

ICS 93.020

Mayo 1996

TÍTULO

Determinación de la expansividad de un suelo en el aparato Lambe

Determination of expansivity in a soil in the Lambe apparatus.

Determination d'expansivité d'un sol dans l'appareil Lambe.

CORRESPONDENCIA

OBSERVACIONES

ANTECEDENTES

Esta Norma Española ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 103 *Geotécnia* cuya Secretaría desempeña MOPTMA.

Editada e impresa por AENOR
Depósito legal: M 16171:1996

©AENOR 1996
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR

Fernández de la Hoz, 52
28010 MADRID-España

Asociación Española de
Normalización y Certificación

Teléfono (91) 432 60 00
Telefax (91) 310 36 95

9 Páginas

Grupo 9

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma tiene por objeto describir un método para la identificación rápida de suelos que puedan presentar problemas de expansividad, es decir de cambio de volumen, como consecuencia de variaciones en su contenido de humedad. El método consiste en valorar la expansividad que experimenta una probeta de suelo compactado, en unas condiciones de humedad establecidas.

A estos efectos, el cambio de volumen potencial de un suelo queda comprendido dentro de uno de los cuatro grupos siguientes:

- No crítico
- Marginal
- Crítico
- Muy crítico

La pertenencia a uno u otro grupo, se deduce mediante el Índice de Hinchamiento, que se define como la presión necesaria para reducir el hinchamiento de la muestra a un valor muy pequeño en las condiciones que se fijan más adelante. Esa magnitud y las condiciones iniciales de humedad del suelo ensayado, permiten determinar el cambio de volumen potencial en el gráfico de la figura 1.

2 NORMAS PARA CONSULTA

UNE 7 050-2 – *Tamices para ensayo. Telas metálicas, chapas perforadas y láminas electroformadas. Medidas nominales de las aberturas.*

UNE 103 500 – *Ensayo de compactación. Proctor Normal.*

3 APARATOS Y MATERIAL NECESARIO

Para la realización de este ensayo se precisa disponer de:

3.1 Aparato Lambe

El aparato Lambe para medir el índice de hinchamiento se describe en la figura 2, pudiendo utilizarse otro de similares características. Debe estar constituido por los siguientes elementos:

- Un marco metálico y una base.
- Una célula, en la que la probeta quede confinada y cubierta de agua, y que disponga de una carcasa de cierre.
- Un anillo dinamométrico, equipado con medidor de deformaciones milesimal.

3.1.1 Marco metálico y base

El marco metálico y la base, deben ser resistentes, sólidos, y capaces de soportar sin deformaciones apreciables los esfuerzos producidos durante el ensayo. Pueden ser similares a los descritos en la figura 2. El marco metálico debe disponer de elementos para fijar el anillo dinamométrico.

3.1.2 Célula

La célula del aparato debe estar constituida por:

- Un anillo portaprobeta, en el que se aloje la probeta de suelo a ensayar, con un espesor tal que asegure que no se producen aumentos de diámetro apreciables bajo el efecto de las presiones que se generen durante el ensayo.

Las dimensiones de la superficie cilíndrica interna deben de ser tales que la probeta una vez compactada tenga 70 mm de diámetro y 16 mm de altura.

- Un anillo guía, de igual diámetro interior y espesor que el anillo portaprobeta y con una altura de unos 17 mm.

Tanto el anillo portaprobeta como el guía deben disponer en el borde, de un encaje para que se asegure un buen ajuste entre ellos.

- Dos placas porosas. Pueden ser de material abrasivo o metálicas resistentes a la corrosión, debiendo en cualquier caso permitir libremente el paso del agua y con un tamaño de poro que evite la intrusión de partículas de suelo.

La placa inferior debe tener un diámetro mayor que el interior del anillo portaprobeta. La placa superior debe tener un diámetro menor que el interior del anillo, en un valor comprendido entre 0,2 mm y 0,5 mm.

Esta placa puede adoptar una forma troncocónica para evitar posibles acodamientos. En este caso la base mayor debe quedar en contacto con la probeta. La relación entre los diámetros de las bases superior e inferior debe estar comprendida entre 0,97 y 1.

- Un pistón de carga, con la rigidez adecuada para que no experimente deformaciones apreciables durante el ensayo.

3.1.3 Anillo dinamométrico

El anillo dinamométrico debe tener una rigidez tal que, una milésima de milímetro de deformación se produzca bajo una fuerza de $10 \text{ N} \pm 1 \text{ N}$. Debe ir sólidamente unido al puente superior del marco metálico y disponer, en la posición diametralmente opuesta, de un pistón de longitud variable con una tuerca de bloqueo en la posición deseada.

3.2 Material auxiliar

- Una maza de compactación, como la descrita en la Norma UNE 103 500.
- Un enrasador metálico, de borde recto y afilado.
- Una cuchara.
- Una brocha, de pelo suave.
- Un tamiz 2,00 mm Norma UNE 7 050-2.
- Un mazo de goma, para desmenuzar la muestra.
- Secadores, con circulación de aire frío o caliente, con temperatura regulable hasta 60 °C.

4 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

La muestra de suelo se seca al aire, en estufa, o por medio de secadores de aire frío o caliente, pero siempre a menos de 60 °C, hasta que la muestra se pueda deshacer por medio del mazo de goma.

Una vez seca, se cuartea hasta obtener dos porciones de 1 kg aproximadamente. Una de ellas, se tamiza por el 2,00 mm Norma UNE 7 050-2. El ensayo se realiza con la fracción que pasa por dicho tamiz, preparada con uno de los contenidos de humedad que se indican a continuación:

- El correspondiente al límite plástico. A este estado se le denomina, en el límite plástico.
- El que resulte de mantener la fracción de la muestra de suelo durante 48 h en un ambiente con una humedad relativa del 100%. Se puede utilizar una cámara húmeda. A este estado se le denomina, húmedo¹⁾.
- El que resulte de mantener la fracción de la muestra de suelo durante 48 h en un ambiente con una humedad relativa del 50%. Se puede utilizar una cámara húmeda o bien se puede dejar al aire durante 48 h en una zona de clima seco. A este estado se le denomina, seco¹⁾.

5 PROCEDIMIENTO OPERATORIO

El procedimiento operatorio comprende los siguientes pasos:

5.1. Compactación del suelo. Obtención de la probeta

El número de capas y el de golpes por capa, con que se ha de compactar el suelo, depende de las condiciones de humedad en que se haya preparado, de acuerdo con lo indicado en el apartado anterior.

En la tabla adjunta se indican los valores correspondientes a cada caso:

Humedad	Nº de capas	Nº de golpes por capa
Límite plástico	1	5
Húmedo (100% H. relativa)	3	4
Seco (50% H. relativa)	3	7

Se coloca sobre la base el anillo portaprobeta, y sobre éste, el anillo guía. Se sitúa el conjunto sobre un soporte de gran solidez para evitar amortiguamientos.

Según las condiciones en que se haya preparado el suelo se debe proceder como se indica a continuación:

- Si se ha preparado con las condiciones de humedad correspondientes al límite plástico, se coloca el suelo dentro de los anillos y se presiona con la maza uniformemente por toda su superficie, hasta que ésta quede plana y unos 3 mm por debajo de la cara superior del anillo guía. Se dan seguidamente cinco golpes repartidos por dicha superficie, cambiando la posición de la maza después de cada golpe.
- Si se ha preparado con las condiciones de humedad correspondientes a los estados que se han denominado húmedo y seco, se vierte en el interior del conjunto la cantidad de suelo necesaria para que, una vez finalizada la compactación, la altura de la capa sea ligeramente superior a 1/3 de la altura del anillo. Se presiona seguidamente con la maza de manera uniforme, para distribuir bien el suelo. A continuación, se aplican los golpes que correspondan según el caso, repartiéndolos por toda la superficie. Antes de colocar la siguiente capa, se debe escarificar ésta con un objeto punzante en una profundidad comprendida entre 1 mm y 2 mm, para así facilitar la unión entre ambas.

1) A fin de asegurar la homogeneidad de la humedad de la fracción de muestra, se recomienda extenderla con la mayor superficie posible y removerla periódicamente.

En cualquiera de los casos, al finalizar la compactación, la superficie de la probeta debe quedar entre 3 mm y 6 mm por encima del plano de separación de los dos anillos. Si esto no se consigue a la primera, se debe repetir el proceso, aumentando o disminuyendo la cantidad de suelo a compactar en cada capa.

Finalizada la compactación, se sueltan los elementos de fijación y se gira ligeramente el anillo guía para facilitar su separación, y se retira.

Se enrasa el suelo al nivel de la cara superior del anillo portaprobeta, empezando por los bordes y avanzando hacia el centro, hasta que se consiga una superficie plana. Si en este proceso queda alguna pequeña cavidad, se rellena con suelo procedente del enrasado, tomando toda clase de precauciones para que no se altere el resto de la probeta.

Seguidamente, se gira con suavidad el anillo portaprobeta para despegarlo de la base y se retira de la misma²⁾.

Se eliminan los restos de suelo que hayan podido quedar en la base, si la compactación se ha efectuado directamente sobre ésta.

5.2 Montaje del equipo

Se coloca la placa porosa inferior sobre la base del equipo y sobre ésta el anillo portaprobeta, asegurando un buen contacto entre dichos elementos. A continuación, se sitúa el anillo guía encima del anillo portaprobeta, quedando asegurado el ajuste por medio del encaje que ambos disponen.

Se fija el conjunto mediante los tornillos correspondientes y se colocan sobre la probeta, la placa porosa y el pistón de carga.

Se coloca en su posición, el puente superior del marco metálico con el anillo dinamométrico, y se fija a las columnas por medio de las correspondientes tuercas.

Se ajusta el vástago del anillo sobre la superficie del pistón de carga hasta que se consiga una lectura del medidor de deformaciones equivalente a 40 N. Se fija a continuación la contratuerca de que va provisto el vástago, de manera que quede sin juego.

Se comprueba seguidamente que la lectura del medidor de deformaciones sigue siendo la correspondiente a 40 N.

5.3 Realización del ensayo

Se anota el tiempo y se añade agua, llenando la célula hasta que el nivel de aquélla sobrepase ligeramente la cara superior del anillo guía. Se toman lecturas del anillo dinamométrico a medida que el suelo hincha.

Transcurridas 2 h, se toma el valor de la lectura del anillo dinamométrico y se calcula el valor de la fuerza correspondiente en N.

6 OBTENCIÓN Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Se obtienen y se expresan los resultados del índice de hinchamiento y del cambio de volumen potencial de la siguiente manera:

2) Si al realizar esta operación se desprende parte del material, se debe interrumpir el proceso y volver a compactar con suelo preparado en algunos de los estados cuyo contenido en humedad sea superior al anterior.

6.1 Índice de hinchamiento

El índice de hinchamiento es el cociente entre el valor de la fuerza calculada en el apartado 5.3, expresada en N, y la sección de la probeta, expresada en mm². El índice de hinchamiento se expresa en MPa³⁾.

6.2 Obtención del cambio de volumen potencial

Una vez determinado el valor del índice de hinchamiento, se entra en la curva correspondiente del gráfico de la figura 1, de acuerdo con las condiciones iniciales de humedad del suelo ensayado, y se lee en el eje de abscisas el valor del cambio de volumen potencial, expresándose éste como: No crítico, Marginal, Crítico o Muy Crítico.

7 CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS

Esta norma se basa en el procedimiento descrito por T. William Lambe en Character Identification of Expansive Soils. Technical Studies Report. F.H.A.-701, Federal Housing Administration, Washington 25, diciembre de 1960.

3) 1 MPa = 1 N/mm²
1 MPa = 10,197162 kp/cm²

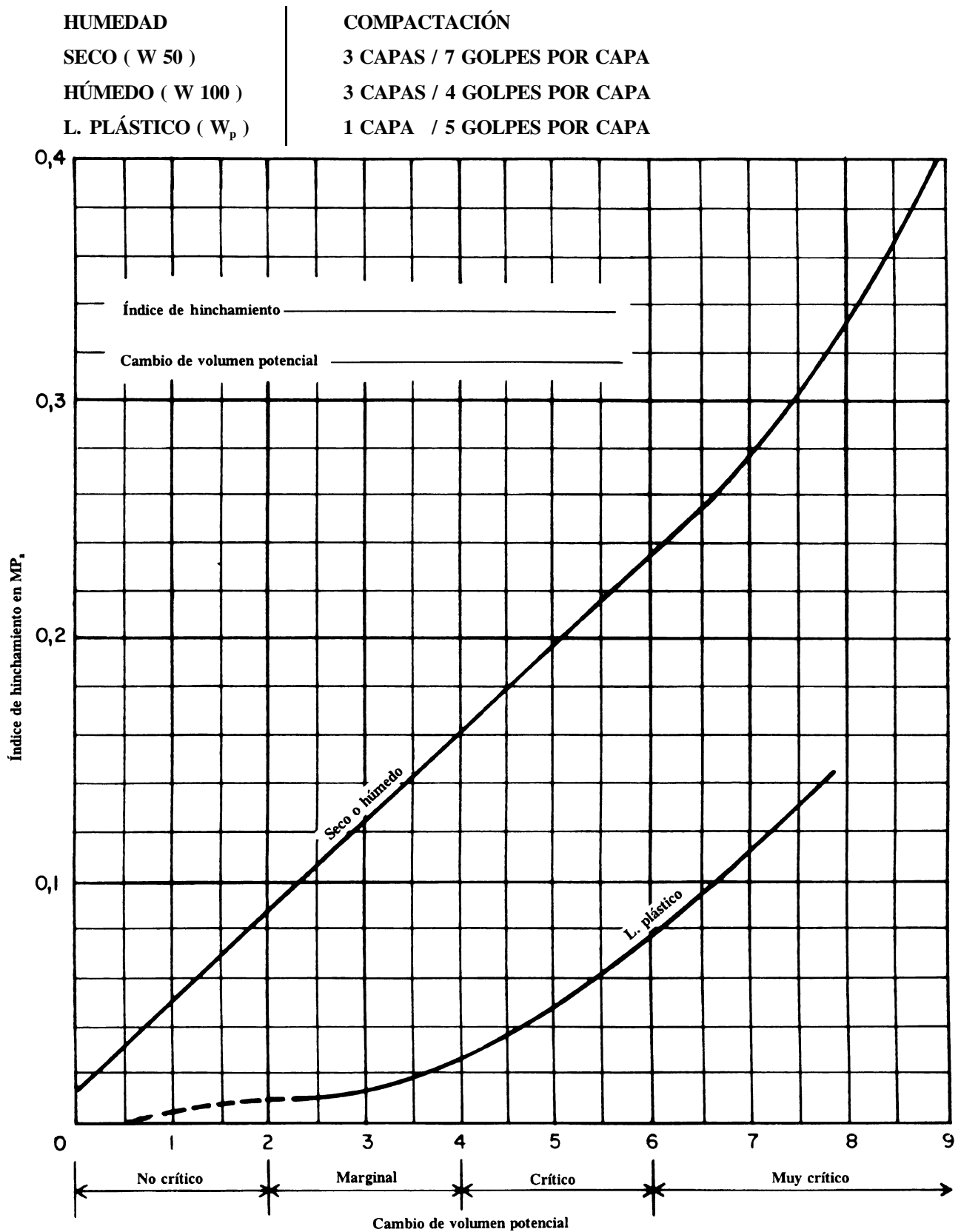


Figura 1

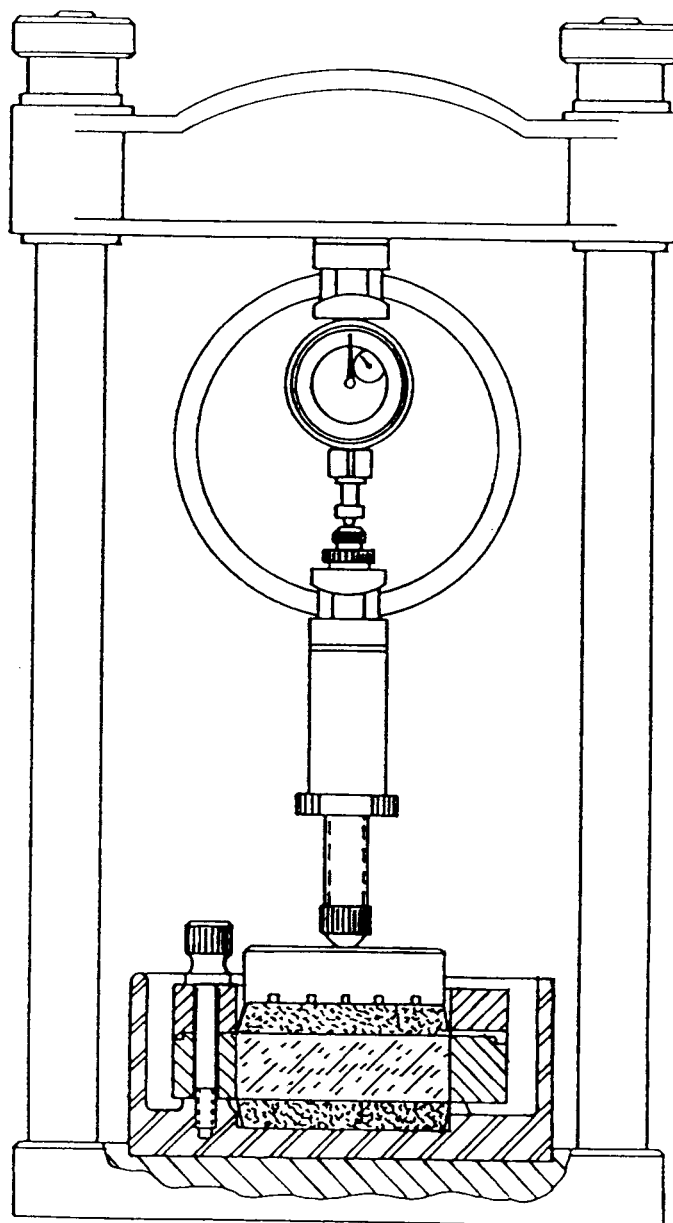


Fig. 2 – Aparato Lambe

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Dirección Fernández de la Hoz, 52
28010 Madrid-España

Teléfono (91) 432 60 00

Telefax (91) 310 36 95

Telegrama AENOR

AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A UNIVERSIDAD POLITECNICA MADRID