

Director:
Ing. H. Gerardo Botasso

Areas | Estudios del Transporte | Materiales Viales | Medio Ambiente y Obras Civiles | Estructuras y Materiales de Construcción |

Laboratorios | Hormigones y Materiales | Mezclas Asfálticas | Asfaltos | Suelos Viales | Evaluación de Pavimentos | Estructuras y Prefabricación

PROCEDIMIENTO DE MOLDEO PARA SUELOS GRANULARES COMPLEMENTARIO A LA NORMA AASTHO T – 307 PARA EL ENSAYO DE MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS VIALES

Luciano Brizuela, Julián Rivera

INTRODUCCIÓN

La caracterización de los materiales componentes del pavimento es un requisito fundamental en el diseño de los mismos. En los últimos años se han desarrollado equipos y métodos con el objetivo de lograr un acercamiento en laboratorio al comportamiento en campo de estos materiales. Esto marca una tendencia hacia metodologías que permitan evaluar las características de manera dinámica, considerando el desempeño del pavimento y no sólo las características inherentes de cada material. El ensayo de módulo resiliente, aplicable a suelos de subrasante y en bases/subbases no tratadas, busca reproducir las condiciones de campo mediante la aplicación de cargas dinámicas que simulan el tránsito y de una presión de confinamiento que representa el entorno dado por el paquete estructural. El valor obtenido constituye la razón entre la tensión cíclica axial aplicada y la deformación específica recuperable, denominado Módulo Resiliente (M_r). La obtención del M_r resulta fundamental al momento de utilizar los modernos métodos de cálculo mecanicistas de pavimentos, ya que es uno de los principales factores que rigen el análisis. Actualmente la norma AASHTO T307-99 (2003) regula el método de ensayo, salvo en lo que respecta al moldeo de los especímenes sobre materiales considerables como granulados (Tipo 1 según la Norma), en donde sólo se dan unos lineamientos, no siendo así para los materiales finos, en donde las precisiones son mayores. Este aspecto hace que en la práctica se pueda registrar para estos materiales una heterogeneidad de resultados, de acuerdo a diversas opciones que se sigan adelante para cumplir con estos lineamientos. Consciente de esta falencia, desde el LEMaC, Centro de Investigaciones Viales de la Universidad Tecnológica Nacional de Argentina, se plantea un equipamiento y un método de moldeo, en un principio internos del sistema de calidad del LEMaC, para que puedan ser aplicados luego por otros grupos a nivel regional y/o incorporarlos en una ampliatoria a la normativa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Conceptos Básicos

El concepto de módulo resiliente se basa en que, bajo distintos estados de tensiones, es decir combinaciones de tensor desviador (σ_d) y presión de confinamiento (σ_3), el suelo alcanzará una deformación total con una componente elástica, o resiliente, y otra plástica, teniendo en cuenta el comportamiento no lineal del material. Esto permite establecer la presunción de que, siempre que el tensor desviador no supere la tensión de corte, luego de un gran número de repeticiones la única componente de la deformación es elástica (Figura 1).

El valor del módulo representa esa relación entre tensiones y deformaciones de los materiales constituyentes del pavimento, simulando condiciones dentro un paquete estructural, y se calcula según la Ecuación 1 como el cociente entre la tensión cíclica y la deformación cíclica específica, siendo la primera igual al 90% de la tensión máxima aplicada en forma dinámica y la deformación resiliente la respuesta recuperable del material frente a las cargas.

Para poder establecer el módulo obtenible ante distintos σ_d y σ_3 que se podrían registrar en el suelo en estudio, el ensayo de módulo resiliente define distintas combinaciones de estos valores, 15 específicamente. Los resultados de este ensayo permiten la conformación de una superficie que los contenga, cuya función se conoce como la ecuación constitutiva del suelo. Actualmente los métodos de diseño de pavimentos mecanicistas o empírico-mecanicistas solicitan el ingreso de los parámetros de estas ecuaciones constitutivas en la definición de las características de los materiales.

Compactación según la normativa

Según la norma el material puede clasificarse como: Material Tipo 1: incluye muestras de sub-base, base y subrasante (sin tratar) que tengan menos del 70 % pasante del tamiz N°10, menos del 20 % pasante del tamiz N°200 y un Índice de Plasticidad de 10 o inferior. Material Tipo 2: incluye muestras de sub-base, base y subrasante (sin tratar) que no cumplan con los requisitos mencionados para el material Tipo 1. Por su parte, la norma sólo estipula que la compactación de los suelos Tipo 1 sea en seis capas con fuerzas vibratorias generadas por un martillo de impacto sin acción de amasado. Según la recopilación de antecedentes, se ha podido constatar que en la práctica los diversos grupos de referencia que efectúan este ensayo han desarrollado varios métodos de compactación que difieren de una manera u otra con lo establecido en la norma, como ser compactación mediante un varillado de 25 golpes antes de la compactación con martillo vibratorio en solamente tres capas, o tipo "Proctor" en capas de 5 a 7 cm determinando la altura de caída y el peso del pisón para establecer la energía de compactación y evaluar la más adecuada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En base a la normativa citada para los suelos Tipo 1, se procedió con una serie de suelos a efectuar moldeos implicando diversos procedimientos diseñados. De entre los mismos se seleccionó aquel que demostró mayores ventajas y aptitudes para la amplia gama analizada. Se vuelca en las conclusiones el procedimiento resultante.

CONCLUSIONES

Procedimiento de compactación de suelos Tipo 1 empleado en el LEMaC

La metodología empleada posee las siguientes características: Humectación de la muestra de suelo a ser compactada hasta la Humedad de campo en estudio o hasta la Humedad Óptima obtenida por el Ensayo Proctor correspondiente ante la carencia de la primera o en caso de materiales de aporte.

- Armado del molde partido de hierro de fundición de diámetro de 152 mm y longitud de 304 mm sobre su base. Colocación lamina de acetato para generar una interfaz molde suelo.
- Compactación de la probeta mediante el empleo de un martillo vibratorio, sobre una placa adaptada a las dimensiones del molde hasta la Densidad Seca en campo o la Densidad Seca Máxima determinada con el Ensayo Proctor, según corresponda.
- Dicho moldeo se realiza en seis capas de igual espesor aplicando el principio de subcompactación [2] con el objetivo de lograr una densidad uniforme. Este principio establece que, considerando que las capas iniciales recibirán mayor compactación al compactarse las capas finales, a la primera capa se la deberá compactar al 95 % de la densidad buscada, ya que a medida que se realicen las siguientes capas se alcanzará el 100 %. Esto se aplica a las capas sucesivas, las cuales serán compactadas a un 96 %, 97 %, 98 %, 99 % y 100 % de la densidad buscada.
- Desmolde por apertura del molde. Esto es una diferencia respecto los suelos Tipo 2 en donde el desmolde se realiza deslizando la probeta por el interior del molde mediante un gato hidráulico, o algún sistema análogo, dado por las complicaciones en tal sentido que acarrearían las dimensiones de las probetas en cuestión.
- Colocación de la membrana de latex, habiendo sido enrollada en su extremo superior, haciéndola desenrollar a medida que se cubre la probeta.

REFERENCIAS

AASHTO T 307-99, "Determining the resilient modulus of soils and aggregate materials"; (2003). Guide for Mechanicist-Empirical Design of new and rehabilitated pavement structures, NCHRP, Chapter 2- Material Characterization, 2004.

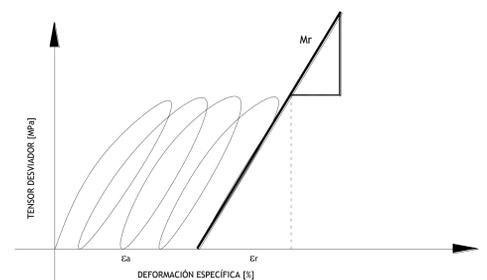


Figura 1. Definición de Módulo Resiliente

$$M_r = \frac{\sigma_d}{\epsilon_r} \quad \text{Ecuación 1}$$