

Informe técnico sobre el análisis tensional e importancia estructural del riego de liga

NÚÑEZ, L.^a

a. Docente de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de San Francisco Xavier de Chuquisaca mención Vías de Comunicación, Destacamento 317 Ex campus REFISUR 573, Sucre – Bolivia. Email: ligia_nb@hotmail.com

RESUMEN

Un pavimento actúa en forma escalonada con referencia a la transferencia de carga y la distribución de presiones desde la capa más externa del paquete estructural hasta la más profunda. En pavimentos con mezclas asfálticas las tensiones generadas por la acción del tránsito son absorbidas por el paquete estructural, razón por la cual es importante garantizar una adecuada adherencia entre capas, fundamentalmente entre la carpeta de asfalto y la capa granular, de la efectividad de esta adherencia depende el comportamiento estructural del paquete en conjunto y la durabilidad de nuestro pavimento a través de una adecuada transmisión de cargas. En el caso de que esta adherencia no se logre sucederá un rompimiento de la transmisión de tensiones entre una y otra capa incrementándose las tensiones en las fibras inferiores de la carpeta de rodadura con el consecuente futuro fisuramiento de la misma. En el presente artículo se analizará los trabajos realizados con relación a esta problemática, valorando su comportamiento estructural, además de comentar metodologías de ensayo de las tensiones producidas en servicio y las presentes en el ensayo de tracción del riego y analizar las mismas mediante la técnica de elementos finitos.

Palabras clave: Análisis tensional, importancia estructural, riego de liga

ABSTRACT

A pavement acts in staggered form with reference to load transfer and pressure distribution from the outermost layer of the structural package to the deepest. In pavements with asphalt mixtures, the stresses generated by the action of the transit, are absorbed by the structural package, which is why it is important to ensure an adequate adhesion between layers, fundamentally between the asphalt folder and the granular layer, the effectiveness of this adhesion depends on the structural behavior of the package as a whole and the durability of our pavement through an adequate load transmission. In the event that this adhesion is not achieve, a rupture of the transmission of tensions between one layer and another will occur, increasing the tensions in the lower fibers of the rolling folder with the consequent future cracking of the same. This article will analyze the work carried out in relation to this problem, assessing its structural behavior, in addition to discussing on in-service stress testing methodologies and those present in the irrigation tensile test and analyzing them using the finite element technique.

Palabras clave: Stress analysis, structural importance, league irrigation

INTRODUCCIÓN

En el comportamiento de un pavimento asfáltico las tensiones que genera la carga del tráfico vehicular, en la carpeta de rodadura son transmitidas a las capas inferiores, de manera que los esfuerzos se disipen a mayor profundidad y sean absorbidos por el conjunto del paquete estructural. El elemento de trabazón entre la capa granular y la capa bituminosa es el riego de liga, cuya función principal es la de garantizar la efectividad de esta adherencia, caso contrario si no se logra una trabazón entre ambas capas, ocurrirá que las fibras inferiores de la capa de rodadura sufrirán un incremento considerable en las tensiones de tracción, lo que ocasionará un temprano fisuramiento del pavimento por fatiga.

DESARROLLO

1. UBICACIÓN ADECUADA DEL RIEGO DE LIGA EN UN PAVIMENTO

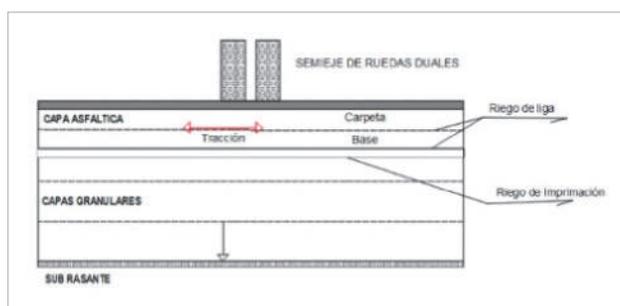


Figura 1: Ubicación de riego de liga dentro del paquete estructural

Es importante conocer que el riego de liga constituye un importante elemento dentro del paquete estructural de un pavimento asfáltico, su ubicación dentro del contexto, su correcta dosificación y su forma de aplicación constructiva son elementos que inciden en el funcionamiento estructural del pavimento en su conjunto.

Un adecuado riego de liga debe cumplir los siguientes parámetros mínimos:

- Dosificación adecuada de ligante asfáltico.
- Uniformidad de la película asfáltica
- Tiempo de rotura de la emulsión

- Condición adecuada de la superficie de apoyo

2. ENSAYOS DE LABORATORIO SOBRE EL RIEGO DE LIGA

Actualmente en nuestro país no existe una normativa definida que delimite las exigencias y control que se debe tener con relación al riego de liga considerándolo como un elemento que aporta estructuralmente al paquete de pavimento. Recopilando diferentes investigaciones se ha podido concluir que a nivel mundial se realizan usualmente dos tipos de ensayos para el control del riego de liga, sobre probetas cilíndricas vaciadas en laboratorio compuestas por dos capas de concreto asfáltico unidas por un riego de liga. En el primer caso se ejerce una fuerza de corte para valorar la tensión de despegado de las capas y en el segundo caso se ejerce un esfuerzo de tracción. Ambos ensayos son realizados a una temperatura promedio de 25°C.

2.1 Ensayo de Tracción

El ensayo a tracción consiste en someter a una probeta de $D=100\text{mm}$ conformada por dos capas de mezcla asfáltica y unidas por un riego de liga, a una prensa con mordazas de acero que ejerce una fuerza tractiva sobre el testigo para separar las capas, incrementando la fuerza tractiva hasta que se produzca el desprendimiento respectivo.

Para obtener los valores de carga y deformación, es necesario incorporar al equipo una celda de carga y un transformador diferencial. El cálculo de la tensión promedio de tracción que produce el despegado de las capas, se obtiene dividiendo la carga máxima entre el área de riego. (sección circular de la probeta)

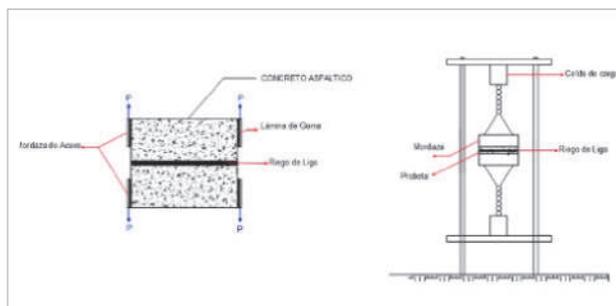


Figura 2. Vista en corte de la probeta. Ensayo a tracción

2.2 Ensayo al corte

Para este ensayo la probeta es sometida a un esfuerzo de corte, el testigo se sujeta en forma horizontal a dos mordazas que evitan esfuerzos de flexión por su rigidez. La tensión promedio de corte que produce el despegado de ambas capas de mezcla asfáltica se obtiene dividiendo la carga de corte por la sección circular de la probeta.

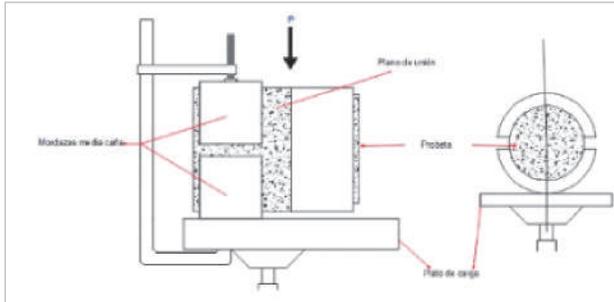


Figura 3. Ensayo de corte

La ventaja del ensayo de corte radica, en que representa de forma más real la sollicitación a la cual está sometido un riego de liga en el pavimento, sin embargo, el resultado de adherencia que resulte puede variar por el efecto de fricción de los agregados pétreos, motivo por el cual el ensayo a tracción valora de manera más real el comportamiento funcional del riego de liga dentro del pavimento, aun cuando no sea la forma en que el riego de liga es sollicitado en el paquete estructural.

3. ANÁLISIS TENSIONAL DEL ENSAYO DE TRACCIÓN

En base al ensayo de tracción se puede aplicar el método numérico de elementos finitos, simulando diferentes condiciones de carga, planteando que los materiales son homogéneos e isotropos, además de presentar un comportamiento elástico lineal.

Para obtener el mallado más satisfactorio en el procesamiento de datos a través de elementos finitos se debe aprovechar la simetría rotacional que presenta el ensayo a tracción tomando como eje de rotación al eje de aplicación de la carga, obteniendo así elementos triangulares extraídos de los anillos.

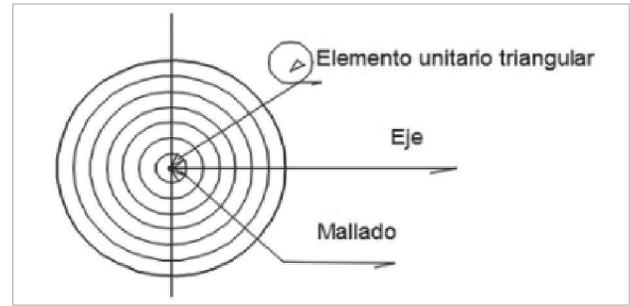
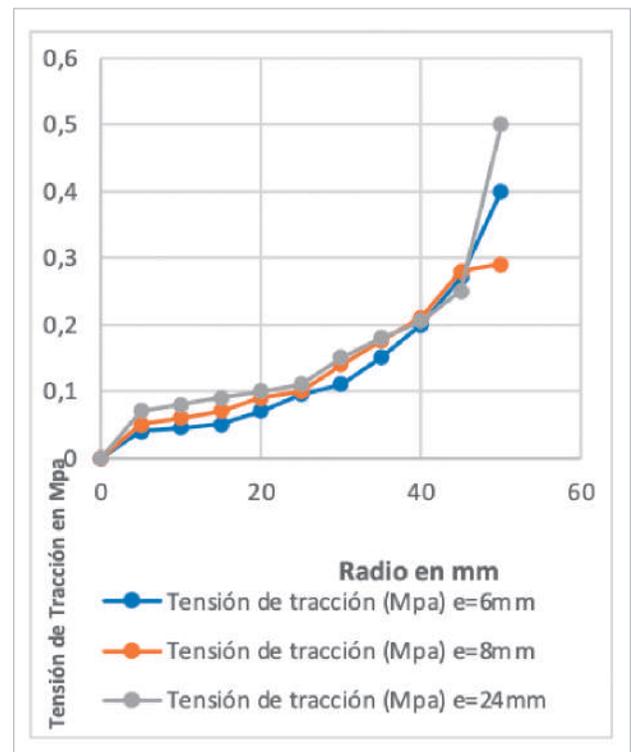


Figura 4: Mallado para análisis tensional

De acuerdo a lo sugerido como valor mínimo para el ensayo se considera una carga en las mordazas de 1570 N. que es el necesario para producir una tensión de tracción de 0.20 Mpa. Considerando los ensayos realizados, el patrón de esfuerzos tensionales en el riego de liga, varía de menos a más desde del centro de la probeta hacia la superficie, variando también de acuerdo a la distancia de aplicación de la carga de las mordazas, es decir que las tensiones que se presentan con separación mínima de mordazas son mayores a las que se presentan con mayor separación, considerando siempre al riego de liga en el centro de la distancia entre mordazas.

Gráfica 1: Tensiones de tracción de acuerdo a la separación entre mordazas



4. ANÁLISIS TENSIONAL DE LA INTERFASE E INCIDENCIA DE LA IMPORTANCIA DEL RIEGO DE LIGA EN LA VIDA ÚTIL DE UN PAVIMENTO

Dentro del análisis tensional de deformaciones se debe considerar que las capas se encuentran correctamente adheridas entre si y se evalúa las tensiones que debe resistir el riego de liga para garantizar la adherencia entre capas, analizando la distribución de los esfuerzos de corte a través del método de elementos finitos, con el desarrollo de una malla para el cálculo en la que se pueda definir diferentes paquetes estructurales bajo la carga del eje de un vehículo.

Correspondería realizar el análisis a dos tipos de carga, las máximas admisibles en nuestro país y las más usuales que serían:

Tabla 1: Pesos máximos admisibles

	PESO MÁXIMO PERMITIDO (TONELADAS)	PESO POR RUEDA (TONELADAS)
Eje sencillo de dos llantas	7,00	3,50
Eje sencillo de cuatro llantas	11,00	2,75

Fuente: VÍAS BOLIVIA – ADMINISTRADORA DE RODAJE Y PESAJE. LEY 441

Podemos identificar dos situaciones tipo que deberían considerarse para un análisis tensional del paquete estructural:

- Una primera alternativa considerando una base de concreto asfáltico con una carpeta de rodadura de concreto asfáltico. (óptimas condiciones)
- Una segunda alternativa considerando una base granular y carpeta de rodadura de concreto asfáltico

Como primer paso se debe realizar un análisis de sensibilidad al paquete estructural identificando la pérdida de vida útil considerando la adherencia entre capas. La Universidad Nacional de Rosario – Argentina, ha desarrollado un programa específico (BackVid), utilizando el método de la mecánica del continuo, que realiza el análisis de la vida útil de un pavimento por cada capa en función a criterios de falla definidos para cada una de ellas, en

función a un cálculo de tensiones (tensiones de tracción en capas cementadas), deformaciones (en capas asfálticas) y deformaciones verticales de compresión (en capas granulares).

Tabla 2: Relación de vida útil

ESTADO DE LA INTERFASE	VIDA ÚTIL			
	BASE ASFÁLTICA		BASE GRANULAR	
	espesor carpeta	espesor base	espesor carpeta	espesor base
	7	7	5	15
ADHERIDA	15		5	
NO ADHERIDA	4		2,5	
% RELACIÓN DE VIDA ÚTIL	26,67		50,00	

La anterior tabla nos muestra un ensayo realizado para ambas situaciones particulares, donde se observa que la caída de la vida útil de un pavimento sin adherencia entre capas reduce hasta en un 50% la vida útil del mismo considerando el caso más común en nuestro medio que es el de una base granular con una carpeta de rodadura con concreto asfáltico, demostrando así la importancia del riego de liga como elemento adherente en el paquete estructural.

El análisis tensional considerando las cargas de ejes de la tabla 1, deberán realizarse en el caso de rueda simple referida a su centro y en el caso de rueda doble referida al centro del conjunto.

El caso más común y desfavorable es el de base granular y carpeta asfáltica, revisando estudios realizados se ha identificado que variando espesores de carpeta asfáltica cambian también las tensiones de corte en el riego de liga, presentándose mayores esfuerzos a menores espesores de carpeta. Se han podido obtener valores que oscilan desde 0.3 a 0.75 Mpa.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Con relación a la vida útil de un pavimento de concreto asfáltico considerando ambos casos, la adherencia entre capas es fundamental para garantizar la durabilidad del mismo. La situación más desfavorable corresponde a una base granular con una carpeta

asfáltica, cuyo orden de pérdida de vida útil alcanza hasta el 50% en caso de no garantizar la adherencia entre capas, motivo por el cual se debe normalizar los controles constructivos en la aplicación del riego de liga.

- Por otra parte, en el análisis tensional de la interface se identifica que las tensiones generadas en paquetes con base granular son mucho mayores a las que tienen base asfáltica, más aún cuando los espesores de carpeta van disminuyendo, coincidiendo este aspecto con la reducción de vida útil en esta combinación de suelo granular con asfalto a causa de una mala adherencia, razón por la cual es imprescindible garantizar una ligadura entre capas y un control adecuado de espesor de la carpeta que garantice una estructura durable a largo plazo.
- Asimismo, del análisis tensional se verifica que los mayores esfuerzos cortantes para el riego de liga se dieron para bases granulares con espesores delgados de carpeta, existiendo variación en las tensiones que son función de diferentes aspectos del ensayo a tracción tales como: ubicación y separación de las mordazas, obteniéndose mayores tensiones en los bordes en relación con el centro de la probeta.
- En resumen, la mala adherencia entre capas de una estructura de pavimento reduce en forma considerable la vida útil del mismo, por lo cual es necesario normalizar los estudios con relación al riego de liga, para efectos de control en obra, de manera que no se produzcan en nuestros pavimentos fallas tempranas que encarezcan el mantenimiento de las vías recién construidas.

Bibliografía

(s.f.).

Campana, P. (2002). Consideración de la Adherencia entre capas asfálticas en el análisis estructural. *XXXII reunión del Asfalto de la Comisión Permanente del Asfalto*. Buenos Aires - Argentins .

Giovanon, M. I. (2009). RIEGO DE LIGA Y SU IMPORTANCIA ESTRUCTURAL. *CARRETERAS*, 58-65.

P., E. M. (2001). *Metodos de Ensayos para Evaluar la Adherencia entre Capas de Pavimentos Flexibles*. Rosario - Argentina: Facultad de Ciencias Exactas U.N.R.

