



¿Qué es el asfalto espumado, se puede utilizar en Costa Rica?

Ing. Mónica Jiménez Acuña
 Unidad de Investigación, PITRA

Introducción

Los asfaltos espumados son una técnica que se ha utilizado con éxito en distintos países en la producción de mezclas asfálticas tibias, por lo que, es importante conocer acerca de este tema para introducir su uso en nuestro país.

Con este objetivo, en este boletín se resumen la definición, la historia, las propiedades y especificaciones, el diseño de mezcla en laboratorio, las aplicaciones y las ventajas que permiten de manera introductoria dar a conocer esta tecnología en nuestro medio.

Definición de asfalto espumado

El asfalto espumado o ligante expandido es producido mediante un proceso mecánico

en el cual se inyecta, con ayuda de aire presurizado, una cantidad pequeña de agua (entre 1 % y 2 % sobre el peso de ligante) al asfalto caliente (160 °C a 180 °C) dentro de una cámara de expansión, lo que genera instantáneamente el efecto de espuma en el asfalto (Figura 1).

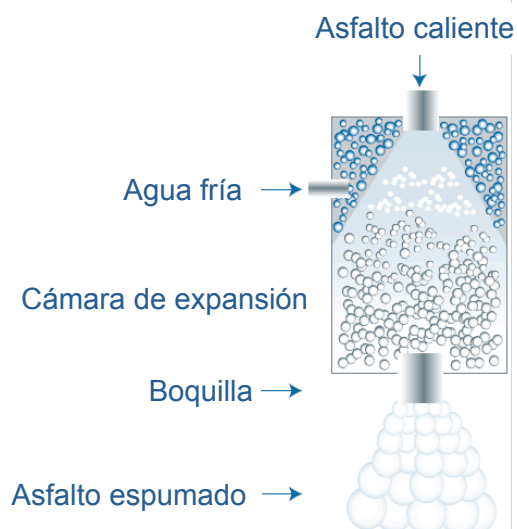
El efecto de espuma se produce en el momento que las pequeñas gotas de agua fría entran en contacto con el asfalto caliente, lo que ocasiona transferencia de energía entre el asfalto y el agua que eleva la temperatura del agua a más de 100°C y la evapora instantáneamente, se crean burbujas de

vapor que se encapsulan dentro del asfalto. Esta mezcla se libera a través de la boquilla y el vapor encapsulado se expande formando burbujas de asfalto aumentando su volumen (de 10 a 12 veces mayor) que alcanza el equilibrio debido a la tensión

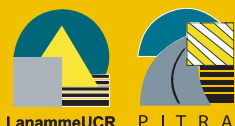
Figura 1

Esquema de producción de asfalto espumado.

Tomada de: "Warm-Mix Asphalt: European Practice", FHWA, 2008.



Comité editorial del boletín



2011

Ing. Luis Guillermo Loría Salazar
 Coordinador General PITRA, LanammeUCR

Sra. Ana María Arroyo Acosta
 Unidad de Capacitación y Transferencia Tecnológica, PITRA

Mauricio Bolaños Barrantes
 Diseñador Gráfico. Unidad de Capacitación y Transferencia Tecnológica, PITRA

superficial. Este proceso reduce la viscosidad del asfalto lo que permite el mezclad con los agregados humedecidos a temperatura ambiente. Sin embargo, este equilibrio dura menos de 1 minuto debido a la baja conductividad térmica del asfalto y del agua. Una vez que el asfalto espumado llega a temperatura ambiente las burbujas de vapor colapsan por condensación y se desintegra la espuma. El asfalto recupera su volumen inicial (Thenoux y Jamet, 2002).

Historia

En la Universidad Estatal de Iowa, en el año 1956, se utilizó un proceso de inyección de vapor al asfalto para formar la espuma, para construir caminos por la Armada norteamericana en las islas del Pacífico utilizando como agregado cenizas volcánicas. Posteriormente, en los años 60, la empresa Mobil Oil de Australia adquirió los derechos de la patente de invención automatizando el proceso de inyección de agua. Este proceso pudo ser internacionalizado hasta que la patente expiró en los años 90, a partir de esto el uso de asfaltos espumados han sido investigados, probados e implementados y se ha expandido alrededor del mundo.

Propiedades y especificaciones

El asfalto espumado es caracterizado principalmente, por medio de dos propiedades:

• **Razón de expansión (ER):** es la medida de viscosidad de la espuma y determina que tan bien está dispersa la mezcla. Indica la trabajabilidad del asfalto y su capacidad de recubrir los agregados. Se calcula como la división del volumen máximo de asfalto espumado entre el volumen original de asfalto (Figura 2).

• **Vida media ($\tau_{1/2}$):** es la medida de la estabilidad del asfalto espumado e indica la tasa de colapso de la espuma. Se calcula como el tiempo en segundo que toma el asfalto espumado en colapsar a la mitad de su volumen máximo (Figura 2).

Se ven afectadas en orden de influencia por: la temperatura del asfalto, que a mayor temperatura mejor "espumación" se consigue, es recomendable utilizar temperaturas mayores a 149 °C (Abel, 1978); la cantidad de agua adicionada, al aumentar la cantidad de agua incrementa el volumen de espuma hasta 1500 veces (Wirtgen, 2004), pero esto produce que la vida media se reduzca, por lo tanto estas dos características están inversamente relacionadas con respecto a la cantidad de agua añadida; el uso de aditivos, por ejemplo, los compuestos de silicona hacen perder la capacidad de espumación del asfalto; la presión del asfalto y agua, mayores presiones permiten una mejor "atomización" de las partículas que mejora la uniformidad de la espuma; y la viscosidad del asfalto, no es concluyente

la influencia de esta propiedad sobre la razón de expansión y la vida media.

En cuanto a la medición de estos parámetros en el laboratorio, los resultados dependen del tamaño del recipiente donde se mide la espumación, por lo que es muy importante, estandarizar el tamaño para obtener resultados reproducibles.

Las especificaciones mínimas aceptables (Wirtgen, 2004) para una estabilidad efectiva del espumado son:

Razón de expansión = 8 veces
Vida media = 6 segundos

Si estas no se cumplen, se tiene que descartar el asfalto pues no es adecuado para espumar.

Como se ve que el contenido de agua a añadir es tan importante para la espumación, esta se debe diseñar por lo que, en el laboratorio se deben adicionar distintos porcentajes de agua sobre masa de asfalto y graficar la expansión y la vida media para obtener el contenido de agua a utilizar en la planta de producción. Se pueden usar los siguientes porcentajes: 2 %, 3% y 4% por ejemplo, y graficar ambas características en un mismo gráfico como se muestra en la Figura 3.

Diseño de mezcla asfáltica en laboratorio

Una vez encontrado el contenido óptimo de agua a añadir para la espumación del asfalto, se puede continuar con el diseño

de mezcla asfáltica, que contempla varias etapas:

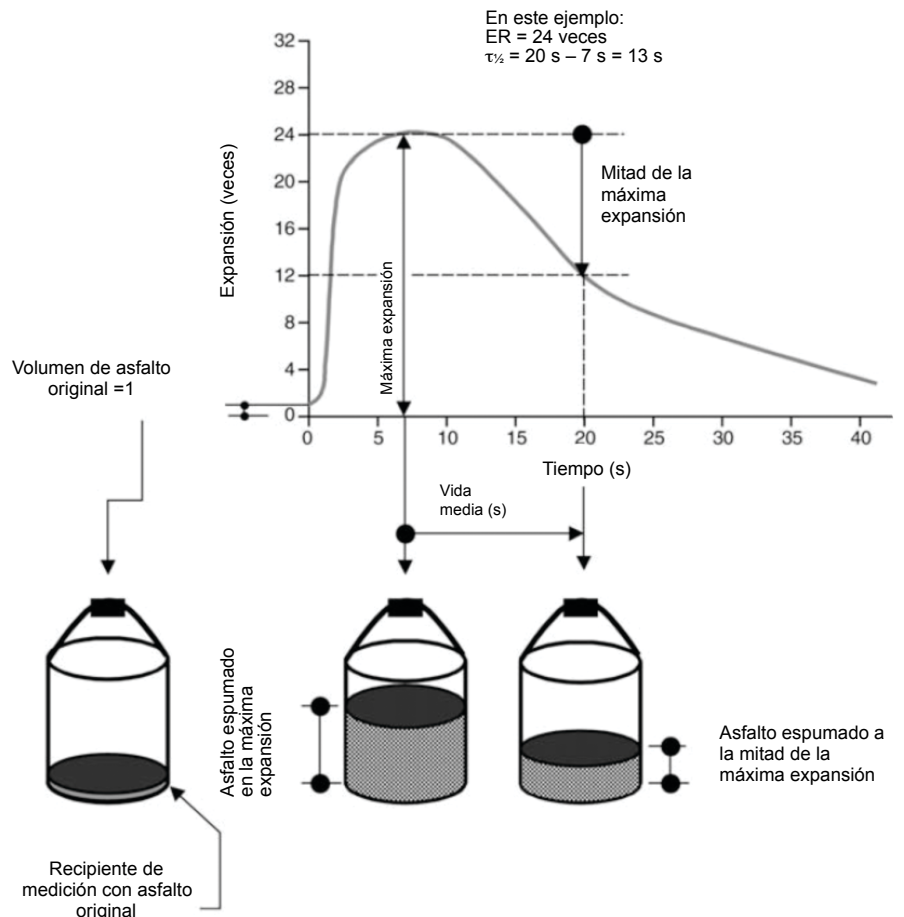
1. Caracterización del agregado
2. Determinación del contenido de humedad óptimo de la mezcla
3. Determinación del contenido de asfalto óptimo
4. Caracterización del desempeño de la mezcla asfáltica óptima

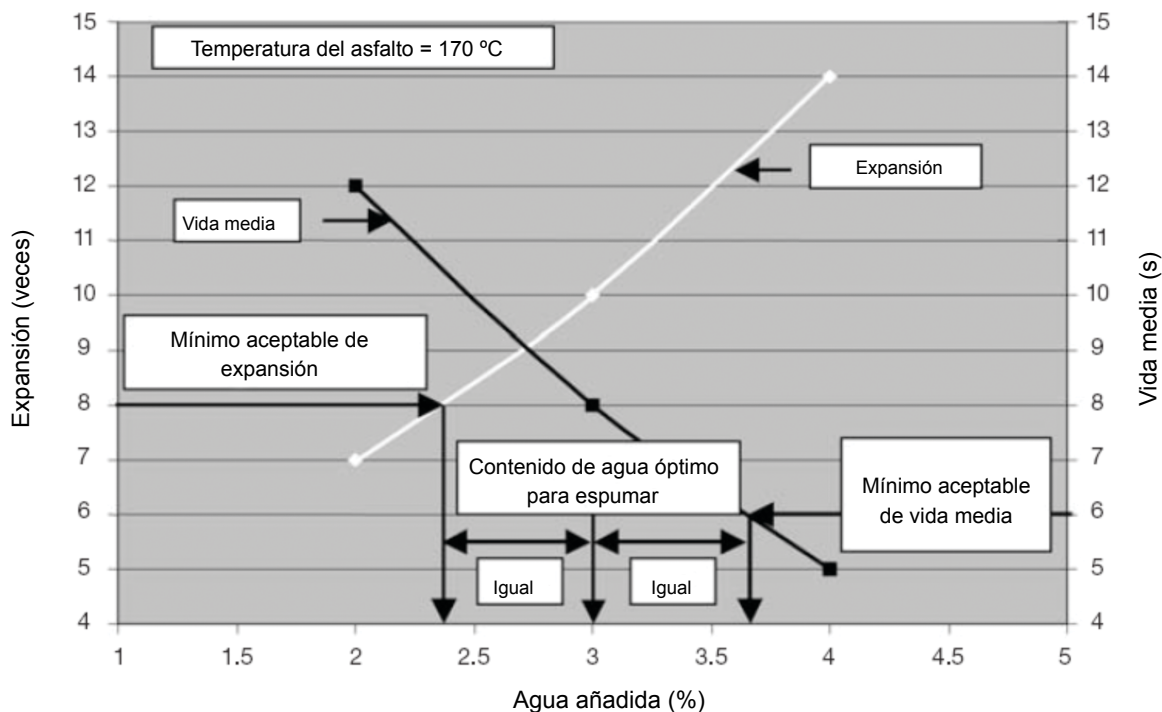
• **Caracterización del agregado:** El asfalto espumado se puede mezclar con distintos tipos de agregados, desde arenas hasta gravas quebradas y material de reciclado de pavimentos antiguos (RAP). Se debe estudiar la granulometría y el índice de plasticidad de los materiales. Es muy importante hacer notar que materiales con poca cantidad de finos no se mezclará bien con el asfalto espumado, por lo que se especifica un mínimo de 5 % pasando el tamiz de 0,075 mm (N° 200). Cuando el material es deficiente en la cantidad de finos se recomienda utilizar cemento o cal u otro material fino. Se presenta en la Figura 4 las especificaciones de granulometría de los materiales para establecer si son adecuados para mezclar con el asfalto espumado.

Figura 2

Gráfico de la razón de expansión (ER) y vida media ($\tau_{1/2}$) del asfalto espumado.

Tomada de: "Cold Recycling Manual", Wirtgen Group, 2004.





• **Determinación del contenido de humedad óptimo de la mezcla:** se tiene que realizar el ensayo de Próctor Modificado para encontrar el contenido de agua óptimo a la máxima densidad. Este dato se tiene que tomar el 75 % como el contenido de humedad óptimo de la mezcla. Esta cantidad de agua es muy importante debido al efecto lubricante sobre las partículas a la hora de mezclar con el asfalto espumado.

• **Determinación del contenido de asfalto óptimo:** la temperatura para mezclar el asfalto y los agregados debe estar entre 13 °C y 23 °C para obtener un buen recubrimiento de los agregados aunque aumentar la temperatura de los agregados ayuda a mejorar este recubrimiento, se tienen que preparar 6 especímenes Marshall a 75 golpes con distintos contenidos de asfalto entre 1 % y 3 % asegurando un buen recubrimiento de los agregados con el asfalto. También se

preparan 2 especímenes para obtener la volumetría de la mezcla. Los especímenes compactados se tienen que someter a un acondicionamiento acelerado en el laboratorio a una temperatura de 60 °C por 3 días en un horno. Luego se determina la resistencia a Tracción Indirecta de especímenes secos y especímenes saturados (sumergidos en agua durante 24 horas a 25 °C). El contenido de asfalto óptimo es el contenido en el que se presenta la resistencia a tracción indirecta máxima de los especímenes saturados (Figura 5).

• **Caracterización del desempeño de la mezcla asfáltica óptima:** Una gran mayoría de las investigaciones y estudios emplean los parámetros: CBR, Compresión inconfínada, Tracción Indirecta (Susceptibilidad al daño por humedad), Módulo Resiliente y Resistencia a la Fatiga (Thenoux y Jamet, 2002).

Figura 3

Proceso de optimización de la razón de expansión y la vida media. Tomada de: "Cold Recycling Manual", Wirtgen Group, 2004.

También es muy importante medir la resistencia a la deformación permanente de estas mezclas.

Aplicaciones

Los asfaltos espumados se pueden utilizar para la fabricación de capas de rueda, y las aplicaciones principales de esta técnica es el reciclado en frío de capas asfálticas existentes y la estabilización de suelos. Esto puede realizarse en el sitio de

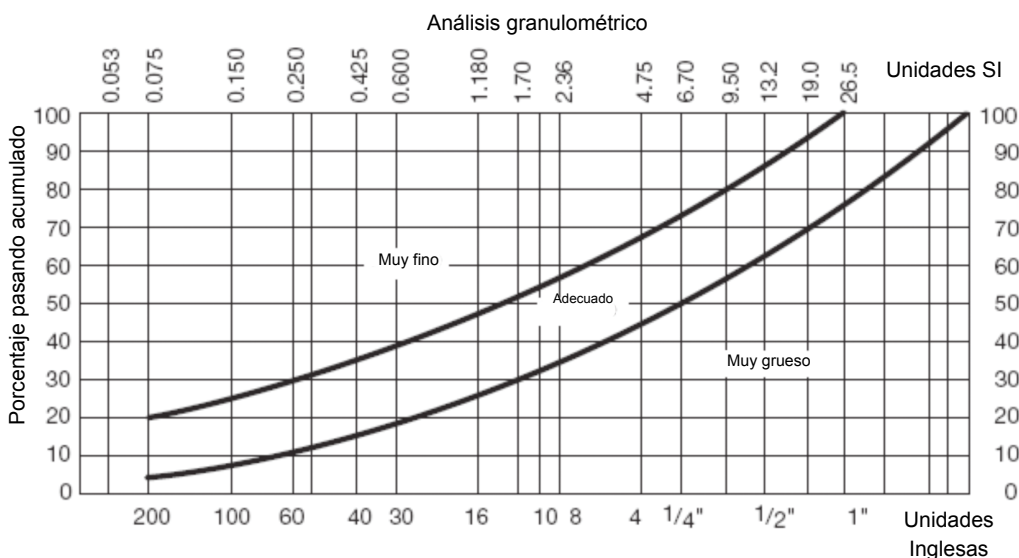


Figura 4

Granulometrías para utilizar asfaltos espumados. Tomada de: "Cold Recycling Manual", Wirtgen Group, 2004.

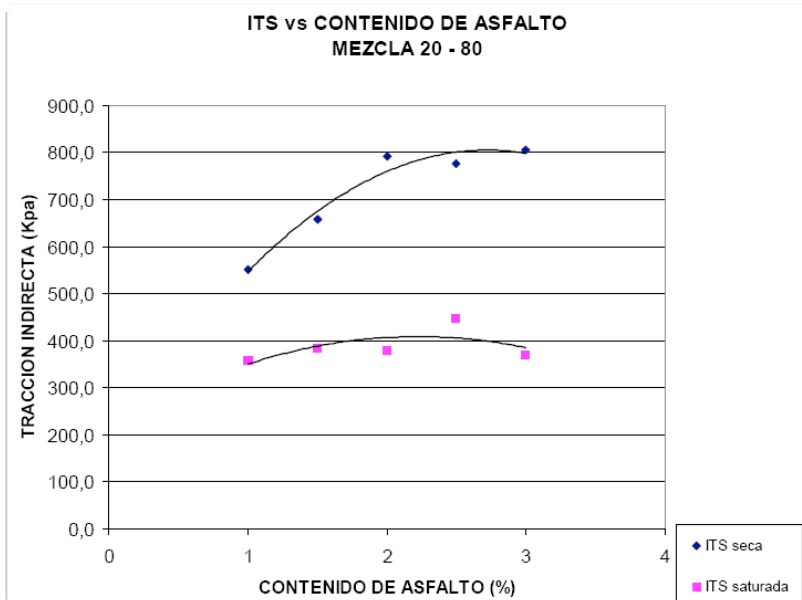


Figura 5

Gráfico para determinar el contenido óptimo de asfalto.

Tomada de: "Tecnología del asfalto espumado y diseño de mezcla", Thenoux y Jamet, 2002.

Figura 6

Proyecto de reciclado con asfalto espumado en Inglaterra.

Tomada de:

<http://www.highwaysmaintenance.com/foambit.htm>, 2010.



la pavimentación o en planta dependiendo de la importancia del proyecto. Es posible también aplicar algún tipo de sello sobre la superficie de tipo lechada asfáltica.

Ventajas de utilizar asfaltos espumados

Esta técnica presenta las siguientes ventajas (Muthen, 1998):

- Como estabilizante puede utilizarse junto con una gran variedad de tipos de agregados.
- Aumenta la resistencia a cortante y reduce la susceptibilidad al daño por humedad de los materiales granulares estabilizados, da mayor rigidez a la capa de base volviéndola flexible y resistente a la fatiga.

- Reduce los costos de transporte y ligante, pues el asfalto espumado requiere menor cantidad de ligante y agua comparado con otras técnicas de mezclas en frío.

- Ahorro en los tiempos de puesta en servicio, pues se puede abrir al tránsito casi inmediatamente después de haber sido compactada la capa.

- Conservación de energía, solo se necesita calentar el asfalto antes de ser espumado, los agregados se pueden mezclar en frío y húmedos (no requieren de secado).

- Amigable con el ambiente, no se presenta evaporación de volátiles en todo el proceso desde el mezclado hasta el curado.

- Se puede apilar la mezcla sin riesgo de que el asfalto exude, pues se

mantiene la mezcla trabajable por largos periodos lo que además evita las restricciones de tiempo en conformación, compactación y acabado de la capa de ruedo.

Como desventajas podemos mencionar que presenta una apariencia engañosa pues tiene un aspecto café más que negro y brillante, con el tiempo es que se pone de color negro. Por su simplicidad puede ocasionar que los controles de calidad sean menospreciados, pero como todo proyecto de pavimentación se requiere de la atención y cuidado de todo el proceso.

Como toda nueva tecnología hay aspectos por investigar y acumular experiencia, pero definitivamente sí es factible el uso de asfaltos espumados en nuestro país.

Bibliografía:

1. Asphalt Institute. The Asphalt Handbook, Manual Series, Edición 2008, Kentucky, USA
2. FHWA. "Warm-Mix Asphalt: European Practice". Washington D.C., Estados Unidos. 2008
3. Muthen, K. M. "Foamed Asphalt Mixes Mix Design Procedure". Pretoria, Sudáfrica. 1998.
4. Thenoux, G.y Jamez, A. "Tecnología del asfalto espumado y diseño de mezcla". Revista Ingeniería de Construcción Pontificia Universidad Católica de Chile, (en imprenta), Santiago, Chile. 2002.
5. Wirtgen, GmbH. "Cold Recycling Manual". Windhagen, Alemania. 2004.
6. Sitio web:
<http://www.highwaysmaintenance.com/foambit.htm>, 2010.

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Coordinador General:

Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, MSc, Candidato a PhD,

Subcoordinador:

Ing. Fabián Elizondo, MBa.

Unidades:

Unidad de Auditoría Técnica

Coordinadora: Ing. Jenny Chaverri, MScE.

Unidad de Investigación

Coordinador: Ing. Fabián Elizondo, MBa.

Unidad de Evaluación de la Red Vial

Coordinador: Ing. Roy Barrantes

Unidad de Gestión Municipal

Coordinador: Ing. Marcos Rodríguez, MSc.

Unidad de Capacitación y Transferencia Tecnológica

Coordinadora: Lic. Irene Matamoras Kikut

Unidad de Desarrollo de Especificaciones Técnicas

Coordinador: Ing. Jorge Arturo Castro

Unidad de Puentes

Coordinador: Ing. Rolando Castillo, PhD.

Ing. Guillermo Santana, PhD.