

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE  
Facultad de Ciencias de la Ingeniería  
Escuela de Construcción Civil

# El asfalto, en la conservación de pavimentos

Mariana Valenzuela V.  
Valdivia Chile 2003

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer principalmente a Rodrigo Lorca, por haberme proporcionado información inherente para esta tesis, y además, por la buena disposición que siempre demostró para ayudar a resolver mis interrogantes concernientes a este trabajo.

Seguidamente, debo expresar mi reconocimiento a mi tío Francisco Valenzuela Cerón, por haber sacrificado parte de valioso tiempo en ayudarme a recolectar información, conseguir materiales y proporcionándome ideas para la buena consecución del presente trabajo.

No debo omitir el importante aporte que significó la predisposición de mi amigo Juan Carlos Skillmann en cederme los útiles necesarios para la concreción de esta tesis y a mi amigo Gabriel Gajardo por ayudarme a recolectar las fotos necesarias para este trabajo.

Finalmente quiero agradecer a Dios por brindarme su ayuda a lo largo de toda mi vida.

## **Agradecimientos**

Muchas veces se cree que estudiar fuera del hogar es fácil y entretenido, pero no es así, los primeros años fueron difíciles para mí, extrañaba demasiado a mi familia, me costó acostumbrarme a Valdivia, la ciudad no me gustaba, además tuve que enfrentar sola todas las situaciones que venían por delante, fue difícil. Como toda estudiante pasé por momentos muy buenos y muy amargos, tanto en la universidad como en la vida cotidiana, pero gracias a Dios, a mis papás y a mi hermana pude lograr salir adelante y superar cada obstáculo que se me ponía por delante. Por esto quiero agradecer infinitamente a mis padres Luis Valenzuela Cerón y Patricia Vergara Mella, por todo el apoyo que siempre me brindaron, todo el esfuerzo que realizaron para darme estudios superiores, las noches que pasaron orándole al Señor para que me fuera bien en un examen, etc, etc, y esencialmente porque desde un principio me apoyaron en estudiar esta maravillosa carrera, Contrucción Civil. A mi hermanita Natalia, la adoro y le doy las gracias por ser un pilar fundamental en mi vida, su apoyo incondicional lo agradeceré toda mi vida.

Finalmente quiero darle las gracias a mis amigos Claudia Ceverio y Juan Carlos Skillmann, porque estuvieron conmigo en las buenas y en las malas, y por el gran compañerismo que siempre tuvimos los tres.

A todos ellos muchas gracias.

## **RESUMEN**

Esta tesis presenta las diferentes causas de falla que sufren los pavimentos de hormigón y asfalto. Las causas por las cuales se producen y la reparación de emergencia y permanente que podemos ejecutar en obra.

El objetivo de esta tesis es dar a conocer la gran variedad de usos que tiene el asfalto en la mantención de pavimentos rígidos y flexibles.

## **SUMMARY**

This thesis presents the different forms from faults that undergo the asphalt and concrete pavements. The causes by which they take place and then permanent emergency repairs and the we can execute in work.

The objective of this thesis is to present the great variety uses that has asphalt in the mantencion of rigid and flexible pavements.

## INDICE

### CAPITULO I

#### Mantenimiento de los pavimentos

1.1 Definición de mantenimiento.....	1
1.2 Necesidades de mantenimiento.....	2
1.3 Mantenimiento preventivo.....	2
1.4 Modalidades de ejecución de las obras de mantenimiento.....	3
1.5 Mantenimiento de las obras de drenaje.....	5
1.6 Fallas de los pavimentos.....	6
1.6.1 Guía para calificar.....	7
1.7 Importancia de personal capacitado y del tiempo,para obras de mantenimiento..	9

### CAPITULO II

#### Mantenimiento de los pavimentos asfálticos

2.1 Asfalto.....	10
2.1.1 Obtención y tipos.....	10
2.1.2 Asfaltos para pavimentos.....	11
2.2 Agregados.....	14
2.3 Cemento Asfáltico parra operaciones de mantenimiento y construcción.....	14
2.4 Pavimentos Asfálticos para pavimento vehicular.....	15
2.4.1 Definición y propiedades.....	15
2.4.2 Bases y sub-bases.....	16
2.4.3 Riegos asfálticos.....	18
2.4.3.1 Riego de liga.....	18
2.4.3.2 Riego de imprimación.....	18
2.5 Bacheo.....	19
2.6 Causas y reparación de fisuras.....	20

2.6.1	Generalidades.....	20
2.6.2	Fisuras en forma en piel de cocodrilo.....	21
2.6.3	Fisuras de borde.....	24
2.6.4	Fisuras longitudinales a lo largo de los bordes.....	26
2.6.5	Fisuras a lo largo de las juntas de las vías.....	27
2.6.6	Fisuras de reflexión.....	28
2.6.7	Fisuras de contracción.....	30
2.6.8	Fisuras de desplazamiento.....	32
2.7	Causas y reparaciones de deformaciones.....	33
2.7.1	Generalidades.....	33
2.7.2	Ahuellamientos.....	34
2.7.3	Ondulaciones y Desplazamientos.....	35
2.7.4	Depresiones.....	37
2.7.5	Levantamientos.....	37
2.8	Causas y reparaciones de la desintegración.....	38
2.8.1	Generalidades.....	38
2.8.2	Baches.....	38
2.8.3	Desprendimiento.....	41
2.9	Causas y reparación de superficies resbaladizas.....	43
2.9.1	Generalidades.....	43
2.9.2	Exceso de asfalto.....	43
2.9.3	Agregados pulidos.....	45

### **CAPITULO III**

#### **El asfalto en el mantenimiento de pavimentos de hormigón**

3.1	Introducción.....	47
3.1.1	El asfalto para mantenimiento de pavimentos de hormigón.....	47
3.1.2	Sellado de juntas y fisuras.....	47

3.1.3	Sub-sellado.....	48
3.1.4	Carpetas de recubrimiento.....	49
3.2	Mantenimiento de juntas y fisuras.....	49
3.2.1	Generalidades.....	49
3.2.2	Resellado de juntas.....	50
3.2.3	Exceso de sello.....	52
3.2.4	Sellado de las fisuras.....	52
3.2.4.1	Fisuras transversales.....	52
3.2.4.2	Fisuras longitudinales.....	55
3.2.4.3	Fisuras diagonales.....	56
3.2.4.4	Fisuras de esquina.....	57
3.2.4.5	Fisuras moderadas.....	58
3.3	Reparación de la deformación de pavimentos de hormigón.....	59
3.3.1	Generalidades.....	59
3.3.2	Escalonamiento de losas.....	60
3.3.3	Bombeo.....	61
3.4	Reparación de la desintegración.....	63
3.4.1	Generalidades.....	63
3.4.2	Estallido.....	63
3.4.3	Peladura.....	65
3.4.4	Descascaramiento.....	67
3.5	Eliminación de riesgos por calzadas resbaladizas.....	68
3.5.1	Generalidades.....	68
3.5.2	Agregado pulido.....	68

## **Capítulo IV**

### **Conservación pavimento Molina – Cumpeo**

4.1	Generalidades.....	70
-----	--------------------	----

4.2 Carpeta asfáltica perteneciente a la comuna de Río Claro y San Gerardo (Molina Cumpeo).....	78
<b>Conclusiones generales</b> .....	79
<b>Glosario</b> .....	82
<b>Bibliografía</b> .....	86

## INTRODUCCIÓN

Detectar y reparar oportunamente pequeñas deformaciones fallas en los pavimentos es de gran importancia e interés para nuestro país.

Por causa del deterioro de los caminos, el país ha perdido mucha infraestructura , si estos pavimentos se hubieran arreglado de inmediato o se les hubiese hecho una mantención adecuada , el gobierno, hubiera ahorrado miles de millones de pesos.

Los caminos construidos , no han recibido un mantenimiento adecuado y han sido maltratados y usados en mayor medida de la que fue prevista . Si este descuido continúa, los caminos seguirán deteriorándose, acelerándose las fallas y deformaciones que éstos presentan.

El mantenimiento oportuno de estas vías de comunicación cuesta entre 3 a 5 veces menos , que la restauración de dichos caminos.

A pesar del interés que se tenga en hacer un buen programa de Conservación de Caminos , muchas veces el fondo destinado no alcanza, puesto que el dinero debe destinarse entre la mantención de defensas camineras , letreros , pinturas , pavimentos ,etc, por lo que la mantención de pavimentos se realiza a cada 2 años aproximadamente , o cuando visualmente el pavimento esta en muy malas condiciones , ya que se le da prioridad a reparar o mantener a lo que se encuentre en peor estado.

Hasta ahora, el Asfalto ha sido una solución rápida , buena y muy económica para reparar pavimentos con fallas o deformaciones , dando soluciones correctas a pavimentos asfálticos y pavimentos de hormigón , ejerciendo además funciones de aglomerante e impermeabilizante.

En esta tesis se entrega una descripción resumida de los principales elementos que conforman las carreteras, de las fallas mas importantes que los afectan y de las causa que mas comúnmente las originan. Tanto por la amplitud del tema, como por la imposibilidad de cubrir todas las peculiaridades que suelen caracterizar diferentes zonas geográfica. Sin embargo se estima que puede

ser una herramienta adecuada para colaborar en la calificación de los daños y la consecuente programación de las labores de mantenimiento.

El objetivo principal de mi tesis es dar a conocer las fallas que sufren los pavimentos flexibles y rígidos, y cómo el asfalto puede ayudar a la conservación de éstos, pretendiendo que sirva como un aporte técnico a todos los profesionales relacionados con el rubro.

## CAPITULO I

### MANTENIMIENTO DE LOS PAVIMENTOS

#### 1.1 Definición de Mantenimiento

Se denomina Mantenimiento, o conservación, de Pavimentos a los trabajos constantes o periódicos que se ejecutan para evitar el deterioro o destrucción prematura de una obra y que los mantienen en su calidad y valor.

El mantenimiento sólo debe incluir trabajos ,que en términos generales, estén orientados a preservar el camino para que preste un servicio adecuado, por el tiempo previsto en el diseño y bajo las condiciones de tránsito y ambientales prevalecientes. De acuerdo con ello, un camino bien diseñado y perfectamente construido sobre un terreno ideal de características homogéneas , no debería requerir mas mantenimiento que el que corresponde a operaciones de conservación rutinaria y periódica. Sin embargo, claramente la situación es otra; a veces, al poco tiempo después de la puesta en servicio, comienzan a detectarse pequeñas fallas que, de no repararse en momento oportuno , llevan a colapso prematuro de sectores crecientes de la obra. Por lo tanto, la vida útil de una carretera puede prolongarse significativamente aplicando oportuna y adecuadamente las prácticas de mantenimiento disponibles en la actualidad.

Viene siendo la mejor inversión posible, ya que no sólo garantiza la inversión inicial de la construcción, si no que disminuye el costo de la explotación y alarga la vida, tanto del camino, como de los vehículos que circulan.

Todos los pavimentos requieren de mantenimiento, para evitar fisuras, depresiones y otros tipos de fallas que son evidencias visibles del desgaste del pavimento.

## **1.2 Necesidades de mantenimiento**

Las carreteras requieren de intervenciones motivadas tanto por la obsolescencia propia de los materiales que las conforman como por fallas, generalmente puntuales, que pueden tener su origen ya sea en situaciones especiales no detectadas en el diseño o en problemas derivados de la construcción. Debe tenerse presente que parte importante de las obras de una carretera, corresponden a suelos, cuyas características cambian a lo largo de su emplazamiento y que sus prioridades se modifican al variar las condiciones ambientales y otros factores que no pueden ser completamente controlados no previstos.

Los estudios mas recientes destinados a mejorar la eficiencia en el mantenimiento vial indican que los mejores resultados se logran cuando se aplica la técnica de mantenimiento adecuada en el momento oportuno.

## **1.3 Mantenimiento Preventivo**

La detección y reparación oportuna de pequeños defectos, es el trabajo mas importante que realiza el personal de mantenimiento. Las fisuras y otras roturas o deformaciones, que en primera instancia , son casi imperceptibles, pueden transformarse en daños muy severos, si no son reparados oportunamente. Por esta razón la inspección debe realizarse frecuente y minuciosamente por personas capacitadas.

Si se detecta un fuerte deterioro del pavimento, debe hacerse una investigación detallada para detectar si son fallas funcionales o estructurales, si es éste el caso deben realizarse pozos de inspección a lo largo del área dañada , para determinar el tipo de reparación que se requiere.

El mantenimiento adecuado y oportuno de un camino requiere de un conjunto de operaciones durante la vida útil e la obra. Estos se clasifican en 3 niveles, en función de las características del trabajo y periodicidad con que suelen

requerirse: operación de conservación rutinaria, operación de conservación periódica, restauraciones.

1.- Operaciones de conservación rutinaria: Son aquellas que implican intervenciones relativamente frecuentes durante el año. Se incluyen en este grupo: limpieza de faja, perfilado de caminos de tierra, bacheos, limpieza de obras de drenaje, demarcación del pavimento, etc.

2.- Operaciones de conservación periódica: Corresponden a intervenciones que pueden programarse con alguna anticipación pues quedan determinados por el volumen del tránsito y/o por el clima, normalmente son repetitivos y cíclicos. Se incluyen en esta categoría: recebo de carpetas granulares, sellos asfálticos, reparación de defensas fluviales, reparación de losas de hormigón, etc.

3.- Operaciones de restauración: Son intervenciones destinadas a devolver a la obra deteriorada su condición inicial, a veces, reforzarla sin alterar la estructura sub-yacente, con el objetivo de evitar su destrucción, preservar la calidad de rodadura y asegurar la integridad estructural. Típicamente en esta categoría encontramos los tratamientos superficiales, micropavimentos, recapados sobre pavimentos existentes, etc.

#### **1.4 Modalidades de ejecución de las obras de mantenimiento**

Parte de las operaciones de mantenimiento se ejecutan directamente por la Dirección de Vialidad a través de las Direcciones Regionales, las que disponen de personal, equipos y maquinarias para operar administrativamente bajo la modalidad conocida como Administración Directa. A dicha modalidad, el mantenimiento se aborda mediante otros 5 tipos diferentes de procedimientos o modos de contratación. En consecuencia son 6 cuyos alcances se indican a continuación.

1.- Administración Directa : En esta conservación se utiliza personal y equipos de la Dirección de Vialidad en tramos de mantenimiento de los caminos. Se realizan operaciones de: reperfiladuras, bacheos asfálticos, limpieza de fajas, puentes, saneamientos, etc. Predominantemente opera sobre caminos de la red comunal y, por lo tanto, principalmente en caminos con carpeta de rodadura de ripio o tierra. Su financiamiento es a través de recursos asignados de la Dirección Regional de Vialidad.

2.- Contratos individuales de Conservación: En esta modalidad se licita la conservación de un camino o tramo de él, para ser ejecutada por una empresa contratista. Normalmente en este tipo de contratos se incluyen de manera importante, operaciones de conservación periódica. Su plazo es normalmente menor a 1 año. Su financiamiento es a través de los recursos asignados para tales efectos de las Direcciones Regionales de Vialidad.

3.- Contratos de conservación global : En cada contrato se incluyen una red de caminos, cuya longitud total alcanza, en general, entre 400 y 600 km. Las operaciones, previamente definidas en cuanto a tipo y cantidades de obra por ejecutar, se contratan a serie de precios unitarios. El procedimiento se utiliza para que se realicen operaciones tanto rutinarias como periódicas y en caminos con diferentes tipos de carpeta de rodadura. Su plazo de ejecución es de 2 ó 3 años. Su financiamiento es a través de los recursos asignados para tales efectos de las Direcciones Regionales de Vialidad.

4.- Contrato de Conservación por nivel de servicio : Este tipo de contrato está orientado, preferentemente, a la red de caminos pavimentados; en ellos el contratista está obligado a mantener, a suma alzada, una red definida de caminos dentro de ciertos niveles estándares prefijados, los que son periódicamente verificados por la Dirección de Vialidad. Normalmente estos contratos se entregan por periodos más largos y que, en una primera etapa, son de 5 años. Habitualmente incluyen operaciones de mantenimiento rutinaria y periódica, además de ciertos

trabajos de restauración y de reposición o mejoramiento, se cuantifican separadamente y se pagan a precios unitarios. Su financiamiento, en lo que corresponde a operaciones de mantenimiento, es a través de los recursos asignados para tales efectos de las Direcciones de Regionales de Vialidad. En lo que respecta a los trabajos de reposición o mejoramiento, el financiamiento requiere de una asignación presupuestaria específica

5.- Concesión de mantenimiento : Los contratos de mantenimiento por concesión son de largo plazo (10 años o mas). Durante el periodo estipulado, el concesionario se obliga a ejecutar todas las operaciones de mantenimiento que se requiera la o las rutas incluidas en el contrato, para mantenerlas dentro de ciertos niveles o estándares prefijados por la Dirección de Vialidad. También se incluye en algún momento dentro del plazo de vigencia del contrato, alguna construcción de vía(s) y/o ampliación o mejoramiento de los existentes. Se establecen planes anuales de mantenimiento, los que deben confirmarse en forma previa al año que se inicia y que deben ser presentados con el concesionario a la Dirección de Vialidad para su aprobación. La forma en que se financian estos contratos es a través de cobros que hace el concesionario directamente a los usuarios de la ruta, o a través de pagos indirectos realizados por el Fisco ( Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas) o mediante cobro mixto.

6.- Conservación a través de corporaciones viales : Las corporaciones viales son entidades creadas con aportes del sector privado u organismos públicos regionales, con la finalidad de atender el mantenimiento de parte de la red comunal con claro impacto económico y/o social. La Dirección de Vialidad aporta maquinaria, asesoría y supervisión.

### **1.5 Mantenimiento de las obras de drenaje**

Una forma de mantenimiento preventivo, es también la limpieza de

las obras de drenaje. Si éstas se mantienen trabajando adecuadamente, se eliminan algunas causas principales de los daños del pavimento.

El drenaje es un factor que tiene gran importancia en el comportamiento de la mayoría de los elementos que componen un camino. Un sistema de drenaje ineficiente, lleva a lo menos , a acelerar el deterioro de las obras, en especial en los caminos no pavimentados donde las fallas de drenaje se traducen, en la inmediata intransitabilidad de la ruta. Consecuentemente mantener muchas veces complementar el drenaje sea, quizás , la inversión mas rentable que se puede realizar dentro de la gestión de mantenimiento.

Cada inspección debe incluir la revisión de fosos, contrafosos y drenaje superficial, para asegura que estén trabajando adecuadamente. Si algunos de estos sistemas están obstruidos, deben ser limpiados inmediatamente.

Las estructuras de drenaje, deben ser inspeccionada por lo menos 2 veces al año, para asegura un buen funcionamiento.

## **1.6 Fallas de los Pavimentos**

Es necesario tener presente que la sola inspección visual de las fallas en un pavimento, deben estudiarse cuidadosamente en laboratorio para así , poder sacar conclusiones reales.

Podemos encontrar fallas funcionales y fallas estructurales.

a) Fallas funcionales : Corresponden a un defecto que se refleja en la superficie de rodamiento del pavimento y afectan al cómodo movimiento de los vehículos , sin imposibilitar su uso.

b) Fallas estructurales : Corresponden a una deficiencia del pavimento que provoca , de un inmediato a corto plazo o posteriormente, una reducción de la capacidad de carga del mismo, la falla estructural se mantiene en una etapa avanzada en una destrucción generalizada del pavimento.

<u>Calificación</u>	<u>Estado del pavimento</u>
0 – 1	Muy malo
1 – 2	Malo
2 – 3	Regular
3 – 4	Bueno
4 – 5	Muy bueno

### 1.6.1 Guía para calificar

**a) Calificación 5.0:**

Corresponde a una superficie de rodamiento en perfecto estado , con textura adecuada que además de hacerla impermeable le da una rugosidad tal que sea antideslizante. Deberá estar totalmente exentas de grietas, ondulaciones o depresiones y permitir velocidad de operación del tramo con absoluta seguridad y comodidad.

**b) Calificación 4.5:**

Corresponde a superficies de rodamiento en muy buen estado , pero en ella se presentan en forma muy aislada pequeños defectos como grietas de no mayor de 3 mm y ondulaciones o depresiones que no sobrepasen el centímetro. Son defectos que no se notan a velocidad de operación para revisar y juzgar adecuadamente.

**c) Calificación 4.0:**

Presencia de grietas del orden de 3mm formando piel de cocodrilo en áreas aisladas no mayores de 5 m<sup>2</sup>, ondulaciones y depresiones que no sobrepasen los 1,5 cm. Defectos aislados en la textura como áreas lisas o lloradas no mayores de 5 m<sup>2</sup>, pueden aceptarse calaseras aisladas tapadas pero no baches.

**d) Calificación 3.5:**

Grietas en forma de piel de cocodrilo sobrepasando algunas los 3 mm , en áreas no mayores de 20 m<sup>2</sup>. Ondulaciones y depresiones aisladas hasta 2.5 cm. Defectos leves en las texturas, como ligero exceso de asfalto en la zona de rodado en tramos con pendientes excesivas con fuerte sobre elevación. Aún así se pueden desarrollar las velocidades de operación con absoluta seguridad y comodidad.

**e) Calificación 3.0:**

Grietas en forma de piel de cocodrilo en zonas extensas del orden de 100 metros continuos. Grietas aisladas longitudinales de hasta 1 cm de ancho . Ondulaciones y depresiones fuertes , pero sin sobrepasar los 2.5 cm . Zonas ligeramente lloradas continuas.

**f) Calificación 2.5:**

Grietas de piel de cocodrilo generalizadas. Grietas frecuentes de 1 cm de ancho. Ondulaciones , depresiones y asentamientos frecuentes del orden de 2.5 cm o mas , pero sin sobrepasar los 4.0 cm.

**g) Calificación 2.0:**

Grietas generalizadas con inicio de desprendimientos. Asentamientos, ondulaciones y depresiones de 2.5 y 4.0 cm frecuentes. Calasetas y baches sin arreglar. Superficie de rodamiento inaceptable requiriendo reconstrucción.

**h) Calificación 1.5:**

Grietas de todo tipo generalizadas . Asentamientos frecuentes , algunos con mas de 4.0 cm. Textura inadecuada, zonas lisas o lloradas.

Obliga a reducir la velocidad en un 30 % respecto a la operación del tramo, pero no ofrece comodidad adecuada.

i) Calificación 1.5 a 0 :

En el caso de destrucción calificada , con profusión de los defectos descritos anteriormente. Los asentamientos y depresiones llegan a ser del orden de 10 cm.. La variación entre la calificación 1.0 a 0 , podría referirse a la velocidad otorgando la primera a aquellos tramos que obliguen a reducir en un 40 % respecto a la operación del tramo y la última a aquellos tramos prácticamente intransitables donde hay que reducir la velocidad un 60 % para obtener seguridad mas no comodidad.

### **1.7 Importancia de personal capacitado y del tiempo , para obras de mantenimiento**

Todo trabajo de mantenimiento requiere de supervisión apropiada, personal capacitado y buenos métodos de trabajo. Si estos requisitos concurren simultáneamente , obtendremos trabajos de reparación y mantenimiento bien realizados y lo mas seguro es que no tengan que volver a ser repetidos.

Puesto que la mayoría de las reparaciones del pavimento requieren del uso del asfalto , es esencial que el personal de mantenimiento, tenga un amplio y buen conocimiento del comportamiento de este material.

Para obtener éxito en el mantenimiento de pavimentos se requiere saber qué asfaltos hay disponibles en el mercado y cómo usarlos.

Los trabajos de repavimentación deben realizarse en épocas calurosas , preferiblemente sobre los 10 °C . Esto no implica , que las operaciones de repavimentación no deban hacerse en otra época del año, si no que se va a requerir de un mayor cuidado para obtener un resultado satisfactorio.

## CAPITULO II

### MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

#### 2.1 ASFALTO

Es un material aglomerante de color oscuro, constituidos por mezclas complejas de hidrocarburos no volátiles de alto peso molecular, originarios del petróleo crudo, en el cual están disueltos, pueden obtenerse por evaporación natural de depósitos localizados en la superficie terrestre, denominados Asfaltos Naturales, o por medio de procesos de destilación industrial cuyo componente predominante es el Bitumen.

Los asfaltos destilados del petróleo son producidos ya sea por destilación por vapor o sopladados.

La destilación por vapor produce un excelente asfalto para pavimentos, mientras que el producto de destilación por aire o soplado tiene una escasa aplicación en pavimentación.

##### 2.1.1 Obtención y tipos

Según el origen del petróleo crudo la composición de base se divide en :

- Base Asfáltica
- Base Parafínica
- Base Intermedia

Los asfaltos de base asfáltica , es decir, asfaltos obtenidos de petróleos asfálticos, son mas deseables para pavimentación , ya que tienen buenas características ligantes y de resistencia al envejecimiento por acción del clima.

Los asfaltos de base parafínica, se oxidan lentamente expuestos a la intemperie, dejando un residuo escamosos y de poco valor como ligante.

De acuerdo a su aplicación , los asfaltos los podemos clasificar en 2 grandes grupos:

1. Asfaltos para Pavimentos
2. Asfaltos Industriales

### **2.1.2 Asfaltos para pavimentos**

Éstos se subdividen en :

- Cementos Asfálticos
- Asfaltos Cortados
- Emulsiones Asfálticas

#### **a) Cementos Asfálticos**

Los Cementos Asfálticos, son preparados especialmente para pavimentación.

Es un material ideal para la construcción de pavimentos ya que:

- Es un material aglomerante, resistente, muy adhesivo, impermeable y duradero.
- Es consistente y puro.
- Es termoplástico, s decir, se licua a medida que se va calentando.
- Es resistente a los ácidos , sales y álcalis.

Se denominan por las letras **CA**, y se clasifican según su grado de dureza, el que mide según el ensayo de penetración.

Podemos distinguir CA 40 – 50 , CA 60 – 70 , etc; CA indica que es un cemento asfáltico y los números el rango de penetración.

Para su aplicación debe estar libre de agua y con características homogéneas.

En Chile los CA mas utilizados son:

- CA 40 – 50 : uso en rellenos de juntas y grietas.

- CA 60 – 70 : en mezcla en planta en caliente para la construcción de bases binder y carpetas de rodado.

- CA 120 – 150 : usados en tratamientos superficiales.

Su aplicación no debe hacerse bajo amenaza de lluvia, temperatura ambiente bajo los 10°C y en superficies húmedas, tampoco deben ser calentadas sobre los 170 °C.

### b) Asfaltos Cortados

Los asfaltos cortados, **AC**, llamados también diluidos, líquidos o Cut-Backs, son asfaltos líquidos que resultan de la dilución de cemento asfáltico con destilados del petróleo. Se presenta como un líquido de color negro, de viscosidad variable.

Los solventes usados actúan como vehículos, proporcionando productos menos viscosos que pueden ser aplicados a bajas temperaturas.

Los solventes se evaporan después de su aplicación.

Se clasifican según:

1.- Su velocidad de curado: lo cual se divide en 3 categorías:

1) **RC** : Asfalto Cortado de Curado Rápido ( Rapid Curing), se producen al mezclar CA con destilados ligeros del tipo Nafta o Bencina.

Se utilizan generalmente en :

- RC – 1 / RC – 70 : Riegos de liga.
- RC – 2 / RC – 250 : Mezclas asfálticas abiertas.
- RC – 3 / RC – 800 : Sellos de arena, tratamientos superficiales.
- RC – 5 / RC – 3000 : Sellos de arena, macadam de penetración.

2) **MC** : Asfalto Cortado de Curado Medio ( Médium Curing), cuyo solvente es la Parafina o Kerosene, lo que da trabajabilidad a temperatura relativamente baja.

Se emplean en :

- MC – 0 / MC – 30 : Como imprimante en bases estabilizadas.
- MC – 2 / MC – 250 : Mezclas en sitio de graduación abierta y cerrada.
- MC – 3 / MC – 800 : Mezclas en sitio de graduación abierta y cerrada.
- MC – 4 , MC – 5 / MC – 3000 : En zonas calurosas y agregados absorbentes.

3) **SC** : Asfaltos Cortados de Curado Lento (Slow Curing), los aceites son los que le dan cierta fluidez.

Este tipo de asfalto ya no se utiliza.

2.- Según su viscosidad cinemática (Centistokes): 30, 70, 250, 800, 3000.

3.- Según grados antiguos: 0, 1, 2, 3, 4, 5 , de menor a mayor viscosidad que definen rangos en Segundos Saybot Furol.

Los asfaltos cortados (AC), no deben emplearse en días de lluvia o con amenaza de lluvia, en temperaturas inferiores a 10°C y en superficies húmedas.

#### **b) Emulsiones Asfálticas**

Son de cemento asfáltico en una fase acuosa , con estabilidad variable. El tiempo de quiebre y la viscosidad de las emulsiones, dependen entre otros factores, de la calidad y la cantidad de los agentes emulsificantes.

La cantidad de emulsificantes y aditivo químico utilizados varía generalmente de 0.2 % a 5 %, y la cantidad de asfalto en el orden de 60 % a 70 %.

El color de emulsiones asfálticas antes del quiebre es marrón y después del quiebre negro, constituyéndole en un elemento auxiliar para la inspección visual.

Las emulsiones asfálticas se clasifican de acuerdo a la carga de la partícula en :

- Catiónica
- Aniónica.

En cuanto al tiempo de quiebre, se clasifican en :

- Quiebre rápido
- Quiebre medio
- Quiebre lento

## **2.2 AGREGADOS**

Los agregados constituyen una parte importante para cualquier mezcla utilizada en pavimentación, ya que estos ayudan al comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica.

Podemos definirlos como fragmentos duros e inertes, éstos incluyen grava, gravilla, arena, roca y polvo de roca.

En la mezcla para pavimentos asfálticos, el agregado aporta del 90 al 95% del peso total de la mezcla, mientras que el asfalto el 10 ó el 15 % restante.

La dosificación asfalto agregado es muy importante y requiere de un control muy riguroso, especialmente de la granulometría del agregado . Un pavimento con exceso de asfalto provoca una superficie inestable y un bajo contenido de éste produce un pavimento áspero propenso a la desintegración , bajando así sus características de impermeable y poco durable. Por ésta razón se requiere de profesionales competentes para el control de la mezcla asfáltica.

## **2.3 CEMENTO ASFÁLTICO PARA OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCIÓN**

El asfalto para pavimentación, llamado Cemento Asfáltico, es a temperatura ambiente semisólido y altamente viscoso. Para poder manipularlo debe estar en estado líquido durante las operaciones de mantenimiento y construcción.

El cemento asfáltico puede llevarse a estado líquido o fluido de 3 maneras

- Derritiéndolo

- Diluyéndolo con solventes de petróleo seleccionado
- Emulsificándolo con agua.

Al terminar las diferentes operaciones, ya sea, de mantenimiento o construcción, el cemento asfáltico vuelve a su estado original.

## 2.4 PAVIMENTO ASFÁLTICO PARA TRANSITO VEHICULAR

### 2.4.1 Definición y propiedades

Pavimento Asfáltico se define como cualquier pavimento que tenga una superficie asfáltica. Consiste en una capa superficial de agregado mineral cubierto y ligado con asfalto y una o mas capas portantes.

El pavimento asfáltico , en sí, está compuesto por todas las capas sobre la subrasante.

Las capas siguientes a la subrasante son las sub-bases y bases, siendo éstas un material granular compuesto principalmente por roca triturada, grava, arena o combinaciones de ellas. La capa superficial es la superficie asfáltica de rodamiento, la que varía entre los 25 mm hasta 75 mm de espesor. Ver figura 1 y 2.

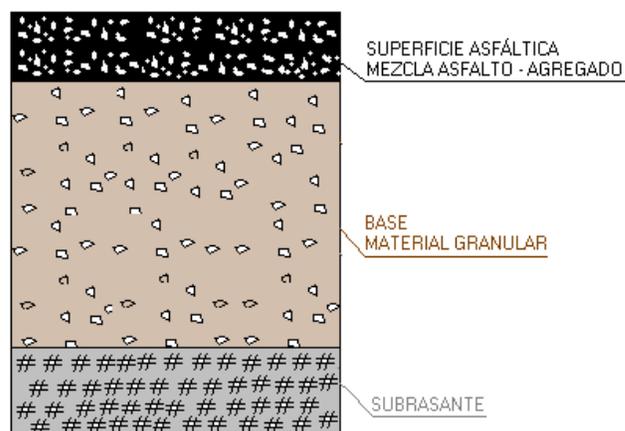


FIG. 1 - ESQUEMA PAVIMENTO ASFÁLTICO



FIG.2 - ESQUEMA PAVIMENTO ASFALTICO

La ventaja principal del Pavimento Asfáltico , es la economía de su construcción, puesto que se logra con el uso de materiales locales disponibles.

Las propiedades que debe tener la superficie de un pavimento asfáltico son:

- 1.- Ser impermeable
- 2.- Tener la pendiente necesaria para que el agua escurra hacia los costados del camino.
- 3.- Debe conservar las propiedades antideslizantes.
- 4.- Debe estar ligada a las cargas que están por debajo de ella.

#### 2.4.2 Bases y sub-bases

La base y la sub-base son elementos estructurales del pavimento. Al estar ligadas con la superficie asfáltica, tienen por objetivo distribuir las cargas del tránsito sobre la sub-rasante. Para satisfacer este propósito las bases y sub-bases

deben ser tratadas, es decir, deben ser construidas con propiedades de resistencia interna necesaria.

La sub-base deberá construirse por capas no superiores a 30 cm ni inferiores a 12 cm, en caso que el espesor sea superior a los 30 cm la sub-base deberá extenderse y compactarse por capas. Se compacta primero con rodillo vibratorio y de termina con rodillos lisos o neumáticos.

Unos de los tratamientos usados mas comunes, es mezclar el material granular con asfalto, obteniéndose así una base asfáltica.

Es considerada el tipo mas moderno y confiable para tránsito vehicular, el Pavimento Asfáltico Integral (Full depth), el que consiste en que toda la estructura del pavimento asfáltico está compuesto por mezclas asfálticas. Ver fig.3.

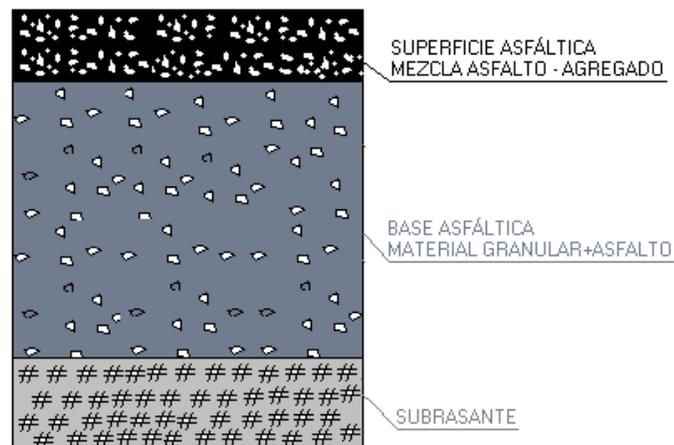


FIG.3

-ESQUEMA PAVIMENTO ASFÁLTICO INTEGRAL

Es muy importante que las bases y sub-bases estén debidamente drenadas, puesto que la saturación de éstas produce serios daños en la superficie asfáltica, provocando una falla estructural en el pavimento.

### **2.4.3 Riegos Asfálticos**

Como su nombre lo indica, son riegos de asfalto sobre superficies de pavimentos existentes, suelos o bases estabilizadas.

Los riegos protegen a la superficie de los agentes atmosféricos y de los efectos del tráfico.

Según la función de los riegos es el nombre que toman, entre ellos encontramos:

- 1.- Riego Monocapa
- 2.- Riego Multicapa
- 3.- Riego de Liga
- 4.- Riego de Imprimación
- 5.- Riego Antipolvo
- 6.- Macadam de penetración
- 7.- Lechada asfáltica

Los riegos mas usados en el mantenimiento de pavimentos son el Riego de Liga y el Riego de Imprimación.

#### **2.4.3.1 Riego de Liga**

El propósito del Riego de Liga , es facilitar la adherencia entre un pavimento ya existente y la carpeta que se va a colocar sobre él.

Después de aplicar el riego de liga , se debe dejar transcurrir un tiempo prudente para que el asfalto líquido seque, mientras debe vitarse transitar sobre la superficie en donde se aplicó el riego.

#### **2.4.3.2 Riego de imprimación**

La Imprimación es el riego de asfalto que se coloca sobre una base estabilizada.

Este riego se coloca con los siguientes propósitos:

- 1.- Proteger provisionalmente las bases granulares contra las variaciones de humedad.
- 2.- Eliminar el polvo de las superficies en las que no es posible hacerlo con otro procedimiento.
- 3.- Asegurar una buena adherencia entre la base y la carpeta de rodado.
- 4.- Endurecer la superficie.
- 5.- Llenar los vacíos capilares.

En el caso de bases granulares, el ligante debe penetrar por lo menos 10 a 15 cm de espesor , por lo que deben emplearse ligantes muy fluidos.

## **2.5 BACHEO**

Bacheo, es probablemente el método de reparación en el mantenimiento de pavimentos mas difundidos.

Todos los pavimentos necesitan de bacheo alguna vez. Los Baches no ocurren por causas naturales, si no, que se producen por el tránsito vehicular.

Bacheo, no es otra cosa que, la reparación superficial o en profundidad de un área dañada del pavimento. Esta reparación puede ser temporal o permanente.

Una reparación oportuna de los baches ayuda considerablemente en bajar los costos de mantenimiento de los pavimentos, ya que si éstos no se reparan a tiempo, puede entrar agua a la sub-rasante provocando fallas mayores.

Generalmente para las operaciones de bacheo se utilizan mezclas de cemento asfáltico en caliente hechas en planta, ya que éstas a pesar de tener un costo mas elevado que otras, producen parches de duración mayor.

Últimamente se han estado utilizando diversos tipos de asaltos modificados, los que no necesitan un clima demasiado exigente para su colocación

en obra. Éstas son mezclas asfálticas en frío, no requieren de maquinaria pesada y son fáciles de colocar. Actualmente existe en el mercado una gran variedad de ellos, aunque el mas utilizado en estos momentos es “EZ Street”, un producto americano, con gran aceptabilidad en nuestro país. Este producto se caracteriza por: ser compatible con el medio ambiente, puede ser aplicado en diferentes condiciones climáticas, es u producto con tecnología avanzada, es especialmente formulado con polímeros que le confieren al producto excelente adherencia y resistencia al agua (por lo que es un producto muy utilizado en el sur de Chile), listo para el tráfico inmediatamente, ideal para baches y grietas mayores a 1” y cortes de utilidad, 35 libras de material cubre aproximadamente 3 pies cuadrados, con una profundidad de 1”.

Su aplicación es muy sencilla :

- Se limpia la superficie que se desea reparar, asegurándose retirar todos los escombros y material suelto.
- Rellenar el bache con el producto (EZ street), en caso de baches mayores a 10 cm de espesor; compactar el producto en dos capas iguales de 5 cm cada una.
- Compactar el bache con una pala, vehículo o cualquier medio disponible, dejándolo un poco mas alto que el pavimento existente.

## **2.6 CAUSAS Y REPARACIÓN DE FISURAS**

### **2.6.1 Generalidades**

Las fisuras en los pavimentos asfálticos pueden ocurrir por diversos motivos, por lo tanto el tratamiento que se les dará estará directamente relacionado con el tipo de fisura que encontremos en el pavimento.

Los tipos de fisuras que comúnmente encontramos son:

- Fisuras en forma de piel de cocodrilo
- Fisuras de borde
- Fisuras longitudinales a lo largo de los bordes

- Fisuras a lo largo de la junta de las vías
- Fisuras de Reflexión
- Fisuras de Contracción
- Fisuras de Desplazamiento

### 2.6.2 Fisuras en forma de Piel de Cocodrilo

Son fisuras interconectadas que forman una serie de pequeños bloques que semejan una piel de cocodrilo ( fig. 4 -5-6).

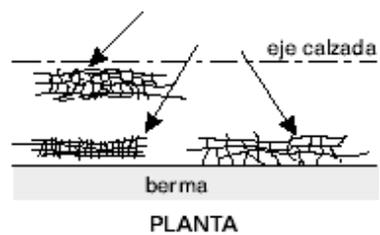


FIG.4



FIG. 5



FIG. 6

- FISURAS EN FORMA DE PIEL DE COCODRILO

En la mayoría de los casos , las fisuras en forma de piel de cocodrilo son ocasionadas por deflexiones excesivas de una superficie apoyada sobre una subrasante. La saturación de bases granulares o subrasantes es la consecuencia de un soporte inestable. Generalmente esta fisura afecta áreas pequeñas , pero algunas veces puede cubrir secciones completas de un pavimento. Cuando esto ocurre , probablemente es debido a la acción de cargas repetidas que exceden la capacidad de carga del pavimento.

Puesto que las fisuras en forma de piel de cocodrilo son, generalmente, el resultado de la saturación de bases o subrasantes, la corrección debe incluir la remoción del material húmedo. Para la confección del parche se debe colocar un material granular de base nuevo, compactándolos en capas de igual espesor.

La base granular debe ser imprimada y luego rellenar el bache con concreto asfáltico. Cuando sea necesario, se pueden realizar reparaciones temporales, aplicando parches superficiales en las áreas afectadas. En todos los casos , las reparaciones deben hacerse prontamente para evitar daños mayores en el pavimento.

Reparación Permanente:

Para realizar este trabajo se procede de la siguiente manera:

1.- Se remueve la superficie del pavimento y la base hasta la profundidad que sea necesaria para alcanzar un apoyo firme, fuera del área fisurada. Esto significa que parte del material de la subrasante tendría también que ser removido.

Se hará un corte en forma rectangular o cuadrada . Un par de las caras debe formar ángulo recto con la dirección del tránsito. Una sierra para pavimento puede hacer un corte rápido y limpio, formando caras rectas y verticales.

2.- Se debe aplicar un riego de liga en todas las caras verticales y en el fondo de la zona a reparar.

3.- Se rellena el bache con concreto asfáltico densamente graduado., el cual debe extenderse cuidadosamente para evitar segregación d la mezcla.

4.- En caso que el bache tenga más de 15 cm de profundidad es necesario compactar en capas. La compactación debe realizarse con un compactador vibrante plano para parches pequeños, y con rodillo para áreas más grandes.

5.- Con una regla se verifica que tengan igual cota, la superficie del pavimento con la del parche.

Reparación temporal:

Esta reparación se realiza para fisuras con mas de 3mm de ancho.

Para realizar esta reparación se procede de la siguiente manera:

1.- Se abre una zanja poco profunda alrededor del área que se va a reparar, de tal forma que los bordes de las caras sean verticales.

2.- Se limpia el área fisurada, ya sea barriéndola o con aire comprimido.

3.- Se usa un escobillón para extender el concreto asfáltico de graduación fina sobre las fisuras.

4.- Se compacta con un compactador vibrante plano o con rodillo.

5.- Se coloca un parche delgado de concreto asfáltico. Antes de compactar debe verificarse que los bordes estén limpios.

6.- Se compacta el parche con un compactador vibrante o con rodillo.

### 2.6.3 Fisuras de borde

Son fisuras longitudinales que aparecen unos 30 cm o mas del borde del pavimento, acompañadas o no de fisuras transversales que se extienden hacia la berma (fig. 7-8)

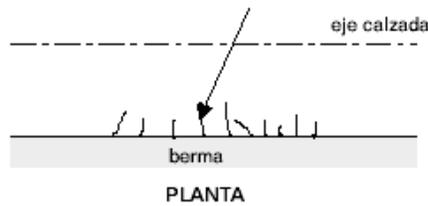


FIG.7



FIG.8

- FISURAS DE BORDE

Generalmente este tipo de fisuras se producen por falta de soporte lateral (berma). También pueden ser ocasionadas por el asentamiento o desplazamiento del material que se encuentra del área fisurada, lo cual, puede deberse a una deficiente evacuación del agua del pavimento, levantamiento por congelamiento, o encogimiento debido a la evaporación del agua de los suelos

cercanos. En los tres últimos casos, los arbustos o la vegetación fuerte próxima al borde del pavimento pueden ser la causa.

Reparación:

Se rellenan las fisuras con concreto asfáltico, pero el agregado debe ser arena, si el borde del pavimento se ha asentado, se debe llevar a su nivel utilizando concreto asfáltico de graduación densa.

Para realizar este tipo reparación de fisuras, debemos seguir los siguientes pasos:

- 1.- Se limpia el pavimento y las fisuras con escobillón y aire comprimido (ver fig. 1a).



FIG. 1a

- 2.- se rellenan las fisuras con concreto asfáltico de graduación fina (ver fig.1b).

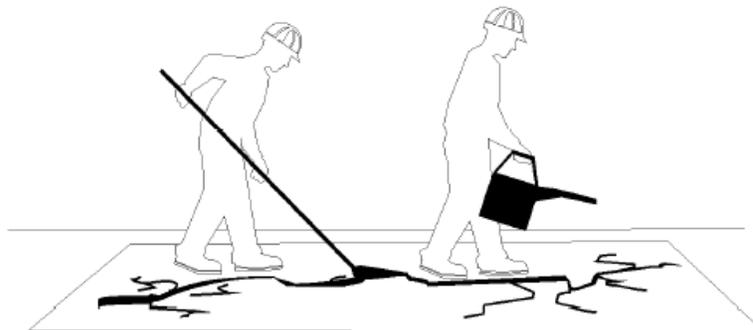


FIG.1b

- 3.- Se aplica riego de liga en la sección que se va a reparar.
- 4.- Se nivelan los bordes asentados, extendiendo concreto asfáltico. Se comprueba la nivelación con una regla. Posteriormente se compacta con un compactador vibrante plano. Los bordes del parche deben quedar limpios y rectos.
- 5.- Se remueve todo tipo de vegetación que se encuentre cercana al pavimento.

#### 2.6.4 Fisuras longitudinales a lo largo de los bordes

Las fisuras longitudinales a lo largo de los bordes, no es otra cosa que una hendidura, es decir, es la separación que se produce entre el pavimento y la berma (fig.9 – 10 ).

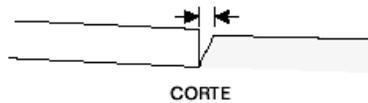


FIG.9



FIG. 10

-FISURAS LONGITUDINALES A  
LO LARGO DE LOS BORDES

Una de las causas que generalmente produce este tipo de fisuras, es el mojado y secado alternativo de la superficie bajo la berma . Esto puede deberse a la evacuación deficiente del agua del pavimento hacia la berma, esto es debido a una elevación formada por material que rellena la junta, o por depresiones en el borde del pavimento , lo cual estanca el agua y permite que se mantenga a lo largo de las juntas y se filtre a través de ellas. Otros factores que pueden influir en estas fisuras son el asentamiento de las bermas y los daños ocasionados por los camiones o vehículos de carga pesada que se montan sobre ellas.

Reparación:

Si el agua es la que produce los daños, lo primero que se necesita hacer es evacuar las aguas y eliminar la causa del estancamiento de ellas.

Las fisuras se deben llenar con cemento asfáltico de graduación fina.

Para realizar este trabajo se procede de la siguiente manera:

- 1.- Se limpia la fisura con un escobillón de cerdas duras o aire comprimido.
- 2.- Utilizando el escobillón, se rellena la fisura con concreto asfáltico de graduación fina.
- 3.- Se recubre con arena seca la superficie de la fisura sellada, para evitar que el tránsito levante el material.

**2.6.5 Fisuras a lo largo de la junta de las vías**

Se llaman así a las separaciones longitudinales a lo largo de la junta entre dichas vías (fig.11- 12).

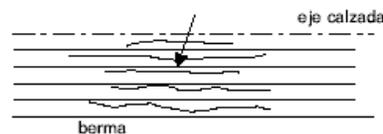


FIG.11



FIG.12

-FISURAS A LO LARGO DE LAS JUNTAS DE LAS VÍAS

Este tipo de fisuras se generan a la debilidad de la junta entre las capas del pavimento contiguo, cuando éste se está extendiendo.

Para la reparación de estas fisuras se procede de igual manera que para la reparación de las fisuras longitudinales a lo largo de los bordes.

### 2.6.6 Fisuras de Reflexión

Las fisuras de reflexión, son fisuras en los recubrimientos asfálticos que reflejan la configuración de las fisuras de la estructura del pavimento que se encuentra debajo (fig. 13-14-15).

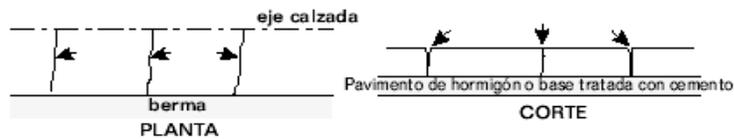


FIG. 13



FIG.14



FIG. 15 -FISURAS DE REFLEXIÓN

Estas fisuras pueden ser de apariencia longitudinal, transversal o diagonal. Aparecen con mayor frecuencia en los recubrimientos asfálticos sobre pavimentos de hormigón, también pueden aparecer recubrimientos asfálticos sobre pavimentos asfálticos, cuando las fisuras en los pavimentos viejos no han sido oportunamente reparadas.

Las fisuras de reflexión son ocasionadas por movimientos horizontales y verticales del pavimento que está por debajo del recubrimiento, producidos por la expansión y contracción debidas a las variaciones de temperatura o de humedad. También pueden ser ocasionadas por el tránsito vehicular, por movimientos del suelo o por la pérdida de humedad de la subrasante.

**Reparación:**

Las fisuras pequeñas (menos de 3 mm de ancho) son demasiado angostas para ser selladas efectivamente. Las fisuras mayores (sobre los 3 mm de ancho), deben sellarse con concreto asfáltico de graduación fina.

Para realizar este trabajo se procede de la siguiente manera:

- 1.- Se limpian las fisuras con escobillón y aire comprimido.
- 2.- Las fisuras grandes se rellenan utilizando el escobillón, después se sellan utilizando una maestra de mano.
- 3.- Se recubre con arena seca la superficie del área rellenada, para evitar que el tránsito vehicular levante el material.

**2.6.7 Fisuras de Contracción**

Se llaman así a las fisuras interconectadas formando una serie de bloques grandes y usualmente con esquinas (fig.16-17-18).

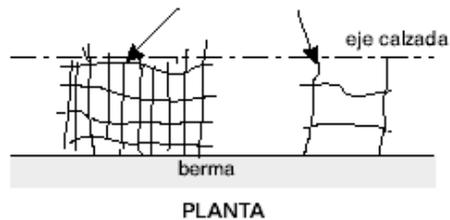


FIG.16



FIG.17

- FISURAS DE CONTRACCIÓN

Es difícil determinar las causas de estas fisuras, ya que pueden producirse por cambios de volumen en la superficie del pavimento, en la base o en la subrasante. Frecuentemente son causadas por un cambio volumétrico de la mezcla asfalto – agregado. La ausencia de tránsito vehicular sobre el pavimento, acelera la aparición de estas fisuras.



FIG.18

-FISURAS DE CONTRACCIÓN

#### Reparación:

Las fisuras de contracción deben ser llenadas con concreto asfáltico seguido de un sellado ( cemento asfáltico emulsificado mas agregado fino bien graduado) de toda la superficie del pavimento.

Para reparar estas fisuras se procede siguiendo los siguientes pasos:

- 1.- Se remueve todo el material suelto de las fisuras y de la superficie del pavimento, con escobillón y aire comprimido.
- 2.- Se humedece con agua la superficie del pavimento.
- 3.- Se aplica un riego de liga, después que se haya humedecido toda la superficie y sin que haya exceso de agua.
- 4.- Se rellenan las fisuras con concreto asfáltico.

5.- Cuando el concreto asfáltico ha obtenido una consistencia firme, se aplica un sellado a toda la superficie del pavimento.

### 2.6.8 Fisuras de desplazamiento

Son fisuras en forma de luna creciente que se orientan en la dirección del empuje de las ruedas sobre la superficie del pavimento, apuntando invariablemente en la dirección del tránsito (fig. 19-20).

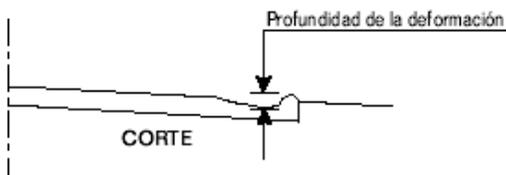


FIG. 19



FIG. 20 -FISURAS DE DESPLAZAMIENTO

Las fisuras de desplazamiento se ocasionan por la falta de adherencia entre la carpeta de superficie y la carpeta inferior. La falta de adherencia puede deberse por la presencia de polvo, aceite, agua o cualquier otro material no adhesivo entre estas dos carpetas. Generalmente la falta de adherencia se produce

cuando no se ha colocado un riego de liga. Algunas veces la mala compactación ocasiona la rotura de la adherencia entre las dos carpetas.

#### Reparación:

La manera más apropiada para reparar estas fisuras, es remover la carpeta superficial alrededor de la fisura, hasta donde exista una buena adherencia entre las capas, y posteriormente rellenar el bache con concreto asfáltico.

Procedemos de la siguiente manera para la reparación:

- 1.- Se remueve el área desplazada, extendiéndose al menos 30 cm más allá de los bordes dañados, y haciendo las caras del corte verticales y rectas. Una sierra mecánica para pavimentos sirve para hacer este trabajo en forma rápida y limpia.
- 2.- Se limpia la superficie expuesta de la carpeta inferior con escobillón y aire comprimido.
- 3.- Se aplica un riego de liga.
- 4.- Se coloca una cantidad suficiente de cemento asfáltico en el área a reparar, para que al compactarlo quede a ras con la superficie del pavimento contiguo, extendiéndose cuidadosamente para evitar la segregación de los materiales.
- 5.- Se comprueba que la superficie del parche se encuentre al mismo nivel del pavimento circundante, utilizando una regla.
- 6.- Se compacta el parche con un compactador vibrante plano o con rodillo.

## **2.7 CAUSAS Y REPARACIÓN DE DEFORMACIONES**

### **2.7.1 Generalidades**

La deformación de un pavimento es cualquier cambio en la forma original de su superficie. Usualmente es ocasionada por causas tales como poca compactación de las capas del pavimento, demasiado asfalto, hinchamiento de las capas inferiores o asentamientos.

Las deformaciones se presentan bajo diferentes formas:

- Ahuellamientos
- Ondulaciones y desplazamientos
- Depresiones
- Levantamientos

### 2.7.2 Ahuellamientos

Son depresiones canalizadas, que se forman en los pavimentos asfálticos bajo las huellas de las ruedas de los vehículos (fig. 21-22).

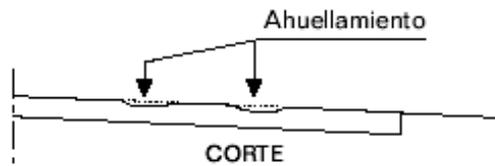


FIG. 21



FIG.22

-AHUELLAMIENTO

Los ahuellamientos pueden producirse por la consolidación o por el movimiento lateral, bajo el tránsito, de una o más de las capas inferiores, o por desplazamientos, en la propia capa asfáltica superficial. Pueden desarrollarse bajo

la acción del tránsito, en los pavimentos asfálticos nuevos que han tenido poca compactación durante la construcción.

Reparación:

Se enrasa el pavimento rellenando las depresiones con concreto asfáltico, y luego se coloca un recubrimiento asfáltico delgado en toda la superficie del pavimento, cubriendo tanto el parche como la zona alrededor de éste.

Para realizar este trabajo, se procede de la siguiente manera:

- 1.- Se determinan los límites de las depresiones con una regla, demarcando las áreas a rellenar.
- 2.- Se aplica un riego de liga en el sector a rellenar.
- 3.- En las depresiones se rellena con concreto asfáltico densamente graduado.
- 4.- Se compacta el parche con rodillo neumático o en su defecto con un rodillo de rueda metálica.
- 5.- Se aplica un recubrimiento delgado de material asfáltico.

### **2.7.3 Ondulaciones y desplazamientos**

La ondulación es una forma de movimiento tipificada por ondas en la superficie del pavimento asfáltico. El desplazamiento es una forma de movimiento plástico consistente en un hundimiento y levantamiento localizado de la superficie del pavimento. Ocurre, generalmente, en los sitios donde los vehículos frenan durante la bajada, en las curvas cerradas y donde los vehículos golpean un resalte (fig.23).



FIG.23-ONDULACIONES

Las ondulaciones y desplazamientos usualmente se producen en las capas asfálticas que carecen de estabilidad. La falta de estabilidad se produce a que la mezcla del concreto asfáltico es demasiado rica en asfalto, también puede ser ocasionada por la alta proporción de agregados finos, o que la superficie del pavimento tenga una superficie demasiado lisa.

Reparación:

Se procede a escarificar el pavimento en aquellas zonas donde esté ondulado o haya desplazamientos, hasta la profundidad donde el pavimento este en buenas condiciones. Luego se limpia la zona dañada con escobillón y aire comprimido. Se aplica un riego de liga o imprimación dependiendo si el bache abarca en profundidad hasta la base granular o sólo la carpeta de rodado. Se rellena la zona en reparación con concreto asfáltico a nivel del pavimento circundante.

Para realizar este trabajo se procede de la siguiente manera:

- 1.- Se escarifica y se rompe la superficie con una cortadora rotativa.
- 2.- Se limpia con escobillón y aire comprimido el área a reparar.
- 3.- Se aplica el riego de liga o imprimación, dependiendo si se está trabajando en la base granular o en la carpeta d rodado.
- 4.- Se rellena el bache con concreto asfáltico, hasta el nivel del pavimento circundante.
- 5.- Se compacta la zona reparada con un rodillo o un compactador vibrante.

#### **2.7.4 Depresiones ( de la rasante)**

Las depresiones son áreas bajas localizadas, de tamaño reducido, que pueden estar o no acompañadas de fisuras. Penetran varios centímetros ( 2 o mas) por debajo de la rasante y el agua se estanca en ellos.

Pueden ser ocasionadas por tránsito mas pesado (que circula por el pavimento) para el que ha sido diseñado el pavimento o por haberse empleado métodos constructivos deficientes.

##### Reparación:

Las depresiones deben llenarse con concreto asfáltico y posteriormente compactarse hasta quedar parejo con el pavimento circundante.

Para realizar este trabajo se procede de la siguiente manera:

- 1.- Se delimitan los bordes de la zona hundida con una regla, marcando la superficie del pavimento.
- 2.- Con una máquina de lijar se rebaja el área , a fin de obtener una cara vertical alrededor de los bordes, si no se dispone de esta máquina puede omitirse este paso.
- 3.- Se limpia perfectamente toda el área, abarcando al menos unos 30 cm más allá de los límites marcados, esta limpieza se realiza con aire comprimido.
- 4.- Sobre la superficie limpia, se aplica un riego de liga.
- 5.- Se extiende sobre la depresión suficientemente concreto asfáltico, hasta alcanzar, cuando se compacte el nivel original.
- 6.- Se verifica el nivel del parche con una regla.
- 7.- Se debe compactar el parche perfectamente con un compactador vibrante plano.

#### **2.7.5 Levantamientos**

El levantamiento es el desplazamiento localizado de un pavimento hacia arriba, debido al hinchamiento de la subrasante o de alguna parte de la estructura del pavimento.

Son causados principalmente, por la expansión del hielo en las capas inferiores del pavimento o de la subrasante. También pueden ser causados por el hinchamiento de los suelos expansivos debido a la humedad.

#### Reparación:

Se procede de la siguiente manera:

- 1.- Se remueve el pavimento hasta la profundidad que sea necesaria para alcanzar apoyo firme. Hacer un corte cuadrado o rectangular con caras rectas y verticales.
- 2.- Se aplica un riego de liga a las caras verticales y al fondo de la zona en reparación.
- 3.- Se rellena la zona dañada con concreto asfáltico densamente graduado.
- 4.- Si se emplea una base granular, debe ser imprimada. La reparación se completa colocando cemento asfáltico y compactándola hasta dejarla a ras con la superficie circundante del pavimento.
- 5.- Utilizando una regla, se verifica el nivel del parche.

## **2.8 CAUSAS Y REPARACIONES DE LA DESINTEGRACIÓN**

### **2.8.1 Generalidades**

La desintegración es la rotura del pavimento en fragmentos pequeños y sueltos, o también disgregación de las partículas del agregado. Es necesario hacer esta reparación en sus comienzos, ya que si la desintegración progresa se debe reparar todo el pavimento.

Los tipos más comunes de desintegración son los baches y el desprendimiento.

### **2.8.2 Baches**

Son pozos de distintos tamaños, que se forman en el pavimento como resultado de la desintegración localizada (fig.24-25).



FIG. 24



FIG.25

-BACHES

Los baches son causados generalmente por, pavimento estructuralmente insuficiente para el nivel de solicitaciones y características de la subrasante, resultante de la escasez de asfalto, superficie de asfalto demasiado fino y drenaje inadecuado de las aguas o insuficiente.

Reparación:

Generalmente los baches aparecen cuando es difícil hacer una reparación permanente, requiriéndose entonces medidas de emergencia.

Reparación de emergencia:

- 1.- Se limpia el bache de todo el material suelto y el agua que sea posible.

2.- Se rellena el bache con concreto asfáltico, y se rastrilla hasta dejar la superficie lisa.

3.- Se compacta con un compactador vibrante plano o con rodillo.

Reparación permanente:

1.- Se corta con sierra eléctrica alrededor del bache, dejando las caras verticales de éste, se remueve la superficie y la base hasta la profundidad que sea necesaria para alcanzar un apoyo firme (ver fig.2a).

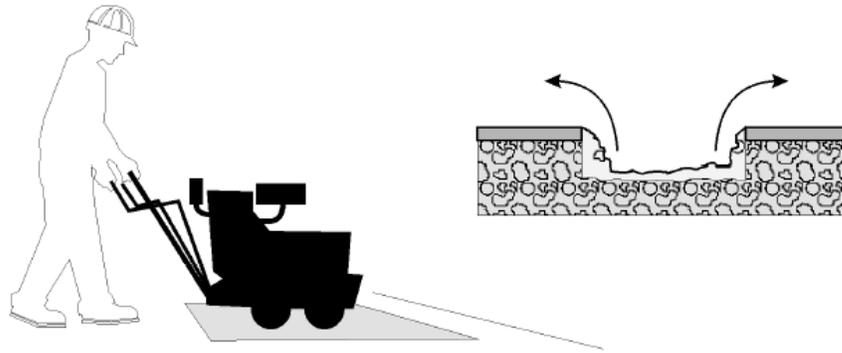


FIG. 2a

2.- A las caras verticales y al fondo del bache se le aplica un riego de liga (ver fig.2b).

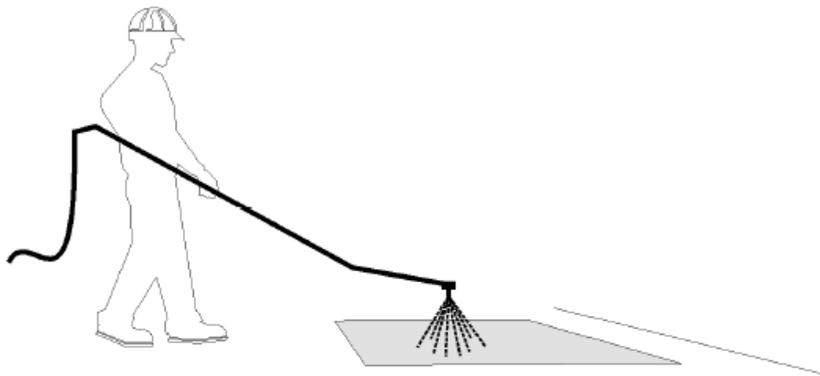


FIG. 2b

3.- Se rellena el bache con concreto asfáltico densamente graduado.

4.- Se compacta la superficie del parche con un compactador vibrante plano o con rodillo (ver fig.2c).

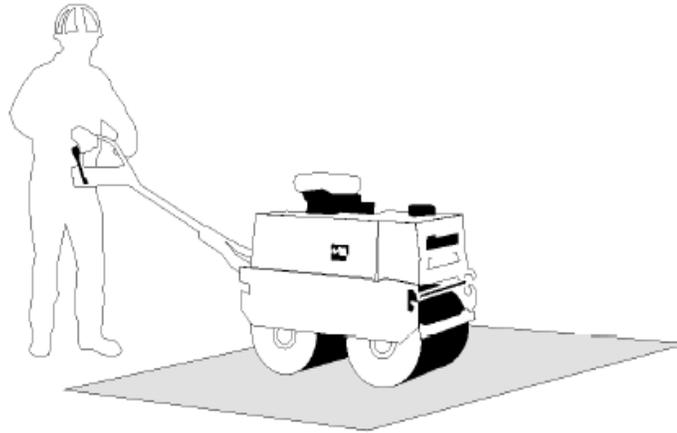


FIG.2c

### 2.8.3 Desprendimiento

El desprendimiento es la disgregación progresiva de las partículas de agregado de un pavimento desde la superficie hacia abajo o desde los bordes hacia adentro. Usualmente el agregado fino se desprende primero y deja algunas marcas en el pavimento. A medida que aumenta la erosión, las partículas mayores se van rompiendo y el pavimento va adquiriendo un aspecto rugoso y áspero, caso típico de una superficie erosionada (fig.26).



FIG.26

- DESPRENDIMIENTO

El desprendimiento de los bordes puede ser causado por falta de compactación durante la construcción, construcción durante tiempo húmedo o frío , agregados sucios o desintegrados, escasez de asfalto en la mezcla o calentamiento excesivo de la mezcla asfáltica.

Reparación:

Las superficies con bordes desprendidos, requieren generalmente un tratamiento superficial ( agregado de 25 mm mas cemento asfáltico) . Este tratamiento puede considerarse tanto una medida de mantenimiento como preventiva. En el primer caso , se utiliza para corregir una situación existente, en el segundo para evitar una condición prevista que se transforme en realidad.

Reparación de emergencia:

1.- Se barre todo el material suelto y polvo que se encuentre sobre la superficie del pavimento.

2.- Se aplica un sello (cemento asfáltico emulsificado) sobre la superficie del pavimento. No se requiere agregado de cubierta.

3.- Debe prohibirse el transito vehicular por un periodo razonable, para impedir que el sello se levante por las ruedas.

Reparación permanente:

Se hace el mismo procedimiento que para la reparación de emergencia, sólo que para la reparación permanente en vez de un sello, se aplica un tratamiento superficial (agregado de 25 mm mas cemento asfáltico) en toda la superficie del pavimento.

## **2.9 CAUSAS Y REPARACIÓN DE SUPERFICIES RESBALADIZAS**

### **2.9.1 Generalidades**

Varias son las causas que hacen que un pavimento sea resbaladizo. Una de las mas frecuentes es la presencia de una delgada película de agua sobre una superficie lisa, otra es la de una gruesa película de agua que, a altas velocidades. Hace que el vehículo pierda el contacto con la superficie del pavimento y se deslice. La condición de pavimento liso es, la presencia de una película de asfalto sobre la superficie o de agregado pulido en la carpeta de rodamiento. El resbalamiento puede producirse también, por la presencia de aceite en la superficie del pavimento.

La reducción de los peligros de resbalamiento se logra restaurando la superficie del pavimento, de forma que el agua pueda fluir alrededor de las partículas de agregado.

Los tratamientos que se aplican van desde la limpieza de la superficie contaminada a la remoción del exceso de asfalto y la repavimentación para mejorar las condiciones de evacuación del agua superficial desde el pavimento a la berma.

### **2.9.2 Exceso de asfalto**

Es la salida hacia la superficie del material ligante de un pavimento asfáltico, con la consiguiente formación de una película sobre la superficie (fig.7-28).



FIG. 27



FIG.28

- EXCESO DE ASFALTO

El exceso de asfalto en una o mas capas del pavimento, se produce en tiempo caluroso. Esto puede ser producto de una mezcla asfáltica demasiado rica, es decir, con mucha cantidad de asfalto. Un riego de liga o imprimación muy grueso, también un tránsito de vehículos demasiado pesado puede ocasionar la compresión del pavimento que contiene demasiado asfalto, obligando a éste brotar hacia la superficie.

Reparación:

En la mayoría de las veces, puede solucionarse este problema esparciendo arena caliente sobre la superficie. Cuando el exceso de asfalto es ligero, basta con un tratamiento superficial usando agregado absorbente.

#### Reparación con agregado caliente:

Se procede de la siguiente manera:

- 1.- Se esparce arena o gravilla cuyo tamaño no debe sobrepasar 1 cm, sobre el área afectada. Este agregado debe ser calentado al menos a 150°C y extendido sobre la superficie del pavimento.
- 2.- Inmediatamente después de extendido el agregado, se apisona con un rodillo de rudas de goma.
- 3.- Cuando el agregado se ha enfriado se barren las partículas gruesas.
- 4.- Si es necesario se repite el proceso.

#### **2.9.3 Agregados pulidos**

Son partículas de agregado, en la superficie del pavimento, cuyas caras han sido pulidas. Esto incluye a gravas sin triturar lisas por naturaleza como a las rocas trituradas que se desgastan rápidamente bajo la acción del tránsito de vehículos (fig.29).



FIG. 29

- AGREGADOS PULIDOS

Algunos agregados se pulen rápidamente bajo el tránsito de vehículos. Algunas gravas son lisas por naturaleza y, se utilizan sin triturar en la superficie del pavimento, éstos serán peligrosos por resbaladizos, en especial cuando están mojados.

Reparación:

La única manera efectiva de reparar un pavimento construido con agregados pulidos es recubriendo la superficie del pavimento con un tratamiento anti-resbaladizo. Para ello se debe aplicar un tratamiento superficial, en donde el agregado debe ser duro y angular.

## **CAPITULO III**

### **EL ASFALTO EN EL MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN**

#### **3.1 INTRODUCCIÓN**

##### **3.1.1 EI ASFALTO PARA MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN**

El Asfalto desempeña un papel muy importante en el mantenimiento de pavimentos de hormigón. Levanta losa que están bajo la cota rasante, llena las cavidades de las fracturas, sella las juntas y fisuras. Además cubre las superficies resbaladizas del pavimento y renueva los pavimentos desintegrados. Si se usa convenientemente, el asfalto realizará un excelente trabajo en la reparación de la gran mayoría de los defectos del pavimento de hormigón.

##### **3.1.2 SELLADO DE JUNTAS Y FISURAS**

El sellado de juntas y fisuras, se debe realizar por varias razones. Prevenir la infiltración de agua superficial, proteger el relleno de las juntas, etc.

Desde un tiempo a la fecha, el concreto asfáltico con o sin un filler mineral, fue el material de sellado mas usado. Hoy en día se están utilizando los compuestos de goma asfáltica, debido a que tienen una menor tendencia a ponerse quebradizos en invierno o muy blandos en verano.

Antes de utilizar cualquier sellador, se deben limpiar las juntas y fisuras, para lograr este propósito, se utilizan compresores de aire.

El equipo usado generalmente para el sellado de juntas y fisuras es el aplicador a presión con barras manuales montado en un camión.

En el lugar donde se ubican las juntas y fisuras sólo se colocará el material suficiente para llenarlas. Por ejemplo un sellador en caliente puede contraerse algo durante el enfriamiento, por eso deberá agregarse suficiente sellado adicional para llenar las aberturas.

Si el pavimento fuese a recibir tránsito inmediatamente después de efectuado el sellado, el material debe protegerse contra un posible levantamiento provocado por las ruedas de los vehículos. Para evitar el levantamiento del material sellante, se espolvorea la junta o fisura con arena fina.

Si los selladores son aplicados con frío, éstos deben ser cubiertos con una tapa de papel.

### **3.1.3 SUBSELLADO**

El subsellado es el medio por el cual una losa asentada es elevada a la cota de rasante. El subsellado de un pavimento de hormigón se realiza mediante inyecciones de cemento asfáltico caliente, este es inyectado en la parte inferior de la losa a través de perforaciones que abarcan todo el espesor de la losa y cuyo diámetro varía entre 38 a 50 mm. Estas perforaciones deben espaciadas alrededor de 3m a lo largo de cada vía de tránsito y a 1 m de la línea central del pavimento. Perforaciones adicionales se perforan a cada lado de todas las juntas o fisuras transversales, si la eyección de material de fundación en las esquinas es excesivo, las perforaciones deben ir a 1 m de cada lado de la junta o fisura y alrededor de 1 m desde cada lado de la junta o fisura y alrededor de 1 m desde el borde del pavimento.

En la operación de inyección de cemento asfáltico caliente por las perforaciones hechas en la losa, se deberán tomar precauciones extras en el manejo de la manguera y boquilla, así también los operarios deben utilizar elementos de seguridad, guantes y vestimenta adecuada. Todo con el fin de proteger al operario.

Un subsellado realizado detiene la eyección de material de fundación y la deformación de la superficie del pavimento. Además se posterga por varios años la necesidad de un recubrimiento superficial. Esta será sometida primero a un subsellado y luego la superficie será recubierta con concreto asfáltico.

### **3.1.4 CARPETAS DE RECUBRIMIENTO**

Para muchos tipos de defectos de los pavimentos de hormigón, la aplicación de una carpeta asfáltica de recubrimiento es el tratamiento mas efectivo y económico. Los pavimentos deformados pueden ser restaurados con una carpeta asfáltica de recubrimiento; los pavimentos desintegrados pueden ser salvados y reforzados de esa misma manera; los pavimentos resbaladizos pueden hacerse antirresbalantes con una carpeta asfáltica de recubrimiento apropiada, muchas veces este tipo de tratamiento es considerado mas como construcción que como mantenimiento, sin embargo, los recubrimientos pueden utilizarse en tramos cortos como operación de mantenimiento.

## **3.2 MANTENIMIENTO DE JUNTAS Y FISURAS**

### **3.2.1 GENERALIDADES**

Debido a las variaciones de temperaturas, en los pavimentos de hormigón se producen grandes cambios de volumen. Por ello, estos pavimentos se fisuran ; es una característica natural del material. Para que las fisuras se produzcan nítidas y en línea recta en el hormigón, estos pavimentos se construyen con juntas a intervalos frecuentes.

Las juntas pueden abarcar todo el espesor de la losa o solamente penetrar a una profundidad de un sexto a un cuarto de su espesor. Las juntas a profundidad completa son juntas que se dejan entre losas para permitir la expansión, controlar la figuración o satisfacer requerimientos de construcción. Las juntas superficiales se forman cortando el pavimento para forzar que la figuración reproduzca a lo largo de un plano de debilidad.

Otro tipo de junta es la que se construye entre la losa de hormigón y la berma. Es una junta de construcción longitudinal llamada "junta de berma".

Los métodos empleados para sellar juntas y fisuras son

esencialmente iguales y consisten en limpiar la parte superior de la hendidura y rellenarla con un material sellador. Para ser efectivo, el material sellador debe adherirse a los lados de la abertura. Por esta razón, cualquier material que impida la buena adherencia debe ser eliminado. Si en la abertura se ha acumulado arena, grava, polvo o cualquier otro material extraño, debe ser removido; ellos pueden ocasionar el desconchamiento de los bordes cuando la junta o fisura se cierre en época calurosa por expansión de la losa de hormigón.

Cualquier material sellador viejo que se encuentre endurecido también tiene que ser removido.

Si el trabajo es pequeño, la operación de limpieza puede realizarse a mano, utilizando escobas de fibras duras o de cerdas de acero y barras con puntas biseladas que penetren en la abertura.

Donde las juntas o fisuras sean muy estrechas o tengan los bordes astillados será necesario hacer trabajos especiales. Cuando estas condiciones se presentan, las juntas deben ensancharse con una sierra mecánica antes de aplicar el material sellador.

### **3.2.2 RESELLADO DE JUNTAS**

Las juntas necesitan mantenimiento periódico. El sello de la junta puede requerir reemplazo por diversas por diversas razones, entre ellas por haberse utilizado un tipo de material malo, por el sobrecalentamiento del material sellador, haber limpiado adecuadamente la junta antes del sellado, despegado de una o ambas paredes, incrustación de materias ajenas y crecimiento de vegetación y sellado mal colocado.

El siguiente método para la limpieza y resellado de juntas es el utilizado habitualmente:

- 1.- Se extrae el material del sello viejo hasta una profundidad de 2 o 3 cm.
- 2.- Utilizando una máquina limpia juntas, limpian las caras verticales de la junta y se

remueven los materiales extraños de la superficie del pavimento, extendiéndose varios centímetros a cada lado de la junta.

3.- Se aplica un chorro de aire comprimido a la junta. Las paredes de las juntas deben imprimirse con emulsión asfáltica diluida ( emulsiones del tipo CSS-1 O SS-1), no deberá imprimirse una longitud mayor que aquella que pueda sellarse en la jornada de trabajo (ver fig. 3a).

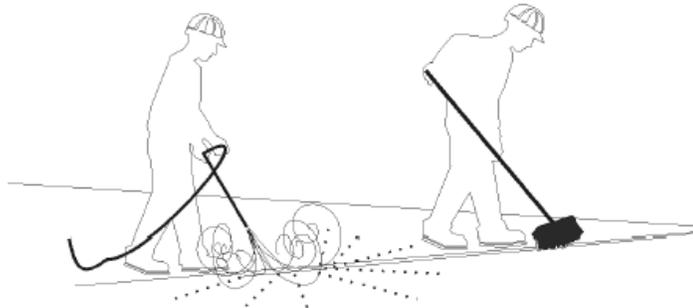


FIG. 3a

4.- Se inserta en el fondo de la hendidura una esponja de goma o plástico, o cinta de papel; esto se realiza para proporcionar una cara inferior no adhesiva para el sello (ver fig.3b).

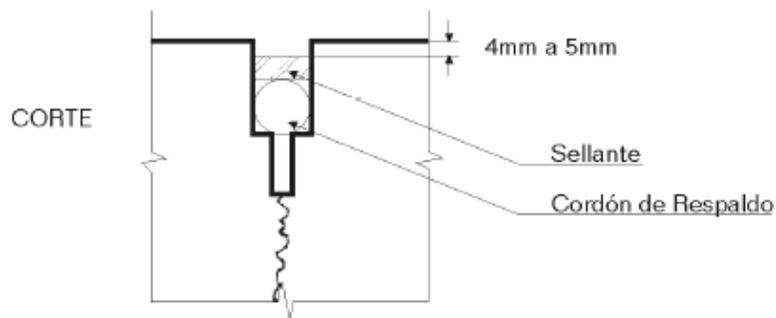


FIG. 3b

5.- Se sella en una sola aplicación. Los bordes exteriores de las juntas transversales deben elevarse para evitar que el material de sellado escurra hacia el extremo de la losa.

### **3.2.3 EXCESO DE SELLO**

A menudo, en el material de sello de la junta pueden alojarse arena y guijarros, ocupando un espacio necesario por el propio material de sellado.

Cuando la losa se expande, el sello aflora y forma una protuberancia. Algunas veces hay tal cantidad de materia extraña en la junta que ocasiona el desconchamiento de la losa. Cuando esto ocurre, el sello debe ser removido y la junta resellada.

En muchos casos, el exceso de sello puede ser eliminado cortándolo con una pala de borde cuadrado caliente, cuando la cantidad de material sellador aflorado es demasiado grande, el trabajo puede hacerse mejor utilizando una cuchilla especial, empujada por un camión.

### **3.2.4 SELLADO DE LAS FISURAS**

En los pavimentos de hormigón, las fisuras se definen como: “hendiduras irregulares, aproximadamente verticales, debidas a causas naturales a la acción del tránsito”. Incluidas bajo esta definición están :

- Fisuras transversales
- Fisuras longitudinales
- Fisuras diagonales
- Fisuras de esquina
- Fisuras moderadas

#### **3.2.4.1 FISURAS TRANSVERSALES**

Son fisuras perpendiculares al eje de la calzada, también pueden

extenderse desde una junta transversal hasta el borde del pavimento, siempre que la intersección con la junta esté a una distancia del borde mayor que la mitad del ancho de la losa y la intersección con el borde se encuentre a una distancia inferior que la mitad del ancho de la losa ( fig.30-31-32).

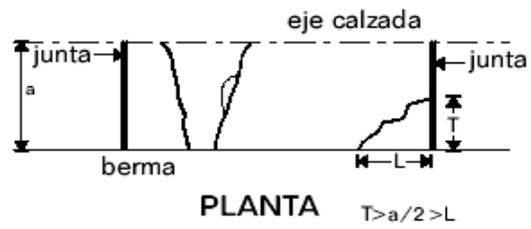


FIG.30



FIG.31



FIG.32

- FISURAS TRNAVERSALES

Causas:

- losa de longitud excesiva.
- junta de contracción aserrada o formada tardíamente.
- espesor de la losa insuficiente para soportar las licitaciones.
- flexión repetida de la losa.
- fallas de fundaciones blandas.
- juntas congeladas.

Reparación:

- Se limpia la fisura con aire comprimido de todo material suelto.
- Las paredes de las juntas deberán imprimarse con emulsión asfáltica diluida (del tipo CSS-1 o SS-1) . No deberá imprimarse una longitud mayor que aquella que pueda sellarse en la jornada de trabajo.
- Finalmente, se rellena con un material sellador.

Si la fisura es debida por la eyección del material de fundación desde la parte inferior de la losa a la superficie, el vacío formado debajo del

pavimento debe ser rellenado ( con un subsellado).

### 3.2.4.2 FISURAS LONGITUDINALES

Son fisuras predominantemente paralelas al eje de la calzada o que se extienden desde una junta transversal hasta el borde de la losa, pero la intersección a una distancia mucho mayor que la mitad del ancho de la losa ( fig. 33-34-35).

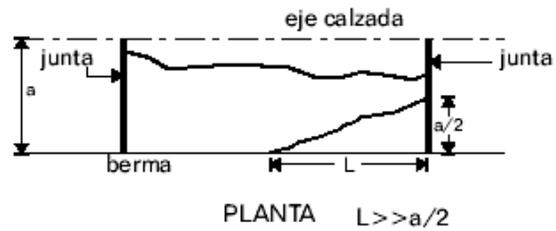


FIG.33



FIG.34

- FISURAS LONGITUDINALES

#### Causas:

- asentamiento de la base y/o subrasante.
- losa de ancho excesivo.
- carencia de una junta longitudinal.
- mal posicionamiento de las barras de traspaso de cargas.
- aserrado tardío de la junta.



FIG.35

- FISURAS LONGITUDINALES

Reparación:

Se realiza el mismo procedimiento que para las fisuras transversales.

**3.2.4.3 FISURAS DIAGONALES**

Estas fisuras son diagonales a la línea del pavimento.

Causas:

Las fisuras diagonales generalmente son causadas por las cargas del tránsito que actúan sobre los extremos de la losa sin soporte. Debido a estas causas la fundación se asienta y la losa se ondula, y luego el material de la subrasante es expulsado hacia fuera (eyección), mayormente a lo largo del borde, ocasionando esto una fisura diagonal.

Reparación:

- se limpia la fisura con un chorro de aire comprimido.
- se rellena la mitad de la fisura con un sellador.
- se somete la losa a un subsellado (inyección de cemento asfáltico).
- se termina de llenar la fisura con el sellador.

#### 3.2.4.4 FISURAS DE ESQUINA

Son fisuras diagonales que forman un triángulo cuyos otros dos lados son una junta longitudinal de borde y una junta transversal, forman un ángulo de  $50^\circ$  con la dirección del tránsito. La longitud de los lados del triángulo varía entre 30cm y la mitad del ancho de la losa ( fig.36-37-38).

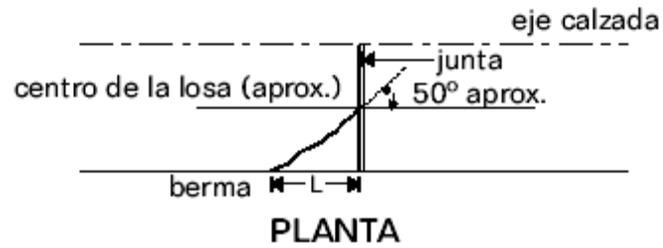


FIG. 36



FIG.37



FIG.38

- FISURAS DE ESQUINA

Causas:

- cargas del tránsito al actuar sobre esquinas sin soporte, curvadas o alabeadas.
- acción de las cargas sobre puntos débiles de la subrasante bajo la losa.
- falta de apoyo de la losa originadas por erosión de la base o alabeo térmico.

Reparación:

- se remueve la losa rota.
- si es necesario, se nivela la subrasante y se le aplica un riego de imprimación
- se aplica un riego de liga a los lados de la losa.
- se coloca, en capas que no excedan de 10 cm de espesor, concreto asfáltico densamente graduado.
- se compacta con un compactador vibrante plano.
- se termina la superficie emparejándola con la superficie circundante.

### 3.2.4.5 FISURAS MODERADAS

Son fisuras que se desarrollan cerca de los bordes de un pavimento de hormigón ( a menos de 90 cm) y que progresan en forma irregular hacia la junta longitudinal.

Causas:

- materias extrañas, tales como gravas duras que se alojan profundamente en la junta transversa, impidiendo la expansión de la losa.

Reparación:

- se extrae el material de sello viejo y la materia extraña que se halle en la junta transversal, hasta la profundidad requerida para remover toda contaminación.
- se utiliza una máquina de limpiar juntas para limpiar las caras verticales de la junta y eliminar las materias extrañas de la superficie del pavimento, extendiéndose por lo menos hasta unos 3 cm a cada lado de la junta y de la fisura.
- se limpia la junta y la fisura con aire comprimido.
- se sella la fisura y la junta con 2 aplicaciones de sellador.

**3.3 REPARACIÓN DE LA DEFORMACIÓN EN PAVIMENTOS DE HORMIGÓN****3.3.1 GENERALIDADES**

La deformación es cualquier cambio de la superficie del pavimento de su forma original. El escalonamiento de losas es una forma predominante de deformación en los pavimentos de hormigón. La eyección de material de fundación desde la parte inferior de la losa a la superficie, no puede clasificarse como deformación, pero ocasiona escalonamiento de losas y losas hundidas y, por consiguiente, se incluye en esta sección.

Las principales causas de deformación son: los suelos expansivos, los suelos susceptibles de congelarse y los asentamientos de la fundación.

Si no son muy extensas, algunas de las formas de deformación pueden remediarse elevando la losa hasta llevarla a su nivel original. Una manera de hacer esto es mediante el subsellado. Algunas veces, la superficie del pavimento está tan deformada que la reparación más económica es la colocación de una carpeta de recubrimiento.

### 3.3.2 ESCALONAMIENTO DE LOSAS

Es el desnivel entre dos superficies del pavimento, separadas por una junta transversal o fisura (fig. 39- 40).

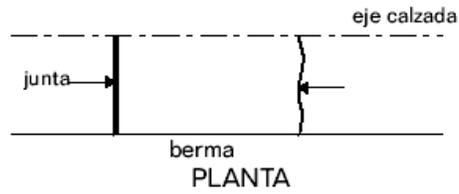


FIG. 39

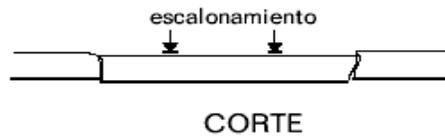


FIG. 40



FIG.41

- ESCALONAMIENTO DE LOSAS

Causas:

- erosión de la base en las mediciones de la junta o grieta.
- deficiencia en el traspaso de cargas entre las losas y trozos de losas.
- asentamiento diferencial de la subrasante .
- drenaje insuficiente.

Reparación:

- mejorar el sistema de drenaje.
- para evitar que el fenómeno se asiente ,inyectar las losas levantándolas hasta nivelarlas con la adyacente (subsellado) luego mejorar el sistema de transferencia de carga.
- utilizar este procedimiento para todas las losas que presenten un nivel de escalonamineto se severidad alta.
- antes de comenzar el subsellado , la junta o fisura debe ser parcialmente llenada con un sellador . En algunos casos, puede ser necesario , colocar parche conforma de cuña para nivelar, y después aplicar una carpeta asfáltica de recubrimiento.

**3.3.3 BOMBEO (SURGENCIA DE FINOS)**

Expulsión de agua mezclada con suelos finos a través de las juntas , grietas y bordes extremos del pavimento, al pasar un vehículo especialmente pesado (fig. 41-42).



FIG.41



FIG.42

- BOMBEO

Causas:

- el bombeo es ocasionado cuando existe agua entre el pavimento y la base que está cercana a la saturación.
- el tránsito, en especial, los vehículos pesados , producen un efecto de succión y luego bombeo que erosiona material fino de la base.
- el fenómeno es especialmente activo cuando la transmisión de carga es inadecuado.

Reparación:

- localizar el origen del agua infiltrada

- instalar drenes de pavimento.
- se extrae el material de sello viejo, si existe, hasta una profundidad de unos 3 cm.
- se utiliza una máquina limpia juntas para limpiar las caras verticales de las juntas (o grietas).
- se limpia la junta con aire comprimido.
- se rellena la mitad de la junta con sellador.
- se procede a hacer un subsellado.
- se termina llenando la junta con sellador.

Cuando el fenómeno ha originado algún deterioro, este debe repararse de acuerdo a su tipo y severidad.

### **3.4 REPARACIÓN DE LA DESINTEGRACIÓN**

#### **3.4.1 GENERALIDADES**

La desintegración es la rotura del pavimento en pequeños fragmentos sueltos, esto incluye el desprendimiento de las partículas de agregado. Si el proceso no se detiene en sus comienzos, puede progresar hasta requerir la completa reconstrucción del pavimento.

Los tipos comunes de desintegración en los pavimentos de hormigón que pueden ser reparados con asfalto son:

- estallido (levantamiento, fragmentación)
- peladura
- descascaramiento (astilladura)

#### **3.4.2 ESTALLIDO (LEVANTAMIENTO, FRAGMENTACIÓN)**

El estallido es la fragmentación, o levantamiento localizado de un pavimento de hormigón, que se produce usualmente en una fisura transversal o en una junta ( fig. 43-44-45).

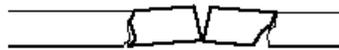
Causas:

- expansión excesiva de las losas durante épocas de verano y no cuenta con juntas de expansión.
- en pavimentos con barras de traspaso de cargas, mala colocación de estos elementos.
- presencia de un estrato de suelos expansivos a poca profundidad.

En todos estos casos la presión se eleva hasta que las losas durante la época calurosa. La presión se eleva hasta que las losas no pueden resistirla más y luego éstas se levantan o fragmentan, disgregándose a lo largo de la junta transversal o de la fisura.

Reparación:

- se remueve la porción dañada de la losa, aserrándola en un corte recto y limpio con una sierra de pavimento.
- si es necesario, se nivela la sub-base, y se aplica un riego de imprimación.
- se aplica un riego de liga a los lados de la losa.
- se coloca concreto asfáltico densamente graduado, y se compacta en capas de no mas de 10 cm de espesor cada una. Si el área no es suficientemente grande para utilizar un rodillo normal, se debe utilizar un compactador vibrante plano.
- se termina la superficie emparejándola con el pavimento circundante.



CORTE A-A

FIG. 43

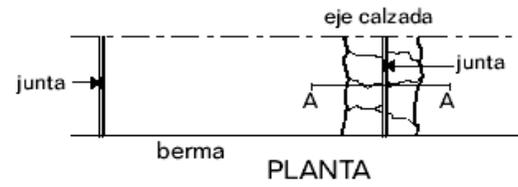


FIG. 44



FIG. 45

- ESTALLIDO

### 3.4.3 PELADURA

La peladura es la escamasión de la superficie de los pavimentos de hormigón, o carencia o pérdida de la textura superficial necesaria para que exista una fricción adecuada entre pavimento y neumáticos (fig. 46-47).



FIG. 46

Causas:

- exceso e acabado.
- uso de mezcla inapropiada o agregados inadecuados .
- curado inapropiado.
- exceso de mortero en la superficie por mucha vibración o mala dosificación.



FIG.47

- PELADURA

### Reparación:

Si las áreas escamadas son de menos de 1 cm de profundidad , se puede hacer una reparación temporal con un sello de emulsión asfáltica. Si la peladura es extensa y profunda, el pavimento debe ser recubierto co una carpeta de recubrimiento.

- se remueven todas las partículas sueltas de la superficie, con una escoba de cerdas de acero.
- se limpia el área con aire comprimido.
- se aplica un sello de emulsión asfáltica para restaurar la superficie a su nivel original.

### **3.4.4 DESCASCARAMIENTO (ASTILLADURA)**

Se clasifica como descascaramiento o astilladura a la división del pavimento en numerosas partículas en las juntas, fisuras o bordes (fig.48).



FIG.48

- ASTILLADURA

Usualmente, los fragmentos resultantes tienen bordes biselados.

Causas:

- fragmentos duros de grava alojados en las juntas o fisuras.
- mecanismos de transferencia de cargas inapropiadamente instalados.
- Conformación y aserrado de juntas inapropiados.

Reparación:

- la reparación comienza picando el área descascarada hasta encontrar material resistente, cortando bordes rectos y haciendo los lados tan verticales como sea posible.
- Se limpia el área con aire comprimido.
- Se aplica un riego de liga en todo el sector que va hacer reparado.
- Se llena el hueco con concreto asfáltico densamente graduado, colocando suficiente mezcla para que quede emparejado con el pavimento circundante después de la compactación.

**3.5 ELIMINACIÓN DE RIESGOS POR CALZADAS RESBALADIZAS****3.5.1 GENERALIDADES**

Numerosas causas pueden hacer que un pavimento sea resbaladizo cuando está mojado. Una de las principales causas del resbalamiento en los pavimentos de hormigón es la presencia de agregado pulido en la superficie. Las partículas del agregado pueden ser gravas lisas sin triturar o pueden ser del tipo que se desgasta bajo la acción del tránsito. El resbalamiento también se desarrolla por la contaminación de la superficie.

**3.5.2 AGREGADO PULIDO**

Son partículas de agregado, en la superficie del pavimento, cuyas caras se han hecho lisas debido al pulimiento.

Esto incluye tanto a las gravas sin triturar, lisas por naturaleza,

como a las rocas trituradas que se desgastan rápidamente bajo la acción del tránsito.

Causas:

- algunos agregados se pulen rápidamente bajo la acción del tránsito, otros, tales como algunos tipos de gravas, son lisos por naturaleza. Si estos agregados se utilizan sin triturar en un pavimento, constituirán un peligro al resbalamiento, pues estos pavimentos son extremadamente resbaladizos cuando están mojados.

Reparación:

La forma mas efectiva y económica de reparar un pavimento con agregado pulido es recubrir su superficie con un tratamiento antiresbaladizo.

Para reducir la probabilidad de que aparezcan fisuras de reflexión, la carpeta de recubrimiento debe ser al menos de 7 a 8 cm de espesor.

El método a seguir en la reparación es el siguiente:

- se aplica un riego de liga a la superficie del pavimento.
- se coloca una carpeta de recubrimiento asfáltico, utilizando agregado no pulimentable, angular agudo.
- se compacta con rodillos de ruedas de goma y rueda de acero.

## CAPITULO IV

### CONSERVACIÓN PAVIMENTO ASFÁTICO DE DOBLE TRATAMIENTO

#### MOLINA CUMPEO

##### 4.1 Generalidades

El camino Molina Cumpeo, queda ubicado en la VII región, perteneciente a la provincia de Talca, por él transitamos por las comunas de Rio Claro y San Gerardo, consta de 30 Km asfaltados con un doble tratamiento en su totalidad.

Me pareció un camino apto para ejemplificar todo lo que hemos visto en esta tesis, puesto que es un camino relativamente nuevo (6 ó 7 años) con muchas deficiencias para su edad.

La verificación del mal estado del camino, la hice solamente con inspección visual, la cual fue suficiente para verificar el deterioro de éste.

El camino Molina Cumpeo, es una ruta alternativa para llegar a la ciudad de Talca, por donde no se paga peaje, por lo que los camiones y vehículos transitan por ahí para poder librarse del pago de éste. Por esta razón y otras que veremos a continuación, el pavimento se ha deteriorado notablemente sin que la Dirección de Vialidad de Talca haga algo al respecto, ya sea por falta de recursos y poco interés que tienen en repararlo.

##### 4.2 Carpeta asfáltica perteneciente a la Comuna de Rio Claro y San Gerardo (camino Molina Cumpeo)

Como vimos anteriormente, la carpeta asfáltica del camino Molina-Cumpeo, está en muy malas condiciones; encontrando baches en la mayoría de su longitud, en algunos sectores exceso de asfalto, desprendimiento y parches de emergencia en mal estado.



FIG. 49

La fig. 49 corresponde a la comuna de Río Claro; esta carpeta tiene “exceso de asfalto” en unos 500 metros aproximadamente, al ser un camino alternativo y al pasar muchos camiones pesados por el sector, produjo la salida de asfalto hacia la superficie, provocando una superficie resbaladiza. Es una falla funcional, ya que no imposibilita su uso y el defecto se refleja en la superficie de rodamiento. La calificación corresponde a un 3.5, implicando que el estado del pavimento es bueno.

La figura siguiente, fig. 50, nos muestra una perspectiva generalizada del pavimento, vemos baches de diferentes tamaños en toda la longitud del pavimento y baches que han sido reparados temporalmente.



FIG. 50

Estos baches se produjeron indudablemente porque el pavimento estructuralmente es insuficiente para el nivel de solicitudes y por la escasez de asfalto en el sector, lo que concluyó en una desintegración localizada. Corresponde a una calificación 2.0, indicando que el estado del camino es malo.

Las figuras 51, 52 y 53, nos muestra en forma mas clara los baches del pavimento y los parches. Este sector también corresponde a la comuna de Río Claro.



FIG. 51



FIG. 52



FIG. 53

En el transcurso del camino vemos “desprendimientos” en varios kilómetros, que es la disgregación progresiva de las partículas de agregado, la figura 54 muestra el aspecto rugoso y áspero del pavimento, caso típico del desprendimiento. Esta desintegración es producto de la escasez de asfalto. Es una falla funcional, correspondiéndole la calificación 4.0, implicando que el camino está en buen estado.



FIG. 54

Siguiendo con la inspección visual del camino, encontramos varias curvas, dos de ellas poseen baches, desprendimiento y fisuras de borde, estas últimas aparecen generalmente por la falta de soporte lateral (berma). La figura 55, nos muestra estas deficiencias con claridad, corresponde a una falla funcional de calificación 2.0, por lo tanto el estado del camino es malo.



FIG. 55

Estando en la comuna de San Gerardo y pasando el puente Los Robles, vemos baches considerables, fig. 56, 57 y 58, y desprendimientos a lo largo de una vía.

Corresponde a fallas estructurales, la falla está en una etapa avanzada , lo que puede generar la destrucción generalizada del pavimento. La calificación es de 1.5, además nos obliga a reducir la velocidad en un 40 % respecto a la operación del tramo, por lo tanto el estado del camino es malo.



FIG. 56



FIG. 57



FIG. 58

Terminando con el recorrido de la carpeta asfáltica Molina – Cumpeo, nos encontramos con una situación inaceptable para cualquier pavimento, por falta de limpieza del sistema de drenaje (cuneta) , el cauce que en él evacua proveniente de las aguas lluvias y aguas de vertientes, buscaron otro rumbo para continuar su camino y ¿qué mejor que el pavimento?, provocando un sin fin de deterioros, entre ellos baches muy grandes, pozos y desprendimientos, fig.59 y fig 60. Este gran deterioro se encuentra en unos 500 metros aproximadamente, corresponde a una falla estructural, cuya calificación es de 1.0, correspondiendo a un estado del camino muy malo.



FIG.59



FIG. 60

## CONCLUSIONES

- Aún no se toma verdadera conciencia de que hacer mantención o conservación de pavimentación es mucho mas barato que reparar el mismo pavimento, además de ahorrarnos millones de pesos, se puede ofrecer mas serviciabilidad y confortabilidad a los conductores.
- Las inspecciones no necesariamente deben estar orientadas a verificar el estado de todos los elementos del camino simultáneamente ya que, normalmente, no sólo diferentes elementos requieren de periodicidades distintas, sino que el tiempo que demora el trabajo en unos y otros también es diferente. Como criterio general puede resultar adecuado destinar una inspección a cubrir el sistema de drenaje y obra básica en su conjunto, otra a pavimentos o carpetas de rodadura granulares y bermas, otra para establecer las condiciones en que se encuentran los elementos de seguridad vial y, por último, otra a inspeccionar estructuras.
- La conservación de pavimentos requiere de personal capacitado, es decir, que dominen ampliamente el tema.
- Para que los fondos destinados a mantención sean ocupados en forma eficiente, es necesario inspeccionar los pavimentos frecuente y minuciosamente
- En consideración a las elevadas inversiones involucradas, a los limitados periodos de vida útil que se alcanzan y a las crecientes interferencias con el tránsito que producen las reposiciones completas de los pavimentos, en los últimos años y en casi todo el mundo se le ha dado una importancia a establecer nuevas y mejores métodos de mantenimiento de los pavimentos. En la actualidad se cuenta con una serie de nuevas herramientas que, al permitir prever y cuantificar los daños e intervenir en el procedimiento mas adecuado en el momento mas oportuno, logran prolongar significativamente la vida útil de un pavimento.
- El asfalto tiene gran variedad de usos en el mantenimiento de toda clase de pavimentos.

- En algunas regiones de Chile, es conveniente utilizar asfaltos modificados, que a pesar de ser más caros, pueden utilizarse durante todo el año, no esperando temporadas de primavera – verano, para poder reparar los pavimentos.
- Desde el día en que un pavimento nuevo es abierto al tránsito, comienza a deteriorarse gradualmente debido a las cargas vehiculares y a defectos del clima; por esta razón es importante un correcto mantenimiento para así prolongar la vida útil del pavimento.
- Tan pronto ha sido determinada la necesidad de hacer reparaciones, éstos deben hacerse inmediatamente, ya que los pavimentos continúan deteriorándose día a día, produciendo así una conducción peligrosa.
- Es necesario determinar primero la causa que produjo el daño en el pavimento, para poder realizar una reparación correcta, pudiendo así evitar una recurrencia.
- Los trabajos de mantenimiento deben realizarse preferentemente en época calurosas ( primavera-verano). Aunque hace un par de años salieron al mercado muy buenos productos de asfaltos modificados, los cuales pueden utilizarse en todo tipo de clima.
- Un mantenimiento oportuno y continuo es necesario para preservar la inversión y mantener el pavimento en completo servicio al público.
- La mantención deficiente de las obras de drenaje, nos lleva indudablemente al deterioro progresivo de los pavimentos, lo que una mantención rutinaria y la limpieza de éstos ayuda a tener caminos en buen estado y con una vida útil mucho mas larga.
- El camino Molina Cumpeo, está en muy malas condiciones, encontrándose en él baches y desprendimientos.
- La mayoría de estas deficiencias son producidas por la carga muy pesada que pasa por este camino, por la escasez de asfalto y por la falta de limpieza de las obras de drenaje.

- Por ser un camino rural y un desvío para llegar a la ciudad de Talca, sin pagar peaje, la dirección de vialidad perteneciente a la provincia de Talca, no ha hecho nada al respecto, por creer que no tiene mayor relevancia para las personas que habitan por el lugar.

## GLOSARIO

**Asfalto Modificado:** Material que se obtiene al modificar un cemento asfáltico con un polímero, resultando un ligante de características reológicas mejoradas.

**Buen estado del camino:** Caminos pavimentados en su mayor parte libres de defectos, que requieren sólo mantenimiento rutinario.

**Caja** ( pavimentos de hormigón): Ranura que se forma en la parte superior de las juntas y que sirve para alojar el cordón de respaldo y el sellante.

**Camino Tipo 1:** Camino convencional clasificado como primario pero que no reúne las características de una autopista. Para los efectos de la señalización y seguridad vial debe asociarse a una velocidad representativa de 100 km/h.

**Camino Tipo 2:** Camino convencional clasificado como colector. Para los efectos de la señalización y seguridad vial debe asociarse a una velocidad representativa de 80 km/h.

**Camino Tipo 3:** Camino convencional clasificado como local o de desarrollo. Para los efectos de la señalización y seguridad vial debe asociarse a una velocidad representativa de 60 km/h.

**Cárcava:** Zanja o erosión de gran tamaño provocada por una avenida de agua.

**Carpeta de rodadura:** Partículas gruesas de suelo que se estabilizan con arcilla; o en algunos casos productos químicos estabilizados. Son carpetas de un costo relativamente bajo que permite a los vehículos circular bajo variadas condiciones meteorológicas en forma mas o menos confortable y segura.

**Condiciones de las Bermas:** Las condiciones en que se mantengan las bermas afectan la serviciabilidad del camino, tanto desde el punto de vista estructural del pavimento como de la seguridad del usuario. Para cooperar efectivamente con la capacidad estructural del pavimento, las bermas deben estar conformadas por un material firme y denso, a nivel con el borde del pavimento y perfectamente adosadas

a la cara lateral. Los materiales densos y adosados al pavimento y, especialmente, las superficies revestidas, evitan que el agua penetre hacia la base y sub-base. Ese mismo material, a nivel con el pavimento, además de la seguridad que significa para los usuarios, proporciona un efectivo apoyo lateral al pavimento, en especial cuando está conformado por capas asfálticas.

**Grieta:** Quebradura que afecta a las capas estructurales del pavimento.

**Ligantes para sellado de grietas.** En las situaciones que se indican más adelante y que corresponda sellar grietas con mezclas asfálticas, en los riegos de liga se utilizarán emulsiones asfálticas tipo CSS-1 o SS-1, diluidas en agua en proporción 1 : 1.

**Grietas entre 6 mm y 20 mm de ancho.** Se emplearán productos tipo mástico asfáltico modificado con polímero que cumplan con los siguientes requisitos:

- Penetración, 25°C, 100g, 5s, 10-1 mm : máx.60 según Método LNV 34
- Ductibilidad, 0°C, mm : mín. 20 según Método LNV 35
- Filler, porcentaje en peso : máx. 25
- Punto de Ablandamiento, °C : mín. 58 según Método LNV 48

**Grietas entre 20 mm y 70 mm de ancho.** Se preparará una mezcla de arena-emulsión asfáltica con una dosis no inferior que 18% de emulsión. Las emulsiones serán del tipo RS-1, RS-2, CRS-1 o CRS-2.

**Grietas y cavidades de más de 70 mm de ancho.** Se utilizarán mezclas asfálticas en caliente, empleando cemento asfáltico tipo CA 60 - 80 o CA 80 - 100, y un árido que se ajuste a la banda granulométrica.

**Ligantes para bacheo.** Cuando la mezcla de reemplazo deba apoyarse sobre una base granular, como imprimante se utilizarán asfaltos cortados de curado medio, tipo MC-30, Cuando la mezcla se coloque apoyándose sobre una capa asfáltica y cuando se utilicen medios mecánicos para el bacheo, como ligantes se utilizarán emulsiones asfálticas tipo CSS-1 o CSS-1h, diluidas en agua en proporción de 1:1.

**Mezclas asfálticas.** En la reparación de pavimentos de concreto asfáltico en caliente se utilizarán, de preferencia, mezclas asfálticas en caliente, ligadas con cemento asfáltico tipo CA 60-80 o CA 80-100. En la reparación de pavimentos constituidos por mezclas en frío, cuando se realice un bacheo mecanizado o cuando resulte impracticable colocar una mezcla en caliente, se podrá utilizar una mezcla en frío, utilizando como ligante una emulsión de quiebre lento o medio.

Como una solución de emergencia y cuando las condiciones climáticas impidan utilizar mezclas en caliente, se podrán emplear mezclas en frío tipo Stock Pile, EZ Street o similares, predosificadas y que se encuentren apiladas en lugares adecuados.

**Mal estado del camino:** Caminos pavimentados con defectos considerables y requieren renovación o reconstrucción inmediata.

**Operación de conservación:** Trabajo de mantenimiento vial que es posible definir, individualizar y diferenciar de otros y conducente a la conservación de una parte de la obra, para la cual se describen, los procedimientos de ejecución que se utilizan habitualmente, se regulan y estipulan los materiales requeridos de calidad a que debe ajustarse.

**Recapado:** Técnica de restauración que consiste en reemplazar o sobreponer una capa de pavimento, sin alterar significativamente la geometría ni las condiciones estructurales del camino.

**Regular estado del camino:** Caminos pavimentados que tienen defectos considerables y requieren renovación o refuerzo de la superficie.

**Reperfilado:** El reperfilado del material en el estado que se encuentra consistirá en reconformar la plataforma del camino, incluyendo las cunetas, lo más cerca posible de las condiciones primitivas de diseño o a un diseño mínimo, comprendiendo la restitución de bombeos y peraltes, reacondicionamientos de las cunetas, eliminación de las deformaciones longitudinales, tales como ahuellamientos y acumulación de materiales, y de las transversales, tales como ondulaciones (calamina), y el

emparejamiento de baches.

**Sellos Bituminosos:** Se refiere al recubrimiento de un pavimento asfáltico con un riego asfáltico, sólo o combinado con algún agregado, cualquiera fuera la extensión de la superficie por tratar. Los tipos de sellos que aquí se incluyen son los siguientes: riego de neblina, lechada asfáltica y tratamiento superficial simple.

Los sellos tipo **riego de neblina** se utilizan para rejuvenecer superficies que presentan un cierto grado de envejecimiento (oxidación), para sellar fisuras y grietas pequeñas y cuando se detecta una insuficiencia de asfalto en la dosificación de la mezcla asfáltica utilizada en la construcción.

Las **lechadas asfálticas** pueden suplir con éxito al riego de niebla, pero además detienen el desgaste superficial y mejoran la fricción entre pavimento y neumático.

Para sellos tipo neblina y lechadas asfálticas se deberán utilizar emulsiones de quiebre lento tipo CSS-1, CSS-1h, SS-1 o SS-1h,

Los sellos tipo **tratamiento superficial simple**, al igual que los otros tipos, rejuvenecen, sellan la superficie, detienen el desgaste superficial y mejoran la fricción entre pavimento y neumático. El tamaño del agregado que se utiliza define el objetivo para él o los cuales se coloca.

Para los sellos tipo lechada asfálticas y para tratamientos superficiales, también podrán usarse emulsiones modificadas.

**Subrasante:** El plano superior del movimiento de tierras y que se ajusta a requerimientos específicos de geometría y que ha sido conformada para resistir los efectos del medio ambiente y las solicitaciones que genera el tránsito. Sobre la subrasante se construye el pavimento y las bermas.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Asfaltos  
Apuntes entregados en clases  
Caminos I y II  
Profesor Adolfo Montiel
  
- Utilización de Asfaltos Modificados en Obras Viales  
Tesis Margorie Contreras  
Universidad Austral de Chile
  
- Lecciones de Asfaltos para Obras Viales  
Tesis Alex Fuentealba  
Universidad Austral de Chile
  
- Manual De Carreteras  
Volumen 5 y Volumen 7  
Dirección de Vialidad  
Ministerio de Obras públicas, Chile
  
- Aridos  
Apuntes entregados en clases  
Técnica del Hormigón I y II  
Profesor José Arrey
  
- Tecnología del Asfalto y Prácticas de Construcción (1985)  
Instituto Chileno del Asfalto  
Santiago, Chile

- Apuntes entregados por Dirección de Vialidad de la ciudad de Talca y Curicó  
Sr. José Mosso