

## **CAL HIDRATADA**

### **Un aditivo probado para la durabilidad de los pavimentos asfálticos**



European Lime Association  
Association européenne de la Chaux  
Europäischer Kalkverband

**Ahora más que nunca**, las autoridades relacionadas con el transporte tienen como reto:

- obtener mejores respuestas de sus inversiones en pavimentos,
- minimizar las molestias públicas que resultan de la reparación y mantenimiento de los pavimentos que fallan prematuramente.

Para maximizar o ampliar la vida de sus inversiones en los pavimentos, dichas autoridades están buscando soluciones fiables y probadas.

## PRINCIPALES DESGASTES DE LA CARRETERA

### Daño inducido por la humedad

El daño inducido por la humedad de los pavimentos ocurre cuando la fuerza de enlace físico entre el betún y los áridos se debilita por la infiltración de la humedad. Esto da lugar a una gran variedad de síntomas de deterioro del pavimento tales como raspados, deshilachados, baches, etc.



Daño inducido por la humedad

### Rodera

Se define a menudo como la deformación permanente del asfalto, causada cuando las tensiones en el pavimento exceden la elasticidad o la capacidad de recuperación del material. Las situaciones de carga del pavimento de alta energía, tales como el tráfico de camiones y las intersecciones concurridas, pueden exacerbar el daño producido por las roderas.



Rodera

### Oxidación y Envejecimiento

La oxidación y el envejecimiento del asfalto ocurren en un cierto plazo, generando menos elasticidad e incluso pavimentos frágiles. En concreto, las moléculas polares del betún reaccionan con el ambiente, haciendo que la mezcla se ponga rígida y que sea menos capaz de recuperarse de la energía de carga. El agrietamiento y el endurecimiento de los pavimentos de rodadura son solamente dos síntomas que se muestran en los pavimentos envejecidos. Como es de imaginar, la carga de los pavimentos de alta energía, que viene de altos niveles del tráfico y de cargas de tráfico de camiones, aumenta la amenaza del daño del pavimento en estos pavimentos débiles e inelásticos.



Grietas por oxidación

### Grietas

Como se describe anteriormente, las grietas pueden resultar de la fatiga inducida por el tráfico mientras que el pavimento se debilita y se convierte en menos elástico en un cierto plazo. Sin embargo, las grietas también pueden ocurrir por condicionamientos ambientales, tales como las bajas temperaturas, o en localizaciones donde hay grandes oscilaciones de la temperatura diurna. Estas condiciones pueden contribuir a la fisuración debido a la inelasticidad de los pavimentos, como a las tensiones inducidas por la temperatura (expansión/contracción).



Grietas

**Durante más de 50 años**, se ha demostrado que la cal hidratada es la referencia mundial de los modificadores de asfalto para mitigar el daño de la humedad.

Sin embargo, como el uso de la cal ha crecido, se han identificado y cuantificado otras ventajas en laboratorio y por parte de las autoridades relacionadas con el transporte. Como resultado de esto, ahora la cal se considera un modificador multifuncional del asfalto.

## LA CAL ACTÚA COMO MODIFICADOR MULTIFUNCIONAL DEL ASFALTO PARA AMPLIAR LA VIDA DEL PAVIMENTO

Cuando se agrega cal hidratada al asfalto, reacciona con el árido, consolidando el enlace entre el betún y la roca. Además, la cal hidratada reacciona con las moléculas altamente polares del betún, bloqueando la formación de jabones solubles en el agua. Estos jabones dan lugar a una fuerza en enlace más débil, y contribuyen así al daño por humedad. En vez de esto, la cal promueve la formación de sales basadas en el calcio insolubles que no atraen el agua al sistema.



Resistencia a Tracción Indirecta (©BRRC)

A diferencia de la mayoría de los “fillers” (reellenos) minerales, que son inertes, la cal hidratada es químicamente activa. Cuando la cal se dispersa a través de la mezcla, reacciona con el betún, eliminando componentes indeseables mientras que hace que la mezcla asfáltica sea más rígida y resistente a mayores temperaturas. Esto da lugar a una mezcla asfáltica que es más resistente a la formación de roderas y al agrietamiento por fatiga. La adición de cal hidratada, sin embargo, no hará que la mezcla llegue a ser más frágil a bajas temperaturas. A bajas temperaturas, la cal hidratada es menos activa químicamente y se comporta como un “filler”, un mineral inerte.



Ensayo de Deformación en Pista (©BRRC)

La cal hidratada reduce el índice de envejecimiento del pavimento del asfalto retardando la oxidación de muchos tipos de betún. Esto es debido a que la cal reacciona con las moléculas altamente polares del betún, retardando el índice de cambio de la química del betún. Por lo tanto, el pavimento sigue siendo más flexible a lo largo del tiempo, y se protege del agrietamiento frágil durante más años que sin la contribución de la cal.



Ensayo de Envejecimiento con Cilindro Rotativo (©BRRC)

Mientras que los pavimentos envejecen, el agrietamiento comienza a menudo con la formación de microfisuras, que alternadamente, se unen para formar macrofisuras que dañan el pavimento. Las partículas de cal hidratada pueden interceptar y desviar estas microfisuras cuando comienzan a formarse. Además, como “filler” químicamente activo, la cal reduce el agrietamiento más que los “fillers” inactivos. Esto se explica porque la cal reacciona con los elementos dentro del betún, formando partículas más grandes que puedan ser capaces de interceptar y desviar mejor las microfisuras, evitando que crezcan juntas en grietas más grandes, que contribuyen al deterioro del pavimento.



Ensayo de Espécimen Restringido de Tensión Térmica (©BRRC)



## MÉTODOS DE ADICIÓN DE CAL HIDRATADA PARA ASFALTAR

La cal hidratada se puede agregar a la mezcla asfáltica caliente por varios métodos. Los métodos de adición usados más comúnmente son los siguientes:

### Método de adición al tambor

En todo el mundo, la cal hidratada se agrega sobre todo en su forma seca pura, pero se puede mezclar también con caliza fina para producir un "filler" activo ("filler" mezclado). Dependiendo de la tecnología de producción de mezclas asfálticas calientes (HMA) usada, la cal se añade al tambor junto con los "fillers" minerales, o se mezcla con otros finos en el grupo de tratamiento.

### Cal seca en el método del árido húmedo

Este método implica medir la cal sobre una cinta de alimentación fría. Normalmente, la cal se adhiere suavemente al árido mojado superficialmente.

### Método de la lechada de cal

Este método utiliza una lechada de cal, una mezcla de cal y agua, que se aplica al árido en un porcentaje medido. Dicho método asegura una cobertura superior de la cal en la superficie de la roca. Después de que se aplique la lechada, el árido se puede alimentar directamente en la planta ó añadirse a la pila de cal durante un periodo de tiempo, permitiendo que la cal reaccione con las impurezas (tales como la arcilla) en la superficie del árido.

## ESPECIFICACIONES DE LA CAL HIDRATADA EN EL ASFALTO

La cal hidratada se ha utilizado durante muchas décadas en los EE.UU. donde se agrega actualmente a 50 millones de toneladas aproximadamente de pavimento asfáltico por año. En algunas regiones, la adición de la cal es obligatoria. En los EE.UU., los investigadores y las autoridades relacionadas con el transporte han llegado a la conclusión de que la cal amplía la vida del pavimento hasta el 38%.<sup>[1]</sup>

En Europa, la cal hidratada también se ha utilizado durante muchos años. Recientes investigaciones han establecido que la cal da lugar a múltiples ventajas para las mezclas asfálticas: calientes, templadas y frías, así como para el reciclaje "in-situ" frío. La adición de cal hidratada previene los deterioros prematuros y aumenta la vida del pavimento.<sup>[2], [3], [4], [5], [6]</sup>

La cal hidratada se define según la norma:

**EN 459:** *Cales para la construcción*

La cal hidratada puede ser especificada:

- Como un aditivo según la norma:

**EN 13108:** *Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales.*

- Como "Filler" mezclado según la norma:

**EN 13043:** *Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras zonas pavimentadas.*

Después de años de investigación, algunos países europeos han convertido el uso de la cal hidratada en mezclas asfálticas como obligatorio en sus reglamentos nacionales para sus carreteras locales, nacionales y autopistas.

<sup>[1]</sup> Sebaaly, P.E., Hitti, E., and Weitzel, D. "Effectiveness of lime in Hot-Mix Asphalt Pavements," *Journal of the Transportation Research Board*, N° 1832, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 2003, pp. 34-41.

<sup>[2]</sup> Schneider, M.; Schellenber, K.; Ritter, H.-J.; Schiffner, H.-M. "Improvement of asphalt properties by addition of Hydrated Lime" – field test/mixing (AiF-No. 12542N), Report-No. 2/02, Research Foundation for Lime and Mortar, Cologne

<sup>[3]</sup> P.C. Hopman, A. Vanelstraete, A. Verhasselt "Active filler as asphalt modifier", AIPCR/PIARC, Use of modified bituminous binders, special bitumens and bitumen with additives in road pavements, March 1999, P. 199

<sup>[4]</sup> S.Vansteenkiste, J.De Visscher, F.Vervaecke, A.Vanelstraete and R.Reynaert, 'Validation of the indirect tensile strength ratio (ITSR) as a performance indicator for water sensitivity of asphalt pavements', *Proceedings of the 4th Eurasphalt & Eurobitume Congress*, Copenhagen, 21-23 May 2008.

<sup>[5]</sup> Dallas N. Little, Didier Lesueur and Jon Epps. "Effect of hydrated lime on the rheology, fracture and aging of bitumes and on the performance of asphalt mixtures", AIPCR/PIARC, Use of modified bituminous binders, special bitumens and bitumen with additives in road pavements, March 1999, P. 200

<sup>[6]</sup> Jaskula P., Judycki J., "Evaluation of effectiveness of hydrated lime additive in protecting asphalt concrete against water and frost", *The 6th International Conference, Environmental Engineering*, Vilnius, May 26-27, 2005, s.5.