

CBR DE SUELOS DE ANDALUCÍA Y PALENCIA BAJO DISTINTAS SOBRECARGAS

D. Fernando ROMÁN

Dr. Ing. de Caminos. Intecsa-Inarsa
Prof. Dpto. Ingeniería y Morfología del Terreno U.P.M.

D^a. Ana OTEO

Lda. en Ciencias Geológicas. Intecsa-Inarsa

RESUMEN

Se exponen y comparan los resultados de ensayos para la determinación del índice CBR empleando diferentes sobrecargas mayores de las usuales. Se han ensayado muestras de arenas arcillosas de Andalucía y margas de Palencia. Los lógicos resultados indican que el CBR de muestras que se van a colocar en terraplenes bajo cargas de más de 1 metro de tierras, si se ensayan - como dice la norma UNE - con las sobrecargas que van a tener en obra, son considerablemente mayores que los que se determinan habitualmente.

1 INTRODUCCIÓN

Para determinar la viabilidad de un suelo para formar parte del núcleo de un

terraplén de obras viarias, los pliegos de prescripciones vigentes exigen que tengan unas determinadas propiedades de granulometría, plasticidad, contenido en materia orgánica, contenido en yesos o en sales solubles, asentamientos por colapso y densidad de puesta en obra. Además se les exigen unas propiedades resistentes medidas a través del ensayo CBR.

Respecto de esto último, el Pliego de Prescripciones Técnicas del Gestor de Infraestructuras Ferroviarias (GIF) determina que:

El índice CBR debe ser superior a 5 y el hinchamiento medido en dicho ensayo inferior al 1%

Del mismo modo, el artículo 330 del Pliego General de Prescripciones

Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-3, actualizado en la Orden FOM/1382/2002 del Ministerio de Fomento, determina que:

El índice CBR debe ser superior a 3 salvo que se realice un estudio especial.

El índice CBR mide la resistencia a la penetración de un vástago en forma de aguja en una muestra de un suelo que ha sido compactado con una cierta humedad hasta conseguir una determinada densidad. La muestra se puede ensayar tras dicha compactación o tras la inmersión en agua durante 96 horas. Durante el proceso de inmersión se mide también el hinchamiento que sufre la muestra.

Es muy frecuente que los peticionarios de este índice soliciten al laboratorio la realización del ensayo sin determinar ninguna otra especificación salvo la correspondiente al ensayo Proctor de referencia. Pero también es cierto que los Pliegos vigentes tampoco especifican claramente las condiciones de realización de este ensayo.

En la norma UNE 103 502:1995 relativa a este ensayo se indica que, para determinar tanto el hinchamiento como el CBR, se colocarán sobre cada molde *"las sobrecargas necesarias para que se produzca una carga equivalente a la originada por todas las capas de materiales que se coloquen encima del suelo en su ubicación en obra"*.

Si al laboratorio no se le indica otra especificación lo habitual es colocar una carga estándar de 10 lb (4,5 kg) en todos los casos, lo cual, junto con el peso de pla-

cas y pistón (+5 kg), equivaldría a una presión de unas 0,4 t/m². Es más, se ha comprobado que la mayor parte de los laboratorios no están preparados para realizar el ensayo en otras condiciones. Además, el ensayo se realiza usualmente con la muestra tras su inmersión en agua y, de paso, medimos su hinchamiento. Es decir medimos su resistencia (CBR) y su hinchamiento bajo una débil sobrecarga y con la muestra en la saturación o muy cerca de ella.

La muestra así ensayada es representativa de un suelo colocado en un terraplén que tuviera apenas 25 cm de tierras (o firme) encima y capaz de casi saturarse. Estas condiciones corresponderían a la plataforma - en desmonte o en un mínimo terraplén - de un suelo de un camino rural o agrícola apenas afirmado.

La realidad en carreteras o ferrocarriles es bien distinta. Los suelos del núcleo de un terraplén van a estar normalmente debajo de un espesor mínimo de 1 metro, bien correspondiente a la explanada más las capas del firme, o bien correspondiente a la capa de forma, subbalasto y balasto. En cuanto a las condiciones de humedad casi podría decirse que van a estar siempre muy alejadas de las de la inmersión del ensayo, si bien, podría comprenderse que se realice el ensayo bajo estas condiciones de humedad por razones de seguridad.

En este artículo se exponen los resultados de unos pocos ensayos con arenas arcillosas pliocuaternarias de Andalucía y margas terciarias de Palencia en los que se han variado las condiciones del ensayo tal como indica la Norma UNE.

2 ENSAYOS REALIZADOS Y SUS RESULTADOS

Los ensayos han sido realizados en dos laboratorios distintos a los que se les pidió que aplicaran distintas sobrecargas a las muestras compactadas con el límite de 100 kp. totales incluidos el peso de placas del propio ensayo CBR. Con las dimensiones del molde 150 mm, es decir superficie de 176 cm², las cargas aplicadas han llegado a ser de 0.56 kg/cm² que equivale a una altura de tierras del orden de 3 metros. Los ensayos se han hecho con muestras compactadas al 95% y al 100% del Próctor Modificado. Las muestras son arcillas medianamente plásticas con categoría de "tolerables" según el PG3 pero no aptas para núcleo por tener CBR bajos.

En la figura 1 se han dibujado los valores de los CBRs para unas densidades de compactación del 95%PM y del 100%PM y para una sobrecarga en el ensayo que equivale a 0.3 m de tierras y a 3 m de tierras aproximadamente. Corresponde a muestras de arenas arcillosas de Andalucía con 25-30% de finos y 35-47% de límite líquido.

La figura 2 es similar para muestras de margas de Palencia y realizada con cargas totales de hasta 47 kg que equivalen aproximadamente a 1.30 m de tierras. Las margas palentinas (Facies Dueñas) tienen de 77-94 % de finos y límites líquidos de 28 a 37%.

En las figuras 3 y 4 se ha graficado la variación del hinchamiento medido en el ensayo en función de la sobrecarga expresada como altura de tierras.

Debemos hacer la observación que en los ensayos realizados con las margas de Palencia, las ensayadas con cargas totales de 9,5 kg, es decir con las "habituales", son ligeramente más finas y plásticas que las ensayadas con cargas totales de 47 kg.

Observando los gráficos de los CBRs, se deduce que:

- Una muestra compactada al 100%PM tiene un CBR de un 40 a un 70% mayor que la misma compactada al 95%PM bajo una carga de tierras de 0.3 metros.

- Una muestra del mismo material compactada al 100%PM ensayada bajo una sobrecarga de casi 3 metros de tierras tiene un CBR que oscila entre un 60 % más y casi el triple que la ensayada con una muestra compactada al 95%PM.

Es lógico y conocido que una muestra más compactada tenga una mayor resistencia, pero es importante destacar que bajo un mayor "confinamiento", una mayor compactación se presenta como mucho más efectiva.

- Los CBRs de las muestras ensayadas bajo sobrecargas de 3 m han resultado ser, como mínimo, un 20% más altos que los que se ensayan con sobrecargas de 0.3 metros; en la mayor parte de los casos más del doble y en algún caso llegan hasta valores de 15 veces.

En las figura 3 y 4, de los hinchamientos, se puede observar.

- Una muestra compactada al 100%PM tiene un hinchamiento del

mismo orden de magnitud del que presenta cuando se compacta al 95%PM independientemente de la sobrecargas.

Los hinchamientos de las muestras ensayadas bajo sobrecargas de más de 1.20 metros son del orden del 60 al 10% de los obtenidos en los ensayos habituales.

Se es consciente que estos resultados solamente son representativos de muestras como las ensayadas pero que son razonablemente lógicos.

3 CONCLUSIÓN

La conclusión, sencilla y evidente, puede traducirse en estas sugerencias:

Un material puesto en obra bajo una carga de tierras mayor de 1 a 2 metros puede tener un CBR bastante

mayor - y un hinchamiento claramente menor - que los que resultan en el ensayo realizado de forma "habitual".

Los pliegos de prescripciones deberían reflejar las condiciones de sobrecarga con que se debe llevar a cabo el ensayo.

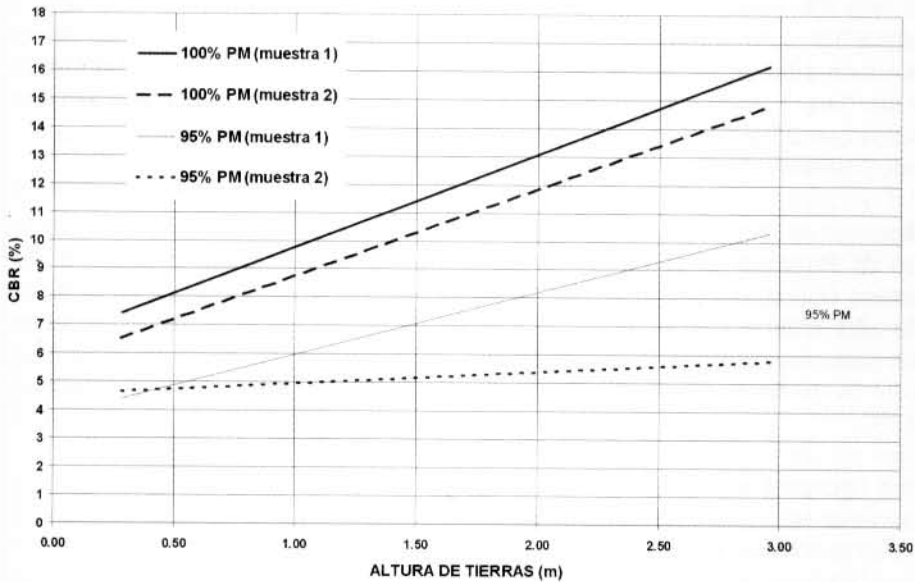


Figura 1.-Variación del CBR con la altura de tierras en arenas arcillosas de Andalucía

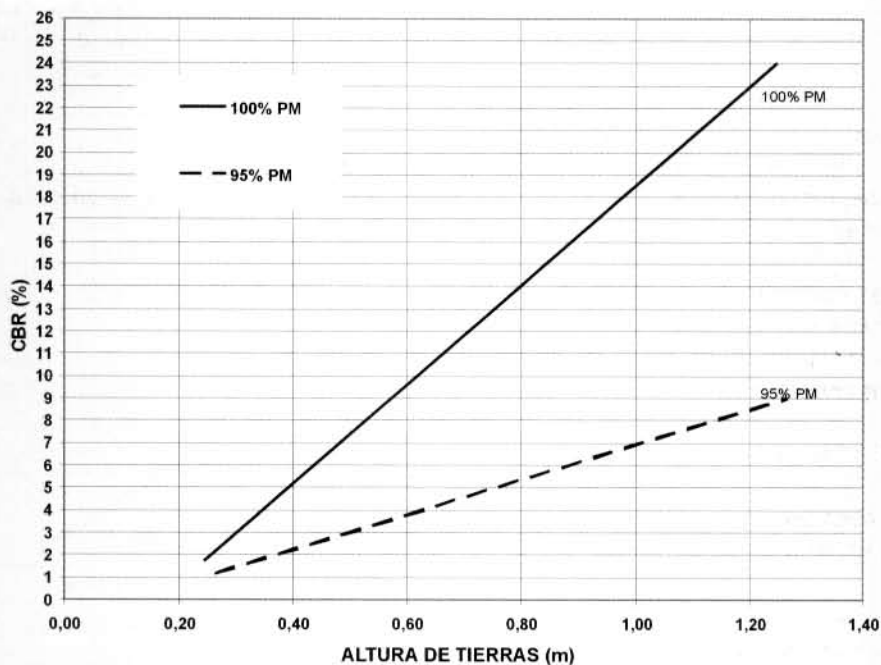


Figura 2.-Variación del CBR con la altura de tierras en margas de Palencia

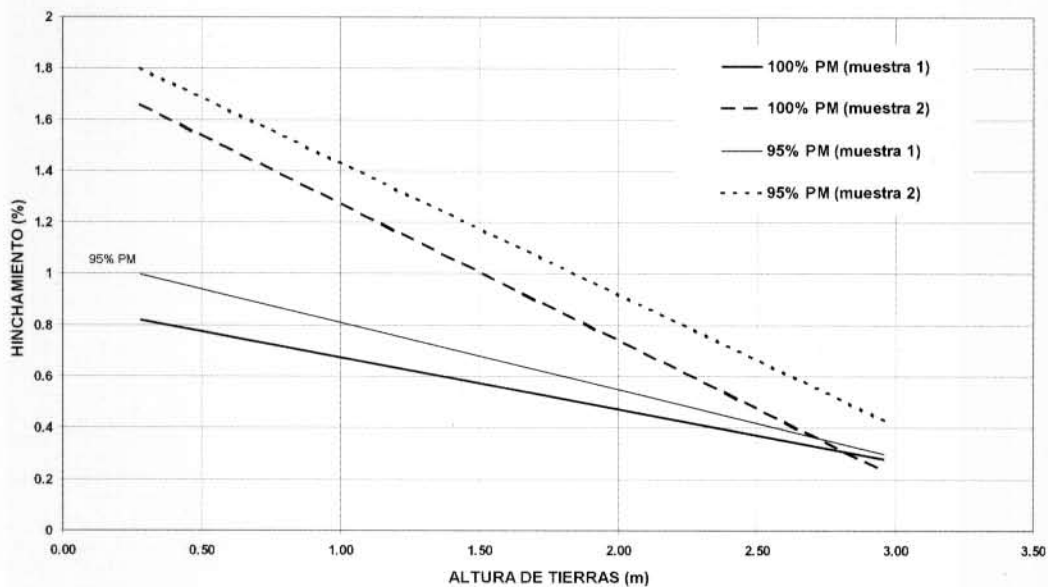


Figura 3.-Variación del hinchamiento medido en el ensayo CBR con la altura de tierras, en arenas arcillosas de Andalucía

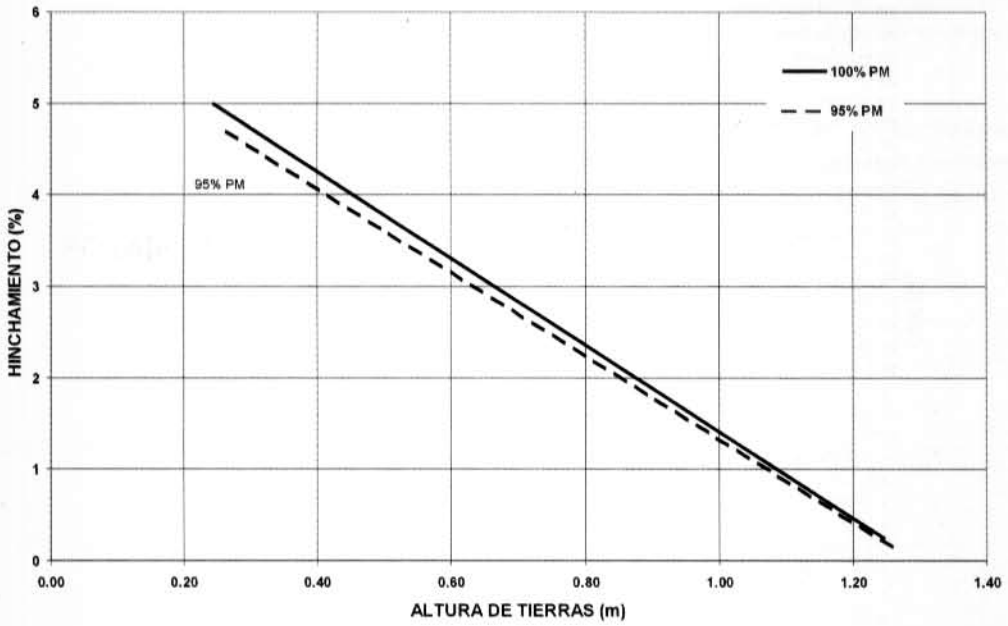


Figura 4.-Variación del hinchamiento medido en el ensayo CBR con la altura de tierras, en margas de Palencia