

Tratamientos Superficiales La Experiencia en México



Fernandez Alejandro,
Capistrán Juan Carlos
Secretaría de Comunicaciones
y Transportes.

SCT
SECRETARÍA DE
COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES





Contenido

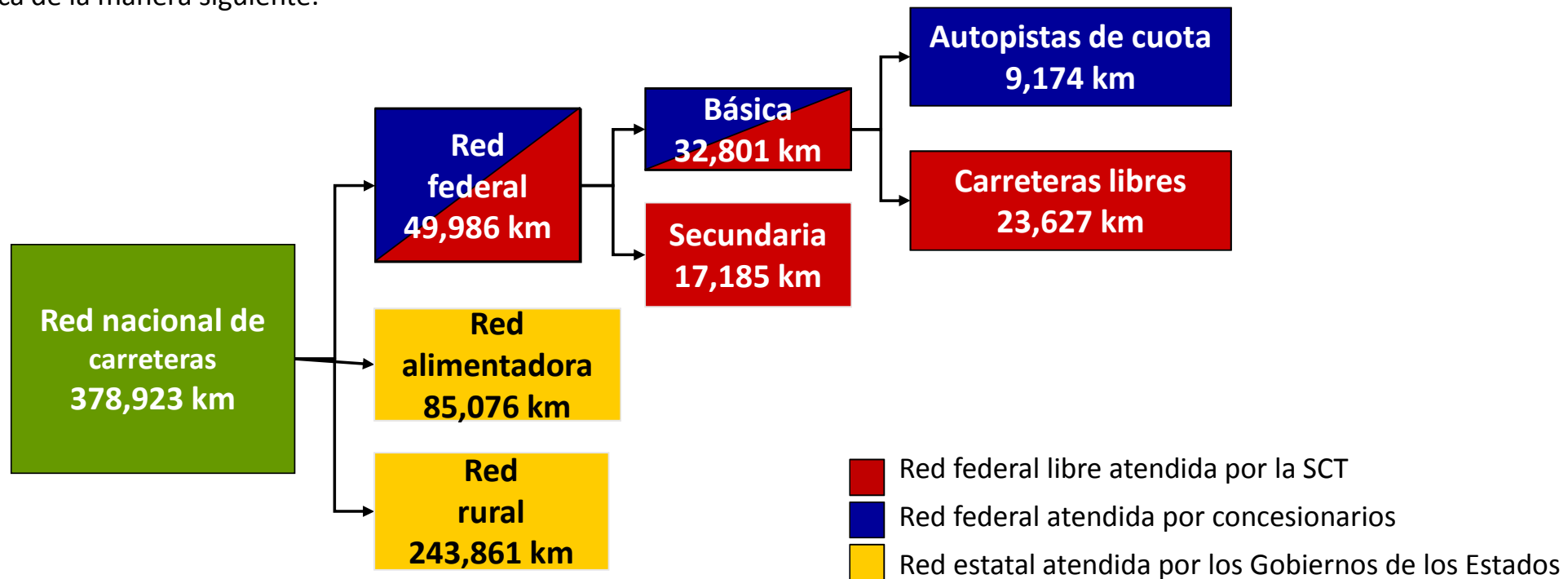
1. Red Carretera en México y su Conservación
2. Antecedentes Históricos, el uso de los Asfaltos
3. Mezclas Asfálticas, Métodos de Diseño
4. Tratamientos Superficiales, Capas de Rodadura
5. Tratamientos Superficiales, Riego de Sello Sincronizado
6. Tratamientos Superficiales, Riego de Sello con Fibra de Vidrio
7. Tratamientos Superficiales, Microaglomerado en Frío
8. Conclusiones

RED CARRETERA EN MEXICO Y
SU CONSERVACION

1

Datos de la red carretera federal

- El sistema carretero mexicano tiene una longitud de más de 360,000 Km y se clasifica de la manera siguiente:



Relevancia de la red carretera federal

En México el transporte carretero es el principal modo para el desplazamiento de pasajeros y bienes a través del territorio nacional. Todos los sectores de la economía se ven beneficiados: el agrícola, el ganadero, el industrial, el comercial, el turístico y el energético.



Relevancia de la red carretera federal



Considerando lo anterior se comprende la importancia estratégica que tiene para la economía del país la conservación de su infraestructura carretera. En la medida que la red carretera opere en condiciones más favorables de fluidez y de seguridad del tránsito, aumentará su capacidad de proporcionar un transporte eficiente, con los consecuentes beneficios a la sociedad.

SUBPROGRAMAS DE CONSERVACION DE CARRETERAS

Para preservar el estado físico de la red federal de carreteras libres, la SCT desarrolla anualmente los siguientes subprogramas:

- **Conservación rutinaria**, para la atención cotidiana de la red, incluyendo bacheo, pintura, señalamiento y limpieza.
- **Conservación periódica**, dirigida a restituir la calidad de la superficie de rodadura con vidas útiles de 3 a 6 años.
- **Reconstrucción de tramos**, para restituir sus características originales y darles una vida útil de más de 10 años.
- **Reconstrucción de puentes**, para reforzar las estructuras y soportar el paso de las cargas.
- **Señalamiento horizontal y vertical** para mejorar la seguridad y confort de los usuarios.
- **Atención a puntos de conflicto**, para reducir la incidencia de accidentes.



ANTECEDENTES HISTORICOS
El Uso de los Asfaltos

| 2

El uso del Asfalto en México.

DECADA DE LOS 70'S.

- ❑ Petróleos Mexicanos (Pemex) produce el cemento asfáltico 6 (grado penetración) y los asfaltos rebajados FR-3 (para elaboración de mezclas asfálticas en frío y aplicaciones de riegos de sello) y FM-1 (para la aplicación de riegos de impregnación) para su uso principalmente en carreteras. Se inicia la era de las emulsiones asfálticas.

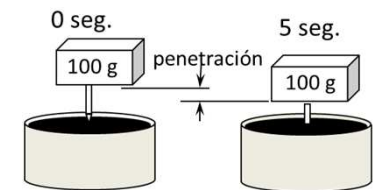
DÉCADA DE LOS 80'S.

- ❑ Se incrementa el uso del asfalto en los tipos indicados, avanzando el desarrollo de las emulsiones asfálticas y creándose nuevas plantas de fabricantes de emulsiones asfálticas particulares en nuestro país.

DÉCADA DE LOS 90'S.

- ❑ En 1992, Se consolida el uso de emulsiones debido a su versatilidad en la aplicación, menor desperdicio energético, menor agresividad y riesgos para el medio ambiente y los trabajadores.

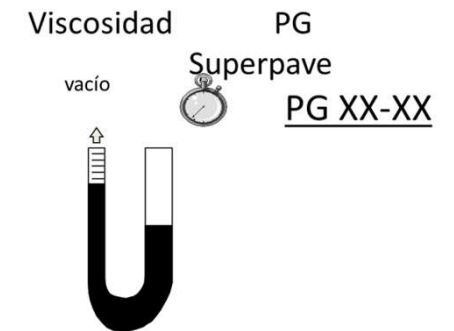
Penetración



El uso del Asfalto en México.

DÉCADA DE LOS 90'S.

- ❑ En 1994-1995 Inician las primeras aplicaciones con cemento asfáltico No. 6 modificado con polímero SBS en sus carreteras, También se realizan varias aplicaciones con asfalto modificado con hule de llanta para capas de rodadura Open Graded. Se empiezan a utilizar diversos modificadores de asfalto como: Hule de llanta, gilsonita, fibras minerales, etc. Es una etapa de experimentación con resultados muy variables en el desempeño de las aplicaciones.
- ❑ En 1996 se sustituye el cemento grado penetración, por cementos asfálticos grado viscosidad, para tratar de satisfacer de una forma más adecuada la demanda de un mercado nacional e internacional cambiante, produce AC-30, AC-20 y AC-5.
- ❑ En 1999 la iniciativa privada, produce los primeros asfaltos modificados con alta tecnología, cumpliendo las especificaciones grado PG de superpave, para mezclas asfálticas en caliente y como base para emulsiones; así como las primeras emulsiones asfálticas de rompimiento rápido de alta viscosidad y modificadas con polímero, para la aplicación de riegos de sello, cumpliendo especificaciones internacionales.



El uso del Asfalto en México.

AÑO 2000 A LAFECHA.

- Se aprecia una clara tendencia hacia el uso de los asfaltos modificados con polímeros del tipo SB y SBS, debido a su mejor comportamiento en un amplio rango de condiciones de obra.
- Las Dependencias, Laboratorios de Supervisión y Contratistas, muestran un mayor interés por el Control y Aseguramiento de Calidad.
- Se introducen los primeros sistemas de aplicación con asfaltos modificados, unos desarrollados en el extranjero y otros en nuestro país, para carpetas asfálticas y tratamientos superficiales principalmente.
- Se inicia formalmente la caracterización de asfaltos por grado PG, principalmente modificados con polímeros para alcanzar el grado requerido.

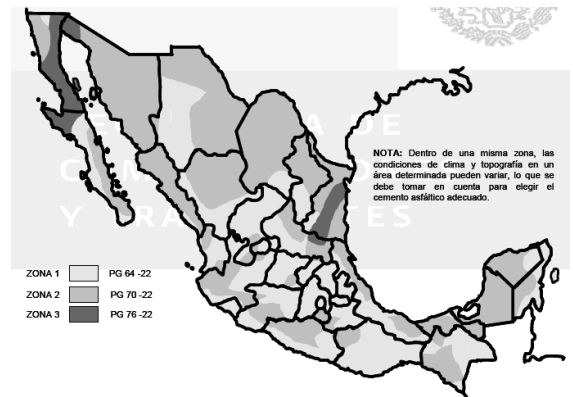


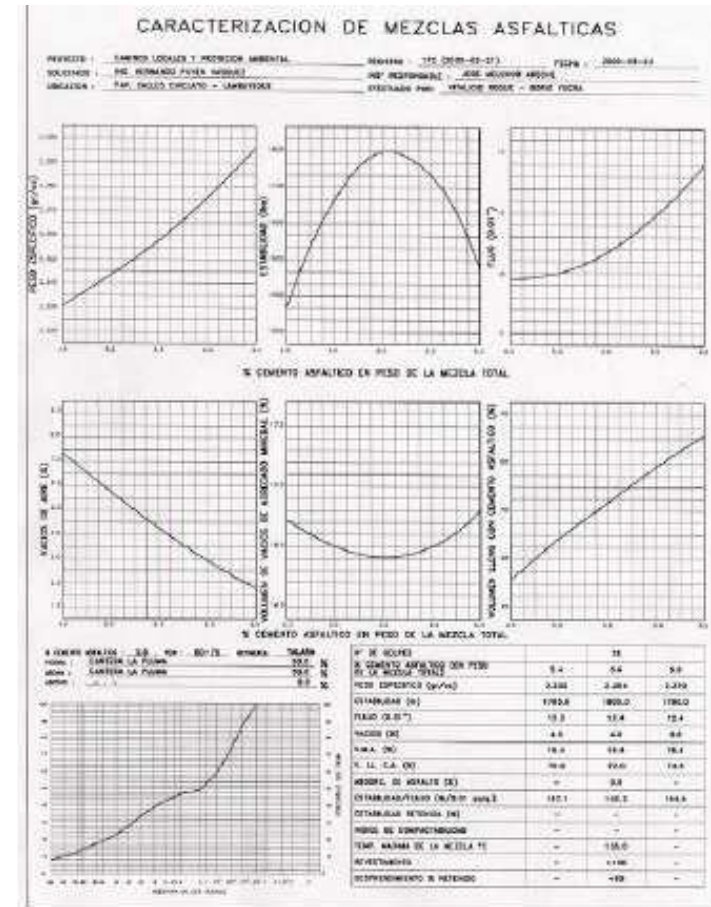
FIGURA 1.- Regiones geográficas para la utilización recomendable de cementos asfálticos Grado PG

MEZCLAS ASFALTICAS

Métodos de Diseño

3

Mezclas Asfálticas Método Marshall



Mezclas Asfálticas de Alto Desempeño (SuperPave)



Mezclas Asfálticas de Alto Desempeño

Se han rehabilitado en los tres últimos años 1,320.54 kilómetros mediante la construcción de carpetas densas del alto desempeño diseñadas con la metodología Protocolo AMAAC, de los cuales:

- En 2012, se construyeron 447.54 kilómetros en 37 obras;
- En 2013, 652.80 kilómetros en 58 obras, y
- En 2014, 221.2 kilómetros en 17 obras.

De las cuales han se tenido buenos resultados, ofreciendo una mayor vida útil y resistencia a las deformaciones permanentes, al efecto del agua y a la fatiga.



TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

Capas de Rodadura

| 4

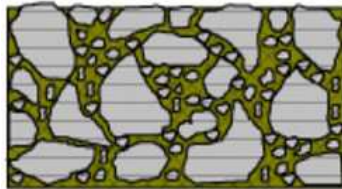
Capas de rodadura

En México se utilizan como capas superficiales las siguientes:

- Mezclas de granulometría densa
- Mezclas abiertas (Open Graded)
- Mezclas tipo SMA
- Mezclas semiabiertas (CASAA)

Tipo de mezcla	Contenido de vacíos, %
Densa	3 a 5
SMA	2 a 4
Semiabierta	12 a 15
Abierta	> 20

Fuente: Información técnica contenida en las licitaciones de la SCT publicadas en COMPRANET y normas mexicanas aplicables



MEZCLA DENSA



MEZCLA DISCONTINUA



MEZCLA ABIERTA

Capas de rodadura

Características de los Agregados

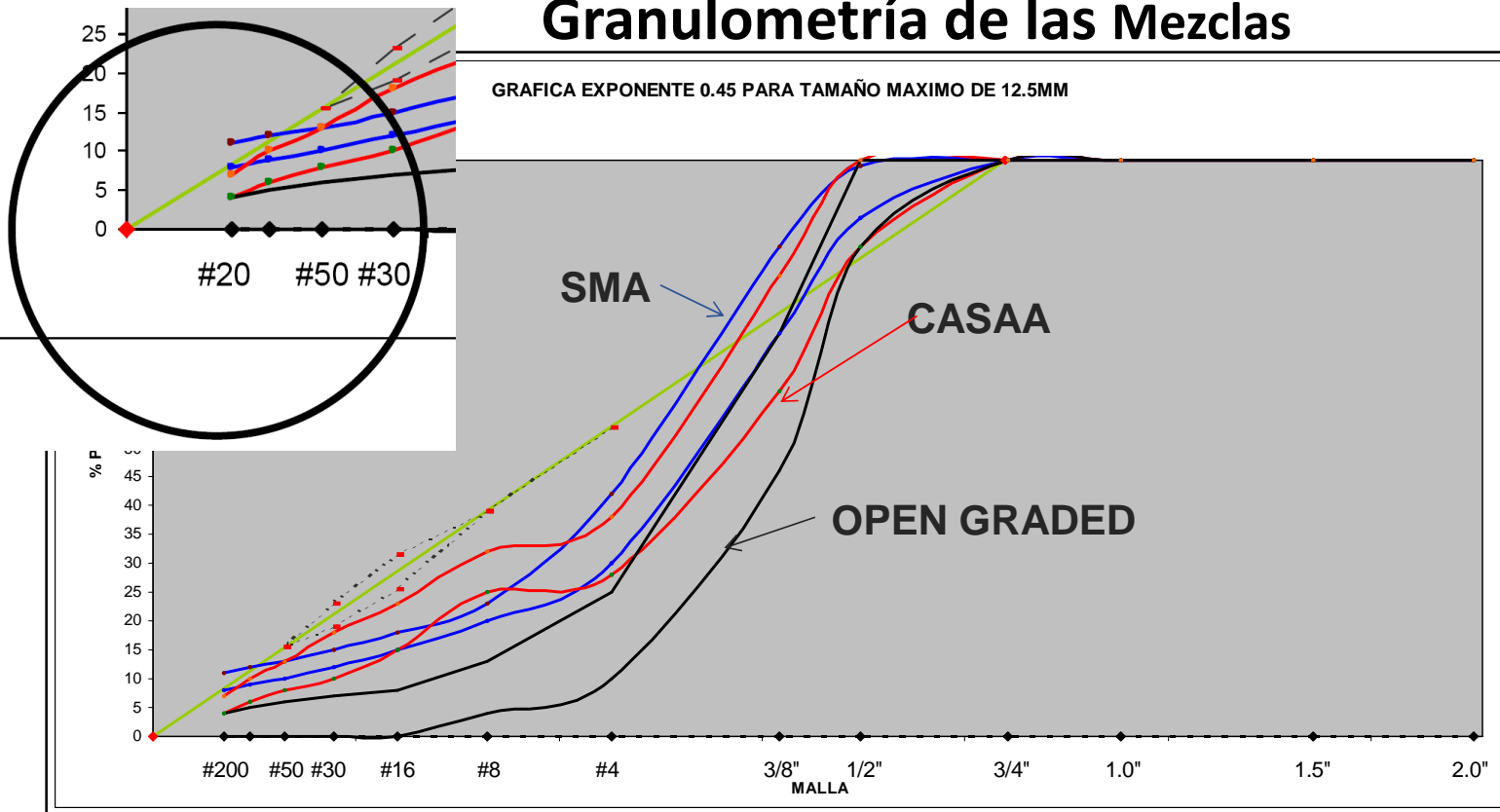
Ensayo	Requisito			
	Densa	SMA	Abierta	Semiabierta
Desgaste de Los Angeles, %	30 máx.	25 máx.	30 máx.	30 máx.
Pérdida por MicroDeval, %	<i>No definida</i>	<i>No definida</i>	<i>No definida</i>	18 máx.
Partículas alargadas y lajeadas, % (3:1)	35 máx.	20 máx.	25 máx.	25 máx.
Densidad relativa	2.4	<i>No definida</i>	2.4	<i>No definida</i>
Absorción, %	<i>No definida</i>	2 máx.	<i>No definida</i>	<i>No definida</i>
Intemperismo (5 ciclos en sulfato de sodio), %	<i>No definida</i>	15 máx.	<i>No definida</i>	12 máx.
Partículas trituradas (una cara), %	<i>No definida</i>	100 mín.	100 mín.	95 mín.
Equivalente de arena, %	50 mín.	55 mín.	50 mín.	55 mín.
Azul de metileno, mg/gr	<i>No definida</i>	12 máx.	<i>No definida</i>	10 máx.
Vacios del fino en muestra sin compactar, %	<i>No definida</i>	<i>No definida</i>	<i>No definida</i>	45 mín.

Fuente: Información técnica contenida en las licitaciones de la SCT publicadas en COMPRANET y normas mexicanas aplicables



Capas de rodadura

Granulometría de las Mezclas



TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

Riego de Sello Sincronizado

| 5

Riego de Sello Sincronizado

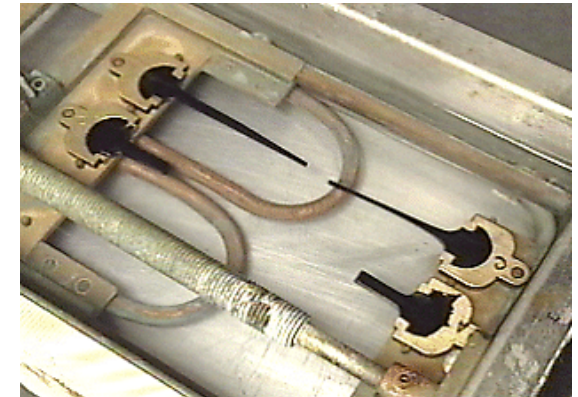
Consiste en la aplicación simple y consecutiva con un solo equipo, de una emulsión de asfalto modificado con polímero sobre una superficie de rodamiento, seguida del tendido preciso y sincronizado de una capa uniforme de gravilla; con la finalidad de preservar el pavimento existente y proporcionar una nueva superficie de rodamiento y desgaste, antiderrapante.

- Uso en carreteras de alto tránsito y alta velocidad
- Mayor durabilidad
- Menor desprendimiento
- Pronta apertura al Tráfico
- Seguridad, alto coeficiente de fricción



Emulsión Modificada con Polímeros

Metodología	Propósito
Viscosidad (brookfield/Saybolt Furol)	La viscosidad del ligante es la correcta (no escurre, embebe bien al agregado, sella pequeñas grietas)
Asentamiento/retenido en malla/separación	Puede ser almacenado el ligante durante un cierto lapso de tiempo, sin que haya separación o inestabilidad
Grado PG	El asfalto utilizado tiene las características adecuadas para la temperatura y tránsito de la obra: Prevenir reblandecimiento en clima caliente o desprendimientos en clima frío
Ductilidad	Cuanto puede ser elongado el asfalto sin romperse
Recuperación elástica	Durabilidad, capacidad para retener la gravilla
Recuperación torsional	Medir recuperación elástica y la presencia adecuada de modificador.



Agregado

METODOLOGÍA	PROPÓSITO
Graduación uniforme	Mejor retención de agregado, superficie suave y reducción de ruido
Caras fracturadas	Resistencia al derrapamiento (deslizamiento)
Indice laminar	Resistencia al derrapamiento a largo plazo
Micro-Deval	Resistencia al derrapamiento a largo plazo
Desgaste de los Angeles	Resistencia a la degradación por efecto de los neumáticos



Agregados Premezclados

- Contenido de asfalto es típicamente de 1.0 a 2.0%, en peso del agregado.
- Incrementa la adherencia
- Mejora la estética



DISEÑO

METODOLOGIA	PROPOSITO
Prueba de barrido (abrasión)	Adecuada fuerza de la película de asfalto (curado y cohesión) para una pronta y segura apertura al tráfico
Prueba de abrasión en húmedo	Adecuada fuerza de la película de asfalto (curado y cohesión) para una pronta y segura apertura al tráfico, en presencia de agua.
Prueba de Hamburgo modificada / rectángulo de arena	Permanencia de la macrotextura y ajuste de dosificaciones teóricas
Prueba Vialit	Determinar la adherencia entre el ligante y el material pétreo bajo condiciones críticas en campo, a bajas y altas temperaturas.
Dosificaciones teóricas de diseño	Aplicar la cantidad apropiada de emulsión y agregado

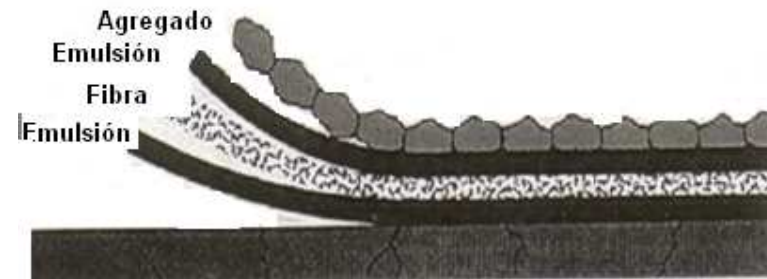


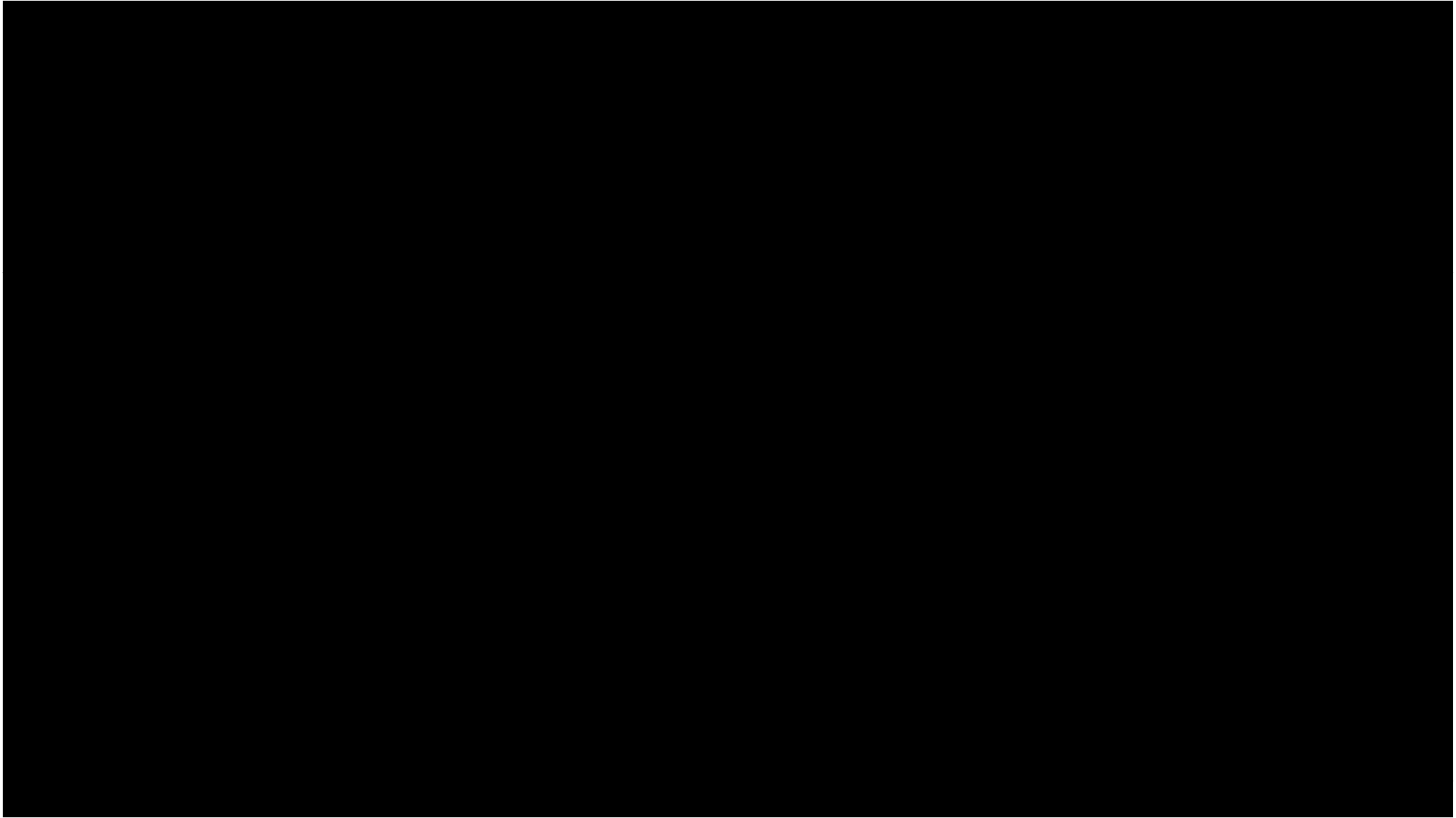
TRATAMIENTOS SUPERFICIALES
Riego de Sello con Fibras de Vidrio

| 6

Riego de Sello Reforzado con Fibras de Vidrio

El Sistema de Riego de Sello Reforzado con Fibras consiste en la aplicación de una membrana absorbente de esfuerzos, para utilizarse como capa de rodamiento ó intercapa, reduce la reflexión de grietas y los daños por introducción de agua superficial que aceleran el proceso de deterioro del pavimento.





Riego de Sello Reforzado con Fibras de Vidrio

RETRASA LA REFLEXIÓN DE GRIETAS

EVITA LA PROPAGACIÓN DE GRIETAS EN CUALQUIER DIRECCIÓN

PRONTA APERTURA AL TRANSITO

SEGURIDAD, ALTO COEFICIENTE DE FRICCIÓN

INCREMENTA LA VIDA DEL CAMINO

REDUCE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO

BENEFICIOS TÉCNICOS



Vida útil

3 a 7 años. Depende de:

- Diseño
- Volumen de tráfico- % de vehículos pesados
- Condiciones de clima
- Condiciones estructurales
- Nivel del mantenimiento preventivo usado (severidad de deterioros).

Equipos en México



SECMAIR: Maquina computarizada de doble riego de emulsión y fibras de vidrio

- ❑ VENTAJAS: Dosificación de emulsión (doble riego) y fibra de vidrio por computadora, sello premezclado o sin premezclar.
- ❑ DESVENTAJAS: Equipos separados, se requiere estrecha coordinación entre ambos.

SG: Maquina computarizada de doble riego de emulsión y fibras de vidrio

- ❑ VENTAJAS: Dosificación de emulsión (doble riego) y fibra de vidrio por computadora, sello sin premezclar.
- ❑ DESVENTAJAS: Requiere agregado limpio y sin premezclar, presenta problemas en las dosificaciones debidos a la calibración del equipo.



Riego de Sello Reforzado con Fibras de Vidrio

En las carreteras federales libres se han rehabilitado en los tres últimos años 1,998.1 kilómetros (14 millones de m²) mediante la construcción riegos de sello con fibras de vidrio, de los cuales:

- En 2012, se colocaron 662.1 km
- En 2013, 560.7 km, y
- En 2014, 775.3 km.

Lo anterior, sumado a las obras ejecutadas en las autopistas de cuota, Concesionadas y tramos estatales da como resultado que se han aplicado en México a la fecha del orden de 28 millones de m².



TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

Microaglomerado en Frío

7

Microaglomerado en Frío con fibras de vidrio

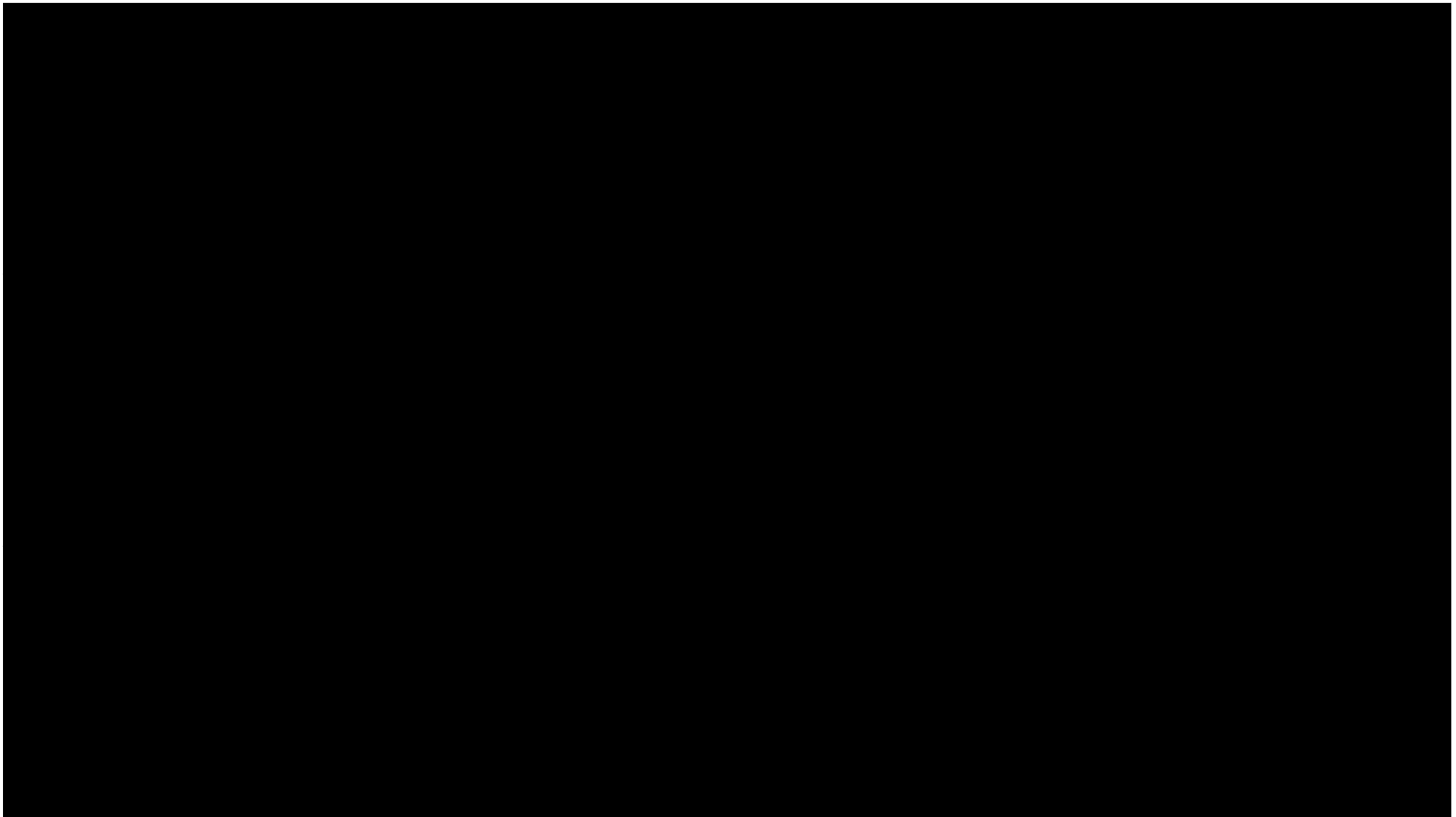
Es una capa delgada de rodadura de mezcla en frío, con un diseño especializado, constituida por emulsión de rompimiento controlado normalmente con polímero, fibras de vidrio, agregado fino triturado de granulometría densa, filler mineral y agua, para proporcionar una superficie de rodamiento y desgaste cómoda y segura al usuario del camino.

Ventajas

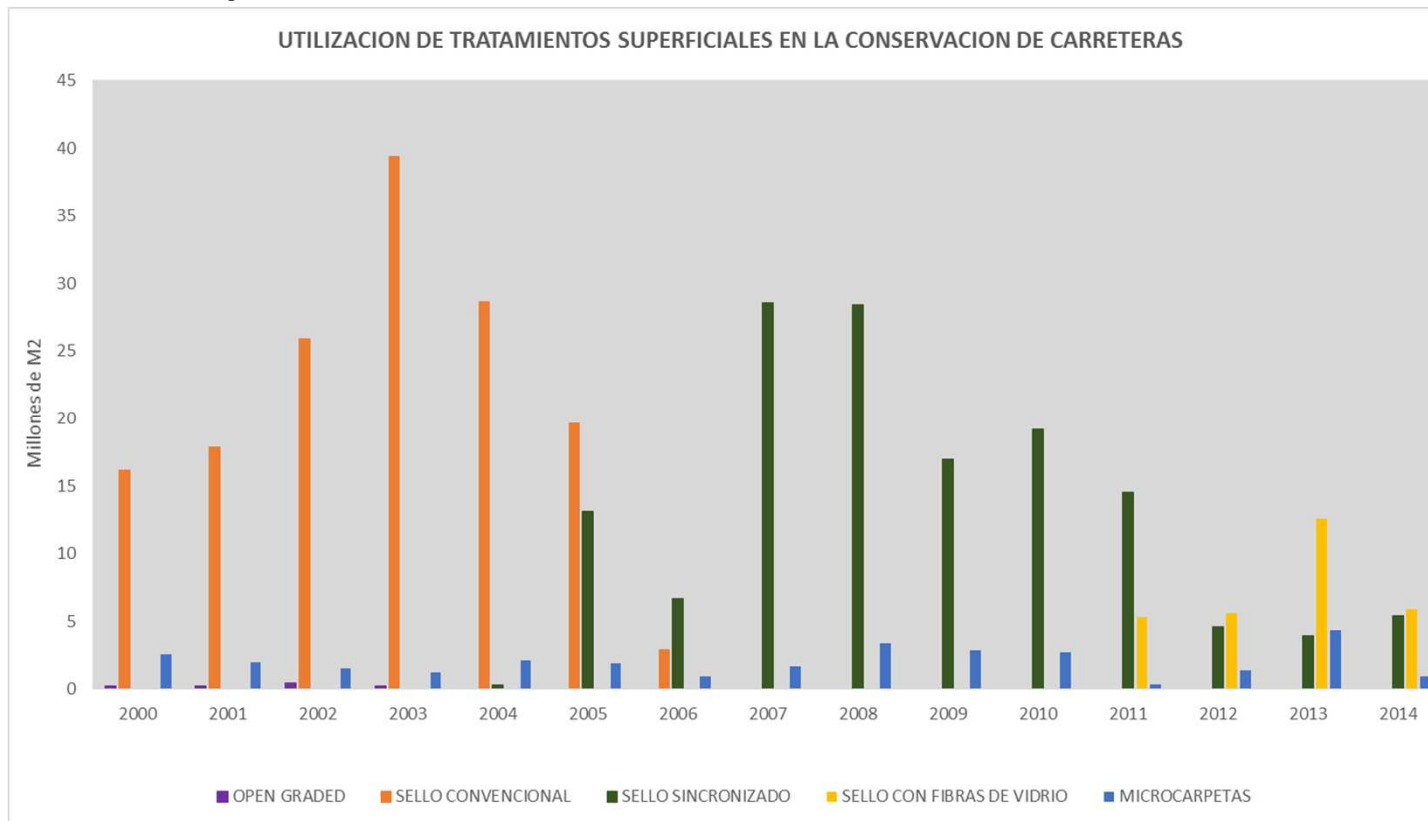
- Apariencia uniforme
- Textura suave
- Más silenciosa que un riego de sello
- Impermeabiliza la superficie (sellando y reduciendo la oxidación)
- Restaura la superficie y la resistencia al acuaplaneo,
- Mayor resistencia al esfuerzo de viraje (torque) de los vehículos
- Construcción de pronta apertura al tránsito



Este es un procedimiento constructivo de reciente aplicación en México y a la fecha solo se han colocado del orden de 110, 000 m². Se tiene contemplado en el presente año continuar con su aplicación en la Red Federal libre.



Resumen Tratamientos superficiales



Nota.- Estos tratamientos superficiales, se aplicaron por si solos ó en combinación con otros procedimientos constructivos tales como Recuperación del pavimento, fresado, renivelaciones con mezcla asfáltica o carpetas asfálticas en caliente.

CONCLUSION

- › **En un país como México en el que la disponibilidad de recursos destinados a la conservación de carreteras es limitada, el uso de tratamientos superficiales ha sido una buena opción para atender los pavimentos alargando su vida útil a un costo relativamente bajo.**
- › **Los resultados obtenidos dependerán en gran medida de la correcta selección del tramo donde se aplique determinada técnica, del control de calidad de los materiales y del procedimiento constructivo durante la ejecución de los trabajos.**
- › **Los tratamientos superficiales han permitido que las carreteras en México ofrezcan un nivel de servicio adecuado para los usuarios y el uso de nuevas tecnologías lo ha potenciado.**
- › **La implementación de tratamientos de bajo costo, particularmente los riegos de sello (sincronizado y con fibras de vidrio), han brindado resultados satisfactorios, sobre todo en aquellos pavimentos en los que no se tienen problemas estructurales.**
- › **Para la implementación de nuevas tecnologías es necesaria la colaboración y disposición tanto de las autoridades como de los empresarios. Toda vez que lo anterior implica riesgos importantes.**