

➤ **RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL TERRENO (C.B.R. IN-SITU)**

S0510. RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL TERRENO (CBR "IN SITU") (ASTM D4429)

OBJETO

Este método establece el procedimiento que se debe seguir para determinar la relación de soporte (comúnmente llamada CBR = California Bearing Ratio), de un suelo ensayado "in situ", mediante la comparación entre la carga de penetración del suelo y la de un material estándar de referencia.

Este método de ensayo cubre la evaluación de la calidad relativa de los suelos de la subrasante, pero también es aplicable a materiales de subbase y base.

Para hallar la relación de soporte sobre especímenes de laboratorio, refiérase al Método S0404.

1. Los ensayos de CBR "in situ" son usados para evaluación y diseño en cualquiera de las condiciones siguientes:

- a) Cuando el grado de saturación (porcentaje de "vacíos" llenos con agua) es 80% o mayor.
- b) Cuando el material es de grano grueso y no cohesivo, así que no es afectado de manera significativa por cambios en la humedad.
- c) Cuando el suelo no ha sido modificado por actividades de construcción durante los dos últimos años anteriores al ensayo.

En el último caso, la humedad realmente no se vuelve constante sino que generalmente fluctúa dentro de un rango más bien estrecho. Por lo tanto, los datos del ensayo de campo pueden usarse para encontrar de manera satisfactoria la capacidad promedio de soporte de carga.

2. Cualquier actividad de construcción, tal como nivelación o compactación, efectuada después del ensayo de relación de soporte, probablemente invalidará los resultados del ensayo.

Sin embargo, cualquier alteración significativa por compactación, maniobra o cambio de humedad puede afectar la resistencia del suelo y dejar sin validez los resultados del ensayo efectuado previamente, conduciendo a la necesidad de un nuevo ensayo y nuevos análisis.

EQUIPO Y MATERIALES

3. Gato mecánico de tornillo, operado manualmente, equipado con un dispositivo giratorio especial de manivela para aplicar la carga al pistón de penetración y diseñado con las siguientes especificaciones:

- a) Capacidad máxima de 2700 Kg. (5950 lb).
- b) Mínima altura de elevación: 50 mm (2").
- c) Manubrio desmontable 150 mm (6") de radio.
- d) Relación de velocidad alta, aproximadamente 2.4 revoluciones para 1 mm (0.04") de penetración.
- e) Relación de velocidad media, aproximadamente 5 revoluciones para 1 mm (0.04") de penetración.
- f) Relación de velocidad baja, aproximadamente 14 revoluciones para 1 mm (0.04") de penetración.
- g) Pueden usarse otras relaciones de velocidad, cuando ésto sea más conveniente.
- h) También se pueden usar otros gatos mecánicos, con la misma carga máxima y altura de elevación, siempre y cuando se obtenga con ellos una tasa uniforme de penetración-carga de 1,3 mm (0.05") por minuto.

4. Anillos de carga, dos en total, debidamente calibrados, uno de ellos con amplitud de carga de 0 a 8,8 kN (1984 lbf) y el otro de 0 a 22,6 kN (5070 lbf) aproximadamente.

5. Pistón de penetración, de $50,8 \pm 0,1$ mm (2 ± 0.004 ") de diámetro ($3 \text{ pulg}^2 = 19,35 \text{ cm}^2$ de área) y aproximadamente 101 mm (4") de longitud. Debe constar además, de un adaptador de pistón y de extensiones de tubo de rosca interna con conectores.
6. Diales, deben existir dos diales: uno para medir deformaciones del anillo de carga con lecturas de 0,0025 mm (0.0001") y recorrido de aproximadamente 6,4 mm (0.25") y otro para medir penetraciones del pistón con lecturas de 0,025 mm (0.001") y recorrido de aproximadamente 25 mm (1"), equipado con un soporte o abrazadera de extensión para ajustar la posición del dial.
7. Soporte para el dial de penetración, o puente de aluminio, hierro o madera de 76 mm (3") de altura y longitud aproximada de 1,5 m (5 pies).
8. Platina de sobrecarga, circular, de acero, de $254 \pm 0,5$ mm (10 ± 0.02 ") de diámetro, con un agujero central circular de $51 \pm 0,5$ mm (2 ± 0.02 "). La platina debe pesar $4,54 \pm 0,01$ kg (10 ± 0.02 lb).
9. Pesas de sobrecarga. Dos pesas anulares de sobrecarga de $4,54 \pm 0,01$ kg (10 ± 0.02 lb), de 216 ± 1 mm (8.5 ± 0.04 ") de diámetro total, y dos pesas similares de las mismas dimensiones, pero de $9,08 \pm 0,01$ Kg. (20 ± 0.02 lb) cada una.
10. Vehículo de carga (Reacción). Un vehículo (o pieza de equipo pesado) de carga suficiente para proveer una reacción de aproximadamente 31 kN (6970 lb). El vehículo debe estar equipado con una viga metálica debidamente acondicionada en la parte posterior del chasis que ofrezca una reacción adecuada para forzar la penetración del pistón en el suelo. El vehículo se debe suspender suficientemente para eliminar la influencia de los resortes traseros y permitir que el ensayo de penetración se efectúe sin movimiento ascendente del chasis del vehículo. Para efectuar el ensayo se requiere disponer de un espacio vertical libre de aproximadamente 0,6 m (2 pies).
11. Gatos. Dos gatos tipo camión, de 14 Mg (15 toneladas) de capacidad, de doble acción combinada y descenso automático.
12. Equipo misceláneo. Envases de muestras para determinación de humedad y peso unitario, espátula, regla de enrase, cucharones para excavar, etc.

PROCEDIMIENTO

13. Alístese el área de la superficie que va a ser ensayada, retirando el material suelto y superficial que no sea representativo del suelo que se va a ensayar. Prepárese un área de ensayo tan uniforme y horizontal como sea posible. Cuando se trate de materiales de base no plásticos, se debe tener especial cuidado para no alterar la superficie de ensayo. El espaciamiento de los ensayos de penetración debe ser tal, que la operación en un punto no altere el suelo del siguiente punto que va a ser penetrado. Esta separación debe ser como mínimo 175 mm (7") en suelos plásticos y de 380 mm (15") en suelos granulares gruesos.
14. Localícese el vehículo en tal forma que el dispositivo de reacción quede directamente sobre la superficie por ensayar. Instálese el gato mecánico debajo de la viga o dispositivo de reacción, con la manivela hacia afuera. Colóquense los gatos de camión a cada lado del vehículo y levántese para que no exista peso alguno sobre los resortes posteriores; cerciórese de que el vehículo está nivelado en la parte trasera.
15. Ubíquese el gato mecánico en la posición correcta y conéctese el anillo de carga al extremo del gato. Conéctese el adaptador del pistón al extremo inferior del anillo, adiciónese el número necesario de extensiones hasta alcanzar una altura menor de 125 mm (4.9") sobre la superficie de ensayo y conéctese el pistón de penetración. Sujétese el gato en su sitio. Compruébese el nivel del montaje del gato para asegurarse su verticalidad y háganse los ajustes que sean necesarios.
16. Colóquese la platina de sobrecarga de 4,5 kg (10 lb) debajo del pistón de penetración, de tal forma que cuando baje el pistón, éste pase a través del agujero central.
17. Asíéntese el pistón bajo una carga inicial de aproximadamente 21 kPa (3 lb/pulg²). Para una rápida colocación, úsese la relación de alta velocidad del gato. Para materiales de base con una superficie irregular, colóquese el pistón sobre una delgadísima capa de polvo de trituración de piedra caliza (tamices de 0,85 mm (Nº.20) – 0,425 mm (Nº.40)) o de yeso.
18. Si es necesario para lograr una superficie uniforme, levántese la platina de carga mientras todavía está actuando la carga inicial sobre el pistón y espolvoréese uniformemente arena fina, en un espesor de 3 a 6 mm (0.12 a 0.24"), sobre la superficie cubierta con la platina. Esto sirve para distribuir uniformemente el peso de la sobrecarga.

19. Adiciónense a la platina un número de pesos de sobrecarga tal, que transmita una presión equivalente a la intensidad de carga, producida por las capas de pavimento, que se colocarán sobre la subrasante, o la base o ambos, excepto que la mínima pesa aplicada será la de 4.5 kg (10 lb) más una pesa de sobrecarga de 9 Kg. (20 lb).
20. Fíjese el soporte del dial de penetración al pistón y sujétese el dial a dicho soporte.
21. Colóquense en cero las lecturas de ambos diales.
22. Aplíquese la carga al pistón de penetración de tal manera que la velocidad aproximada de penetración sea de 1,3 mm (0.05") por minuto. Utilizando la relación de baja velocidad del gato durante el ensayo se puede mantener una tasa uniforme de penetración por parte del operador. Regístrense las lecturas del anillo de carga para cada 0,64 mm (0.025") de incremento de penetración hasta una profundidad final de 12,70 mm (0.500"). En suelos homogéneos las profundidades de penetración mayores de 7,62 mm (0.300") frecuentemente se pueden omitir. Calcúlese la relación de soporte en porcentaje. (Véase el apartado de Cálculos).
23. Al finalizar el ensayo, obténgase una muestra en el punto de penetración y determínese su humedad. También debe determinarse el peso unitario en un sitio localizado de 100 a 150 mm (4" a 6") desde el punto de penetración. El peso unitario debe determinarse de acuerdo con los métodos de ensayo S0501 (Método del Cono de Arena), S0506 (Método del Balón de Caucho), S0502 (Método del Cilindro Penetrante) o S0507 (Métodos Nucleares).

CÁLCULOS

24. Curva de Esfuerzo-Penetración

Calcúlese el esfuerzo de penetración para cada incremento de penetración, dividiendo la fuerza aplicada por el área del pistón. Dibújese la curva de Esfuerzo vs. Penetración para cada incremento de penetración, como se muestra en la Figura S0510_3.

En ocasiones, la curva de Esfuerzo vs. Penetración puede en su parte inicial resultar cóncava hacia arriba, debido a irregularidades de la superficie u otras causas y, en tales casos, el punto cero se debe ajustar como se indica en la Figura S0510_3.

25. Relación de Soporte

De la curva corregida tómense los valores de esfuerzo para penetraciones de 2,54 mm (0.100") y 5,08 mm (0.200") y calcúlese las relaciones de soporte para cada uno dividiendo los esfuerzos corregidos por los esfuerzos de referencia de 6,9 MPa (1000 lb/pulg²) y 10,3 MPa (1500 lb/pulg²) respectivamente y multiplíquese por 100. Calcúlese adicionalmente las relaciones de soporte para el máximo esfuerzo si la penetración es menor de 5,08 mm (0.200"), interpolando el esfuerzo de referencia. La relación de soporte reportada para el suelo es normalmente la de 2,54 mm (0.100") de penetración. Cuando la relación a 5,08 mm (0.200") de penetración resulta ser mayor, repítase el ensayo. Si el ensayo de comprobación da un resultado similar, úsese la relación de soporte para 5,08 mm (0.200") de penetración.

26. Si los valores de relación de soporte para penetraciones de 7,62, 10,16 y 12,7 mm (0.300", 0.400" y 0.500") son requeridos, los valores de esfuerzo corregidos para estas penetraciones deben dividirse por los esfuerzos de referencia para 13,1, 15,9 y 17,9 MPa (1900, 2300 y 2600 lb/pulg²) respectivamente y multiplicarse por 100.



