

NORMA DE ENSAYO
DEL
LABORATORIO DEL TRANSPORTE
Y MECANICA DEL SUELO
"JOSE LUIS ESCARIO"

NLT-105/72

Límite líquido por el método de la cuchara

1. OBJETO

- 1.1. El objeto de este ensayo es la determinación del límite líquido de un suelo utilizando los instrumentos que se especifican en el apartado 2.
- 1.2. Se define, arbitrariamente, el límite líquido como la humedad con la que un surco que separa dos mitades de una pasta de suelo (ver planta de la fig. 1), se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de unos 13 mm, cuando se deja caer la cuchara 25 veces desde una altura de 1 cm.

2. APARATOS Y MATERIAL NECESARIOS

- 2.1. Aparato de Casagrande para la determinación del límite líquido, con un acanalador plano, que se ajuste a las dimensiones que se indican en la figura 1. Su base será de tal naturaleza que dejando caer sobre ella una bolita de unos 8 mm de diámetro desde una altura de 25 mm, la altura de rebote oscile entre el 75 y el 90 por 100.
- 2.2. Una espátula de hoja flexible y de unos 8 cm de longitud por 2 de anchura, y otra de mayores dimensiones.
- 2.3. Recipientes adecuados según se indica en el apartado 2.3 de la norma 102/72.
- 2.4. Una balanza de 200 g de capacidad que aprecie 0,01 g.
- 2.5. Una estufa de desecación regulable a 105-110 °C.
- 2.6. Un tamiz 0,40 UNE (A.S.T.M. núm. 40).
- 2.7. Agua destilada.
- 2.8. Una losa de piedra o un mortero de unos 10 cm de diámetro para amasar el suelo.

3. PREPARACION DE LA MUESTRA

- 3.1. Se separan unos 100 g de la fracción de muestra que pasa por el tamiz 0,40 UNE, siguiendo las instrucciones de la NLT-101/72, y en particular de su apartado 3.4.2.
- 3.2. Se amasa con la cantidad de agua necesaria, a juicio del operador, para que se precisen de 30 a 35 golpes para cerrar el surco.
- 3.3. Se deja la mezcla en reposo durante una hora por lo menos, y se amasa de nuevo, añadiendo agua si fuera preciso, al final de este período.

4. PROCEDIMIENTO

- 4.1. Se calibra el aparato si es preciso.
- 4.2. Se separa la cuchara del resto del aparato, aflojando los tornillos E, y sujetándola firmemente con la palma de una mano, se coloca en su parte inferior (ver planta de la fig. 1) una porción de pasta por medio de la espátula. Hay que tener cuidado de que no queden burbujas de aire dentro de la masa. Debe igualarse la superficie con la espátula.
- 4.3. Manteniendo la cuchara en la palma de la mano, se hace un surco con el acanalador según el sentido del eje CD en la figura 1, manteniendo en todo momento el acanalador perpendicular a la superficie de la cuchara.
- 4.4. Se coloca de nuevo la cuchara en el aparato y se gira la manivela a razón de unas dos vueltas por segundo. Se cuentan los golpes necesarios para que las paredes del surco se unan, por el fondo del mismo, en una distancia de unos 13 mm.
- 4.5. Si el número de golpes está comprendido entre 15 y 35 (ambos inclusive), se toma una muestra de unos 15 g del suelo próximo a las paredes del surco, en la parte donde se cerró, y se determina su humedad. Si el número de golpes no está comprendido entre 15 y 35, la determinación no es válida.
- 4.6. Se repite el ensayo hasta obtener una determinación entre 15 y 25 golpes, y otra entre 25 y 35.

5. RESULTADOS

- 5.1. Se llevan las dos determinaciones a un gráfico que tenga en abscisas el número de golpes y en ordenadas la humedad, ambos en doble escala logarítmica (fig. 2).
- 5.2. Se traza la paralela a la línea de trazos dibujada en dicho gráfico que equidista de los dos puntos anteriores, dejando uno por arriba y otro por abajo (fig. 2). La humedad del punto de intersección de esta recta con la ordenada correspondiente a los 25 golpes, expresada con una cifra decimal y en tanto por ciento, nos dará el límite líquido.

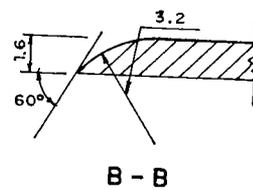
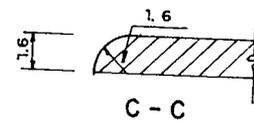
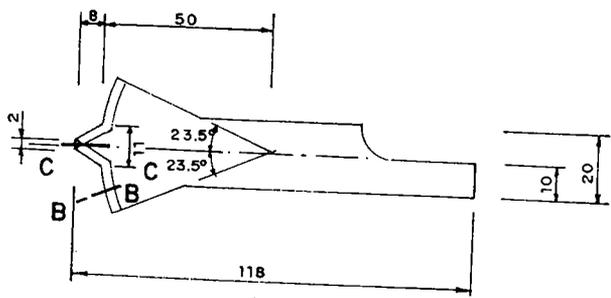
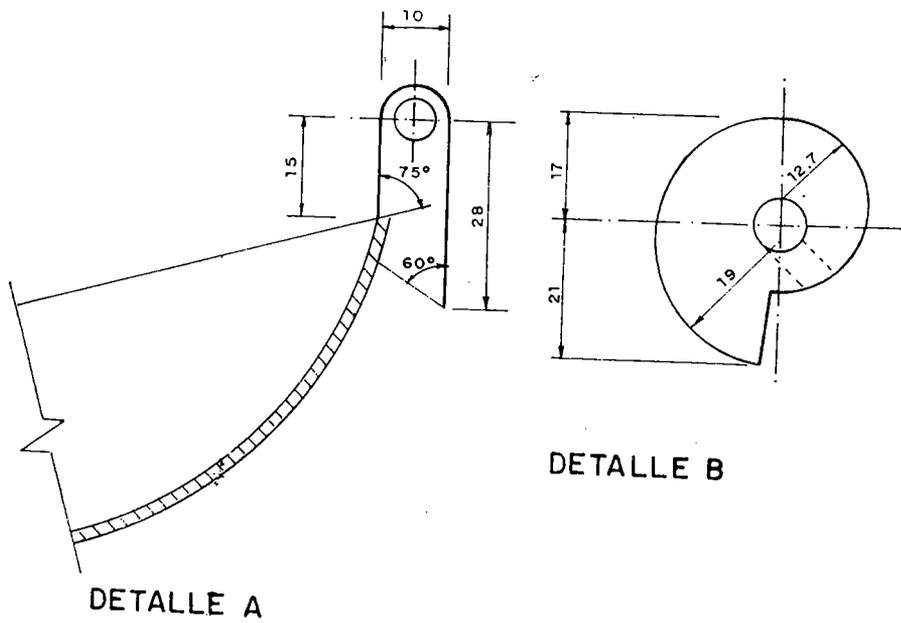
6. OBSERVACIONES

- 6.1. Apartado 2.1. Casagrande advirtió la importancia que tiene en los resultados la naturaleza de la base sobre la que golpea la cuchara. En Estados Unidos usan un plástico llamado Mícarta núm. 221, fabricado por Westinghouse. En general debe usarse el acanalador de Casagrande, pues con él se obtiene siempre la misma profundidad de surco con tal de que se coloque suficiente cantidad de pasta en la cuchara. El acanalador de la A.S.T.M. (fig. 3) tiene el inconveniente de que no controla dicha altura, por lo cual da sistemáticamente valores del límite líquido inferiores a los obtenidos con el de Casagrande y con mayor dispersión. Una ventaja del acanalador de la A.S.T.M. es que se desgasta menos con el uso, y además es preferible en suelos turbosos.

En suelos poco plásticos, el acanalador de Casagrande puede empujar una porción del suelo fuera de la cuchara y, en general, produce surcos muy irregulares. Esto se puede evitar utilizando el acanalador hueco de la figura 4.

- 6.2. Apartado 2.7. Si no se dispusiera de agua destilada, se podrá utilizar un agua natural de buena calidad, siempre que se compruebe que no altera el resultado para el tipo de suelo de que se trate mediante ensayos comparativos con agua destilada.
- 6.3. Apartado 3.1. El secado en estufa produce una disminución apreciable del límite líquido en suelos orgánicos y algunos inorgánicos, por lo cual no debe usarse esta forma de secado. Aun el secado al aire produce una variación sensible del límite líquido en estos suelos. En casos extremos la variación puede ser de gran magnitud, como en las arcillas sulfídricas, cuyo límite líquido se puede reducir a menos de la mitad tras la oxidación producida por el secado al aire. En las arcillas esquistosas el límite líquido puede aumentar tras el secado al aire.
- Si se trata de un terreno de cimentación, en general sólo quedará expuesta al aire, en la obra, su capa superficial, por lo cual es recomendable, siempre que se pueda, hacer el ensayo del límite líquido con el suelo en estado natural, aunque ello pueda entrañar la presencia de algunas partículas de tamaño algo superior al tamiz 0,40 UNE.
- Si, por el contrario, se trata de un suelo que deberá ser secado al aire antes de ser compactado en un terraplén, es preferible hacer lo propio en el laboratorio.
- Si el suelo se ensayó en su estado natural, esta circunstancia deberá hacerse notar junto al resultado.
- 6.4. Apartado 3.3. Si se trata de un suelo de elevado límite líquido, tal como una bentonita o sepiolita, o si interesa más la precisión que el tiempo empleado en el ensayo, este período de una hora debe ampliarse a unas dieciocho horas. En este caso se debe proteger el suelo de la evaporación.
- 6.5. Apartado 4.1. El calibrado del aparato debe comprobarse a menudo, ajustándolo si no está exacto. Está bien calibrado si la cuchara, en su máxima elevación, tiene el punto donde golpea la base al caer a una altura de 1 cm de la misma. Este punto se sitúa fácilmente en la cuchara por formarse una mancha más brillante por los golpes, o bien con ayuda de aceite; una vez localizado se refuerza con tinta. Obsérvese que este punto no coincide (fig. 1) con el más bajo de la cuchara. Una vez localizado el punto de golpeo, se eleva 1 cm (fig. 1) por medio de un patrón que llevan los acanaladores en la parte posterior. En estas circunstancias, al girar la manivela, la excéntrica B debe rozar la A sin levantar la cuchara. Si no es así, se afloja el tornillo F y se regula con el G.
- Como el acanalador se suele desgastar mucho, habrá que comprobar también que sus dimensiones se ajustan a las de la figura 1, para repararlo si es necesario.
- 6.6. Apartado 4.2. Si se emplea el acanalador de la A.S.T.M., es conveniente que la máxima profundidad de suelo dentro de la cuchara sea de 1 cm.

- 6.7. Apartado 4.3. Para evitar el desgarramiento de la masa en suelos poco plásticos, el surco se puede hacer en varias pasadas, cada una un poco más profunda que la anterior.
- 6.8. Apartado 4.6. Para que el número de golpes disminuya, se repite la determinación amasando el suelo de la anterior con más agua. Para aumentar el número de golpes hay que disminuir el contenido de humedad, extendiendo la pasta para que se evapore o amasando con suelo que tenga menos contenido de agua, pero que haya sufrido el mismo proceso de amasado que la muestra ensayada. Nunca debe añadirse suelo seco para disminuir el contenido de agua. Para evitar estos inconvenientes se recomienda en el apartado 3.2, intentar que la primera determinación esté del lado seco.
- 6.9. Apartado 5.2. La línea de trazos, de pendiente $-0,117$, se ha obtenido tras numerosas determinaciones, de las que se ha deducido que, para un mismo suelo, los puntos correspondientes a distintos grados de humedad forman esta recta en doble escala logarítmica, cuya pendiente es independiente del origen geológico del suelo. Si la recta trazada dista mucho de ambos puntos, hay que hacer una tercera determinación para comprobar si hay algún error en las otras dos o si, por tratarse de un tipo muy especial de suelo, no sigue la ley indicada. En este último caso habría que trazar la recta que mejor se adapta a los tres puntos.



ACANALADOR DE CASAGRANDE

Fig. 1. — (Continuación.)

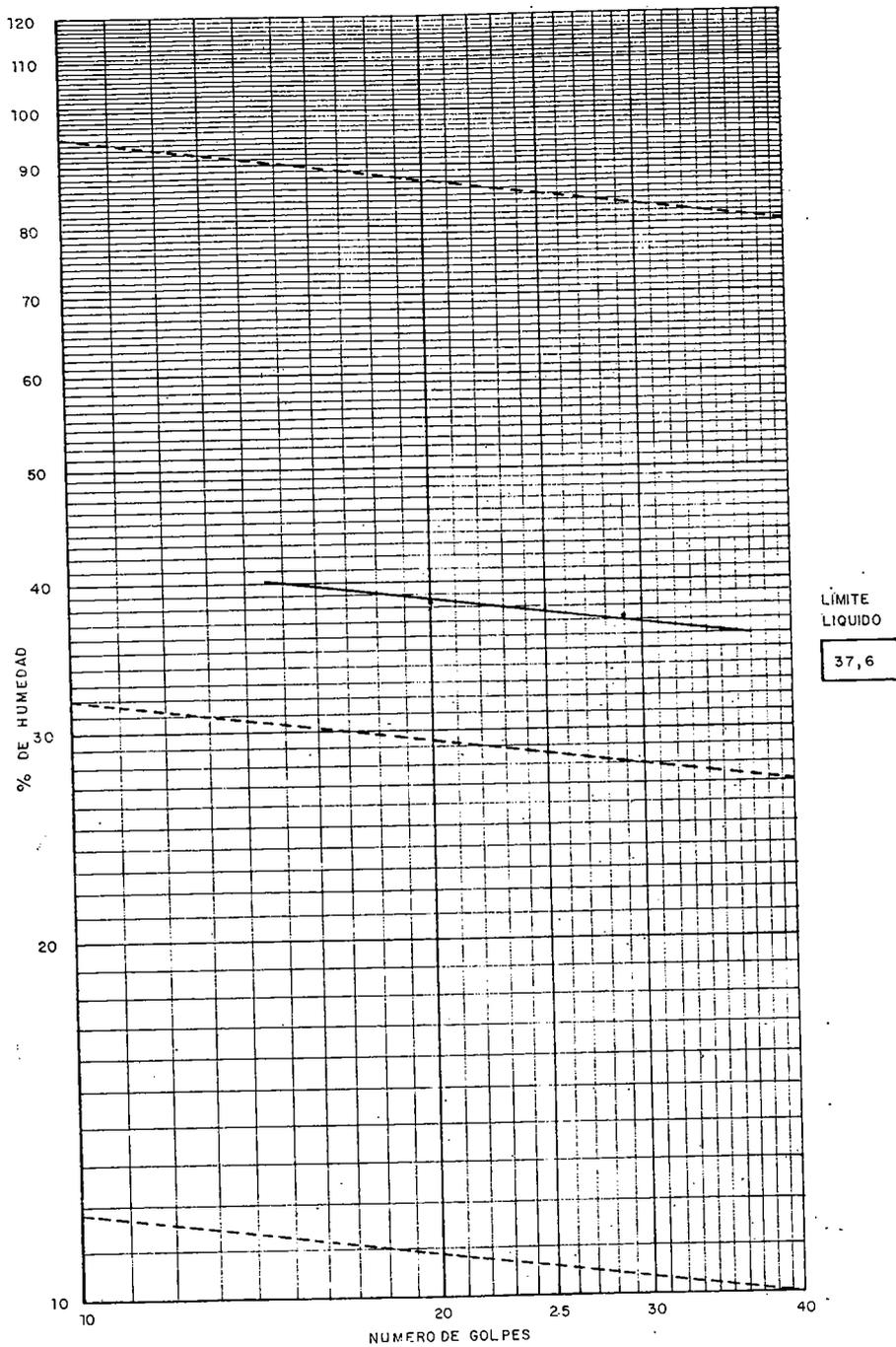


Figura 2.

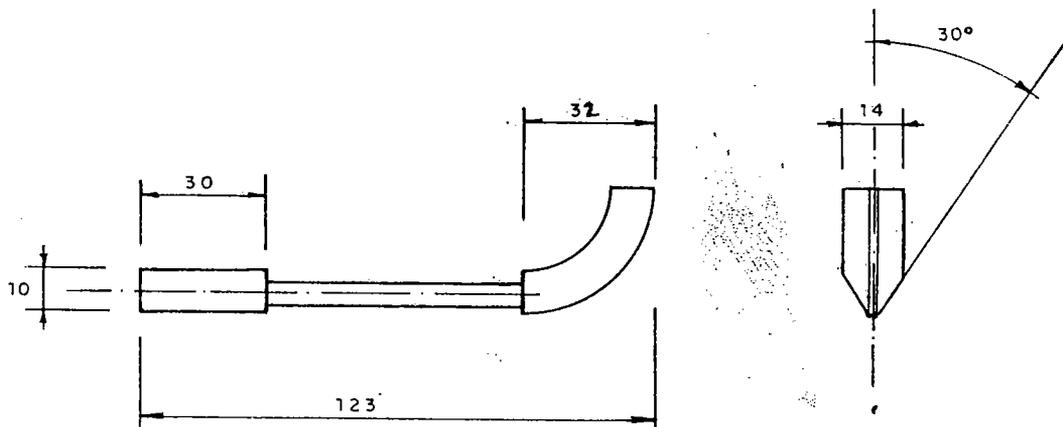


Fig. 3. — Acanalador de la A.S.T.M.

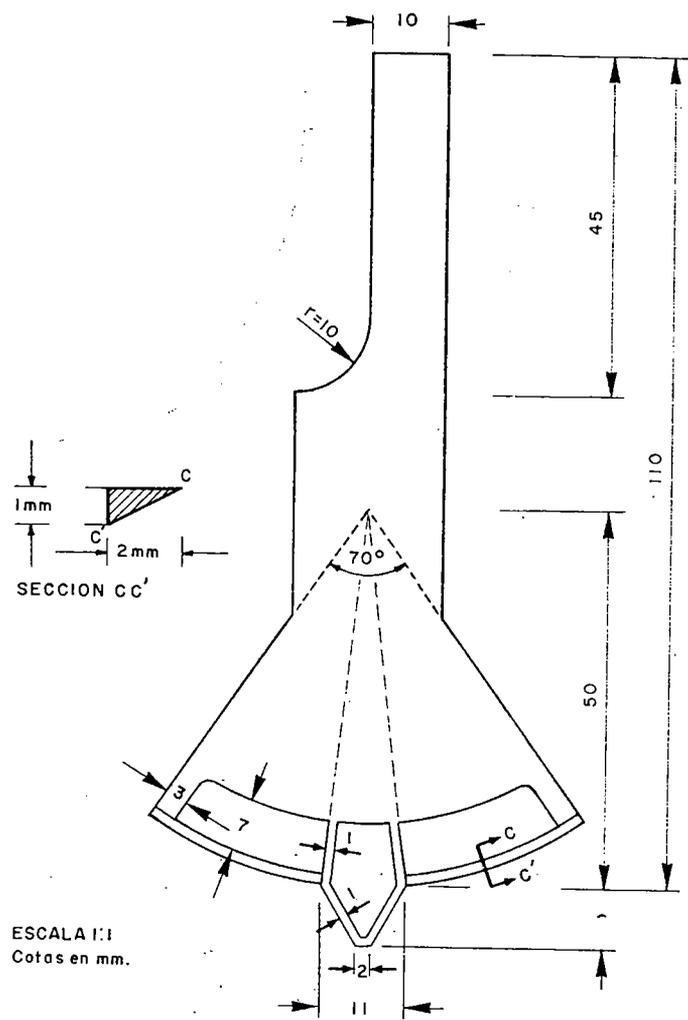


Fig. 4. — Acanalador de Hovanyi.

TRABAJO N.º DENOMINACION MUESTRA N.º

Límites de Atterberg

Límite líquido

—	N.º de golpes				
—	Referencia tara				
$a = (t + s + a) - (t + s)$	Agua				
$t + s + a$	Tara + suelo + agua				
$t + s$	Tara + suelo				
t	Tara				
$s = (t + s) - t$	Suelo				
$w = \frac{a}{s} \times 100$	% Humedad				

Límite plástico

—	Referencia tara			
$a = (t + s + a) - (t + s)$	Agua			
$t + s + a$	Tara + suelo + agua			
$t + s$	Tara + suelo			
t	Tara			
$s = (t + s) - t$	Suelo			
$w = \frac{a}{s} \times 100$	% Humedad			

Límite líquido

Límite plástico

Índice de plasticidad

Descripción del suelo y Observaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

COLEGIO INGENIEROS DE CAMINOS
 BUREAU DE LA CARRETE

Revisado:
 Operador:
 Fecha: