

Determinación del límite líquido de los suelos

INV E-125-13

1. Resumen del método

Se procesa la muestra de suelo para remover cualquier porción retenida en el tamiz número 40. El límite líquido se determina mediante tanteos, en los cuales una porción de la muestra se esparce sobre una cazuela de bronce que se divide en dos partes con un ranurador, permitiendo que esas dos partes fluyan como resultado de los golpes recibidos por la caída repetida de la cazuela sobre una base normalizada. El límite líquido multipunto, Método A, requiere 3 o más tanteos sobre un rango de contenidos de agua, cuyos resultados se dibujan para establecer una relación a partir de la cual se determina el límite líquido. El método de un punto, Método B, usa solo los datos de dos tanteos realizados con un solo contenido de agua, multiplicado el valor obtenido por un factor de corrección.

2. Equipo

- 2.1.** Cuchara de casa grande.
- 2.2.** Ranurador.
- 2.3.** Calibrador.
- 2.4.** Recipientes para la determinación de la humedad.
- 2.5.** Balanza.
- 2.6.** Recipiente para mezclar y almacenar las muestras preparadas.
- 2.7.** Espátula.
- 2.8.** Horno.

3. Preparación del espécimen de ensayo

- 3.1.** Método de preparación por vía húmeda- salvo que se especifique que la preparación se debe realizar por vía seca, el espécimen de prueba se deberá preparar como se describe a continuación:

- 3.1.1.** Material que pasa en su totalidad por el tamiz número 40.

- 3.1.1.1.** Empleando métodos manuales y visuales, se establece si el espécimen tiene poco o ningún material retenido en el tamiz número 40. Si es el caso,

se preparan de 150 a 200g de material mediante una mezcla íntima con agua en el recipiente de mezclado, usando la espátula. Si se desea, se moja el material con una pequeña cantidad de agua, suficiente para ablandar el material antes de proceder al mezclado. Si se usa el Método A, se ajusta la humedad del suelo de manera de llevarlo a una consistencia que requiera de 25 a 35 golpes de la cazuela para cerrar la ranura. Si se usa el método B, la consistencia del suelo debe ser tal, que de dar lugar a un número de golpes comprendido entre 20 y 30.

3.1.1.2. Si durante el mezclado se encuentra que había una pequeña cantidad de material de tamaño mayor a $425\mu\text{m}$, esas partículas se deberán remover manualmente, si resulta posible. Si la remoción a mano no es factible, se deberán retirar esos pequeños porcentajes de material grueso (siempre que su porción no supere el 15%) trabajando el material sobre el tamiz número 40. Para efectuar este procedimiento, se usará una lámina de caucho u otro elemento que no distorsione el tamiz ni degrade el material que quedaría retenido si se usara el método descrito. En caso de que se detecte un porcentaje más elevado de partículas gruesas o no se considere práctico removerlas como se acaba de describir, si las partículas gruesas halladas durante el mezclado durante el mezclado son concreciones, conchillas u otras partículas frágiles, ellas no se deberán partir para obligarlas a pasar el tamiz número 40, si no que se deberá remover de manera manual o mediante lavado.

3.1.1.3. Se coloca el material preparado en el recipiente para mezcla y almacenamiento, se verifica su consistencia (se efectúan ajustes si se requieren), se cubre para prevenir pérdidas de humedad y se deja en reposo durante no menos de 16 horas (toda la noche). Cumplido este plazo, el suelo se remezcla antes de proceder al ensayo.

4. Método A- Determinación del límite líquido con varios puntos de ensayo

4.1. Procedimiento.

- 4.1.1.** Se remezcla completamente el espécimen, ajustando su contenido de agua para que adquiera la consistencia requerida para que sean necesarios entre 25 y 35 golpes de la cazuela para cerrar la ranura que se forma en el suelo. Se coloca una cantidad adecuada de suelo en la cazuela encima del punto donde esta descansa en la base y se comprime y extiende con la espátula para nivelarla y a la vez, dejarla con una profundidad de 10 mm en el punto de su máximo espesor. se debe usar el menor número posible de pasadas con la espátula, evitando atrapar burbujas de aire en la masa de suelo. El suelo excedente se debe devolver al recipiente mezclador, el cual se debe tapar con el fin de retener la humedad de la muestra.
- 4.1.2.** El suelo colocado sobre la cazuela de bronce se divide con una pasada firme del ranurador, hundiendo el lado biselado de este hacia adelante en una línea que va desde el punto más alto hasta el más bajo del borde de la cazuela. Al hacer la ranura, se sostiene el ranurador contra la superficie de la cazuela y se forma un arco, manteniendo el ranurador perpendicular a la superficie de la cazuela durante su movimiento. En suelos en los que no se pueda hacer la ranura en una sola pasada sin desgarrarlos, la ranura se corta con varias pasadas del ranurador. También, se puede hacer una ranura ligeramente menor usando una espátula y usando luego el ranurador hasta completar la dimensión deseada. Se debe tener un cuidado extremo, con el fin de evitar que la pasta de suelo se deslice sobre la superficie de la cazuela.
- 4.1.3.** Se verifica que no haya restos de suelo ni en la base ni en la parte inferior de la cazuela. Entonces, se levanta y golpea la cazuela girando la manija a una velocidad de 1.9 a 2.1 revoluciones por segundo, hasta que las dos mitades de la pasta de suelo se ponga en contacto en el fondo de la ranura a lo largo de una distancia de cerca de 13 mm. Por ningún motivo se deberá sostener la base del equipo con una mano mientras se gira la manivela.
- 4.1.4.** Se debe verificar que la ranura no se haya cerrado de manera prematura a causa de una burbuja de aire atrapada en el suelo. Ello se hace observando que ambos lados de la ranura hayan fluido de manera similar. Si no fue así, se deberá reconformar el suelo en la cazuela, añadiendo una pequeña cantidad de este para reponer la porción perdida durante el ranurador y se repite los

pasos 3.1.1 a 3.1.3. si el suelo se desliza sobre la superficie de la cazuela, se deberán repetir los pasos 3.1.1 a 3.1.3 empleando una humedad mayor. Si luego de varios ensayos con contenidos de agua sucesivamente mayores, la pasta de suelo continúa deslizando en la cazuela o si el numero requerido de golpes para cerrar la ranura es siempre menor de 25, se informa que no es posible determinar el límite líquido y que el suelo es no plastico, sin que sea necesario realizar el ensayo de limite plástico.

- 4.1.5.** Se registra el número de golpes, N, requerido para cerrar la ranura en la longitud indicada en el numeral 3.1.3. se seca una tajada de suelo, aproximadamente del ancho de la espátula, tomando parte de uno y otro lado y en ángulo recto con la ranura, incluyendo la porción de esta en la cual se hizo contacto y se coloca en un recipiente de masa conocida y se tapa.
- 4.1.6.** Se transfiere a la vasija de mezclado el suelo que sobro en la cazuela de bronce. La cazuela y el ranurador se deben lavar y seca, para tenerlas listas para el tanteo siguiente.
- 4.1.7.** Se remezcla el suelo restante en la vasija, agregándole agua suficiente para ponerlo en un estado de mayor fluidez y se repiten los pasos 3.1.1 a 3.1.6. la finalidad de este procedimiento es obtener muestras con consistencia tales, que al menos una de las determinaciones del número de golpes requeridos para cerrar la ranura del suelo se halle en cada uno de los siguientes intervalos: 25-35; 20-30 y 15-25.
- 4.1.8.** Se toma el recipiente con la porción de suelo, se pesa y se anota el valor obtenido. Se coloca en seguida dentro del horno a $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta obtener una masa constante y se vuelve a pesar tan pronto como se haya enfriado y antes de que pueda haber absorbido humedad higroscópica. Se anota esta masa, así como la pérdida de masa debida al secado. La determinación de la masa inicial (recipiente más porción de suelo húmedo) se deberá realizar inmediatamente se termine el ensayo. Si éste se interrumpe por más de 15 minutos, la masa se deberá determinar en el momento de la interrupción.

Limite plástico e índice de plasticidad de los suelos

1. Resumen

1.1. El límite plástico se determina presionando de manera repetida una pequeña porción de suelo húmedo, de manera de formar rollos de 3.2 mm (1/8") de diámetro, hasta que su contenido de agua se reduce a un punto en el cual se produce el agrietamiento o desmoronamiento de los rollos. El límite plástico es la humedad más baja con la cual se pueden formar rollos de suelo de este diámetro, sin que ellos se agrieten o desmorones.

1.2. El índice de plasticidad se calcula sustrayendo el límite plástico del límite líquido.

2. EQUIPOS Y MATERIALES

- Espátula
- Balanza
- Horno
- Tamiz
- Agua

3. Preparación del espécimen de ensayo

3.1. Se toma una porción de 20 gr o un poco más del suelo preparado para el ensayo del límite líquido ya sea luego del segundo mezclado antes del ensayo o del suelo que sobre al terminar la prueba del límite líquido. Se reduce el contenido de agua de esta porción de suelo hasta que alcance una consistencia que permita enrollarlo sin que se pegue en las manos, extendiéndolo o mezclándolo continuamente sobre la placa de vidrio o en el recipiente de muestra de almacenamiento. El proceso de secado se puede acelerar, exponiendo el suelo a la corriente de aire de un ventilador eléctrico o aplicándole un papel secante que no daña las fibras del suelo.

4. Procedimiento.

4.1. Del espécimen de ensayo, se selecciona una porción de 1.5 a 2.0 gr con la cual se forma una masa elipsoidal.

4.2. Se forman rollos con la masa del suelo, siguiendo alguno de los dos procedimientos que se mencionan a continuación.

- 4.3. Mediante el método manual, se hace rodar la masa de suelo entre la palma de la mano y los dedos y la placa de vidrio, con la presión estrictamente necesaria para formar un rollo de diámetro uniforme en toda su longitud. El rollo se debe adelgazar más con cada rotación, hasta que su diámetro alcance los 3.2 mm (1/8"), tomándose para ello no más de dos minutos. La presión requerida de la mano o del dedo varía dependiendo del tipo de suelo, debiendo incrementarse a medida que la plasticidad del suelo es mayor. Los suelos frágiles de baja plasticidad se enrollan mejor bajo el borde exterior de la palma de la mano o bajo la base del dedo pulgar.
- 4.4. Empleando el aparato de enrollamiento- Se adhieren hojas de papel mate liso a las placas superiores e inferiores del aparato plástico de enrollamiento. Se coloca la masa en el suelo sobre la placa inferior, en el punto medio entre los rieles de deslizamiento. Se coloca la placa superior en contacto con la masa de suelo. Simultáneamente, se aplica una ligera presión hacia abajo y se da a la placa superior en movimiento de vaivén, de manera que entre en contacto con los rieles laterales antes de que pasen dos minutos. No se debe permitir que el sujeto toque los rieles laterales durante el proceso de enrollamiento. Si esto ocurre, se debe enrollar una masa de suelo más pequeña.
- 4.5. Cuando el diámetro del rollo llegue a 3.2 mm, este se divide en varios trozos. Se juntan los trozos y se comprimen entre los pulgares y los demás dedos de ambas manos formando una masa uniforme de forma elipsoidal y se enrolla de nuevo. Se repite este procediendo, partiendo, juntando, amasando y enrollando, hasta que el rollo de 3.2 mm de diámetro se desmorone bajo la presión requerida para el enrollamiento y el suelo no pueda ser enrollado más en cilindros de 3.2 mm de diámetro. No es importante si el rollo se parte en rollos de longitud muy corta. Cada uno de estos rollos se deberá enrollar hasta alcanzar los 3.2 mm de diámetro. Lo único que se requiere para continuar con el ensayo, es que al juntar estos rollos se pueda volver a formar una masa elipsoidal y luego crear nuevos rollos. En ningún momento el operador deberá intentar reducir la rotura a un diámetro exacto de 3.2 mm formando un rollo de este tamaño tratando de producir una desintegración, mediante una disminución de la velocidad de enrollamiento y/o de la presión manual, y continuando el enrollamiento sin más deformación hasta que el rollo se desbarate. Está permitido, sin embargo, reducir la cantidad total de deformación de un suelo débilmente plástico, haciendo que

el diámetro inicial de la masa elipsoidal sea próximo al diámetro final requerido de 3.2 mm. Es posible que el desbordamiento de un rollo ocurra cuando este tenga un diámetro mayor a 3.2 mm. Este podría ser considerado como punto final satisfactorio, siempre y cuando el suelo haya podido ser enrollado previamente en un cilindro de 3.2 mm de diámetro. El desmoronamiento se manifiesta de diferentes maneras en distintos tipos de suelos. Algunos suelos se desintegran en numerosas partículas pequeñas y otros pueden formar una capa externa tubular que comienza a separarse desde cambios extremos; la separación progresa hacia el centro y finalmente el rollo se desintegra. Los suelos de arcilla pesada requieren mucha más presión para deformar el rollo, especialmente cuando se aproximan al límite plástico, partiéndose finalmente en una serie de segmentos en forma de barril de 3.2 a 9.5 mm (1/8 a 3/8") de longitud aproximada.

- 4.6. Se recogen las porciones de suelo desmoronado y se colocan en un recipiente adecuado de masa conocida. Si el recipiente con el suelo no se pesa en ese momento, se deberán tapar inmediatamente.
- 4.7. Se seleccionan otras porciones de 1.5 a 2 gr del espécimen del límite plástico y se repiten las operaciones descritas en los numerales 8.2 a 8.4 hasta que el recipiente tenga, cuando menos 6 gr de suelo.
- 4.8. Las operaciones descritas en los numerales 8.1 a 8.5 se deberán respetar para obtener otro recipiente que contenga al menos 6 gr de suelo.
- 4.9. Se determinan los contenidos de agua de los suelos contenidos de los dos recipientes, de acuerdo con la norma INV E-122 se anotan los resultados.

Preparación de muestras de suelo por vía húmeda para análisis granulométrico y determinación de las constantes físicas

1. Importancia y uso

- 1.1. El procedimiento ¿descrito en esta norma se puede emplear para preparar muestras de suelo destinadas a la determinación de la granulometría y los límites de consistencia, cuando se desea obtener valores de ensayo a partir de muestras secadas

al aire, o donde se sepa que el secado al aire no incide sobre los resultados de los ensayos, al compararlos con los obtenidos al ensayar muestras preparadas de acuerdo con la norma INV E-107.

2. Equipo

2.1. Balanza.

2.2. Equipo secador.

2.3. Tamices

2.4. Aparato pulverizador

2.5. Cuarteador de muestras

3. Preparación de la muestra

3.1. Se hace toma la muestra que se tiene para la realización del laboratorio. Se procede a hacer un cuarteo de la muestra tomando así una cuarta parte de la muestra para realizar las pruebas, se procede a tomar el peso en la balanza de lo que se utilizara.

3.2. Se procede a lavar la muestra de tal forma que la muestra quede sin el material no deseado para el laboratorio, el cual el material no deseado debe pasar por el tamiz N° 200 y sobre ese tamiz debe quedar la muestra que se utilizara para las pruebas a realizar.

3.3. Luego de ser lavada la muestra se procede a colocar la muestra en un recipiente el cual luego se dejará en el horno durante 24 horas ara que la muestra este totalmente seca.

3.4. Después de 24 horas se sacará la muestra del horno y luego se procederá a hacer el tamizado el cual se utilizarán los tamices que se necesiten según el tamaño de la muestra obtenida.

3.5. Se procede a hacer el tamizado y luego las muestras que queden retenidas en cada tamiz, se pesaran para conocer la cantidad que quede retenida en cada tamiz.

RESULTADOS

GRADACIÓN

PESO INICIAL (gr):		1471,8	
TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	100,0
3/8"	2,9	0,2	99,8
No 40	3,2	0,2	99,6
10	5,5	0,4	99,2
20	0,0	0,0	99,2
40	31,0	2,1	97,1
60	0,0	0,0	97,1
140	0,0	0,0	97,1
200	718,9	48,8	48,3
-200	710,3	48,3	0,0

Tabla 1: Gradación

% SUELO

%GRAVAS	0,4
%ARENAS	51,3
%FINOS	48,3

Tabla 2: porcentaje de suelo

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO

No GOLPES	32	23	16
P1 (gr)	29,94	33,02	40,16
P2(gr)	27,12	29,73	35,80
P3 (gr)	8,23	8,28	8,32
% HUMEDAD	14,93	15,34	15,87

Tabla 3: Limite

liquido

LIMITE PLASTICO

w. Nral

P1 (gr)	9,14	8,94	20,74
P2(gr)	9,12	8,9	20,51
P3 (gr)	8,32	8,16	8,62
% HUMEDAD	2,50	5,41	1,93

Tabla 4: Limite plástico

LIMITE LIQUIDO: 15,2

LIMITE PLASTICO: 4,0

INDICE DE PLASTICIDAD: 11,3

HUMEDAD NATURAL: 1,9

INDICE DE LIQUIDEZ: -0,2

CLASIFICACION

INDICE DE GRUPO : 3

A A S H T O: A - 6

U. S. C: SC

Evidencia Limite de Atterberg

Preparación de la muestra.



Peso de la muestra después de ser pasada por el tamiz N° 200



Mezcla de la muestra en el recipiente agregándole cantidades de agua limitada, para que la muestra estuviera adecuada para colocarla en la cuchara de Casagrande.





Muestra con la aertura seguido de los golpes en la cuchara de casagrande para determinar la cantidad de golpes con que se cerreba la aertura.



Evidencia ensayo Granulometrico

Se hace un cuarteo de la muestra



Pesos de las muestras obtenidos para la realizacion del laboratorio



Preparacion de la muestra



Tamizado de el material

