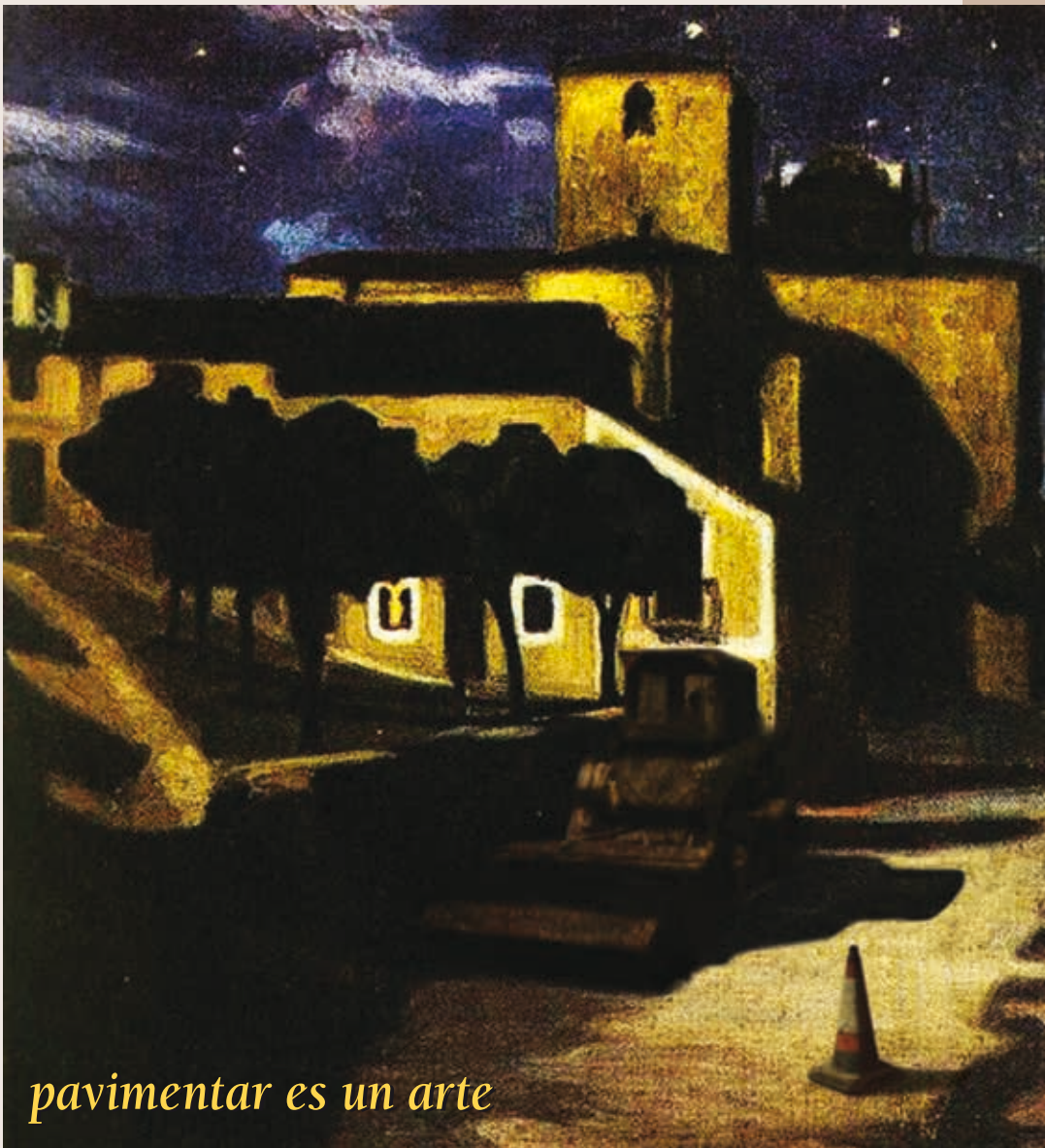


ASFÁLTICA

REVISTA TÉCNICA



pavimentar es un arte

- ☞ **Mezclas asfálticas tibias fabricadas con asfalto espumado**
- ☞ **Prueba de compresión cíclica para deformación permanente en mezclas asfálticas**





“ Con la reconstrucción
de la autopista,
me siento más segura ”

Beatriz Salcedo
Profesionista



Pavimento de Larga Duración
"Everpave"
Autopista México-Puebla

ergonasfaltos.com

 **Ergon® Asfaltos
México**

VANGUARDIA TECNOLÓGICA. SERVICIO TÉCNICO DE ALTO NIVEL.



PRENSA TSR (NIVEL I), MARSHALL,
SCB, CBR, TRIAXIAL



PRENSA SERVO-HIDRÁULICA 30 KN,
MÓDULO DINÁMICO (NIVEL III)



4PB AUTÓNOMO SERVO-NEUMÁTICO,
FATIGA (NIVEL IV)

NUESTRAS MARCAS

MATEST
PAVETEST



Certificadas en ISO 9001
Estricta conformidad
Protocolo AMAAC,
Normas AASHTO y ASTM

MATECH OF AMERICAS CORP.,
S. DE R.L. DE C.V.

Lago Chapala Oriente #9,
Col. Manantiales, San Pedro Cholula,
C.P. 72760, Puebla, MEXICO

Tels. (+52) 22 25 03 46 53 / 54

Mail. info@matech.mx

www.matech.mx | www.matest.com

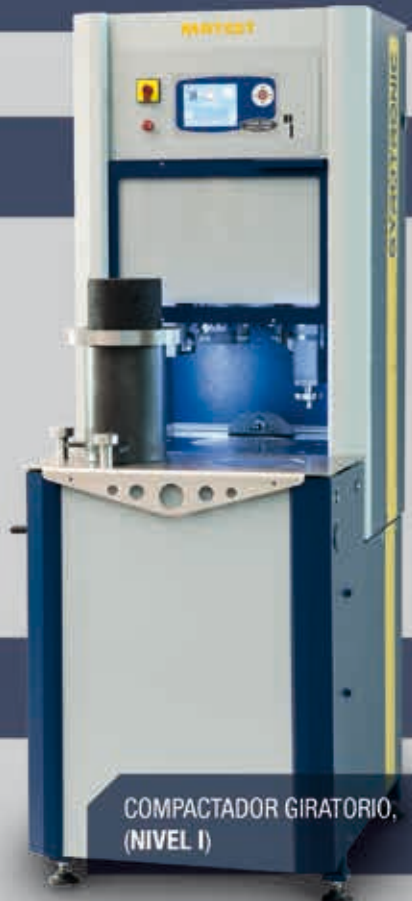
www.pavetest.com | www.instrotek.com



RUEDA DE HAMBURGO,
(NIVEL II)



Hamburg Wheel
Tracker in USA



COMPACTADOR GIRATORIO,
(NIVEL I)

Sumario

Presidente

Jorge Alarcón Ibarra

Vicepresidentes

Víctor M. Cincire Romero Aburto

Juan Adrián Ramírez Aldaco

Benjamín Escudero Rivas

Secretario

Hugo Bandala Vázquez

Tesorero

Santiago Villanueva Martínez

Vocales

Luis Enrique Ramírez Soto

Alejandro Díaz Cruz

Ricardo Buzo Romero

Javier Herrera de León

Jorge García Ascencio

Fernando Martín del Campo Aviña

Alejandro Mungaray Moctezuma

Luis Carlos Soto Moreno

Comité de Vigilancia

Israel Sandoval Navarro

Comisión de Honor

Roberto Garza Cabello

Ignacio Cremades Ibáñez

José Jorge López Urtusuástegui

Director General

Jorge E. Cárdenas García

dirgral@amaac.org.mx

www.amaac.org.mx

Diseño y formación

Lizbeth de Lucio



Asociación Mexicana
del Asfalto, A.C.

4 Mezclas asfálticas tibias fabricadas con asfalto espumado

15 Prueba de compresión cíclica para deformación permanente en mezclas asfálticas

27 Qué porcentaje de nuestras carreteras son de asfalto (¿versus concreto?)

32 Amor, paz y... asfalto

34 La impresora 3D es el futuro para la reparación de carreteras

39 Las relaciones familiares en sus empresas

Editorial

El estudio del asfalto es un arte... su comportamiento no es común, podemos observarlo desde diferentes perspectivas, no siempre tiene la respuesta que se espera de él y esto puede generar nuevas y mejores preguntas para entenderlo, por ello vale la pena estudiarlo.

Nos encontramos a pocos meses de la realización del XX Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto, México 2019, evento que reunirá a los mejores especialistas de más de veinte países, todos ellos relacionados con la investigación e innovación aplicada al maravilloso producto que da nombre a nuestra revista **ASFÁLTICA**.

Será el espacio perfecto para presentar los avances tecnológicos, intercambiar experiencias técnicas, pero sobre todo, para estrechar los brazos fraternales con la gran familia que se ha formado, y que crece cada día más, en torno a uno de los eventos más trascendentales en el mundo y que nos mantiene unidos gracias al Asfalto.

Será un gran honor y un placer para todos los que formamos parte de AMAAC, recibirlos con los brazos abiertos en la bella ciudad de Guadalajara, pueden estar seguros que haremos todo lo que esté en nuestras manos para hacerlos sentir como en casa.

Agradecemos ampliamente a todos los autores de los trabajos que han hecho llegar al Comité Técnico del XX CILA, por la gran calidad y relevancia de los temas abordados, estamos seguros que este espacio se verá enriquecido con todo el conocimiento desarrollado en ellos ya que la principal razón de ser de nuestra revista **ASFÁLTICA** es la difusión de los avances más importantes en México y el mundo relacionados con nuestro campo.

Sirvan estas líneas para invitar a todos los especialistas, técnicos, funcionarios, empresarios, profesores, estudiantes y personas relacionadas con el uso del asfalto en cualquiera de sus modalidades, a participar en este gran evento que está llamado a ser el más relevante en la historia de AMAAC, su participación es muy significativa para nosotros.

Es necesario que aprovechemos la presencia en nuestro país de tantos especialistas de tan alto nivel para lograr un cambio positivo en torno a la aplicación del asfalto principalmente en la construcción y conservación de infraestructura carretera, tenemos el gran reto de elevar el nivel de servicio de nuestra red vial en los próximos años y este puede ser el parteaguas que una a investigadores, empresarios y funcionarios para alcanzar este importante fin.

Jorge Alarcón Ibarra

Presidente

Undécimo Consejo Directivo



La noche de Ávila (1907)

Diego Rivera 1886-1957

Tras permanecer durante más de cinco años en la Academia de San Carlos, decidió abandonarla. Obtuvo una beca para ir a Europa. Llegó a Madrid, donde realizó obras como *La noche de Ávila*.

*Ilustración sobre el original
Por: Omar Maya V.*

Mezclas asfálticas tibias fabricadas con asfalto espumado

Rey Omar Adame Hernández
Jorge Vázquez Camacho
Ignacio Cremades Ibáñez
Israel Sandoval Navarro
omar.adame@lasfalto.com.mx

Introducción

Las mezclas asfálticas tibias (MAT o Warm Mix Asphalt, WMA) son un conjunto de tecnologías desarrolladas en Europa como consecuencia del tratado con Kyoto y la Comunidad Económica Europea en 1997, con el objetivo de disminuir la producción de los gases del efecto invernadero. En los Estados Unidos la National Asphalt Pavement Association (NAPA), en cooperación con la Federal Highway Administration (FHWA) introdujeron las MAT en el World Asphalt Show & Conference del 2004, en Nashville, TN., como aporte a estos problemas ambientales (Goh et al. 2007).

Los gases generados en la producción de mezclas en caliente tienen un efecto devastador en la atmósfera, y también causan un daño enorme a los trabajadores que manipulan las mezclas, debido a que se ven forzados a inhalarlos, causando serios daños en sus pulmones e incrementando la posibilidad de sufrir alguna quemadura de alto riesgo por las altas temperaturas de manejo. Gracias a las grandes cualidades de las mezclas asfálticas tibias, estos efectos negativos para la atmósfera y el medio ambiente pueden disminuir radicalmente, principalmente por la reducción de temperatura durante el proceso. El objetivo de estas tecnologías es bajar las temperaturas de trabajo, principalmente de compactación. Para ello existen diferentes técnicas que buscan reducir la viscosidad del ligante asfáltico y que pueden aplicarse tanto en mezclas continuas como discontinuas. Dichas técnicas se separan en cuatro categorías definidas como:

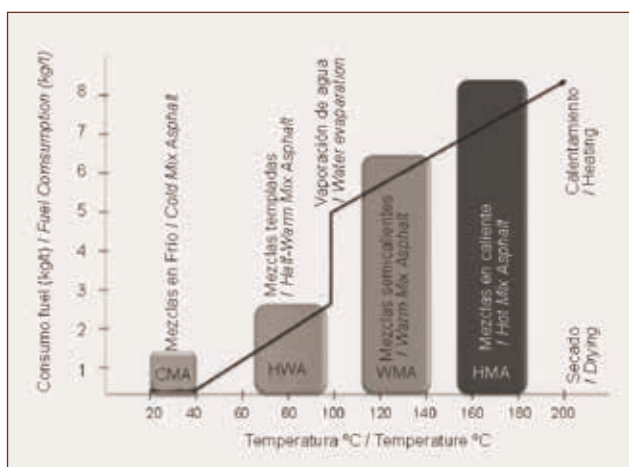


Figura 1. Clasificación de las mezclas asfálticas por temperatura de producción.

- Reducción de la viscosidad utilizando aditivos orgánicos.
- Asfaltos espumados.
- Tecnologías con bases acuosas.
- Uso de emulsiones asfálticas.

La reducción de las temperaturas de fabricación y compactación han sido motivadas debido a los beneficios económicos, ambientales e ingenieriles para obtener disminuciones en el proceso, esto en términos del consumo de energía, olores y emisión de gases durante la fabricación y colocación de la mezcla asfáltica, además de extender el tiempo disponible de traslado de la planta a la obra, prolongar la pavimentación en campo y la disminución de la oxidación del asfalto, el uso de mezclas asfálticas tibias reduce las temperaturas de trabajo sin afectar a las propiedades, calidad y desempeño de la mezcla asfáltica resultante.

Con respecto a la tecnología del asfalto espumado, estudios previos muestran que una varilla graduada es comúnmente usada para caracterizar el asfalto espumado en términos de coeficiente de expansión (ER_{max}) y vida media (HL). ER_{max} es definido como la relación del volumen máximo de asfalto espumado comparado con el volumen ocupado por la misma masa de asfalto sin espumar y sin agua; HL es definido como el tiempo requerido para la espuma de asfalto para colapsar a la mitad del volumen máximo. Sin embargo, este método presenta algunas limitaciones, sobre todo en la lectura de ambos parámetros.

Análisis y resultados

Materiales usados en este trabajo

Los agregados pétreos utilizados en este trabajo son procedentes de las zonas aledañas a la Ciudad de México y de origen volcánico. Mientras que el asfalto es procedente de la refinería de PEMEX-Salamanca clasificado con un grado de desempeño PG 64-16. Las mezclas asfálticas fueron diseñadas con el Método Marshall, 50 golpes por cara.

Fabricación y medición de las características del asfalto espumado

El método utilizado para producir mezclas de asfalto espumado consiste en la utilización de un equipo de laboratorio para espumar asfalto, el cual es capaz de dosificar una cantidad de agua y de asfalto de manera simultánea en una proporción establecida, resultando una expansión instantánea, debido al choque térmico entre ambos componentes. Posteriormente, la



Figura 2. Equipo de espumado completo que lo conforma: dispositivo de espumado, mezclador de aspas y distanciómetro láser.

espuma resultante se deposita sobre una vasija de acero previamente calentada y que contiene el material pétreo a la temperatura de trabajo.

Calibración en la dosificación de asfalto

Un paso importante en el proceso es controlar el tiempo de descarga del asfalto espumado que va a ser adicionado al material pétreo. Para calibrar la descarga se grafica el peso del asfalto que genera el equipo con respecto al tiempo. Los datos se obtienen pesando la cantidad de asfalto obtenido en diferentes tiempos de descarga. La cantidad de agua que va a ser adicionada se determina mediante el uso del medidor de flujo. A continuación, el mezclador se coloca directamente debajo de la salida de la cámara de expansión de formación de espuma y se mezcla con el agregado.

Evaluación de las propiedades de la espuma

Para dar soporte a este estudio, el primer paso fue la evaluación del espumado de asfalto provocado solamente con la adición de agua a diferentes concentraciones. Se determinó el tiempo de vida media de la espuma y su coeficiente de expansión en un rango de concentraciones entre 0,5 y hasta 4,0% de agua sobre el peso del asfalto determinando la concentración óptima de agua para espumar. La evaluación se

realizó en condiciones de laboratorio con el uso de la planta de espumado.

En la Figura 3 se observa la capacidad mínima en las propiedades de espumado con agua presentando un tiempo de vida media inferior a 20 segundos, éste se considera como un tiempo insuficiente para realizar un buen mezclado durante el proceso de producción de mezcla asfáltica tibia que requiere de al menos 30 segundos para lograr una incorporación homogénea (Jenkins *et al.*, 1999), poniendo de manifiesto que es necesaria la incorporación de un aditivo que permita prolongar el tiempo de vida media de la espuma y así aumentar la probabilidad de contacto del asfalto con el pétreo.

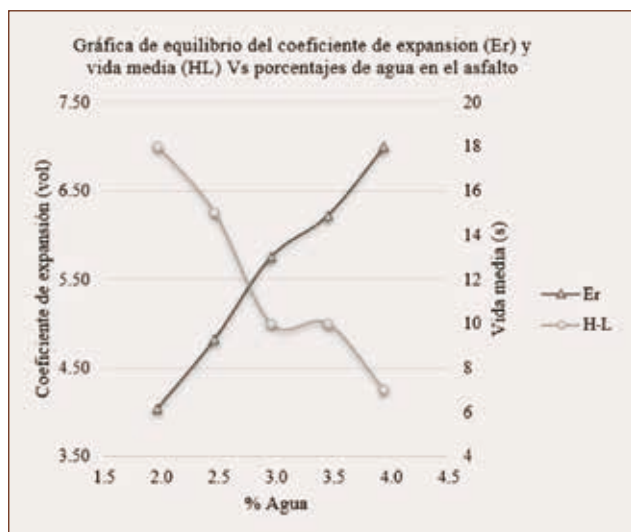


Figura 3. Gráfica de equilibrio de la vida media y coeficiente de expansión en relación con el porcentaje de agua, para este caso la intersección de ambas condiciones es de 2,8% de agua. Sin embargo, en esta investigación fue más importante el tiempo de vida media (tiempo disponible para mezclarse con el agregado). Por lo tanto, el porcentaje de agua seleccionado fue de 2% de agua con respecto al peso del asfalto.

Con el objetivo de mejorar las características del espumado y por consiguiente las condiciones de producción y desempeño de la mezcla asfáltica, se realizaron pruebas utilizando ocho aditivos diferentes para asfalto espumado, además del agua. Se determinaron las propiedades de la espuma obtenida (tiempo de vida media, coeficiente de expansión y homoge-



Figura 4. Distanciómetro láser para la medición de coeficiente de expansión y vida media del espumado.

neidad de la burbuja) y se compararon con los resultados obtenidos con las características de la espuma generada con agua.

En el Figura 5 se observa que el uso de un aditivo o agente espumante incrementa el coeficiente de expansión de la espuma de asfalto con respecto al obtenido con el agua.

En la Figura 6 se presenta el tiempo de vida media de la espuma obtenida con los diferentes agentes espumantes con un 2% de agua. En donde es evidente que los productos F y T ofrecen los tiempos de vida media más largos, aunque no necesariamente presenten los coeficientes de expansión más

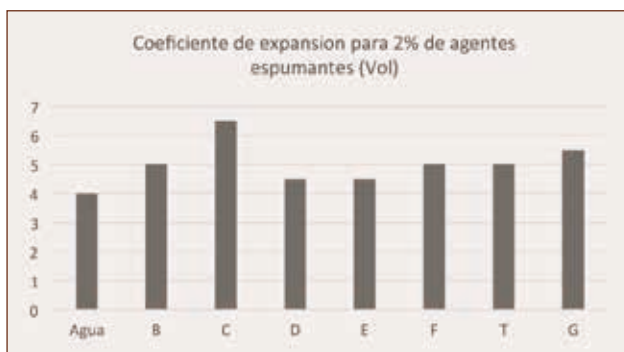


Figura 5. Coeficiente de expansión para un 2% de agua vs 2% agentes espumantes.

altos. Como se explicó anteriormente, la característica determinante para lograr el completo recubrimiento del pétreo durante el mezclado es el tiempo de vida media de la espuma, por lo que el aditivo identificado como “T” es sobresaliente en este rubro y brinda tiempos de mezclado adecuados para la producción de mezclas asfálticas tibias.

De acuerdo con los resultados anteriores se procedió a determinar la concentración óptima de aditivo T requerida para espumar el asfalto, según el coeficiente de expansión y el tiempo de vida media de la espuma como se muestra a continuación en la Figura 7.

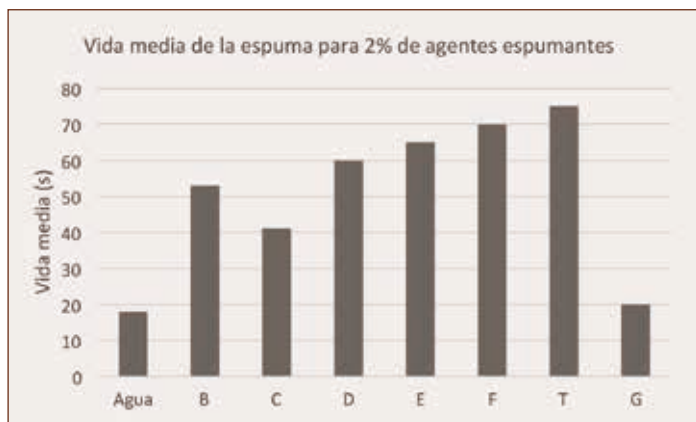


Figura 6. Vida media para un 2% de agua vs agentes espumantes.

El contenido óptimo de uso de aditivo T es de 2,2% sobre el peso del asfalto, teniendo un rango de trabajo desde 2,2% hasta 3,5% sobre el peso del asfalto según lo demanden las características del asfalto utilizado y el diseño de la mezcla.

En la Figura 8 se incluye la comparativa del tiempo de vida media y el coeficiente de expansión de la burbuja obtenida con el aditivo T con respecto a los obtenidos con agua, siendo 4,2 y 1,25 veces mayores respectivamente los resultados obtenidos con el aditivo T.

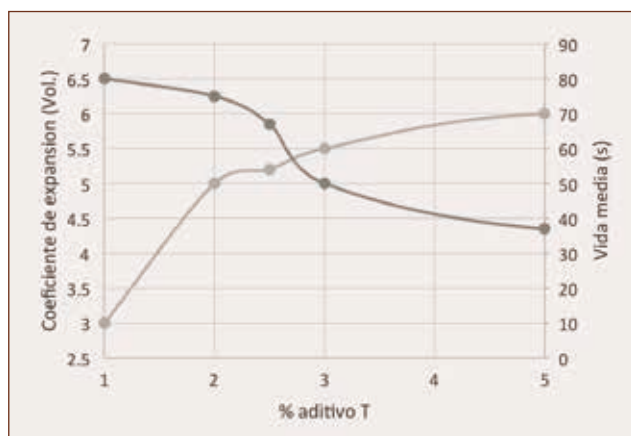


Figura 7. Gráfica de equilibrio para definir el contenido óptimo de aditivo T.

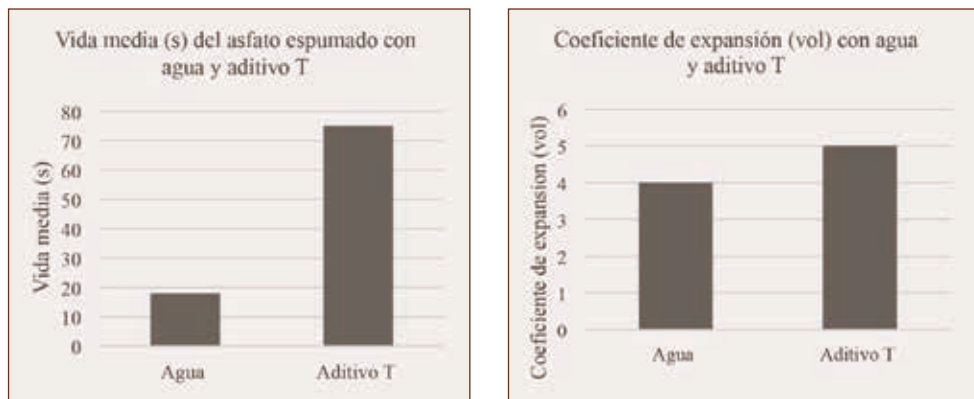


Figura 8. Coeficiente de Expansión (Er_{max}) y tiempo de vida media (H-L) del asfalto espumado usando aditivo T vs el espumado con agua, en la parte derecha del gráfico se observa el aumento importante en la vida media de la espuma en la que se aumenta más de cuatro veces en comparación a un espumado con agua.

En la Tabla 1 se presentan los tamaños de burbuja y su tiempo de vida media al utilizarse diferentes concentraciones del aditivo T. Lográndose una burbuja pequeña y uniforme con larga duración.

Tabla 1. Tiempo de vida y tamaño de las burbujas de material asfáltico usando agua vs aditivo T			
Aditivo T	Concentración respecto al asfalto (%)	Tamaño de la burbuja (mm)	Tiempo de vida (s)
1	1,0	0,50 – 3,0	< 35
2	2,0	0,50 – 3,0	> 75
3	2,5	0,50 – 3,5	70
4	3,0	0,50 – 4	60
5	3,5	0,50 – 3,0	50
6	4,0	0,50 – 4,0	< 45
7	4,5	0,50 – 2,5	< 30
8	5,0	0,50 – 3,0	< 30
Agua	Concentración de agua sin aditivo 2,0	4 – 10	< 20

Las imágenes muestran visualmente el cambio entre el tipo de burbuja y espuma producidas con agua (ver Figura 9) y el tipo de burbuja producidas con aditivo el aditivo T (ver Figura 10), cuando el asfalto es espumado sólo con AGUA se producen burbujas de diversos tamaños que impiden la estabilidad en la espuma y producen un recubrimiento heterogéneo y pobre sobre el agregado. El tamaño de burbuja obtenida con el aditivo T es más pequeña, homogénea. Tales

JUNTOS POR TODO EL CAMINO

Tecnología avanzada que aumenta el rendimiento y disminuye el costo de operación en el mantenimiento de avenidas y carreteras.

Perfiladora de Pavimentos en Frío Cat®

- Sistema de fresado avanzado.
- Tren de fuerza de servicio pesado.
- Servicio simplificado.
- Sólido sistema de corte.
- Entorno de trabajo productivo.
- Excelente maniobrabilidad y control.



PM310 | PM312 | PM313



PM620 | PM622



PM820 | PM822 | PM825

Contáctanos
01-800-926-2347
www.madisa.com



LET'S DO THE WORK.™

© 2019 Caterpillar. All Rights Reserved. CAT, CATERPILLAR, LET'S DO THE WORK, their respective logos, "Caterpillar Yellow", the "Power Edge" and Cat "Modern Hex" trade dress as well as corporate and product identity used herein, are trademarks of Caterpillar and may not be used without permission.

MADISA®



dimensiones generan un incremento en la superficie específica del asfalto que entra en contacto con el agregado pétreo, lo que significa:

1. Una mayor capacidad para cubrir totalmente el agregado pétreo y mejorar el contacto íntimo entre el asfalto y el agregado.
2. Un incremento en el tiempo disponible de mezclado, prolongando la manejabilidad de la mezcla durante el proceso de producción, almacenamiento, transporte y tendido.
3. Un incremento en la compactabilidad de la mezcla permitiendo obtener las propiedades volumétricas de diseño de la mezcla a temperaturas más bajas.

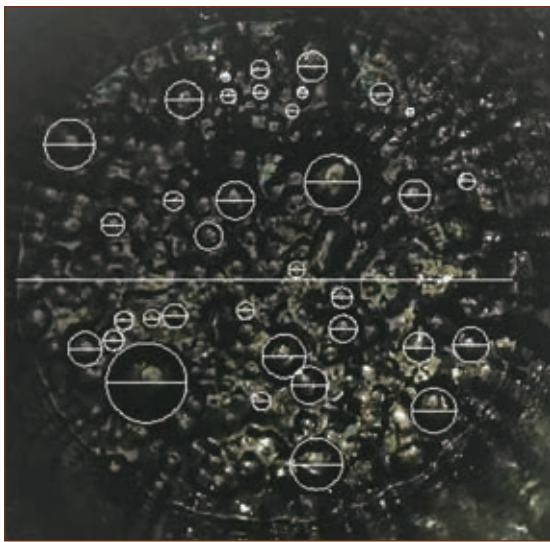


Figura 9. Características de una espuma producida con agua. Se observan burbujas con un tamaño heterogéneo e inestable.

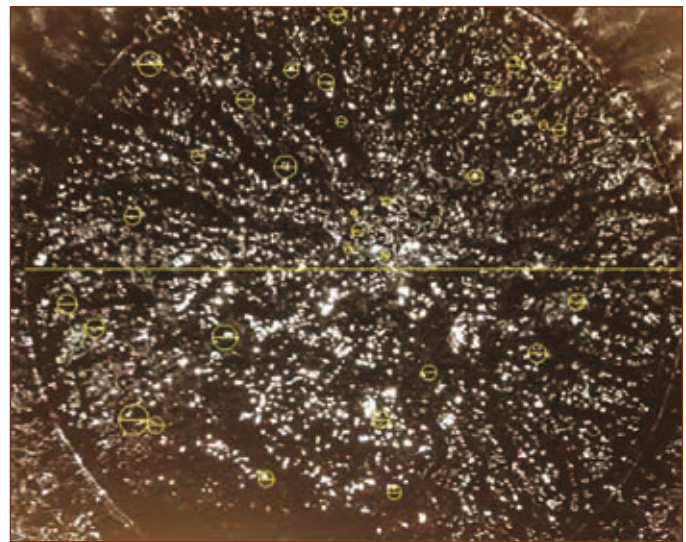


Figura 10. Características de una espuma producida con aditivo T, en la que se observan burbujas con un tamaño homogéneo y estable.

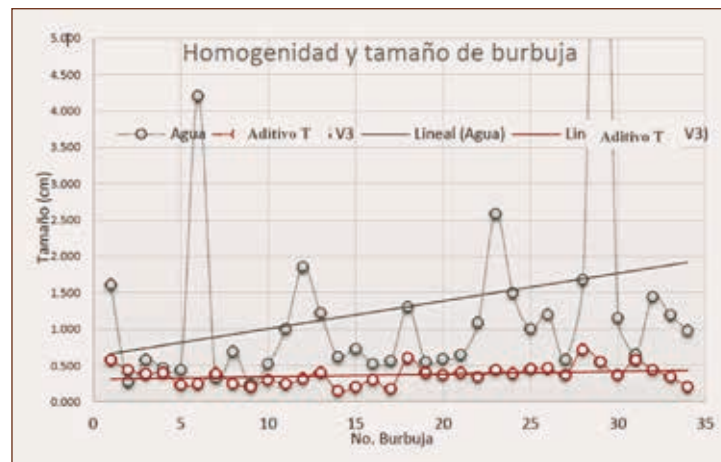


Figura 11. Comparación del comportamiento y distribución de la burbuja en espumado con agua y aditivo T, gráfica en la que se representa en el número de burbujas versus el tamaño de burbuja en cm.

Proceso de mezclado y pruebas de desempeño

Una vez seleccionado el aditivo T como el que proporciona las mejores características a la espuma se evaluó su comportamiento durante el mezclado y elaboración de probetas asfálticas para la evaluación de su desempeño. Al mismo tiempo los resultados obtenidos se compararon con los resultados de mezcla asfáltica obtenida por la técnica de mezcla asfáltica en caliente y con mezcla asfáltica tibia elaborada sólo con agua.

El proceso de la fabricación de las probetas de mezcla asfáltica tibia para este trabajo comprendió:

1. Secar y calentar el agregado pétreo a una temperatura de 135 °C.
2. Calentar el material asfáltico a una temperatura de entre 135 °C.
3. Inyectar a presión el aditivo T en la cámara de espumado junto con el asfalto.
4. Mezclar la espuma con el agregado por un tiempo de tres minutos.
5. Mantener durante dos horas la mezcla a una temperatura de 125 °C con el objeto de simular el proceso de curado de la mezcla.
6. Finalmente, compactar la mezcla en el compactador giratorio o compactador Marshall.

El proceso de la fabricación de las probetas de mezcla asfáltica en caliente para este trabajo comprendió:

1. Secar y calentar el agregado pétreo a una temperatura de entre 155 °C.
2. Calentar el material asfáltico a una temperatura de entre 155 °C.
3. Inyectar a presión el aditivo T en la cámara de espumado junto con el asfalto.
4. Mezclar la espuma con el agregado por un tiempo de tres minutos.
5. Mantener durante dos horas la mezcla a una temperatura de 145 °C con el objeto de simular el proceso de curado de la mezcla.
6. Finalmente, compactar la mezcla en el compactador giratorio o compactador Marshall.

La granulometría usada durante este trabajo es el equivalente a una mezcla densa diseñada con el Método Marshall. Bajo esta curva se realizaron pruebas de desempeño como estabilidad y flujo, Módulo resiliente (ASTM D 4123), y TSR Tensile Strength Ratio (AASHTO T 283).

La evaluación de estos parámetros permite determinar la resistencia y durabilidad de la mezcla asfáltica a largo plazo, como consecuencia del proceso de producción y sobre todo de las características del aditivo que permitan incrementar la adherencia entre el agregado pétreo y el asfalto y de esta manera disminuir la susceptibilidad de la mezcla a la humedad.

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos en tres series de pruebas. Primeramente, se analiza una mezcla en caliente *con asfalto espumado* que funciona como una referencia para la evaluación.

Tabla 2. Pruebas de desempeño a especímenes producidos en Laboratorio con dos contenidos de agua y aditivo diferentes

Agente espumante	Contenido de asfalto (%)	% agua o Aditivo	Módulo Resiliente (MPa)	Estabilidad (kg)	Flujo (mm)	TSR (%)	Desprendimiento por fricción (%)
PRUEBA 1							
MAC (Agua)	6	2,2	3800	> 1200	<4	93	> 50
MAT (Agua)	6	2,1	2108	> 1000	<4	87	>50
MAT + aditivo T	6	2,1	3420	> 1000	<4	90	14
PRUEBA 1,2							
MAC (Agua)	6	3,3	3542	> 1200	<4	88	> 50
MAT (Agua)	6	3,1	2495	> 1000	<4	72	>50
MAT + aditivo T	6	3,0	3135	> 1100	<4	83	14

MAC = Mezcla Asfáltica Tibia

MAC = Mezcla Asfáltica en Caliente

Con la mezcla asfáltica en caliente se alcanzan módulos alrededor de los 3500 MPa. Los datos muestran que las mezclas producidas a temperaturas intermedias con el aditivo T obtienen valores de módulo muy parecidos a los valores obtenidos con las mezclas en caliente alrededor de los 3200 MPa. Las mezclas asfálticas tibias obtenidas con asfalto espumado con agua ofrecen valores de módulo inferiores a 2500 MPa, lo que denota una mezcla más deformable con respecto a las mezclas obtenidas con el aditivo T y con la técnica de mezcla asfáltica en caliente.

La naturaleza de la prueba de estabilidad impide conseguir una diferenciación eminente entre los resultados obtenidos para los tres tipos de mezcla para comparar, mientras que en la evaluación de susceptibilidad a la humedad (TSR) de las mezclas producidas con aditivo T presentan un desempeño deseable por ofrecer un comportamiento superior que aquellas mezclas obtenidas con asfalto espumado con agua. El resultado de la prueba de desprendimiento evidencia un importante aporte del aditivo T ya que aumenta considerablemente la resistencia al desprendimiento a un 16% mientras que las mezclas que no cuentan con este aditivo anti-desprendimiento se ven seriamente afectadas en este parámetro, con desprendimientos al 50%.

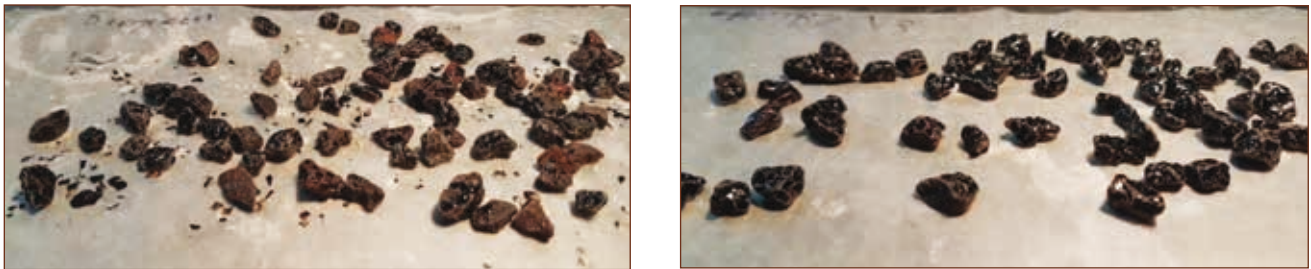


Figura 11. Desprendimientos para el agregado con asfalto espumado con agua (izq), y espumado con asfalto + aditivo T (der).

Conclusiones

El uso del aditivo T facilita el proceso de mezclado en la producción de mezcla asfáltica tibia porque incrementa la vida media de la burbuja de asfalto más de cuatro veces con respecto a la espuma producida sólo con agua. El tiempo de vida media incrementa por encima de los 75 s, tiempo suficiente para lograr un mezclado homogéneo y consecuentemente el recubrimiento total del agregado.

El tamaño de la burbuja obtenida con el aditivo T es diminuto y homogéneo por lo que el área superficial de contacto en el asfalto espumado es mayor y se garantiza el recubrimiento total del agregado durante el mezclado.

Las mezclas asfálticas tibias obtenidas con el aditivo T son mezclas con parámetros de desempeño deseables con valores de módulo alrededor de 3200 MPa, valores cercanos a los obtenidos con mezclas asfálticas en caliente.

El aditivo T proporciona mejor desempeño y mayor durabilidad a la mezcla asfáltica tibia porque incrementa la resistencia a la humedad. Esto se observa en los mayores porcentajes de TSR con respecto a una mezcla asfáltica obtenida

con asfalto espumado solamente con agua y en los valores de desprendimiento que se disminuyen hasta valores cercanos al 16%.

Las mezclas asfálticas tibias disminuyen el proceso de oxidación al trabajar con temperaturas mas bajas que las mezclas asfálticas tibias.

Adicionalmente, el aditivo T se considera como un aditivo para la elaboración de mezcla asfáltica tibia amigable con el medio ambiente porque favorece el uso de tecnologías limpias y contribuye a la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero sin afectar de manera adversa el desempeño de la mezcla en el pavimento.



¿Quieres profundizar?

- [1] Yin, F., and Arambula, E. 2014. "Effect of water content on binder foaming characteristics and foamed mixture properties", TRB (2014).
- [2] Newcomb, D., Arambula, E., Yin, F., Zhang, J. *Properties of Foamed Asphalt for Warm Mix Asphalt Applications*. NCHRP Report 807. TRB (2015).
- [3] Goh, S., You, Z., Van Dam, T.J.: "Laboratory Evaluation and Pavement Design for Warm Mix Asphalt". Proceedings of the 2007 Mid-Continent Transportation Research Symposium, Center for Transportation Research and Education. Iowa State University, Ames, Iowa (2007).
- [4] Yu, X.; Wang, Y.; Luo, Y. 2013. "Impacts of water content on rheological properties and performance-related behaviours of foamed warm mix asphalt", *Construction and Building Materials* 48: 203-209. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.06.018>
- [5] Hugo, M. R. D.; Silva; Joel, R. M. Oliveira; Peralta, J. A.; Salah, E.; Zoorob, B. 2010. "Optimization of warm mix asphalt using different blends of binders and synthetic paraffin wax contents", *Construction and Building Materials* 24(9): 1621-1631. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.02.030>
- [6] Iwanski, M.; Mazurek, G. 2013. "Optimization of the Synthetic Wax Content on Example of Bitumen 35/50", *Procedia Engineering* 57: 414-423. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2013.04.054>
- [7] Jenkins, K.J., Van de Ven M.F.C. y De Groot J.L.A., (1999). "Characterisation of foamed bitumen", 7th Conference on Asphalt Pavements for Southern Africa, CAPSA 99.
- [8] Wirtgen GMBH, (1998). *Cold Recycling Manual*, Wirtgen Gmbh, Windhagen, Germany.
- [9] Macarrone S., Holleran G., Leonard D.J. y Hey S., (1994). "Pavement recycling using foamed bitumen", 17th ARRB Conference Proceedings held in Gold Coast, 15-19 August 1994, Queensland.
- [10] JENKINS, K.J. (1999), "Mix design considerations for cold and half - warm bituminous mixes with emphasis on foamed bitumen", unpublished Phd. thesis, University of Stellenbosh, South Africa.
- [11] ABEL, F. (1978), Foamed asphalt base stabilization, 6th Asphalt Paving Seminar, Colorado State University.
- [12] BISSADA, A.F. (1987), "Structural response of foamed-asphalt-sand mixtures in hot environments, *Transportation Research Board*" (Transportation Research Record 1115), Washington DC.
- [13] JENKINS, K. J.; MOLENAAR, A. A. A.; DE GROOT, J. L. A.; VAN DE VEN, M. F. C. 2000. "Optimisation and Application of Foamed Bitumen in Road Building". *Wegbouwkundige Werkdagen*, Doorwerth, Netherlands.
- [14] KIM, Y.; LEE, H. D.; HEITZMAN, M. 2009. Dynamic Modulus and Repeated Load Tests of Cold In-Place Recycling Mixtures Using Foamed Asphalt, *Journal of Materials in Civil Engineering* 21(6): 279-285. [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0899-1561\(2009\)21:6\(279\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0899-1561(2009)21:6(279))
- [15] SALEH, M. F. 2007. Cost evaluation of foam bitumen and other stabilization alternatives, *International Journal of Pavement Engineering* 8(2): 157-161. Taylor and Francis. <http://dx.doi.org/10.1080/10298430601149585>
- [16] IWANSKI, M.; CHOMICZ-KOWALSKA, A. 2012. *Moisture and frost resistance of the recycled base rehabilitated with the foamed bitumen technology*, *Archives of Civil Engineering*, ISSN 1230-2945, Komitet Inżynierii Lądowej I Wodnej PAN, Vol. 58, nr 2, 2012, 185-198. Available from Internet: <http://wersita.metapress.com/content/h304561t24457521/full-text.pdf>. <http://dx.doi.org/10.2478/v.10169-012-0011-2>
- [17] IWANSKI, M.; CHOMICZ-KOWALSKA, A. 2013. *Laboratory Study on mechanical Parameters of Foamed Bitumen Mixtures in the Cold Recycling Technology*, *Procedia Engineering* 57: 433-442, Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2013.04.056>
- [18] Akeroyd F.M. y Hicks B.J., (1988). *Foamed bitumen road recycling, highways*, Volume 56, Number 1933, pp 42-43, 45.
- [19] Csany, 1957. Foamed Asphalt in Bituminous paving Mixes. *Highway Research Board Bulletin* Volume 10 No. 160. Pp. 108-112.
- [20] Arzhavitina, A. and H. Steckel. 2010. Foams for Pharmaceutical and Cosmetic Application. *International Journal of Pharmaceutics*, 394 (1-2), 1-17.

☎ 462 623 1370

@ ventas@asfaltos.mx

📍 Paseo de la Altiplanicie #11
Torre Wolken, 3er Piso Int.C
Villas de Irapuato, Irapuato,
Guanajuato, México. C.P. 36670

Combustibles alternos

Asfaltos

Emulsiones

MISIÓN

Ofrecer a nuestros clientes certidumbre en el suministro, confianza en la entrega y calidad en los productos asfálticos y combustibles que requiere el mercado de la construcción de pavimentos y la industria en general de nuestro país.

- Intercambiadores de calor
- Calentadores de aceite térmico
- Tuberías y forros térmicos
- Proyectos llave en mano
- Tanques fijos y móviles para almacenar asfalto
- Silos para almacenamiento de mezclas asfálticas
- Plantas para fabricación de asfaltos modificados
- Plantas para fabricación de emulsiones



Somos una empresa líder en México en la aplicación de Diseño y Tecnología para la fabricación de equipos especializados para la industria del asfalto y sus derivados. Innovamos constantemente para estar a la vanguardia con altos estándares de calidad.



Tel. (52) 462-623-1391

ventas@tanquesyremolques.mx

Paseo de la Altiplanicie 11, Torre Wolken
3-C Irapuato, Guanajuato C.P. 36670

www.tanquesyremolques.mx

Prueba de compresión cíclica para deformación permanente en mezclas asfálticas

Silverio Sampayo
Luis Bernal
Eymard Ávila
Jesús Espinosa
Ergon® Asfaltos México

Introducción

Antecedentes y planteamiento del problema

En los pavimentos asfálticos existen dos tipos de fallas por deformación permanente, las primeras generadas en las capas granulares o de desplante del pavimento, las cuales se pueden deber a una estructura inadecuada; una subrasante débil, el sub-diseño de espesores o sobre cargas para las que fue diseñada la estructura del pavimento. Las segundas son causadas por deformaciones plásticas debidas exclusivamente a la calidad de mezcla asfáltica, provocando rodera plástica y ondulaciones en la superficie del pavimento (Figura 1).

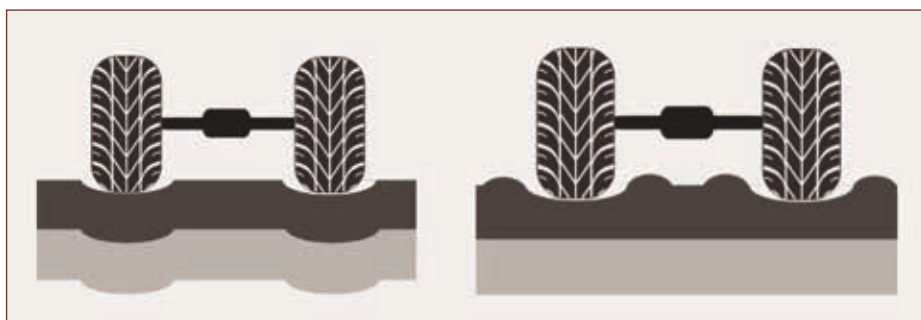


Figura 1. Deformación permanente en capas de desplante (izquierda) y en mezcla asfáltica (derecha).

Las roderas formadas únicamente en la mezcla asfáltica pueden deberse también a distintos factores, entre los que se encuentran principalmente la selección inadecuada del asfalto. Actualmente en México la selección del asfalto se realiza mediante su grado PG de acuerdo a lo establecido en la norma N-CMT-4.05-004/18,^[1] en la cual se contempla la selección del tipo de asfalto requerido en el tramo carretero primeramente por clima a la alta y a la baja temperatura. De esta manera, el grado PG a la alta temperatura, puede ser 64, 70, 76 u 82. Sin embargo, esta norma es de relativamente reciente publicación, y previo a ésta, en muchos de los casos, los proyectos carreteros no consideraban

esta selección por clima y tampoco por intensidad y velocidad de tránsito. Esto derivaba en el uso de mezclas que contemplaban la utilización de asfaltos directos de refinería (AC-20 comúnmente), los cuales se encuentran en clasificaciones PG64S-16 a PG64H-16. Lo anterior se refleja en mezclas asfálticas con baja capacidad estructural y una alta susceptibilidad a la deformación permanente.

Otro factor para la formación de roderas en la mezcla asfáltica es la exudación de asfalto. Una mezcla con alto contenido de asfalto puede llevar a tener una alta resistencia a los distintos fenómenos de agrietamiento, sin embargo en términos de roderas su capacidad resistente se puede ver disminuida, generando así roderas plásticas en la superficie del pavimento.

Con el fin de mitigar el fenómeno de la deformación permanente, pero que al mismo tiempo se tenga una mezcla asfáltica con suficiente resistencia a los diferentes tipos de agrietamiento, el concepto de diseño balanceado de mezclas (BMD, por sus siglas en inglés), se ha estado utilizando cada vez más en los Estados Unidos de América. Este concepto permite diseñar mezclas asfálticas que en función del tipo y contenido de asfalto cumplan con los parámetros establecidos tanto de susceptibilidad al agrietamiento (fatiga, térmico y/o de reflexión), así como de resistencia a las roderas. De esta manera, el diseño volumétrico de la mezcla pasa a un segundo término, para dar paso al diseño por desempeño de la mezcla bajo las pruebas mecánicas que caracterizan el agrietamiento y la deformación permanente (Figura 2).



Figura 2. Concepto de diseño balanceado en mezclas asfálticas con base en pruebas de desempeño.^[2]

Por otro lado, en el diseño tradicional de pavimentos asfálticos, solo se diseña la estructura para prevenir la deformación permanente en capas de desplante del pavimento, comúnmente en la capa subrasante. De esta manera, la prevención de la deformación permanente en mezclas asfálticas queda limitada a pruebas de desempeño normalmente empíricas (como las ruedas cargadas), las cuales correlacionan el comportamiento a deformación permanente en laboratorio con su desempeño en campo, por ejemplo el Analizador de Pavimentos Asfálticos (APA, por sus siglas en inglés), la Pista Española y la Rueda Cargada de Hamburgo (HWT, por sus siglas en inglés), siendo esta última la más utilizada para carreteras alrededor del mundo y en México.

La susceptibilidad a la deformación permanente de las mezclas asfálticas también se puede caracterizar mediante pruebas de deformación cíclicas, de las cuales se obtienen parámetros mecanicistas del comportamiento de la mezcla asfáltica ante diversos niveles de cargas, tipos de ondas de carga, frecuencias y temperaturas.

La norma Europea UNE 12697-25, es una de las pruebas que se pueden llevar a cabo para el ensaye de deformación permanente dinámico (prueba de compresión cíclica). Esta norma contempla una serie de variantes que deben ser consideradas para su ejecución, debido a que la prueba se puede ejecutar en especímenes con y sin confinamiento.

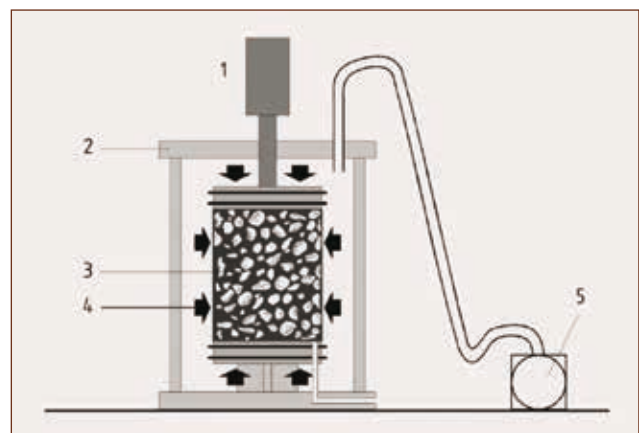


Figura 3. Representación esquemática de la configuración de prueba. Prueba con confinamiento en cámara de presión triaxial.^[3]

Objetivo

Este estudio tiene como objetivo principal el comparar el comportamiento de susceptibilidad a la deformación permanente de una mezcla asfáltica con asfalto modificado y sin modificar, para utilizarse como capa estructural en una sección de pavimento asfáltico, mediante el ensayo de compresión cíclica.

Metodología experimental

El presente estudio consistió en la evaluación de la susceptibilidad a la deformación permanente mediante la prueba de compresión cíclica, siguiendo el procedimiento descrito en la norma UNE 12697-25, Método B. Este método contempla el ensayo en condición confinada, así como a niveles de esfuerzos de confinamiento menor a 25 kPa. Los especímenes fueron ensayados tanto para condiciones confinadas, como sin confinamiento.

Fabricación de especímenes

Los ensayos, el diseño y elaboración de las mezclas se llevaron a cabo utilizando el compactador giratorio Superpave (SGC, por sus siglas en inglés). Se fabricaron especímenes con 100 mm de diámetro y 150 mm de altura, a un nivel de vacíos objetivo de $4 \pm 1\%$.

El agregado pétreo utilizado fue de tipo basáltico, con una granulometría de mezcla densa y tamaño máximo nominal de 19 mm (Figura 4). Para la elaboración de las mezclas, se utilizaron dos tipos de asfaltos, el primero de ellos corresponde a un asfalto de la refinería de PEMEX ubicada en Salamanca Guanajuato, el cual fue ajustado para cumplir con las especificaciones de un AC-20, según la norma N·CMT·4·05·001/06 *Calidad de Materiales Asfálticos* y el segundo asfalto fue modificado con polímero tipo SBS (estireno-Butadieno-estireno), grado PG82-16 (Tabla 1), bajo la norma N·CMT·4·05·004/08 *Calidad de Materiales Asfálticos Grado PG*.

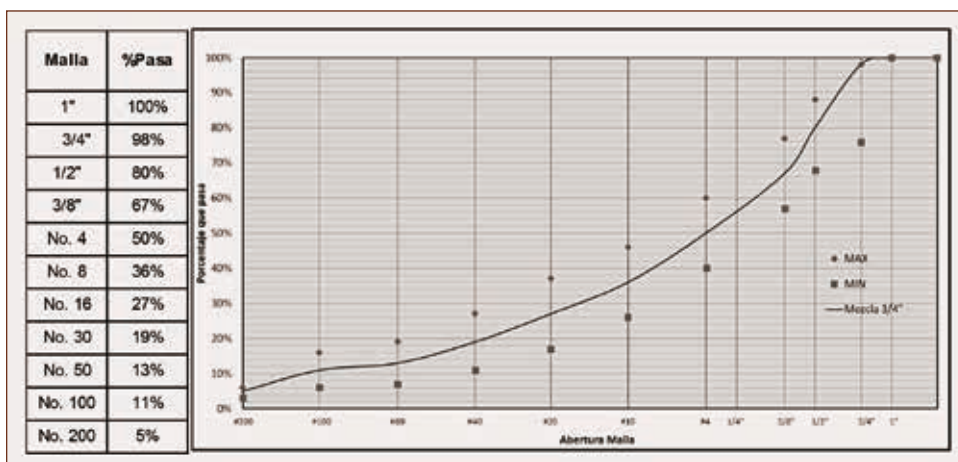


Figura 4. Curva granulométrica empleada.

Tabla 1. Características de los asfaltos utilizados

Características	Tipo de asfalto	
	AC20	PG82-16
Al asfalto original		
Viscosidad Dinámica a 60 °C, Pa.s	0,249	---
Viscosidad Rotacional 135 °C, Pa.s	---	2,01
Penetración a 25 °C, 100g, 5s; 10-1 mm,	66	33,67
Módulo reológico de corte dinámico (G*/send), 64 °C @ 10 rad/s, kPa	1,62	---
Módulo reológico de corte dinámico (G*/send), 82 °C @ 10 rad/s, kPa	---	1,17
Punto de reblandecimiento, °C	50,4	---
Al residuo de la prueba de la película delgada (RTFO)		
Pérdida por calentamiento; %	0,48	0,27
Viscosidad Dinámica a 60 °C, Pa.s	0,513	---
Ductilidad a 25 °C, 5 cm/min; cm	>100	---
Penetración retenida a 25 °C, %	58	---
Módulo de corte reológico de corte dinámico (G*/send), 64 °C @ 10 rad/s, kPa	3,32	---
Módulo de corte reológico de corte dinámico (G*/send), 82 °C @ 10 rad/s, kPa	---	3,95
Después del envejecimiento en horno a presión (PAV)		
Rigidización (G*send), 34 °C, kPa	---	1,610
Rígidez de Flexión, -12 °C		
S(t), MPa	---	97,8
Valor m, -12 °C, m(t)	---	0,301

Las características volumétricas, así como algunas de las pruebas de desempeño en la mezcla con asfalto AC-20, se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Características de las mezclas asfálticas analizadas

ID Mezcla	Agregado TMN = 19 mm	PG	Polímero	% Pb (Opt.)	Gmm	VAM (%)	VAf (%)	Va (%)	ITS en seco, @25 °C (MPa)	M _{RT} @25°, 1Hz (MPa)
AC-20	Basalto	64-22	NO	5,2	2,525	13,7	67,5	4,0 ±1,0	0,70	3,928
PG82-16	Basalto	82-16	SBS	5,4	2,513	14,1	71,6	4,0 ±1,0	1,08	7,269

Equipo utilizado y procedimientos de prueba

El equipo empleado para la evaluación de la prueba de compresión cíclica fue una prensa Dinámica UTM-100 con capacidad de 100 kN. La carga utilizada fue de tipo bloque con una duración del pulso de carga de 0,2 segundos y periodo de reposo de 0,8 segundos a una temperatura de prueba de 60 °C, con un esfuerzo axial de 0,40 MPa.

Las evaluaciones se realizaron en especímenes compactados en SGC en condiciones sin confinamiento para ambos asfaltos y con confinamiento solo para el asfalto modificado.

La Figura 5 muestra las consideraciones para la carga de tipo bloque. En donde $\sigma_A = \sigma_C + \sigma_B$. T_1 es el tiempo de duración de la carga y T_0 es el tiempo de reposo. La sumatoria de $x_1 + x_2 + x_3 + x_4$, deberá ser menor al 20% del tiempo de duración de la carga.

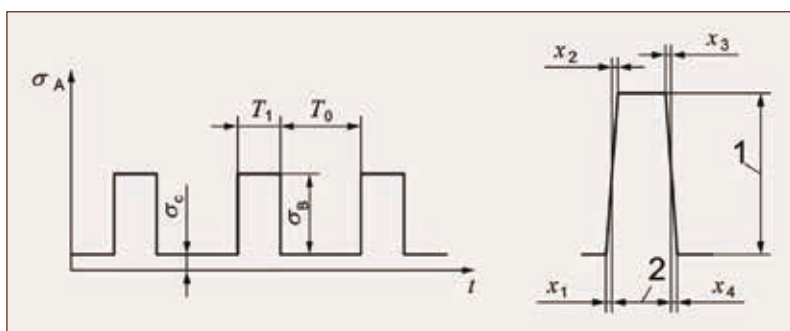


Figura 5. Carga de tipo bloque.^[3]

La Figura 6 muestra la configuración de la prueba de compresión cíclica con confinamiento (triaxial). Cabe señalar que, para conseguir esta configuración, es necesario perforar la membrana para adjuntar los transformadores diferenciales de variación lineal (LVDT's, por sus siglas en inglés) directamente sobre el espécimen.



Figura 6. Prueba Deformación Permanente Triaxial Cíclica. Montaje de espécimen con LVDT's sobre membrana (izquierda) y espécimen durante prueba (derecha).

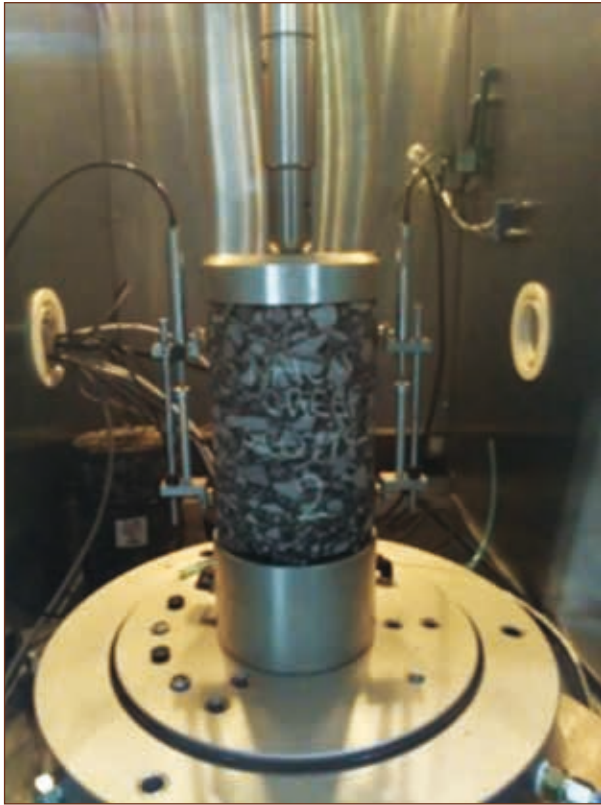


Figura 7. Prueba de Deformación Permanente Uniaxial Cíclica en espécimen compactado en SGC.

La Figura 7 muestra la configuración de la prueba de compresión cíclica sin confinamiento, en especímenes compactados en SGC, la cual es mucho más sencilla de ejecutar. Para ambas condiciones (con y sin confinamiento), son necesarios platos de carga con un diámetro ligeramente mayor al diámetro del

especímen (al menos 10 mm mayor), esto debido a que durante el proceso de ensaye el diámetro del espécimen puede aumentar con la deformación permanente inducida, de esta manera, se asegura que durante todo el historial de ensaye los platos de carga permanezcan en contacto con el espécimen en su totalidad.

Prueba cíclica (creep dinámico)

La Figura 8 (izquierda) muestra una curva de creep teórica, en donde ϵ_n es la deformación axial acumulada en porcentaje (Ecuación 1) y n el número de ciclos de prueba. De la curva de creep además se pueden distinguir tres etapas, la primera debida al comienzo de la aplicación de carga cíclica y reacomodo de las partículas del espécimen generando una deformación permanente importante en los primeros ciclos de ensaye, la segunda etapa con una trayectoria cuasi lineal en la cual se tiene la mayor cantidad de ciclos de ensaye, y en la tercera etapa nuevamente se tiene un crecimiento exponencial de la deformación permanente indicando un colapso de la mezcla asfáltica. De esta manera la pendiente de creep se define como la pendiente que se forma en la segunda etapa, en la zona cuasi lineal, donde se tiene el punto de inflexión (punto 4).

$$\epsilon_n = A_1 + B_1 * n \quad (1)$$

En donde ϵ_n es la deformación axial acumulada del espécimen después de cada ciclo de carga n , en porcentaje (%), n es el número de ciclos de carga A_1 y B_1 , y son constantes de regresión.

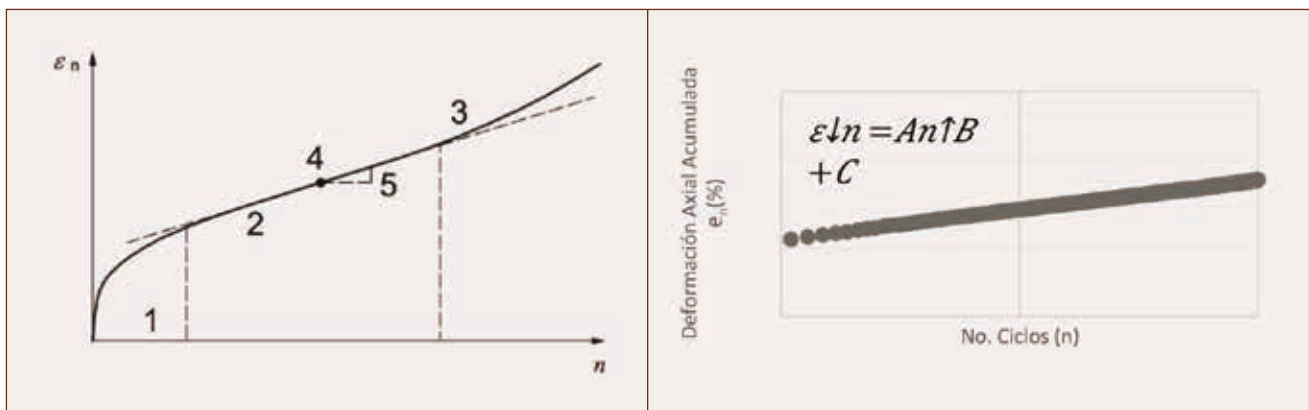


Figura 8. Curvas de creep. Escala natural (izquierda), escala log-log (derecha).^[3]

La tasa de incremento de creep f_c , (Ecuación 2), es la definida por la componente vertical de la pendiente de creep (punto 5). La curva de creep también puede ser representada en escala logarítmica como se muestra en la Figura 8 (derecha), ajustando una función de tipo potencial, de la cual se obtiene la pendiente de creep B y la deformación axial acumulada en ϵ_n en porcentaje.

$$f_c = B_1 * 10^4 \quad (2)$$

En donde f_c es la tasa de incremento de creep, en mm/m/ciclo. La pendiente de creep f_c es usada para determinar la resistencia de la mezcla asfáltica a la deformación permanente. Entre menor sea este valor, menor será el incremento por deformación en cada ciclo de ensayo y viceversa.^[4]

Complementariamente, del ensayo de compresión cíclica se puede determinar el módulo de creep, el cual representa la rigidez de la mezcla bajo condiciones de aplicación de carga, en el rango elasto-plástico.

$$E_n = \frac{\sigma}{10\epsilon_n} \quad (3)$$

En donde ϵ_n es el módulo de creep después de n megapascuales ciclos de carga, en megapascuales, ϵ_n es la deformación axial acumulada en el espécimen después de n ciclos de carga, en porcentaje y σ es el esfuerzo aplicado, en kilopascuales.

Prueba estática (creep estático)

Adicional a la prueba cíclica, se puede ejecutar la prueba estática, la cual simula las condiciones de

tráfico detenido. Mediante esta prueba es posible detectar si la mezcla tendrá un comportamiento adecuado ante esta condición en un lapso de tiempo prolongado, o si por el contrario la mezcla es susceptible al estado de fluencia en un periodo de tiempo relativamente corto.

De esta prueba únicamente se verifica el tiempo de flujo, el cual es el tiempo en segundos en el cual se presenta la tercera etapa de la curva de creep, bajo la acción de un esfuerzo constante sin periodos de reposo a temperatura constante. Para este estudio, se llevaron a cabo las pruebas de creep estático para ambas mezclas asfálticas, a una temperatura de 60 °C y un esfuerzo constante de 0,40 MPa.

Análisis y discusión de resultados

Curvas de creep dinámico

La Figura 9 muestra las curvas de creep dinámico que se obtuvieron para las mezclas con asfalto AC-20 y asfalto modificado PG82-16 en condición uniaxial (sin confinamiento, SC), así como las curvas de creep con asfalto PG82-16 en condición triaxial (confinados, CC). De las curvas de creep se puede observar que el asfalto AC-20 tiene una resistencia a la deformación permanente mucho menor que su igual con asfalto modificado. Es importante resaltar que el procedimiento de prueba establece que el valor de debe ser determinado en 10,000 ciclos de ensayo, sin embargo la mezcla con AC-20 presentó flujo en menos de 1,000 ciclos de ensayo (tercera etapa de la curva de creep).

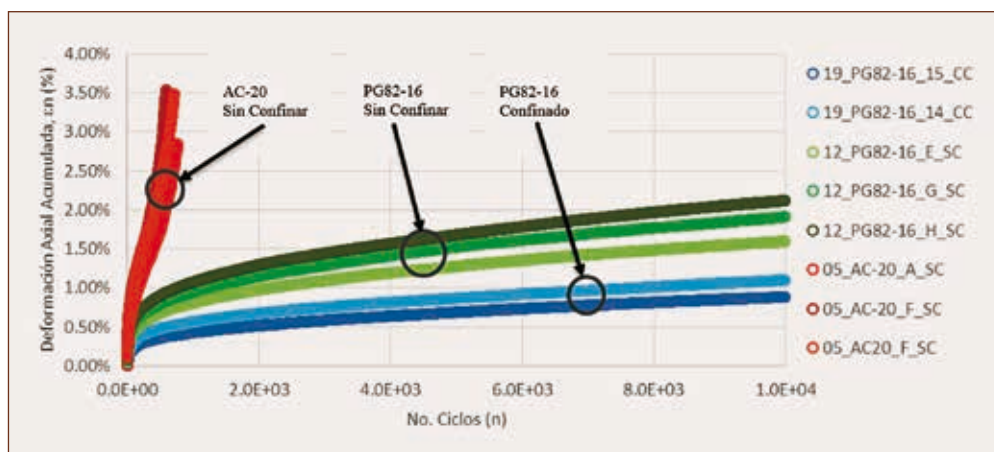


Figura 9. Curvas de creep dinámico @60 °C.



**Asociación Mexicana
del Asfalto A.C.**



**CONGRESO IBERO LATINO
MÉXICO**

RETOS Y OPORTUNIDADES

GUADALAJARA, J

25-29 de nov

PROGRAMA HORARIO (Preliminar)

LUNES 25 DE NOVIEMBRE	MARTES 26 DE NOVIEMBRE	MIÉRCOLES 27 DE NOVIEMBRE	JUEVES 28 DE NOVIEMBRE	VIERNES 29 DE NOVIEMBRE
08:00 REGISTRO	08:00 REGISTRO	08:00 INICIO DE TRASLADO AL LUGAR DE LA CONFRATERNIDAD	08:00 REGISTRO	08:00 REGISTRO
09:30 INAUGURACIÓN	09:00 AULA PD CUARTO BLOQUE DE 5 PONENCIAS	08:45 TRASLADO AL LUGAR DE LA CONFRATERNIDAD	09:00 AULA PD DÉCIMO BLOQUE DE 5 PONENCIAS	09:00 MAGISTRAL 3
10:10 CORTE DE LISTÓN Y RECORRIDO POR LA EXPO	10:30 AULA 2 QUINTO BLOQUE DE 5 PONENCIAS	10:00 CONVIVIO	09:00 AULA 2 UNDÉCIMO BLOQUE DE 5 PONENCIAS	10:00 DÉCIMO SEXTO BLOQUE DE 5 PONENCIAS
11:00 MAGISTRAL 1	10:30 RECESO		10:30 RECESO	11:30 RECESO
12:00 PRIMER BLOQUE DE 5 PONENCIAS	10:50 AULA PD SEXTO BLOQUE DE 5 PONENCIAS		10:50 AULA 2 DUODÉCIMO BLOQUE DE 5 PONENCIAS	11:50 MAGISTRAL 4
13:30 REFRIGERIO	12:20 TRASLADO A SIMULTÁNEAS		12:20 TRASLADO A SIMULTÁNEAS	12:50 MAGISTRAL 5
14:30 MAGISTRAL 2	12:30 4 BLOQUES C/U CON 10 SIMULTÁNEAS		12:30 4 BLOQUES C/U CON 10 SIMULTÁNEAS	13:50 RECESO
15:30 SEGUNDO BLOQUE DE 4 PONENCIAS	13:30 REFRIGERIO		13:30 REFRIGERIO	14:00 CLAUSURA
16:50 RECESO	14:30 4 BLOQUES C/U CON 10 SIMULTÁNEAS		14:30 4 BLOQUES C/U CON 10 SIMULTÁNEAS	15:00 VINO DE HONOR
17:10 TERCER BLOQUE DE 3 PONENCIAS	15:30 TRASLADO A SIMULTÁNEAS		15:30 TRASLADO A SIMULTÁNEAS	
18:00 TRASLADO AL COCTEL DE BIENVENIDA	15:40 AULA PD OCTAVO BLOQUE DE 5 PONENCIAS		15:40 AULA PD DÉCIMO CUARTO BLOQUE DE 5 PONENCIAS	
21:30 COCTEL DE BIENVENIDA	17:10 AULA 2 NOVENO BLOQUE DE 5 PONENCIAS		15:40 AULA 2 DÉCIMO QUINTO BLOQUE DE 5 PONENCIAS	
			17:10 RECESO	
			17:30 EVENTO SOCIO CULTURAL	
			19:00	



Expo-ASFALTO 2019

xxcila.mx



@AMAACmx

#EligeAsfalto



**CONGRESO LATINOAMERICANO DEL ASFALTO
2019**
EN EL MUNDO DEL ASFALTO
QUERÉTARO, MÉXICO
15 de Septiembre 2019

@XXCILA
 @CILA2019
#XXCILA



DATOS BANCARIOS

MONEDA: DÓLAR AMERICANO (USD)

BANCO CITIBANAMEX
ASOCIACIÓN MEXICANA DEL ASFALTO, A.C.
CUENTA CLABE 002180054195710690
NÚMERO 05419571069
SUCURSAL 0541 - PERISUR
CÓDIGO SWIFT BNMXMXMM
PAÍS MÉXICO
CIUDAD DE MÉXICO

MONEDA: PESO MEXICANO (MXN)

BANCO CITIBANAMEX
ASOCIACIÓN MEXICANA DEL ASFALTO, A.C.
CUENTA CLABE 002180054186124978
NÚMERO 05418612497
SUCURSAL 0541 - PERISUR

TEMÁTICA

- 👉 Materiales asfálticos
- 👉 Materiales pétreos
- 👉 Mezclas asfálticas a baja temperatura
- 👉 Proyecto estructural de pavimentos
- 👉 Construcción y conservación de pavimentos
- 👉 Ecoeficiencia en la pavimentación
- 👉 Mezclas asfálticas en caliente
- 👉 Gestión de activos



Cuotas

	Antes del 24 de agosto de 2019	Antes del 26 de octubre de 2019	A partir del 26 de octubre de 2019
SOCIOS	US\$550.00	US\$600.00	US\$700.00
NO SOCIOS	US\$660.00	US\$750.00	US\$900.00
AUTORES*	US\$450.00***	***	***
ESTUDIANTES**	US\$250.00	US\$275.00	US\$300.00
ACOMPAÑANTES	US\$280.00	US\$320.00	US\$375.00

* Pago especial a autores (uno por trabajo)
** Estudiantes de licenciatura con credencial vigente
*** La fecha máxima para la inscripción de autores y confirmación de su asistencia será el 24 de septiembre de 2019

Inscríbete al XX CILA a través de la página **xxcila.mx** y aprovecha los descuentos por pago anticipado.

toda la información la obtendrás en: **xxcila.mx**



Convocatoria

Artículos

Inscripciones

Curvas de creep estático

La Figura 10 muestra las curvas de creep estático, en la cual se puede observar que la mezcla con asfalto AC-20 presenta un tiempo de flujo de 1,840 segundos. Para la mezcla con asfalto PG82-16 se llevó el ensaye hasta 11,000 segundos sin encontrar flujo en la mezcla bajo condiciones estáticas. La mezcla con asfalto AC-20 tuvo una falla por cortante, perdiendo totalmente su capacidad estructural y colapsando el espécimen durante el ensaye (Figura 11).

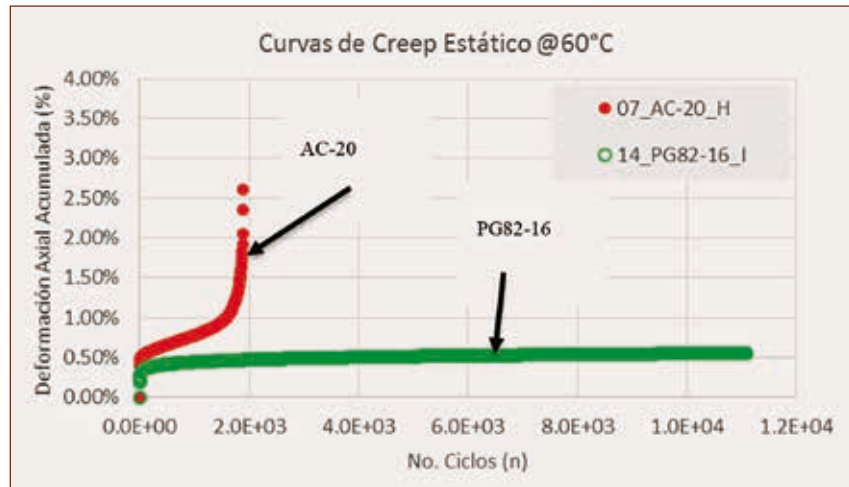


Figura 10. Creep estático AC-20 vs PG82-16.



Figura 11. Especímenes después de la prueba de creep estático @60 °C. Asfalto AC-20 (izquierda) y Asfalto PG82-16 (derecha).

En la Tabla 3 se concentran los resultados de las pruebas de deformación permanente correspondientes a las pruebas de creep dinámico y estático en ambas mezclas asfálticas. Para las pruebas sin confinamiento se observan resultados con una diferencia en desempeño sustancial entre el asfalto AC-20 y el modificado con polímero. Aunque en la pendiente de creep en escala log-log (B) pareciera

que no dista mucho una mezcla de otra, la pendiente de creep en escala lineal (f_c) muestra una diferencia sustancial. De manera similar, la deformación axial acumulada ϵ_n es mucho mayor para el asfalto AC-20, obteniendo un valor de 3,5% a menos de 1,000 ciclos de ensaye, siendo que para la mezcla con asfalto PG82-16 se obtuvo un valor de 1,8% al final de los 10,000 ciclos que indica el procedimiento de prueba. De la mezcla con asfalto modificado en el ensaye con confinamiento, se obtuvo en general un comportamiento superior al de su igual sin confinamiento, reduciendo tanto el valor de f_c , como el valor de ϵ_n , prácticamente en un 50% de su condición sin confinamiento.

Buccino y Ferrari^[5] sugieren valores de f_c entre 0.1 a 0.4 en mezclas con asfalto modificado y entre 0,1 a 0,8 con asfalto sin modificar, para una condición de ensaye de 50 °C, 150 kPa de confinamiento y 300 kPa de carga axial, a una frecuencia de carga de 0,5 Hz (1 s de carga, 1 s de reposo) y tipo de carga en bloque. Estas condiciones de prueba se podrían alcanzar, en ambos casos, mediante la utilización de asfaltos modificados, ya que el asfalto sin modificar (AC-20) presenta una baja resistencia a la deformación permanente.

Tabla 3. Resumen de resultados de deformación permanente

Condición de prueba	ID Mezcla	Creep dinámico			Creep estático	
		Deformación axial acumulada, ϵ_n @n = 10,000 (%)	Pendiente de creep en escala lineal, f_c (mm/m/ciclo)	Pendiente de creep en escala log-log, B	Módulo de creep, ϵ_n (MPa)	Tiempo de flujo (segundos)
Ensaye sin Confinamiento en especímenes compactados en SGC. $\sigma_c = 0,00$ MPa, $\sigma_B = 0,40$ MPa	AC-20	>3,5*	31,27	0,44	<12,3*	1,840
	PG82-16	1,84	1,01	0,28	21,6	>11,000
Ensaye con Confinamiento en especímenes compactados en SGC. $\sigma_c = 0,13$ MPa, $\sigma_B = 0,40$ MPa	AC-20	-	-	-	-	-
	PG82-16	0,96	0,53	0,29	40,7	-

* Valor obtenido en menos de 1,000 ciclos de ensaye.

Conclusiones y siguientes pasos

Mediante la prueba de compresión cíclica se pudo observar un comportamiento muy superior de la mezcla asfáltica con asfalto modificado PG82-16, que su igual con asfalto convencional AC-20 tanto en la prueba cíclica como en la prueba estática. Esto refleja la capacidad de resistencia a la deformación permanente de la mezcla modificada con polímero.

La mezcla asfáltica elaborada con asfalto AC-20 presentó flujo en ambas pruebas (cíclica y estática) en un tiempo mucho menor que la elaborada con

asfalto modificado. Para la prueba cíclica, la mezcla con AC-20 presentó el flujo en menos de 1,000 ciclos de ensaye, un valor de ciclos de ensaye muy bajo considerando los 10,000 ciclos establecidos en el procedimiento de prueba. Para la prueba estática, la mezcla con AC-20 presentó flujo a los 1,840 segundos, la mezcla con asfalto modificado no presentó flujo en el tiempo de ensaye (11,000 segundos).

Es conveniente realizar una comparación directa entre el ensaye de compresión cíclica y la rueda carga de Hamburgo (por su mayor utilización en México) para poder establecer una relación entre los resultados de ambos métodos, no obstante que la prueba de Hamburgo también evalúa la susceptibilidad a la humedad de la mezcla asfáltica.

Es importante establecer el método y las condiciones de prueba a especificar, ya que la norma EN-12697-25 tiene distintas variantes con y sin confinamiento, diferente tipo de carga (bloque, sinusoidal), así como la temperatura de ensaye, ya que para una misma mezcla asfáltica los resultados obtenidos son distintos. También se debe considerar las características geométricas y el método de compactación para el cual se establecen los parámetros a cumplir de la mezcla asfáltica, esto último también puede derivar en resultados de diferente magnitud.

Complementariamente se pueden evaluar estas mezclas mediante alguna prueba de susceptibilidad

al agrietamiento para aplicar el concepto de BMD y establecer en qué rango de contenidos de asfalto puede ser viable su utilización.

Agradecimientos

Los autores agradecen al personal de la empresa COCONAL y de Ergon® Asfaltos México que participó en la elaboración de este proyecto. Lo expresado por los autores de este documento representa su punto de vista y no necesariamente el de la empresa Ergon® Asfaltos México.

¿Quieres profundizar?

- [1] Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), *Calidad de Cementos Asfálticos según su Grado de Desempeño (PG)*, Ciudad de México: SCT, 2018.
- [2] National Center for Asphalt Technology, «Balanced Mix Design Training Course,» Auburn, 2018.
- [3] European Committee for Standardization, *Bituminous mixtures - Test methods. Part 25: Cyclic compression test*, BSI Standards, 2016.
- [4] B. Hofko, «Addressing the permanent deformation behavior of hot mix asphalt by triaxial cyclic compression testing with cyclic confining pressure,» *Traffic and Transportation Engineering*, vol. 1, n° 2, pp. 17-29, 2015.
- [5] V. Buccino y P. Ferrari, *Performance Tests on Bitumen and Bituminous Mixes*, Strade & Autostrade, 2011.

¿Sabías que...

ante la creciente necesidad del mantenimiento de las carreteras el asfalto ofrece soluciones?

Numerosos informes muestran que un mantenimiento adecuado de la infraestructura viaria es esencial para el bienestar económico y social de los países. El informe de la PIARC (World Roads Association) de 2014 lo constata. El asfalto es la mejor solución para mantener las carreteras ya que es rápido de colocar, proporciona soluciones económicas y es duradero. Las propiedades viscoelásticas del asfalto son ideales para este cometido.

Fuente: asphaltadvantages.com



Qué porcentaje de nuestras carreteras son de asfalto (¿versus concreto?)

Mark Buncher, Ph.D., P.E.
Director de Ingeniería del Asphalt Institute

Una forma objetiva y sistemática de calcular

Desde que empecé a trabajar con pavimentos hace aproximadamente 30 años, repetidamente he escuchado la queja de la industria del asfalto en el sentido de que el 93 (a veces el 94) por ciento de las carreteras están pavimentadas con asfalto. Yo creo que usted también ha escuchado lo mismo.

Probablemente es porque soy ingeniero o tal vez porque estoy familiarizado con la expresión local “Show Me” (demuéstremelo) del estado de Misuri, pero muy seguido me pregunto de dónde resulta ese porcentaje. ¿Podría tener un sustento? ¿Cómo fue calculado? ¿El porcentaje varía año con año? ¿O, es de estado a estado? ¿El porcentaje ha tenido una tendencia hacia arriba o hacia abajo con los años?

¿O fue el reclamo del “94 por ciento de asfalto” una de esas declaraciones folclóricas que cuando se escuchan durante tanto tiempo de diferentes fuentes, nosotros llegamos a creer que son verdaderas sin preguntar su validez?

A principios de los años 2000, la industria del pavimento asfáltico creó la institución nacional Asphalt Pavement Alliance (APA), siendo uno de sus principales objetivos proteger y expandir las acciones del mercado. Por supuesto, con tal meta llegó el deseo de medir de alguna manera las acciones del mercado en forma sistemática y objetiva a nivel nacional. Mientras que una forma lógica de medir esa acción de mercado está en términos de tonelaje, se determinó que la información de tonelaje se monitoreara en forma diferente y bajo diferentes categorías dependiendo del estado. Mientras que algún tipo de asfaltado anual contra un análisis de tonelaje de concreto podría ser realizado para un estado en particular, no hubo manera de aplicar el mismo análisis consistentemente a todos los estados.

A partir de esta búsqueda para monitorear la acción de mercado de alguna manera, se presentó el método de análisis descrito en este artículo, el cual rastrea el tipo de pavimento (asfalto versus superficie de concreto) por todo el sistema federal de carreteras.

Fuente de datos y análisis

Los datos utilizados en el análisis del tipo de pavimento se han tomado del “Highway Statistics, Section IV, Highway Infrastructure”, publicado por la Federal Highway Administration (FHWA).

Este reporte “Highway Statistics” se publica anualmente y es una extensa base de datos de información de inventarios de carreteras entregada cada año por cada departamento de transportación de cada estado. Los reportes anteriores y los actuales están disponibles en la página web de FHWA.

La Tabla HM-51 del reporte de “Highway Statistics” recopila el número de millas del eje central por tipo de superficie de pavimento para las diferentes clases funcionales por estado. Es importante notar que las longitudes reportadas son millas del eje central, no millas de carriles. Entonces, una interestatal urbana de seis-carriles cuenta lo mismo que una carretera de municipio de dos-carriles pues la unidad es de millas de ejes centrales. El tipo de superficie está basada en el tipo de superficie más predominante dentro de una sección. Por lo tanto, si cuatro carriles tienen la superficie asfaltada y dos son de concreto, esa sección debería posiblemente ser considerada como de asfalto. Más información relativa a los datos que reportan los requisitos del estado se encuentra en FHWA “Highway Performance Monitoring System(HPMS) Field Manual”.

El tipo de superficie se puede reportar como superficie bituminosa (de asfalto), de concreto o sin pavimento. Este análisis calcula primero el total de millas de superficies pavimentadas (asfalto más concreto) y después calcula el porcentaje de ese total que viene siendo la superficie asfaltada. Esto es realizado con los datos de la Tabla HM-51. El análisis no refleja ninguna superficie sin pavimentar, o superficies asfaltadas que tienen menos de 25 mm de espesor (como los tratamientos de superficiales asfálticos sobre bases de grava)

La Tabla HM-51 reporta este dato por estado para las siguientes clases funcionales: interestatales, otras autopistas y vías rápidas, arterias principales, arterias menores y grandes recolectores. Cada una de estas clases están descontinuadas dentro de un componente rural y urbano. Las clases funcionales de recolectores menores y carreteras locales no están incluidas en este análisis porque el tipo de superficie no está siempre designado.

Resultados de 2016

Debido a los datos del reporte de los estados del año anterior y por la extensa recolección y el proceso de recopilación, existe un retraso inherente de dos años en el reporte. Por ejemplo, el reporte “Highway Statistics” publicado en 2018 muestra datos que reflejan condiciones puestas en servicio desde 2016.

Utilizando estos totales de 2016 de todos los 50 estados del reporte publicado más recientemente (2018), la gráfica ilustra lo siguiente:

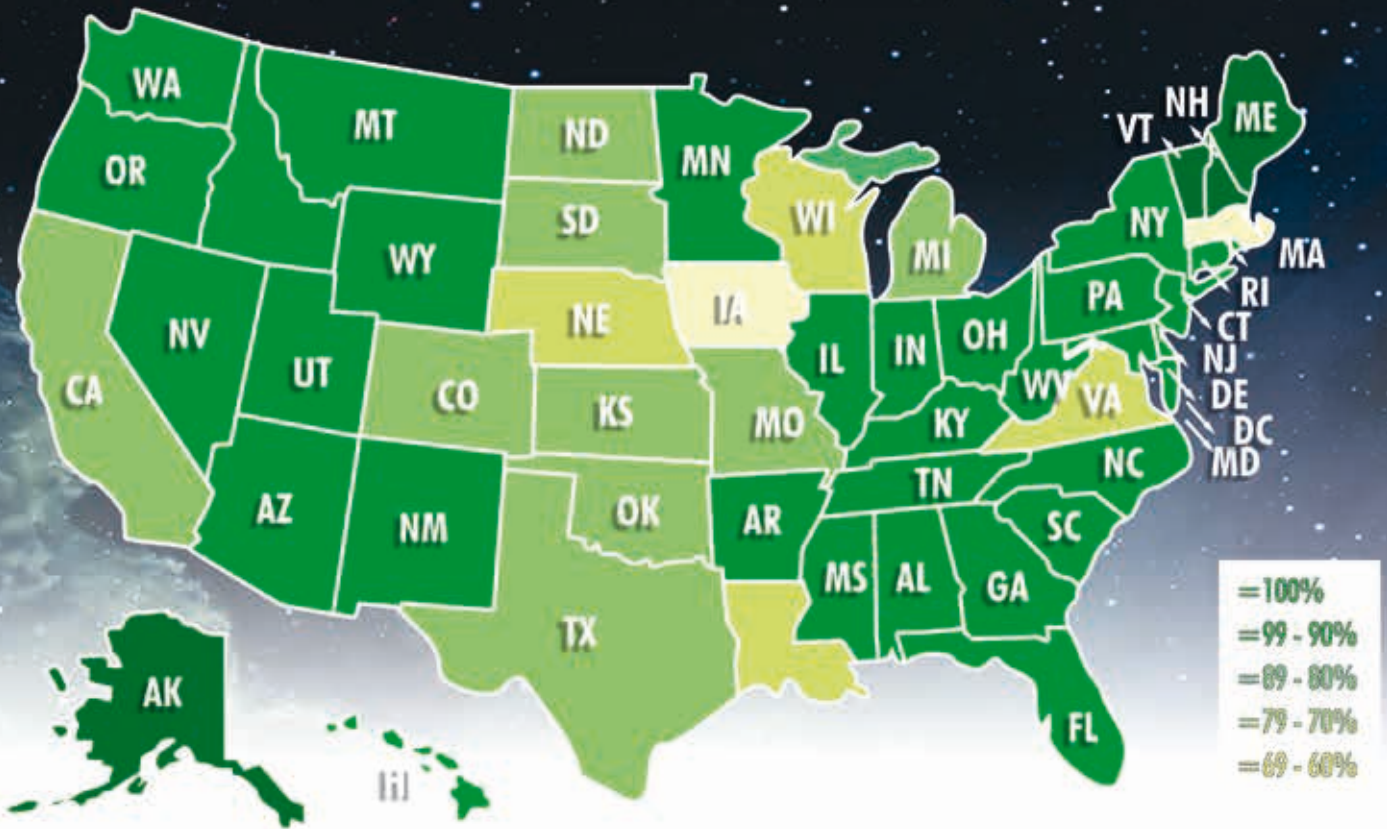
- Se muestra como las clases funcionales están categorizadas para este análisis.
- Se muestra el total de millas de ejes centrales (CM) en miles (K), para cada una de las categorías utilizadas en este análisis.
- Se muestra el porcentaje de superficies pavimentadas que son de asfalto.

Nota: Los valores calculados no reflejan superficies sin pavimentar o superficies de asfalto que tienen menos de 25 mm de espesor.

Clase funcional/total millas lineales centrales (CM) en EUA para 2016 ⁽¹⁾ /% de superficies de asfalto en Estados Unidos para 2016 ⁽¹⁾				
Todas las clases funcionales (rurales y urbanas) 937 K CM 94,0%	Todas las clases funcionales 611 K CM 95,7%	Todas las clases funcionales (solo urbanas) 326 K CM 90,8%	Interestatales, otras autopistas, vías rápidas 66 K CM 76,1%	Rural 35 K CM 78,8%
				Urbana 31 K CM 73,0%
			Arterias principales, arterias menores, colectores principales 871 K CM 95,3%	Rural 576 K CM 96,7%
				Urbana 295 K CM 92,6%

¿CUÁNTOS DE NUESTROS
CAMINOS DE LOS ESTADOS UNIDOS
ESTÁN PAVIMENTADOS CON ASFALTO?

93%
.97



Alabama	99.78%	Maryland	99.58%	Rhode Island	99.37%
Alaska	100%	Massachusetts	76.06%	South Carolina	98.91%
Arizona	98.45%	Michigan	92.67%	South Dakota	89.76%
Arkansas	97.64%	Minnesota	93.90%	Tennessee	99.73%
California	95.31%	Mississippi	98.28%	Texas	91.76%
Colorado	93.30%	Missouri	90.44%	Utah	96.11%
Connecticut	99.72%	Montana	99.40%	Vermont	100%
Delaware	93.48%	Nebraska	87.97%	Virginia	81.40%
Florida	99.40%	Nevada	98.18%	Washington	97.36%
Georgia	97.36%	New Hampshire	100%	West Virginia	98.42%
Hawaii	96.71%	New Jersey	99.38%	Wisconsin	89.27%
Idaho	98.37%	New Mexico	99.55%	Wyoming	96.04%
Illinois	94.41%	New York	98.50%		
Indiana	96.44%	North Carolina	98.11%		
Iowa	61.38%	North Dakota	94.36%		
Kansas	93.68%	Ohio	97.19%		
Kentucky	97.80%	Oklahoma	92.94%		
Louisiana	85.16%	Oregon	98.46%		
Maine	100%	Pennsylvania	95.97%		



@AMAACmx
#EligeAsfalto

Existen 35 estados arriba del promedio nacional de 94 por ciento de asfalto.

Alaska, Maine, New Hampshire y Vermont están siendo monitoreados al 100% en caminos de asfalto.

Los totales de milla del eje central mostrados en la gráfica colocan en perspectiva el tamaño relativo de cada categoría. Por ejemplo, las millas del eje central de la categoría combinada de interestatal /autopista/vía rápida (66 K) son menos del 10 por ciento de las millas de los ejes centrales de la categoría de arteria combinada y del recolector principal (871 K). En relación al porcentaje de carreteras que tienen superficies asfaltadas, el porcentaje cambia de acuerdo al cambio de las clases funcionales. Para todas las clases funcionales, rurales y urbanas el porcentaje es calculado para que sea de 94,0% durante el año 2016.

Tendencias nacionales

Al utilizar el mismo análisis sistemático para los datos de cada año, las tendencias pueden ser consideradas año con año. Al realizarlo de esta manera, se indica que los promedios nacionales no han cambiado significativamente con los años. Por ejemplo, el porcentaje de superficies asfaltadas calculadas cada año para todas las clases funcionales (rurales y urbanas) solamente ha fluctuado de 92,9% a 94,0% durante los últimos 20 años, sin ninguna tendencia aparente ascendente o descendente. Lo mismo se puede decir al observar las tendencias para las categorías específicas funcionales.


Al comparar los números año con año, se supone que los datos de recolección y los reportes alcanzados por estados no cambiaron año con año. Es más probable que esta hipótesis no sea realmente de un cien por ciento, pues las fluctuaciones de año-

tras-año son más evidentes al analizar un estado específico versus el promedio nacional.

Análisis estado por estado

Este análisis puede ser realizado con los datos de cada estado, mostrando los estados que históricamente han utilizado más asfalto en sus superficies pavimentadas y aquellos que utilizan más concreto. La gráfica muestra el porcentaje de carreteras cubiertas con asfalto por estado. Hay 35 estados que tienen arriba del 94 por ciento nacional de superficies asfaltadas estando algunas al 100 por ciento o muy cerca. Al contrario, hay seis estados actualmente con un porcentaje debajo del 90% de asfalto: IA (61%), MA (76%), VA (81%), LA (85%), NE (88%) Y WI (89%).

En conclusión, no existe una forma perfecta para monitorear la cuota de mercado sobre una base consistente para todos los estados. Este método utiliza los datos de la FHWA en su reporte anual “Highway Statistics”. Las ventajas son de que es objetivo y consistente en todos los estados. Otra ventaja es que los resultados no son afectados seriamente por las fluctuaciones financieras, donde un sistema basado en tonelaje podría influir. Las desventajas de este método son en el sentido de que el sector comercial (privado) no está incluido, ni el asfalto tiene menos de 25 mm de espesor. Además, el parámetro “tipo de superficie” no fluctúa tanto año con año como sucede en un parámetro basado en tonelaje.

Entonces, la próxima vez que escuche una declaración de que el 93 o 94 por ciento de nuestras carreteras son de asfalto, usted sabrá que la queja puede estar respaldada. Y mejor aún, usted puede ahora hacer tal declaración sabiendo que es verdad y que puede ser medida. Sé que eso me hace sentir mejor. 



Programa Interlabs 2019

Quinto periodo de inscripción:
del 2 al 12 de septiembre

Informes e inscripciones: interlaboratorio@amaac.org.mx / 01(55) 5606 7962

Incomparable en movilidad y productividad.

CIBER iNOVA SERIES



PLANTA DE ASFALTO MÓVIL CONTINUA CIBER iNOVA SERIES. La más avanzada tecnología para la producción de mezclas de asfalto que combina capacidad de producción de hasta 100 t/h (iNOVA 1000) o 150 t/h (iNOVA 1500) en apenas 1 movilidad y de hasta 150 t/h (iNOVA 1502) o 200 t/h (iNOVA 2000) en apenas 2 movibilidades. Las plantas cuentan con cuatro silos dosificadores con pesaje individual, quemador CIBER Total Air y el innovador sistema inteligente de intercambio de calor que garantiza el máximo rendimiento térmico y un bajo consumo de combustible. La mezcla es externa a través de un Pug Mill, garantizando la máxima homogeneidad del producto final, además del control automático del tiempo de mezcla. Posibilidad de utilizar RAP al 15%, dependiendo de la configuración. Nuevo central de comando con funcionamiento 100% automático, sistema de diagnóstico y monitoreo remoto, lo que confiere la más alta tecnología en el control de la producción.

Amor, paz y... asfalto



Usos tempranos del asfalto

El asfalto es una sustancia sorprendentemente creativa con una larga historia de uso diverso. Se ha utilizado de innumerables maneras durante siglos por muchas culturas diferentes de todo el mundo.

“De todas las muchas maravillas que ocurren en Babilonia, la más destacada consiste en grandes depósitos de asfalto que se encuentran allí”.

HISTORIADOR GRIEGO DIODORO SICULUS



Los registros muestran que el primer uso del asfalto fue probablemente por los habitantes del valle del río Éufrates, en el sureste de Mesopotamia, que ahora es Irak. En los primeros años Irak se llamaba Sumer o Akkad, y más tarde, Babilonia. Muchos depósitos naturales de asfalto se encontraron en esta región entre el río Nilo en Egipto y el río Indo en la India.

Una antigua leyenda cuenta que, cuando era un bebé, el rey Sargón de Akkad fue puesto en una canasta cubierta con asfalto por su madre, una sacerdotisa, y se colocó a la deriva en las aguas del río Éufrates, alrededor del 3800 a. C. Esta leyenda se corresponde estrechamente con la historia de Moisés a la deriva en el río Nilo en una canasta cubierta con asfalto.

Los usos tempranos del asfalto se incluyen junto a ladrillos de cemento para la construc-

ción de edificios y pavimentos y para proteger las superficies exteriores de mampostería. También se usó para remover la superficie de pisos interiores y escalones, y para impermeabilizar baños y desagües.

Las excavaciones en Teli-Asmar, a 75 kilómetros al noreste de Bagdad, en la orilla oriental del río Diyala, revelan que los sumerios usaron asfalto para la construcción de edificios entre los años 3 200 y 2 900 a. C.

Mortero compuesto de masilla de asfalto también se encontró en excavaciones en Ur, Uruk y Tello en las cercanías de los ríos Éufrates y Tigris. En la misma región, en Khalaje, las excavaciones tienen pisos sin pavimentar compuestos por capas de masilla de asfalto de 8 a 15 centímetros de espesor, así como también placas de arcilla unidas con asfalto.

Asfalto en la Biblia

Los historiadores creen que Noé usó asfalto en la construcción del arca. El texto bíblico dice que el arca estaba cubierta con “pizca” (una sustancia bituminosa) por dentro y por fuera. Las canoas y las piraguas en los primeros días también se hicieron impermeables con brea.

Hay muchas otras referencias en las escrituras cristianas a lo que sabemos que fue asfalto.

El libro de Génesis dice, cuando describe la construcción de la Torre de Babel alrededor del año 2 000 a. C.: “Tenían ladrillos para piedra y limo para mortero”. En la Septuaginta, la versión griega de la Biblia, la palabra limo se traduce como “asfalto”, y en la versión latina, como “betún”.

El segundo capítulo de Éxodo establece que la canasta de juncos (plantas de humedales) donde su madre puso a Moisés fue impermeabilizada con asfalto. El verso tres dice: "No pudiendo esconderlo por más tiempo, tomó una cestilla de papiro, la calafateó con betún y pez, metió en ella al niño, y la puso entre los juncos, a la orilla del río".

Los usos de los juncos y la cancha fueron uno de los primeros métodos para construir barcos. Técnica empleada hasta principios de 1960, los barcos conocidos como "guffas" se construyeron con cañas tejidas selladas con asfalto y eran para transportar pasajeros y carga a través del río Tigris en Bagdad.

Asfalto en Babilonia

Los babilonios eran constructores excepcionales, los reyes babilonios construyeron caminos, muros para mantener alejadas las aguas de las inundaciones del río Éufrates, las almenas y los grandes palacios. El rey babilonio Hammurabi tenía un código de construcción en el año 2200 a. C. que mostraba las clases sociales altas en casas con revestimiento y botes con masilla bituminosa

Las excavaciones en Babilonia han descubierto ladrillos unidos con asfalto que han permanecido en el lugar durante miles de años. Estas excavaciones también descubrieron una gran tableta de piedra que describía las actividades de construcción del rey Nabucodonosor. La tableta revela que el padre de Nabucodonosor, Nabopolasar, construyó un muro de ladrillos curtidos con arcilla seca para evitar que el río Éufrates inundara su palacio.

La tableta nos dice que los ladrillos secos de Nabopolasar no pudieron contener las aguas de la inundación, por lo que el rey Nabucodonosor buscó una mejor manera de impermeabilizar su palacio. En la tablilla, Nabucodonosor escribe: "Para mi protección, construí dos enormes paredes de asfalto y ladrillo, alrededor de 150 metros. Entre ellos erigí una estructura de ladrillos sobre la cual construí mi vivienda real de asfalto y ladrillos, un enorme muro de asfalto y ladrillos quemados, y puse sobre él una base para mi residencia de asfalto y ladrillos quemados".

El rey Nabucodonosor nunca dejó de construir y en muchas de sus obras usó asfalto. Construyó un puente de 110 metros sobre el río Éufrates cerca de Babilonia. Los muelles fueron construidos con ladrillos quemados incrustados en la masilla de asfalto y la base de cada muelle fue cubierta con asfalto. Nabucodonosor también construyó grandes alcantarillas hechas de asfalto, franco (mezcla de tierra y arcilla) y grava para drenar la ciudad de Babilonia. 🍷



La impresora 3D es el futuro para la reparación de carreteras

Kristina Smith
Revista World Highways

Las reparaciones automáticas de caminos, que utilizan la impresora 3D, podrían ahorrar dinero y también reducir considerablemente sus alteraciones, por lo que los investigadores ya están demostrando que esto es posible.

Es media noche y en la calle cercana un equipo está ocupado realizando reparaciones en la superficie vial. Pero no hay ningún ser humano a la vista.

Un dron de reparación de caminos ha aterrizado en el lugar de la grieta y una impresora de asfalto 3D está ahora rellenando esa grieta. Un grupo de drones de conos de tráfico se han colocado ellos mismos alrededor del sitio de reparación para proteger el dron reparador y desviar el tráfico cercano.

El escenario puede no ser tan futurista como parece. Los investigadores de la Universidad de Leeds ya han creado un prototipo del dron referido, mientras que sus colegas de la Universidad de Londres (UCL) han logrado construir el primer impresor 3D de asfalto a nivel mundial. Los dos proyectos tanto del dron como del impresor son parte de los amplios programas de investigación llamados *Self Repairing Cities*.



Los investigadores de la Universidad de Londres crearon la primera impresión en 3D del mundo, mientras que los colegas de la Universidad de Leeds desarrollaron un prototipo de avión no tripulado que lo transportaría a lugares de reparación).

“Nuestra visión 2050 es la de tener una problemática cero en trabajos de carreteras”, dijo Richard Jackson, un investigador asociado a la UCL, quien ha desarrollado el impresor 3D de asfalto —“Será más silencioso, así que podremos hacerlo en la noche y el objetivo es no tener aportación humana para nada”.

El impresor 3D de asfalto ya atrajo la atención de algunos importantes contratistas de caminos. Ellos están interesados en soluciones a más corto plazo utilizando un proceso semi-automático en lugar de un dron de reparación totalmente desarrollado, dice Jackson.

El proyecto de Jackson también ha producido otro resultado sorprendente relacionado con las propiedades del material de asfalto imprimido. El proceso de extrusión del asfalto a través de la boquilla del impresor parece haber cambiado las propiedades del asfalto, cuando se compararon exactamente con las propiedades del mismo material el cual ya se había calentado y fundido.

Mantenimiento preventivo

El concepto del dron reparador de carreteras con su impresor 3D está basado sobre la idea del mantenimiento preventivo. Las superficies de carreteras podrían ser escaneadas continuamente —por ejemplo— utilizando aparatos conectados en la parte inferior de los vehículos municipales tales como los camiones de desechos y cualquiera de las grietas pequeñas tratadas con prontitud después de su identificación.

El proceso de rellenar las grietas con anticipación puede prevenir que éstas empeoren y también se puede alargar la vida de la superficie de la carretera. Al utilizar drones, en lugar de cuadrillas humanas de reparadores resultará en un tratamiento mucho más accesible, dice Jackson. “El costo sería bastante menor”, agregó.

Una vez que las grietas fueran identificadas, los drones podrían ser llevados a ese lugar utilizando GPS, proporcionando exactamente la cantidad correcta de la mezcla de reparación para cada grieta. Hay más trabajo por realizar en relación de cómo se prepararía la grieta, dijo Jackson, pues será necesario que se limpie y también la aplicación de un tipo de agente para ayudar a formar un buen pegamento en-

tre el material existente de la superficie y el material de reparación.

“Como científicos, nos gusta hacernos las siguientes preguntas: ¿podremos poner un lanzallamas en el dron?”, dijo Jackson. “Y después de que el asfalto haya sido imprimido, ¿vamos a compactarlo, o cada función será realizada por un dron diferente?”.

El impresor 3D diseñado por Jackson es un sistema de tres ejes con motores individuales paso-a-paso que mueven la boquilla impresora. Un sistema de seis-ejes posiblemente sea más útil, dice Jackson, aunque también sería mucho más pesado.

La boquilla en sí está hecha de un taladro atornillador, un motor paso-a-paso para que gire el tornillo y una tolva de gránulos la cual alimenta a las tolvas de asfalto. Las resistencias de calefacción calientan las tolvas y las convierten de sólidas a líquidas al pasar por el taladro y salir a través de una abertura de 2 mm.

Durante los dos años y medio que Jackson ha trabajado en el proyecto y hasta la fecha, él ha repetido pruebas con boquillas y con diseño de taladro de tornillos antes de encontrar la combinación óptima. El también experimentó con diferentes temperaturas y velocidades de tornillos poniéndolas entre 125 °C y 135 °C a 1 mm/segundo de la velocidad de impresión y 4,4 rpm.

Antes de usarlo para rellenar grietas, lo que el dron hizo en el estacionamiento de la Universidad de Leeds, Jackson usó la impresora para crear barras de asfalto para prueba. Al comparar el comportamiento de estas barras para fundir unas, la diferencia inesperada se reveló en las propiedades mecánicas.

La barra de fundición mostró un comportamiento diferente dependiendo de la forma en que fue probada, mientras que la que fue impresa no lo hizo. La barra impresa también mostró hasta nueve veces la ductilidad de la fundida, con fortalezas de fractura similar.

La causa posible de la diferencia se reveló por medio de una observación cercana de la forma del asfalto. La muestra impresa mostró contener una sustancia café elástica salpicada por toda su sección cruzada la cual no se vio en la fundida.

Las hipótesis de Jackson en el sentido de que la sustancia café de la grieta de puente que parece aumentar la ductilidad está compuesta de una fracción

más ligera saturada del asfalto que se ha formado debido a la manera en que varios tamaños de partículas se mueven durante el calentamiento, el atornillamiento y el proceso de extrusión. “He realizado otro trabajo involucrando nanofibras y el proceso de impresión influye en las fibras bastante extrañamente también”, comentó Jackson.

Concreto también

Aunque no es parte del proyecto *Self Repairing Cities*, los investigadores de la Universidad de Texas también han estado experimentando con la impresora 3D, la reparación de fragmentos de daños en carreteras de concreto. Esto a menudo ocurre en las grietas que están en la superficie de concreto de carreteras, donde las protuberancias de concreto se rompen.

El investigador Jaeheum Yeon del Departamento de Ingeniería y Tecnología de la universidad explica que él y sus colegas se inspiraron para imprimir parches de concreto para hoyos fragmentados en la tecnología usada para la reparación de dientes: “El uso de escáners de láser e impresoras 3D para tratar las cavidades también tiene consecuencias para los ingenieros encargados del mantenimiento de carreteras de concreto”, dijo Yeon. “Este método de tratar las cavidades utilizando impresoras 3D puede manejarse para reparar daños de fracturas en las carreteras de concreto”.

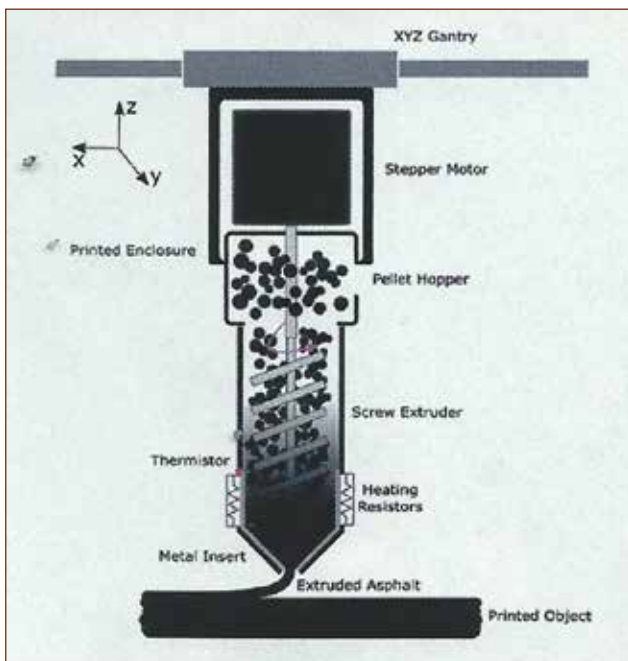
Los investigadores utilizaron el programa de fotogrametría, *Autodesk ReMake*, para crear un modelo de computadora para los daños de fracturas, el cual después tuvieron que ajustar para asegurarse de que era del tamaño correcto. Este modelo fue utilizado para crear un encofrado de plástico en donde el concreto sería vaciado.

El parche de concreto después fue pegado dentro del hoyo usando un adhesivo de resina epóxica. Esto también sirvió para rellenar el espacio creado por el encogimiento del concreto, dice Yeon.

A esta fecha, esta técnica ha sido utilizada en dos hoyos situados en el estacionamiento de autos de

la universidad. Será importante probar la longevidad de la técnica antes de llevar a cabo las pruebas en carreteras de tráfico pesado debido a los riesgos potenciales para los conductores si el parchado falla, dice Yeon.

Los investigados también calcularon cuáles podrían ser los beneficios económicos de este método de reparación más rápido utilizando la metodología del *US Department of Transportation's 'Work Zone User Costs'* la cual toma en consideración los costos como retraso de viaje, emisiones e impactos. Puesto que el proceso de parchado tomaría dos horas en lugar de los siete días necesarios para planear y llevar a cabo una reparación tradicional, los costos indirectos se reducirían de \$140,000 a \$1,700 dólares, comentan los investigadores.



La tecnología del extrusor podría producir una solución de reparación innovadora.



Utilizando la impresión 3D se podrían agilizar los procesos de reparación

Próximos pasos

En la UCL, Jackson ahora está trabajando en la impresión de mezclas asfálticas, en vez de solo el ligante asfáltico. El aumento de agregados es problemático por el momento en esta pequeña escala, dice Jackson, aunque una combinación de arena y ligante se puede imprimir.

La impresión 3D permitiría al material ser variado sobre la profundidad de la grieta, cambiando

la materia prima para aplicar un material diferente para la superficie superior por ejemplo. Jackson está también agregando nano materiales, como nano partículas de dióxido de titanio.

Este método permitirá a los materiales impresos ser hechos a la medida de acuerdo con la ubicación de la carretera y las especificaciones locales. La boquilla y sus parámetros de operación podrían por lo tanto ajustarse, dijo Jackson. “Existe un argumento para conocer la máquina en su diseño” él dice: “Necesitamos una fábrica para hacer los robots de impresión 3D con diferentes propiedades dependiendo de los materiales utilizados en la carretera”.

Aun en el plazo más corto, sin una automatización total, las reparaciones impresas 3D de grietas podrían ahorrar dinero, dice Jackson. Y esto se debe a que los contratistas están interesados en la tecnología.

Una aplicación de logística podría organizar y dirigir un equipo pequeño de reparación para los sitios de las grietas, tal vez en un vehículo automático, optimizando el horario de trabajo, las rutas y los tiempos. La cuadrilla traería una “bolsa negra” que utilizaría la tecnología de visión por computación para situar su impresora 3D sobre la grieta y por lo tanto llenarla.

“La impresión 3D va a cambiar muchos de nuestros campos,” dijo Jackson quien trabajó en nano tecnología y aparatos médicos antes de cambiarse a este proyecto, “y definitivamente tiene el potencial para cambiar éste”. 🍵

¿Tienes un artículo técnico?

...envíalo a dirgral@amaac.org.mx y podrá ser publicado en

ASFÁLTICA
REVISTA TÉCNICA

#PavimentarEsUnArte



ASFIER.
EMULSIFICANTES ASFÁLTICOS.

KAOAMIN/GRIPPER.
ADITIVOS PROMOTORES DE ADHERENCIA.
ADITIVOS PARA MEZCLA TIBIA.

DANOX.
ADITIVOS PARA PAVIMENTOS RECICLADOS (RAP).
MODIFICADORES REOLÓGICOS.
DISPERSANTES DE POLÍMERO.



(33) 3284-1000
Ext. 1019, 1028, 1098
asfaltos@kao.com

GRIETAS TRANSVERSALES PROFUNDAS

PROBLEMÁTICA	CAUSAS PROBABLES	POSIBLES SOLUCIONES
Grietas por deslizamiento	HMA blanda o inestable	<ul style="list-style-type: none"> • Rectifique las proporciones de la mezcla y la calidad del agregado • Revise el diseño, si se excede en arena, contenido bajo de relleno o contenido alto de cemento asfáltico • Verifique y corrija, si hay residuos de humedad en la mezcla • Verifique el grado de cemento asfáltico y las características de temperatura/viscosidad
	Hundimientos en carpetas inferiores	<p>Para bases granuladas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejore o modifique • Revise la densidad • No extienda la mezcla asfáltica HMA sobre una base saturada • Verifique el drenaje <p>Para pavimentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corte y bachee las áreas débiles
	Adherencia escasa entre la mezcla HMA y la sub-base	<ul style="list-style-type: none"> • Verifique la viscosidad • Asegure que no haya exceso de polvo o material nocivo en la superficie
	Base sucia o polvosa	<ul style="list-style-type: none"> • Limpie con escoba motorizada
	Riego de impregnación o de liga no utilizado	<ul style="list-style-type: none"> • Aplique el riego de impregnación o de liga
	Riego de impregnación o de liga en exceso o muy escaso	<ul style="list-style-type: none"> • Utilice las proporciones de aplicación correctas del riego de impregnación o de liga • Verifique la calibración de las boquillas en la barra del distribuidor

Las relaciones familiares en sus empresas

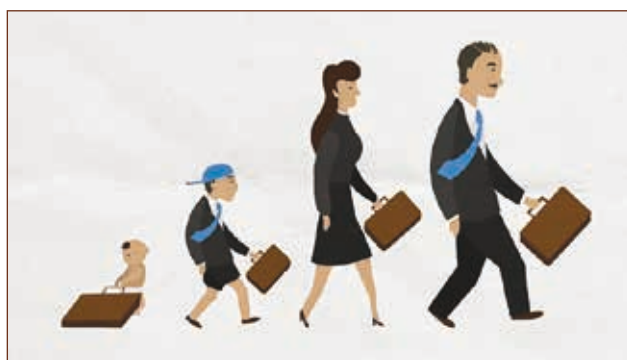
Gilberto González Castro
Revista AH

Imaginemos a una compañía propiedad de una familia formada por un grupo de accionistas particularmente unido. Su perfil de riesgo es medianamente bajo, su nivel de confianza es alto y funcionan efectivamente como accionistas. Por eso están comprometidos a reinvertir 90% de sus ganancias en la compañía y distribuir 10%. Es un buen ejemplo de capital paciente trasladado a la eficiencia operativa.

Si cambiamos ese escenario a otro en el cual el nivel de confianza es bajo, los accionistas no acuerdan a largo plazo la estrategia de la compañía, se dividen en facciones y un grupo exige liquidez, es un momento en que la compañía necesita ampliar sus operaciones para competir globalmente. El perfil de riesgo es alto y el capital paciente se ha transformado en capital de demanda, saquen conclusiones.

Los llamados temas de “tipo sensible” en las compañías familiares que incluyen, por ejemplo, niveles de confianza entre los accionistas, acuerdo de objetivos, una cultura participativa y visiones de la salud a largo plazo; así como la competitividad del negocio, están directamente relacionados con la percepción de riesgo de los accionistas que a su vez generan un impacto directo en el costo de capital de la compañía y su habilidad general para crear riqueza. Un problema generalizado en este tipo de empresas es que muy pocos miembros de un negocio familiar, especialmente aquellos que son líderes de familia, quieren invertir tiempo en generar unión entre los accionistas y profesionalizar las estrategias y estructuras por las cuales se desarrollan.

Un grupo que logró esto es El nuevo día, un periódico de San Juan en Puerto Rico, propiedad de la familia Ferré, que también controla una compañía de capital público de cemento, una imprenta y una empresa de internet. El presidente, Antonio Luis Ferré, ha manejado el negocio por 30 años. En las últimas décadas estableció un sistema de reuniones familiares diseñado para dar poder a sus cinco hijos como futuros líderes de la empresa. Recientemente, comenzó a organizar retiros con el equipo de dirección, que incluyen miembros que no forman parte de la familia, como una forma de mejorar la comunicación y romper con las típicas restricciones existentes en el sistema jerárquico de administración. Todo esto es resultado directo de los esfuerzos del grupo de accionistas de la familia para desarrollar confianza, unidad y acuerdo entre los familiares, la dirección y los accionistas. La compañía prosperó, se expandió y su valor se incrementó considerablemente.



Solamente en grupos de accionistas privados existe esta posibilidad de tener impacto personal en los recursos del negocio, capitalizando la eficiencia.

Temas de tipo sensible

¿Por qué tan pocas compañías controladas por familias se enfocan en temas como las relaciones y el perfil de riesgo?

En primer lugar, porque son considerados temas de tipo sensible. No se han tomado en cuenta la educación o la experiencia de negocios de la mayoría de la gente. Los gerentes están entrenados en liderazgo basado en contenidos, donde las decisiones se toman de un modo racional y lineal. No ven que para tener éxito se necesitan habilidades de procesos efectivos. Cualquier empresa necesita de cuatro recursos para competir: físicos, organizacionales, humanos y de procesos. El tema analizado es el de los procesos, que es el compromiso y las capacidades de los individuos y grupos para las interacciones efectivas. Si se aumentan los recursos de procesos, se realzan también los otros recursos en la organización.

En segundo lugar, los líderes de negocios piensan que deben levantar una barrera entre la familia y la empresa. Es verdad, si hay potencial de conflicto en la empresa familiar es entre la familia y la empresa, pero también es cierto que si hay un potencial para ventajas competitivas en empresas familiares de capitales privados, surge por la interacción entre familia y la empresa. Por esto, el objetivo no es levantar una barrera sino incorporar a la familia y sus necesidades en la operación. Muchos consultores definen la profesionalización como el proceso

de sacar de la empresa a la familia e introducir gerentes profesionales; se puede definir como la determinación de estructuras y líneas de acción que manejen la interacción de la familia con el negocio, pues de lo contrario se pierde el potencial para capturar parte de su ventaja.

Tercero, las empresas no manejan la generación de capital de las relaciones porque sus raíces son familiares, no orientadas al negocio. Es muy difícil el cambio de estas dinámicas intuitivas a una estrategia de negocios institucional. Las familias desarrollan estilos de comunicación que luego incorporan al negocio. Entonces, si se trata de una familia que se grita todo el tiempo en su casa, donde puede no significar mucho, probablemente no se dé cuenta de que este comportamiento tiene un costo si se repite frente a empleados.

Esto plantea la cuestión de las relaciones familiares en general. ¿Son algunas más problemática que otras y cuál es el impacto de esto? La clave es moverse de una relación familiar-familiar a una de socios, por ejemplo, un padre tratando a su hijo como socio y un hijo tratando a su padre como socio; es el cambio más difícil de una empresa familiar pero las consecuencias de no llevarla a cabo pueden ser fatales.

Relaciones multigeneracionales

Algunas empresas familiares cuentan con una enorme ventaja competitiva en su tecnología. Pero normalmente, esa tecnología es intuitiva y reside particularmente en uno de los miembros de la actual generación, que se pudo haber “hecho” en la empresa, no tener un título profesional, pero ha realizado trabajos significativos de

diseño en la operación, productos, procesos o cualquier actividad que genere ingresos. Este es un activo inherente a la familia, una eficiencia multigeneracional. Sólo las empresas familiares pueden generar individuos con estos conocimientos. Si esta relación, en este caso entre padres e hijos, se deteriora, las firmas pierden su **know how** tecnológico. Si hay conflicto es difícil mantener las relaciones multigeneracionales saludables. Una de las ventajas de las compañías familiares es la relación particular entre accionistas y gerentes.

Existen factores que demuestran generar una perspectiva positiva de riesgo en cada accionista, e incluyen elementos como cultura de participación, confianza en la administración, significado formal para el valor de las acciones, definición de los valores y misión de la compañía, y satisfacción por el modo como atienden las necesidades financieras. También deben generarse los pasos que debe tomar un negocio para asegurar un capital paciente. Lo más importante, las reuniones familiares, han mostrado propiciar un cambio positivo en la perspectiva de riesgo de los miembro de la familia. Otras actividades incluyen concertar reuniones regulares de accionistas, llevar a cabo sesiones de planificación estratégica con accionistas/dueños, crear opciones de liquidez y enfocarse en la unidad de la familia y la administración de largo plazo.

El punto es demostrar que la dinámica de las relaciones está conectada directamente con el valor económico de la compañía.

Uno de los problemas que deben enfrentar las compañías controladas por familias es que los patrones negativos son más fáciles de sostener que los positivos. Entonces los líderes

deben intervenir a menudo intencionalmente y actuar a partir de su instinto. Por ejemplo, si la generación de confianza es un antecedente para el acuerdo, entonces si se quiere llegar a un acuerdo entre la familia hay que construir confianza. Es natural, cuando no se confía en alguien damos menos información, se recomienda a los gerentes familiares que den más información. También es natural no organizar reuniones, se aconseja a los gerentes familiares que convoquen más. Pensamos que colocar todo sobre bases lineales y racionales es correcto, pero se aconseja que se incluyan las relaciones de familia.

El objetivo es evitar que los accionistas tomen derechos que no les corresponde, lo cual destruye la confianza, y devolverles derechos que las dinámicas familiares les han quitado, como tener participación en la elección de los miembros directivos. Esto genera confianza. Una clave para la supervivencia a largo plazo y la competitividad de las compañías controladas por familias o de tendencia privada, es crear un grupo de accionistas con poder. Eso significa tanto definir sus derechos y responsabilidades como establecer relaciones familiares sanas.

Sucesión, ese fantasma

El fantasma de la sucesión siempre está presente en las mesas directivas, desde las grandes compañías hasta las pequeñas empresas familiares, persigue a los ejecutivos. Para las compañías que cotizan en Bolsa, un buen plan de sucesión resulta esencial si aspiran a mantener la confianza de los inversionistas y analistas; para las empresas familiares es la clave de la supervivencia. Sin embargo, hasta en las organizaciones mejor maneja-

das la estrategia de sucesión puede perder el rumbo, y en casi todas las empresas familiares, el tema se pospone fatalmente por ser un tabú.

La familia y la sucesión planeada

El tema de la sucesión es elemental en las empresas familiares, muchas de ellas le dan poca importancia o le tienen tanto miedo que, llegado el momento, se ven obligadas a vender o a incorporar gerentes y directores externos. Consultores especialistas en la materia manejan una estadística alarmante: 85% de las empresas familiares no supera la tercera generación y 30% no pasa la segunda. Algunos analistas ingleses brindan una cifra aún más preocupante: solamente 24% de las empresas llega a la segunda generación.

¿Por qué tantas empresas familiares manejan tan mal la sucesión? Después de todo, este problema es una de las prioridades de los empresarios.

Los dueños de las pequeñas empresas tienen muchas razones para preocuparse:

- Incertidumbre por el futuro.
- El padre/fundador puede sentirse incapaz de evaluar la capacidad de su o sus herederos, o de decidir entre ellos. ¿Cuál es la solución? Contratar a un consultor externo.
- El padre puede tratar de dar a varios de sus hijos igual cantidad de acciones, o permitirles manejar la empresa como socios igualitarios. Es la receta para un desastre seguro, 90% de las compañías que utilizan este sistema se enfrentan a grandes problemas durante tres o cuatro años.
- Puede haber rivalidad entre hermanos.
- En cada nueva generación se incorporan más intereses particulares y familiares políticos.
- Existen conflictos entre dueños activos e inactivos.
- Conforme pasan las generaciones cambian las prioridades, desde la permanencia en la primera hasta únicamente las utilidades en las futuras.
- La familia no quiere tratar el asunto de muerte o retiro del padre/fundador.



Al planificar la sucesión puede optarse por repartir responsabilidades de administración entre varios hijos, a fin de detectar quién se desempeña mejor. Pero cuando el fundador se aleja de la empresa la guerra entre los hermanos alcanza proporciones espectaculares. Por lo tanto, es necesario anticipar y manejar la rivalidad entre hermanos, así como las aspiraciones de otros integrantes de la familia, que a veces solo quieren utilidades. El asesoramiento externo, de nuevo, es la mejor manera de solucionar este problema apegándose a las necesidades de los miembros de la familia.

Se sugiere lo siguiente a las empresas que se enfrenten a problemas de sucesión:

- Pregúntese por qué quiere que la empresa permanezca en manos de la familia.
- Consiga buen asesoramiento.
- Convoque a una reunión familiar para ventilar todos los problemas y las necesidades.

Lazos de sangre

Las empresas familiares tienen particularidades que las diferencian de una organización moderna: disputas internas, celos y competencia personal se mezclan con finanzas, marketing y negociación. Compruebe si su empresa familiar se maneja con profesionalismo o sigue el dictado de los impulsos afectivos.

- ¿Sus objetivos de ventas y utilidades se han establecido previamente?
- ¿Tiene un plan de negocios desarrollado?
- ¿Cuenta con una estrategia de negocios?
- ¿Utiliza el sistema de compensaciones?
- ¿Contiene un sistema para evaluar el desempeño?
- ¿Hay un grupo de directores?
- ¿Se encuentra en una buena situación financiera?
- ¿Puede atraer y retener a gerentes que no forman parte de la familia?
- ¿Se encuentra en un mercado altamente competitivo?
- ¿Ha logrado un incremento en las ventas?


En 1997, Cargill (la compañía más grande de capital familiar en Estados Unidos, con ingresos de 60,000 millones de dólares y 79,000 empleados en todo el mundo) apareció en la portada del *Wall Street Journal* como un ejemplo de las ventajas que pueden tener los negocios privados (que no cotizan en la Bolsa). Cargill había sido capaz de expandir su negocio al exterior, precisamente porque la administración no tenía que defender su estrategia frente a inversionistas externos y analistas de seguridad. Esto permite que la compañía se dé el lujo, por ejemplo, de mantener siete años de pérdidas en la India y manejar las protestas antioccidentales antes de lograr finalmente ganancias. "Hacer negocios en la forma en que lo hace Cargill requiere paciencia", asegura el presidente Ernest Micek.

Capital paciente de la empresa familiar

Una de las ventajas potenciales que tienen las compañías privadas sobre sus competidores que cotizan en la Bolsa es: capacidad para tomar decisiones de largo plazo, basadas en el llamado "capital paciente". Sin embargo, las firmas solo pueden beneficiarse de esta ventaja si tienen un grupo de accionistas unificado.

Es importante conocer qué piensan estos inversionistas con respecto al riesgo, una pregunta interesante sería: ¿Cómo considera el riesgo de tener las acciones de la empresa familiar en comparación con acciones en una compañía que cotiza en la Bolsa? El tema riesgo es importante para los dueños de negocios familiares porque parte de su potencial para lograr ventajas competitivas está relacionado con las características y la visión de los accionistas.

Suponiendo que consideran que el riesgo es alto, debido, por ejemplo, a que los accionistas no tienen más confianza entre ellos o no comparten una visión común para la compañía o tienen diferentes objetivos financieros, entonces deben insistir en vender sus acciones o volver publica la compañía, dos estrategias que pueden tener un efecto potencial negativo en el futuro de la empresa. Esto es, no estar de acuerdo con nuestros socios en las estrategias empresariales.

No importa el tamaño actual de la empresa, la mayoría inicio siendo una empresa familiar. 

Síguenos en redes sociales:



@AMAACmx

#EligeAsfalto



VISE

EL MUNDO QUE

IMAGINAS



www.vise.com.mx

atencionclientes@vise.com.mx | (477) 215 9000



JUNTAS LONGITUDINALES

PROBLEMÁTICA	CAUSAS PROBABLES	POSIBLES SOLUCIONES
No se puede obtener los requerimientos de densidad de la junta	Mezcla asfáltica HMA tierna o inestable que no puede soportar el compactado en el borde de la capa	<ul style="list-style-type: none"> • Rectifique las proporciones de la mezcla y la calidad del agregado • Revise el diseño, si se excede de arena, contenido de bajo relleno o contenido alto de cemento asfáltico • Verifique si hay residuos de humedad en la mezcla y corrija • Verifique el grado de cemento asfáltico y las características de temperatura-viscosidad
	Mezcla muy seca o áspera	<ul style="list-style-type: none"> • Verifique la relación relleno/cemento asfáltico a <1,5 • Verifique el sistema de medición de relleno • La mezcla puede ser muy gruesa o el agregado muy sucio • Verifique el contenido de cemento asfáltico • Revise el diseño de la mezcla • Incremente los vacíos en el agregado VMA y el contenido de cemento asfáltico • Considere la relación de silicónes • Considere la adición de arena natural
	Enfriamiento rápido de la superficie de la capa	<ul style="list-style-type: none"> • Verifique la temperatura del aire y los efectos de enfriamiento del viento • Incremente el grosor para reducir las pérdidas de calor • Incremente el número de compactadores de rodillo • Reduzca la velocidad de avance de la pavimentadora • Utilice planchas en la pavimentadora de alta potencia/alta densidad
	Temperatura de la mezcla muy baja	<ul style="list-style-type: none"> • Incremente el equipo de mezcla de acuerdo a las características de viscosidad-temperatura y gradación de cemento asfáltico • Cubra la carga durante el arrastre y la espera • Considere el uso de aditamento para remezclas el material en el lugar de la pavimentación, si la temperatura del material varía más de 4 °C (25 °F) atrás de la plancha de la pavimentadora
	No se confina el borde en la primera capa	<ul style="list-style-type: none"> • Pavimente escalonadamente cuando sea posible • Corte el borde hacia adentro de la zona de alta densidad • Utilice planchas en la pavimentadora de alta potencia/alta densidad • Construya la sección longitudinal de cuña y compactación con un rodillo vibratorio pequeño • Considere el uso de aditamento de compactación de bordes instalado al compactador • Extienda la plancha y compuerta al borde de arrastre de la plancha para una confinación del material • Considere usar el compactador de borde instalado a la plancha de la pavimentadora
	Técnicas pobres de compactación	<ul style="list-style-type: none"> • Utilice técnicas correctas de compactación
	Compactado muy rápido	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzca la velocidad del compactador
	Segregación de la mezcla asfáltica HMA	<ul style="list-style-type: none"> • Puede ser debido a muchos factores incluyendo los procedimientos de apilamiento, gradación de la mezcla, operación y condición de las tolvas de almacenaje, operación de la pavimentación, etc. Indique por separado el procedimiento de diagnóstico de segregación para cada lado y un lado de segregación • Considere el uso de aditamento de remezcla en el lugar de pavimentación
	La compactación de las juntas no es suficientemente rápido	<ul style="list-style-type: none"> • Mueva el compactador lo más cerca de la pavimentadora, las mezclas Superpave a menudo requieren de un compactador amasado para trabajar a no más de 60 metros (200 pies) atrás de la pavimentadora
Diferentes elevaciones entre carriles	Diferencial de compactación	<ul style="list-style-type: none"> • Tenga en cuenta el diferencial de compactación entre 6,4 mm
	Nivel incorrecto de material enfrente de la plancha	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustar las compuertas de la tolva y/o las compuertas de alimentación / el avance del gusano de distribución y alimentación • Ajuste del sensor de profundidad
	Sobre-control de plancha	<ul style="list-style-type: none"> • Ajuste los controles automáticos para mantener en automático la plancha pavimentadora
	Exceso de material dejado sobre la capa	<ul style="list-style-type: none"> • Considere el diferencial en la compactación • Mejore las técnicas de rastrillado • Únicamente empuje hacia atrás el material anterior al lado caliente de la junta
	Demasiado material rastrillado de la junta, exceso de rastrillado	<ul style="list-style-type: none"> • Considere el diferencial en la compactación • Mejore las técnicas de rastrillado • Únicamente empuje hacia atrás el material anterior al lado caliente de la junta
	Emparejamiento pobre de juntas	<ul style="list-style-type: none"> • Asegure el traslape apropiado. 13 a 51 mm (1/2" a 2") • Asegure que el primer carril esté pavimentado recto • Esté seguro que la zapata automática del emparejador de la junta sónica del sensor del emparejador de la junta esté localizado tan cerca como sea posible del borde que va a ser emparejado
	Técnica pobre de compactación	<ul style="list-style-type: none"> • Utilice las técnicas correctas de compactación
	Segregación de la mezcla asfáltica HMA	<ul style="list-style-type: none"> • Puede ser debido a muchos factores incluyendo los procedimientos de apilamiento, gradación de la mezcla, operación y condición de los recipientes de almacenaje, operación de la pavimentadora, etc. Indique por separado el procedimiento de diagnóstico de segregación para cada lado y un lado de segregación
	Lámina gastada de la plancha	<ul style="list-style-type: none"> • Reemplace la lámina de la plancha

La apuesta **segura**
por el líder en
equipos de ensayos
de pavimentos



EMS TECH
Electromechanical
Servoactivation
Technology



Verdadera **Innovación**,
Asesoramiento experto,
Soporte Técnico

www.controls.com.mx

La más amplia gama de equipos **Protocolo AMAAC** Niveles I, II, III y IV

T (+52 55) 5532 0799 - 5532 0722

Desde **1995**
estamos presentes
en **México**

EQUIPOS DE ENSAYE CONTROLS, S.A. DE C.V.
Miguel Negrete 2909, 5ª Planta, Col. Francisco I. Madero, Atlixco - PUEBLA
info@controls.com.mx

TRABAJAMOS CON LA CONVICCIÓN DE MEJORAR A NUESTRO MÉXICO



Tel.: 01 (464) 6474858

CAT 018007171800

www.gmarca.com

GMC

- GRUPO MULTISERVICIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN -