

Diferenciar las estructuras de pavimentos carreteros, describiendo técnicas constructivas y de mantenimiento de las mismas, resaltando las que se utilizan como pavimentos rígidos (Whitetopping).

1. Características técnicas de los tipos de pavimentos que se utilizan en las carreteras.

Pavimentos Flexibles

Las terracerías pueden ser definidas como los volúmenes de materiales que se extraen o sirven de relleno para la construcción de una vía terrestre; la extracción puede hacerse a lo largo de la línea de la obra y si este volumen se usa en la construcción de los terraplenes o los rellenos, se dice que se tienen terracerías compensadas; el volumen de corte que no se usa, se denomina desperdicio. Si el volumen que se extrae en la línea no es suficiente para construir los terraplenes o los rellenos, se necesita extraer material fuera de ella o sea en zonas de préstamos; si estas zonas están cercanas a la obra, del orden de los 10 a los 100 m a partir del centro de la línea, se llaman préstamos laterales; si estas zonas se encuentran a más de 100 m son préstamos de banco.

Las terracerías en terraplén se dividen en dos zonas; el cuerpo del terraplén que es la parte inferior, y la capa subrasante que se coloca sobre la anterior; con un espesor mínimo de 30 cm. A su vez, cuando el tránsito que va a operar sobre el camino es mayor a 5000 vehículos diarios, al cuerpo del terraplén se le colocan los últimos 50 cm, con material compactable, y esta capa se denomina capa subyacente.

La finalidad de esta parte de la estructura de una vía terrestre es dar la altura necesaria para satisfacer principalmente las especificaciones geométricas, sobre todo en lo relativo a pendiente longitudinal, la de resistir las cargas del tránsito transferidas por las capas superiores, y distribuir los esfuerzos a través de su espesor, para transmitirlos, en forma adecuada, al natural de acuerdo a su resistencia.

El elemento principal de la estructura que se ilustra es **el pavimento**, el cual esta compuesto de una "superficie de rodamiento", una base, una sub-base (no siempre se usa) y una terracería. Con frecuencia, la superficie de rodamiento y la base constan de dos o más capas que son diferentes en su composición y que se tienden en operaciones de construcción separadas.

En muchos pavimentos de alta resistencia, es frecuente que se coloque una **sub-base** de material seleccionado entre la base y la terracería. La superficie de rodamiento puede variar en un espesor desde menos de 1 pulgada en el caso del tratamiento bituminoso superficial usado por su bajo costo en caminos de transito ligero, hasta 6 pulgadas o mas de concreto asfalto usado para caminos de transito pesado.

La superficie de rodamiento debe tener capacidad para resistir el desgaste y los efectos abrasivos de los vehículos en movimiento y poseer suficiente estabilidad para evitar daños por el impulso y las rodadas bajo la carga de transito. Además, sirve para impedir la entrada de cantidades excesivas del agua superficial a la base y las terracerías directamente desde arriba.

La base es una capa (o capas) de muy alta estabilidad y densidad. Su principal propósito es el de distribuir o "repartir" los esfuerzos creados por las cargas rodantes que actúan sobre la superficie de rodamiento para que los esfuerzos transmitidos a la subrasante no sean tan grandes que den por resultado una excesiva deformación o desplazamiento de la capa de cimentación.

La base debe ser también de tales características que no sea dañada por el agua capilar ni por la acción de las heladas, ya sea que actúen por separado o en forma conjunta. Los materiales de que disponga la localidad se utilizaran ampliamente en la construcción de la base, y los materiales preferidos para este tipo de construcción varían de manera notable en las partes diferentes del país.

La subrasante es la capa de cimentación, la estructura que debe soportar finalmente todas las cargas que corren sobre el pavimento. En algunos casos, esta capa estará formada solo por la superficie natural del terreno.

En otros casos más usuales, será el terreno el que se compacte una vez que se ha cortado el necesario o la capa superior en donde ha requerido terraplén. En el concepto fundamental de la acción de los pavimentos Flexibles, el espesor combinado de la sub-base (si se usa), de la base y de la superficie de rodamiento debe ser lo suficientemente grande para que se reduzcan los esfuerzos que concurren en la subrasante a valores que no sean tan grandes como para que produzcan una distorsión o desplazamiento excesivos de la capa de suelo de la subrasante.

Métodos de construcción para concreto asfáltico mezclado en caliente y tendido en caliente

Los procedimientos específicos que se describirán tienen el propósito principal de ser aplicables a la construcción de carpetas, aun cuando estos mismos procedimientos sean también, en general, aplicables a la construcción de capas de base y niveladoras. Los pasos fundamentales en la construcción de una carpeta asfáltica de alta calidad, se pueden listar como sigue:

1. Preparación de la mezcla.
2. Preparación de la capa de base o de la capa niveladora.
3. Transporte y tendido de la mezcla para carpeta.
4. Juntas.
5. Compactación y acabado final.

Preparación de la mezcla

En esencia, las plantas que se usan en la preparación de mezclas calientes de alta calidad; el arreglo total debería adecuarse a las necesidades para sostener cierto volumen de producción de mezclas

calientes que sean uniformes, con un control muy rígido en los pasos para fijar el proporcionamiento y realizar la mezcla.

Preparación de la base.

Es frecuente que la colocación de las carpetas de concreto asfáltico se coloquen sobre una base nueva o ya existente que requiera muy poca preparación antes de iniciar el tendido, de la carpeta nueva, como pueden ser el barrido y limpieza total para eliminar el polvo suelto y otros materiales extraños.

En otros casos, la base o carpeta existentes sobre la cual se va a colocar la mezcla necesita amplias medidas correctivas. Con más frecuencia, cuando la superficie existente esta desintegrada, rota o que su naturaleza es irregular, que los defectos específicos se puedan corregir por medio de la aplicación de "parches" de concreto asfáltico. También, se remueven los compuestos sobrantes del sellado de las juntas y las áreas grasosas. En ciertos casos, puede ser aconsejable colocar una capa niveladora de concreto asfáltico para corregir irregularidades existentes en la superficie. En aquellos puntos en que la mezcla de concreto asfáltico entra en contacto con pozos o colectores, guarniciones, cunetas, etc., se pintan generalmente con una ligera capa de cemento asfáltico caliente o de material asfáltico líquido.

Transporte de la mezcla

La mezcla se descarga de la planta a camiones o remolques vacíos para su transporte hasta el sitio de trabajo. Se requiere que los vehículos que se utilicen tengan camas metálicas fuertes y lisas las cuales se limpian previamente para quitar todo el material extraído. La cama del vehículo puede rociarse con una ligera película de agua de cal, jabón en solución o alguna sustancia similar para impedir que se pegue la mezcla. No se deben utilizar para este objeto aceites combustibles, ya que tienen efectos dañinos sobre la mezcla. Algunas veces, es necesario que el vehículo tenga aislamiento térmico para evitar la pérdida excesiva de calor en la mezcla durante su transporte y, con frecuencia, se cubre el vehículo con lona para proteger la mezcla contra el tiempo.

Colocación de la mezcla y compactación

La mezcla asfáltica deberá llegar a una temperatura de 115 a 125° C, esto se verifica con un termómetro de varilla. La mezcla se vacía en la máquina finisher o extendedora que formará una capa de mezcla asfáltica, se recomienda tener una cuadrilla de rastrillos que aseguren una textura conveniente en la superficie y que borren las juntas longitudinalmente entre franjas.

En la colocación de la mezcla de concreto asfáltico, se debe poner especial atención a la construcción de las juntas entre las superficies viejas y las nuevas o entre días sucesivos de trabajo. Es esencial que se asegure una liga apropiada en las juntas longitudinales y transversales entre la mezcla colocada recientemente y la superficie existente, sin importar su naturaleza, y se utilicen procedimientos especiales, que en general se realizan a mano, para asegurar la formación de juntas adecuadas.

A una temperatura de entre 110 y 120° C se le aplica una compactación con un rodillo ligero de entre 8 y 10 toneladas de peso; los rodillos se moverán paralelamente al eje del camino y de la orilla hacia el centro, y del lado interior hacia el exterior en las curvas.

Durante el tendido y compactación de la mezcla pueden aparecer grietas y desplazamientos motivados por diferentes causas, tales como la aplicación de un riego de liga defectuoso, ya sea en exceso o escaso, falta de viscosidad del asfalto producida por el calentamiento excesivo, o bien, porque el material pétreo no perdió completamente la humedad.

Pavimentos Rígidos.

Es de gran importancia, prestar atención especial a la preparación del terreno natural y al diseño y construcción de las subrasantes y de las sub-bases, para lograr la capacidad estructural y la comodidad de la marcha de vehículos en todos los tipos de pavimentos.

En el caso de pavimentos de concreto los requisitos pueden variar considerablemente dependiendo del tipo de suelo de la subrasante, de las condiciones ambientales y de la cantidad de tráfico pesado. Cualquiera que sea el caso, el objetivo deberá ser el poder obtener una condición de apoyo uniforme para el pavimento durante toda la vida útil de este. En esta publicación se describen los métodos para poder lograr lo anterior.

Subrasantes

Para recibir al pavimento de concreto, el terreno natural debe ser debidamente nivelado y compactado. En la preparación del terreno de cimentación y/o subrasante intervienen los siguientes aspectos:

1. Compactación de los suelos con valores de contenido de agua y de peso volumétrico tales, que garanticen un apoyo uniforme y estable para el pavimento.
2. Siempre que sea posible, fijar la rasante lo mas alto posible y excavar zanjas laterales lo suficientemente profundas como para aumentar la distancia vertical entre el nivel freático y el pavimento.
3. Descarga lateral y mezclado de los suelos para lograr condiciones uniformes, en zonas donde se tengan cambios bruscos en sentido horizontal del tipo de suelo.
4. Usar nivelación selectiva de la rasante en zonas de terraplén a fin de colocar los mejores suelos cerca de la parte superior de la elevación final de la subrasante.
5. Mejorar los suelos de muy baja calidad por medio de tratamientos a base de cemento o cal, o en su defecto importar mejores suelo, de acuerdo a lo que resulte más económico.

Sub-bases

Para el diseño de pavimentos de concreto, con la aplicación de la experiencia obtenida en el comportamiento y de la tecnología moderna de los materiales, se fomenta el uso más integral y más económico de los suelos naturales que existen en el sitio de construcción del pavimento. Por lo tanto, el ingeniero puede analizar las condiciones de diseño y decidir con un criterio racional si se necesita una capa de sub-base o si se pueden usar alternativas menos costosas para satisfacer los requisitos de un buen Comportamiento.

La función esencial de una sub-base es la de evitar el efecto de bombeo de los suelos de grano fino. Una capa de sub-base es obligada, en los casos en que se combinen suelos finos, agua y trafico de tal forma que se induzca el efecto de bombeo. Dichas condiciones frecuentemente se presentan durante el diseño de pavimentos importantes con mucho volumen de tráfico. Las condiciones

necesarias para producir el efecto de succión no se tienen en caminos secundarios de bajo tráfico, en calles residenciales y en aeropuertos para aeronaves ligeras. En estos últimos casos, el uso de una capa de sub-base no se justifica desde el punto de vista económico y los resultados deseados se pueden lograr mediante la preparación adecuada y menos costosa de la subrasante.

Apoyo uniforme

El análisis de las propiedades del concreto demuestra que un solo principio, se aplica a todos los aspectos del diseño de las sub-bases y de las subrasantes. El concreto tiene un módulo de elasticidad que varía de 280,000 a 420,000 kg/cm² lo cual le imparte un alto grado de rigidez. Además, el concreto para pavimentos posee una resistencia bastante alta como viga, tal y como lo evidencia la resistencia a la flexión a 28 días, que varía entre 38.5 y 52.5 kg/cm² (550-750 psi) y puede alcanzar valores todavía mayores, en concretos para pavimentos de apertura rápida al tráfico. Esta rigidez y resistencia a la flexión, permiten a los pavimentos de concreto distribuir las cargas sobre áreas más grandes de las subrasantes, las deflexiones son pequeñas y las presiones aplicadas a la subrasante son muy bajas.

Es por ello, que los pavimentos de concreto no necesitan un material de cimentación muy resistente. Resulta mucho más importante que el apoyo sea razonablemente uniforme, sin cambios bruscos en la capacidad de soporte. Esto contrasta con el principio de diseño de los pavimentos flexibles, en los que se necesitan capas de sub-base y de base sucesivamente más resistentes a fin de distribuir las presiones mucho más altas transmitidas por las cargas sobre las ruedas a través de la superficie de asfalto.

Subrasantes

Cuando las condiciones de la subrasante no son razonablemente uniformes, la corrección de esta situación se puede lograr en la forma más económica y efectiva, mediante técnicas adecuadas de reparación de la subrasante tales como granulometría selectiva, descarga lateral, mezclado en transiciones bruscas, control de humedad y peso volumétrico durante la compactación y preparación de la subrasante. Se necesita poner atención especial, al control de los suelos expansivos y de los asentamientos diferenciales excesivos por hinchamiento, debido a la congelación.

La colocación de una capa de sub-base también ayuda a lograr un apoyo uniforme aunque su finalidad principal, es la de evitar el efecto de bombeo. Independientemente de que se necesite o no una capa de sub-base, la preparación adecuada de esta es la mejor forma de obtener un apoyo adecuado.

CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO

La construcción de pavimentos de concreto de cemento portland esta marcada por el uso de un gran numero de maquinas de diseño especial, cada una de las cuales cumple una función especifica en el proceso de construcción. Una vez que se inician las operaciones de pavimentación, se siguen los diferentes pasos del procedimiento de construcción, es una serie continua de operaciones separadas que se planean y coordinan, de suerte que la construcción sigue su curso con una mínima perdida de tipo y esfuerzo. Cada uno de los pasos se pueden efectuar por separado con mucho cuidado y precisión en forma tal, que el pavimento terminado cumpla con precisión con las normas de resistencia estructural y tersura que se especifican. Los métodos precisos y las maquinas utilizadas en el proceso de construcción varían tan poco de un trabajo a otro, y no se hará el intento de analizar aquí todas las posibles variaciones en los métodos y procedimientos de trabajo.

Sin embargo, la siguiente es la secuencia de las etapas en un proyecto típico:

1. Preparación y acabado preliminar de la subrasante.
2. Colocación de cimbras (donde se utilicen).
3. Acabado final de la subrasante.
4. Instalación de juntas.
5. Dosificación de agregados y cemento.
6. Mezclado y colocación del concreto.
7. Extendido y acabado del concreto.

Preparación y acabado preliminar de la subrasante.

La preparación de la subrasante sobre la cual descansa un pavimento de concreto es, por supuesto, un paso muy importante en el proceso de construcción total. Es esencial que se proporcione una subrasante de apoyo uniforme para el pavimento terminado y que dure a lo largo de su vida útil, y que aquel se encuentre libre de otros efectos nocivos asociados con suelos de subrasante no satisfactoria. Entre los problemas que se encuentran con mayor frecuencia, y que están relacionados con el carácter y condición del suelo de la subrasante, se tiene el bombeo y la acción congelante, en tanto que otras dificultades se pueden volver evidentes cuando se encuentran suelos que tienen una inadecuada resistencia al cortante, suelos con elevados cambios en el volumen, suelos orgánicos, suelos alcalinos, suelos que tienen dificultades para su drenaje, y otros. Se deben tomar las medidas adecuadas para eliminar estos defectos en la subrasante antes de que se coloque el pavimento.

Colocación de cimbras.

La mayoría de los pavimentos de concreto para carreteras se construyen con la pavimentadora de cimbras deslizantes sin embargo se emplean cimbras de acero para muchas calles de ciudad y algunos proyectos de carreteras pequeños. Si se usan cimbras de acero, deben colocarse y asegurarse en su posición con mucho cuidado, es decir, que la posición deseada, anchura, elevación y nivel queden asegurados en la losa final. Las cimbras que se utilizan por lo común en el trabajo de carreteras son tramos rectos de 10 pies que se alinean tanto en el sentido vertical como en el horizontal por medio de juntas deslizantes, y las cuales se mantienen en su posición por medio de tres o mas estacas de acero, clavadas a intervalos por la parte posterior de la cimbra. Las cimbras de este tipo varían un tanto en tamaño y peso, estando disponibles en alturas de 6 a 12 pulg. con los anchos de base correspondientes en un intervalo similar.

Acabado final de la subrasante

El siguiente paso en la secuencia indicada de operación en el lugar de trabajo, es el de darle forma final a la subrasante según las dimensiones exactas establecidas en los planos y especificaciones. Por lo general, esta operación se realiza con una máquina "subniveladora" o "niveladora fina", que se coloca sobre las cimbras y corta la subrasante a la forma exacta deseada. Generalmente, antes de este paso, se ha dejado la subrasante un poco alta y la tierra (o material de sub-base) excavada por esta máquina se tira fuera de las cimbras. En la actualidad, también se están usando ampliamente

las niveladoras finas de control eléctrico sin emplear cimbras, en particular, cuando se utilizan pavimentadoras de cimbras deslizantes. Esta máquina opera teniendo como guía un alambre tensado. El corte se realiza por medio de unas hojas cortadoras colocadas en un tambor giratorio. En algunos casos, el corte de la subrasante va acompañado de una compactación final con aplanadoras de acero, en especial en los lugares en que la construcción se efectúa en una sub-base granular. En general, en esta etapa se utiliza una plantilla ralladora para verificar el acabado final de la subrasante.

Instalación de las juntas

En el proceso de la construcción, también es un paso muy importante la instalación de los diferentes tipos de juntas que se pueden utilizar en un pavimento de concreto. Es común que una parte del proceso de construcción de las juntas requeridas, que podemos llamar la "instalación de ensambles de las juntas", tenga lugar entre el acabado final de la subrasante y el principio de las operaciones reales de la colocación del concreto. Puede ser que tales ensambles no sean requeridos, como en el caso de un pavimento simple de concreto en el cual las juntas transversales se cortan y no se usan clavijas. El corte de juntas esta incluido en la sección 20-26. Deberá ponerse un cuidado extremo en todas las operaciones que acompañan la construcción de juntas si se quiere que funcionen de manera apropiada. Las clavijas que, por lo común, se usan en las juntas transversales, deben colocarse con mucho cuidado y alinearse paralelamente a la línea central y la subrasante, de suerte que no lleguen a inhibir el movimiento libre de los extremos de la losa en una dirección longitudinal y de tal manera que cumplan en forma adecuada con sus funciones de transferencia de carga.

Mezcla del concreto

En este punto del estudio acerca de la construcción de pavimentos de concreto, todas las preparaciones para la colocación del concreto entre las cimbras se han llevado al cabo en el sitio de trabajo. Ahora es necesario examinar los pasos de la preparación y la mezcla del concreto.

Anteriormente, los agregados y el cemento se dosifican en "seco", en alguna ubicación conveniente a cierta distancia del sitio de trabajo, se transportaban en camiones al lugar del trabajo y se mezclaban con agua en dicho sitio, por lo regular, en una pavimentadora de cubeta y aguilon. Este método se usa raramente en la actualidad y no se describe aquí.

Entre las plantas mezcladoras existe gran variedad de tipos. Con frecuencia, en las áreas urbanas, la planta es muy compleja; es una planta estacionaria de "mezcla rápida" con capacidad para producir en forma automática muchas mezclas de muy variada composición para muchos fines diferentes. Otras plantas son viajeras o semitransportables que se controlan en forma automática

Extendido y acabado del concreto

Si se usa una pavimentadora de cubeta y aguilon, la cubeta vacía el concreto sobre la sub-base adelante de una extendedora. La extendedora de uso mas común es una que tiene un largo tornillo a lo largo del frente de la maquina; el tornillo distribuye el concreto de manera uniforme sobre la sub-base, entre las cimbras. La extendedora puede llevar vibradores, con frecuencia tiene una barra conformadora en la parte posterior, para dar a la losa un acabado preliminar.

También, están disponibles las maquinas acabadoras de "un paso" que van montadas sobre las cimbras laterales. combinando en una unidad una extendedora, vibradores, barras conformadoras transversales y el flotador longitudinal. Estas unidades fueron descritas como "pavimentadoras de cimbras deslizantes montadas sobre cimbras laterales".

La colocación del acero de refuerzo, tanto en las barras entrelazadas o para la malla de alambre, complica la operación de extendido, pero, en general, dejan sin cambio las operaciones de acabado. Una forma de colocar el acero, es la de depositar una capa de concreto con una extendedora; después los trabajadores colocan las barras de acero en la parte superior del concreto fresco. Entonces, la extendedora efectúa una segunda pasada Sobre el acero (o bien, se puede utilizar una segunda extendedora).

Es frecuente que las extendedoras tipo caja simple se utilicen con pavimentadoras de cimbras deslizantes

Pavimentación con cimbras deslizantes

La introducción de los primeros modelos de pavimentadoras con cimbras deslizantes en 1954, revoluciono la pavimentación a base de concreto en Estados Unidos. (7) En 1985, la pavimentación con cimbras deslizantes se utilizaba casi exclusivamente para proyectos de carreteras con pavimento de concreto.

La principal ventaja de la pavimentadora con cimbras deslizantes es el hecho de que una máquina, bajo el control de un solo operador, reemplaza los diversos elementos que forman el acomodo de la maquinaria de pavimentación convencional. El acabado a mano se utiliza minimamente. Como no existen cimbras laterales, se elimina la labor de colocación y manejo de las mismas. Los pavimentos de uniformidad sobresaliente han sido construidos por el método de cimbras deslizantes.

Varios fabricantes producen pavimentadoras de cimbras deslizantes, las cuales varían en detalles de diseño y operación. Todas operan con el mismo

Curado.

El curado de una losa de pavimento de concreto es necesario con el objeto de que concreto pueda fraguar en forma adecuada. Debe tenerse en cuenta que el agua es absolutamente necesaria para que el cemento tenga una hidratación apropiada y que el fraguado del concreto no es un proceso de secado. Por lo tanto se deben dar los pasos necesarios para prevenir la pérdida de humedad del concreto durante el período de curado. Existe un gran número de métodos diferentes de curado y las especificaciones de los organismos de carreteras relativas a esta fase de la construcción con concreto pueden permitir el uso de varios procedimientos alternativos.

2. Ventajas y desventajas de su uso.

Pavimento flexible

Ventajas:

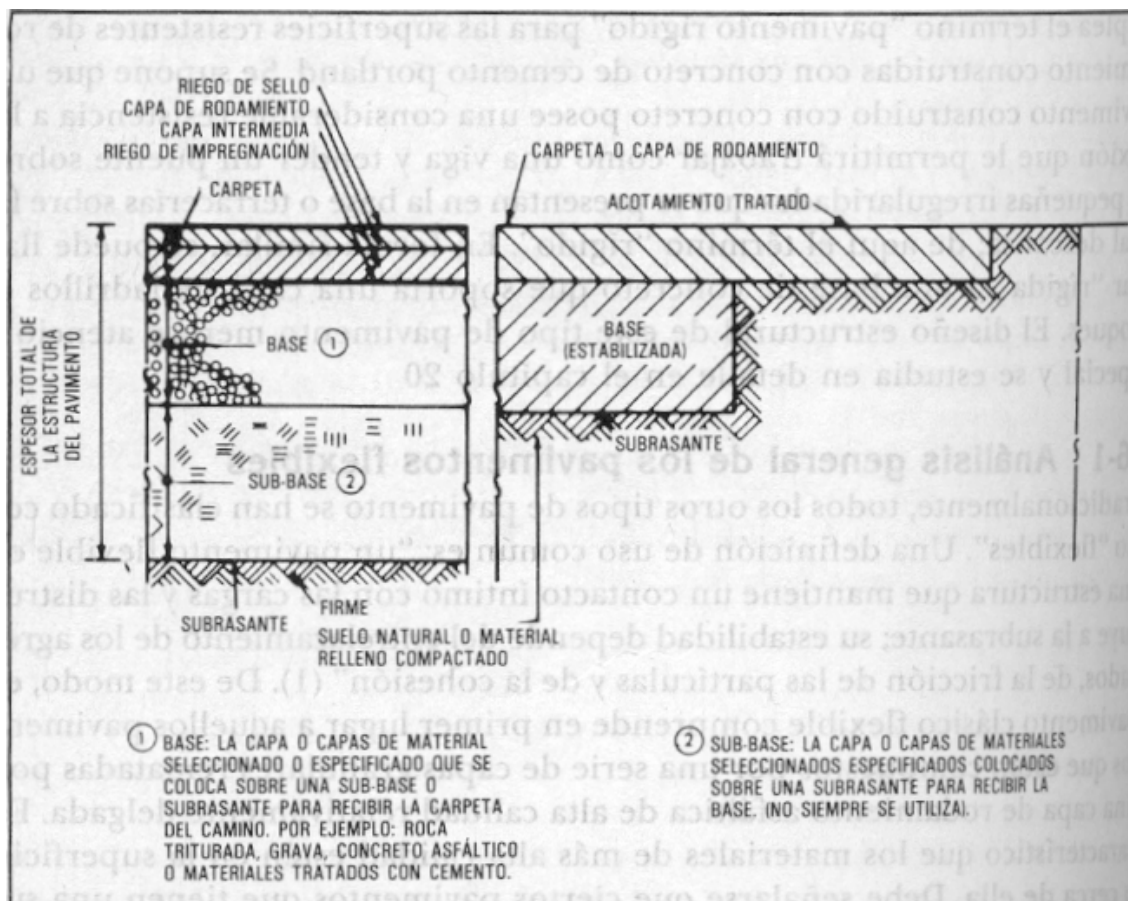
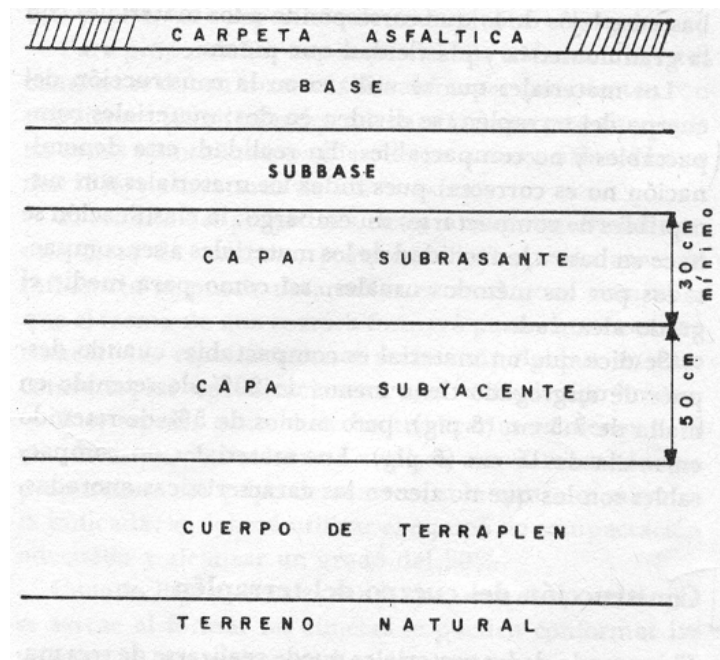
- Resulta más económico en su construcción inicial.
- Tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años.

Desventajas:

- Requiere mantenimiento constante para cumplir con su vida útil.
- Las cargas pesadas producen roderas y dislocamientos en el asfalto y son un peligro potencial para los usuarios. Esto constituye un serio problema en intersecciones, casetas de cobro de cuotas de peaje, rampas, donde el tráfico está constantemente frenando y arrancando. Las roderas llenas de agua de lluvia en estas zonas, pueden causar derrapamientos, pérdida de control del vehículo y por lo tanto, dar lugar a accidentes y a lesiones personales.
- Las roderas, dislocamientos, agrietamientos por temperatura, agrietamientos tipo piel de cocodrilo (fatiga) y el intemperismo, implican un tratamiento frecuente a base de selladores de grietas y de recubrimientos superficiales.
- El hidroplaneo es también un problema serio en caminos con roderas, sobre todo en rutas interestatales y primarias.
- En el estudio denominado "Consideraciones de seguridad en la formación de roderas y de ondulaciones en superficies de rodamiento de asfalto", los parámetros medidos indican que las distancias de frenado para superficies de concreto son mucho mayores que para las superficies de asfalto sobre todo cuando el asfalto está húmedo y con roderas.
- Una vez que se han formado roderas en un pavimento de asfalto, la experiencia ha demostrado, que la colocación de una sobrecarpeta de asfalto sobre ese pavimento no evitara que se vuelva a presentar.

- Las roderas reaparecen ante la incapacidad de lograr una compactación adecuada en las roderas que dejan las ruedas y/o ante la imposibilidad del asfalto de resistir las presiones actuales de los neumáticos y los volúmenes de tráfico de hoy en día.
- La reflexión de grietas es otra forma de falla de sobrecarpetas de asfalto, que puede reducir apreciablemente la vida útil esperada.
- En la mayor parte de los casos, el asfalto sub diseñado de la primera etapa se deteriora antes de poder colocar el primer reencarpetado proyectado. Las sobrecarpetas delgadas subsecuentes no se comportaron bien porque la falla original del asfalto, se refleja rápidamente a través del citado reencarpetado. Aun cuando se especifique una sobrecarpeta de asfalto más gruesa, los resultados no mejoran apreciablemente. Se ha demostrado que en las sobrecarpetas más gruesas, se forman más roderas que en recubrimientos delgados.
- La presencia de un nivel freático alto y/o de suelos débiles subyaciendo a un pavimento asfáltico que ha fallado, es muy probable que necesiten excavarse y rellenarse en un espesor a veces de más de un metro como etapa previa a la construcción.
- En muchas áreas del país, se aplican restricciones de carga en los pavimentos asfálticos a fin de evitar daños serios. Las limitaciones de los organismos estatales varían entre 20 y 60% (44% en promedio). Las restricciones en cuanto a cargas por eje (de camiones) resultan difíciles de aplicar, y es frecuente ver que los camiones que exceden los pesos restringidos circulan sobre los pavimentos asfálticos.

Secciones geométricas tipo.



Pavimento rígido

Ventajas:

- El mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa (comúnmente) en las juntas de las losas.
- Al realizar la pavimentación con cimbras deslizantes la principal ventaja es el hecho de que una máquina, bajo el control de un solo operadora reemplaza los diversos elementos que forman el acomodo de la maquinaria de pavimentación convencional.
- La sobrecarpeta de concreto proporciona ventajas a largo plazo para los usuarios de caminos y para los organismos encargados de carreteras debido a que la superficie de concreto reduce drásticamente el tiempo y los retrasos, que generalmente acompañan al mantenimiento constante de una superficie de asfalto.
- Una superficie de concreto es durable, resistente y requiere mucho menos tiempo de mantenimiento y dinero.
- Las sobrecarpetas de concreto son particularmente efectivas, en proyectos donde las restricciones en el presupuesto anual y altos niveles de tráfico, hacen que las interrupciones frecuentes en la circulación y los costos de mantenimiento sean intolerables.
- También se puede colocar una sobrecarpeta de concreto para aumentar la seguridad de una superficie de concreto.
- Las cargas pesadas no forman roderas ni dislocamientos en el concreto, el cual conserva una alta resistencia antiderrapante.
- Las sobrecarpetas de concreto no desarrollan las fallas típicas presentes en los reencarpetados de asfalto.
- El concreto puede cubrir uniformemente las roderas en el asfalto y corregir el perfil de la superficie.
- Debido a la capacidad que tiene la losa de concreto para puentear los problemas subyacentes, no ocurrirá la reflexión que se presenta en las sobrecarpetas de asfalto.

- También se han usado sobrecarpetas de concreto sobre pavimentos de asfalto existentes, como una alternativa a la "construcción por etapas" de pavimentos flexibles.
- Los análisis de los costos de rehabilitación y mantenimiento a largo plazo correspondientes a la "construcción por etapas", representa la solución más duradera de bajo riesgos.
- Otra ventaja de la sobrecarpeta blanca o "whitetopping," es que con ella, se pueden evitar posibles problemas de construcción que pueden ocurrir durante la reconstrucción de un pavimento. En algunos lugares los pavimentos existentes se construyeron sobre terrenos de apoyo muy pobres. Las subrasantes saturadas y los suelos débiles, producen dificultades durante la construcción y aumentan el tiempo necesario para terminar el proyecto.
- Una sobrecarpeta de concreto permite que la construcción se haga directamente sobre la superficie flexible existente, sin tener que eliminar o reparar la sub-base o la subrasante en toda la extensión del proyecto. El espesor gradual para ligarse a un puente o a estructuras en línea se logra rebajando con fresadora el asfalto existente hasta obtener la pendiente adecuada.
- La colocación de una sobrecarpeta de concreto directamente sobre un pavimento de asfalto, también puede ahorrar costos de construcción cuando hay mal tiempo. Después de una lluvia fuerte, la construcción de nuevos pavimentos se puede retrasar varios días, mientras la subrasante se seca hasta alcanzar una condición adecuada. Con la sobrecarpeta de concreto el contratista usa una barredora mecánica, para eliminar el agua en exceso acumulada en las roderas dejadas por las ruedas. Por lo tanto, en muchos casos la construcción de pavimentos de concreto sobre el asfalto se puede reanudar inmediatamente después de que deja de llover.
- Las sobrecarpetas de concreto colocadas encima del asfalto (Whitetopping), proporcionan una superficie segura que dará muchos años de servicio a bajo costo y con mantenimiento mínimo.
- Su periodo de vida varía entre 20 y 40 años

Desventajas:

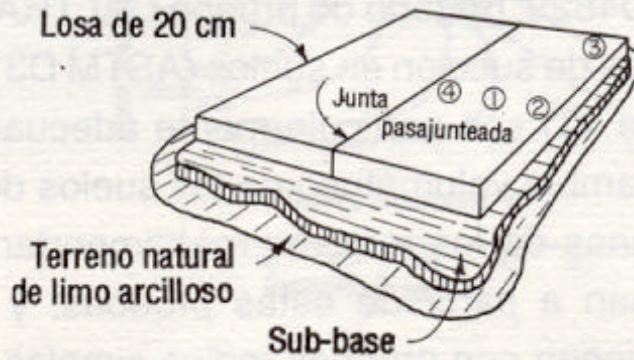
- Tiene un costo inicial mucho más elevado que el pavimento flexible.
- Se deben tener cuidado en el diseño

Presiones en la subrasante

Carga de 5,436 kg sobre una placa de 30 cm (7 kg/cm^2)

Aplicación de la carga	Presión máxima sobre la subrasante	
	psi	ton por ft ²
Interior losa	3	0.22
Borde exterior	6	0.43
Esquina exterior	7	0.50
Orilla junta transversal	4	0.28

El diámetro del área de distribución de la carga fue de 6m +



3. Descripción de por lo menos tres técnicas de mantenimiento o rehabilitación, para cada tipo de pavimento en carreteras.

Mantenimiento de carpetas asfálticas

En estas carpetas se desarrolla una cierta fragilidad debido al intemperismo, a la acción alterna de congelamiento y deshielos, o a la falla de la base o de las subrasante. El mantenimiento de estas carpetas puede dividirse en cinco distintas operaciones:

- 1) bacheo**
- 2) taponamiento**
- 3) escarificación**
- 4) resellado**
- 5) tratamiento antiderrapante.**

Antes de efectuar las reparaciones de mantenimiento a la carpeta, es importante realizar la investigación usual respecto a la causa de falla. Si la falla indica subrasante inadecuada o un drenaje defectuoso, estos puntos se corregirán antes de iniciar cualquier reparación de la carpeta. Algunos estados están utilizando ahora la medida de la rugosidad del camino y el concepto de índice de utilidad del camino como una ayuda para establecer los programas de mantenimiento.

El bacheo

Consiste simplemente en una aplicación de una capa delgada de asfalto a un área en donde aparecen agrietamientos o desmoronamientos en los bordes de la carretera y la de un agregado mineral grueso que se extiende en el área afectada. Debe tenerse mucho cuidado en la aplicación de la cantidad apropiada de material bituminoso, con objeto de prevenir la exudación, con la consecuente condición propicia de resbalamiento de la carpeta reparada.

En las áreas en las que la carpeta tiene desmoronamientos y desintegración puede colocarse una mezcla asfáltica sobre el área debilitada y, después, compactarse. Se utilizan tanto mezclas

asfálticas calientes como frías, siendo la de uso mas común la de concreto asfáltico y chapa asfáltica.

También se puede efectuar por medio de un método de penetración que consiste en rellenar el hueco con un cierto agregado, compactar este y, después, aplicar el material bituminoso. una vez hecho lo anterior, se aplica piedra triturada y se apisona el parche. Se usan muchos métodos de bacheo con buenos resultados.

El método utilizado dependerá del tipo de carpeta asfáltica y de la práctica común que prevalezca en una localidad en particular.

El taponamiento

Es en esencia una operación de mantenimiento preventivo. Tiene el propósito de sellar la superficie para impedir la penetración del agua y fortalecer la carpeta. El trabajo consiste en la aplicación de una capa delgada de asfalto sobre la carpeta y la colocación de pedazos de piedra fina, de piedra pequeña del tamaño de un guisante o de arena gruesa sobre el área parchada. En seguida se barre el parche y se apisona con una aplanadora ligera. .

En carpetas asfálticas de baja calidad, como la grava tratada con material bituminoso, en donde se tienen áreas extensas en condiciones deficientes, se debe escarificar y trabajar toda la superficie. Se puede llevar a cabo utilizando una motoconformadora con un escarificador agregado, o bien, con un escarificador y un pulverizador o mezcladora mecánicos

Reencarpetado de viejos pavimentos asfálticos

Cuando las operaciones de mantenimiento se vuelven excesivamente caras y ya es difícil conservar la carpeta con la tersura adecuada, porque se tiene que ensanchar el pavimento o por otras razones, al pavimento viejo debe ponerse una nueva carpeta. Antes de emprender un proyecto para recubrir la superficie de algún camino, se hará un estudio cuidadoso de su justificación económica. Una regla empírica y general consiste en que es probable que la carpeta sea económica cuando un 2 o 3 por ciento del área total que esta pavimentada requiera operaciones de bacheo cada año.

Entre los factores más importantes, se encuentran incluidos los siguientes:

1. Datos del pavimento.
2. Condiciones físicas existentes.
3. Características del tránsito existente y del que se espera.
4. Relación del diseño geométrico con la seguridad y la operación eficiente del tránsito esperado.

Whitetopping (Colocación de sobrecarpetas de concreto sobre pavimentos de asfalto existentes)

La capa superpuesta de rodamiento se construye directamente sobre la superficie de asfalto del pavimento existente.

Las sobrecarpetas de concreto se han colocado sobre todo tipo de vías terrestres desde 1981.

Las aeropistas, carreteras interestatales, caminos primarios e inclusive caminos secundarios, calles urbanas y áreas de estacionamiento se han podido mejorar considerablemente a base de una sobrecarpeta de concreto sobre el pavimento de asfalto.

El pavimento de concreto proporciona una superficie más resistente y más durable que el asfalto. El concreto también mejora las características del drenaje superficial al eliminar desviaciones inseguras tales como las roderas y dislocamientos en los pavimentos de asfalto.

Criterios de diseño

Las sobrecarpetas de concreto sobre pavimentos asfálticos, se pueden unir entre sí con juntas simples (con o sin pasajuntas), con juntas reforzadas o con un refuerzo continuo. La mayor parte de las sobrecarpetas de concreto sobre asfalto se unen con juntas simples. Cualquiera que sea el caso, se debe usar un procedimiento de diseño confiable, para calcular el espesor de la sobrecarpeta.

El procedimiento debe ser capaz de caracterizar la capacidad de carga estructural, que el pavimento existente impartirá a la sobrecarpeta de concreto. Al igual que sucede con todos los pavimentos de concreto, se necesita especificar una separación adecuada entre juntas, la transferencia de carga, una estimación del volumen de tráfico y las condiciones de drenaje, a fin de garantizar una larga vida. Un diseño confiable aquel que toma en cuenta estos factores permitirá una calidad de servicio excelente a lo largo de toda la vida útil esperada (de 20 a 30 años o más).

Flexocreto

Los trabajos recientes para encontrar soluciones en la reparación de pavimentos asfálticos deteriorados, ha conducido a la investigación y desarrollo del llamado flexocreto ("flexcrete" en ingles). El flexocreto es una sobrecarpeta delgada de concreto de alta resistencia de corta vida, colocada sobre un pavimento original de asfalto. El flexocreto esta pensado sobre todo para estacionamientos al aire libre, calles residenciales y urbanas y caminos con bajo volumen de tráfico. Las losas tienen menos de 10 cm de espesor y cuentan con juntas espaciadas a cada 1.80 m O menos. El refuerzo a base de fibras se ha pensado para impartirle confinamiento y resistencia.

El flexocreto es una combinación de sobrecarpeta de concreto con el sistema constructivo "Fast Track" (pavimento de concreto de apertura rápida al tráfico). En la actualidad se están haciendo más estudios de esta innovación prometedora. La tecnología del flexocreto puede venir a revolucionar la construcción de sobrecarpetas en el futuro.

Mantenimiento de los pavimentos rígidos

La mayor parte del mantenimiento de los pavimentos de concreto consiste en:

- 1) Llenar y sellar las juntas y grietas en la superficie del pavimento
- 2) Reparación de las áreas fragmentadas, descascaradas y con grietas múltiples
- 3) Bacheado de áreas en donde se haya presentado fallas
- 4) Reparación de las áreas dañadas por asentamientos o bombeo
- 5) Tratamiento de pavimentos combados.

Rellenar y sellar las juntas y grietas

Su objeto es el de prevenir la filtración de la humedad a la subrasante y el de mantener el espacio original de las juntas. Cuando se selle la junta, el concreto debe estar seco y el espacio de la junta completamente limpio de toda escama, suciedad, polvo y otras materias extrañas, incluso el sellador de la junta vieja.

Se utilizan cortadores de potencia para cortar y ranurar las juntas antes de resellarlas y un cepillo de alambre de impulso mecánico para dejar la junta limpia por completo inmediatamente antes del sellado, se limpia la junta utilizando un chorro de aire comprimido. Con frecuencia, se usan compuestos selladores de asfalto y hule de aplicación en caliente.

El tipo de equipo recomendado para la aplicación del sellador es un aplacador del tipo de presión mecánica. También, se utilizan los aplacadores mecánicos del tipo de gravedad con calderas de vaciado manual. Asimismo, se usan como selladores de juntas los polímeros elastoméricos de dos componentes de aplicación en frío.

Reparación de superficies fragmentadas, descascaradas y con grietas múltiples.

Es un problema común para este tipo de pavimento. Las grietas múltiples se distinguen por las cuarteaduras irregulares sobre la superficie del pavimento. La fragmentación es una despostilladura o astilladura de un pavimento firme y, por lo regular, se presenta a lo largo de

juntas o grietas en el pavimento. El descascamiento es provocado por el deterioro o la desintegración del concreto y puede ocurrir en cualquier lugar de la superficie del pavimento.

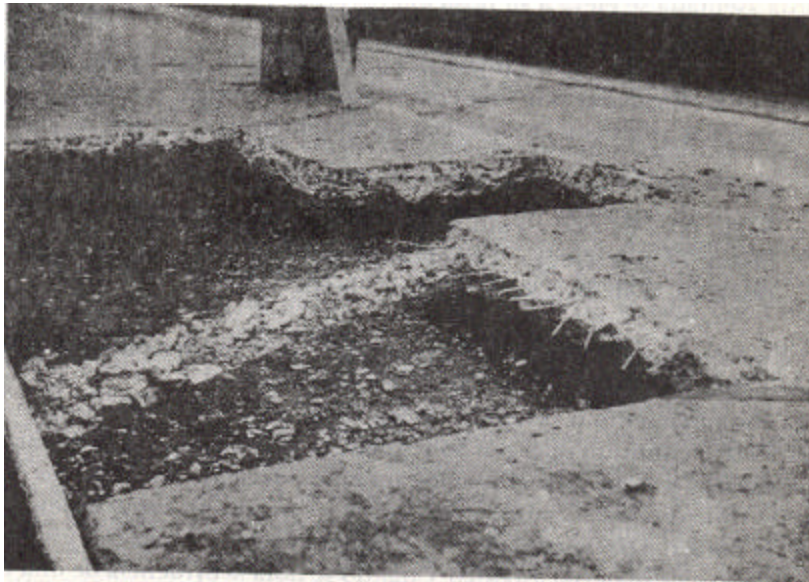
En general, los agrietamientos menores en las superficies de concreto de cemento portland se reparan rellenándolos con un compuesto sellador de juntas. La AASHTO recomienda que las cuarteaduras con un ancho mayor de 1/8 de pulgada se rellenen con un material que permita la expansión y contracción del concreto. Cuando las áreas con agrietamientos, despostilladuras o astilladuras sean demasiado grandes para controlarlas con los métodos rutinarios de sellado de juntas, se harán reparaciones a base de concreto o de algún material epóxico.

Bacheado de áreas en donde se haya presentado fallas.

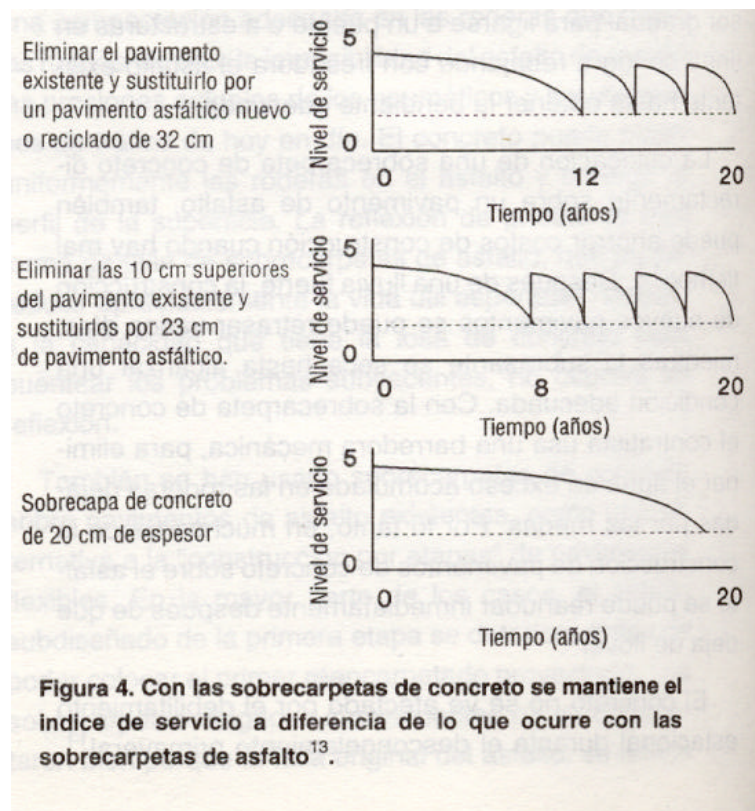
Las áreas con fallas en los pavimentos de concreto se repararán con concreto de cemento. Dichas áreas las marca un hombre calificado para este tipo de trabajo. Después, una cuadrilla de trabajo con martillos neumáticos u otro equipo mecánico va rompiendo y removiendo el concreto roto, y prepara el área para la nueva superficie. Las orillas del bache de una losa vieja de concreto se socavan y queda como se ilustra en la figura.

En el nuevo concreto se utilizará cemento de alta resistencia rápida. La profundidad del parche nunca será menor que el espesor de la losa existente y con frecuencia, es conveniente usar acero de refuerzo.

Cuando los parches quedan adyacentes a las juntas de expansión, estas últimas deberán ser reemplazadas. Sin embargo, las juntas de contracción o construcción se pueden omitir si el bache se extiende a través de la anchura total del pavimento.



Parche de concreto.



Bombeo en pavimentos de concreto

Uno de los mayores problemas en el mantenimiento de los pavimentos de concreto es la corrección del asentamiento de la losa, provocado por el bombeo. Por lo regular, este último se caracteriza por:

- 1) la fragmentación del pavimento cerca de la línea central y una junta o grieta transversal
- 2) la expulsión de agua a través de las juntas y grietas
- 3) manchas en la superficie del pavimento debidas al suelo de la subrasante
- 4) la presencia de burbujas de lodo a la orilla del pavimento
- 5) rotura del pavimento.

El bombeo de los pavimentos de concreto se puede prevenir con un mantenimiento adecuado del drenaje, con la corrección de las fallas del mismo y con el sellado de junta y grietas. En los lugares en que el bombeo ha avanzado hasta alcanzar un grado apreciable, esta situación se corrige por inyección o sellado subterráneo. Este procedimiento se lleva a cabo perforando algunos agujeros en la losa y forzando el paso a través de ellos de una lechada adecuada para llenar los huecos entre la subrasante y la losa.

Tratamiento de pavimentos combados.

El abombamiento o reventón de los viejos pavimentos de concreto, es un problema continuo que, por lo regular, es provocado por la expansión longitudinal y porque falla el funcionamiento adecuado de las juntas de expansión transversales. Cuando esto ocurre, es necesario con frecuencia remover la parte del pavimento que se ha dañado y reemplazarla con un parche de concreto o de material asfáltico. Cuando se nota la evidencia de una compresión externa, se pueden evitar los abombamientos y los reventones del pavimento, cortando una junta de expansión de mayor anchura si ya existe alguna, o haciendo una junta nueva a través del pavimento.

Conclusiones.

Con base a lo visto en esta tarea se ve claramente que el tipo de pavimento que tiene más ventajas, es el pavimento rígido, pero el inconveniente para la mayoría de los estados y municipios es la alta inversión. Si realmente se hiciera una evaluación en la que se compararan los gastos de mantenimiento del pavimento flexible, saldría en ventaja el pavimento rígido.

Una opción es el realizar tramos de pavimento flexible, ya que se toma como inversión, y así en un determinado tiempo, se alcanzaría una distancia considerable, además de que el dinero destinado al mantenimiento para el pavimento flexible se ahorraría.

Comentarios.

Para esta tarea se encontró mucha información en páginas de internet y en libros, por lo que esta tarea me resultó muy extensa, ya que aún hicieron falta algunos detalles, tales como el catalogo de deterioros de pavimentos flexibles, el cual se realizó por el Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica.



Bibliografía:

- Ingeniería de Carreteras. Paul H. Wright, Radnor J. Paquette.
Editorial Limusa. 5ª Edición.
- Estructuras de Vías Terrestres. Fernando Olivera Bustamante.
Editorial Continentes.
- Pavimentos de Concreto. American Concrete Pavement Association
- <http://www2.cedex.es/ceta/dircaibea/>