

## MEZCLAS ASFALTICAS

### ESTIMACION DE LA PENDIENTE DE AHUELLAMIENTO EN EL ENSAYO DE WHEEL TRACKING TEST, EN VISTAS A LAS NUEVAS EXIGENCIAS DEL PLIEGO DNV-2017

Julián Rivera, Javier Bombelli, Oscar Rebollo

LEMaC Centro de Investigaciones Viales, UTN La Plata

El nuevo Pliego de Especificaciones Técnicas 2017 de la Dirección Nacional de Vialidad, establece, a diferencia de lo volcado en su anterior versión 1998 y en la versión 2015 del Pliego de la Comisión Permanente del Asfalto (también utilizado en diversas obras públicas a nivel nacional), que las mezclas asfálticas en caliente densas deben cumplir con los valores asociados a este ensayo que se observan en la Tabla 1.

Tabla 1. Valores de WTT a ser cumplidos

Fuente: DNV, 2017

<b>EVALUACION DE LA RESISTENCIA AL AHUELLAMIENTO "WHEEL TRACKING TEST" (NORMA EN 12697-22 - PROCEDIMIENTO B)</b>				
Pendiente Media de Deformación (WTSa <sub>ire</sub> ) [mm/1000 ciclos de carga] en el intervalo de 5000 a 10000 ciclos y Profundidad Media de la Huella (PRD) [%]				
Tipo de capa	Clasificación por tránsito			
	T1	T2	T3	T4
Rodamiento	WTSa <sub>ire</sub> ≤ 0,08	WTSa <sub>ire</sub> ≤ 0,10	WTSa <sub>ire</sub> ≤ 0,12	WTSa <sub>ire</sub> ≤ 0,15
	PRD ≤ 5	PRD ≤ 8	PRD ≤ 10	PRD ≤ 10
Base	WTSa <sub>ire</sub> ≤ 0,10	WTSa <sub>ire</sub> ≤ 0,12	WTSa <sub>ire</sub> ≤ 0,15	WTSa <sub>ire</sub> ≤ 0,15
	PRD ≤ 8	PRD ≤ 10	PRD ≤ 10	PRD ≤ 12

Los valores correspondientes a la “clasificación por tránsito” son los observados en la Tabla 2.

Tabla 2. Clasificación por tránsito

Fuente: DNV, 2017

Indice de tránsito (IT)	Clasificación por tránsito			
	T1	T2	T3	T4
≥1500	800-1499	200-799	≤ 199	

El Índice de Tránsito (IT) se calcula con la expresión de la Ecuación 1.

$$IT = TMDA_i \times P_d \quad (1)$$

Donde TMDA<sub>i</sub> es el Tránsito Medio Diario Anual de diseño [veh/día] y P<sub>d</sub> el Porcentaje de TMDA<sub>i</sub> correspondiente a tránsito pesado [%].

El ensayo de Wheel Tracking Test (WTT) consiste en someter, a una temperatura de 60 °C, a una probeta de 30x30x5 cm a ciclos de sollicitación por medio de una rueda de caucho cargada, lo cual simula el paso del tránsito. Este ensayo arroja como resultado una curva que indica el ahuellamiento a lo largo del tiempo (ciclos). Esto permite obtener parámetros característicos de la mezcla analizada, como son: la profundidad de huella correspondiente a los ciclos totales (RD), la profundidad de la huella proporcional al espesor de la probeta para el número de ciclos totales (PRD) y la pendiente promedio de ahuellamiento (WTS). En la Figura 1 se observa el

equipo WTT que posee el LEMaC, centro de investigaciones donde se ha realizado el trabajo que se presenta.

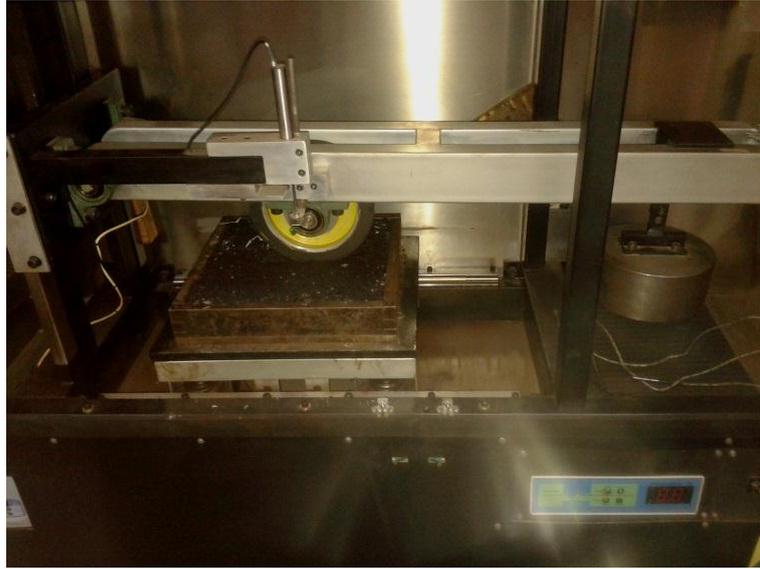


Figura 1. Equipo de Wheel Tracking Test del LEMaC  
Fuente: elaboración propia

En la Argentina para calcular esta WTS se utiliza la norma IRAM 6850, que establece lo indicado en la Ecuación 2.

$$\text{WTS [mm/10}^3 \text{ ciclos]} = (H_{10000} - H_{5000})/5 \quad (2)$$

Donde  $H_{10000}$  y  $H_{5000}$  es el Ahuellamiento a los 10.000 y 5.000 ciclos respectivamente [mm].

Si bien en el medio local en los últimos años se ha incrementado la disponibilidad de equipos de ensayo de WTT, la misma sigue siendo reducida y en muchos casos poco justificable económicamente y en términos de plazos de ensayo y cantidad de material necesario, durante las etapas iniciales del diseño de la mezcla asfáltica. Por esta razón, diversos estudios han intentado desarrollar modelos que permitan la estimación expeditiva de estos parámetros en base a resultados de más sencilla obtención, para ser empleados en los momentos iniciales del proceso de dosificación de la mezcla, generando de forma más acotada dosificaciones que luego sí sean sometidas al ensayo citado. Como un ejemplo de esto, cabe citar los análisis llevados adelante por el equipo comandado por Kim, quienes han arribado a correlaciones entre el ensayo de punzonado (Figura 2) y el PRD, pero no informa en lo relacionado con la WTS.



Figura 2. Ensayo de punzonado en el LEMaC  
Fuente: elaboración propia

Por otro lado, es de uso común en este tipo de mezclas el ensayo Marshall, el cual consiste en tomar una probeta y someterla a una carga en dirección diametral, midiendo la carga máxima que soporta y la deformación a la que ésta se produce, también a una temperatura de 60 °C. Este ensayo puede realizarse con una máquina automática que incrementa la carga sobre la probeta mientras mide la deformación producida y se detiene automáticamente cuando llega a la lectura máxima de carga (Estabilidad en kg), registrando su correspondiente deformación (Fluencia en mm), arrojando como resultado la curva carga versus deformación. En la Figura 3 se observa el equipo de ensayo Marshall automatizado con el que cuenta el LEMaC.



Figura 3. Equipo de ensayo Marshall automatizado del LEMaC  
Fuente: elaboración propia

Como se observa entonces, es probable exista una relación aplicable entre los resultados de este ensayo y la WTS del WTT. Para analizar este aspecto en la variedad de mezclas asfálticas en caliente elaboradas con asfaltos convencionales (sin modificar) en el país, se han recolectado una serie de muestras representativas de dichas mezclas, aplicándoseles ambos ensayos.

En vistas a la interpretación de los resultados del ensayo Marshall automatizado, para las diferentes mezclas analizadas se grafican las curvas Estabilidad-Fluencia en una escala porcentual, en la cual el máximo valor de cada variable es el 100%. En la Figura 4 se observan las curvas superpuestas obtenidas en tal sentido. Mediante la observación de este gráfico se pudo identificar a qué porcentaje de la Fluencia y Estabilidad corresponde esta porción rectilínea. Como puede observarse estas curvas presentan un comportamiento lineal en un rango del 30 % al 80 % de la Estabilidad.

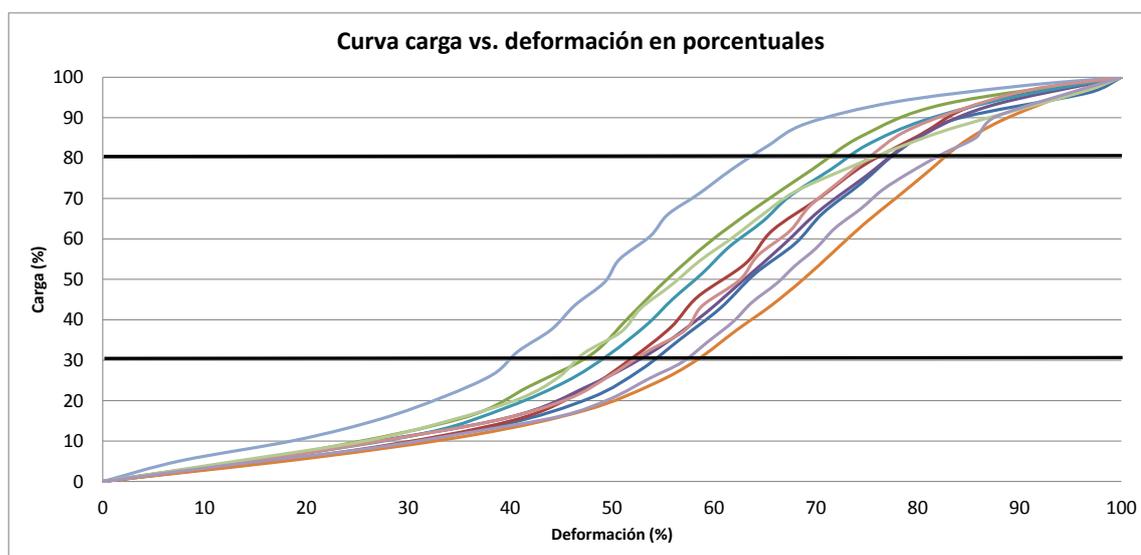


Figura 4. Curva carga versus deformación en valores porcentuales obtenidas  
Fuente: elaboración propia

Con los resultados obtenidos se estimó por regresión simple lineal el modelo de correlación con la pendiente para el rango del 30 % al 80 % de la Estabilidad, observándose cumplir con un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de al menos 0,700 (valor empírico habitualmente tomado como límite en este tipo de aplicaciones). Para los datos analizados, luego de algunas consideraciones del tipo estadístico, se alcanzó un  $R^2$  muy próximo al límite establecido de 0,702. Se obtiene de esta forma un modelo válido, según la Ecuación 3.

$$WTS_{\text{ensayo}} = -0,0007 PM_{30-80} + 0,6617 \quad (4)$$

Donde  $WTS_{\text{ensayo}}$  es la pendiente media de ahuellamiento por ensayo [ $\text{mm}/10^3$  ciclos] y  $PM_{30-80}$  es la pendiente de curva carga vs. deformación de ensayo Marshall automatizado, en rango desde el 30 % al 80 % de la Estabilidad [ $\text{kg}/\text{mm}$ ].