los suelos tal como se define en la Sección 3 de la Terminología.
- 1.2 Dos métodos para la preparación de muestras de ensayo se proporcionan los siguientes: *método preparación en húmedo*, como se describe en 10.1. *método de preparación en seco*, como se describe en 10.2. El método que se utilice deberá ser especificado por la autoridad requirente. Si no se especifica ningún método, utilice el método de preparación húmeda.
  - 1.2.1 Los límites líquido y plástico de muchos suelos que han permitido que se seque antes de la prueba pueden ser considerablemente distintos de los valores obtenidos en las muestras no sean secas. Si el límite líquido y plástico de los suelos se utilizan para correlacionar o estimar el comportamiento en la ingeniería de suelos en su estado húmedo natural, las muestras no se debe permitir que se seque antes de la prueba a menos que los datos sobre las muestras secas son especialmente deseados.
- 1.3 Dos métodos para la determinación del límite líquido se proporcionan de la siguiente manera: *Método A*, prueba multipunto como se describe en las secciones 11 y 12. *Método B*, prueba de un punto como se describe en las secciones 13 y 14. El método que se utilizará será el especificado por la autoridad requirente. Si no hay ningún método específico, utilice el método A.
  - 1.3.1 El método de múltiples puntos para límite líquido es generalmente más exacto que el método de un punto. Se recomienda que el método multipunto se utiliza en los casos en que los resultados del examen pueden ser objeto de controversia, o cuando se requiere mayor precisión.
  - 1.3.2 Dado que el método de un punto requiere que el operador de juzgar si la muestra de ensayo es de aproximadamente en el límite líquido, no es especialmente recomendado para su uso por los operadores sin experiencia.
  - 1.3.3 La correlación en la que los cálculos del método de un punto se basan no puede ser válida para ciertos suelos, tales como suelos orgánicos o suelos de un medio ambiente marino. Se recomienda encarecidamente que el límite líquido de estos suelos se determinó por el método de múltiples puntos.
- 1.4 La prueba de límite plástico se realiza en el material preparado para la prueba de límite líquido.

- 1.5 El límite líquido y límite plástico de los suelos (junto con el límite de contracción) se suelen denominar como de los límites de Atterberg. Estos límites se distinguen los límites de los estados de la coherencia de varios de los suelos de plástico.
- 1.6 La composición y concentración de sales solubles en el suelo afectan a los valores de los límites líquido y plástico, así como los valores de contenido de agua de los suelos (véase el método D 221 6). Especial consideración por lo tanto se debe dar a los suelos de un medio marino o de otras fuentes donde las altas de sales solubles concentraciones pueden estar presentes. El grado en que las sales presentes en estos suelos se diluyen o concentrada debe ser estudiado con detenimiento.
- 1.7 Los métodos descritos en este documento se realizan sólo en la parte de un suelo que pase por el de 425 micras (núm. 40) tamiz. Por lo tanto, la contribución relativa de esta parte de la tierra a las propiedades de la muestra en su conjunto debe ser considerado cuando se utilizan estas pruebas para evaluar las propiedades de un suelo.
- 1.8 Los valores indicados en unidades métricas aceptables deben ser considerados como el estándar, con las siguientes excepciones. Los valores entre paréntesis son sólo a título informativo.
  - 1.8.1 Las unidades estándar para el probador de resistencia de cubiertas en el anexo A1 es pulgada-libra, no métricas. Los valores de métricas dadas son a título informativo.
- 1.9 Esta norma no pretende dirigir todas las inquietudes sobre seguridad, si las hay, asociadas con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer la seguridad apropiada y prácticas de salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reguladoras antes de su uso.

## 2 Documentos de Referencia

### 2.1 Normas ASTM: <sup>2</sup>

**C 702** Práctica para reducir muestras de campo de agregado al tamaño de ensayos

**D 75** Práctica para el muestreo de los agregados.

**D 420** Guía para la caracterización del sitio para fines de construcción, ingeniería y diseño.

**D 653** Terminología relacionada con suelo, las rocas y los fluidos contenidos.

**D 1241** Especificaciones para materiales de suelo-agregado Sub-base, base y la superficie Cursos.

**D 2216** Método de prueba para la determinación de laboratorio de agua (humedad) del suelo y el contenido de roca de la masa.

**D 2487** Práctica para la Clasificación de suelos para propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos).

**D 3282** Práctica para la clasificación de suelos y mezclas de suelo-agregado para fines de construcción de carreteras.

**D 3740** Práctica de los requisitos mínimos para los organismos participantes en el ensayo y / o inspección de los suelos y rocas. Como se utiliza en Ingeniería de Diseño y Construcción.

**D 4753** Especificación para la evaluación, selección y especificación de balanzas y básculas para su uso en el suelo, rocas y materiales de construcción relacionados pruebas.

**D 6026** Práctica para el uso de dígitos significativos en datos de geotécnica.

**E 11** Especificación de tamices de tela de alambre para fines de prueba

**E 177** Práctica para el uso de la precisión de los términos y sesgo en los métodos de prueba ASTM.

**E 691** Práctica para la realización de un estudio entre laboratorios para determinar la precisión de un método de prueba.

<sup>2</sup> Para que se haga referencia de las normas de ASTM, visite el sitio Web de ASTM, el [www.astm.org](http://www.astm.org) o el contacto de servicio al cliente de ASTM en [service@astm.org](mailto:service@astm.org). Para obtener información de volumen anual Book of ASTM Standards, consulte la página de resumen de documento del estándar en el sitio Web de ASTM.

### 3 Terminología

#### 3.1 Definiciones:

- 3.1.1 Para las definiciones comunes de términos en esta norma, se refieren a la Terminología D 653.
- 3.1.2 *Límites de Atterberg* –En un principio, seis "límites de consistencia" de los suelos de grano fino se definieron por **Albert Atterberg**: el límite superior de flujo viscoso, el límite líquido, el límite pegajoso, el límite de la cohesión, el límite plástico, y el límite de la contracción. En el uso de la ingeniería actual, el término se refiere sólo al límite líquido, límite plástico, y en algunas referencias, el límite de la contracción.
- 3.1.3 *Consistencia* –la relativa facilidad con que puede ser un suelo deformado.
- 3.1.4 *Límite líquido (LL,  $w_L$ )* – el contenido de agua, en porcentaje, de un suelo en el límite definido arbitrariamente entre los estados semilíquido y plástico.
- 3.1.4.1 *Discusión* –*el esfuerzo de corte sin drenaje del suelo en el límite líquido es considerado como unos 2 kPa (0,28psi).*
- 3.1.5 *Límite plástico (PL,  $w_p$ )* – el contenido de agua, en porcentaje, de un suelo en el límite entre los estados plástico y semisólido.
- 3.1.6 *Suelo de plástico* –un suelo que tiene un rango de contenido de agua sobre las que la plasticidad en exposiciones mantendrá su forma en la sequedad.
- 3.1.7 *Índice de plasticidad (IP)* –el rango de contenido de agua más que un suelo se comporta plásticamente. Numéricamente, es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.
- 3.1.8 *Índice de liquidez* – la relación, expresada como porcentaje del contenido de agua de un suelo menos su límite plástico, a su índice de plasticidad.
- 3.1.9 *Número de la actividad (A)* – la relación entre el índice de plasticidad del suelo para el porcentaje en masa de las partículas con un diámetro equivalente de menos de 2 micras.

## 4 Resumen del método de prueba

- 4.1 La muestra se procesa para eliminar cualquier material retenido en una de 425 micras (núm. 40) tamiz. El límite líquido se determina mediante la realización de ensayos en los que se lleva una parte de la muestra en una copa de bronce, dividido en dos por una herramienta de ranurado, y luego se deja fluir juntos hasta chocar causada por los golpes repetidos ocasionadas en la copa en un dispositivo mecánico estándar. El límite líquido multipunto, el método A, se requieren tres o más ensayos en un rango de contenido de agua a realizar y los datos de los ensayos de trazado o calculados para hacer una relación de la que se determina el límite líquido. El límite líquido de un punto, Método B, utiliza los datos de dos ensayos con un contenido de agua multiplicado por un factor de corrección para determinar el límite líquido.
- 4.2 El límite plástico se determina presionando alternativamente juntos y rodar en un cilindro de 3.2 mm (1/8 pulg.) de diámetro una pequeña porción de suelo de plástico hasta que su contenido de agua se reduce a un punto en el que el hilo se desmorona y no puede ya ser presionado y laminados de nuevo. El contenido de agua del suelo en este punto se presenta como el límite plástico.
- 4.3 El índice de plasticidad se calcula como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

## 5 Importancia y Uso

- 5.1 Estos métodos de ensayo se utilizan como parte integrante de varios sistemas de clasificación de ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de los suelos (véase Prácticas D 2487 y D 3282) y para especificar la fracción de grano fino de materiales de construcción (véase Especificación D 1241). El límite líquido, límite plástico, y el índice de plasticidad de los suelos también se utilizan ampliamente, ya sea individualmente o en conjunto, con otras propiedades del suelo que se correlacionan con el comportamiento de ingeniería tales como compresibilidad, (conductividad permeabilidad), compactibilidad, de contracción, se hinchan y resistencia al corte hidráulico.
- 5.2 El líquido y los límites de plástico de un suelo y su contenido de agua se puede utilizar para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez. Además, el índice de plasticidad y el porcentaje más fino que el tamaño de las partículas de 2 micras se pueden utilizar para determinar el número de actividad.
- 5.3 Estos métodos se utilizan a veces para evaluar las características de desgaste de los materiales de rocas arcillosas. Al ser sometido a repetidos ciclos de humedecimiento y secado, los límites líquidos de estos materiales tienden a aumentar. La cantidad de aumento se considera que una medida de la susceptibilidad de una pizarra a la intemperie.

- 5.4 El límite líquido de un suelo que contiene cantidades considerables de materia orgánica disminuye drásticamente cuando el suelo es secado en el horno antes de la prueba. Comparar el límite líquido de una muestra antes y después del horno de secado por lo tanto se puede utilizar como una medida cualitativa del contenido de materia orgánica de un suelo (véase la Práctica D 2487).

*NOTA 1—La calidad de los resultados producidos por esta norma depende de la competencia del personal que lo realiza y la idoneidad de los equipos e instalaciones. Agencias que cumplen los criterios de buenas prácticas de D 3740, en general, se consideran capaces de pruebas y objetivos competentes / muestreo / inspección / etc. Los usuarios de esta norma se advierte que el cumplimiento con la Práctica D 3740 no es en sí asegurar resultados confiables. Los resultados fiables dependen de muchos factores; Práctica D 3740 proporciona un medio de evaluar algunos de esos factores.*

## 6 Aparatos

- 6.1 *Dispositivo de límite líquido* – Es un dispositivo mecánico que consiste en una taza de latón suspendida de un pasador diseñado para controlar su caída en una base de caucho endurecido. La figura 1 muestra las funciones esenciales y las dimensiones críticas del dispositivo. El dispositivo puede ser manejado por un motor eléctrico o manivela.
- 6.1.1 *Base* – A base de goma dura que tiene un tipo D durómetro dureza de 80 a 90, y el rebote capacidad de recuperación de al menos 77% pero más del 90% que no. Llevar a cabo pruebas de resistencia en la base terminó con los pies unidos. Detalles para medir la resistencia de la base se dan en el anexo 1.
- 6.1.2 *Pies de goma*, el apoyo a la base, diseñado para proporcionar el aislamiento de la base de la superficie de trabajo, y tener una dureza de durómetro tipo A no mayor de 60 medido en los pies terminó unido a la base.
- 6.1.3 *Copa*, de latón, con un peso, incluyendo la suspensión de copa, de 185 a 215 g.
- 6.1.4 *Leva*, diseñado para elevar la Copa suavemente y continuamente a su altura máxima, a una distancia de al menos 180 grados de rotación de la leva, sin desarrollar una velocidad ascendente o descendente de la Copa cuando el seguidor de leva abandona el cerrojo del disco. (El movimiento de leva preferido es una curva de ascensor uniformemente acelerado).
- 6.1.5 *Pasador*, contruidos de una manera que permite conveniente asegurar el ajuste, sino de la altura de caída de la copa de 10 mm (0,394 pulgadas), y diseñado de tal manera que la copa y copa de montaje de la suspensión sólo se adjunta a los pasadores por medio de un perno extraíble. Véase la figura. 2 para la definición y determinación de la altura de caída de la copa.
- 6.1.6 *Unidad de Motor (Opcional)* – Como una alternativa a la manivela se muestra en la figura. 1, el dispositivo puede estar equipado con un motor para encender la leva. Este motor tiene que girar en la leva a  $2 \pm 0.1$  revoluciones por segundo y debe ser aislado del resto del dispositivo de soportes de caucho o de alguna otra manera para evita las vibraciones del motor se transmita al resto del aparato. Debe estar equipado con un interruptor ON / OFF y un medio de posicionamiento convenientemente la leva para ajustar la altura de caída. Los resultados obtenidos con un dispositivo accionado por motor no deberá diferir de los obtenidos mediante un dispositivo de accionamiento manual.
- 6.2 *Herramienta de ranurado plano* – Una herramienta de plástico o de metal no corrosivo, que tiene las dimensiones indicadas en la figura. 3. El diseño de la herramienta pueden variar, siempre y cuando las dimensiones esenciales se mantienen. La herramienta se puede, pero no es necesario, incorporar el medidor para el ajuste de la altura de caída del dispositivo de límite líquido.

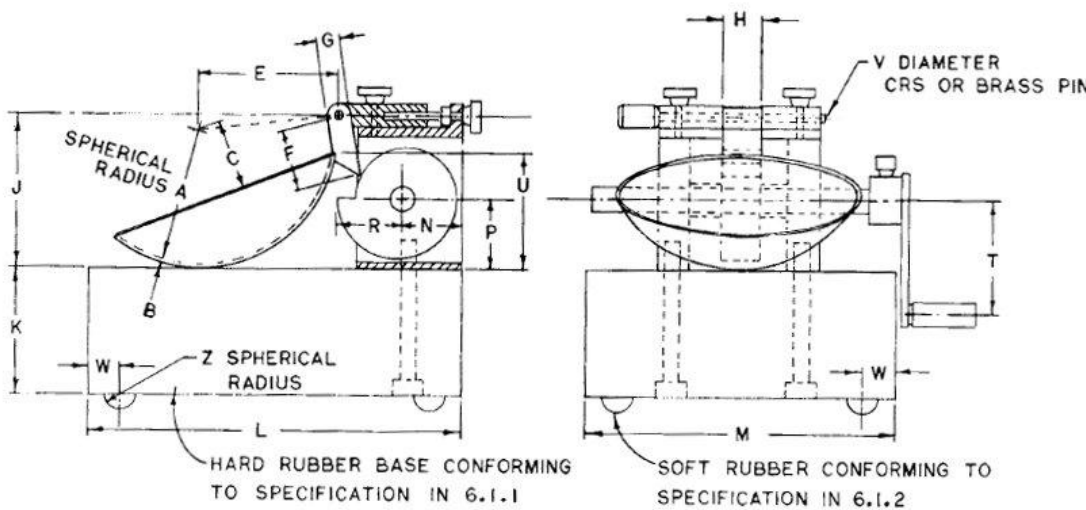


- 6.3 *Calibre* -Un bloque metal con patrón para ajustar la altura de caída de la copa, que tiene las dimensiones indicadas en la figura. 4. El diseño de la herramienta pueden variar siempre y cuando el medidor se apoyará de forma segura en la base sin ser sensibles al movimiento de balanceo, y el borde que hace contacto con la copa durante el ajuste es recto, por lo menos 10 mm ( 3 / 8 de pulgada) de ancho, y sin bisel o el radio.
- 6.4 *Recipiente contenedor de agua*, resistentes a la corrosión, pequeños recipientes con tapas de ajuste apretado un poco para los especímenes contenido de agua. Latas de aluminio o de acero inoxidable de 2,5 cm (1 pulgada) de alto por 5 cm (2 pulgadas) de diámetro son las adecuadas.
- 6.5 *Balanza*, conforme a la especificación D 475 3, Clase GP1 (legibilidad de 0,01 g).
- 6.6 *Mezcla y almacenamiento de contenedores*, contenedores a mezclar la muestra de suelo (material) y almacenar el material preparado. Durante la mezcla y el almacenamiento, el depósito no se contamine el material de cualquier manera, y evitar la pérdida de humedad durante el proceso.

DIMENSIONS

LETTER	A <sup>Δ</sup>	B <sup>Δ</sup>	C <sup>Δ</sup>	E <sup>Δ</sup>	F	G	H	J <sup>Δ</sup>	K <sup>Δ</sup>	L <sup>Δ</sup>	M <sup>Δ</sup>
MM	54 ± 0.5	2 ± 0.1	27 ± 0.5	56 ± 2.0	32	10	16	60 ± 1.0	50 ± 2.0	150 ± 2.0	125 ± 2.0
LETTER	N	P	R	T	U <sup>Δ</sup>	V	W	Z			
MM	24	28	24	45	47 ± 1.0	3.8	13	6.5			

<sup>Δ</sup> ESSENTIAL DIMENSIONS



CAM ANGLE DEGREES	CAM RADIUS
0	0.742 R
30	0.753 R
60	0.764 R
90	0.773 R
120	0.784 R
150	0.796 R
180	0.818 R
210	0.854 R
240	0.901 R
270	0.945 R
300	0.974 R
330	0.995 R
360	1.000 R

FIG. 1 Hand-Operated Liquid Limit Device

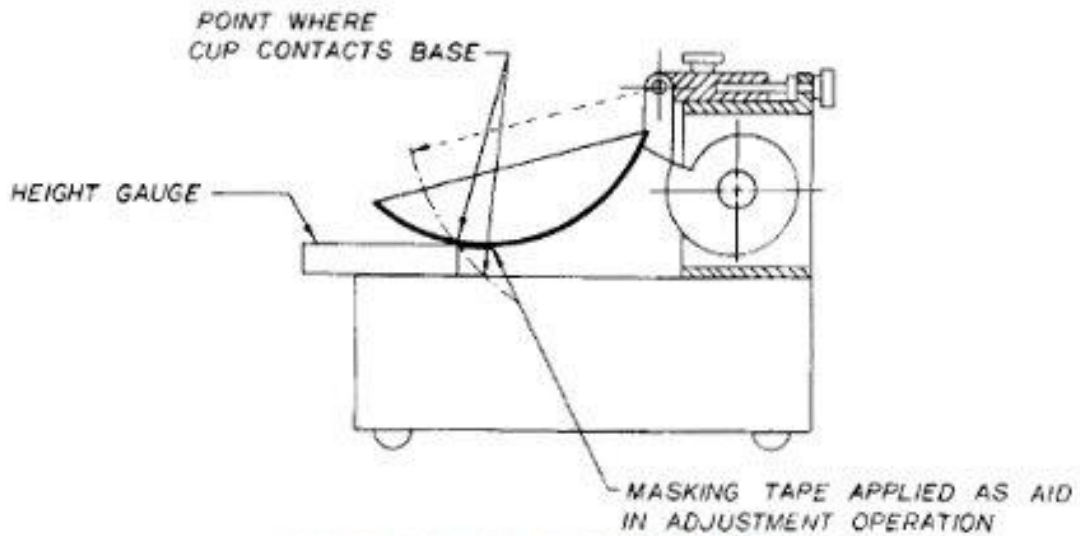


FIG. 2 Calibration for Height-of-Drop

DIMENSIONS

LETTER	A <sup>Δ</sup>	B <sup>Δ</sup>	C <sup>Δ</sup>	D <sup>Δ</sup>	E <sup>Δ</sup>	F <sup>Δ</sup>
MM	2 ± 0.1	11 ± 0.2	40 ± 0.5	8 ± 0.1	50 ± 0.5	2 ± 0.1
LETTER	G	H	J	K <sup>Δ</sup>	L <sup>Δ</sup>	N
MM	10 MINIMUM	13	60	10 ± 0.05	60 DEG ± 1 DEG	20

<sup>Δ</sup> ESSENTIAL DIMENSIONS

□ BACK AT LEAST 15 MM FROM TIP

NOTE : DIMENSION A SHOULD BE 1.9-2.0 AND DIMENSION D SHOULD BE 8.0-8.1 WHEN NEW TO ALLOW FOR ADEQUATE SERVICE LIFE

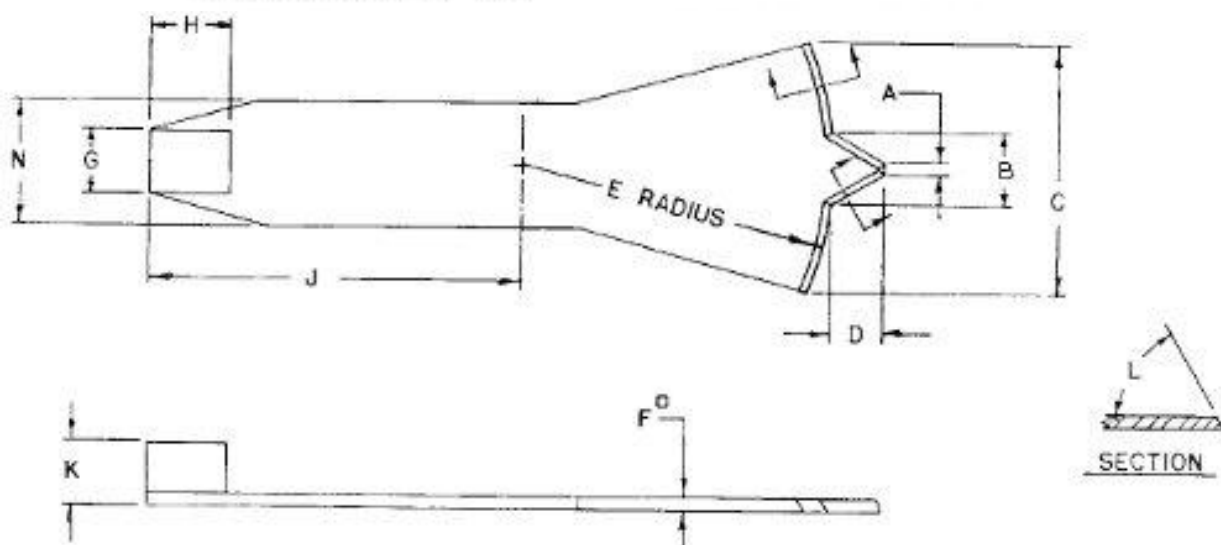
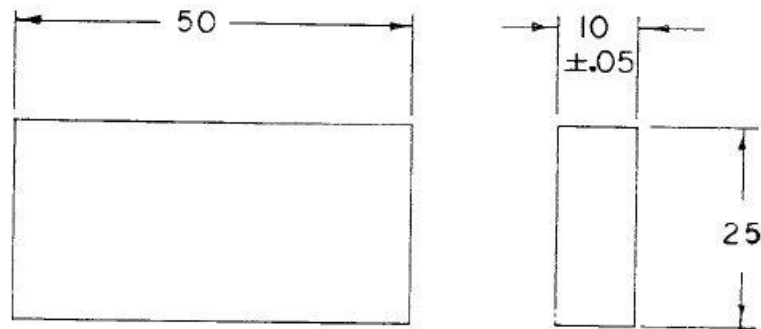


FIG. 3 Grooving Tool (Optional Height-of-Drop Gage Attached)



DIMENSIONS IN MILLIMETRES  
FIG. 4 Height-of-Drop Gage

### 6.7 Límite plástico:

6.7.1 *Placa de vidrio para suelo* –Una placa de cristal por lo menos 30 cm (12 pulgadas) cuadrados de 1 cm (3 / 8 de pulgada) de espesor para el material límite de rosca de plástico.

6.7.2 *Límite de Rolling dispositivo de plástico (opcional)* –Un dispositivo de acrílico se ajusten a las dimensiones indicadas en la . 5. 3,4 El tipo de papel sin esmaltar unido a la placa superior e inferior (véase 16.2. 2) se de tal manera que no añade sustancias extrañas (fibras, fragmentos de papel, etc) al suelo durante el proceso de laminación.

6.8 *Espátula*, una espátula o cuchillo de la píldora tiene una hoja de unos 2 cm (3 / 4 pulgadas) de ancho, y alrededor de 10 a 13 cm (3–4 pulgadas) de largo.

6.9 *Tamiz (s)* – De 200 mm (8 pulg.) de diámetro, de 425 micras (núm. 40) tamiz de conformidad con los requisitos de la especificación E11 y con un borde de al menos 5 cm (2 pulgadas) por encima de la malla. Una de 2.00 mm (No. 10) se hará una reunión con los mismos requisitos también puede ser necesaria.

6.10 *Botellas de agua*, o un recipiente similar para agregar controladas cantidades de agua en el suelo y el lavado de las multas de las partículas gruesas.

6.11 *Horno de secado*, con termostato, de preferencia de los de tiro forzado tipo, capaz de mantener una temperatura constante de 110 6 5 ° C (230 6 9 ° F) a través de la cámara de secado.

6.12 *Cazuela de lavado*, redondo, de fondo plano, por lo menos 7,6 cm (3 pulgadas) de profundidad, y un poco más grande en la parte inferior de un 20.3 cm (8 pulg.) tamiz de diámetro.

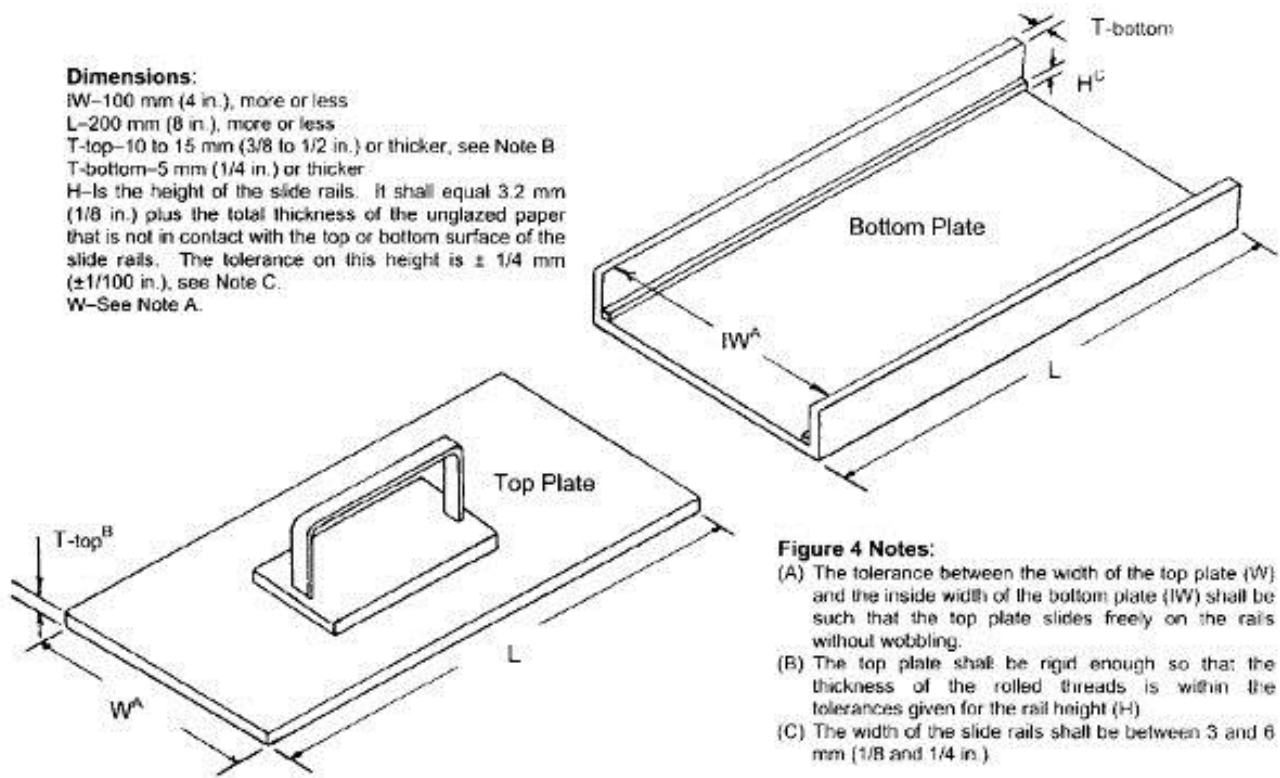


FIG. 5 Plastic Limit-Rolling Device

## 7 Reactivos y Materiales

- 7.1 *Pureza del Agua* –Cuando el agua destilada se hace referencia en este método de ensayo, ya sea agua destilada o desmineralizada puede ser utilizado. Ver Nota 7 sobre el uso de agua del grifo.

## 8 Toma de muestras y muestras

- 8.1 Las muestras se pueden tomar desde cualquier lugar que satisfaga las necesidades de la prueba. Sin embargo, las prácticas C 702, D 75 y D 420 debe ser utilizado como guía para la selección y preservación de muestras de distintos tipos de operaciones de muestreo. Las muestras en las que las muestras se prepararán utilizando el método de preparación húmeda (10. 1) se debe mantener en su muestra el contenido de agua, como antes de la preparación.
- 8.1.1 Cuando las operaciones de muestreo han conservado la estratificación natural de una muestra, las diversas capas deben mantenerse separados y las pruebas realizadas en el estrato particular de interés como la contaminación con la menor cantidad posible de otros estratos. Cuando una mezcla de materiales se utilizarán en construcción, se combinan los distintos componentes en proporciones tales que la muestra resultante representa el caso de la construcción actual.
- 8.1.2 Cuando los datos de estos métodos de prueba se van a utilizar para la correlación con otro laboratorio o campo de datos de prueba, utilice el mismo material utilizado para las pruebas que sea posible.
- 8.2 *Muestra* –obtener una porción representativa de la muestra total suficiente para suministrar 150 a 200 g de producto que atraviesan los 425 m (N ° 40) se hará fluya muestras gratis (materiales) puede ser reducida por los métodos de despiece o la separación. O materiales cohesivos–flujo libre no se mezcla bien en una sartén con una espátula o cuchara y una porción representativa recogió de la masa total por la fabricación de una o más barre con una bola a través de la masa mezclada.

## 9 Calibración de los aparatos

### 9.1 Inspección del desgaste:

9.1.1 *Dispositivo de Límite Líquido* –Verificar que el dispositivo de límite líquido es limpio y en buen estado. Compruebe los siguientes puntos específicos.

9.1.1.1 *Desgaste de Base* –La mancha en la base, donde la copa se pone en contacto deben ser usados no mayores de 10 mm (3 / 8 pulgadas) de diámetro. Si el punto de desgaste es mayor que esto, la base puede ser a máquina para remover el terreno usado siempre que el recubrimiento no tiene la base más delgada de lo especificado en 6.1 y las relaciones dimensionales otros se mantienen.

9.1.1.2 *El desgaste de la Copa* –Vuelva a colocar la taza cuando la herramienta de ranurado ha usado una depresión en la taza de 0,1 mm (0,004 pulgadas) de profundidad o cuando el borde de la copa se ha reducido a la mitad de su espesor original. Verifique que la copa está firmemente unido a la suspensión de la taza.

9.1.1.3 *El desgaste de la Copa de suspensión* –Verificar que la suspensión de la copa de pivote no es vinculante y no está desgastado hasta el punto de que permite que más de 3 mm (1 / 8 pulgadas) de lado a lado el movimiento del punto más bajo en el borde.

9.1.1.4 *Desgaste de leva* –La leva no se debe usar para una medida que cae la copa antes de la suspensión de la copa (seguidor de leva) pierde el contacto con la leva.

9.1.2 *Herramientas de ranurado* –Inspeccione el desgaste de las herramientas de ranurado en una forma frecuente y regular. La rapidez de desgaste depende del material con el que se hace la herramienta, y los tipos de suelos poniendo a prueba. Los suelos que contienen una gran proporción de partículas de arena fina puede provocar un rápido desgaste de las herramientas de ranurado, por lo tanto, cuando los estudios con estos materiales, las herramientas deben ser inspeccionados con mayor frecuencia que en otros suelos.

9.2 *Ajuste de la altura de caída* –Ajuste la altura de caída de la taza para que el punto de la copa que se pone en contacto con la base se eleva a una altura de  $10 \pm 0,2$  mm. Véase la figura . 2 para la ubicación correcta de la galga con respecto a la copa durante el ajuste.

## 10 Preparación de muestras de ensayo

10.1 *Preparación Método húmedo* – Salvo método seco de preparación de la muestra se especifica (10. 2), preparar la muestra para la prueba como se describe en las secciones siguientes.

10.1.1 *Material Pasa las 425 micras (núm. 40) Tamiz:*

10.1.1.1 Determinar mediante métodos visuales y manuales que el espécimen de 8.2 tiene poca o ninguna retenidas en un tamiz de 425- $\mu\text{m}$  (no. 40). Si este es el caso, preparar 150 a 200 g de material por mezclar minuciosamente con agua destilada o desmineralizada en la placa de vidrio o mezclar el plato con la espátula. Si lo desea, remojar el material en un plato de mezcla/almacenamiento de información con una pequeña cantidad de agua para suavizar el material antes del inicio de la mezcla. Si utiliza el método de A, ajustar el contenido de agua del material para llevarla a una consistencia que requeriría golpes de alrededor de 25 a 35 del dispositivo límite líquido para cerrar la ranura (nota 6). Para el método B, el número de golpes debe ser entre 20 y 30.

10.1.1.2 Si, durante la mezcla, se encuentra un pequeño porcentaje de material que podría mantenerse en un tamiz de 425- $\mu\text{m}$  (no. 40), quitar estas partículas por mano (si es posible). Si no es práctico para eliminar el material más gruesa a mano, quitar pequeños porcentajes (menos de aproximadamente el 15%) de los materiales más gruesos trabajando el material (tiene la consistencia anterior) a través de un tamiz de 425- $\mu\text{m}$ . Durante este procedimiento, utilice un trozo de láminas de caucho, tapón de caucho u otro dispositivo conveniente siempre que el procedimiento no distorsionar el tamiz o degradan el material que podría mantenerse si se utiliza el método de lavado que se describen en 10.1.2. Si se encuentran mayores porcentajes de material grueso durante la mezcla, o es considerado impracticable para eliminar el material más gruesa por los procedimientos que se acaba de describir, lavar la muestra cómo se describe en 10.1.2. Cuando las partículas gruesas que se encontró durante la mezcla son concreciones, conchas, u otras partículas frágiles, no aplastar estas partículas para hacerlos pasar un tamiz de 425- $\mu\text{m}$ , pero eliminar a mano o por lavado.

10.1.1.3 Coloque el material preparado en el plato de mezcla/almacenamiento de información, compruebe su consistencia (ajustar si es necesario), cubrir para evitar la pérdida de humedad y dejar para reposar (cura) durante por lo menos 16 horas (una noche). Después del período de para inmediatamente antes de comenzar la prueba, revise minuciosamente el suelo.

10.1.2 *Material que contiene partículas retenidas en una de 425 micras (núm. 40) Tamiz:*



- 10.1.2.1 Colocar la muestra (véase 8. 2) en una bandeja o un plato y agregue agua suficiente para cubrir el material. Deje que el material en remojo hasta que todos los bultos se han suavizado y las multas ya no se adhieren a las superficies de las partículas gruesas (Nota 7).
- 10.1.2.2 Cuando el material contiene un alto porcentaje de partículas retenidas en el 425 micras (N°40) se hará, realizar la siguiente operación de lavado en incrementos, lavadora no más de 0,5 kg (1 libra) de material a la vez. Colocar el tamiz de 425 micras, en el fondo de la cacerola limpia. Transferencia, sin pérdida de material, el agua de mezcla de suelo en el tamiz. Si las partículas de arena gruesa o grava están presentes, aclarar que muchos de estos como sea posible con pequeñas cantidades de agua de una botella de lavado, y desechar. Por otra parte, la transferencia de la mezcla de agua del suelo durante un 2.00 mm (No. 10) se hará una anidado sobre el tamiz de 425 micras, enjuague el material fino a través de y quite el tamiz de 2,00 mm. Después de lavar y quitar la mayor cantidad de material más grueso de lo posible, añadir agua suficiente a la sartén para que el nivel de unos 13 mm (1 / 2 pulgadas) por encima de la superficie del tamiz de 425 micras-. Agite la mezcla por agitación con los dedos al subir y bajar el tamiz en la sartén y remolinos de la suspensión para que el material fino se lava de las partículas más gruesas. Agregada finas del suelo desagregan bultos que no han saciado por frotar suavemente sobre el tamiz de la punta de los dedos. Completar la operación de lavado mediante el aumento del tamiz por encima de la superficie del agua y enjuagar el material retenido con una pequeña cantidad de agua limpia. Deseche el material retenido en el tamiz de 425 micras.
- 10.1.2.3 Reducir el contenido de agua del material pasando el 425- $\mu$ m tamiz de (no. 40) hasta que acerque al límite de líquidos. Reducción del contenido de agua puede ser realizada por uno o una combinación de los métodos siguientes: (a) exponer a las corrientes de aire a temperatura ambiente, (b) exponiendo a las corrientes de aire caliente desde un origen como un secador de pelo eléctrica, (c) la decantación de agua clara de la superficie de la suspensión, (d) el filtrado en un embudo Büchner utilizando velas de filtro o (e) drenaje en un plato de colador o yeso de París forrado de alta retentividad, papel de filtro de alta wetstrength 5. Si se utiliza un plato de yeso de París, procure que el plato nunca se lo suficientemente satura incapaz de absorber el agua en su superficie. Plato completamente seca entre usos. Durante la evaporación y la refrigeración, el revuelo el material a menudo lo suficiente para prevenir reseque del margen y el suelo pinacles en la superficie de la mezcla. Para materiales que contienen sales solubles, use un método de reducción de agua (una o b) que no eliminará las sales solubles de la muestra.



10.1.2.4 Si es necesario, retire el material retenido en el filtro de papel. Mezclar bien este material o el material que se incluye en la placa de vidrio o en el disco de mezcla con la espátula. Modifica el contenido de agua de la mezcla, si es necesario, mediante la adición de pequeños incrementos de agua destilada o desmineralizada o permitiendo que la mezcla se seca a temperatura ambiente mientras se mezcla en la placa de vidrio. Si se utiliza el Método A, el material debe ser con un contenido de agua que se requieren alrededor de 25 a 35 golpes del dispositivo de límite líquido para cerrar el surco. Para el método B, el número de golpes debe estar entre 20 y 30. Ponga, si es necesario, el material mezclado en el plato de almacenamiento, la cubierta para evitar la pérdida de humedad, y dejar reposar (cura) durante al menos 16 h. Después del período de para e inmediatamente antes de comenzar la prueba, mezclar bien la muestra.

#### 10.2 *Método de preparación en seco:*

10.2.1 Secar la muestra 8,2 a una temperatura ambiente o en un horno a una temperatura no superior a 60 ° C hasta que los terrones del suelo se pulverizan fácilmente. Desagregación es acelerado si el material no se permite que se seque completamente. Sin embargo, el material debe tener una apariencia seca, cuando pulverizado.

10.2.2 Pulverizar el material en un mortero con una punta de goma mortero o de alguna otra manera que no cause interrupción de las partículas individuales. Cuando las partículas gruesas que se encuentran en la pulverización son concreciones, conchas, u otras partículas frágiles, no aplastar a estas partículas para hacerlas pasar una de 425 micras (N ° 40) se hará, pero quitar con la mano u otros medios adecuados, tales como el lavado. Si un procedimiento de lavado se utiliza, siga 10.1.2.1–10.1.2.4.

10.2.3 Separar el material en una de 425 micras (N ° 40) se hará, sacudiendo el tamiz con la mano para asegurar la separación completa de la fracción más fina. Vuelva a colocar el material retenido en el tamiz de 425 micras en el aparato de pulverización y repetir las operaciones de pulverización y tamizado. Detener este proceso cuando la mayoría del material fino ha sido desglosados y material retenido en el tamiz de 425 micras se compone de partículas individuales.

10.2.4 Coloque el material retenido en la de 425 micras (N ° 40) se hará después de las últimas operaciones de pulverización en un plato y agregar una pequeña cantidad de agua. Revuelva la mezcla y transferirlo a un tamiz de 425 micras, cogiendo el agua y todas las multas suspendidas en la batea. Vierta esta suspensión en un plato que contiene el suelo seco previamente tamizados a través del tamiz de 425 micras. Deseche el material retenido en el tamiz de 425 micras.

10.2.5 Proceder como se describe en 10.1.2.3 y 10.1.2. 4.

## MULTIPUNTO LIMITE LIQUIDO – MÉTODO A

### 11 Procedimiento

- 11.1 Mezclar minuciosamente la muestra (suelo) en su taza de mezcla, y si es necesario, ajustar su contenido de agua hasta que la constancia requiere alrededor de 25 a 35 golpes del dispositivo de límite líquido para cerrar el surco. Usando una espátula, coloque una parte (s) de la tierra preparada en la taza del dispositivo de límite líquido en el punto donde la copa se apoya en la base, apretar hacia abajo, y lo extendió en la taza a una profundidad de unos 10 mm en su punto más profundo y va disminuyendo hasta formar una superficie aproximadamente horizontal. Tenga cuidado de eliminar las burbujas de aire de la palmadita del suelo, sino que forman la palmadita con los menos golpes posibles. Mantenga la tierra no utilizada en el disco de mezcla y almacenamiento. Cubra el plato con una toalla húmeda (o recurrir a otros medios) para retener la humedad en el suelo.
- 11.2 Forma un surco en el suelo dibujando patrones de la herramienta, biselado primera línea, a través del suelo en una línea que une el punto más alto al punto más bajo en el borde de la taza. Al cortar la ranura, sujete la herramienta de ranurado contra la superficie de la copa y dibuje un arco, el mantenimiento de la herramienta perpendicular a la superficie de la copa a través de su movimiento. Véase la figura. 6. En los suelos donde un surco no se puede hacer de un solo golpe sin romper el suelo, cortar la ranura con varios movimientos de la herramienta de ranurado. Por otra parte, corte la ranura a poco menos de las dimensiones requeridas con una espátula y el uso de la herramienta de ranurado para que la ranura de dimensiones finales. Tenga cuidado extremo para evitar el deslizamiento de la palmadita del suelo en relación con la superficie de la copa.
- 11.3 Verificar que no migajas del suelo están presentes en la base o la parte inferior de la copa. Levante y coloque la taza girando la manivela a un ritmo de 1,9 a 2,1 golpes por segundo hasta que las dos mitades de la palmadita del suelo entrar en contacto en la parte inferior de la ranura a lo largo de una distancia de 13 mm (1 / 2 pulgadas). Véase la figura. 7 y la figura . 8.

- 11.4 Verificar que una burbuja de aire no ha causado el cierre prematuro de la ranura por la observación de que ambos lados de la ranura han confluido con aproximadamente la misma forma. Si una burbuja ha provocado el cierre prematuro de la ranura, la reforma del suelo en la copa, añadiendo una pequeña cantidad de suelo para compensar la que perdió en la operación de ranurado y repetir 11.1–11.3. Si las diapositivas del suelo en la superficie de la copa, repita 11.1–11.3 en un mayor contenido de agua. Si, después de varios ensayos en el agua contenidos superiores sucesivamente, la palmadita del suelo continúa su caída en la taza o si el número de golpes necesarios para cerrar la ranura es siempre menor de 25 golpes, constancia de que el límite líquido no se pudo determinar, y el informe suelo como no plástico sin realizar la prueba de límite plástico.
- 11.5 Registrar el número de golpes,  $N$ , necesario para cerrar el surco. Quite un trozo de tierra de aproximadamente el ancho de la espátula, que se extiende de borde a borde de la torta del suelo en ángulo recto con la ranura e incluyendo la parte de la ranura en la que la tierra fluían juntas, colóquelo en un recipiente de masa conocida, y la cubierta.
- 11.6 Retorno del suelo que queda en la taza al plato. Lave y seque el vaso y la herramienta de ranurado y vuelva a colocar la taza para el transporte en la preparación para la siguiente prueba.
- 11.7 Mezcle la muestra del suelo en todo el plato añadiendo agua destilada para aumentar el contenido de agua del suelo y disminuir el número de golpes necesarios para cerrar el surco. Repita 11.01 a 11.06 durante al menos dos ensayos adicionales produciendo un menor número de golpes en forma sucesiva para cerrar el surco. Uno de los ensayos será de un cierre que requiere 25 a 35 golpes, uno para el cierre de entre 20 y 30 golpes, y un ensayo para un cierre que requiere 15 a 25 golpes.
- 11.8 Determinar el contenido de agua,  $W^n$ , de la muestra del suelo de cada ensayo, de conformidad con el Método de Ensayo D 2216.
- 11.8.1 Determinación de las masas iniciales (recipiente más suelo húmedo) debe realizarse inmediatamente después de la finalización de la prueba. Si la prueba se interrumpió durante más de 15 minutos, determinar la masa de las muestras del contenido de agua ya obtenidos en el momento de la interrupción.

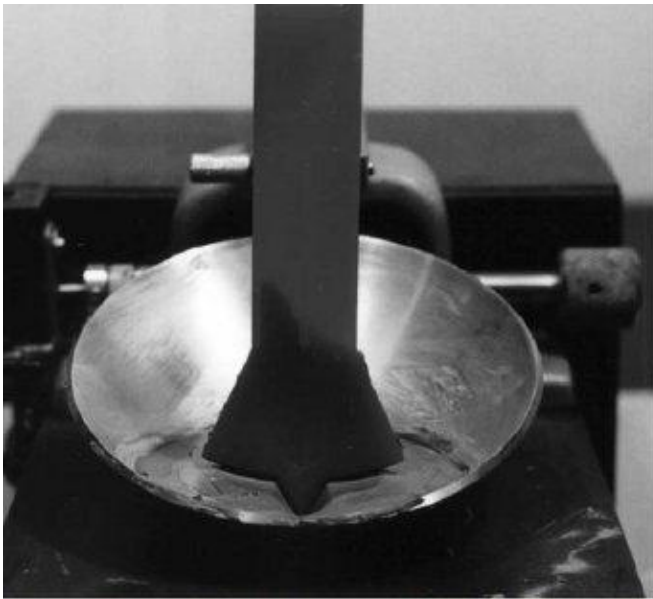


FIG. 6 Example of Grooving Tool Placed in a Properly Grooved Soil Pat

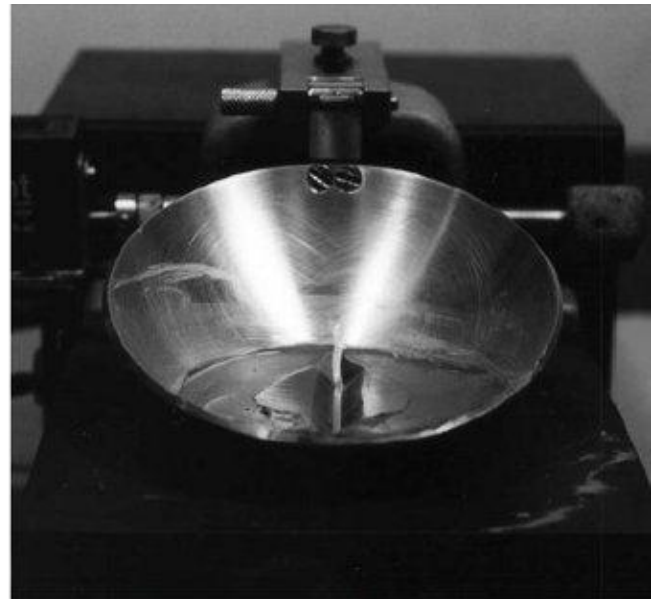


FIG. 7 Grooved Soil Pat in Liquid Limit Device

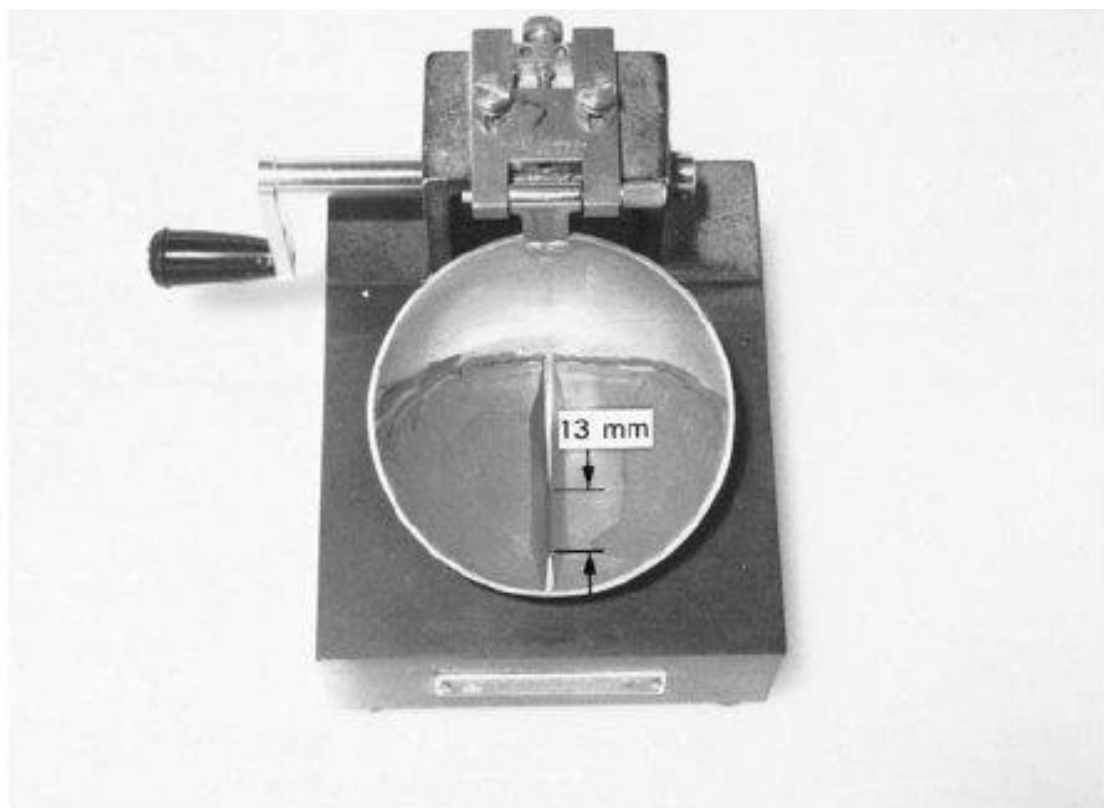


FIG. 8 Soil Pat After Groove Has Closed

## 12 Cálculo

- 12.1 Representar la relación entre el contenido de agua,  $W^n$ , y el correspondiente número de golpes,  $N$ , de la copa en un gráfico semilogarítmico con el contenido de agua en ordenadas en la escala aritmética, y el número de golpes en abscisas en escala logarítmica. Dibuje una línea recta a través de los mejores tres o más puntos marcados.
- 12.2 Tomar el contenido de agua correspondiente a la intersección de la línea con la abscisa 25-golpes como el límite líquido del suelo y de vuelta al número entero más próximo. Métodos de cómputo podrá ser sustituido por el método gráfico para ajustar una línea recta a los datos y la determinación del límite líquido.

### UN PUNTO LIMITE LIQUIDO-MÉTODO B

## 13 Procedimiento

- 13.1 Proceder como se describe en 11.1–11.5, excepto que el número de golpes necesarios para cerrar el surco será de 20 a 30. Si es menos de 20 o más de 30 golpes se requieren, modifica el contenido de agua del suelo y repita el procedimiento.
- 13.2 Inmediatamente después de retirar una muestra de contenido de agua como se describe en 11.5, la reforma del suelo en la copa, añadiendo una pequeña cantidad de suelo para compensar la que perdió en el contenido de agua de muestreo y las orientaciones de ranurado. Repita 11.2–11.5, y, si el segundo cierre de la ranura requiere el mismo número de gotas o ninguna de las dos golpes de diferencia más, elegir otro modelo contenido en agua. De lo contrario, mezclar la muestra completa y repita.
- 13.3 Determinar el contenido de agua de las muestras de conformidad con 11.8.

## 14 Cálculo

- 14.1 Determinar el límite líquido para cada muestra el contenido de agua utilizando una de las siguientes ecuaciones:

$$LL^n = W^n \cdot \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

$$LL^n = k \cdot W^n$$

$LL^n$  = Límite líquido dado en porcentaje

$W^n$  = Contenido de agua dado en porcentaje

$N$  = Numero de golpes para cerrar la ranura

$k$  = Factor de limite líquido dado en la tabla 1

14.1.1 El límite de líquido, LL, es el promedio de los dos valores límite líquido de prueba, al número entero más cercano (sin la designación por ciento).

14.2 Si la diferencia entre los dos ensayos—los valores límite líquido es superior a un punto porcentual, repita la prueba como se describe en 13.1 por 14.1.1.

N	k
(Número de golpes)	(Factor de Límite Líquido)
20	0.973
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

**TABLA 1 Factores para la obtención de Límite Líquido de contenido de agua y número de gotas que causa el cierre de Groove**

## LIMITE PLÁSTICO

### 15 Preparación de muestras de ensayo

15.1 Seleccionar una porción de 20 gramos o más de tierra del material preparado para la prueba de límite líquido, ya sea, después de la segunda mezcla antes de la prueba, o de la tierra que queda después de la finalización de la prueba de límite líquido. Reducir el contenido de agua del suelo con la consistencia en la que se puede rodar sin pegarse a la mediante la difusión de las manos o la mezcla continuamente en la placa de cristal o en el disco de mezcla y almacenamiento. El proceso de secado se puede acelerar mediante la exposición del suelo a la corriente de aire de un ventilador eléctrico, o con papel secante, que no añade ninguna fibra hasta el suelo. Papel, tales como toallas de papel duros de superficie o de alta resistencia a la humedad, papel de filtro es el adecuado.

### 16 Procedimiento

16.1 A partir de este modelo de plástico límite, seleccionar una porción de 1,5 g a 2.0. Formar con la parte seleccionada una masa elipsoidal.

16.2 Hacer la masa del suelo por uno de los siguientes métodos (a mano o dispositivo móvil):

16.2.1 *Método a mano* – Enrollar la masa con la palma de la mano o los dedos y la placa de vidrio de tierra con suficiente presión justo para rodar la masa en un hilo de diámetro uniforme en toda su longitud (ver Nota 10). El hilo se deforma más en cada movimiento a fin de que su diámetro llega a 3,2 mm (1 / 8 de pulgada), sin tomar más de 2 minutos (ver Nota 11). La cantidad de amasado o la presión del dedo requerida variará mucho de acuerdo al suelo que se prueba, es decir, la presión requerida típicamente aumenta con el aumento de la plasticidad. Los suelos frágiles de baja plasticidad son los mejores enrollada debajo del borde exterior de la palma de la mano o en la base del pulgar.

16.2.2 *Método de dispositivos enrollables* – Coloque papel sin esmalte suave tanto a la parte inferior y superior de las placas del límite de laminación dispositivo de plástico. Coloque la masa del suelo en la placa inferior en el punto medio entre los carriles de deslizamiento. Coloque la placa superior en contacto con la masa del suelo (es). Al mismo tiempo aplicar una fuerza hacia abajo y ligeramente hacia atrás y adelante movimiento a la placa superior de modo que la placa superior entra en contacto con los rieles laterales en 2 min (véanse las notas 10 y 12). Durante este proceso de laminación, el extremo (s) de la rosca del suelo (s) no se en contacto con el riel lateral (s). Si esto ocurre, un rollo de masa más pequeña de suelo (incluso si es inferior a la indicada en la Sección 16.1).

- 16.3 Cuando el diámetro de la rosca se convierte en 3,2 mm, romper el hilo en varios pedazos. Apriete las piezas, amasar entre el pulgar y el dedo índice de cada mano, la reforma en una masa elipsoidal, y volver a tirar. Continúe con este material alternativo a un hilo de 3,2 mm de diámetro, reunir, amasado y laminado de nuevo, hasta que el hilo se derrumba bajo la presión necesaria para el material y el suelo ya no puede ser enrollado en 1 mm de diámetro de la rosca-3.2 (ver fig. 9). No tiene importancia si se rompe el hilo en las discusiones de menor longitud. Roll cada uno de estos temas con menor de 3,2 mm de diámetro. El único requisito para continuar la prueba es que estos temas se puede reformar en una masa elipsoidal y rodó de nuevo. El operador no podrá en ningún intento de tiempo para producir el fracaso exactamente de 3,2 mm de diámetro, permitiendo el hilo para llegar a 3,2 mm, a continuación, la reducción de la tasa de vuelco o de la presión de la mano, o ambos, mientras continúa la rueda sin deformación más hasta que el hilo se desmorona. Es permisible, sin embargo, para reducir la cantidad total de la deformación de los suelos débilmente plástico al hacer que el diámetro inicial de la masa elipsoidal más cerca de la requerida de 3.2 mm de diámetro final. Si se desmorona cuando el hilo tiene un diámetro mayor de 3.2 mm, esto se considerará un punto final satisfactorio, siempre que el suelo ha sido rodado en un hilo de 3,2 mm de diámetro. Desmoronamiento de la rosca se manifestará de manera diferente con los distintos tipos de suelo. Algunos suelos se deshacen en numerosas pequeñas agrupaciones de partículas, otros pueden formar una capa exterior tubular que comienza a dividir en los dos extremos. La división avanza hacia el centro, y finalmente, el hilo se deshace en muchas partículas laminares pequeños. Suelos arcillosos grasa requieren mucha presión para deformar el hilo, sobre todo cuando se acercan al límite plástico. Con estos suelos, el hilo se rompe en una serie de segmentos con forma de barril-alrededor de 3,2 a 9,5 mm (1 / 8 a 3 / 8 pulgadas) de longitud.
- 16.4 Recoger las porciones de la rosca se derrumbó juntos y colóquelo en un recipiente de masa conocida. Cubrir inmediatamente el recipiente.
- 16.5 Seleccione otra porción de 1.5 a 2.0 g de suelo de la muestra límite plástico y repita las operaciones descritas en 16.1 y 16.2 hasta que el recipiente tiene por lo menos 6 g de suelo.
- 16.6 Repita 16.1-16.5 hacer otro recipiente que contenga un mínimo de 6 g de suelo. Determinar el contenido de agua del suelo contenidas en los envases, de conformidad con el Método de Ensayo D 2216. Ver 11.8.1.



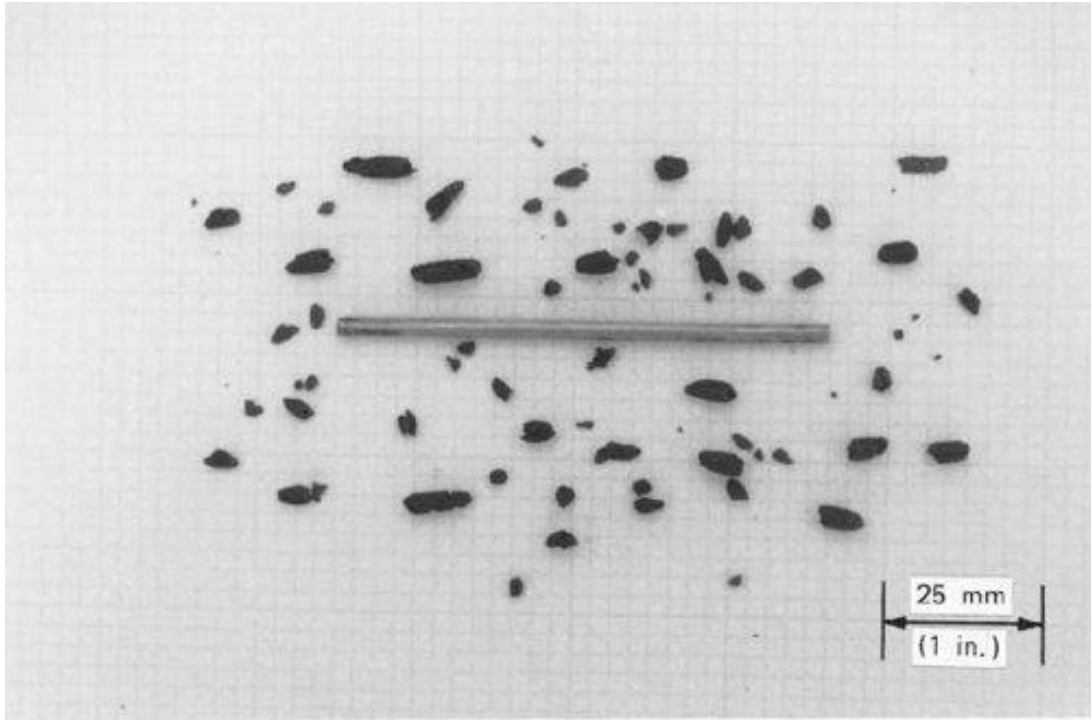


FIG. 9 Lean Clay Soil at the Plastic Limit

## 17 Cálculo

- 17.1 Calcule el promedio de los dos contenidos de agua (de plástico límites de prueba) y redondea en el número entero más próximo. Este valor es el límite plástico, *PL*. Repita la prueba si la diferencia entre los dos límites de plástico de prueba es mayor que el poder-rango aceptable de dos resultados que figuran en 2 para la precisión de un solo operador, es decir, 1.4 puntos porcentuales, es decir,  $(2.8 \times 0.5)$ .

### Índice de Plasticidad

## 18 Cálculo

- 18.1 Calcular el índice de plasticidad de la siguiente manera:

$$PI = LL - PL$$

Dónde:

*LL* = Límite líquido (número entero)  
*PL* = límite plástico (número entero)

18.1.1 Tanto LL y PL son números enteros. Si bien el límite líquido o límite plástico no se pudo determinar, o si el límite plástico es igual o mayor que el límite líquido, el informe del suelo como no plástico, NP.

## 19 Informe

19.1 Informe de la siguiente información:

19.1.1 Muestra la información de identificación.

19.1.2 Cualquier modelo especial proceso de selección utilizado, como eliminación de las lentes de arena de la muestra imperturbable.

19.1.3 Informe muestra, secada al aire, si la muestra fue secada al aire, antes o durante la preparación.

19.1.4 Límite líquido, límite plástico, y el índice de plasticidad al número entero más cercano, omitiendo la designación por ciento. Si el límite líquido o pruebas de plástico límite no se pudo realizar, o si el límite plástico es igual o mayor que el límite líquido, el informe de la tierra, como NP no plásticas.

19.1.5 Estimación del porcentaje de la muestra conservada en la de 425 micras (N° 40) se hará, y

19.1.6 Procedimiento mediante el cual se llevó a cabo límite líquido, si éste es distinto del método multipunto.

TABLA 2 Resumen de resultados de las pruebas de laboratorios de ensayo por triplicado (Límites de Atterberg)												
(1)	(2)			(3)			(4)			(5)		
Tipo de suelo	Número de prueba por triplicado laboratorio			Valor promedio A (Puntos porcentuales)			Desviación Estándar B (Puntos porcentuales)			El rango aceptable de dos Resultados C (puntos porcentuales)		
Tipo de prueba												
	LL	PL	PI	LL	PL	PI	LL	PL	PI	LL	PL	PI
<i>Un solo operador los resultados (de repetición dentro del laboratorio)</i>												
CH	13	13	13	59.8	20.6	39.2	0.7	0.5	0.8	2	1	2
CL	14	13	13	33.4	19.9	13.6	0.3	0.4	0.5	1	1	1
ML	12	11	11	27.4	23.4 <sub>D</sub>	<sup>4.1</sup> <sub>D</sub>	0.5	0.3	0.6	2	1	2
<i>Resultados de varios laboratorios (reproducibilidad entre laboratorios)</i>												
CH	13	13	13	59.8	20.6	39.2	1.3	2	2.5	4	6	7
CL	14	13	13	33.4	19.9	13.6	1	1.2	1.7	3	3	5
ML	12	11	11	27.4	23.4 <sub>D</sub>	<sup>4.1</sup> <sub>D</sub>	1.3	0.9	1.9	4	3	5

<sup>A</sup>El número de dígitos significativos y decimales presentados son representativos de los datos de entrada. De acuerdo con la Práctica D 6026, la desviación estándar y rango aceptable de resultados no puede tener decimales más de los datos de entrada.

<sup>B</sup>La desviación estándar se calcula de acuerdo con la Práctica E 691 y se conoce como el 1 s límite.

<sup>C</sup>El rango aceptable de dos resultados que se conoce como el d2 s límite. Se calcula como  $1.960 \cdot \sqrt{2} \cdot 1s$ , como se define en la práctica E 177. La diferencia entre dos correctamente las pruebas realizadas no deben exceder este límite. El número de dígitos significativos o lugares decimales que se presenta es igual a la exigida por el presente método de ensayo o práctica D 6026. Además, el valor presentado puede tener el mismo número de decimales que la desviación estándar, aunque el resultado tiene importantes cifras más la desviación estándar.

<sup>D</sup>Para el suelo ML, 2 de los 14 laboratorios de pruebas por triplicado informó el suelo como no plástico.

## 20 Precisión y el sesgo

20.1 *Precisión* –Criterios para determinar la aceptabilidad de la prueba de los resultados obtenidos por estos métodos de ensayo en un rango de tipos de suelos se presentan en los cuadros 2 y 3. En el desempeño de estos métodos de ensayo, un método y el método de preparación húmeda (con excepción del suelo se seca al aire) fueron utilizados.

20.1.1 Estas estimaciones de precisión se basan en los resultados del programa entre laboratorios realizados por el Referencia Suelos–ASTM y Programa de Pruebas. 6 En este programa, algunos laboratorios realizaron tres pruebas de replicar por el tipo de suelo (por triplicado, las pruebas de laboratorio), mientras que otros laboratorios realizaron una prueba única por el tipo de suelo (a la prueba de laboratorio individual). Una descripción de los suelos estudiados se da en el 20.1. 5. Las estimaciones varían con precisión el tipo de suelo y el método utilizado (s). El juicio es necesario para la aplicación de estas estimaciones a otro del suelo y el método utilizado (método A o B, o húmedo o seco Método de preparación).

20.1.2 Los datos de la Tabla 2 se basan en tres pruebas de replicar realizados por cada laboratorio de pruebas por triplicado en cada tipo de suelo. El creador y varios laboratorios desviación estándar solo se muestra en la Tabla 2, columna 4, se obtuvieron de acuerdo con Práctica E 691, que recomienda que cada laboratorio de pruebas realizar un mínimo de tres pruebas de replicar. Los resultados de dos pruebas realizadas correctamente realizada por el mismo operador en el mismo material, utilizando el mismo equipo, y en el menor período de prácticas de tiempo no debe diferir en más de la de un solo operador d2 s límites mostrados en la Tabla 2, columna 5. Para la definición de d2 s ver la nota C en la Tabla 2. Los resultados de dos pruebas realizadas correctamente ejecutados por diferentes y en diferentes días no deben diferir en más de la multilaboratorio d2 s límites mostrados en la Tabla 2, columna 5.

**TABLA 3 Resumen de Resultados de los ensayos individuales de cada laboratorio (límites de Atterberg)**

(1)	(2)	(3)			(4)			(5)		
Tipo de suelo	Número de prueba Laboratorios	Valor medio (Porcentaje Puntos)			Desviación Estándar (Porcentaje Puntos)			Gama de Resultados Aceptable (Porcentaje Puntos)		
		Tipo de prueba								
		LL	PL	PI	LL	PL	PI	LL	PL	PI
CH	24	59.9	20.4	39.5	2.1	2.7	3.1	6	7	9
CL	24	33.3	19.9	13.4	0.8	1.3	1.6	2	4	4
ML	18	27.1	23.2 <i>B</i>	3.9 <i>B</i>	1.3	1.2	1.8	4	3	5

20.1.3 En la Referencia de Suelos ASTM y Programa de Pruebas, muchos de los laboratorios que realizan sólo una sola prueba en cada tipo de suelo. Esta es una práctica común en el diseño y la industria de la construcción. Los datos para cada tipo de suelo en la Tabla 3 se basan en los resultados de la primera prueba de los laboratorios de pruebas por triplicado y los resultados de un ensayo de los laboratorios de otros. Los resultados de dos ensayos realizados adecuadamente realizadas por dos laboratorios distintos, con distintos operadores y utilizando equipos diferentes y en diferentes días no deben variar por más que el 2 s límites mostrados en la Tabla 3, columna 5. Los resultados en la Tabla 2 y Tabla 3 son diferentes porque los conjuntos de datos son diferentes.

20.1.4 La Tabla 2 presenta una interpretación rigurosa de los datos de prueba por triplicado, de acuerdo con la Práctica E 691 de los laboratorios precalificados. Cuadro 3 se deriva de datos de prueba que es una práctica común.

20.1.5 Tipos de suelo –Con base en la prueba de varios laboratorios de resultados, los suelos utilizados en el programa se describen a continuación, de conformidad con la Práctica D 248 7. Además, los nombres locales de los suelos se dan.

CH–Fat, CH, las multas del 99%, LL = 60, PI = 39, suelo pardo grisáceo, había sido secada al aire y pulverizado. Nombre local–Vicksburg Buckshot arcilla

CL–Lean arcilla, CL, el 89% de finos, LL = 33, PI = 13, el suelo gris, se había secado al aire y pulverizado. Local arcilla nombre de Annapolis

ML–Limo, ML, el 99% de finos, LL = 27, PI = 4, la luz del suelo marrón, se había secado al aire y pulverizado. Local limo nombre Vicksburg

20.2 *Sesgo* –No hay ningún valor de referencia aceptable para estos métodos de prueba, por lo tanto, el sesgo no se puede determinar.

## 21 Palabras clave

21.1 Actividades; límites de Atterberg, límite líquido, índice de plasticidad, límite plástico.

## ANEXO

## (Información obligatoria)

## A1. Pruebas de la resistencia

A1.1 EL dispositivo para medir la capacidad de recuperación de líquidos aparato basan el límite, se muestra en la figura. A1.1. El dispositivo consiste en un tubo de plástico acrílico transparente y la tapa, un 5/16 pulgada. Bola de acero de diámetro, y un imán pequeño en la base. El cilindro puede ser cementados a la tapa de rosca o como se muestra. El imán pequeño base se lleva a cabo en el hueco de la tapa y la bola de acero se fija en la hendidura en la parte inferior de la tapa con la barra magnética. El cilindro es vertical y luego se coloca en la superficie superior de la base que se prueba. Sosteniendo el tubo ligeramente contra la base de limitar el dispositivo de líquido con una mano, suelte el bola, tirando del imán de la tapa. Utilice las marcas de escala en la parte exterior del cilindro para determinar el punto más alto alcanzado por la parte inferior de la bola. Repita la caída de al menos tres veces, colocando el tester en una ubicación diferente para cada gota. Las pruebas deben llevarse a cabo a temperatura ambiente.

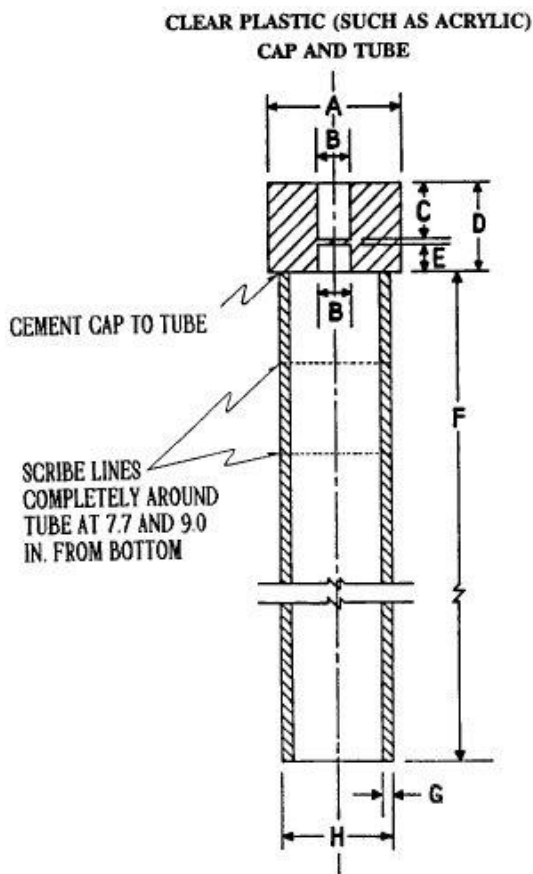


TABLE OF MEASUREMENTS

DIMENSION	DESCRIPTION	ENGLISH, in.	METRIC, mm
A	DIAM. OF CAP	1 1/2	38.10
B	DIAM. OF HOLE	3/8	9.52
C	DEPTH OF HOLE	10/16	15.88
D	HEIGHT OF CAP	1	25.40
E	DEPTH OF HOLE	5/16	7.94
F	LENGTH OF TUBE	10	254.00
G	WALL THICKNESS	1/8	3.18
H	O.D. OF TUBE	1 1/4	31.75

FIG. A1.1 Resilience Tester

## APPENDIX

## X1. Sample Data Sheet

X1.1 See Fig. X1.1.

Laboratory Name: Example \_\_\_\_\_ Project Name: Example \_\_\_\_\_ Project Number: Example \_\_\_\_\_  
 Soil Type: CH-1 \_\_\_\_\_ Boring Number: N/A \_\_\_\_\_ Depth (m or ft): N/A \_\_\_\_\_  
 Initial Visual Description: CH, brown, highly plastic clay \_\_\_\_\_  
 Sample Number: N/A \_\_\_\_\_

INITIAL VISUAL USCS GROUP SYMBOL: CH

SPECIMEN PREPARATION	
Wet:	<input checked="" type="checkbox"/> Washed on #40 Sieve
Dry (Air):	<input type="checkbox"/> Dry Sieved on #40 Sieve
Dry (Oven):	<input type="checkbox"/> Mechanically Pushed Through #40 Sieve
Mixed on Glass Plate and Removed Medium Plus Sand Particles <input checked="" type="checkbox"/>	
Mixing Water: Distilled	<input checked="" type="checkbox"/> Demineralized: <input type="checkbox"/> Other: _____

TESTING EQUIPMENT USED	
Plastic Limit:	Hand Rolled <input checked="" type="checkbox"/>
	Mechanical Rolling Device <input type="checkbox"/>
Liquid Limit:	Manual <input checked="" type="checkbox"/>
Apparatus No. ( )	Mechanical <input type="checkbox"/>
Casagrande/ASTM	Metal <input type="checkbox"/>
Grooving Tool:	Plastic <input checked="" type="checkbox"/>

AS-RECEIVED WATER CONTENT (OVEN DRIED)

Container No.	example	example
Mass Moist Soil + Container, M1 (g)	n/a	n/a
Mass Dry Soil + Container, M2 (g)		
Mass Container, M3 (g)		
WATER CONTENT, w, (%)		Average

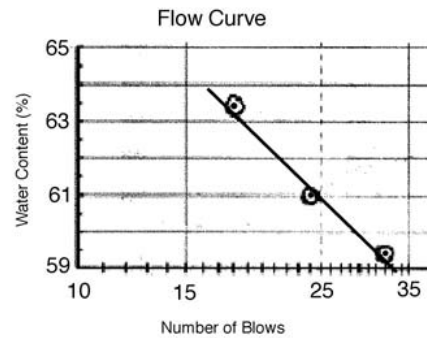
Circle Approximate Max. Grain Size in Sample 3" 1-1/2" 3/4" 3/8" #4 #10 <#10

PLASTIC LIMIT

Container No.	151	s-110
Mass Moist Soil + Container, M1 (g)	24.44	23.75
Mass Dry Soil + Container, M2 (g)	22.96	22.13
Mass Container, M3 (g)	16.76	15.32
WATER CONTENT, w, (%)		Average
	23.9	23.8

LIQUID LIMIT

Container No.	147	232	152	
Mass Moist Soil + Container, M1 (g)	35.24	37.79	35.88	
Mass Dry Soil + Container, M2 (g)	28.52	30.50	28.46	
Mass Container, M3 (g)	17.19	18.55	16.75	
WATER CONTENT, w, (%)		59.3	61.0	63.4
NUMBER OF BLOWS, N		32	24	18
LIQUID LIMIT, ASTM SINGLE POINT		n/a	n/a	n/a



LINEAR REGRESSION ANALYSIS	
w at N = 25 Blows	
Coef. Of Determination, r <sup>2</sup>	

Recommended range of Blow Count for Multiple Point Method A: SUMMARY

15 to 25, 25 to 30, and 25 to 35

Recommended range of Blow Count for Single Point Method B:

20 to 30

w<sub>o</sub> or w = ((M1-M2)/(M2-M3)) \* 100

LL = Water Content at N=25 blows, from Flow Curve

LL by Single Point = w \* (N/25)<sup>0.121</sup>

PI = LL - PL

LI = (w<sub>o</sub>-PL) / (LL - PL)

TEST METHOD	A	X	B	Wet	X	Dry
AS-RECEIVED WATER CONTENT, w, (%)						
						n/a
LIQUID LIMIT, LL						
						61
PLASTIC LIMIT, PL						
						24
PLASTICITY INDEX, PI						
						37
LIQUIDITY INDEX, LI						
						n/a
PERCENTAGE POINTS ABOVE/BELOW A-LINE						
						n/a
PLASTICITY CHART CLASSIFICATION						
						CH

PREPARED BY: \_\_\_\_\_ DATE: \_\_\_\_\_ DRY MASS BY: \_\_\_\_\_ CHECKED BY: \_\_\_\_\_  
 TESTED BY: \_\_\_\_\_ DATE: \_\_\_\_\_ CALCULATED BY: \_\_\_\_\_ SPOT CHECKED BY: \_\_\_\_\_  
 REVIEWED BY: \_\_\_\_\_

La figura. Hoja de datos de ejemplo X1.1

## RESUMEN DE CAMBIOS

D18 Comisión ha identificado la ubicación de cambios seleccionados para esta norma desde la última edición (2000) que puede afectar a la utilización de esta norma.

- (1) Revisión 3.1.1.
- (2) Añadido nueva figura. 6 y la figura. 7 y siguientes cifras pasa a ser.
- (3) se agregó el Apéndice X1 y la figura. X1.1.

*ASTM International no toma posición respecto a la validez de los derechos de patente declarados en relación con cualquier tema mencionado en esta norma. Los usuarios de esta norma se advierte expresamente que la determinación de la validez de los derechos de patente, y el riesgo de violación de estos derechos, son enteramente su propia responsabilidad.*

*Esta norma está sujeta a revisión en cualquier momento por el comité técnico responsable y debe ser revisado cada cinco años y si no es revisada, ya sea aprobado de nuevo o retirarse. Sus comentarios son invitados para la revisión de esta norma o para normas adicionales, deberán dirigirse a oficinas de ASTM International. Sus comentarios serán atentamente examinados en una reunión del comité técnico responsable, que usted puede asistir. Si usted siente que sus comentarios no han recibido una audiencia justa debe expresar su opinión al Comité de ASTM sobre las normas, a la dirección indicada más abajo.*

*Esta norma es propiedad de la ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, Conshohocken oeste, PA 19428-2959, Estados Unidos. Copias (simples o múltiples) de esta norma se pueden obtener poniéndose en contacto con ASTM en la dirección antes mencionada o al 610-832-9585 (teléfono), 610-832-9555 (fax), o [service@astm.org](mailto:service@astm.org) (e- electrónico), oa través del sitio web de ASTM ([www.astm.org](http://www.astm.org)).*