



UNIVERSIDAD VILLA RICA

**ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

“CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MEXICO”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERA CIVIL

PRESENTA:

AKEMI YAMADA VÁZQUEZ

Director de Tesis

ING. PEDRO ABELARDO BOLÍVAR HERNÁNDEZ

Revisor de Tesis

ING. JOSÉ VLADIMIRO SALAZAR SIQUEIROS

BOCA DEL RÍO, VER.

2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

Introducción	1
Capítulo I. Antecedentes	5
Capítulo II. Sistemas de Gestión	16
II.1. Bases conceptuales del Sistema Mexicano.	17
II.2. Sistema Mexicano de Administración de Pavimentos (SIMAP).	18
II.3. Modelo SISTER	21
Capítulo III. Conservación	26
III.1. Conservación rutinaria.	26
III.1.1. Trabajos de conservación rutinaria dentro del concepto de terracerías.	26
III.1.1.1. Deshierbe.	26
III.1.1.2. Remoción de derrumbes.	29
III.1.1.3. Relleno de deslaves.	31
III.1.1.4. Limpieza de acotamientos.	32
III.1.1.5. Recargue de taludes en zona de terraplén.	33
III.1.2. Trabajos de conservación rutinaria en estructuras y obras de drenaje.	34
III.1.2.1. Desazolve de cunetas y contracunetas.	34
III.1.2.2. Desazolve de alcantarillas.	36
III.1.2.3. Zampeado de cunetas con concreto hidráulico simple.	38
III.1.2.4. Recolección y retiro de basura sobre calzada y zonas aledañas.	40

III.1.2.5. Retiro de animales muertos.	42
III.1.2.6. Mampostería de tercera clase, para reparación de estructuras y obras de drenaje.	43
III.1.2.7. Concreto hidráulico, para reparación de estructuras y obras de drenaje.	44
III.1.3. Trabajos de conservación rutinaria relativos a señalamiento.	45
III.1.3.1. Limpieza y reposición de indicadores de alineamiento.	45
III.1.3.2. Reposición de postes de kilometraje.	46
III.1.3.3. Reposición de vialetas.	47
III.1.3.4. Reposición de señales de bandera.	50
III.1.3.5. Reposición de señalamiento vertical	51
III.1.3.6. Limpieza de señalamiento vertical.	53
III.1.3.7. Repintado de marcas en pavimento.	56
III.1.3.8. Pintura de marcas en guarniciones.	59
III.1.3.9. Pintura de cunetas, obras de drenaje y obras complementarias.	62
III.1.3.10. Concreto hidráulico para construcción de lavaderos y bordillos.	60
III.1.4. Trabajos de conservación rutinaria en la superficie de rodamiento.	61
III.1.4.1. Bacheo hidráulico.	61
III.1.4.2. Sellado de grietas.	62
III.1.4.3. Bacheo superficial asfáltico.	63
III.1.4.4. Renivelaciones asfálticas.	65
III.1.4.5. Tratamientos sobre la superficie de rodamiento	67
III.1.4.5.1. Riego de sello premezclado.	67
III.1.4.5.2. Riego de protección con aditivo.	67
III.1.4.5.3. Riego de taponamiento.	69
III.2. Conservación Periódica.	70
III.2.1. Carpeta.	71
III.2.2. Carpeta y riego de sello.	73
III.2.3. Recuperación de pavimento y carpeta.	73
III.2.4. Recuperación de pavimento y carpeta delgada.	76

III.2.5. Recuperación de pavimento en caliente.	78
III.2.6. Renivelación y riego de sello.	78
III.2.7. Renivelación y carpeta.	79
III.2.8. Fresado y carpeta.	82
Capítulo IV. Control y aseguramiento de calidad	83
Capítulo V. Asignación, Programación y Control de Recursos	91
Conclusión	97
Bibliografía	99

INTRODUCCIÓN

Al hablar de mantenimiento de pavimentos debemos pensar en todas aquellas actividades y acciones que se requieren llevar a cabo para que los pavimentos permanezcan en las condiciones de servicio para los que fueron diseñados y de ser posible se prolongue el periodo de vida útil mediante la aplicación de la mínima inversión.

El mantenimiento y rehabilitación de pavimentos es uno de los temas que mayor interés y preocupación han alcanzado en los últimos años debido a que las carreteras, como principal modo de transporte, se han convertido en pilares de la actividad económica del país. Es claro que la conservación apropiada en el momento oportuno puede contribuir a retardar el mínimo deterioro y prolongar la duración de vida de una carretera para alcanzar el mayor beneficio económico posible.

Sería difícil pensar en el adecuado mantenimiento de un pavimento si no se cuenta con herramientas de planeación, programación, presupuestación y ejecución de la obra. La herramienta que se ha desarrollado para tal efecto son los sistemas de gestión.

Para gestionar una red de carreteras se necesitan datos regulares y fiables sobre el estado de sus componentes a fin de poder evaluar las necesidades técnicas y financieras, así como la eficacia de la práctica de la conservación vial. El método

de gestión vial de carreteras se concibe para ayudar a las personas responsables de la conservación; puede asimismo, servir en la toma de decisiones sobre programas de reconstrucción.

El sistema es aplicable a carreteras concebidas con criterio ingenieril, pavimentadas o no pavimentadas y se refiere igualmente a los tipos de drenaje, que son muy importantes desde el punto de vista de la conservación. Las estructuras, puentes y túneles, no se tratarán aquí por el carácter específico de la información técnica que conllevan.

Un sistema de seguimiento de carreteras debe ser coherente con las demandas, limitaciones y recursos locales. Así pues, los métodos presentados no son rígidos, sino por el contrario pueden adaptarse para su ajuste a condiciones y preferencias locales. Cubren los componentes que deben encontrarse en todos los métodos de gestión vial y se insiste acerca de que este sistema, si bien es eficaz, no debe usarse ciegamente; debe apoyarse en los conocimientos y en la experiencia del ingeniero encargado de la conservación.

Puede ser útil comenzar con la definición de conservación de carreteras, la cual consiste en actividades regulares y periódicas dirigidas a mantener la superficie de rodamiento, acotamientos (en su caso), taludes, drenajes y demás estructuras, en un estado tan próximo como sea posible a su estado inicial o renovado. Ciertas actividades de conservación se realizan de una manera rutinaria y por ello se agrupan bajo la denominación de conservación rutinaria. Otras reparaciones se realizan con menor frecuencia y constituyen la conservación periódica.

Los datos que debe recibir un sistema de inspección, el lugar, el momento y la forma en que deben ser recogidos dependen ampliamente de su utilización. En materia de gestión las dos aplicaciones principales son:

- La gestión de conservación se enfoca a organizar, programar y seguir en el plano presupuestario, de una forma eficaz las actividades de conservación.
- La gestión de carreteras se ocupa del procedimiento de planificación y programación que intenta minimizar los costos en el conjunto de la duración de vida de la carretera, necesita información sobre el estado de la carretera y el tráfico que soporta, para evaluar y programar las grandes obras de conservación.

En estos dos procesos de gestión se encuentran dos componentes indispensables: información y un proceso de decisión. El componente de información comprende un método de acopio de datos, así como un banco de datos para almacenar la información, y aporta datos cuantitativos sobre el estado de la red vial. Los elementos de información pueden ser simples y elementales o detallados y globales, según sean los recursos y posibilidades del servicio del encargado de las carreteras. Los procesos de decisión pueden ir desde la aplicación de simples criterios normalizados e instrucciones de reparación, hasta técnicas analíticas elaboradas, pero son susceptibles de evolucionar en el tiempo y es sensato asegurarse de que el subsistema de información pueda ser ampliado o acondicionado sin modificación esencial.

Los métodos de gestión vial mencionados aquí están concebidos como subsistemas de información y comprende dos niveles:

- El nivel primario (inspección somera) suministra informaciones básicas para la gestión de conservación, gracias a una evaluación del estado global de las carreteras con la frecuencia aproximada de un año. Se trata esencialmente de una inspección somera, esto es a simple vista, completada eventualmente por mediciones con aparatos. Suministra una evaluación del estado de las carreteras y de las necesidades y puede servir

de base para la asignación de presupuestos y evaluar la eficacia de las prácticas de conservación.

- El segundo nivel corresponde a una inspección visual detallada del estado de la carretera, que puede aplicarse selectivamente sólo a los tramos que han de ser objeto de obras importantes. El objetivo consiste en identificar los tramos de los que ha de ocuparse la programación de trabajos principales, que en general requieren informaciones complementarias y en particular una evaluación de la superficie de rodamiento en el plano estructural y una medida de carga de tráfico. Presupone medidas con aparatos que no serán tratados aquí con detalle.

El objetivo de la organización de la conservación vial es la creación de un entorno, es decir las condiciones de apoyo y el soporte logístico para una ejecución efectiva de todas las actividades propias de la conservación de carreteras. La organización debe ser sencilla, clara y capaz de responder a las necesidades específicas, requisitos y recursos de un país. La organización consta de tres niveles: el nivel central que establece los planes nacionales de carreteras y presupuestos; el nivel regional o de distrito donde se definen los requisitos de conservación, se realiza la planificación, la ejecución y la supervisión de la conservación y donde tiene lugar el control presupuestario y la administración de gastos; y finalmente el nivel local donde se materializan las actividades de conservación bajo la supervisión de ingenieros.

Capítulo I. Antecedentes

México es uno de los países más grandes y poblados del mundo. Su superficie territorial, de casi dos millones de kilómetros cuadrados, sitúa al país como el décimo quinto más extenso del orbe, y su población, de alrededor de 106 millones de habitantes, lo ubica como el undécimo país más poblado del planeta. Nuestra economía es también de las mayores del mundo, pues los 1.34 billones de dólares del PIB de 2007 la llevaron a ocupar el lugar número 12 entre las economías más grandes del mundo, sólo superada por Estados Unidos, China, Japón, India, Alemania, Rusia, Inglaterra, Francia, Brasil, Italia y España.

En materia de comercio exterior, el esfuerzo realizado durante los últimos quince años ha convertido a México en una potencia mundial en la materia. Los 555 mil millones de dólares del comercio exterior en 2006 convierten al país en la décima quinta economía que más comercia con el resto del mundo. Si bien la mayor parte del comercio tiene lugar con América del Norte, el intercambio con la Unión Europea y América Latina también va en aumento.

Con objeto de atender las necesidades de un país tan extenso, poblado y activo como México, a lo largo de la historia los mexicanos hemos desarrollado un importante sistema de transporte para los desplazamientos de carga y personas a través de todo el territorio. Así, México cuenta con una infraestructura de

transporte integrada por 356 mil kilómetros de carreteras de todo tipo, 26 mil kilómetros de vías férreas, 114 puertos y 85 aeropuertos nacionales e internacionales que cubren prácticamente todo el país.

Sin embargo, a pesar de la cobertura del sistema de transporte y de la calidad y cobertura de sus servicios, sus condiciones actuales están rezagadas respecto a las que el país requiere para alcanzar nuevas cotas de desarrollo. De acuerdo con las evaluaciones del Foro Económico Mundial, nuestra infraestructura de transporte se ubica en el lugar 64 de 125 países. A nivel sectorial, México ocupa el lugar 65 en ferrocarriles, 64 en puertos, 55 en aeropuertos y 49 en carreteras. En América Latina, México se ubica en séptimo lugar, atrás de Barbados (28), Chile (35), Panamá (46), Jamaica (53), El Salvador (54) y Uruguay (58). La cobertura y accesibilidad de nuestra infraestructura está por debajo de la de otros países, como lo revela la densidad carretera (0.18 km de carreteras por km² de territorio), por debajo de países como España (1.32), India (1.17), Brasil (0.19) o China (0.19) y ferroviaria (0.02 km de vías férreas por km² de territorio), atrás de España (0.03) o India (0.02).

El esfuerzo por mejorar la calidad y la competitividad de la infraestructura de transporte de México requiere un enorme esfuerzo e sus profesionales de las vías terrestres, quienes deberán realizarlo en un entorno muy probablemente caracterizado por realidades y tendencias como las siguientes:

La población de México se duplicó entre 1970 y 2000 y durante esas tres décadas también se urbanizó con rapidez. En el año 2000, más de 32 millones de personas vivían en ciudades de más de un millón de habitantes ubicadas sobre todo en el centro y norte del país, y el 65% de la población nacional vivía en localidades de más de 15 mil habitantes. En el otro extremo, 24.7 millones de mexicanos residían en 196 mil localidades de menos de 2500 habitantes. En consecuencia, el futuro plantea un doble reto al desarrollo y conservación de la infraestructura, pues por

un lado se requieren grandes obras para atender a los habitantes de las principales ciudades y simultáneamente es preciso conservar y aumentar la cobertura del sistema para combatir el aislamiento y marginación de quienes siguen viviendo en comunidades pequeñas.

Otro reto para el desarrollo y conservación de la infraestructura de transporte es la rápida motorización de la población mexicana. En la actualidad, el parque registrado es de más de 25 millones de vehículos y el índice de motorización es superior a 250 vehículos por cada mil habitantes, alrededor de la tercera parte del de Estados Unidos o la mitad del de España. Con el aumento de la urbanización y el crecimiento del ingreso per cápita, es muy probable que continúen los elevados ritmos de crecimiento de éste índice que se duplicó en los últimos diez años.

El fortalecimiento de la infraestructura de transporte nacional habrá de producirse en el contexto de un nuevo equilibrio de los precios de la energía, especialmente el petróleo y del cuidado del medio ambiente. En ambos casos, las tendencias apuntan hacia el desarrollo de modos de transporte con mayores eficiencias energéticas y menor impacto sobre el medio ambiente, así como a una mayor preocupación del impacto ambiental de los proyectos de carreteras y aeropuertos.

La superación de los desequilibrios que aún padece la población mexicana en materia de ingreso, calidad y expectativas de vida seguramente provocarán que el énfasis futuro de los programas de gobierno continúe otorgándose a temas sociales como a salud, la educación, la vivienda y el empleo. En consecuencia, la inversión en infraestructura habrá de seguir requiriendo una amplia y creciente participación del sector privado, lo que obligará a seguir abriendo espacios para la inversión de particulares y darle seguridad y certeza jurídicas. Aunque los presupuestos públicos seguirán teniendo un componente de recursos dirigido a la infraestructura, es previsible que ésta se oriente cada vez más a programas y proyectos en los que no se pueda contar con la participación del sector privado.

Como consecuencia de la nueva competencia partidista en la nueva política de México, también hay que contar con el desarrollo futuro de los proyectos de infraestructura que estará cada vez más sujeto al juego político y a reglas que normen su instrumentación bajo criterios de rentabilidad y transparencia que como resultado lleven a una programación mucho más ordenada de las acciones que se emprendan. La exposición de las obras que se realizan y de infraestructuras existentes al escrutinio de la opinión pública y los medios, así como a la consulta de sectores de la población, obligará a prestar una mayor atención a temas como la planeación y la calidad de las obras, sus niveles de servicio y su impacto sobre grupos afectados.

En el contexto descrito la infraestructura de transporte terrestre, y en particular carretera, seguirá teniendo un significativo papel en el desarrollo del sistema de transporte de México. En 2006 el movimiento de carga en el país fue de alrededor de 664 millones de toneladas, de las cuales 455 millones de toneladas, equivalente al 67% del movimiento doméstico total, se movieron por carretera. La carga restante se repartió mayoritariamente entre el ferrocarril y el transporte marítimo de cabotaje. El primero manejó 96 millones de toneladas, equivalentes al 14% del total; mientras que el segundo transportó alrededor de 123 millones de toneladas que representan el 18% del total.

La predominancia del transporte carretero es aún mayor en el transporte de pasajeros. Durante 2007 se estima que el transporte interurbano fue de más 3 millones de personas de los cuales el 99% se desplazó por carretera y el restante 1% por avión. A pesar de que en el futuro se alentará una mayor participación de los demás modos de transporte, el transporte por carretera seguirá siendo el principal componente del sistema de transporte nacional.

México ha desarrollado una red de comunicación carretera no desdeñable, a partir de mediados de la década de los años 20's del siglo anterior. Esta red ha

desempeñado desde aquel entonces un papel muy importante en la evolución nacional, si bien éste no fue el mismo en todas las épocas.

Durante muchos años, el papel asignado a la carretera fue netamente desarrollista; buscando comunicar sobre todo a la capital de la República con las capitales de los Estados, se pretendió exitosamente reforzar la integración nacional.

Una segunda etapa del desenvolvimiento de la red se dedicó principalmente a la comunicación con todas las ciudades de importancia, en un afán por completar la integración territorial nacional, a la vez que empezaron a manifestarse otro tipo de preocupaciones, incipientemente relacionadas ya con una vida económica que comenzaba a manifestar necesidades importantes. Estos criterios condujeron a la densificación de la red pavimentada y a la aparición de las rutas principales hacia la frontera norte del país, rutas de desarrollo hacia el sureste y otras.

Cumplidas las dos etapas de desarrollo anteriores en forma razonable y aprovechando los beneficios de lo ya realizado (por cierto, no sólo en el campo carretero), la vida económica y social de México comenzó a reforzarse en forma importante; sin embargo, en los comienzos de la década de los 70 ´s fue evidente que a una red carretera relativamente moderna para la época y con una cobertura nacional cada vez más eficiente, no correspondía una penetración puntual en un campo mexicano en el que la diseminación habitacional en un número muy alto de pequeños pueblos y rancherías, combinado este fenómeno con la bien conocida geografía física del país, abundante en montañas, lugares de difícil acceso y otras particularidades actuantes en el mismo sentido, causaban un grave estado de marginación y abandono a grandes comunidades especialmente constituidas por la población más pobre y necesitada de estímulo.

Todo ello condujo a lo que podría considerarse como una tercera etapa en el desarrollo de la red nacional carretera, en la que se puso un énfasis muy especial en la construcción de una red rural de pequeños caminos alimentadores y de rutas de penetración. El objetivo fundamental de esta preocupación fue seguramente el combate al caciquismo, a la ignorancia, a la insalubridad y a otros amigos de la marginación. Se hicieron muchos caminos no destinados al paso de vehículos, sino al paso de ideas.

Hoy, sin embargo, es evidente que esa red destinada a lograr un equilibrio adecuado en la vida nacional tuvo y siempre tendrá una importancia social y económica, pues por el camino que transita la enfermera y el maestro, también entran insumos y salen cosechas y poco después entran insumos y salen productos de agroindustria; muchos de los más modestos caminos rurales han llegado a ser en poco tiempo importantes carreteras totalmente integradas a la red nacional económica; otros conservan su modesto papel inicial, quizá no menos importante.

No hay que decir que durante todo el desarrollo de esta tercera etapa, que en muchos sentidos continúa en la actualidad, la nación siguió construyendo carreteras de mayor ambición y perfeccionando la red ya existente

Es claro que este desarrollo carretero coexistió con un paralelo desenvolvimiento nacional que llevó a la nación a la creación de una infraestructura industrial, comercial y financiera que al alborear la década de los 80 's prometía una rápida posibilidad de acceso a desarrollos mucho más modernos y avanzados. En este concierto, la red carretera nacional, si bien incipiente, estaba demostrando ser suficiente para sustentar el desarrollo; por su cobertura y por su variada gama de niveles, no constituía un freno. A despecho de lo anterior, se manifestaba en este momento ya un fenómeno que debería preocupar a todos y que, en especial para los ingenieros, debería constituir una lacerante interrogante.

En efecto, aún en aquellos prósperos años, no dejaba de manifestarse un desequilibrio agudo entre una planta industrial que normalmente se situaba entre las primeras quince del mundo, una estructura financiera muy moderna, una vida comercial sumamente pujante y un nivel de vida popular que en muchos casos no correspondía al panorama anterior.

Dado lo involucrada que la ingeniería civil se encuentra en ciertos aspectos de la fundamentación del desarrollo nacional, la contradicción atrás señalada debe ser motivo de seria preocupación y quizá una primera consecuencia de tal preocupación pudiera ser la conclusión de que en el momento presente y en el próximo futuro, a la ingeniería civil no le basta hacer obras para el país, sino que precisa hacerlas en condiciones que realmente incidan en el desarrollo social y cultural y en la generación de riqueza para la nación. Con base en esta conclusión se sostienen muchas de las ideas que más adelante se sustentarán.

En los últimos años se ha desarrollado lo que podría considerarse una cuarta etapa en el desarrollo de la red nacional, durante la cual, han aparecido y han de aparecer más, un número importante de carreteras muy modernas, merecedoras del calificativo de auténticas autopistas, en las que la participación del capital privado ha jugado por primera vez un papel trascendental en la construcción de la infraestructura nacional. El transporte nacional se ha beneficiado extraordinariamente de esta nueva situación.

Del breve panorama histórico anterior se deduce que muchas de las carreteras que hoy resultan importantes en el movimiento nacional fueron construidas hace muchos años para condiciones que, sin exageración, pueden considerarse correspondientes a un país diferente a aquél en que hoy vive el mexicano.

En la década de los 50's, el camino más ocupado de la República era quizá la carretera México – Puebla, con un aforo de 4 mil vehículos, de los que quizá un 10% eran de carga; el camión más pesado no excedía entonces de 8 a 10 toneladas de peso total. En el México actual como bien se sabe, existen aforos que pueden llegar a ser de 20 a 30 mil vehículos, con 30 o 40% de vehículos pesados de carga (una proporción notablemente alta a escala mundial). El peso total de los camiones puede ser hoy de 50, 60 o hasta 70 toneladas. En cualquier caso, los aforos vehiculares de 5 a 10 mil vehículos diarios, con la misma proporción de vehículos pesados, son relativamente frecuentes en el fragmento de la red más ocupado (con longitudes en el orden de los 30 mil kilómetros). En parte, algo de este desarrollo tiene que ser debido a la relativa ausencia de la competencia del ferrocarril.

Habla bien de los planeadores y constructores de antaño, el hecho de que muchas de las carreteras que forman parte de ese segmento más ocupado figuran entre las primeras puestas en servicio; es decir, entra las más antiguas. No es, pues, de extrañar que ya fueron construidas para condiciones de tránsito radicalmente diferentes a las actuales, muestren hoy muy especiales condiciones de debilidad estructural y problemática no menos especial para su correcta conservación.

En efecto, los vehículos de antaño transmitían esfuerzos relativamente pequeños, cuyo alcance vertical era también escaso, quizá no superando los 30 o 40 centímetros. En comparación, los vehículos de carga actuales producen esfuerzos mucho mayores, que llegan con valores significativos a profundidades también más grandes, en el orden de un metro y más.

Al importante hecho anterior hay que añadir dos circunstancias. En primer lugar, los materiales empleados en aquellos años para la construcción, especialmente en terracerías, eran de una calidad que hoy debe considerarse como inaceptable para capas que quedan bajo la influencia de las nuevas cargas. Abundan las

terracerías francamente arcillosas, de baja resistencia y muy sensibles a cambios volumétricos por variación en sus contenidos de agua, lo que conduce obviamente a carreteras de superficie muy deformable. La segunda circunstancia estriba en que aquel número relativamente escaso de los vehículos que entonces se consideraban pesados, producía efectos de fatiga relativamente poco notables. En la actualidad, esos materiales débiles están al alcance del efecto de penetración de los modernos arreglos vehiculares y dejan ver dramáticamente su baja resistencia, pero además, la continua repetición de cargas mucho más pesadas induce efectos de fatiga devastadores y causan deformaciones permanentes intolerables.

Estas condiciones imponen a la red básica mexicana condicionantes de conservación muy propias y, por supuesto, diferentes a las prevalecientes en otras redes carreteras en las que ya se ha realizado un esfuerzo de modernización que México aún no ha completado, ni mucho menos.

Los hechos anteriores sugieren la necesidad de una nueva estrategia de construcción de las carreteras que se incorporen en el futuro a la red mexicana. Antaño, la filosofía de diseño de la sección estructural fue lograr una zona superior relativamente resistente, aceptando abajo, en forma progresiva materiales francamente débiles, que se consideraban a salvo de la influencia de las cargas. Cuando hoy han de ser conservadas esas carreteras, se requieren verdaderas acciones de reconstrucción en lo profundo, pues aquellas zonas débiles quedaron dentro de la zona crítica.

El cambio de la filosofía de diseño que se preconiza para la época actual tiende a lo contrario. Secciones convenientemente robustas en lo profundo y, si por razón de limitación de recursos, algún riesgo ha de aceptarse en la sección estructural, éste debe ser tomado lo más superficialmente posible, donde el refuerzo es una operación natural de costo mínimo. El pavimento no es una estructura que falle de

un minuto a otro; capas superficiales débiles significan duraciones cortas, de manera que el criterio expuesto puede manejarse dentro de otro de inversiones diferidas. Fallas en lo profundo no se resuelven más que con costosísimas operaciones de reconstrucción.

Resumiendo, puede considerarse que en este momento, México posee una importante red rural capilar de caminos modestos, cuya finalidad esencial es el desarrollo primario, la facilitación de la permeabilidad a la cultura, gobierno y mejoramiento social. Su mantenimiento habrá de ser el necesario para cumplir estas funciones.

Por otro lado se encuentra la parte de la red caminera cuya misión fundamental es sustentar los flujos que son resultado de las grandes actividades económicas y comerciales del país y de sus contactos internacionales que serán cada vez más intensos. Esta porción es la que generalmente se identifica con la más directa contribución del transporte a la posibilitación y generación de la riqueza nacional. El criterio de mantenimiento a aplicar en este caso no puede ser otro más que apoyar de la mejor manera la vida industrial y comercial de la nación.

La evolución previsible de la red carretera mexicana no puede, obviamente, ser establecida con seguridad, pero hay ciertas consideraciones que seguramente no estarán fuera de lo que el futuro haya de deparar.

La actual red básica continuará siéndolo. Esos 30 mil kilómetros cubren un área de la geografía nacional en la que seguirán manteniéndose fuertes demandas de transporte; de hecho, esa red habrá de ser reforzada estructuralmente, ampliada y mejorada para afrontar demandas más exigentes, sin excluir de ninguna manera el que en muchos casos las vías actuales hayan de ser inclusive sustituidas por otras nuevas más concordantes con las crecientes demandas.

Las grandes inversiones que exigen las carreteras modernas habrán de hacer necesaria una creciente participación del capital privado. El aspecto del financiamiento y de los mecanismos de recuperación correspondientes será cada vez más relevante. El punto álgido a buscar en estos mecanismos de financiamiento, tarificación y recuperación estará en muchos casos en lograr paquetes financieros que permitan disponer de recursos para proyectos en que la recuperación sea pobre en los primeros años de funcionamiento. Si la planeación nacional ha de adelantarse a la demanda o, por lo menos, ha de conducir a obras de aparición muy cercana a la necesidad, seguramente seguirá ocurriendo que carreteras muy importantes para el país comiencen con niveles de tránsito bajo pero susceptibles de desarrollos adecuados; de esta manera podrán afrontarse las primeras etapas de vida de las obras con cuotas o costos de mantenimiento razonables que no se transformen en un factor disuasivo de su puesta a punto.

Independientemente del desarrollo de una red productora de riqueza con capacidad estructural adecuada, buena cobertura y buena conservación, habrá de seguirse desarrollando una red alimentadora municipal y rural que, con sus propias funciones, redondee el panorama nacional de transporte carretero.

En el otro extremo del espectro, es de prever el desarrollo creciente de la red de carreteras de 4 o más carriles y de autopistas construidas bajo el régimen de concesión. En muchos casos estas vías modernas sustituirán o coexistirán con tramos actuales de la red básica.

Es de esperar que el futuro traiga también un mayor equilibrio entre el transporte ferroviario, al que en México deben considerársele grandes perspectivas, y el carretero, por efecto de un creciente desarrollo de auténticas redes de distribución de cargas. También es de esperar una creciente atracción de los puertos marítimos y fronterizos, con su correspondiente influencia en el desarrollo de la red carretera.

Capítulo II. Sistemas de Gestión

Evidentemente, el primer paso para establecer en forma operativa cualquier estrategia de conservación es conocer el estado de cualquier tramo carretero que desee conservarse. A un sistema que permita realizar las acciones encaminadas a tal fin suelen denominársele un Sistema de Gestión de la Condición Estructural de la Carretera o de Gestión de Pavimentos.

Los sistemas de administración de pavimentos y de toma de decisiones en materia de conservación que tradicionalmente se desarrollaron en el mundo, a despecho de su excelente calidad para los ambientes para los que fueron concebidos, se consideraron en México insuficientes. Estos sistemas procedían de países desarrollados, con excelentes redes de carreteras, hechas de buenos materiales y estaban calibrados para reaccionar ante la evolución del estado superficial del pavimento y ello en dos sentidos, rugosidad (fricción con la llanta, que se traduce en seguridad de marcha) y deformación o deterioro de la carpeta (que se controla a través del concepto Índice de Servicio o Índice Internacional de Rugosidad). Se partía así de la base de que en todos los casos se tenía una falla funcional, pero nunca estructural. Los métodos correctivos que estos sistemas proporcionaban eran sobrecarpetas, reciclados u otros tratamientos superficiales, dependiendo del espesor de carpeta comprometido en la falla funcional.

En México se consideró que estos criterios no son aplicables en forma única, puesto que con mucha frecuencia los deterioros superficiales están ligados a fallas estructurales profundas. Existen en México secciones cedentes, de alta deformación elástica o muy débiles estructuralmente, en las cuales las sobrecarpetas o los tratamientos superficiales están destinados al fracaso inmediato por efectos de fatiga o de deformación acumulada.

II.1. Bases conceptuales del Sistema Mexicano.

El sistema mexicano se fundamenta en tres puntos básicos:

- Ha de aceptarse algún tipo de correlación entre la evolución del estado superficial del pavimento y su condición general, de manera que, cuanto más pobre sea la calidad superficial y más rápidamente se deteriore, peor debe ser la condición estructural.
- Ha de aceptarse que la deficiencia estructural puede correlacionarse con alguna medida hecha desde la superficie del pavimento. La deflexión del pavimento bajo una carga patrón preestablecida, parece ser el concepto que mejor sirve para estos fines. Esta es una conclusión de carácter cuantitativo y se acepta que la magnitud de la deflexión mide el defecto estructural, aunque no lo analice ni lo localice.
- Cuando las deflexiones muestren deficiencia estructural en el pavimento, solo la exploración directa permitirá el diagnóstico y la ubicación precisa de dichos daños estructurales.

II.2. Sistema Mexicano de Administración de Pavimentos (SIMAP).

Se denomina así al conjunto de operaciones que tienen por objeto conocer el estado actual del tramo carretero por conservar, estimando las acciones y costos necesarios para llevarlo a una determinada condición considerada aceptable con una indicación del costo necesario para ello. Se trata de un sistema de gestión de la sección estructural de carreteras.

El sistema contempla para estudio segmentos con longitud de un kilómetro, lo que permite al sistema manejar con precisión, eficacia y rapidez del orden de 45,000 segmentos.

El SIMAP, en su segunda fase, considera las coordenadas geográficas para la ubicación de los tramos en estudio, la inclusión del Índice Internacional de Rugosidad (IRI) como medida cuantificable del estado real de la superficie de rodamiento de la carretera, la adopción del concepto de grava equivalente para dar idea del estado estructural del pavimento en evaluación y la actualización de los costos reales de los usuarios.

1. El primer paso ha de ser una evaluación superficial del pavimento que está íntimamente relacionado con la variación de las irregularidades superficiales que existen en el pavimento. Esta se hace utilizando un perfilómetro de trazo continuo o instrumento similar, que trabaja incorporado al tránsito a velocidades de operación o de proyecto que proporciona un índice internacional de rugosidad (IRI) del camino recorrido. Cuando el IRI resulta nulo significa que estamos sobre una superficie sin deformaciones, podría estimarse que índices de servicio del orden de 2 o 2.5 liberan al camino hasta el siguiente año, sin acciones especiales de mantenimiento. El perfilómetro ha de pasar una vez al año sobre todo tramo de la red sujeta a análisis de conservación preventiva.

El paso en años sucesivos se seguirá evaluando el índice de rugosidad, lo que permitirá ir conociendo el daño de deterioro de los pavimentos e ir programando el tipo de conservación que se deberá dar, señalando la necesidad de estudios más a fondo en los tramos de evolución rápida, con valores de IRI de 3 o mayores. En ese tiempo, habrá de tomarse en cuenta que los trabajos de conservación normal pueden enmascarar la evolución desfavorable que se tendría en los tramos donde exista una deficiencia estructural más acusada, que lógicamente serían los escogidos para ejercer dicha conservación periódica; ésta es información esencial para manejar en el banco de datos disponibles en la computadora.

2. El segundo paso será realizar en los tramos o carreteras en que se haya demostrado la necesidad de un estudio de deflexiones. El volumen de trabajo por ejecutar hace aconsejable la utilización de deflectómetros móviles, de tipo automático, que circulan sobre la carretera a velocidades del orden de 3 o 4 km/hora o mayores, según el tipo de medidor.

Una condición fundamental para que la medida de deflexiones tenga un sentido físico interpretable es que se comparen las provenientes de tramos homogéneos, en materiales, características estructurales, condiciones topográficas y aún en condiciones de detalle, tales como el drenaje o el subdrenaje. La selección de estos tramos homogéneos debe hacerse entonces con base en recorridos de personal experimentado. Este personal llena formas que reflejan la situación general del tramo con información almacenable en el banco de datos.

3. En la última fase de aplicación del sistema de prospección del camino, un sistema computarizado de cálculo puede colocar todos los tramos que hayan resultado merecedores de acciones especiales de conservación en iguales condiciones de calidad. El sistema de cálculo debe poder decir que espesor de refuerzo (por ejemplo, grava equivalente o refuerzo de concreto asfáltico) hay que

ponerle a cada tramo para dejarlo en un cierto índice de servicio (por ejemplo, índice de servicio igual a 3.5).

De esta manera, como resultado final de esta etapa, se tiene un módulo de comparación de la condición de cada tramo, expresado por el espesor de refuerzo que habría de colocarse para llevarlos todos a la misma condición. El cálculo debe también hacerse con el mismo horizonte temporal seleccionado (por ejemplo, fijando para todos los tramos el refuerzo necesario para darles un índice de servicio de 3.5, que evolucione a un mínimo de 2 o 2.5 en n mismo plazo fijo, quizá de 4 o 5 años).

Aquellos tramos que resulten merecedores de una acción especial de conservación por efecto del estado de la superficie de rodamiento únicamente, podrán ser resueltos con acciones de simple refuerzo en carpeta, pero aquellos otros que muestren además deficiencia estructural según el criterio de deflexiones habrán de ser objeto de estudios especiales, que incluyan no sólo detallados reconocimientos de campo, que siempre serán necesarios, sino también trabajos de exploración, de laboratorio, de necesidad de subdrenaje y, en general, de todos los aspectos que permitan conocer la deficiencia estructural que se padezca y elaborar los proyectos de recuperación correspondientes.

Toda esta información deberá figurar en el banco de datos del tramo, como importante contribución al conocimiento de su evolución histórica, con la cual se van determinando cuando y qué tipo de trabajo se deberá considerar en la conservación del tramo carretero o su reconstrucción.

La programación del tipo de trabajo va en función de los recursos disponibles, la importancia de la carretera y el tiempo que se considera deberá tener la vida útil, para después programar trabajos de reconstrucción; por ejemplo, se puede programar un bacheo, nivelación y riego de sello con vida útil de 2 a 3 años o

bacheo, renivelación, base asfáltica y carpeta con vida útil de 8 a 10 años. A estos tipos de trabajo se deberá considerar su conservación rutinaria para que pueda cumplirse con la vida útil programada, de no hacerlo se puede reducir considerablemente ésta.

II.3. Modelo SISTER

El programa SISTER, como cualquier otro modelo de gestión vial, consiste esencialmente en considerar en su conjunto a la red vial por administrar a partir de un Banco de Datos, definiendo una estrategia óptima de mantenimiento, a partir de simulaciones de las consecuencias de varias alternativas, lo que otorga la posibilidad de evaluar técnica y económicamente cada una de estas propuestas.

Como otros sistemas de gestión, para llevar a cabo su función se requiere:

- a) Recabar información de las características físicas de la red.
- b) La elaboración de una base de datos computarizada.
- c) Un modelo de simulación de degradación de la red carretera.
- d) Un procedimiento de actualización del Banco de datos.

En México se planteó hace algunos años la necesidad de disponer de un modelo específico de simulación presupuestal que permitiera la comparación rápida de estrategias de mantenimiento con una precisión aceptable, aliviando las fases de recopilación y de actualización de datos, de manera que garantizara la perennidad del sistema. El Programa SISTER fue concebido con esta óptica y está al servicio de los responsables de la definición de la política de mantenimiento dentro de su zona de competencia. Les permite, así mismo, soportar sus proposiciones durante la presentación a las autoridades políticas y argumentar con los organismos financieros nacionales e internacionales.

La originalidad de SISTER radica en el hecho de que define simultáneamente los trabajos de mantenimiento ligados a una estrategia dada y sus efectos sobre la degradación de las carreteras, tanto de la estructura como de la superficie, estableciendo así, la crónica de los trabajos y la degradación. Este proceso está sustentado en tres premisas básicas:

- a) Considerar el conjunto de la red por administrar a partir de un Banco de Datos Viales.
- b) Estudiar una estrategia óptima de mantenimiento de la red simulando las consecuencias de varias alternativas.
- c) Adoptar un método racional de programación plurianual de las obras de mantenimiento rutinario.

De ahí que el punto de partida para su implementación sea la constitución del Banco de Datos Viales que permite conocer la red carretera a cargo de la Dependencia, lo que se logra a través de un inventario, preferentemente a pie, con las características geométricas y del drenaje de las carreteras, obteniéndose entre otros datos, su sección, número de carriles, señalamiento, obras de drenaje etc., agrupándolos por tramos con ciertas condiciones de homogeneidad como son las características geométricas, los niveles de tránsito, el estado de la carretera y la zona geográfica en que se encuentran. Es muy importante que al llevarse a cabo este inventario, se registren también los daños que se observan en la superficie de rodamiento, investigando las posibles causas de los mismos a fin de contemplar todas las soluciones posibles para la reconstrucción de la carretera, teniendo en cuenta las obras de drenaje y el mejoramiento de las terracerías, si ese fuera el caso, con el fin de mejorar la capacidad de soporte de la subrasante.

Con tal fin, los Residentes responsables de la realización del inventario a pie, llevan a cabo sondeos cada 300, 500 o 1000 metros considerando las condiciones

de homogeneidad mencionadas al definir los tramos, anotando en los formatos establecidos para el mismo, las propuestas de mantenimiento.

Constituido el Banco de Datos Viales, que debe actualizarse año con año, el interés estratégico principal consiste en la simulación informática de la degradación de las diversas carreteras según su naturaleza, las obras de mantenimiento ejecutadas, las condiciones meteorológicas, etc., a partir de una asignación presupuestal x , que permita prever el horizonte de degradación total de la red si dicha asignación es insuficiente, o en su caso, el estado futuro de la misma o de x tramo si se mantienen los niveles de inversión; efectuando diversos trabajos de mantenimiento periódico y rutinario.

Sobre esta estrategia de mantenimiento, el programa SISTER permite producir una verdadera programación de las obras de mantenimiento periódico y, al permitir la conexión de los módulos de degradación de las carreteras, del módulo de evaluación económica de la rehabilitación y del Banco de Datos, el sistema puede efectuar una simulación por cada sección o tramo carretero archivado, evaluando para cada año del período de estudio, los efectos económicos directos correspondientes al nivel de estado de la carretera.

Asimismo, la comparación entre las situaciones con o sin mantenimiento y el balance de las ventajas económicas generadas, contra el monto de las inversiones necesarias para rehabilitar el camino, permite calcular la Tasa Interna de Retorno del tramo de carretera considerado.

SISTER es un modelo de planeación y no diseña estrategias de mantenimiento, sino que calcula los efectos de la aplicación a la red de una estrategia específica y de sus consecuencias técnicas, financieras y económicas sobre un periodo fijado por el ingeniero encargado del proyecto.

De ahí que la parte importante del sistema es evidentemente la definición de las estrategias de mantenimiento, para la cual se requiere de la experiencia del especialista encargado del proyecto que permita al programa la adaptación rápida

a las situaciones particulares desde el punto de vista tanto técnico, como el de los medios de investigación disponibles.

Permite entonces, verificar las estrategias de mantenimiento definidas por el usuario y medir los efectos a largo plazo sobre la evolución técnica de la red, su nivel de servicio y los costos recurrentes, es decir, las necesidades presupuestales.

Cada estrategia está compuesta de un cierto número de escenarios, refiriéndose cada uno a las condiciones particulares del clima, del nivel de tránsito y de la política general en materia de rehabilitación. Así, dentro de una misma estrategia resultan los mismos principios generales de política vial (mantenimiento mínimo y mantenimiento normal, rehabilitación rápida o progresiva etc.), y se pueden diferenciar los trámites particulares de grupos de tramos homogéneos desde el punto de vista de las condiciones mencionadas anteriormente.

La estrategia y cada uno de sus escenarios son descritos a lo largo de todo un “ciclo de vida” de la carretera, cuya duración es fijada para utilizarse en función de la estrategia y de las condiciones particulares de los grupos de tramos homogéneos. Cada ciclo de vida se termina normalmente por una rehabilitación o al menos un trabajo de refuerzo de la carretera. Cuando este año es alcanzado, el programa regresa sobre el primer año del escenario y comienza el siguiente ciclo hasta el año del fin del proyecto.

Cada tramo carretero se ubica dentro de un escenario en función de su “nota de calidad”, es decir, de su estado resultante del análisis de un inventario previo muy reciente. Es ésta nota la que permite al programa “poner al día” el tramo en relación con su escenario teórico de evolución para la estrategia estudiada.

Cabe mencionar que el programa SISTER no está limitado en cuanto al número de rutas y de tramos, y actualmente se trabaja en una misma red con más de

42,000 km. de longitud que incluyen 450 rutas con tránsito variable, más de 1550 secciones con tránsito diferente y más de 4000 tramos.

Capítulo III. Conservación

Como anteriormente se expresó la conservación es el conjunto de actividades, para ofrecerle al usuario del camino seguridad y confort durante su recorrido. Se clasifica en:

1. Conservación rutinaria
2. Conservación periódica

III.1. Conservación rutinaria.

Actividades de trabajo que se hacen de forma permanente desde que inicia el camino su operación, lo que permitirá que el camino cumpla con su vida útil de diseño en condiciones adecuadas. Los trabajos de conservación rutinaria son:

III.1.1. Trabajos de conservación rutinaria dentro del concepto de terracerías.

III.1.1.1. Deshierbe.

Despeje de la vegetación existente en el derecho de vía, con objeto de evitar la presencia de materia vegetal en el cuerpo de la obra, impedir daños a la misma y permitir buena visibilidad

En años anteriores la limpieza se hacía hasta el límite del derecho de vía de la carretera, sin embargo por cuestiones ecológicas el deshierbe en las tangentes es de 4.0 m a cada lado a partir de la orilla de la calzada, y en curvas, entronques y en algunos puntos específicos, el deshierbe se hace en el ancho necesario que permita la mejor visibilidad al usuario del camino.

En zonas cálidas y con precipitaciones pluviales de medianas a altas, como es el caso del estado de Veracruz, el deshierbe es recomendable que se haga tres veces al año.

En terrenos irregulares el deshierbe se realiza con mano de obra, cuando el terreno es plano se recomienda utilizar desvaradora que es más rápida y disminuye el costo, en los taludes de los cortes que son regulares se puede utilizar desvaradora, cuando no es posible usarla, se utiliza mano de obra.



Derecho de vía, enyerbado en terreno irregular



Desyerbe de derecho de vía con mano de obra



Aspecto del derecho de vía desyerbado

III.1.1.2. Remoción de derrumbes.

Se llama derrumbe a un desprendimiento de material de las laderas naturales o del talud de un corte hacia la corona del camino, que invade parcial o totalmente el camino.



Derrumbe que afecta únicamente la cuneta.



Trabajo realizado con equipo para retiro de derrumbe.



Derrumbe totalmente retirado.

Causa del daño.

En algunas ocasiones cuando los cortes son recientes quedan los taludes inestables, que combinado con la acción del viento y la lluvia que al penetrar en el material produce el efecto de lubricante y con el efecto del peso propio del material, se producen los derrumbes; este efecto también se produce en carreteras que no son de reciente construcción pero que las características del material de los taludes del corte son propicias a producir derrumbes.

En algunas ocasiones las características de los materiales son diferentes a las consideradas en proyecto, por lo que los taludes proyectados no corresponden a las características físicas del material del corte y al no contar con el talud de reposo adecuado se producen derrumbes.

Dado que los derrumbes generalmente suceden en forma intempestiva causan en muchas ocasiones accidentes de tránsito con resultados lamentables, por lo que

es recomendable se haga una revisión de todos los cortes del camino y se tomen acciones preventivas como son abatimiento de taludes, protección superficial del talud, construcción de bermas, construcción de muros alcancía, etcétera.

III.1.1.3. Relleno de deslaves.

Se llama deslave a la erosión y socavación del material del talud de un terraplén.



Causa del daño.

Generalmente ocurre en caminos recién construidos cuando los taludes del terraplén no están debidamente protegidos con la construcción de bordillos y lavaderos y/o con vegetación. También son muy susceptibles a la erosión aquellos terraplenes que están construidos con material muy erosionable como son los limos, arenas limosas, arenas, etc.

En algunos caminos, que no se encuentran dentro de las características anteriormente mencionadas, en los que su drenaje se encuentra azolvado y los

escurrimientos pluviales son altos, el agua escurre por la calzada saliendo del camino en alguna parte baja y por el volumen y la alta velocidad que alcanza llegan a producir fuertes deslaves que en ocasiones llegan a cortar el camino.

Cuando las condiciones del terreno nos permite hacer una desviación provisional, se recomienda hacerlo, lo que nos permitirá trabajar adecuadamente y de acuerdo a la norma hacer el relleno del deslave.

Es necesario que antes de la reparación del daño se detecte la causa que ocasionó el deslave para eliminar ésta, con lo cual evitaremos que se siga ocasionado el deslave por la misma causa.

III.1.1.4. Limpieza de acotamientos.

Despeje de materia orgánica e inorgánica de las fajas comprendidas entre la orilla de la carpeta o de la superficie de rodamiento y la orilla de la corona de un camino.



Causa del daño.

Inicialmente las carreteras, por su costo y bajo volumen de tránsito, se construyeron sin acotamientos y en algunos casos, cuando las carreteras eran más importantes, se les construyeron pequeños acotamientos que iban de 0.30 m a 1.00 m sin que se les construyera la carpeta asfáltica en virtud de considerarse superficies sin que los vehículos pudieran transitar por ellos; esto ha ocasionado que se cubran con hierbas y basura, lo que requiere su limpieza periódicamente para que puedan ser útiles aunque sea parcialmente para que los vehículos pudieran utilizarlos en caso de emergencia.

Actualmente las carreteras de la red federal se construyen con acotamientos debidamente pavimentados que también requieren de la limpieza que consiste básicamente del retiro de basura que dejan los automovilistas, o algunos caídos y/o arrastres que deja las corrientes de agua producto de la lluvia.

III.1.1.5. Recargue de taludes en zona de terraplén.

Labor destinada a estabilizar los taludes, para evitar asentamientos, erosiones o deslaves.

Causas del daño.

Cuando los taludes son altos y muy inclinados, estos tienden a deslizarse causando asentamientos en la superficie. En algunos puntos del camino, que son susceptibles a ser erosionados por los escurrimientos pluviales, a manera de prevención se hace recarga en los taludes para que en caso de presentarse erosión sea sobre los recargues y no sobre el talud original que pudiera afectar la superficie de rodamiento.

Se recomienda que los recargues que se hagan sea con material de préstamo de banco y no de las zonas laterales adyacentes al camino para evitar que queden zonas bajas que acumulen agua producto de la lluvia y ésta humedad puede afectar a los terraplenes.

III.1.2. Trabajos de conservación rutinaria en estructuras y obras de drenaje.

III.1.2.1. Desazolve de cunetas y contracunetas.

Remoción de materiales ajenos, tales como tierra, piedras, hierbas, troncos u otros que reduzcan las secciones de las cunetas y contracunetas impidiendo el escurrimiento libre del agua.



Cuneta azolvada con material depositado por los escurrimientos así como enyerbada.



Trabajos de desazolve.



Cuneta desazolvada.

Causa del daño.

Normalmente por factores de intemperismo, lluvia, viento, etc., se producen caídos de los taludes del corte que paran en las cunetas ocasionando el azolve de cunetas y contacunetas, también contribuye en el azolve la basura que tiran los usuarios del camino.

III.1.2.2. Desazolve de alcantarillas.

Remoción de materiales ajenos, tales como tierra, piedras, hierbas, troncos u otros que obstrucción en la entrada, salida o el interior de la alcantarilla, impidiendo el libre escurrimiento del agua.



Alcantarilla parcialmente azolvada y su canal de encausamiento enyerbado y azolvado.



Trabajos de limpieza y desazolve.



Alcantarilla desazolvada.

Causa del daño.

Las corrientes de agua producidas por la lluvia arrastran rocas, tierra, troncos, hierba que generalmente se van depositando a la entrada o dentro de las alcantarillas ocasionando el azolve de estas

III.1.2.3. Zampeado de cunetas con concreto hidráulico simple.

Recubrimiento de la superficie de la cuneta con concreto hidráulico de acuerdo con lo fijado en el proyecto.



Cuneta azolvada sin zampeado



Trabajos de perfilado para la construcción de la cuneta



Cuneta zampeada con concreto hidráulico terminada

Causa del daño.

En los caminos en operación, por algunas circunstancias, los vehículos transitan o se paran sobre las cunetas ocasionándole fractura al recubrimiento, lo que hace necesario su reparación.

Cuando se inició la construcción de caminos, por economía, no se zampearon las cunetas; sin embargo con el incremento en las cargas, el volumen de tránsito y además a la humedad que penetra por las cunetas no zampeadas se empezó a producir una gran cantidad de baches en las carreteras, por lo que para evitar esto se hace necesario el zampeado de las cunetas para evitar daños al pavimento y a las terracerías.

III.1.2.4. Recolección y retiro de basura sobre calzada y zonas aledañas.

Labor destinada a la limpieza de la calzada y zonas aledañas para mantenerla libre de materia orgánica e inorgánica.



Montones de basura dejada por habitantes de zona, además de la tirada por los usuarios del camino.



Recolección de basura por el personal.



Basura retirada.

Causa del daño.

Algunas personas que al ir transitando por las carreteras tiran la basura por las ventanillas, así como algunos lugareños tiran su basura en el derecho de vía de las carreteras, dan un muy mal aspecto, por lo que dentro del programa de conservación rutinaria se realiza el retiro de la basura.

III.1.2.5. Retiro de animales muertos.

Labor destinada al retiro de animales muertos, de la corona del camino.

Causa del daño.

En las carreteras libres de cuota y en algunos ranchos, los caminos están dañados o no cuentan con cercas, por lo que con frecuencia los animales llegan a subirse a

la carretera, ocasionando su atropellamiento y en algunos casos con consecuencias fatales para los automovilistas.

III.1.2.6. Mampostería de tercera clase, para reparación de estructuras y obras de drenaje.

Elementos estructurales construidos a base de piedra y mortero de cal o de cemento, con o sin junteo aparente, según fije el proyecto.



Causa del daño.

Los escurrimientos, al paso por las estructuras, en algunas ocasiones producen socavación en los estribos, aleros y/o plantilla ocasionando que queden oquedades en alguno(s) de los elementos quedando sin soporte, y ya sea por el peso propio o por la carga que transmiten los vehículos (al no ser elementos que soporten flexión) se presenta la fractura y/o desprendimiento de la roca provocando agrietamiento en el resto de la estructura o en alguno de los casos el

colapso de la obra, por lo que se hace necesario su revisión permanente y reparar cualquier falla que se presente.

III.1.2.7. Concreto hidráulico, para reparación de estructuras y obras de drenaje.

Elemento estructural constituido por una mezcla, en dosificación adecuada de cemento Portland, agregados pétreos seleccionados, agua y adicinante si se requiere, que al fraguar se endurece y adquiere las características de diseño.



Causa del daño.

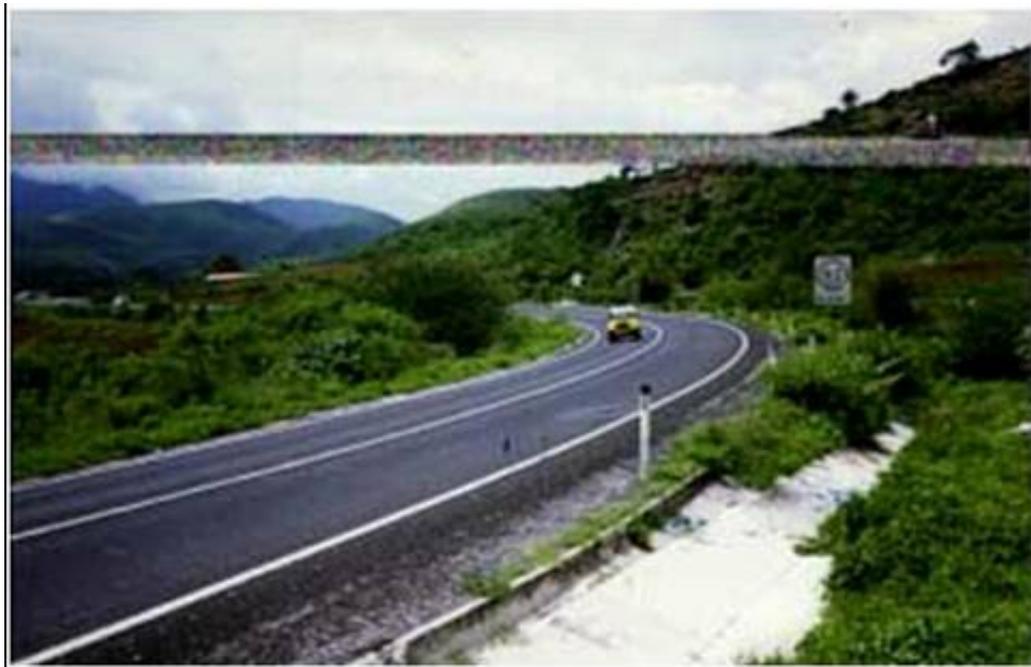
Algunas obras por defecto de construcción, fatiga o al ser golpeadas por algún accidente de tránsito, sufren daños que requieren su reparación.

III.1.3. Trabajos de conservación rutinaria relativos a señalamiento.

III.1.3.1. Limpieza y reposición de indicadores de alineamiento.

Los indicadores de alineamiento son postes que se emplean para delinear la orilla de una vía de circulación, en cambios de alineamiento horizontal, para señalar los extremos de muros de cabeza de alcantarillas y para marcar estrechamiento de una vía de circulación.

Los indicadores de alineamiento son postes que sobresalen setenta y cinco (75) centímetros respecto al hombro del camino y tienen un elemento reflejante en su parte superior, dispuesto de tal forma que al incidir en él la luz proveniente de los faros de los vehículos, se refleja hacia los ojos del conductor. Los postes pueden ser de concreto hidráulico, metálicos o pvc.



Causa de los daños.

Dado que los indicadores de alineamiento se colocan a la orilla del camino se ensucian por el producto del polvo y el agua que lanzan los vehículos cuando llueve, lo que hace necesario su limpieza con cierta frecuencia.

Por la misma causa de encontrarse en la orilla del camino, frecuentemente los vehículos con exceso de dimensiones en largo y ancho golpean al indicador de alineamiento destruyéndolo generalmente dado a la fragilidad de los mismos, lo que hace necesario su reposición.

III.1.3.2. Reposición de postes de kilometraje.

Los postes de kilometraje son postes que se emplean para identificar el kilometraje de la carretera.



Poste de kilometraje colocado, limpieza alrededor de la señal.



Poste de kilometraje repuesto.

Causa del daño

Para no ser reiterativo, las causas del daño son las mismas mencionadas en los indicadores de alineamiento.

III.1.3.3. Reposición de vialetas.

Son dispositivos que se colocan en la superficie de rodamiento o en el cuerpo de las estructuras adyacentes a la vialidad. Las vialetas se usan para complementar las marcas, mejorando la visibilidad de la geometría de la vialidad, cuando prevalecen condiciones Climáticas adversas y/o durante la noche.

Según su utilización las vialetas pueden ser de uno o dos elementos reflejantes, pueden ser de color blanco, amarillo o rojo.

Actualmente se están utilizando vialetas con fotoceldas que con la luz solar se cargan de energía y en la noche destellan en forma intermitente.

Las vialetas son de sección trapecial de base cuadrada o rectangular, con una superficie de contacto de unos 100 cm² y no debe sobresalir dos (2) centímetros del nivel de pavimento. Su ubicación depende del tipo de carretera y su función en términos generales, en carreteras de dos carriles (las más comunes) en curva se colocan a cada 15m y en tangentes a cada 30m.



Trabajo previo a la colocación de vialeta (aplicación de resina epóxica)



Colocación de vialeta.



Vialeta colocada.

Causa del daño.

Las vialetas se pegan a la superficie de rodamiento son resinas epoxicas, cuyo manejo debe ser estricto en el cumplimiento de la norma para su uso ya que el no cumplir con las normas establecidas, las resinas pierden sus propiedades y las vialetas se desprenden muy rápidamente.

Aún cumpliendo con las normas, al paso del tiempo las resinas van perdiendo sus propiedades y con el golpe de la llanta del vehículo se desprenden. Algunos productores de vialetas, además de utilizar resinas epoxicas le colocaron un perno a la vialeta, sin embargo también por el efecto del golpe de la llanta, la vialeta se desprende del pavimento quedando el perno empotrado en la carretera provocando que el perno dañe a la llanta, siendo no recomendable el uso de estas vialetas.

III.1.3.4. Reposición de señales de bandera.

Este tipo de señal pertenece al señalamiento vertical y por su estructura de soporte se clasifica en señal elevada, su objetivo es regular el uso de la vialidad, indicar los principales destinos, la existencia de algún sitio turístico o servicio, o transmitir al usuario un mensaje relativo a la calle, carretera o autopista.



Causa del daño.

La principal causa del deterioro del señalamiento de bandera es el intemperismo que le produce oxidación; también le causa daño los vehículos pesados con exceso de altura que golpea a las señales ocasionándoles el doblado de los tableros y, en algunas ocasiones llegan a tirarlos.

III.1.3.5. Reposición de señalamiento vertical

Actividad destinada a reponer el señalamiento vertical que por alguna causa ya no cumple con el propósito por el que fue colocado.



Retiro de señal dañada.



Personal colocando señal nueva.



Señal debidamente colocada.

Causa del daño

El principal motivo que daña las señales por lo que hace necesaria su reposición es el intemperismo que va produciendo oxidación así como el deterioro en la decoloración de los símbolos.

Otro factor que obliga a la reposición del señalamiento vertical es el vandalismo, ya que los materiales que se utilizan en la fabricación de las señales son de mucha utilidad para la gente ya que usan las charolas como comales, también las utilizan para puertas o ventanas, los postes los utilizan para formar estructuras en la construcción de sus casas, etcétera.

Otro factor de daño son los vehículos, sobre todo los pesados que golpean las señales, deformándolas por lo que dejan de cumplir con el fin para lo que fueron colocadas ya que no se aprecia adecuadamente el mensaje que da el símbolo de la señal.

III.1.3.6. Limpieza de señalamiento vertical.

Actividad destinada a eliminar de la superficie correspondiente manchas, acumulaciones de asfalto, grasa o algún otro material extraño que impida la correcta visibilidad del mensaje expuesto por la señal.



Señal informativa manchada.



Personal limpiando la señal y desyerbando la zona de influencia a la señal.



Señal limpia y despejada de yerba que pueda obstruir su visibilidad.

Causa del daño.

Algunos vehículos al transitar, que recientemente cargaron su tanque de combustible y no sella perfectamente el tapón del tanque, por los movimientos que sufre el vehículo llega a tirarse combustible y ya sea por el viento o por la llanta al rodado en la superficie de rodamiento, que contienen el combustible redamado, salpica las señales. En este caso si el combustible tiene rato de estar derramado sobre el asfalto, dado su condición de solvente, llega a desprender superficialmente el asfalto del material pétreo por lo que mancha más las señales. También es frecuente que algunas personas pegan propaganda sobre las señales, todo lo anterior hace necesario que periódicamente se programe la limpieza de las señales.

III.1.3.7. Repintado de marcas en pavimento.

Tienen por objeto repintar las marcas que delinear las características geométricas de las vialidades y denotar todos aquellos elementos estructurales que estén instalados dentro del derecho de vía, con el fin de regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones, así como proporcionar información a los usuarios. Estas marcas pueden ser: rayas, símbolos, letras o dispositivos que se pitan o colocan sobre el pavimento.

La raya separadora de sentidos de circulación se sitúa por lo general al centro de la calzada, tanto en tangentes como en curvas y debe ser de color amarillo reflejante, esta raya se puede complementar con vialetas. La raya en la orilla de la calzada se utiliza para indicar las orillas de la calzada y delimitar, en su caso, los acotamientos, y debe ser de color blanco reflejante, esta raya se puede complementar con vialetas.



Sobre carpeta dentro de los trabajos de conservación periódica.



Pintura de doble raya central.



Pintado de la raya lateral.



Camino con sus marcas en el pavimento.

Para que las rayas cumplan con las normas establecidas es necesario que:

- a) Es necesario que la pintura utilizada cumpla con las normas oficiales.
- b) Las condiciones climáticas deben ser favorables, que no exista lluvia o humedad en la superficie por pintar y/o que no existan corrientes de aire fuerte para evitar que disperse tanto la pintura como la microesfera.
- c) Dado que los repintados se hacen generalmente en carreteras en operación sin interrumpir totalmente el tránsito, es necesario que antes del inicio de los trabajos deberá instalar señalamiento y dispositivos de seguridad.
- d) Deberá revisarse que la superficie por repintar se encuentre limpia para evitar pintar sobre polvo o basura que evitan que la pintura llegue a la superficie por pintar.
- e) Cuando se hacen trabajos de conservación en la superficie de rodamiento con los que se cubre o se quita la superficie pintada, es necesario hacer un premarcado que permita que el repintado esté bien alineado.

Causa del daño.

En términos generales las marcas en el pavimento se deterioran principalmente por la fricción de las llantas de los vehículos al pasar por la pintura, la cual la van desgastando hasta desaparecer, por lo que se hace necesario repintarla periódicamente. En general se recomienda pintarla cada año, pero en carretera con alto volumen de tránsito es necesario hacerlo dos veces por año. En algunas ocasiones se aplica la pintura sobre concretos asfálticos recién tendidos cuando todavía no fragua el cemento asfáltico ocasionando que el solvente de la pintura reaccione al asfalto y que la pintura se mezcle con el asfalto dando una apariencia de color grisáceo, lo que hace necesario su repintado.

III.1.3.8. Pintura de marcas en guarniciones.

Es el conjunto de actividades que tiene por objeto resaltar con pintura convencional las guarniciones.

Recomendaciones previas al pintado

- A) Dado que generalmente las guarniciones están cubiertas con tierra que está adherida en su superficie es necesario lavarlas.
- B) Cuando las condiciones climatológicas no sean adecuadas, estos trabajos no deberán de ejecutarse.
- C) Previo al inicio de los trabajos, deberá colocar las señales y dispositivos de seguridad.

Causa del daño

En las guarniciones el polvo que se encuentra en la superficie de rodamiento y el agua de la lluvia son lanzados sobre las guarniciones al paso de las llantas de los

vehículos, lo que produce manchas en la pintura de las guarniciones, por lo que se hace necesario su repintado.

III.1.3.9. Pintura de cunetas, obras de drenaje y obras complementarias.

El recubrimiento con pintura en cunetas, obras de drenaje y obras complementarias consiste en la aplicación de pintura vinílica o en algunas ocasiones por economía se utiliza cal adicionándole sal y nopal, estos dos últimos se utilizan como fijador para darle mayor vida útil a la pintura. Su finalidad es recubrir una superficie con fines de protección contra agentes exteriores y/o con fines decorativos, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la Secretaría.

Causa del daño.

El azolve que se produce en cunetas y obras de drenaje, sobre todo por el producto de los escurrimientos, manchan la pintura de las cunetas y drenaje lo que hace necesario su repintado.

III.1.3.10. Concreto hidráulico para construcción de lavaderos y bordillos.

Los lavaderos y bordillos son obras de protección de los taludes de los terraplenes con los que se evita la erosión y/o deslave de dichos taludes.

Causa del daño.

Cuando el volumen de agua que escurre por los lavaderos es mayor a su área hidráulica este se desborda produciendo socavación en el respaldo del lavadero, que al quedar sin soporte por su peso propio se producen fracturas, dejando de

cumplir su función que es la de evitar que el agua escurra por el talud del terraplén haciendo necesaria su reparación que generalmente es la reposición del mismo.

Por lo que se refiere a los bordillos, estos generalmente son golpeados por las llantas de los vehículos que por alguna razón salen de la superficie de rodamiento y como son construidos con concreto simple de baja resistencia se fracturan con mucha facilidad dejando de cumplir su objetivo que es el de canalizar el agua de lluvia hacia los lavaderos.

III.1.4. Trabajos de conservación rutinaria en la superficie de rodamiento.

III.1.4.1. Bacheo hidráulico.

Es el conjunto de actividades que se realizan para reponer una porción de pavimento asfáltico que presenta daños, como deformaciones y oquedades por desprendimiento o desintegración en zonas localizadas y relativamente pequeñas. Se considera bacheo hidráulico aislado cuando las áreas afectadas tienen una extensión menor de 100 m² por cada 7,000 m² de pavimento.

Causa del daño.

En los cortes, cuando existen escurrimientos subterráneos que tienen influencia sobre el cuerpo del camino, ocasionan saturación de los materiales provocando disminución en su capacidad de carga, combinado esto con la carga de los vehículos se produce el bache.

En la zona de terraplenes se produce bacheo hidráulico cuando el agua de lluvia penetra por la superficie de rodamiento, sobre todo en carpetas cuando quedan permeables en su construcción o al ir perdiendo el asfalto sus propiedades se van produciendo grietas en el concreto asfáltico por la que penetra el agua de lluvia. Si

esta no es expulsada sino retenida en las demás capas del pavimento o en las terracerías, al quedar saturadas y por el efecto de las cargas de los vehículos, se producen los baches



III.1.4.2. Sellado de grietas.

Es el conjunto de actividades que se realizan para sellar las grietas, con el propósito de evitar la infiltración del agua proveniente de escurrimientos superficiales hacia las capas inferiores que integran la estructura del pavimento, evitando su consecuente pérdida de resistencia la saturarse así como la degradación o deterioro de la estructura.

Causa del daño.

El agrietamiento del pavimento ocasiona diferentes factores como es el envejecimiento del concreto asfáltico al término de su vida útil, también lo puede ocasionar la fatiga de la estructura del pavimento.

III.1.4.3. Bacheo superficial asfáltico.

Conjunto de labores requeridas para reponer con concreto asfáltico o mezcla asfáltica elaborada en el lugar una porción de la superficie de rodamiento que ha sido destruida y removida por el tránsito.



Bache superficial.



Trabajos de retiro del material agrietado.



Bache reparado.

Causa del daño.

El bacheo superficial, en general se produce cuando el concreto asfáltico comienza a perder sus propiedades. También se produce bacheo superficial cuando en el tendido de las carpetas, en algunos puntos, se clasifica el material quedando deficiencias granulométricas.

Otro factor puede ser que al momento de tender el concreto asfáltico, en algún viaje de material su temperatura esté por debajo de la especificada o que en el proceso de construcción la producción tenga defectos en el contenido del asfalto

III.1.4.4. Renivelaciones asfálticas.

Conjunto de labores requeridas para reponer con concreto asfáltico o mezcla asfáltica elaborada en el lugar la porción de la superficie de rodamiento que ha sufrido una deformación y/o desplazamiento en su nivel original.



Zona deformada en la que ya se retiró mediante fresado la superficie agrietada.



Tendido de mezcla asfáltica con motoconformadora para recuperar la sección original del camino.



Deformación reparada.

Causa del daño.

Cuando son altos los terraplenes del camino y sus taludes tienden a estar con poca inclinación, en algunas ocasiones tienden a deformarse los hombros del camino producido por los esfuerzos que transmiten las cargas de los vehículos, produciendo deformaciones superficiales.

También es muy común, derivado por las diferentes características de los materiales y por el equipo utilizado en la entrada y salida de las estructuras y las obras de drenaje, se produzcan deformaciones diferenciales.

III.1.4.5. Tratamientos sobre la superficie de rodamiento.

En algunas ocasiones, dentro de la vida útil de la carpeta asfáltica, se presentan algunos deterioros que requieren de atención como son: que la superficie de rodamiento se va poniendo resbaladiza, se puede ir agrietando gradualmente, por lo que ante estas situaciones se le debe de dar algún tratamiento para que pueda alcanzar la vida útil para la que fue diseñada.

Estos tratamientos pueden ser: riego de sello premezclado, riego de protección con el aditivo o riego de taponamiento.

III.1.4.5.1. Riego de sello premezclado.

Aplicación de un material asfáltico que se cubre con una capa de material pétreo previamente premezclado con material asfáltico, para impermeabilizar el pavimento, o protegerlo del desgaste y proporcionar una superficie antiderrapante.

Causa del daño.

Cuando el material pétreo utilizado en el concreto asfáltico, por efecto de la fricción de las llantas de los vehículos se desgasta, las aristas del material triturado quedan redondeadas, dejando como consecuencia una superficie de rodamiento lisa y derrapante sobre todo cuando ésta se encuentra mojada. Por tal situación se ocasionan accidentes por derrapamiento, para evitar este problema se aplica un riego de sello para crear una superficie antiderrapante además de sellar las posibles grietas que tenga la superficie de rodamiento.

Se recomienda que el material pétreo utilizado en el riego de sello se premezcle con asfalto ya sea con emulsión asfáltica o con cemento asfáltico. Esto tiene como finalidad que el material prácticamente no tenga desprendimientos, lo que evita que los vehículos ante un enfrenón se deslicen ante la superficie de rodamiento, dado que al agarrarse la llanta con el material que se encuentra suelto se produciría el derrapamiento del vehículo. Otro aspecto que se disminuye, utilizando material premezclado, es el rompimiento de los cristales de los vehículos por el material suelto que lanzan al ir circulando y que afectan a los que van detrás.

III.1.4.5.2. Riego de protección con aditivo.

Aplicación de un aditivo diluido en agua sobre la superficie de rodamiento, con objeto de impermeabilizarla.

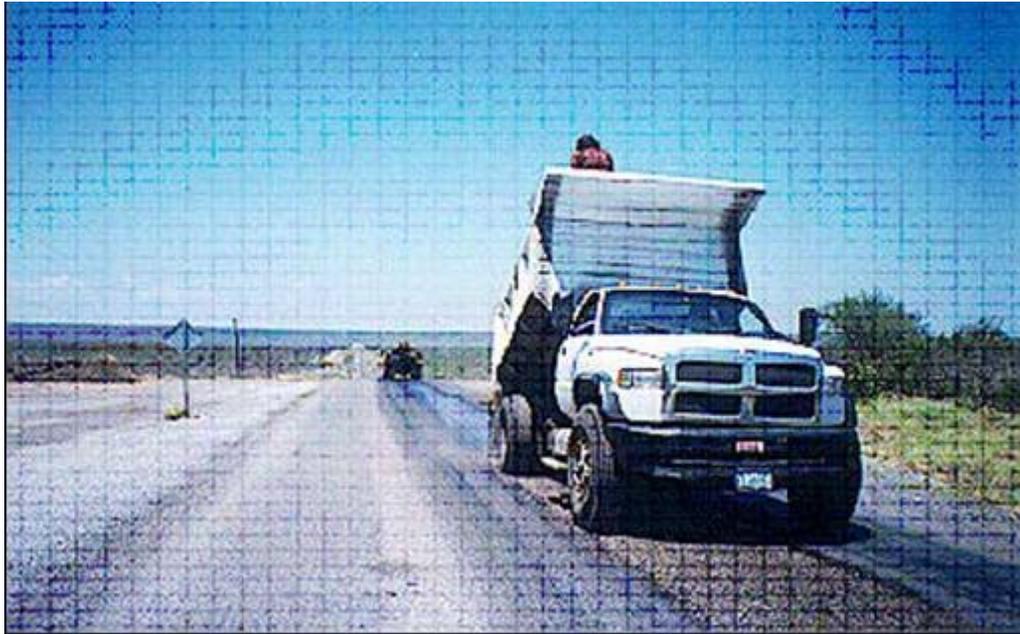


Causa del daño

El concreto asfáltico va perdiendo sus propiedades dentro de su vida útil en la superficie de rodamiento comenzando a aparecer agrietamientos minúsculos sin que existan desprendimientos. Sin embargo a pesar de que las grietas son muy pequeñas, el agua de la lluvia se filtra a través de ellas hacia las capas inferiores del pavimento e inclusive a las terracerías, por lo que para evitar daño en los pavimentos se recomienda hacer el riego de protección con aditivo. Esta solución es de carácter temporal ya que por el mismo desgaste que sufre por la acción de la fricción de las llantas esta protección desaparece, recomendándose que mientras las condiciones del agrietamiento no se hagan más críticas se aplique el riego de protección antes de la temporada de lluvias.

III.1.4.5.3. Riego de taponamiento.

Aplicación de un material asfáltico sobre la superficie de rodamiento que se cubre con una capa de arena para impermeabilizarla.



Causa del daño.

Cuando el agrietamiento que se hace en la superficie de rodamiento, por las causas señaladas anteriormente, es mayor la abertura ya no es recomendable el riego de protección por aditivo por lo que en este caso se recomienda utilizar un riego de emulsión asfáltica y aplicar inmediatamente sobre éste material fino inerte, que puede ser arena o polvo producto de la trituración.

III.2. Conservación Periódica.

La conservación periódica consiste en la atención que se da a los caminos (bajo el concepto de tratamiento de espera) cuando los trabajos de conservación rutinaria ya no son suficientes para que el camino dé un servicio seguro y cómodo al usuario; estos trabajos son:

III.2.1. Carpeta.

Conjunto de labores requeridas para reponer con concreto asfáltico o mezcla asfáltica elaborada en el lugar la superficie de rodamiento que ha sufrido una deformación y/o desplazamiento en su nivel original.

Causa del daño.

El pavimento de una carretera se diseña para una vida útil de 15 a 25 años, sin embargo la carpeta asfáltica al ser la capa que está expuesta en forma directa a los efectos que le producen las cargas de los vehículos, a la fricción por las llantas, al intemperismo y algunas otras causas como son la utilización de materiales pétreos o asfálticos que no son uniformes en calidad o fallas en el proceso constructivo, ocasionan agrietamientos y desprendimientos en algunos tramos de una carretera haciendo necesario la reposición de una carpeta asfáltica.



Proceso de tendido del concreto asfáltico.



Compactación de la carpeta asfáltica.



Carpeta terminada.

III.2.2. Carpeta y riego de sello.

Conjunto de labores requeridas para reponer con concreto asfáltico o mezcla asfáltica elaborada en el lugar la superficie de rodamiento que ha sufrido un deterioro en su superficie original, y como complemento a los trabajos de carpeta se aplicará una capa de material pétreo previamente premezclado con material asfáltico, para impermeabilizar el pavimento, o protegerlo del desgaste y proporcionar una superficie antiderrapante.

La norma establece que una carpeta asfáltica recién construida deberá de dejarse en operación por lo menos 2 años antes de aplicarle un riego de sello, sin embargo cuando el material pétreo utilizado en el concreto asfáltico tiene deficiencia en su granulometría, sobre todo escasez de material fino, la carpeta queda permeable por lo que hace necesario la aplicación del riego de sello.

Otro factor que debe tomarse en cuenta para programar un riego de sello en una carpeta recién construida es cuando se utilizan materiales de origen calizo y que muy rápidamente las aristas del material pétreo triturado se van desgastando dejando en una superficie lisa sobretodo en carreteras con alto volumen de tránsito.

Causa del daño.

Las causas mencionadas en el caso del concepto de carpeta de concreto asfáltico son aplicables en este caso.

III.2.3. Recuperación de pavimento y carpeta.

Conjunto de actividades que tienen como objetivo recuperar y/o incrementar la capacidad estructural de un pavimento, a través de la reutilización y/o

incorporación de materiales (pétreos, emulsiones asfálticas, aditivos y cementos), y como complemento a estos se construirá una carpeta de concreto asfáltico para reponer con concreto asfáltico o mezcla asfáltica elaborada en el lugar la superficie de rodamiento que ha sufrido una deformación y/o desplazamiento en su nivel original.



Máquina recuperadora.



Recuperación de pavimento.



Carpeta terminada.

Causa del daño.

Como anteriormente se ha mencionado la repetición de las cargas producidas por el tránsito vehicular y los agentes climatológicos van causando daño a los pavimentos, cuando estos presentan un daño avanzado sin llegar a presentarse la falla estructural para su reparación es recomendable que si los materiales son de buenas características se vuelvan a utilizar mediante la recuperación de los mismos en espesores que no sean mayores a la superficie inferior de la base hidráulica.

Este material recuperado, dependiendo básicamente de la importancia del camino por su volumen de tránsito vehicular, podrá dejarse como capa de base hidráulica o si se requiere darle un refuerzo a la estructura del pavimento el material recuperado podrá estabilizarse con emulsión asfáltica y dejarlo como base asfáltica. La otra opción pudiera ser que el material recuperado se le agregue cemento portland para su estabilización quedando a nivel de capa de base.

Una vez terminada la base estabilizada con cualquiera de las formas indicadas se coloca una carpeta de concreto asfáltico.

III.2.4. Recuperación de pavimento y carpeta delgada.

Conjunto de actividades que tienen como objetivo recuperar y/o incrementar la capacidad estructural de un pavimento, a través de la reutilización y/o incorporación de materiales (pétreos, emulsiones asfálticas, aditivos y cementos), y como complemento a estos se construirá una carpeta delgada de concreto asfáltico cuyas características y especificaciones corresponden a la de construcción de carpeta, con la particularidad de que será de menor espesor (2.5 cm).

Causa del daño.

Las causas de los daños son los mismos mencionados anteriormente.



Durante



Después

III.2.5. Recuperación de pavimento en caliente.

Conjunto de actividades que tienen como objetivo recuperar y/o incrementar la capacidad estructural de un pavimento, a través del calentamiento de la superficie del pavimento actual, posteriormente con equipo adecuado se elaborara el mezclado y el tendido.

III.2.6. Renivelación y riego de sello.

Conjunto de labores requeridas para nivelar y reponer con concreto asfáltico o mezcla asfáltica elaborada en planta o en el lugar, la superficie de rodamiento que ha sufrido una deformación y/o desplazamiento en su nivel original.

Causa del daño.

Algunos tramos carreteros, ya sea por el terreno donde se construyen o que el cuerpo del terraplén tiene desplazamientos en sus taludes o consolidaciones a través del tiempo y de las cargas de los vehículos, se producen deformaciones sin que la estructura del pavimento tenga daños por lo que en estos casos para recuperar la sección del camino en esas deformaciones se aplique una capa de concreto asfáltico del espesor requerido para que se recupere la sección transversal original del proyecto. En algunas partes de la carretera, al no tener deformaciones, pudiera no ser necesario aplicar concreto asfáltico por lo que para que exista una vista uniforme en la superficie de rodamiento se recomienda realizar un riego de sello premezclado.

**III.2.7. Renivelación y carpeta.**

Conjunto de labores requeridas para renivelar y reponer con concreto asfáltico o mezcla asfáltica elaborada en el lugar la superficie de rodamiento que ha sufrido una deformación y/o desplazamiento en su nivel original.

Causa del daño.

El motivo de los daños básicamente son los mencionados en el caso anterior, sin embargo en este punto se considera la aplicación de una carpeta de concreto asfáltico o mezcla asfáltica elaborada en el lugar porque además de las deformaciones que presenta la superficie de rodamiento ésta ya presenta cierto deterioro por lo que se hace necesario, además de recuperar la sección del camino, colocar una sobrecarpeta que alargará los periodos de mantenimiento en los caminos con altos volúmenes de tránsito evitando que con menor frecuencia se produzcan interferencias al paso de los vehículos motivo de las reparaciones.



Antes



Durante



Después

III.2.8. Fresado y carpeta.

Es el conjunto de actividades que se realizan con una fresadora para eliminar las deformaciones superficiales por una construcción deficiente de la capa de rodamiento o bien por la acción del tránsito, a fin de mejorar las características de comodidad y la fricción de la carretera. Normalmente el material fresado se desperdicia y se procede a colocar una carpeta de concreto asfáltico, el fresado puede tener un espesor de 3.0 a 10.0 cm dependiendo del tipo de camino que se trate y de las condiciones en que se encuentre la capa de rodamiento por reparar.

Causa del daño.

Los factores principales que ocasionan un fuerte agrietamiento en la superficie de rodamiento son el intemperismo y las cargas que transmiten los vehículos que van produciendo fatiga en las capas del pavimento comenzado a producirse desprendimiento del material y un fuerte volumen de bacheo superficial, por lo que se hace recomendable fresar esa capa que está fuertemente agrietada y reponerla con un material nuevo.

Capítulo IV. Control y aseguramiento de calidad

Control de calidad.

El control de calidad durante la construcción y la conservación de las obras, es el conjunto de actividades que permitan evaluar las propiedades inherentes a un concepto de obra y sus acabados, así como a los materiales y equipo de instalación permanentes que se utilicen en su ejecución, comparándolas con las especificadas en el proyecto para decidir la aceptación, rechazo o corrección del concepto y determinar oportunamente si el proceso de producción o el procedimiento de construcción se está realizando correctamente o debe ser corregido. Dichas actividades comprenden principalmente el muestreo, las pruebas de campo y laboratorio, así como los análisis estadísticos de los resultados.

Requisitos para el control de calidad.

No se podrá iniciar los trabajos de construcción o conservación si no se cuenta en el campo con:

1. El programa detallado de control de calidad que sea técnicamente factible y aceptable desde el punto de vista de su realización física, así como

comprobable en todas y cada una de las actividades programadas; que incluyan la forma y los medios a utilizar para evaluar la calidad de los materiales correspondientes a todos los conceptos de obra terminada y de sus acabados, así como los equipos de instalación permanente que vayan a formar parte integral de la obra. Éste programa ha de ser congruente con el programa de ejecución de los trabajos.

2. El personal profesional, técnico y de apoyo; las instalaciones, equipo y materiales de laboratorio así como el equipo de transporte, que sean adecuados y suficientes de acuerdo con el programa detallado de control de calidad.

Verificación de calidad.

La verificación de calidad durante la construcción o la conservación es el conjunto de actividades que permiten corroborar que los conceptos de obra cumplan con las especificaciones del proyecto, ratificar la aceptación, rechazo o corrección de cada uno, y comprobar el cumplimiento del programa detallado del control de calidad. Dichas actividades comprenden principalmente el muestreo y las pruebas, así como los análisis estadísticos de sus resultados junto con los de control de calidad.

Requisitos para la verificación de calidad.

1. El programa detallado de verificación de calidad, que sea técnicamente factible y aceptable desde el punto de vista de su realización física, así como comprobable en todas y cada una de las actividades programadas; que incluya la forma y los medios a utilizar para la verificación de calidad, y que sea congruente con el programa de ejecución de los trabajos.
2. El personal profesional, técnico y de apoyo; las instalaciones, equipo y materiales de laboratorio así como el equipo de transporte, que sean

adecuados y suficientes de acuerdo con el programa detallado de verificación de calidad.

Para la ejecución del control de calidad o de la verificación de calidad se tomará en cuenta lo siguiente:

Personal

Que el personal que ejecute el control de calidad o la verificación de calidad, tenga la capacitación y experiencia suficientes, así como que esté integrado como mínimo:

Jefe de control de calidad.

El responsable del control de calidad, contará durante todo el tiempo que dure la obra con un jefe de control de calidad, que sea ingeniero civil con cédula profesional y certificación como perito profesional en vías terrestres, grupo de estudios y proyectos con experiencia en trabajos de control de calidad, que conozca ampliamente todos los aspectos relacionados con el tipo de obra de que se trate, así como el proyecto de la misma y que previamente sea aceptado. El jefe de control de calidad debe coordinar todos los trabajos para la correcta ejecución del control de calidad, analizar estadísticamente los resultados que se obtengan y elaborar los informes.

Jefe de verificación de calidad.

El responsable de la verificación de calidad, contará durante todo el tiempo que dure la obra con un jefe de verificación de calidad, que sea ingeniero civil profesional y certificación como perito profesional en vías terrestres, grupo de estudios y proyectos, con experiencia de trabajos de control de calidad, que

conozca ampliamente todos los aspectos relacionados con el tipo de obra de que se trate, así como con el proyecto de la misma y que previamente sea aceptado. El jefe de verificación de calidad deberá coordinar todos los trabajos necesarios para la correcta ejecución de la verificación de calidad, analizar conjuntamente y en forma estadística los resultados que se obtengan del control de calidad y de la propia verificación e integrarlos en los informes.

Personal de laboratorio.

Los responsables del control de calidad y de la verificación de calidad, contarán con los laboratoristas y ayudantes de laboratorio suficientes para atender todos los frentes de la obra en los aspectos de muestreo, manejo, transporte, almacenamiento y preparación de las muestras; ejecución de las pruebas de campo y laboratorio; mantenimiento y calibración del equipo de laboratorio entre otros. El personal de laboratorio estará capacitado y acreditará mediante evaluaciones ante el jefe de verificación de calidad o el jefe de la unidad de laboratorios si corresponde al grupo de verificación de calidad, el conocimiento de las pruebas y procedimientos correspondientes a las actividades que desempeña.

Laboratorios.

Los laboratorios para el control de calidad o para la verificación de calidad, tendrán en sus instalaciones: áreas para almacenamiento, preparación y prueba de las muestras, así como para la calibración del equipo; fuentes de energía y de iluminación; y cuando sea necesario, sistemas de comunicación, de control de temperatura y de ventilación, que permitan la correcta ejecución de las pruebas y de las verificaciones.

Muestreo.

Salvo que el proyecto indique lo contrario las muestras serán del tipo que se establece en los manuales del libro, métodos de muestreo y pruebas de laboratorio y se obtendrán con la frecuencia ahí indicada cuando sea para el control de calidad, o al 10% de esta frecuencia cuando sean para la verificación de calidad. En todos los casos las muestras se seleccionarán al azar, mediante un procedimiento objetivo basado en tablas de número aleatorios. Las muestras se transportarán del sitio de su obtención al laboratorio y se almacenarán de tal modo que no se alteren, golpeen o dañen. Al recibirlas en el laboratorio, se registrarán asentando el nombre de la obra, el número de identificación que se les asigne, el tipo de muestra, el material y/o concepto de obra al que pertenece, el sitio de donde se obtuvo, la fecha del muestreo y las observaciones pertinentes.

Pruebas de campo y laboratorio.

Salvo que el proyecto indique lo contrario, las pruebas de campo y laboratorio, que se realizan a los materiales y/o a los conceptos de obra se ejecutarán conforme a lo establecido en los manuales del libro “Métodos de muestreo y pruebas de materiales”. Sin embargo, si se requiere del uso de un método de muestreo y/o de prueba que no esté contemplado en dicho libro o indicado en el proyecto su aprobación debe solicitarse por escrito.

Análisis estadístico.

El jefe de control de calidad o el jefe de verificación de calidad analizará estadísticamente, como se indica en la norma M-CAL.1.03, “Análisis estadísticos de control de calidad”, los resultados de las mediciones, así como de las pruebas de campo y laboratorio que se ejecutan, mediante cartas de control para cada material, frente y concepto de obra de tal manera que se puedan comparar los

valores obtenidos con los límites de aceptación que se establezcan en las especificaciones del proyecto y con los límites estadísticos que determinan si el proceso de producción o el procedimiento de construcción se desarrollan normalmente o presentan desviaciones que requieran ser corregidas inmediatamente asociando dichos valores con el concepto de trabajo, su ubicación en la obra y su volumen.

Las cartas de control deben actualizarse diariamente con el propósito de corregir oportunamente las desviaciones que pudieran presentarse tanto en los procesos de producción o los procesos de construcción, como en la calidad de materiales de todos los conceptos de obra.

En el caso de la verificación de calidad, esta actualización se hará por lo menos cada 10 días dependiendo de los volúmenes de obra, material o concepto de obra.

Informes de control de calidad.

El jefe de control de calidad elaborará los informes que se indican a continuación, en los que se presenten mediante tablas, gráficas, croquis y fotografías, los resultados de las mediciones y pruebas ejecutadas, incluyendo la información necesaria para su interpretación; las cartas de control y los análisis estadísticos realizados; en su caso, las acciones y los tratamientos de los elementos rechazados de cada concepto de trabajo realizado; y el dictamen de calidad.

Informes diarios.

Elaborados por cada material, frente y concepto de obra, al término de cada día que presenten los resultados de las mediciones y pruebas ejecutadas durante el día, señalando aquellos que, en su caso, no cumplan con las especificaciones el proyecto y/o que muestren desviaciones en el proceso de producción o

procedimiento de construcción que deban corregirse inmediatamente para no afectar la calidad, así como las posibles causas de falla, y las recomendaciones para corregirlas. Para cada uno de los resultados se indicará los números de muestra y de prueba correspondiente, así como el sitio, material, frente, concepto de obra, volumen representado y fecha en que se obtuvo la muestra o se ejecutó la prueba de campo y, en su caso, la fecha en que se realizó la prueba de laboratorio. En cada informe diario se incluirán además el nombre de la obra, el número y la fecha de informe, y el nombre del laboratorista que haya realizado las pruebas así como el nombre y la firma del jefe de control de calidad, quien lo entregará al residente de la obra, a más tardar el día siguiente de su elaboración. El residente asentará en el informe la fecha y la hora en que lo reciba, así como su firma.

Informes mensuales.

Elaborados al término de cada mes, que contengan como mínimo la descripción sucinta de los trabajos de control de calidad ejecutados en el periodo de que se informe; las cartas de control de las mediciones y pruebas realizadas, y los resultados de otros análisis estadísticos efectuados, para cada material, frente y concepto de obra; en su caso, la indicación de los materiales y/o conceptos de obra que fueron rechazados por no cumplir con las especificaciones del proyecto y/o que mostraron desviaciones en el proceso de producción o procedimiento de construcción, señalando las causas de falla y las acciones emprendidas para corregirlas así como los resultados de su corrección mismos que anularán los resultados no satisfactorios que provocaron la corrección; el dictamen que certifique que la obra ha sido ejecutada de acuerdo con la característica de los materiales, de los equipos de instalación permanente, de los acabados y las tolerancias geométricas especificadas en el proyecto. Como apéndice se incluirán un informe fotográfico que muestre los aspectos más relevantes del control de calidad y las copias de todos los informes diarios elaborados en ese periodo. Los

informes mensuales serán firmados por el jefe de control de calidad y por el residente.

Informe final.

Elaborado al cierre de la obra. Contendrá como mínimo los objetivos, alcances y descripción sucinta de los trabajos para el control de calidad ejecutados desde el inicio de la obra; las cartas del control de calidad de las mediciones y pruebas realizadas, y los resultados de otros análisis estadísticos efectuados en toda la obra, para cada material, frente y concepto de obra; el dictamen que certifique que la obra se ejecutó de acuerdo con la característica de los materiales, de los equipos de instalación permanente, de los acabados y las tolerancias geométricas especificadas en el proyecto. Como apéndice se incluirá un informe fotográfico que muestre los aspectos más relevantes de la obra terminada. El informe final deberá ser firmado por el jefe de control de calidad y por el residente.

Capítulo V. Asignación, Programación y Control de Recursos

Asignación de Recursos.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes a través de la Dirección General de Conservación tiene la responsabilidad de dar mantenimiento a las carreteras federales libres de cuota, con recursos que le asigna la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Los recursos asignados al rubro de conservación se distribuyen a tres grandes áreas:

1. Conservación rutinaria
2. Conservación periódica
3. Reconstrucción de tramos

La Dirección General de Conservación asigna los recursos a los Centros SCT de los Estados de acuerdo al sistema de gestión (SISTER), de tal manera que no exista una asignación igual cada año a un mismo estado, si no que dependiendo del estado físico de las carreteras es la asignación, que normalmente son insuficientes, por eso en muchos casos las carreteras federales se encuentran en mal estado.

V.1. Conservación rutinaria.

Dependiendo de que la carretera este considerada dentro de la red básica o la red secundaria, zona geográfica del país, tipo de terreno (plano, lomerío o montañoso) y del inventario de daños que hacen los residentes de obra, se le da una asignación por kilómetro anual de entre \$40,000 y \$70,000, esto quiere decir que con esta cantidad se deben atender todos los conceptos señalados anteriormente dentro de la conservación rutinaria (bacheo superficial, bacheo hidráulico, limpia de alcantarillas, etc.).

A manera de ejemplo se menciona un presupuesto para un tramo de carretera (Tabla 1), aclarando que los precios y los volúmenes pueden cambiar en función de los factores que inciden en el presupuesto (como son el tratamiento que se tenga que dar a los materiales pétreos, las distancias de acarreo de los insumos, el tipo de equipo que se utilice).

Catálogo de Conceptos

Descripción	Cantidad	Unidad	P.U. en letra	Precio Unitario	Total
TERRACERIAS					
DESYERBE	517.50	HA	NOVECIENTOS CUATRO PESOS 74/100 M.N.	904.74	468,202.95
REMOCION DE DERRUMBRES P.U.O.T.	75.00	M3	CINCUENTA Y SEIS PESOS 08/100 M.N.	56.08	4,206.00
RELLENO DE DESLAVES P.U.O.T.	150.00	M3	CIENTO NOVENTA Y CINCO PESOS 64/100 M.N.	195.64	29,346.00
RECOLECCION DE BASURA EN DERECHO DE VIA Y SUPERFICIE DE RODAMIENTO, P.U.O.T.	1,500.00	HA	CIENTO DIECISIETE PESOS 84/100 M.N.	117.84	176,760.00
COLECTOR DE BASURA, P.U.O.T.	22.50	PZA	UN MIL CUATROCIENTOS DIECIOCHO PESOS 62/100 M.N.	1,418.62	31,918.95
LIMPIEZA DE SEÑALAMIENTO VERTICAL, BARRERAS Y FANTASMAS (LAVADO), P.U.O.T.	750.00	PZA	DIECINUEVE PESOS 08/100 M.N.	19.08	14,310.00
SEÑAL INFORMATIVA "CONSERVA LIMPIA LA CARRETERA" DE 71X239 CMS.	15.00	PZA	UN MIL OCHOCIENTOS SEIS PESOS 83/100 M.N.	1,806.83	27,102.45
Total de TERRACERIAS					751,846.35
SETECIENTOS CINCUENTA Y UN MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y SEIS PESOS 35/100 M.N.					
ESTRUCTURAS Y OBRAS DE DRENAJE					
SEÑALAMIENTO PREVENTIVO DE 56X76 CMS CHEVRON CON REFLEJANTE ALTA INTENSIDAD, P.U.O.T.	400.00	PZA	QUINIENTOS CUARENTA Y UN PESOS 61/100 M.N.	541.61	216,644.00
ZAMPEADO DE CUNETAS CON CONCRETO HIDRAULICO SIMPLE DE FC=150 KG/CM2, P.U.O.T.	5.00	M3	UN MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE PESOS 55/100 M.N.	1,459.55	7,297.75
REPOSICION DE BARRERAS DE CONCRETO DE FAJA SEPARADORA CENTRAL DE PROTECCION, P.U.O.T.	90.00	ML	UN MIL SETECIENTOS OCHENTA Y CUATRO PESOS 63/100 M.N.	1,784.63	160,616.70
SERVICIO DE VIALIDAD Y ATENCION AL USUARIO	60.00	DIA	TRES MIL DIECISIETE PESOS 62/100 M.N.	3,017.62	181,057.20
LIMPIEZA DE CUNETAS Y CONTRACUNETAS, P.U.O.T.	40,000.00	ML	TRES PESOS 71/100 M.N.	3.71	148,400.00
LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS, P.U.O.T.	30.00	M3	CIENTO SETENTA Y DOS PESOS 84/100 M.N.	172.84	5,185.20
LIMPIEZA DE CANALES DE ENTRADA Y SALIDA, P.U.O.T.	60.00	M3	CIENTO VEINTINUEVE PESOS 62/100 M.N.	129.62	7,777.20
REPOSICION DE INDICADORES DE ALINEAMIENTO (FANTASMAS), P.U.O.T.	1,500.00	PZA	SESENTA Y SIETE PESOS 93/100 M.N.	67.93	101,895.00
REPOSICION DE BARRERAS DE PROTECCION DE DOS CRESTAS, P.U.O.T.	700.00	PZA	UN MIL CIENTO SESENTA Y TRES PESOS 18/100 M.N.	1,163.18	814,226.00
REPOSICION DE BARRERAS DE PROTECCION DE TRES CRESTAS, P.U.O.T.	300.00	PZA	UN MIL TRESCIENTOS OCHENTA PESOS 64/100 M.N.	1,380.64	414,192.00
MARCAS DIVERSAS SOBRE EL PAVIMENTO CON PINTURA ASFALTICA Y MICROESFERA, P.U.O.T.	1,100.00	M2	VEINTICUATRO PESOS 31/100 M.N.	24.31	26,741.00
MARCAS DE ESTRUCTURAS Y OBJETOS ADYACENTES A LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO, PINTURA DE CUNETAS, OBRAS DE DRENAJE Y OBRAS COMPLEMENTARIAS DE DRENAJE, INCLUYE PINTURA DE PARADEROS, P.U.O.T.	10,000.00	M2	TRECE PESOS 25/100 M.N.	13.25	132,500.00
VIALETAS SOBRE PAVIMENTO, P.U.O.T.	2,000.00	PZA	TREINTA PESOS 30/100 M.N.	30.30	60,600.00
REPOSICION DE PINTURA EN DEFENSAS, P.U.O.T.	2,000.00	PZA	VEINTINUEVE PESOS 48/100 M.N.	29.48	58,960.00
RETRO DE SEÑALAMIENTO PUBLICITARIO EN EL DERECHO DE VIA	300.00	PZA	OCHENTA Y CINCO PESOS 53/100 M.N.	85.53	25,659.00
RETRO DE SEÑALAMIENTO VERTICAL EN MAL ESTADO, P.U.O.T.	50.00	PZA	CINCUENTA Y OCHO PESOS 74/100 M.N.	58.74	2,937.00
Total de ESTRUCTURAS Y OBRAS DE DRENAJE					2,364,688.05
DOS MILLONES TRESCIENTOS SESENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y OCHO PESOS 05/100 M.N.					
PAVIMENTOS					
BACHEO HIDRAULICO O DE CAJA, P.U.O.T.	50.00	M3	QUINIENTOS SESENTA Y DOS PESOS 01/100 M.N.	562.01	28,100.50
BACHEO SUPERFICIAL ASFALTICO CON CONCRETO ASFALTICO, P.U.O.T. CON EQUIPO DE CORTE DE DISCO	300.00	M3	UN MIL QUINIENTOS NOVENTA Y NUEVE PESOS 69/100 M.N.	1,599.69	479,907.00
BACHEO SUPERFICIAL ASFALTICO CON CONCRETO ASFALTICO, P.U.O.T. CON EQUIPO DE CORTE ROTOMIL	500.00	M3	UN MIL DOSCIENTOS TREINTA Y UN PESOS 06/100 M.N.	1,231.06	615,530.00
RENIVELACIONES ASFALTICAS CON CONCRETO ASFALTICO, P.U.O.T.	850.00	M3	UN MIL CIENTO VEINTIDOS PESOS 80/100 M.N.	1,122.80	954,380.00
Total de PAVIMENTOS					2,077,917.50
DOS MILLONES SETENTA Y SIETE MIL NOVECIENTOS DIECISIETE PESOS 50/100 M.N.					
Subtotal de Presupuesto					5,194,451.90
CINCO MILLONES CIENTO NOVENTA Y CUATRO MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y UN PESOS 90/100 M.N.					
				15% IVA	779,167.79
				TOTAL	5,973,619.69
CINCO MILLONES NOVECIENTOS SETENTA Y TRES MIL SEISCIENTOS DIECINUEVE PESOS 69/100 M.N.					

Tabla 1. Presupuesto de Obra.

V.2. Conservación periódica.

Dependiendo del tipo de trabajo programado a realizar será su costo y que puede ser un bacheo y un riego de sello; bacheo y nivelación; bacheo y carpeta; bacheo, nivelación y carpeta; bacheo, nivelación, carpeta y riego de sello; etc., el costo varía entre \$200,000 y \$1'200,000.

V.3. Reconstrucción.

Cuando algún tramo de la carretera se encuentra fallada es necesario programar su reconstrucción, la cual será en función del tipo de carretera y el volumen de tránsito que circulan por ella, de tal manera que se pueda programar: bacheo hidráulico, base asfáltica y carpeta; recuperación a nivel de base hidráulica y dejar esta capa como subrasante, base y carpeta; recuperación hasta nivel de capa de base hidráulica y este material estabilizarlo con cemento portland o emulsión asfáltica y dejarlo como base estabilizada y carpeta; etc. Los costos varían entre \$1'500,000 a \$2'500,000, estos rangos pueden cambiar en función del grado de dificultad para realizar la obra como son: el tratamiento que tenga que darse a los materiales, las distancias de acarreo, el pago de regalías, las restricciones de la SEMARNAT para la explotación de bancos, etc.

Control de aplicación de recursos.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes hace una propuesta de sus programas así como la calendarización de recursos dentro del año fiscal, el cual puede ser ajustado por el Congreso. Una vez autorizado, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público radica los recursos de acuerdo a la asignación mensual autorizada debiendo utilizarse para lo que fue aprobado, de otra manera el recurso podrá ser utilizado en otro rubro si es autorizado por el Congreso.

Programa de Obra.

La conservación de la red carretera deber ser permanente para cumplir con su finalidad, que es mantener segura y cómoda la carretera, sin embargo hay actividades que se tienen que programar en determinada época del año (Tabla 2), por ejemplo:

- Limpia de cunetas y alcantarillas, se deben hacer principalmente antes de la época de lluvias y después de éstas, lo que permitirá que el agua de lluvia escurra libremente por ellas sin invadir la superficie de rodamiento.
- El corte de la hierba del derecho de vía, no se deberá dejar crecer más de un metro, ya que a mayor altura tapa el señalamiento perdiendo su función. Sin embargo por falta de recursos se hace por lo menos dos veces al año, en la época de frío y en abril o mayo.
- El bacheo se debe hacer en forma permanente, el dejar baches abiertos ocasionan accidentes o por lo menos ponchaduras o la suspensión de los vehículos.
- Las marcas en los pavimentos se deben hacer por lo menos una vez al año, ya que la raya central es de mucha ayuda al conductor, sobretodo en la noche y en condiciones climatológicas adversas.

Descripción	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TERRACERIAS												
DESYERBE	■			■							■	
REMOCION DE DERRUMBES P.U.O.T.								■				
RELLENO DE DESLAVES P.U.O.T.								■				
RECOLECCION DE BASURA EN DERECHO DE VIA Y SUPERFICIE DE RODAMIENTO, P.U.O.T.	■											
COLECTOR DE BASURA, P.U.O.T.	■											
LIMPIEZA DE SEÑALAMIENTO VERTICAL Y HORIZONTAL, P.U.O.T.				■							■	
ESTRUCTURAS Y OBRAS DE DRENAJE												
ZAMPEADO DE CUENTAS CON CONCRETO HIDRAULICO SIMPLE DE F'C=150 KG/CM2, P.U.O.T.	■											
LIMPIEZA DE CUNETAS Y CONTRACUNETAS, P.U.O.T.				■							■	
LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS, P.U.O.T.				■							■	
LIMPIEZA DE CANALES DE ENTRADA Y SALIDA, P.U.O.T.				■							■	
MARCAS DIVERSAS SOBRE EL PAVIMENTO CON PINTURA ASFALTICA Y MICROESFERA, P.U.O.T.	■											
PAVIMENTOS												
BACHEO HIDRAULICO O DE CAJA, P.U.O.T.	■											
BACHEO SUPERFICIAL ASFALTICO CON CONCRETO ASFALTICO, P.U.O.T.	■											

Tabla 2. Programa típico de obra anual.

Conclusión

La dispersidad de la población en el país hizo que el gobierno, como primera etapa, siguiera una política de comunicar a las comunidades, que dependiendo de su población y desarrollo, se comunicaran a través de brechas, caminos revestidos, pavimentados o con autopistas. Esto originó que las carreteras recién construidas y en operación fueran teniendo rezagos en su conservación, ocasionando que un gran porcentaje de la red carretera nacional llegó a estar intransitable.

Dado el estado crítico en el que llegó a estar la red carretera el gobierno se enfocó a dar mayores recursos a la conservación de las carreteras, lo que ha permitido mejorar las condiciones de transitabilidad sin que a la fecha se haya logrado recuperar el retraso en la conservación de la red, este retraso se encuentra en la red secundaria y la estatal pavimentada, las cuales tienen muchas deficiencias.

Por lo anteriormente expuesto, lo recomendable es.

1. Se sigan incrementando los recursos asignados a la conservación de carreteras.
2. Para ser congruentes con el desarrollo global de la economía a nivel mundial, es necesario que las inversiones públicas asignadas para el

desarrollo, modernización y conservación de la red carretera nacional se adhiera la inversión privada, que permita dar cumplimiento a las metas de desarrollo ya que los recursos públicos por sí solos son insuficientes para mantener y seguir construyendo una red carretera y autopistas de altas especificaciones.

3. Que el sistema de administración de pavimentos se siga actualizando, lo que permitirá contar con los adelantos tecnológicos y científicos que se vayan dando, permitiendo el uso de recursos materiales sean los más adecuados cumpliendo con las normas de calidad y que el equipo y maquinaria sea el más adecuado en el área de conservación ya que actualmente estos se diseñaron para la construcción de caminos. Por último lo más importante es que el personal responsable y el operativo cuenten con los conocimientos y experiencia suficientes que permitan que los trabajos realizados cumplan con las calidades requeridas, ya que es muy frecuente: ver señales que no están a la distancia que indica la norma; que las marcas en el pavimento no sean correctas pues en lugares en que se puede rebasar pintan raya continua o en caso contrario pintan raya discontinua; que el material producto del desazolve de cunetas lo depositan en el respaldo de la misma permitiendo que dicho material vuelva a azolvar la cuneta; que el bache no esté bien cuadrado o que el concreto asfáltico utilizado no cumpla con las condiciones de temperatura y/o que el riego de liga no sea el adecuado, ocasionando que el bache arreglado se tenga que volver a arreglar al poco tiempo.

Bibliografía

- *Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos – Presidencia de la República Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012*. México, D.F., México 2007.
- *Instituto Mexicano del Transporte (IMT)*. México 2007.
- *Normas para la Construcción y Conservación de Carreteras*, Elaboradas por el Centro SCT.
- *Conservación de Carreteras*, Dirección General de Conservación de Carreteras SCT.
- RICO R., A.; Orozco J.M.; Téllez G., R. y Pérez G.,A. (1990) *Primera Fase. Sistema Mexicano Para la Administración de Pavimentos (SIMAP)*. Documento Técnico Núm 3. Instituto Mexicano del Transporte. México.
- RICO R., A.; Orozco J.M.; Téllez G., R. y Reyes R., A. (1990). *Manual del Usuario. Sistema Mexicano Para la Administración de Pavimentos (SIMAP)*. Documento Técnico Núm 5. Instituto Mexicano del Transporte. México.