

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS**

**METODOLOGIA PARA LA
CARACTERIZACION DE LIGANTES
ASFALTICOS MEDIANTE EL EMPLEO
DEL ENSAYO CANTABRO**

Autor: Jorge-Rodrigo Miro Recasens
Director: Felix Edmundo Perez Jimenez

Barcelona, marzo de 1994

Capítulo 1

INTRODUCCION

La misión del ligante bituminoso es aglomerar los distintos elementos del árido para alcanzar la debida resistencia de la mezcla bituminosa. Aunque una buena parte de la resistencia se obtiene por el rozamiento interno del esqueleto mineral, el betún, envolviendo de manera uniforme sus partículas, une éstas entre sí, proporcionando cohesión a la mezcla, aumentando considerablemente su resistencia.

Así pues el ligante bituminoso, formando parte integrante del pavimento, contribuye, en mayor o menor escala, a su resistencia y duración. Durante su empleo tiene que ser suficientemente fluido (bien mediante calentamiento, fluidificación o emulsificación) para que “moje” o se adhiera al árido, y una vez incorporado al firme, debe resistir eficazmente a las acciones exteriores, cargas del tráfico y agentes atmosféricos: por una parte debe ser suficientemente consistente y viscoso para que, con altas temperaturas y bajo la acción del tráfico, el firme sea poco deformable, y por otra ser suficientemente flexible a bajas temperaturas para que el pavimento no se vuelva frágil. Pero además, la resistencia del ligante bituminoso y como consecuencia del firme, debe perdurar lo más posible, es decir, el ligante bituminoso ha de tardar en envejecer.

Es practicamente imposible conocer la naturaleza y comportamiento en obra de un ligante bituminoso basándose en la valoración de los distintos componentes elementales que lo forman, porque su número es muy grande y no es posible en la práctica aislar cada uno de ellos; pero además, aunque pudiesen aislarse los diferentes componentes elementales constitutivos del ligante bituminoso, no conoceríamos, con suficiente exactitud, sus propiedades en obra, pues en su comportamiento no es la composición química la que juega el papel principal, sino la constitución físico-química del complejo coloidal que es el ligante bituminoso.

Las propiedades mecánicas de los ligantes asfálticos dependen de la temperatura a que se encuentran y del tiempo que dura la aplicación de una sollicitación. Por ello, al variar la temperatura (o el tiempo de sollicitación) un mismo betún presenta características asimilables a las de un cuerpo elasto-frágil, elasto-plástico o elasto-viscoso. El paralelismo en la variación de propiedades cuando se modifica la temperatura o el tiempo de aplicación de la carga, permite tener una idea muy completa del comportamiento reológico haciendo variar uno sólo de los dos factores. Este es el fundamento de los métodos operativos usados en los ensayos habituales y que sirven para determinar unos parámetros capaces de caracterizar las propiedades del ligante.

Así pues, fijado uno de los dos factores -la temperatura- los ensayos en el laboratorio deberían reproducir distintos tiempos de aplicación de carga para determinar las características de los ligantes en cada caso. Dada la complejidad de este tipo de estudios, la caracterización de los ligantes asfálticos se ha venido realizando mediante una serie de ensayos sencillos que parcialmente y de forma indirecta evalúan sus propiedades.

La aplicación de estos ensayos: penetración, punto de reblandecimiento, ductilidad, fragilidad, viscosidad, etc., tiene por objeto identificar el producto y comprobar que satisface las especificaciones fijadas. Sin embargo, esta caracterización es compleja e incompleta:

- La penetración, uno de los parámetros más utilizados para determinar la consistencia de los ligantes, por sí sola, no sirve para definir las propiedades reológicas de un betún, y las correlaciones entre viscosidad absoluta y penetración varían con las distintas procedencias de los betunes.
- La temperatura de reblandecimiento es solamente un valor relativo, ya que los betunes no son en ningún momento ni sólidos ni líquidos perfectos, sino que son cuerpos viscosos, muy sensibles a la duración de las sollicitaciones y a la temperatura. Se trata, por tanto, de la temperatura para la que el betún tiene una fluidez determinada.

- La significación de la medida de la ductilidad ha sido muy discutida. Betunes de igual penetración, pero distinto origen, pueden tener valores muy distintos en el ensayo de ductilidad.
- El punto de fragilidad tiene un sentido parecido respecto a la fragilidad del betún, como el punto de reblandecimiento respecto a la fluencia.
- La determinación de la viscosidad absoluta de un ligante es compleja ya que varía no sólo con la temperatura sino también con la velocidad con que ésta varía; por ello suele recurrirse a la determinación de una viscosidad relativa (Saybolt-Furol).

Pinilla, en un artículo publicado en la revista *Alema* (nº 54, 1971) afirma: “Si se estudia a través del tiempo, el origen y desarrollo de las especificaciones y métodos de ensayo de los materiales asfálticos para uso vial, se encuentra que hace cincuenta años el número de ensayos propuestos era comparativamente pequeño. Seguramente dicho número y tipo de ensayo bastó para el control de esa época. En efecto, el número de asfaltos naturales y de residuo de petróleo disponibles en esos años era reducido y el buen comportamiento de los mismos no exigió otros requisitos que los especificados. La expansión de la construcción bituminosa a través de los últimos cuarenta años determinó la aparición en el mercado mundial de nuevos tipos de asfaltos derivados de petróleos, cuyo comportamiento no era conocido y caían fuera de los tradicionales de Méjico, California y Venezuela”.

Actualmente, hay que recurrir a un gran número de ensayos que en muchos casos no gozan de la sensibilidad necesaria para diferenciar el comportamiento de distintos ligantes convencionales, y menos aún el de los ligantes modificados. Por otra parte, propiedades tan importantes como la cohesión, la adhesividad o el envejecimiento no quedan suficientemente caracterizadas mediante estos ensayos.

La posibilidad de deducir a priori la calidad de un betún puro o modificado, mediante ensayos de laboratorio, es de vital importancia, teniendo en cuenta que en el

mercado se encuentran materiales de comportamiento prácticamente desconocido. La solución es difícil, dada su complejidad y la falta de datos sobre los fenómenos físicos y químicos, que rigen el comportamiento de un betún. Se plantea, pues, el problema de seleccionar los métodos de ensayo que aseguren la idoneidad de un determinado ligante para una mezcla asfáltica y garanticen la durabilidad del betún en servicio.

En el presente trabajo se pasa revista a los métodos de ensayo convencionales para la evaluación de las características de los ligantes bituminosos, así como a otros métodos de caracterización, analizando sus limitaciones, y se desarrolla una nueva metodología, que denominamos método Universal de Caracterización de Ligantes (método UCL), basado en la aplicación de un único ensayo, el ensayo cántabro de pérdida por desgaste, capaz de caracterizar, de forma sencilla y precisa, las propiedades más importantes del ligante evaluadas sobre el producto que tendremos realmente en la práctica, ya en contacto con el árido después del mezclado y compactado, y no sobre el material original, que no ha experimentado calentamiento alguno.

El ensayo cántabro de pérdida por desgaste fue desarrollado para valorar la cohesión de las mezclas bituminosas de granulometría abierta, siendo suficientemente sensible para detectar variaciones en el comportamiento de estas mezclas cuando se modifican los porcentajes de los materiales que las componen, adoptándose para la caracterización y dosificación de las mezclas porosas.

Así mismo, el ensayo cántabro de pérdida por desgaste se ha mostrado como un ensayo rápido, sencillo y suficientemente sensible, que permite evaluar las propiedades fundamentales de los ligantes: cohesión, susceptibilidad térmica, adhesividad y envejecimiento, así como las características del mástico filler-betún.

La variación del comportamiento visco-elástico del ligante con la temperatura puede ser fácilmente valorada y cuantificada mediante el empleo del ensayo cántabro de pérdida por desgaste. La determinación de la curva pérdidas-temperatura de un ligante permite evaluar su susceptibilidad térmica, diferenciando su comportamiento elástico, visco-elástico y plástico.

El ensayo cántabro de pérdida por desgaste permite también valorar, de acuerdo con el procedimiento desarrollado, la adhesividad árido-ligante, así como la resistencia al envejecimiento de los ligantes bituminosos por la acción de los rayos ultravioletas y los agentes atmosféricos: aire, calor, agua, etc.

Por último el ensayo cántabro es también empleado en la valoración de la calidad del mástico fíller-betún, permitiendo así comprobar el efecto beneficioso que puede tener el empleo de fílleres especiales o la incorporación de fibras.