

Capítulo 1

Introducción

1.1 Deformaciones permanentes en mezclas asfálticas

Las deformaciones permanentes son uno de los tipos de falla que se presentan en los pavimentos asfálticos cuando son expuestos ya sea por separado o en forma combinada a altas temperaturas, tránsito pesado y bajas velocidades de carga.

Las deformaciones permanentes son causadas por la acumulación de pequeñas deformaciones ocasionadas por las cargas del tránsito. El tránsito da lugar a cargas cíclicas. En cada ciclo de carga se realiza cierto trabajo para deformar la superficie del pavimento. Ese trabajo supone una energía cedida al pavimento; una fracción de esa energía se usa en recuperar parte de la deformación y otra es disipada en forma de calor y flujo. Esto genera que en cada ciclo de carga quede una deformación residual.

Históricamente la resistencia de una mezcla a las deformaciones permanentes se considera en función de la consistencia del asfalto utilizado. Dicha consistencia se evaluaba con los ensayos de penetración (IRAM 6576, ASTM D 5) y punto de ablandamiento (IRAM 6841, ASTM D 36) del asfalto. Sin embargo, estos ensayos presentan el inconveniente de no representar ninguna propiedad física del material. Así, diferentes asfaltos pueden tener la misma penetración pero no igual comportamiento frente a las deformaciones permanentes para un mismo tipo de mezcla.

En la actualidad se considera que las especificaciones por penetración o viscosidad no son suficientes para garantizar un buen desempeño del asfalto (Kim 2009, Lesueur 2009). Estas especificaciones dieron buenos resultados antiguamente, cuando sólo existían asfaltos convencionales y eran otras las cargas de tránsito. Hoy en día con la aparición de los asfaltos modificados y de mayores cargas, dichas especificaciones ya no alcanzan a representar las características de los asfaltos por lo que se necesita un enfoque más racional del problema.

En nuestro país, al igual que a nivel mundial, se han visto los mismos problemas en cuanto a la caracterización del comportamiento de la mezcla asfáltica frente a las deformaciones permanentes, sobre todo con la aparición de los asfaltos modificados. El

problema de las deformaciones permanentes o hundimiento es un problema serio en nuestros caminos que necesita ser resuelto.

La reología es la ciencia que estudia el flujo y la deformación de los materiales en el tiempo. Las deformaciones permanentes de las capas asfálticas son básicamente un problema de flujo por tanto es coherente realizar la elección del asfalto en función de propiedades reológicas del mismo.

En Argentina y Latinoamérica el estudio de las propiedades reológicas asociadas a los diferentes modos de falla que suceden en un concreto asfáltico es un campo de muy reciente desarrollo sin ningún tipo de especificaciones asociadas. Asimismo a nivel mundial es muy reciente el desarrollo de estas propiedades y su incorporación como parámetros de especificación de asfaltos.

Entre las variables que sin duda afectan las deformaciones permanentes se destacan la temperatura y las cargas a la que está expuesto el pavimento (Perraton et al. 2010, Wang y Machedahl 2006). A altas temperaturas el asfalto se comporta más como un fluido viscoso que como un sólido elástico por lo que aumenta la componente plástica de deformación del mismo y aumentan en consecuencia las deformaciones permanentes. Este comportamiento del ligante se traslada a la mezcla. Si la rigidez del ligante no es suficiente, no es capaz de sujetar las partículas de agregado en su sitio y éstas pueden moverse compactando el esqueleto hacia una configuración más densa, pudiendo ocurrir exudaciones y deformaciones excesivas en la superficie.

Las cargas pesadas tienen un papel preponderante en el hundimiento ya que aumentan la magnitud de las deformaciones y por lo tanto aumentan la tasa de deformación de la mezcla. Existe legislación respecto a las cargas máximas permitidas pero muchas veces las mismas no son respetadas. Un mínimo aumento de las cargas acarrea un severo deterioro del pavimento (Salem 2008).

El estudio y caracterización de las deformaciones permanentes en forma racional han llevado al desarrollo de ensayos de laboratorio que tratan de reproducir el problema. Así surgen los ensayos de rueda cargada que brindan un parámetro de la resistencia a las deformaciones permanentes o hundimiento de una mezcla asfáltica. Estos ensayos simulan el efecto del tránsito sobre el pavimento midiendo las deformaciones que sufre la mezcla asfáltica a través del tiempo bajo condiciones extremas de tránsito y temperatura.

Por otra parte existen a nivel mundial tendencias diferentes que basan el estudio de la mezcla asfáltica tomando en cuenta el desempeño de éstas relacionadas a los modos de falla del pavimento. Allí el estudio de los ligantes asfálticos se realiza midiendo propiedades reológicas que se relacionan al desempeño en el concreto asfáltico.

El estudio de las deformaciones permanentes constituye un tema de interés debido a que ocasiona una pérdida de prestaciones del pavimento asfáltico desde el punto de vista del confort del usuario y de seguridad al tránsito de los vehículos; esto se traduce en una disminución del desempeño y de la vida útil del pavimento. Las deformaciones permanentes en las carpetas asfálticas se presentan dentro de los primeros 8 a 10 cm de espesor. Es por esto que la superficie de rodadura es la capa asfáltica más importante

a cuidar en cuanto a la presencia de deformaciones permanentes. La valoración del desempeño debe ser parte primordial del diseño de una mezcla asfáltica.

1.2 Objetivos

El objetivo general de esta tesis es el estudio y caracterización de las deformaciones permanentes en mezclas asfálticas para uso vial considerando tanto los materiales componentes, en particular las propiedades reológicas de los asfaltos, como el desempeño de las mezclas. Para esto último se utilizan métodos de laboratorio como es el ensayo de rueda cargada que permiten a su vez el estudio de dos variables de gran influencia en el comportamiento frente a las deformaciones permanentes como son la temperatura y las cargas de circulación que soporta el pavimento.

Se estudia las propiedades reológicas de los asfaltos que se asocian con el comportamiento y desempeño de las mezclas asfálticas, especialmente aquellas relacionadas a las deformaciones permanentes. Más específicamente se pretende comparar estas propiedades reológicas con medidas de deformaciones permanentes en mezclas asfálticas definiendo cual representa mejor la contribución del asfalto en la resistencia al ahuellamiento.

La profundización en el estudio de los mecanismos y variables que inciden sobre las deformaciones permanentes dará lugar a resultados de aplicación específica como la selección de los asfaltos teniendo en cuenta las condiciones climáticas y de carga a las que será expuesto el pavimento en base a las propiedades reológicas.

Por otra parte se estudia el efecto de la temperatura y del aumento de la carga aplicada sobre las medidas de deformaciones permanentes. De esta manera se pretende analizar las diferencias en el comportamiento de diferentes mezclas asfálticas para lo cual se usa el equipo de rueda cargada. Como objetivo específico se busca poder predecir las deformaciones permanentes a partir de las características del ligante utilizado, más concretamente sus propiedades reológicas, teniendo en consideración las condiciones de temperatura a las cuales será expuesto en el pavimento.

Se pretende, a partir de los estudios realizados, proponer criterios límites de las propiedades reológicas estudiadas que caractericen el problema en estudio para una posible especificación.

El escaso desarrollo del estudio del tema de las propiedades reológicas y el poco uso del equipo de rueda cargada como herramienta de diseño de una mezcla asfáltica en Argentina y Latino América fueron también promotores del enfoque dado en esta tesis.

1.3 Estructura de la tesis

Una síntesis del estado actual del conocimiento y antecedentes sobre el tema se incluyen en el capítulo 2, donde se describen las principales fallas que ocurren en un pavimento asfáltico y específicamente la problemática de las deformaciones permanentes que se producen en una mezcla asfáltica. Se definen los mecanismos de falla y las causas que las generan tomando en cuenta a los materiales, el clima y el tránsito. Se hace énfasis en la relación de las deformaciones permanentes en la mezcla

asfáltica en relación a las propiedades reológicas, la temperatura y las cargas del tránsito.

En el capítulo 3 se describe la estructura general y aspectos vinculados con el desarrollo del programa experimental. Se detallan las principales propiedades de diferentes asfaltos de producción comercial de Argentina sobre los que se estudiaron las diferentes propiedades reológicas y las mezclas asfálticas elaboradas para la evaluación de las deformaciones permanentes. A la vez se describe las diferentes metodologías utilizadas en la medición de las propiedades reológicas sobre los ligantes asfálticos y para la evaluación de las deformaciones permanentes en las mezclas asfálticas.

En el capítulo 4 se estudia la problemática planteada desde el punto de vista del ligante, considerando diferentes propiedades reológicas asociadas al problema de las deformaciones permanentes. Se caracterizan y analizan una serie de asfaltos, convencionales y modificados, representativos de las distintas alternativas de que se dispone en la actualidad. Se analizan y discuten los resultados obtenidos desde el punto de vista de la contribución a la resistencia de los ligantes asfálticos frente al ahueamiento.

Ya abordando el estudio de las deformaciones permanentes a nivel de las mezclas asfálticas, en el capítulo 5 se estudia la respuesta en el ensayo de pista de un tipo de mezcla elaborada con los diferentes ligantes. De este modo se plantea y analiza la vinculación entre las propiedades reológicas de los asfaltos y las deformaciones permanentes y la incidencia de las primeras respecto a la caracterización de los asfaltos en el proceso de ahueamiento. Se definirá aquí cuál de las propiedades es más conveniente desde el punto de vista de la caracterización al problema abordado.

Siendo las temperaturas del pavimento y las cargas variables importantes en el desarrollo de los ahueamientos y para brindar mayor amplitud al estudio realizado, en el capítulo 6 se estudia el desempeño frente a las deformaciones permanentes de mezclas expuestas a distintas temperaturas y diferentes configuraciones o niveles de carga respecto a las previstas en el ensayo de rueda cargada. De este modo se busca extender las conclusiones y obtener criterios para el mejor diseño y prevención del ahueamiento de pavimentos asfálticos expuestos a diversas condiciones de uso.

Finalmente el capítulo 7 integra la discusión general de todo lo observado y presenta las conclusiones obtenidas. Además del análisis de la influencia que tienen las propiedades reológicas de los asfaltos y las variables externas consideradas (temperatura y cargas) en el comportamiento frente a las deformaciones permanentes, se ofrecen soluciones a este tipo de deterioro y se presentan las recomendaciones para futuros estudios.

En el capítulo 8 se muestran todas las referencias citadas en esta tesis.