

# Tramos experimentales de deterioro acelerado

## enfoque y nuevas tendencias

Importancia de la evaluación acelerada de pavimentos para la investigación en Ingeniería de Pavimentos.

MSCE. Pedro Castro

El desempeño de un pavimento es función de múltiples factores, de alto grado de variabilidad en diferentes medios y situaciones. Así:

- La magnitud y volumen de las cargas de tránsito,
- La precipitación y temperatura,
- Las condiciones de la sub-rasante,
- Las propiedades de los materiales utilizados,
- El proceso constructivo, e incluso,
- Las características de la estructura (diseño de espesores y sistemas de drenaje)

Afectan la habilidad del pavimento para cumplir, durante su periodo de diseño, con su propósito fundamental: funcionar como medio de transmisión de esfuerzos amortiguados hacia la sub-rasante y como una superficie de rueda económica, cómoda y segura.

La variabilidad intrínseca en el diseño, construcción y funcionamiento de un pavimento determina la necesidad de comprobar su desempeño en sitio, evaluando la respuesta estructural del pavimento ante las condiciones críticas de funcionamiento:

- Deformabilidad por cargas elevadas y altas temperaturas (Figura No. 1).



Figura No. 1: Deformación plástica.

- Agrietamiento ante cargas repetidas (Figura No. 2).
- Agrietamiento debido a bajas temperaturas y
- Cambios térmicos.
- Condiciones de humedad y congelamiento.

Existen dos formas para monitorear el desempeño de una estructura de pavimento ante diferentes combinaciones de factores internos (propios de los materiales, la sección estructural y el proceso constructivo) y factores externos (cargas de tránsito, humedad y temperatura):



Figura No. 2: Agrietamiento por cargas repetidas (fatiga).

- Controlar los factores de campo (internos y externos) y esperar a que concluya el periodo de diseño para evaluar: control y monitoreo durante el funcionamiento en sitio.
- Controlar los factores de campo (internos y externos) y manipularlos metódicamente, de manera que se reproduzca, en un corto plazo, el esquema de funcionamiento del pavimento
- Durante la totalidad de su periodo de diseño: construcción de tramos experimentales de deterioro. En este caso se requieren dispositivos de carga acelerada.

Naturalmente la practicidad y rapidez de la construcción de este tipo de tramos de prueba acelerada han determinado su preferencia, sobre otros más complicados y lentos esquemas experimentales (control y monitoreo en sitio).

Por lo tanto, las herramientas de análisis de la Ingeniería de Pavimentos, para la evaluación y predicción del comportamiento de diferentes materiales y secciones estructurales, pueden ordenarse de la siguiente manera:

- Se aplican los criterios que la experiencia e investigación previa han definido, para la selección de materiales y secciones estructurales.
- Se definen los diferentes factores internos y externos, que van a afectar el funcionamiento del pavimento. A partir de los cuales se establecen los escenarios de análisis (esquema experimental).
- Se aplican los procedimientos de laboratorio apropiados para evaluar el desempeño de los materiales a utilizar, bajo las condiciones de los diferentes escenarios de análisis del esquema experimental.
- Se construye un tramo de prueba sujeto a los escenarios de análisis establecidos.
- Paralelamente se definen los mecanismos para la aplicación de carga y el monitoreo del deterioro de las diferentes secciones de pavimento a evaluar.
- Se establecen correlaciones entre el desempeño en el laboratorio y el desempeño en el tramo de prueba. De esta forma, los procedimientos de laboratorio y sus correspondientes criterios de aceptación pueden ser ajustados, para reflejar con



mayor propiedad el desempeño experimentado por las diferentes secciones de pavimento en el tramo de prueba.

•Luego, una vez que los diferentes esquemas de diseño evaluado (materiales y espesores), de desempeño satisfactorio en los tramos de prueba acelerada, se aplican en un proyecto real, se retroalimenta todo el sistema de predicción de desempeño a partir de información fehaciente, recolectada en el sitio del proyecto.

#### •Nuevas tendencias en la evaluación acelerada de pavimentos.

La experiencia de tramos de prueba de deterioro acelerado para pavimentos data de la década de los 60's; sin embargo, no es sino hasta los 80-90's que su uso se ha generalizado entre los países más avanzados en Ingeniería de Pavimentos: Estados Unidos, Francia, Inglaterra, Holanda, Dinamarca, Noruega, Suecia, Sudáfrica y Australia.

Recientemente se llevó a cabo el I Seminario Internacional de Evaluación del Deterioro Acelerado de Pavimentos, Reno, Nevada, 1999, donde se expusieron los resultados más importantes de las últimas investigaciones de los países de vanguardia en tramos de prueba acelerada.

Así, los esfuerzos de investigación se han orientado a los siguientes puntos de interés:

•Desempeño ante la carga de diferentes diseños de mezcla asfáltica para carpeta: con la variante del factor granulometría, las propiedades volumétricas de la mezcla asfáltica, el contenido de asfalto y diversos aditivos.

•Desempeño de diferentes materiales de capas de: •Soporte: bases estabilizadas con cal y cemento, bases asfálticas y bases granulares. •Agrietamiento por fatiga de mezclas asfálticas de carpeta (Figura No. 3).



Figura No. 3: Mecanismo de falla de carpeta ante cargas repetidas

•Deformabilidad de mezclas asfálticas de carpeta. Múltiples esfuerzos al respecto.

•Distribución de esfuerzos y deformaciones ante la aplicación de diversas magnitudes de carga (Figura No. 4). También ha sido sujeto de estudio el comportamiento estructural de las secciones de pavimento ante sollicitaciones dinámicas.

•Efecto de sobre-cargas sobre la estructura de pavimento.

•Modelos de deterioro. Por ejemplo, se han hecho correlaciones entre el nivel de agrietamiento y la cantidad de ciclos de carga, mediante un monitoreo continuo del nivel de agrietamiento (Figura No. 5).

•Correlación entre los parámetros de diseño de

mezcla y los parámetros de desempeño en sitio.

•Evaluación de propiedades de mezclas asfálticas en pequeña escala (laboratorio) y su correlación con el desempeño de los tramos de prueba acelerada, para el desarrollo de especificaciones de aceptación de materiales.

•Nuevas tecnologías de materiales para pavimentación: incorporación de aditivos, asfalto modificado, micro-losas de concreto (de poco espesor), etc.



Figura No. 4: Dispositivo de medición de esfuerzos ante cargas de tránsito

Con las siguientes conclusiones al cabo de las jornadas de diálogo del I Seminario de Evaluación Acelerada de Pavimentos (sintetizadas por el Dr. Fred Hugo, de la Universidad de Texas, Austin):

•El muestreo acelerado de pavimentos es una herramienta para el diseño y administración de la infraestructura vial. Debe ser consistente con el planeamiento estratégico.

•Gran información relacionada con materiales y secciones estructurales no convencionales.

•Hay necesidad de una base de datos internacional.

•Los métodos de diseño estructural deben incorporar las cargas dinámicas.

•Es evidente la relación de la Evaluación Acelerada de Pavimentos con la Evaluación de Desempeño de Pavimentos a largo plazo (monitoreo y seguimiento), con recolección de información y desarrollo de curvas de deterioro. Han habido múltiples avances en la evaluación de la deformación permanente (rodadas).

•Debe evaluarse el factor constructivo dentro del estudio de desempeño de los pavimentos. Existe gran experiencia en cuanto al diseño, materiales y desempeño estructural.

•Los factores de equivalencia de carga son superiores a 4. Es decir, el efecto de daño relativo de una sobre-carga, respecto al daño de una carga de menor magnitud, corresponde a una potencia superior al grado 4 para la relación de magnitudes de las cargas. Han habido casos de factores de equivalencia de carga de hasta 10.

•La importancia de las pruebas a pequeña escala (Laboratorio) es fundamental.

•El efecto del agua en diferentes mecanismos de falla no ha sido formalmente estudiado.

•El desempeño de la capa de sub-rasante requiere mayor atención.

•¿Podríamos construir tramos de prueba acelerada de pavimentos en Costa Rica?

No sólo podemos, sino que debemos hacerlo. Los tramos de prueba acelerada son la base del desarrollo no sólo de tecnologías de materiales, sino que también de especificaciones, acorde con la



realidad de las condiciones de nuestro país.

El nivel de desarrollo en tecnología de Pavimentos que Costa Rica está adquiriendo, así como el advenimiento de grandes cambios mundiales en la experimentación con materiales para pavimentos (por ejemplo, nuevos procedimientos de diseño de mezcla y, para el año 2002, una nueva metodología de diseño estructural) requiere de un "escenario" para que se pueda "aprender haciendo". Existen múltiples interrogantes para los años venideros, que deben ser evaluadas debidamente, y, que mejor manera que hacerlo mediante el procedimiento que los países desarrollados ya utilizan: construir un tramo de prueba acelerada, re-evaluar procedimientos de laboratorio y re-valorar especificaciones de aceptación a los materiales, procedimientos constructivos y control de cargas.



Figura No. 5: Dispositivo de medición de actividad de grieta.

Así, se pueden responder preguntas que hoy son grandes interrogantes:

- Correlación de ensayos de durabilidad a la mezcla asfáltica en el laboratorio con el desempeño en sitio.
- Reducción de la vida útil de una carpeta asfáltica por fatiga, ante diferentes condiciones inadecuadas de compactación en sitio.
- Estructuras granulométricas de mejor resultado para resistir la deformación plástica.
- Desempeño de mezcla asfálticas con ligante modificado: uso de polímeros, caucho, aditivos químicos, etc.
- Efecto de mezclas asfálticas con elevados valores de estabilidad Marshall (¿hay fatiga prematura?, o ¿mayor resistencia a la deformación plástica?).
- Desarrollo de especificaciones para durabilidad, deformabilidad y agrietamiento por fatiga.
- Efectos del impacto de cambios en la naturaleza del ligante asfáltico sobre el desempeño en sitio de mezclas.
- Desarrollo de factores de carga para diferentes estructuras de pavimento, con el consecuente cálculo del daño relativo de sobre-cargas por eje y la determinación de los niveles de multa correspondientes.

El esfuerzo que se requiere realizar es alto y requiere de la participación de todos los entes y empresas del Sector Pavimentos: Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Consejo Nacional de Vialidad, Universidad de Costa Rica, contratistas, RECOPE, etc., pero los beneficios a futuro son enormes: el desempeño estructural y funcional de nuestro sistema de carreteras puede depender de este tipo de "aventuras de alta tecnología".

## Alquiler de maquinaria - movimiento de tierra

carreteras y puentes - alquiler de maquinaria



TEL.: 592 1010 FAX: 551 9647 APDO.: 435-7050 CARTAGO, COSTA RICA

E-mail: mecosa@sol.racsa.co.cr