

**Ensayo para la determinación del índice C. B. R.
«in situ»**

NLT-112/58

1. OBJETO

Consiste esta modalidad de ensayo C. B. R. en efectuar la penetración directamente en el terreno natural. Generalmente, este ensayo se realiza debajo de firmes existentes que se pretende reparar. Por este motivo, en esta Norma nos referiremos a este caso particular.

2. APARATOS Y MATERIAL NECESARIOS

- 2.1. Un gato mecánico con el que sea posible conseguir la velocidad de 0,05 pulgadas por minuto (velocidad de penetración). Debe ir provisto de una rótula que permita ponerlo vertical, y de una placa para sujetarlo al elemento de reacción.
- 2.2. Un pistón cilíndrico de 4,95 cm. de diámetro (3 pulgadas cuadradas de sección), con un juego de suplementos convenientemente escalonados, para poder llegar con el pistón, desde el gato hasta el nivel donde se va a realizar el ensayo de penetración. (Una combinación adecuada puede ser la siguiente: un suplemento de 90 cm., uno de 60 cm., uno de 30 cm., dos de 10 cm. y dos de 4 cm.)
- 2.3. Dos anillos para medida de cargas, con sus cuadrantes correspondientes, uno de 1.000 kg. y otro de 3.000 kg. de capacidad aproximadamente, de los que se utilizará el más apropiado a la resistencia del suelo que se va a ensayar. Dispondrán en la parte superior e inferior de rosca, para poder intercalarlos entre el gato y el pistón (o los suplementos).
- 2.4. Un cuadrante, a ser posible, dividido en milésimas de pulgada, con una vuelta completa de la aguja correspondiente a 50 milésimas de pulgada y con un recorrido del vástago de 0,5 pulgadas. En su defecto podrá utilizarse uno equivalente con las divisiones en el sistema métrico decimal.
Pinzas que permitan fijar los cuadrantes de medida.
Un puente para tomar como punto de referencia, al medir las penetraciones del pistón.
- 2.5. Pesas para sobrecarga, abiertas por un lado para poderlas introducir en el pistón, y escalonadas de forma que se pueda aumentar la carga de 5 en 5 libras y hasta 40 libras; no obstante, la sobrecarga que sirve de base, no debe de ir abierta, solamente tendrá un taladro en su centro con un diámetro de 5,2 cm.; el diámetro exterior de esta

sobrecarga de base se supone es de 14,9 cm. si la serie de pesas es la que se ha definido.

2.6. Un cronómetro.

2.7. Una paleta de albañil forma catalana.

Un nivel de albañil para poner vertical el pistón y horizontal el suelo.

Una plomada.

Un cortafríos (útil con suelos duros).

2.8. Cajitas para tomar muestra de humedad.

Arena fina uniforme para asiento del pistón de penetración.

2.9. Un elemento de reacción (camión, apisonadora, etc.).

3. PROCEDIMIENTO

3.1. Preparación del suelo.

Se empieza por abrir una cala atravesando el firme hasta llegar al terreno natural. Las dimensiones de esta cala serán aproximadamente de $1,20 \times 0,50$.

En cada cala se debe contar con que hay que dejar espacio para hacer tres penetraciones: dos próximas a cada extremo de la cala y la tercera en el centro. Una vez escogido el lugar donde se va a ejecutar la primera penetración, se sitúa el elemento de reacción de tal forma, que su posición sea la adecuada al punto escogido. Con una plomada se fija exactamente el punto correspondiente a la penetración. A continuación se procede a alisar el suelo y darle horizontalidad en la zona que aproximadamente van a ocupar las sobrecargas; se utilizará para ello la paleta, el cortafríos y el nivel.

3.2. Ejecución del ensayo.

3.2.1. Preparación del aparato.—Una vez preparado el suelo, se corrigen las pequeñas irregularidades con arena fina, para que las sobrecargas actúen uniformemente y el pistón haga buen asiento (utilizar el menor espesor de arena posible). A continuación se monta el pistón, intercalando entre el mismo y el gato, el anillo que mide las cargas y los suplementos necesarios. Se colocan las sobrecargas equivalentes al espesor de firme que aproximadamente se espera obtener; seguidamente se pone el puente, las pinzas y los cuadrantes. Se maniobra sobre el gato para bajar el pistón hasta que esté en contacto con el suelo, sin hacer presión sobre el mismo (lo acusa el cuadrante). Se ponen los cuadrantes de cargas y penetraciones a cero. A partir de este momento se puede empezar la penetración.

3.2.2. Penetración.—Un operador accionará el gato procurando que la velocidad de penetración del pistón sea de 0,05 pulgadas por minuto, para lo que será necesario que pueda leer simultáneamente el cuadrante que mide penetraciones y el cronómetro. Otro operador hará las lecturas del cuadrante correspondiente al anillo que mide cargas, en las penetraciones que figuran en el impreso que se adjunta.

Terminada la penetración, se toma muestra para humedad del suelo, de la parte de abajo del pistón, y se comprueba que no había piedras ni raíces en la zona de influencia del ensayo, que hayan podido afectar sus resultados.

4. RESULTADOS

- 4.1. Se llama índice C. B. R., al % de la presión ejercida por el pistón sobre el suelo para una penetración determinada, con relación a la presión correspondiente para la misma penetración en una muestra tipo.

Existe, por tanto, un índice C. B. R. distinto para cada penetración. Generalmente se calculan los correspondientes a 0,1 y 0,2 pulgadas, y se utiliza el mayor de ellos.

Las presiones de la muestra tipo son:

Penetración	Presión kg/cm. ²
0,1 pulg.	70,31
0,2 »	105,46

- 4.2. Se dibuja la curva que relaciona penetraciones (abscisas), con divisiones del cuadrante de medida de cargas (ordenadas) y se ve si esta curva presenta puntos de inflexión (existe esta posibilidad ante un asiento defectuoso entre el pistón y el suelo). Si no presenta punto de inflexión, se toman los valores correspondiente a 0,1 y 0,2 pulgadas; estos valores multiplicados por las constantes del anillo darán las cargas correspondientes. Si la curva presenta punto de inflexión, las tangentes en este punto cortarán al eje de abscisas en otro punto que se toma como nuevo origen para la determinación de las cargas correspondientes a 0,1 y 0,2 pulgadas.
- 4.3. Llamando Q a la carga en kilogramos para una penetración determinada, el índice C. B. R. para esa penetración, es:

Penetración	Índice C.B.R.
0,1 pulg.	0,0735 Q
0,2 »	0,0490 Q

- 4.4. Inmediatamente después de ejecutar cada una de las dos primeras penetraciones, se dibujan las curvas correspondientes. Si sus valores difieren sensiblemente (después de efectuada la corrección de origen si fuera preciso) se hará una tercera penetración.

5. OBSERVACIONES

- 5.1. Apartado 2.4.—El cuadrante que se recomienda para medida de penetraciones es conveniente esté dividido en cincuenta milésimas de pulgada, para que una vuelta de la aguja del cronómetro corresponda a una vuelta de la aguja del cuadrante, lo que facilita el mantenimiento de la velocidad especificada. La utilización de pulgadas facilita también la determinación de las cargas correspondientes a 0,1 y 0,2 pulgadas.
- 5.2. Apartado 2.5.—Si la placa de base tiene un diámetro de 14,9 cm., cada 10 libras de sobrecarga se puede suponer equivalen a un espesor de 15 cm. de firme.

En el primer punto de cada cala se utilizará una sobrecarga calculada por estimación y en los restantes se corregirá según el resultado obtenido en el primero.

- 5.3. Apartado 2.9.—Si el elemento de reacción estuviera provisto de ballestaje o cualquier otro elemento de suspensión o elástico (neumáticos, por ejemplo), será preciso eliminar su efecto de manera que haga la función de un medio totalmente rígido. Cuando se trate de un camión, suele ser suficiente levantar con ayuda de dos gatos la parte donde se apoya el aparato C. B. R. De lo contrario, los resultados pueden ser totalmente erróneos, debido al movimiento de giro que el ensayo de penetración origina en el camión, con relación a las ruedas traseras.
- 5.4. Apartado 3.1.—Debe de cuidarse que el ensayo de penetración se haga antes de que el suelo sufra ninguna pérdida de humedad. Para ello, las calas deberán ir abriéndose según se van ejecutando los ensayos en las anteriores, para que permanezcan al aire el menor tiempo posible. Además, se dejarán cubiertas de una capa de tierra u otro material adecuado hasta tanto que llegue el momento del ensayo. Mientras se hace la penetración en un punto, la superficie restante de la cala deberá mantenerse cubierta con una arpillera húmeda.

Centro de Estudios y Experimentación
de Obras Públicas

LABORATORIO DEL TRANSPORTE
Y MECANICA DEL SUELO

TRABAJO N.º DENOMINACION MUESTRA N.º

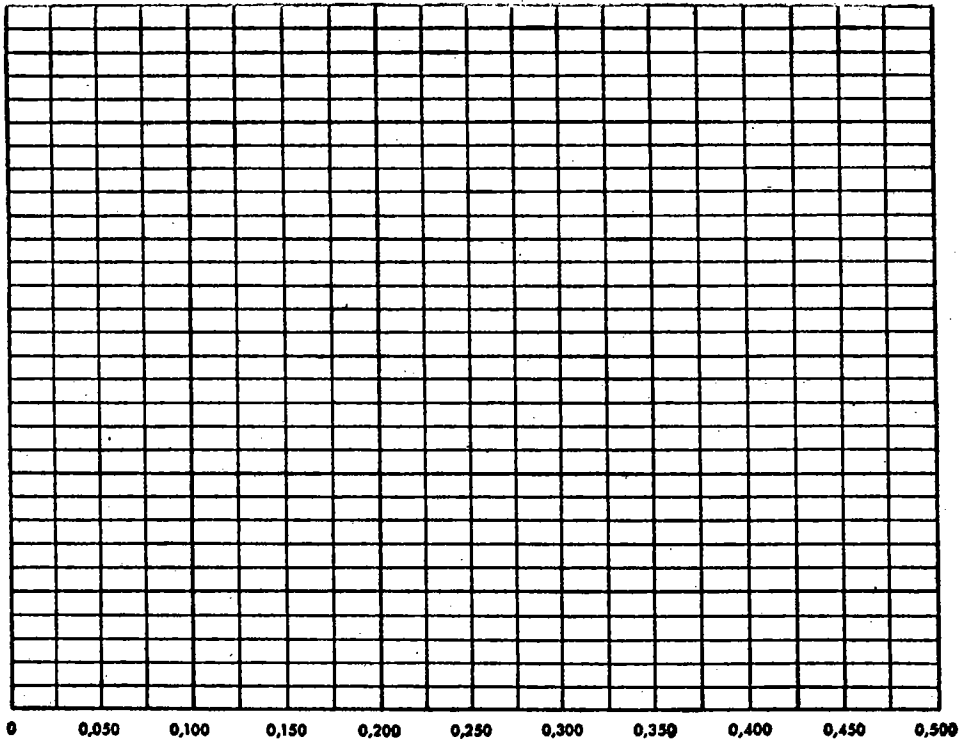
C. B. R. «in situ»

Localización: Descrip. del S. y Obs.

Pene- tra- ciones	1.er Ensayo				2.º Ensayo				3.er Ensayo			
	Lectura	Lec. correg.	Kg.	C. B. R.	Lectura	Lec. correg.	Kg.	C. B. R.	Lectura	Lec. correg.	Kg.	C. B. R.
0,025												
0,050												
0,075												
0,100				(1)				(1)				(1)
0,125												
0,150												
0,200				(2)				(2)				(2)
0,300												
0,400												
0,500												

(1) C. B. R. = Kg. × 0,0735. — (2) C. B. R. = Kg. × 0,0490. Sobrecarga Ref. anillo

Lecturas del cuadrante de cargas



- × 1º ensayo
- + 2º ensayo
- 3º ensayo

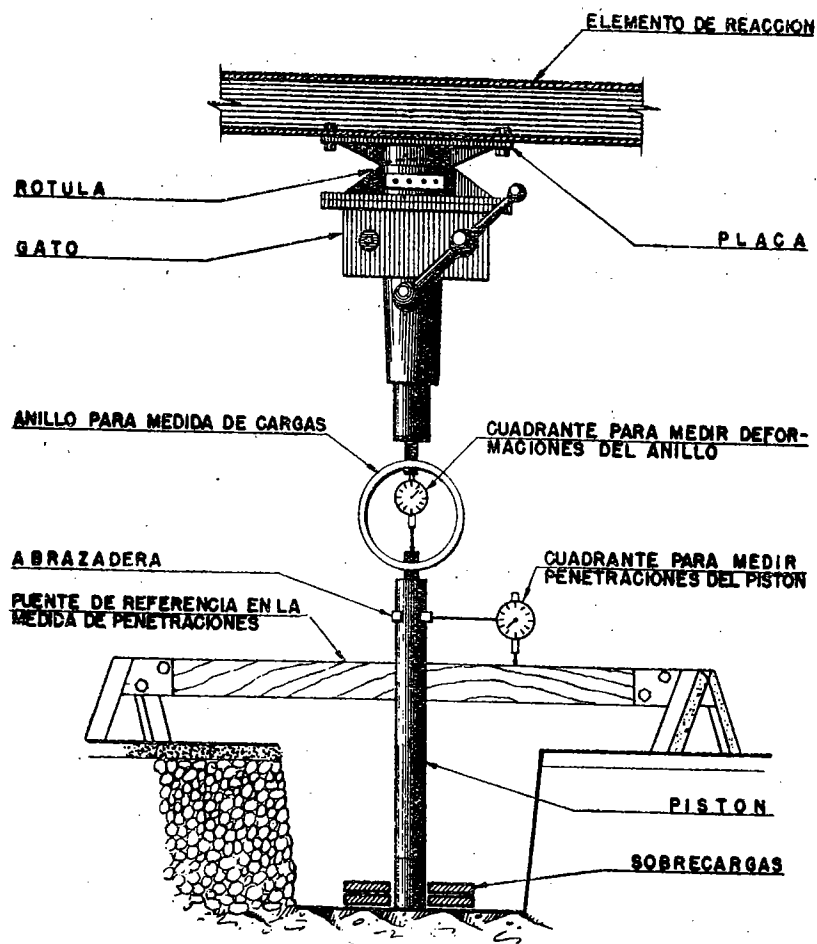
Penetraciones en pulgadas

Mod. 7/88.

Operador:

Revisado:

Fecha:



C.B.R. "IN SITU". ESQUEMA DE LA DISPOSICION DE LOS APARATOS