

# Equipos de alta tecnología en la selección del ligante asfáltico óptimo

Ing. Pedro Castro M.Sc., MBA.

## Introducción:

El desempeño de las mezclas asfálticas es producto de la combinación de una gran cantidad de factores: materiales y procesos. Para lograr que una mezcla asfáltica se desempeñe de acuerdo con lo esperado (período de vida igual al período de diseño), se requiere que todos los materiales y procesos sean idóneos y uniformes.

El Programa Estratégico de Investigación en Carreteras (SHRP) ha desarrollado la metodología SUPERPAVE (Pavimentos Asfálticos de Desempeño Superior), para la selección de materiales y para la optimización de las propiedades de la mezcla asfáltica.

Uno de los materiales a seleccionar es el ligante asfáltico, que cumple muchas funciones relevantes para el desempeño de la mezcla asfáltica, tales como mantener la cohesión en la mezcla, e impermeabilizar la estructura del agregado. De la adecuada selección del tipo de ligante asfáltico depende la resistencia a la deformación de la mezcla, la resistencia al agrietamiento por fatiga y la resistencia al agrietamiento térmico (en zonas de temperaturas bajas y/o de cambios constantes en la temperatura diaria). De la adecuada selección de la cantidad de ligante asfáltico depende la durabilidad de la mezcla, su resistencia a la deformación (módulo resiliente), la flexibilidad e impermeabilidad de la mezcla, entre un sin número de propiedades relevantes.

En las próximas líneas se comenta la importancia de la selección de un ligante asfáltico, respecto al desempeño final de la mezcla asfáltica.

## Resistencia de la mezcla a la deformación plástica en función del tipo de ligante asfáltico:

Cuando un pavimento asfáltico está sujeto a altas temperaturas y cargas concentradas, en alto volumen, se expone al fenómeno de deformación plástica. La

asfáltico también es de alta importancia (ligantes asfálticos blandos a las altas

temperaturas de servicio favorecen la deformación plástica, mientras que ligantes asfálticos rígidos a las altas temperaturas de servicio favorecen la resistencia a la deformación plástica).

Lo ideal es que un ligante asfáltico, a altas temperaturas de servicio, sea resistente a la deformación, y que en caso de haber deformación, que tal distorsión sea recuperable (deformación elástica).

La metodología SUPERPAVE ha



Figura No. 1 Reómetro dinámico de cortante. Dispositivo para la evaluación de la rigidez al cortante de los ligantes asfálticos, con temperaturas y medias de operación.

deformación plástica es la distorsión no recuperable de una capa asfáltica, en presencia de temperaturas altas y/o cargas concentradas; depende, en gran medida, de la estructura granulométrica y las condiciones de forma y textura del agregado; sin embargo, el tipo de ligante

desarrollado una metodología para determinar un módulo de deformación plástica para ligantes asfálticos, que corresponde a la razón entre: •Módulo dinámico de rigidez al cortante. Que relaciona el grado de esfuerzo cortante requerido para lograr una

determinada deformación angular, en una muestra de ligante asfáltico sometida a esfuerzos cortantes repetidos y en rangos pequeños; y,

•Desfase entre la deformación angular máxima y el esfuerzo cortante máximo,

elasticidad.

En caso de contar con un ligante asfáltico rígido (cuyo módulo dinámico de rigidez) es elevado y con alta recuperación elástica (con un bajo

adecuado, desde el punto de vista de deformabilidad plástica, para esta temperatura específica de análisis.

### **Resistencia de la mezcla al agrietamiento por fatiga en función del tipo de ligante Asfáltico:**

Cuando un pavimento está sujeto a una carga, experimenta cierta deformación, no recuperable en un 100 %. Cada vez que se aplica carga a un pavimento, las fibras longitudinales de las capas asfálticas son sujetas a esfuerzos; como las deformaciones experimentadas no son totalmente recuperables, se van acumulando microdeformaciones plásticas. Dependiendo de los espesores y del grado de rigidez de los materiales utilizados en el pavimento, tales esfuerzos y microdeformaciones plásticas pueden ser de tracción o de compresión.

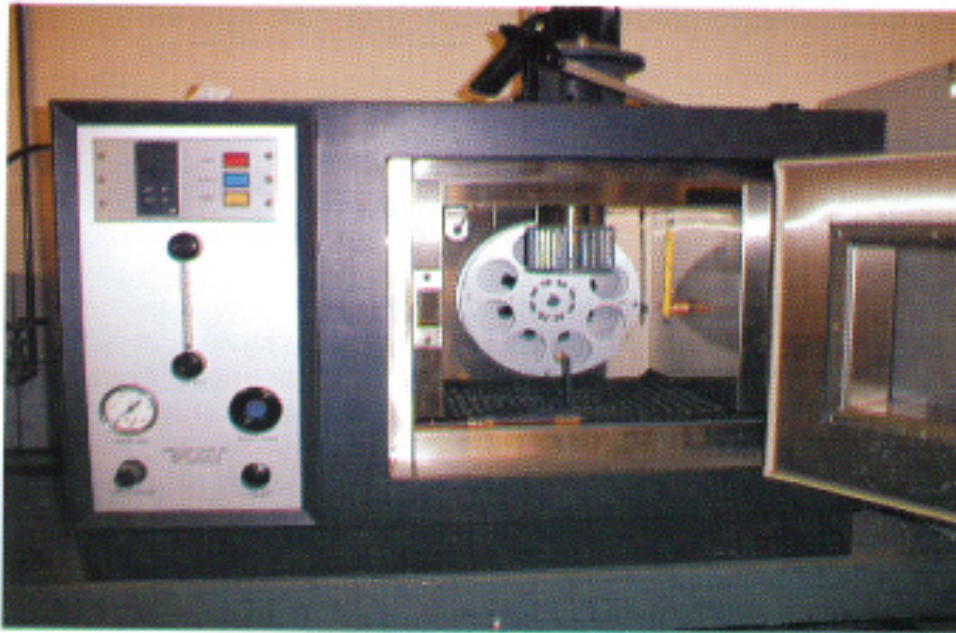


Figura No. 2 Horno rotatorio de película delgada vertical. Dispositivo para simular el envejecimiento del ligante asfáltico durante el proceso constructivo.

Considerando que los materiales elásticos no presentan desfase entre tales condiciones, mientras que los materiales plásticos (viscosos) presentan un alto desfase entre la deformación máxima y el esfuerzo máximo, cuando se someten a cargas cíclicas.

La muestra de ligante asfáltico utilizada para esta evaluación debe representar las condiciones de envejecimiento extremas del proceso constructivo: a) no envejecimiento, y, b) envejecimiento típico del proceso constructivo; analizándose su deformabilidad plástica en ambas condiciones. La deformabilidad plástica mínima se verifica en ambos estados, considerando que para mayores niveles de envejecimiento la resistencia a la deformación plástica es mayor, en vista de que conforme un ligante se envejece, aumenta su resistencia a la deformación (mayor dureza), y aumenta su

desfase entre la deformación angular máxima y el esfuerzo cortante máximo), se maximiza el cociente de tales términos y se puede decir el ligante es adecuado para resistir la deformación plástica a la temperatura del ensayo.

Por lo tanto, si se tiene información estadística sobre las condiciones de temperatura alta a esperar en un proyecto, es posible seleccionar un ligante asfáltico que, con un nivel de confianza alto, se vaya a desempeñar de manera adecuada.

Con una base histórica de al menos 20 años, sobre las condiciones de temperatura alta en un pavimento, es posible determinar una temperatura tal que únicamente exista una pequeña probabilidad de que se presenten temperaturas superiores (generalmente 2.5 %). Así, el ensayo desarrollado por SUPERPAVE, a través del reómetro dinámico de cortante (Fotografía No.1), permite definir si un ligante asfáltico es

Las microdeformaciones plásticas finalmente determinan agrietamiento por fatiga en las fibras sujetas a los mayores esfuerzos de tracción (cuando finalmente el material no resiste el esfuerzo generado y se da ruptura del mismo). Generalmente la fibra que experimenta ruptura es la fibra más profunda de la capa asfáltica, que es donde se generan mayores esfuerzos de tracción.

La metodología SUPERPAVE permite caracterizar la rigidez de un ligante asfáltico, a temperaturas medias de operación, siendo el horno rotatorio de película delgada el dispositivo utilizado para esta evaluación (Ver fotografía No.2) situación donde se aplican la mayoría de cargas sobre un pavimento, y en condición de envejecimiento a largo plazo, donde el ligante asfáltico es más quebradizo y más propenso a la falla por fatiga, definiendo una componente elástica de rigidez y una componente plástica de rigidez. Se ha desarrollado un

procedimiento de envejecimiento acelerado con alta temperatura y presión, donde se simula el envejecimiento en operación de una mezcla asfáltica en servicio durante un periodo de 5 a 10 años (Fotografía No.3).

Por lo tanto, el ligante óptimo, desde el punto de vista de resistencia a la fatiga, queda determinado por aquel que presenta un nivel mínimo en su componente de rigidez plástica (lo cual se asocia con una baja posibilidad de ruptura al ser sometido a la acumulación de microdeformaciones) y un nivel máximo en su componente de rigidez elástica.



Figura No. 3 Dispositivo de envejecimiento a presión. Dispositivo para simular el envejecimiento del ligante asfáltico durante un periodo de 5 a 10 años de servicio

Los ligantes asfálticos más adecuados, desde el punto de vista de la resistencia a la fatiga, son aquellos que presentan poca rigidez, que generalmente se asocia con una baja componente de rigidez plástica.

La caracterización del desempeño del ligante asfáltico en el agrietamiento por fatiga debe ser consistente con las condiciones climáticas particulares del proyecto, debiendo considerarse las condiciones de temperatura media del pavimento.

Debe observarse que ligantes asfálticos resistentes a la deformación plástica

pueden ser susceptibles al agrietamiento por fatiga. De manera que es indispensable estudiar las propiedades del ligante asfáltico en todas las posibles condiciones de falla de la capa asfáltica. Resistencia de la mezcla al agrietamiento por fatiga en función del tipo de ligante asfáltico.

Cuando existen cambios violentos en las condiciones climáticas de la zona de un proyecto de pavimentación con mezcla asfáltica, o se alcanzan temperaturas muy bajas, se generan esfuerzos térmicos, que afectan fundamentalmente al ligante asfáltico. El nivel del esfuerzo térmico generado puede ser suficiente para superar la resistencia al agrietamiento del

fracturamiento térmico.

Afortunadamente, en las condiciones climáticas de los países tropicales, no se presenta el fenómeno del agrietamiento térmico en la mezcla asfáltica.

## Conclusiones:

Dados los patrones de falla, relacionados con la selección del tipo de ligante, usuales en los climas tropicales (deformación plástica y agrietamiento por fatiga) es indispensable realizar una evaluación de las condiciones particulares de los ligantes asfálticos a las temperaturas altas y medias de operación, de manera que pueda existir un elevado nivel de confianza estadística en el desempeño esperado del ligante asfáltico, como integrante de la mezcla asfáltica. Dicha caracterización debe tomar muy en cuenta las condiciones particulares de la zona del proyecto.

Debe considerarse que existirán casos donde las condiciones del ligante asfáltico lo hagan adecuado para resistir la deformación plástica, pero no adecuado para resistir el agrietamiento por fatiga, o viceversa. En tales situaciones, es probable que se requiera la incorporación de aditivos, que permitan cubrir ambos frentes (deformación plástica, en etapas tempranas de la vida útil del pavimento, a elevadas temperaturas de servicio; y agrietamiento térmico, luego de un considerable periodo de funcionamiento a temperaturas medias de servicio).