



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela de Construcción Civil

DETERIOROS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS

Tesis para optar al título de:
Ingeniero Constructor

Profesor Guía:
Sr. Adolfo Montiel Mancilla.
Ingeniero Constructor

RICARDO JAVIER MIRANDA REBOLLEDO

VALDIVIA – CHILE

2010

INDICE DE MATERIAS

Contenido	Pág.
RESUMEN / ABSTRACT.	
INTRODUCCIÓN.	
OBJETIVOS	
CAPITULO I	
INTRODUCCION A LOS PAVIMENTOS	
1. Pavimentos.....	1
2. Elementos que integran un pavimento.....	2
2.1 Base.....	2
2.2 Subbase.....	2
2.3 Subrasante.....	3
2.4 Tipos de pavimento.....	3
2.4.1 Pavimento flexible.....	4
2.4.2 Pavimento rigido.....	9
3. Ventajas y desventajas del uso de pavimentos flexibles y rígidos.....	13
3.1 Pavimento flexible.....	13
3.2 Pavimento rígido.....	14
CAPITULO II	
TIPOS DE FALLAS	
1. Introducción.....	16
2. Pavimentos flexibles.....	16
2.1. Fisuras y grietas.....	17
2.1.1. Fisuras y grietas por fatigamiento.....	17
2.1.2. Fisuras y grietas en bloque.....	17
2.1.3. Grietas de borde.....	18
2.1.4. Fisuras y grietas longitudinales y transversales.....	19
2.1.5. Fisuras y grietas reflejadas.....	20
2.2. Deterioro superficial.....	20
2.2.1. Parches deteriorados.....	20
2.2.2. Baches en carpetas asfálticas y tratamientos superficiales.....	21
2.2.3. Ahuellamiento.....	21

2.2.4.	Deformación transversal.....	22
2.2.5.	Exudaciones.....	22
2.2.6.	Desgaste.....	23
2.2.7.	Pérdida de áridos.....	23
2.2.8.	Ondulaciones.....	24
2.3.	Otros deterioros.....	25
2.3.1.	Descenso de la berma.....	25
2.3.2.	Surgencia de finos y agua.....	25
2.3.3.	Separación entre berma y pavimento.....	26
3.	Pavimentos rígidos.....	26
3.1.	Juntas.....	26
3.1.1	Deficiencias del sellado.....	26
3.1.2	Juntas saltadas.....	27
3.1.3	Separación de la junta longitudinal.....	27
3.2.	Grietas.....	28
3.2.1	Grietas de esquina.....	28
3.2.2	Grietas longitudinales.....	28
3.2.3	Grietas transversales.....	29
3.3.	Deterioro superficial.....	29
3.3.1	Fisuramiento por retracción (tipo malla).....	29
3.3.2	Desintegración.....	30
3.3.3	Baches.....	30
3.4.	Otros Deterioros.....	31
3.4.1	Levantamiento localizado.....	31
3.4.2	Escalonamiento de juntas y grietas.....	31
3.4.3	Descenso de la berma.....	32
3.4.4	Separación entre berma y pavimento.....	32
3.4.5	Parches deteriorados.....	32
3.4.6	Surgencia de finos.....	33
3.4.7	Fragmentación múltiple.....	34

CAPITULO III

TRABAJOS DE REPARACIÓN.

1.	Introducción.....	35
2.	Pavimentos flexibles.....	35
2.1	Sellado de grietas.....	35

2.2 Bacheo superficial.....	36
2.3 Bacheo profundo.....	37
2.4 Sellos bituminosos.....	39
2.5 Nivelación de bermas.....	40
3. Pavimentos Rígidos.....	41
3.1 Sellado de juntas y grietas.....	41
3.2 Reparación en todo el espesor.....	42
3.3 Reparación de espesor parcial.....	43
3.4 Instalación de drenes de pavimentos.....	44
3.6 Cepillado de la superficie.....	45
3.7 Nivelación de bermas.....	47

CAPITULO III

REPARACIÓN DE PAVIMENTO SECTOR 1 Y 2 DE VALDIVIA.

1. Introducción.....	48
2. Reparación juntas puente Pedro de Valdivia.....	49
2.1 Trabajos de reparación.....	50
3. Reemplazo de losas de hormigón.....	51
4. Reconstrucción de pavimentos de hormigón.....	52
4.1 Procedimiento de construcción.....	54
4.1.1 Rectificación de la base.....	54
4.1.2 Colocación de los moldajes.....	54
4.2 Construcción de pavimentos de calzadas de hormigón.....	55
4.2.1 Terminación y alisado de la superficie.....	56
4.3 Corte y sello de juntas.....	57
4.3.1 Juntas Transversales de Contracción.....	58
4.3.2 Juntas Transversales de Expansión.....	60
4.3.3 Juntas Transversales de Construcción.....	62
4.3.4 Juntas Longitudinales.....	63
4.4 Colocación de soleras.....	64
4.4.1 Soleras rectas tipo A.....	64
4.4.2 Soleras especiales (con zarpa).....	65
4.5 Aceras.....	66
5. Reconstrucción pavimento asfáltico en caliente.....	67
5.1 Procedimiento de Construcción.....	68
5.2 Imprimación.....	69

5.2.1 Preparación de la superficie a imprimir.....	70
5.2.2 Aplicación del Asfalto.....	70
5.3 Mezclas asfálticas en caliente.....	71
5.3.1 Compactación.....	72
CONCLUSIONES.....	75
BIBLIOGRAFIA.....	76
ANEXOS.....	77
ANEXO A: Programa conservación vías urbanas 2009–manvu.....	78
ANEXO B: Tabla aplicación de productos asfálticos.....	83
ANEXO C: Uso de emulsiones.....	84
ANEXO D.: Deterioros y técnicas de reparación.....	85

RESUMEN

Este trabajo de titulación incluye una descripción de los tipos de pavimentos existentes para la construcción de caminos, mostrarlos diferentes tipos de deterioros que se presentan en un pavimento, sus diferentes causas a través de su construcción o a lo largo de los años, se plantea a demás los tipos de técnicas de reparación aplicadas en obras de pavimentación, mostrando sus procesos constructivos acompañado de un registro fotográfico para la mayor comprensión del proceso.

En este trabajo como caso practico se muestra la conservación de pavimentos aplicada a los sectores 1 y 2 de Valdivia, destacando las causas que produjeron estos deterioros, y las reparaciones aplicadas, destacando los procesos constructivos en la reconstrucción de calzadas de pavimentos y carpetas asfálticas, sirviendo de un gran aporte a los profesionales que pretendan desarrollarse en el área de obras viales.

ABSTRACT

This diploma work contains a description of the types of existing pavements for road construction, display different types of damage that occur in a pavement, their various causes through their construction or over the years, it raises other types of repair techniques applied in paving projects, showing their construction processes accompanied by a photographic record for the greatest understanding of the process.

In this paper as a case study shows the conservation of pavement applied to sectors 1 and 2 of Valdivia, highlighting the causes that produced this damage, and repair applications, highlighting the constructive processes in rebuilding roads and surface asphalt pavement, serve as a great addition to striving to develop professionals in the area of road work.

INTRODUCCIÓN

La Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas es la entidad responsable de la preservación del patrimonio vial del país, teniendo entre sus funciones la de ejecutar las distintas obras de conservación que requiere la red vial.

Para los efectos de ordenar y organizar la gestión de mantenimiento, se han definido tareas o actividades destinadas a resolver o prevenir un problema especial de deterioro; cada una de esas tareas tiene un carácter específico y es fácilmente individualizable; se considera como una unidad básica y se denomina operación de mantenimiento o, simplemente, operación.

El mantenimiento adecuado y oportuno de un camino requiere de la realización de un conjunto de operaciones durante la vida útil de la obra. Como una manera de ordenar y facilitar la programación de las muy diversas operaciones de mantenimiento, éstas se clasifican en tres niveles, en función de las características del trabajo y de la periodicidad con que suelen requerirse: operaciones de conservación rutinaria, operaciones de conservación periódica y restauraciones.

En esta tesis se entrega una descripción resumida de los principales elementos que conforman las carreteras, de las fallas más importantes que los afectan y de las causas que más comúnmente las originan. Tanto por la amplitud del tema, como por la imposibilidad de cubrir todas las peculiaridades que suelen caracterizar diferentes zonas geográficas. 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.

Además, se muestra la conservación de pavimentos aplicado al sector 1 y 2 de Valdivia (Anexo A), donde se verán los tipos de fallas ocurridas y la correcta solución de conservación que se le deberá aplicar.

OBJETIVO GENERAL

Identificar las fallas que sufren los pavimentos flexibles y rígidos, y otorgar soluciones para la conservación y rehabilitación de los mismos, al mínimo costo y con el más eficiente resultado posible.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

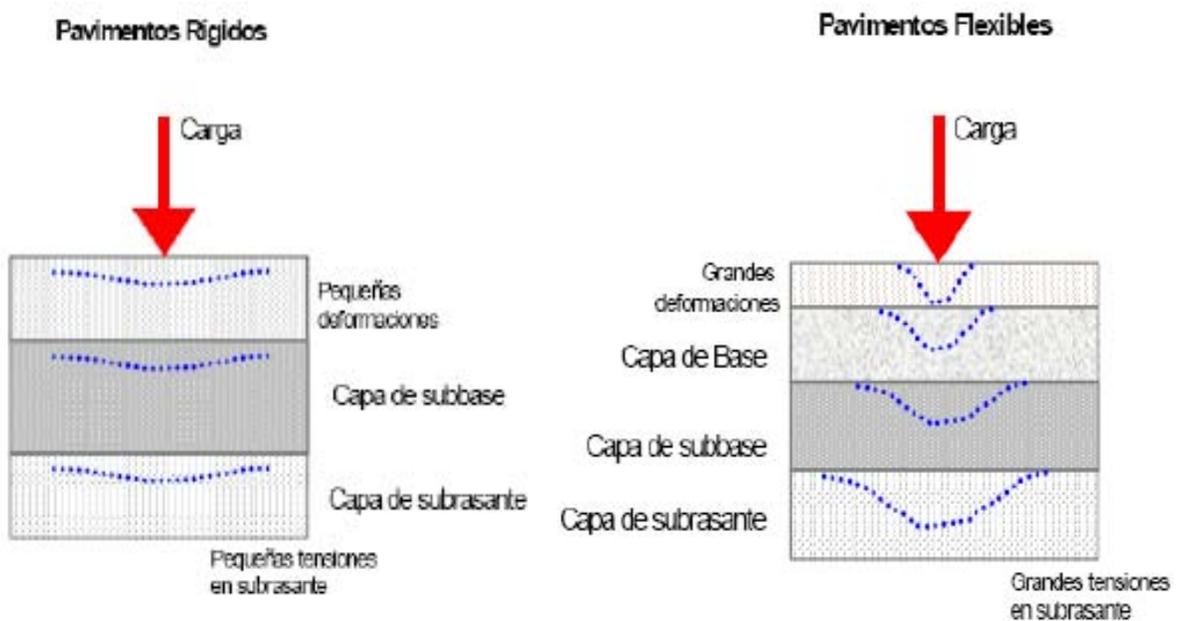
- Desarrollar una guía que permita conocer los diferentes deterioros existentes en pavimentos y sus soluciones constructivas.
- Revisar en la bibliografía existente, fallas típicas en pavimentos flexibles y rígidos.
- Entregar los principales parámetros de construcción para realizar los diferentes trabajos de mantenimiento.
- Aplicar la metodología en el Sector 1 y 2 de Valdivia, y las correctas operaciones utilizadas para devolverle la serviciabilidad a los pavimentos.

CAPITULO I

INTRODUCCION A LOS PAVIMENTOS

1. PAVIMENTOS.

Los pavimentos se dividen en flexibles y rígidos. El comportamiento de los mismos al aplicarles cargas es muy diferente, tal como se puede ver.



En un pavimento rígido, debido a la consistencia de la superficie de rodadura, se produce una buena distribución de las cargas, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante.

Lo contrario sucede en un pavimento flexible, la superficie de rodadura al tener menos rigidez, se deforma más y se producen mayores tensiones en la subrasante.

2. ELEMENTOS ESTRUCTURALES QUE INTEGRAN UN PAVIMENTO.

2.1. Base.

La base es la capa situada debajo de la carpeta (pavimento flexible). Su función es eminentemente ser resistente, absorbiendo la mayor parte de los esfuerzos verticales y su rigidez o su resistencia a la deformación bajo las solicitaciones repetidas del tránsito suele corresponder a la intensidad del tránsito pesado. Así, para tránsito medio y ligero se emplean las tradicionales bases granulares, pero para tránsito pesado se emplean ya materiales granulares tratados con un cementante.



Etapas para la preparación de la base

2.2. Sub- Base.

En los pavimentos flexibles, la subbase es la capa situada debajo de la base y sobre la capa subrasante, debe ser un elemento que brinde un apoyo uniforme y permanente al pavimento.

Cuando se trate de un pavimento rígido, esta capa se ubica inmediatamente abajo de las losas de hormigón, y puede ser no necesaria cuando la capa subrasante es de elevada capacidad de soporte.

Su función es proporcionar a la base un cimiento uniforme y constituir una adecuada plataforma de trabajo para su colocación y compactación. Debe ser un elemento permeable para que cumpla también una acción drenante, para lo cual es imprescindible que los materiales usados carezcan de finos y en todo caso suele ser una capa de transición necesaria.

Esta capa no debe ser sujeta al fenómeno de bombeo y que sirva como plataforma de trabajo y superficie de rodamiento para las máquinas pavimentadoras. En los casos que el tránsito es ligero, principalmente en vehículos pesados, puede prescindirse de esta capa y apoyar las losas directamente sobre la capa subrasante.

Se emplean normalmente subbases granulares constituidas por materiales cribados o de trituración parcial, suelos estabilizados con cemento, etc.

2.3. Sub-rasante.

Esta capa debe ser capas de resistir los esfuerzos que le son transmitidos por el pavimento. Interviene en el diseño del espesor de las capas del pavimento e influye en el comportamiento del pavimento. Proporciona en nivel necesario para la subrasante y protege al pavimento conservando su integridad en todo momento, aún en condiciones severas de humedad, proporcionando condiciones de apoyo uniformes y permanentes.

Con respecto a los materiales que constituyen la capa subrasante, necesariamente deben utilizarse suelos compactables y obtener por lo menos el 95% de su grado de compactación.



Etapas para la preparación de la subrasante

2.4 Tipos de pavimentos.

2.4.1 Pavimento flexible.

Una carpeta constituida por una mezcla asfáltica proporciona la superficie de rodamiento; que soporta directamente las solicitaciones del tránsito y aporta las características funcionales. Estructuralmente, la carpeta absorbe los esfuerzos horizontales y parte de los verticales, ya que las cargas de los vehículos se distribuyen hacia las capas inferiores por medio de las características de fricción y cohesión de las partículas de los materiales y la carpeta asfáltica se pliega a pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su estructura se rompa.

Las capas que forman un pavimento flexible son. carpeta asfáltica, base y subbase, las cuales se construyen sobre la capa subrasante.

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.

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

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, es 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.

c) 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 (Utilizadas referentemente en pavimentación)
- Aniónica. (Aplicaciones industriales, levemente en pavimentación)

En cuanto al tiempo de quiebre, se clasifican en:

- Quiebre rápido CRS
- Quiebre medio CMS
- Quiebre lento CSS
- Quiebre controlado. CQS

Las emulsiones asfálticas de quiebre rápido son el ligante más adecuado para la ejecución de tratamientos superficiales, por su facilidad de empleo y su excelente adherencia a todo tipo de áridos.

Las emulsiones de quiebre lento se emplean en riegos de liga, en la preparación de lechadas asfálticas (slurry seal) y riegos negros (fog seal).

Las emulsiones asfálticas de quiebre medio y lento se emplean en la preparación de mezclas en frío, ya sea en planta o en sitio.

Las emulsiones de quiebre controlado (conocidas como Quick Setting) se utilizan para la fabricación de slurries o lechadas asfálticas de rápida apertura al tránsito.

Otros usos para las emulsiones son reciclados en frío, estabilización de suelos, sellos de terminación, membrana de curado, riego de penetración (Macadam) y, en la agricultura, para prevenir la erosión o retardar la evaporación del agua.

2.4.2 Pavimento de Rígido.

La superficie de rodamiento de un pavimento rígido es proporcionada por losas de hormigón hidráulico, las cuales distribuyen las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores por medio de toda la superficie de la losa y de las adyacentes, que trabajan en conjunto con la que recibe directamente las cargas. Por su rigidez distribuyen las cargas verticales sobre un área grande y con presiones muy reducidas. Salvo en bordes de losa y juntas sin pasajuntas, las deflexiones o deformaciones elásticas son casi inapreciables.

Este tipo de pavimento no puede plegarse a las deformaciones de las capas inferiores sin que se presente la falla estructural. Es te punto de vista es el que influye en los sistemas de cálculos de pavimentos rígidos, sistemas que combinan el espesor y la resistencia de hormigón de las losas, para una carga y suelos dados.

Aunque en teoría las losas de hormigón hidráulico pueden colocarse en forma directa sobre la subrasante, es necesario construir una capa de subbase para evitar que los finos sean bombeados hacia la superficie de rodamiento al pasar los vehículos, lo cual puede provocar fallas de esquina o de orilla en la losa. La sección transversal de un pavimento rígido esta constituida por la losa de hormigón hidráulico y la subbase, que se construye sobre la capa subrasante.

Tipos de pavimento rígido.

Existen 5 tipos de pavimentos rígidos:

- De hormigón simple
- De hormigón simple con barras de transferencia de carga.
- De hormigón reforzado y con refuerzo continuo.
- De hormigón presforzado.

- De hormigón fibroso.

Los pavimentos de hormigón simple. se construyen sin acero de refuerzo y sin barras de transferencia de cargas en las juntas. Dicha transferencia se logra a través de la trabazón entre los agregados de las dos caras agrietadas de las losas contiguas, formadas por el aserrado o corte de la junta. Para que la transferencia de carga sea efectiva, es preciso tener losas cortas. Este tipo de pavimento se recomienda generalmente para casos en que el volumen de tránsito es de tipo mediano o bajo.

Los pavimentos de hormigón simple con barras de transferencia de carga. se construyen sin acero de refuerzo; sin embargo en ellos se disponen de barras lisas en cada junta de contracción, las cuales actúan como dispositivos de transferencia de cargas, requiriéndose también que las losas sean cortas para controlar el agrietamiento.

Los pavimentos reforzados contienen acero de refuerzo y pasajuntas en las juntas de contracción. Estos pavimentos se construyen con separaciones entre juntas superiores a las utilizadas en pavimentos convencionales. Debido a ello es posible que entre las juntas se produzcan una o más fisuras transversales, las cuales se mantienen prácticamente cerradas a causa del acero de refuerzo, lográndose una excelente transferencia de carga a través de ellas.

Los pavimentos con refuerzo continuo por su parte, se construyen sin juntas de contracción. Debido a su continuo contenido de acero en dirección longitudinal, estos pavimentos desarrollan fisuras transversales a intervalos muy cortos. Sin embargo, por la presencia de refuerzo, se desarrolla una gran transferencia de carga en las caras de las fisuras.

Normalmente un espaciamiento de juntas que no exceda lo 4.50m tienen un buen comportamiento en pavimentos de hormigón simple, así como uno no mayor a 6m en

pavimentos con pasajuntas, ni superior a 12 m en pavimentos reforzados. Espaciamientos mayores a estos, han sido empleados con alguna frecuencia, pero han generado deterioros, tanto en las juntas, como en las fisuras transversales intermedias.

Los pavimentos con hormigón presforzado están constituidos a base de losas que han sido previamente esforzadas y de esta manera no contienen juntas de construcción. Se han ensayado varios sistemas de presfuerzo y postensado con el fin de llegar a soluciones de pavimentos de espesor reducido, gran elasticidad y capacidad de soporte, y reducción de juntas. Gracias al sistema de presfuerzo se han podido construir losas de más de 120 m de longitud, con una reducción del 50% del espesor de la losa. Sin embargo pese a los esfuerzos para desarrollar esta técnica, en carreteras se han producido más dificultades que ventajas. Ha tenido en cambio más aplicación en aeropuertos en los cuales ha habido casos de un comportamiento excelente, tanto en pistas como en plataformas.

Los pavimentos de hormigón fibroso en este tipo de losas, el armado consiste en fibras de acero, de productos plásticos o de fibra de vidrio, distribuidos aleatoriamente, gracias a lo cual se obtienen ventajas tales como el aumento de la resistencia a la tensión y a la fatiga, fisuración controlada, resistencia al impacto, durabilidad, etc. con una dosificación de unos 40 kg/m³ de hormigón, es posible reducir el espesor de la losa en 30 % y aumentar el espaciamiento entre juntas por lo que puede resultar atractivo su uso en ciertos casos a pesar de su costo.

Existen otros tipos de técnicas aplicadas a los pavimentos rígidos en donde se otorgan soluciones idóneas y se logre una óptima calidad de las obras. Lo dicho vale tanto para el caso de obras nuevas, como para el de reparaciones y rehabilitaciones.

Se incluyen los siguientes temas: hormigón para rápida habilitación al tránsito (fast-track), construcción de un pavimento de hormigón sobre pavimento asfáltico existente (whitetopping).

Sistema fast track mezcla de hormigón empleado en los pavimentos rígidos que requieren entregarse en servicio muy rápidamente, es decir, con muy altas resistencias iniciales. Es muy usual realizar este trabajo en horas de la noche cuando las temperaturas son muy bajas.

El hormigón fast track permite alcanzar la resistencia a la compresión y resistencia de diseño a partir de las 12 horas de colocada la mezcla dependiendo de las condiciones climáticas.

Es ideal para pavimentos que deben ser entregados al servicio a edades tempranas y obtiene un mejor desarrollo de resistencias del hormigón para un más rápido avance de la obra.

Sistema White topping es un sistema de recuperación de pavimentos flexibles mediante la construcción de losas de hormigón (mayores a 10 cm de espesor) sobre el pavimento flexible. El pavimento se asume como un suelo con muy buena capacidad portante.

Este tipo de sistema se coloca directamente sobre el pavimento existente, es ideal para rehabilitación de pavimentos flexibles que no han completado su periodo de servicio y tiene una mayor economía en su construcción.

3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS.

3.1 PAVIMENTO FLEXIBLE

Ventajas:

- Su construcción inicial resulta más económica.
- Tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años.

Desventajas:

- Para cumplir con su vida útil requiere de un mantenimiento constante.
- Las cargas pesadas producen roderas y dislocamientos en el asfalto y son un peligro potencial para los usuarios. Esto constituye un serio problema en intersecciones, casetas de cobro de peaje, donde el tráfico esta constantemente frenando y arrancando. Las roderas llenas de agua de lluvia en estas zonas, pueden causar deslizamientos, perdida de control del vehículo y por lo tanto, dar lugar a accidentes y a lesiones personales.
- Las roderas, dislocamientos, agrietamientos por temperatura, agrietamientos tipo piel de cocodrilo (fatiga) y el intemperismo, implican un tratamiento frecuente a base de selladores de grietas y de recubrimientos superficiales.
- Las distancias de frenado para superficies de hormigón son mucho mayores que para las superficies de asfalto sobre todo cuando el asfalto esta húmedo y con huellas.
- Una vez que se han formado huellas en un pavimento de asfalto, la experiencia ha demostrado, que la colocación de una sobrecarpeta de asfalto sobre ese pavimento no evitara que se vuelva a presentar.

- Las huellas reaparecen ante la incapacidad de lograr una compactación adecuada en las huellas que dejan las ruedas y/o ante la imposibilidad del asfalto de resistir las presiones actuales de los neumáticos y los volúmenes de tráfico de hoy en día.

PAVIMENTOS RÍGIDOS.

Ventajas:

- El hormigón refleja la luz, lo que aumenta la visibilidad y puede disminuir los costos de iluminación en las calles hasta un 30%, en cantidad de luminarias y consumo de energía.
- El hormigón no se ahueca nunca, por lo tanto no hay acumulación de agua y, por ende, tampoco se produce hidropneumático. Por otra parte, se disminuye el efecto "spray", que es el agua que despiden los vehículos que van adelante sobre el parabrisas del de atrás, impidiendo la visibilidad.
- Es fácil darles "rugosidad" a los pavimentos de hormigón durante su construcción, para generar una superficie que provea de mayor adherencia.
- La rigidez del hormigón favorece que la superficie de rodado mantenga la planeidad.
- La lisura es el factor más importante para los usuarios. Actualmente, los pavimentos de hormigón se pueden construir más suaves que los de asfalto.
- A diferencia del asfalto, el hormigón puede soportar cargas de tráfico pesadas sin que se produzca ahuecamiento, deformaciones o lavado de áridos.
- La superficie dura del hormigón hace más fácil el rodado de los neumáticos. Estudios han demostrado que aumenta la eficiencia de combustible de los vehículos.
- El hormigón se endurece a medida que pasa el tiempo. Después del primer mes, el hormigón continúa lentamente ganando 40% de resistencia durante su vida.
- El hormigón tiene una vida promedio de 30 años.
- Los pavimentos de hormigón frecuentemente sobrepasan la vida de diseño y las cargas de tráfico.

- Los pavimentos de hormigón se pueden diseñar para que duren desde 10 hasta 50 años, dependiendo de las necesidades del sistema.
- Las técnicas de restauración de pavimentos pueden extender su vida hasta tres veces la de diseño.
- Los pavimentos de hormigón tienen un mayor valor a largo plazo debido a su mayor expectativa de vida con los mínimos requerimientos de mantención.
- La durabilidad del hormigón disminuye la necesidad de reparación y/o mantenciones anuales, en comparación con pavimentos asfálticos.
- Los pavimentos de hormigón se pueden construir y dar al tránsito en tiempos reducidos, incluso de hasta 12 horas.

Desventajas:

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

CAPITULO II

TIPOS DE FALLAS

1. INTRODUCCIÓN

La mejor forma de identificar las fallas del pavimento y determinar porqué se han producido, es mediante la conducción de un estudio de reconocimiento deseablemente una vez al año, preferiblemente al comienzo de la primavera. En él se debe identificar el tipo, severidad y magnitud de cada falla. También se debe tratar de determinar si el diseño del pavimento, la carga soportada, el agua, la temperatura, los materiales del pavimento o la construcción fueron la causa de la falla. A demás de la inspección visual, pueden emplearse pruebas destructivas y no-destructivas para determinar la condición estructural y las condiciones del material bajo la superficie del pavimento.

2. PAVIMENTOS FLEXIBLES.

Los tipos de fallas presentes en una estructura de pavimento flexible son:

- Fisuras y Grietas.
- Deterioro superficial.
- Otros deterioros.

A continuación se presenta la definición de cada uno de los deterioros y sus posibles causas, todo aquello acompañado de un registro fotográfico que permite tener una idea más clara de los daños que se pueden encontrar.

2.1 FISURAS Y GRIETAS

2.1.1 Fisuras y grietas por fatigamiento.

Son una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente ubicadas en zonas donde hay repeticiones de carga. La fisuración tiende a iniciarse en el fondo de las capas asfálticas, donde los esfuerzos de tracción son mayores bajo la acción de cargas, en donde desarrollan un parecido con la piel de cocodrilo. Este tipo de daño no es común en carpetas asfálticas colocadas sobre pavimentos de hormigón.



Posibles Causas: La causa más frecuente es la falla por fatiga de la estructura o de la carpeta asfáltica principalmente debido a:

- Espesor de estructura insuficiente.
 - Deformaciones de la subrasante.
- Rigidización de la mezcla asfáltica en zonas de carga (por oxidación del asfalto o envejecimiento).
 - Problemas de drenaje que afectan los materiales granulares.
 - Compactación deficiente de las capas granulares o asfálticas
 - Deficiencias en la elaboración de la mezcla asfáltica: exceso de mortero en la mezcla, uso de asfalto de alta penetración (hace deformable la mezcla), deficiencia de asfalto en la mezcla (reduce el módulo).
 - Reparaciones mal ejecutadas, juntas mal elaboradas e implementación de reparaciones que no corrigen el daño.

2.1.2 Fisuras y grietas en bloque.

En este tipo de falla la superficie del asfalto es dividida en bloques de forma más o menos rectangular. Este deterioro difiere de la piel de cocodrilo en que este aparece en áreas sometidas a carga, mientras que los bloques aparecen usualmente en áreas no cargadas. Sin

embargo, se pueden encontrar fisuras en bloque que han evolucionado en piel de cocodrilo debido al tránsito.



Posibles Causas:

- Es causada principalmente por la contracción del pavimento asfáltico debido a la variación de la temperatura durante el día, lo que se produce en ciclos de esfuerzo – deformación sobre la mezcla. La presencia de este tipo de fisuras indica que el asfalto se ha endurecido, lo cual sucede debido al envejecimiento de la mezcla o al uso de un tipo de asfalto inapropiado para el clima de la zona.
- Reflejo de grietas de contracción provenientes de materiales estabilizados utilizados como base.
- Combinación del cambio volumétrico del agregado fino de la mezcla asfáltica con el uso de un asfalto de baja penetración.
- Espesor del pavimento inadecuado para el nivel de solicitaciones
- baja capacidad de soporte de la subrasante.

2.1.3 Grietas de borde.

Son grietas con tendencia longitudinal a semicircular ubicadas cerca del borde de la calzada, se presentan generalmente por la ausencia de berma o por la diferencia de nivel de la berma y la calzada. Generalmente se ubican dentro de una franja paralela al borde, con ancho hasta 0,60 m2.



Posibles Causas:

La principal causa de este daño es la falta de confinamiento lateral de la estructura debido a la carencia de bordillos, anchos de berma insuficientes o

sobrecarpetas que llegan hasta el borde del carril y quedan en desnivel con la berma; en estos casos la fisura es generada cuando el tránsito circula muy cerca del borde. Las fisuras que aparecen por esta causa generalmente se encuentran a distancias entre 0.30 m a 0,60 m del borde de la calzada.

2.1.4 Fisuras y grietas longitudinales y transversales.

Corresponden a discontinuidades en la carpeta asfáltica, en la misma dirección del tránsito o transversales a él. Son indicio de la existencia de esfuerzos de tensión en alguna de las capas de la estructura, las cuales han superado la resistencia del material afectado. La localización de las fisuras dentro del carril puede ser un buen indicativo de la causa que las generó, ya que aquellas que se encuentran en zonas sujetas a carga pueden estar relacionadas con problemas de fatiga de toda la estructura o de alguna de sus partes.



Posibles Causas:

Las causas más a ambos tipos de fisuras, son:

- Rigidización de la mezcla asfáltica por pérdida de flexibilidad debido a un exceso de filler, o al envejecimiento del asfalto, ocurre ante bajas

temperaturas o gradientes térmicos altos (generalmente superiores a 30°).

- Reflexión de grietas de las capas inferiores, generadas en materiales estabilizados o por grietas o juntas existentes en placas de concreto hidráulico subyacentes.

Otra causa para la conformación de fisuras longitudinales es:

- Fatiga de la estructura, usualmente se presentan en las huellas de tránsito.

Otras causas para la conformación de fisuras transversales son:

- Pueden corresponder a zonas de contacto entre corte y terraplén por la diferencia de rigidez de los materiales de la subrasante.
- Riego de liga insuficiente o ausencia total.
- Espesor insuficiente de la capa de rodadura.

2.1.5 Fisuras y grietas Reflejadas.

Este tipo de daño ocurre cuando existe una capa de pavimento asfáltico sobre placas de pavimento rígido; estas fisuras aparecen por la proyección en superficie de las juntas en dichas placas, en cuyo caso presentan un patrón regular, o también cuando hay grietas en el pavimento rígido que se han reflejado hasta aparecer en la superficie presentando un patrón irregular.



Posibles Causas:

Son generadas por los movimientos de las juntas entre placas de pavimento rígido o de los bloques formados por las grietas existentes en éste, debido a los cambios de temperatura y de humedad. Generalmente no se atribuyen a las cargas de tránsito, aunque éstas pueden provocar fisuración en las zonas aledañas incrementando la severidad del daño.

2.2 DETERIORO SUPERFICIAL.

2.2.1 Parches deteriorados.

Los parches corresponden a áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente, ya sea para reparar la estructura (a nivel del pavimento asfáltico o hasta los granulares) o para permitir la instalación o reparación de alguna red de servicios (agua, gas, etc.)



Posibles Causas:

- Procesos constructivos deficientes.
- Sólo se recubrió la zona deteriorada sin solucionar las causas que lo originaron.

- Deficiencias en las juntas.
- Parche estructuralmente insuficiente para el nivel de solicitaciones y características de la subrasante.
- Mala construcción del parche (base insuficientemente compactada, mezcla asfáltica mal diseñada).

2.2.2 Baches en carpetas asfálticas y tratamientos superficiales.

Cavidad, normalmente redondeada, que se forma al desprenderse mezcla asfáltica. Para considerarla como bache al menos una de sus dimensiones un mínimo debe tener de 150 mm.



Posibles Causas:

- Pavimento estructuralmente insuficiente para el nivel de solicitaciones y características de la subrasante.
- Drenaje inadecuado o insuficiente.
- Defecto de construcción.
- Derrame de solventes (bencina, aceite, etc.) o quema de elementos sobre el pavimento.

2.2.3 Ahuellamiento.

Es una depresión de la zona localizada sobre la trayectoria de la llanta de los vehículos. Con frecuencia se encuentra acompañado de una elevación de las áreas adyacentes de la zona deprimida y de fisuración. Un Ahuellamiento significativo puede llevar a la falla estructural del pavimento y posibilitar el hidropilano por almacenamiento de agua.



Posibles Causas:

El Ahuellamiento ocurre principalmente debido a una deformación permanente de alguna de las capas del pavimento o de la subrasante, generada por

deformación plástica del pavimento asfáltico o por deformación de la subrasante debido a la fatiga de la estructura ante la repetición de cargas.

La deformación plástica de la mezcla asfáltica tiende a aumentar en climas cálidos, y también puede darse por una compactación inadecuada de las capas durante la construcción, por el uso de asfaltos blandos o agregados redondeados.

2.2.4 Deformación transversal.

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.



Posibles Causas:

- Estructura insuficiente para el nivel de solicitaciones y características de la subrasante.
- Drenaje inadecuado o insuficiente.
- Defecto de construcción.
- Derrame de solventes (bencina, diesel, etc.) o quema de elementos sobre el pavimento.

2.2.5 Exudaciones.

Esta tipo de daño se presenta con una película o afloramiento del ligante asfáltico sobre la superficie del pavimento generalmente brillante, resbaladiza y usualmente pegajosa. Es un proceso que puede llegar a afectar la resistencia al deslizamiento.



Posibles Causas:

La exudación se genera cuando la mezcla tiene cantidades excesivas de asfalto haciendo que el contenido de vacíos con aire de mezcla sea bajo,

sucede especialmente durante épocas o en zonas calurosas. También puede darse por el uso de asfaltos muy blandos o por derrame de ciertos solventes

2.2.6 Desgaste.

Corresponde al deterioro del pavimento ocasionado principalmente por la acción del tránsito, agentes abrasivos o erosivos. Se presenta como pérdida del ligante y mortero. Suele encontrarse en las zonas por donde transitan los vehículos. Este daño provoca aceleración del deterioro del pavimento por acción del medio ambiente y del tránsito.



Posibles Causas:

El desgaste superficial generalmente es un deterioro natural del pavimento, aunque si se presenta con severidades medias o altas a edades tempranas puede estar asociado a un endurecimiento significativo del

asfalto.

- Falta de adherencia del asfalto con los agregados.
- Deficiente dosificación de asfalto en la mezcla.
- Acción intensa del agua u otros agentes abrasivos además del tránsito.

2.2.7 Pérdida de áridos.

Conocida también como desintegración, corresponde a la disgregación superficial de la capa de rodadura debido a una pérdida gradual de agregados, haciendo la superficie más rugosa y exponiendo de manera progresiva los materiales a la acción del tránsito y los agentes climáticos. Este tipo de daño es común en tratamientos superficiales, caso en el que pueden aparecer estrías en la dirección del riego y debe ser reportado como surcos.



Posibles Causas:

- Aplicación irregular del ligante en tratamientos superficiales.

- Problemas de adherencia entre agregado y asfalto.
- Uso de agregados contaminados con finos o agregados muy absorbentes.
- Lluvia durante la aplicación o el fraguado del ligante asfáltico.
- Endurecimiento significativo del asfalto.
- Deficiencia de compactación de la carpeta asfáltica.
- Contaminación de la capa de rodadura con aceite, gasolina y otros.

2.2.8 Ondulaciones.

Es un daño caracterizado por la presencia de ondas en la superficie del pavimento, generalmente perpendiculares a la dirección del tránsito, con longitudes entre crestas usualmente menores a 1,0 m.



Posibles causas:

La ondulación es una deformación plástica de la capa asfáltica, debido generalmente a una pérdida de estabilidad de la mezcla en climas cálidos por mala dosificación del asfalto, uso de ligantes blandos o agregados redondeados. Muchos de los casos pueden presentarse en las zonas de frenado o aceleración de los vehículos.

Otra causa puede estar asociada a un exceso de humedad en la subrasante, en cuyo caso afecta toda la zona de la estructura del pavimento. Además también puede ocurrir debido a la contaminación de la mezcla asfáltica con finos o materia orgánica.

Bajo este contexto, las causas más probables son:

- Pérdida de estabilidad de la mezcla asfáltica.
- Exceso de compactación de la carpeta asfáltica.
- Exceso o mala calidad del asfalto.
- Insuficiencia de triturados (caras fracturadas).
- Falta de curado de las mezclas en la vía.

- Acción del tránsito en zonas de frenado y estacionamiento.
- Deslizamiento de la capa de rodadura sobre la capa inferior por exceso de riego de liga.

2.3 OTROS DETERIOROS.

2.3.1 Descenso de la berma.

Corresponde a una diferencia de elevación entre la calzada y la berma, debido a un desplazamiento de la berma. Permite la infiltración de agua hacia el interior de la estructura del pavimento, provocando su deterioro.



Posibles Causas:

Generalmente sucede cuando existen diferencias entre los materiales de la berma y el pavimento o por el bombeo del material de base en la berma. También puede estar asociado con problemas de inestabilidad de los taludes aledaños.

2.3.2 Surgencia de finos y agua.

Este afloramiento corresponde a la salida de agua infiltrada, junto con materiales finos de la capa de base por las grietas, cuando circulan sobre ellas las cargas de tránsito. La presencia de manchas o de material acumulado en la superficie cercana al borde de las grietas indica la existencia del fenómeno. Se encuentra principalmente en pavimentos semirígidos (con base estabilizada).



Posibles Causas:

Ausencia o inadecuado sistema de subdrenaje, exceso de finos en la estructura, filtración de aguas.

2.3.3 Separación entre berma y pavimento.

Este daño indica el incremento en la separación de la junta existente entre la calzada y la berma. Este daño permite la infiltración de agua hacia el interior de la estructura del pavimento provocando su deterioro.



Posibles Causas: Generalmente esta relacionada con el movimiento de la berma debido a problemas de inestabilidad de los taludes aledaños o con la ausencia de liga entre la calzada y la berma cuando se construyen por separado.

separado.

3. PAVIMENTOS RÍGIDOS.

En el presente capítulo se presenta una descripción de los diferentes tipos de daños que puede presentar un pavimento rígido, los cuales fueron agrupados en cuatro categorías generales:

- Juntas.
- Fisuras y grietas.
- Deterioro superficial.
- Otros deterioros.

Cada uno de los daños correspondientes a cada categoría se describe a continuación, presentando su definición y sus posibles causas. Las fotografías relacionadas con cada tipo de daño, se presentan a medida que se describe cada uno de ellos.

3.1 Juntas.

3.1.1 Deficiencias del Sellado.

Se refiere a cualquier condición que posibilite la acumulación de material en las juntas o permita una significativa infiltración de agua. La acumulación de material incompresible impide el movimiento de la losa, posibilitando que se produzcan fallas, como levantamiento o despostillamientos de juntas.



Posibles causas: Las causas más frecuentes para que el material de sello sea deficiente, son:

- Endurecimiento por oxidación del material de sello.
 - Pérdida de adherencia con los bordes de las losas.
- Levantamiento del material de sello por efecto del tránsito y movimientos de las losas.
 - Escasez o ausencia del material de sello.
 - Material de sello inadecuado.

3.1.2 Juntas saltadas.

Rotura, fracturación o desintegración de los bordes de las losas dentro de los 0.50 metros de una junta o una esquina y generalmente no se extiende más allá de esa distancia. Además no se extiende verticalmente a través de la losa sino que intersectan la junta en ángulo.



Posibles causas: Los despostillamientos se producen como consecuencia de diversos factores que pueden actuar aislada o combinadamente; excesivas tensiones en las juntas ocasionadas por las cargas del tránsito y/o por infiltración de materiales incompresibles; debilidad

del hormigón en la proximidad de la junta debido a un sobre acabado y excesiva disturbación durante la ejecución de la junta; deficiente diseño y/o construcción de los sistemas de transferencia de carga de la junta; acumulación de agua a nivel de las juntas.

3.1.3 Separación de la junta longitudinal.

Corresponde a una abertura de la junta longitudinal del pavimento. Este tipo de daño se presenta en todos los tipos de pavimentos rígidos.



Posibles causas:

- Contracción o expansión diferencial de losas debido a la ausencia de barras de anclajes entre carriles adyacentes.
- Desplazamiento lateral de las losas motivado

por un asentamiento diferencial en la subrasante.

- Ausencia de bermas.

3.2 Grietas.

3.2.1 Grietas de esquina.

Es una fisura que intersecta la junta o borde que delimita la losa a una distancia menor de 1.30 m a cada lado medida desde la esquina. Las fisuras de esquina se extienden verticalmente a través de todo el espesor de la losa.



Posibles Causas: Son causadas por la repetición de cargas pesadas (fatiga del hormigón) combinadas con la acción drenante, que debilita y erosiona el apoyo de la fundación, así como también por una deficiente

transferencia de cargas a través de la junta, que favorece el que se produzcan altas deflexiones de esquina.

3.2.2 Grietas Longitudinales.

Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente paralela al eje de la carretera, dividiendo la misma en dos planos.



Posibles causas: Son causadas por la repetición de cargas pesadas, pérdida de soporte de la fundación, gradientes de tensiones originados por cambios de temperatura y humedad, o por las deficiencias en la

ejecución de éstas y/o sus juntas longitudinales. Con frecuencia la ausencia de juntas

longitudinales y/o losas, con relación ancho / longitud excesiva, conducen también al desarrollo de fisuras longitudinales.

3.2.3 Grietas transversales.

Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente perpendicular al eje del pavimento, o en forma oblicua a este, dividiendo la misma en dos planos.



Posibles Causas: Son causadas por una combinación de los siguientes factores: excesivas repeticiones de cargas pesadas (fatiga), deficiente apoyo de las losas, asentamientos de la fundación, excesiva relación longitud / ancho de la losa o deficiencias en la

ejecución de éstas. La ausencia de juntas transversales o bien losas con una relación longitud / ancho excesivos, conducen a fisuras transversales o diagonales, regularmente distribuidas o próximas al centro de las losas, respectivamente. Variaciones significativas en el espesor de las losas provocan también fisuras transversales.

3.3 Deterioro superficial.

3.3.1 Fisuramiento por retracción (tipo malla).

Es la rotura de la superficie de la losa hasta una profundidad del orden de 5 a 15 mm, por desprendimiento de pequeños trozos de hormigón. Por fisuras capilares se refiere a una malla o red de fisuras superficiales muy finas, que se extiende solo a la superficie del concreto. Las mismas que tienden a intersectarse en ángulos de 120°.



Posibles causas: Las fisuras capilares generalmente son consecuencia de un exceso de acabado del hormigón fresco colocado, produciendo la exudación

del mortero y agua, dando lugar a que la superficie del hormigón resulte muy débil frente a la retracción. Las fisuras capilares pueden evolucionar en muchos casos por efecto del tránsito, dando origen al descascaramiento de la superficie, posibilitando un desconchado que progresa tanto en profundidad como en área. También pueden observarse manifestaciones de descascaramiento en pavimentos de hormigón armado, cuando las armaduras se colocan muy próximas a la superficie.

3.3.2 Desintegración.

Progresiva desintegración de la superficie del pavimento por pérdida de material fino desprendido de matriz arena cemento del hormigón, provocando una superficie de rodamiento rugosa y eventualmente pequeñas cavidades.



Posibles causas: Son causadas por el efecto abrasivo del tránsito sobre hormigones de pobre calidad, ya sea por el empleo de dosificaciones inadecuadas (bajo contenido de cemento, exceso de agua, agregados de inapropiada granulometría), o bien por deficiencias

durante su ejecución (segregación de la mezcla, insuficiente densificación, curado defectuoso, etc.).

3.3.3 Baches

Descomposición o desintegración la losa de hormigón y su remoción en una cierta área, formando una cavidad de bordes irregulares.



Posibles causas: Los baches se producen por conjunción de varias causas: fundaciones y capas inferiores inestables; espesores del pavimento estructuralmente insuficientes; defectos constructivos; retención de agua en zonas hundidas y/o fisuradas. La

acción abrasiva del tránsito sobre sectores localizados de mayor debilidad del pavimento o sobre áreas en las que se han desarrollado fisuras en bloque, que han alcanzado un alto nivel

de severidad, provoca la desintegración y posterior remoción de parte de la superficie del pavimento, originando un bache.

3.4 Otros deterioros.

3.4.1 Levantamiento localizado.

Sobre-elevación abrupta de la superficie del pavimento, localizada generalmente en zonas contiguas a una junta o fisura transversal.



Posibles causas: Son causadas por falta de libertad de expansión de las losas de hormigón, las mismas que ocurren mayormente en la proximidad de las juntas transversales. La restricción a la expansión de las losas puede originar fuerzas de compresión considerables sobre el plano de la junta. Cuando estas fuerzas no son completamente perpendiculares al plano de la junta o son excéntricas a la sección de la misma, pueden ocasionar el levantamiento de las losas contiguas a las juntas, acompañados generalmente por la rotura de estas losas.

3.4.2 Escalonamiento de juntas y grietas.

Es una falla provocada por el tránsito en la que una losa del pavimento a un lado de una junta presenta un desnivel con respecto a una losa vecina; también puede manifestarse en correspondencia con fisuras.



Posibles causas: Es el resultado en parte del ascenso a través de la junta o grieta del material suelto proveniente de la capa inferior de la losa (en sentido de la circulación del tránsito) como también por depresión del extremo de la losa posterior, al disminuir el soporte de la fundación. Son manifestaciones del fenómeno de bombeo, cambios de volumen que

sufren los suelos bajo la losa de hormigón y de una deficiente transferencia de carga entre juntas.

3.4.3 Descenso de la berma.

Diferencia de nivel entre la superficie de la losa respecto a la superficie de la berma, ocurre cuando alguna de las bermas sufre asentamientos.



Posibles causas: Las principales causas del descenso de berma son:

- Asentamiento de la berma por compactación insuficiente.
- En bermas no revestidas: por la acción del tráfico o erosión de la capa superficial por agua que escurre desde el pavimento hasta el borde exterior de la losa.
- Inestabilidad de la banca.

3.4.4 Separación entre berma y pavimento.

Incremento en la abertura de la junta longitudinal entre la berma y el pavimento.



Posibles causas: Las causas más probables de la separación entre berma y pavimento son:

- Compactación insuficiente en la cara lateral del pavimento.
- Escurrimiento de agua sobre la berma cuando existe un desnivel entre ella y el pavimento.

3.4.5 Parches deteriorados.

Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado, ya sea con un material similar o eventualmente diferente, para reparar el pavimento existente, también un parchado por reparación de servicios públicos es un parche que se ha ejecutado

para permitir la instalación o mantenimiento de algún tipo de servicio público subterráneo. Los parchados disminuyen la serviciabilidad de la pista, al tiempo que pueden constituir indicadores, tanto de la intensidad de mantenimiento demandado por una carretera, como la necesidad de reforzar la estructura de la misma. En muchos casos, los parchados, por deficiente ejecución dan origen a nuevas fallas.



Posibles causas:

- En el caso de parches asfálticos, capacidad estructural insuficiente del parche o mala construcción del mismo.
- En reemplazo por nuevas losas de hormigón de espesor similar al del pavimento existente, insuficiente traspaso de cargas en las juntas de contracción o mala construcción.
- En parches con hormigón de pequeñas dimensiones, inferiores a una losa, retracción de fraguado del hormigón del parche que lo despega del hormigón antiguo.

3.4.6 Surgencia de finos.

Es la expulsión de finos a través de las juntas o fisuras, ésta expulsión (en presencia de agua) se presenta por la deflexión que sufre la losa ante el paso de cargas. Al expulsar agua esta arrastra partículas de grava, arena, arcillas o limos generando la pérdida del soporte de las losas de concreto. El bombeo se puede evidenciar por el material que aparece tanto en juntas y fisuras de la losa como en la superficie del pavimento.



Posibles causas:

- Presencia de agua superficial que penetra entre la base y la losa de hormigón.
- Material erodable en la base.
- Tráfico de vehículos pesados frecuente.

- Transmisión inadecuada de cargas entre losas.

3.4.7 Fragmentación múltiple.

Fracturamiento de la losa de hormigón conformando una malla amplia, combinando fisuras longitudinales, transversales y/o diagonales, subdividiendo la losa en cuatro o más planos.



deficiente de la losa.

Posibles causas: Son originadas por la fatiga del concreto, provocadas por la repetición de elevadas cargas de tránsito y/o deficiente soporte de la fundación, que se traducen en una capacidad de soporte

CAPITULO III

TRABAJOS DE REPARACIÓN

1. INTRODUCCIÓN.

Las técnicas de mantenimiento caen dentro de dos categorías generales: actividades correctivas y actividades preventivas. Las actividades correctivas reparan una falla dada y mejoran la serviciabilidad del pavimento. La reparación de espesor completo y reparación de espesor parcial son actividades correctivas. Las actividades preventivas son actividades que retardan o previenen la aparición de una falla con el fin de mantener una buena serviciabilidad. Resello de juntas y grietas, nivelación de bermas, instalación de drenes, son técnicas preventivas. El cepillado, la colocación de barras de traspaso de cargas, la estabilización de losas, pueden actuar como técnicas correctivas así como también preventivas. En el anexo D se muestran los tipos de fallas con sus respectivas técnicas de reparación.

A continuación veremos el procedimiento de trabajo de las distintas técnicas de reparación en los pavimentos flexibles y rígidos.

2. PAVIMENTOS FLEXIBLES

2.1 Sellado de grietas.

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:

- Se limpia el pavimento y las fisuras con escobillón y aire comprimido.



- se rellenan las fisuras con concreto asfáltico de graduación fina.



- Se aplica riego de liga en la sección que se va a reparar.
- 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.
- Se remueve todo tipo de vegetación que se encuentre cercana al pavimento.

2.2 Bacheo superficial.

- Instalar señales de prevención y dispositivos de seguridad, así como contar con los bandereros y paleteros requeridos.
- Delimitar el área por remover, marcándola con pintura; darle forma rectangular o cuadrada comprendiendo toda la zona deteriorada y hasta unos 0,30 m dentro del pavimento circundante en buen estado.
- Cortar por líneas que delimitan el área por remover dejando paredes verticales (de preferencia con sierra). Remover la mezcla hasta la profundidad en que se encuentre mezcla sana, sin grietas. En los baches alcanzar como mínimo hasta el punto más profundo. Poner especial cuidado en no dañar ni soltar la base granular subyacente.

- Retirar los materiales sobrantes y transportarlos solo a botaderos autorizados donde deben colocarse en forma ordenada y recubrirse completamente con, a lo menos, 0,30 m del suelo.

Bacheo manual.

- Limpiar las paredes y el fondo de la zona removida mediante barrido energético y/o aire comprimido (presión mínima, 120 psi), hasta eliminar todas las partículas sueltas y el polvo
- Colocar el imprimante o liga, mediante escobillones u otros procedimientos que permitan un cubrimiento uniforme del fondo y paredes, a razón de 1.3 a 2.4 l/m².
- Antes de colocar la mezcla asfáltica verificar que la imprimación haya penetrado al menos 10 mm en las bases granulares y que la emulsión para la liga haya quebrado.
- Extender y nivelar la mezcla asfáltica mediante rastrillos y colocar la cantidad justa y necesaria para cubrir toda el área por rellenar y dejarla 6 mm sobresaliendo del pavimento circundante. En los bordes recortar la mezcla dejando paredes verticales y retirar cualquier exceso.
- Compactar con rodillo manual. El desnivel en los bordes no debe sobrepasar los 3 mm.

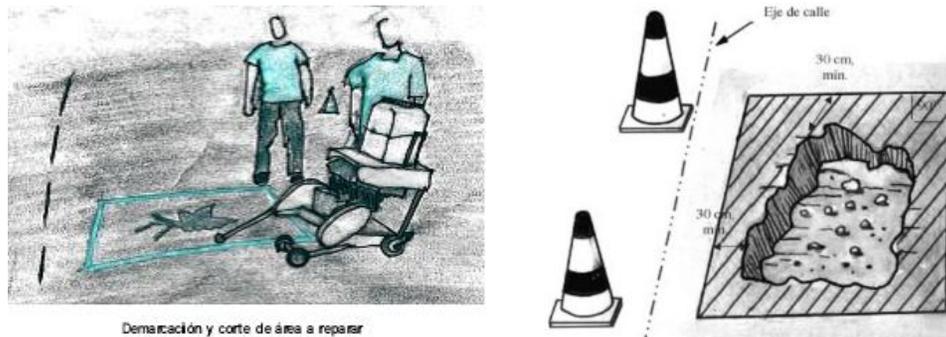
Bacheo Mecanizado

- Mediante una bacheadota mecanizada, especialmente diseñada para estos efectos, en forma secuencial limpiar el área con aire a presión, aplicar el imprimante o riego de liga, y mediante proyección a presión, colocar la mezcla de relleno.

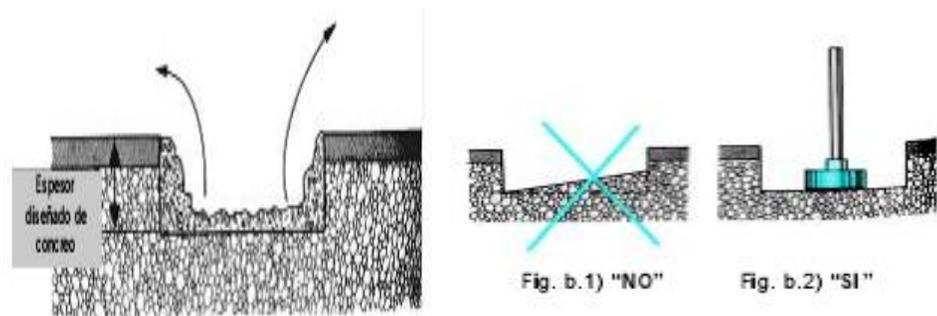
2.3 Bacheo profundo.

- Marcar la zona a reparar, extendiéndose al menos 0.3 metros fuera del área dañada
- El área a delimitar debe ser rectangular, con dos de sus lados perpendiculares al eje del camino.

- Posteriormente, deberá cortarse sobre la demarcación realizada, utilizando un equipo de corte.

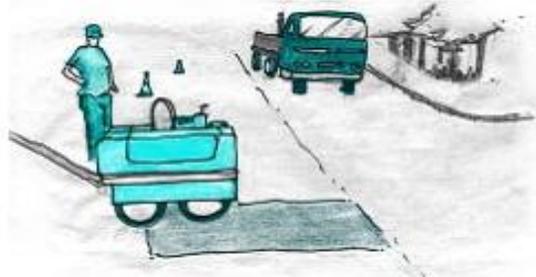


- Excavar hasta la profundidad definida por el espesor diseñado recortando las paredes de forma vertical, de modo que el fondo quede plano y horizontal.
- Para finalizar se deberá compactar el fondo hasta alcanzar el 95% del proctor modificado, de acuerdo con AASHTO T180.



- Las paredes y fondo de la zona en que se realizó la remoción deben limpiarse mediante un barrido energético
- La superficie se recubrirá con el ligante que corresponda, para lo cual se utilizarán escobillones u otros elementos similares que permitan esparcirlo uniformemente.
- Antes de colocar la mezcla asfáltica de relleno deberá verificarse que la imprimación haya penetrado según lo especificado
- La mezcla asfáltica se extenderá y nivelará mediante rastrillos, colocando la cantidad adecuada para que sobresalga unos 6 mm sobre el pavimento circundante, en los extremos, y coincidiendo con las líneas de corte de la zona.

- La compactación deberá realizarse con un rodillo neumático o liso de 3 a 5 t de peso. Alternativamente podrá usarse un rodillo manual, dependiendo del espesor de la capa por compactar.



- El desnivel máximo tolerable entre la zona reparada y el pavimento que la rodea será de 3 mm.

2.4 Sellos bituminosos.

- Se deberán efectuar los trabajos de bacheo y de sellado de grietas si corresponde
- Inmediatamente antes del sellado, deberá removerse de la superficie todo el polvo, suciedad y cualquier otro material extraño, mediante escobas mecánicas, escobillas, chorros de agua, sopladores u otros.
- El asfalto deberá aplicarse mediante un distribuidor a presión, cuando la superficie a sellar esté completamente limpia y seca. En los lugares de comienzo y término de los riegos asfálticos, se deberá colocar una protección transversalmente al eje del camino, compuesta por una tira de papel o cartón de un ancho no inferior a 0,80 m. Una vez utilizado, éste deberá ser retirado de inmediato.
- El asfalto deberá distribuirse uniformemente sobre la superficie a sellar, aplicando la dosis establecida con una tolerancia de $\pm 5\%$. Se deberá verificar la tasa de aplicación del riego cada 500 m de sello por pasada.
- Una vez aplicado el asfalto sobre la superficie a sellar, se deberá proceder de inmediato a cubrirlo con los áridos. La distribución del árido deberá efectuarse de manera que las ruedas del esparcidor, en ningún momento entren en contacto directo con el material bituminoso recién aplicado. Tan pronto como se haya cubierto un determinado tramo,

éste deberá revisarse para verificar si existen zonas deficientes de áridos, las que deberán recubrirse con material adicional. Las eventuales áreas con exceso de asfalto, deberán recubrirse de inmediato con arena limpia. Los áridos aplicados en exceso o sobre superficies regadas con un sobreancho casual, deberán ser removidos de inmediato.

- Un rodillo neumático deberá operar en todo momento detrás del equipo esparcidor de áridos, efectuando la compactación inicial del sello bituminoso con traslapes del rodillo de mínimo 0,30 m, hasta cubrir el ancho total de la superficie. La faena de compactación se deberá continuar utilizando equipo complementario hasta lograr un perfecto acomodo de las partículas. En todo caso, la faena de compactación consistirá en un mínimo de tres pasadas completas de rodillo sobre la misma superficie, incluida la compactación inicial.

2.5 Nivelación de bermas.

El procedimiento de ejecución de estos trabajos es el siguiente:

Se demarcará la zona desnivelada con respecto del pavimento. Colocar estacas que definan el área y las cotas que deben quedar. La pendiente transversal de la berma estará comprendida entre un 4 y un 5 % en tramos rectos; en curvas se ajustará de manera que la diferencia entre el peralte y la pendiente de la berma no supere el 8%.

Bermas no revestidas en asfalto: se deberá retirar todo el material sin dañar la superficie de pavimento adyacente, con una profundidad de 50 mm, retirando también toda piedra superior a 50 mm. Se procederá a recebar y a compactar.

Bermas revestidas en asfalto: cortar con sierras u otras herramientas dejando cortes limpios, luego se retirará material con una profundidad de 50 mm y toda piedra superior a 50 mm, se procederá a recebar y compactar.

Luego se aplicara un riego de liga para así poder colocar una mezcla asfáltica de reemplazo o un tratamiento superficial.

3. PAVIMENTOS RÍGIDOS.

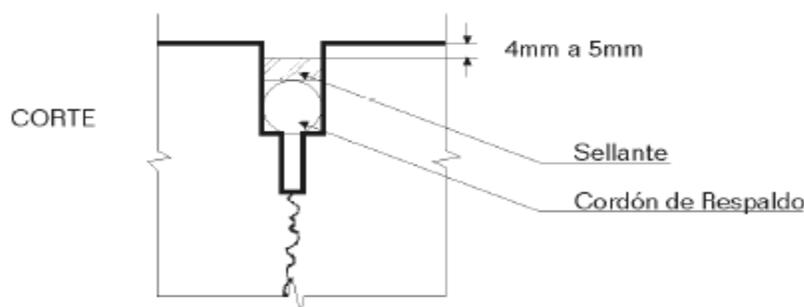
3.1 Sellado de Juntas y grietas.

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 imprimarse 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.



- 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.



- 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 Reparación en todo el espesor.

Los siete pasos principales en la ejecución de una reparación de espesor completo son:

1. Aislamiento del área deteriorada, usando cortes de sierra a todo el espesor de la losa.
2. Remover el pavimento deteriorado preferiblemente levantándolo por medio de cadenas de acero conectadas a pernos de levantamiento.



A veces las juntas del hormigón están tan deterioradas que hacen insegura su remoción por levantamiento. En estos casos es necesario romper el hormigón deteriorado en pequeños fragmentos que pueden ser retirados por retroexcavadoras y herramientas manuales.

3. Reparación de la subbase y drene el agua lluvia si fuese necesario, si la remoción daño la subbase será necesario agregar y compactar nuevos materiales para la subbase. Compactar por medio de compactadores vibrantes de plato pequeños que pueden maniobrase en el área confinada de reparación.
4. Realizar una perforación para la colocación de barras de traspaso de cargas las cuales serán empotradas a la losa antigua mediante una lechada de cemento con un aditivo expansor. Estas barras de traspaso de cargas deben quedar espaciada a 30 cm entre si.
5. Antes de vaciar el hormigón verificar que las caras de las losas estén libres de humedad y limpias de polvo u otro material extraño; luego de esto vaciar el hormigón

uniformemente para evitar en paleo excesivo para la posterior vibración, acabado y texturizado.

6. Se procede después al curado y aislado de la superficie.

7. Aserre y selle los perímetros de reparación.



3.3 Reparación de espesor parcial.

1. Definir el área a remover (entre 80 a 100 mm mas allá de las áreas afectada).
2. Definir áreas cuadradas y rectangulares para que la remoción del concreto sea más fácil.
3. Pintar los límites de remoción.

4. Efectuar un corte con una sierra alrededor del perímetro del área a reparar. El corte de la sierra debe tener una profundidad mínima de 50 mm.
5. La superficie se debe remover en una profundidad mínima de 40 mm con herramientas neumáticas ligeras hasta que quede expuesto el concreto sano.
6. Retirar los escombros con herramientas manuales cincelado una vez que se haya utilizado las herramientas neumáticas livianas.
7. Como nuestra remoción se efectúa cerca de una junta longitudinal y transversal, antes de verter el concreto se debe colocar un inserto incomprensible para evitar la adherencia entre tableros adyacentes; y entre la superficie de contacto inferior una lechada de relación 1 : 1 de agua : cemento.
8. El hormigón debe colocarse y luego vibrarse, de manera que quede a nivel con el resto del pavimento. La terminación debe ser mediante un platachado y finalizando con una textura superficial similar a la del resto, de manera que el parche se mimetice.
9. Se debe proceder al curado y sellado de juntas.



3.4 Instalación de drenes de pavimento.

1. Se deberán compactar las bermas y la subbase subyacente donde se insertará el dren.
2. Se colocará la tela geotextil, la que deberá quedar perfectamente ajustada a la zanja, sin arrugas ni bolsones de aire. El material permeable se colocará en la misma dirección en que se colocará la tela, es decir, en el sentido del escurrimiento de las aguas.

3. Las tuberías se instalarán sobre 30 a 50 mm de material permeable.
4. Se procederá a completar el relleno de la zanja con material permeable; una vez compactado con equipos manuales adecuados se deberá cubrir con la tela geotextil, la que deberá traslaparse en todo el ancho por la parte superior.
5. Las tuberías de descarga se instalarán a distancias no superiores a 50 m entre sí y además en todos los puntos bajos del trazado. En sectores de corte, donde no sea posible cumplir con esta condición, se deberá aumentar proporcionalmente la sección de la tubería longitudinal.
6. Los rellenos deberán realizarse de manera de dejar la berma en una condición idéntica como la que tenía antes de realizar el trabajo de instalación de drenes de pavimento.

3.5 Cepillado de la superficie.

Antes de iniciar los trabajos se requiere de señalización de seguridad para trabajos en pista.

La zona a intervenir deberá ser cepillada hasta que la superficie del pavimento a ambos lados de una junta transversal o grieta esté en el mismo plano. La operación debe terminar en un pavimento que cumpla con una sección transversal típica. En esencia, se desea que el cepillado elimine el escalonamiento en juntas y grietas, que el conjunto de todas las variables relacionadas con la calidad del rodado queden dentro de los límites permitidos, es decir, como máximo 6 mm. de diferencia entre losas de hormigón.

El equipo básico para este trabajo es la cepilladora. Esta es una máquina específicamente diseñada para suavizar y mejorar la textura para pavimentos de hormigón de cemento mediante estrellas diamantadas.

El equipo debe ser de un tamaño tal que permita cortar o rasar a lo menos 90 mm de ancho. Su funcionamiento exige una revisión periódica, especialmente en los se refiere a la circularidad de sus ruedas. Cualquier anomalía en este último sentido debe ser corregida de inmediato.

Se requiere un recipiente con agua, ya que la cepilladora requiere de esta para evitar el desgaste mayor de las estrellas, así como para humedecer la superficie y evitar que el hormigón desbastado con el viento se suspenda en el aire, provocando problemas de visibilidad para los vehículos que circulan por las vías laterales. También se necesita de escobillones y palas para retirar los restos de polvo provocados por el cepillado.



Junta con escalonamiento



Cepillado



Cepillado



Cepillado



Losas de hormigón cepilladas

3.6 Nivelación de bermas.

El procedimiento de ejecución de estos trabajos es el siguiente:

Se demarcará la zona desnivelada con respecto del pavimento. Colocar estacas que definan el área y las cotas que deben quedar. La pendiente transversal de la berma estará comprendida entre un 4 y un 5 % en tramos rectos; en curvas se ajustará de manera que la diferencia entre el peralte y la pendiente de la berma no supere el 8%.

Bermas no revestidas en hormigón: se deberá retirar todo el material sin dañar la superficie de pavimento adyacente, con una profundidad de 50 mm, retirando también toda piedra superior a 50 mm. Se procederá a recebar y a compactar.

Bermas revestidas en hormigón: cortar con sierras u otras herramientas dejando cortes limpios, luego se retirará material con una profundidad de 50 mm y toda piedra superior a 50 mm, se procederá a recebar y compactar.

Luego se aplicara un riego de liga o imprimir para así poder colocar una mezcla asfáltica de reemplazo o un tratamiento superficial.

CAPITULO IV

REPARACIÓN DE PAVIMENTO SECTOR 1 Y 2 DE VALDIVIA

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo se llevará a cabo por la empresa Constructora Jorge Ramírez y Avelina Urrea Ltda., el cuál tiene un plazo de 6 meses para ejecutar la obra, que consiste en la reposición y conservación de pavimentos de vías urbanas en diferentes partes de Valdivia (Anexo A).

En donde la verificación del mal estado de estos tramos la hice solamente con inspección visual, lo que bastó para verificar el deterioro de éste. Dada la severidad de los diversos tipos de deterioros encontrados tales como baches en gran parte de ellos, desintegración del pavimento, alta cantidad de fisuras y grietas de diferentes tipos, levantamiento localizado, y todas las causas que conllevan a estos deterioros las cuales se explicaron con anterioridad.

Tras estos antecedentes el Serviu de la ciudad de Valdivia optó por realizar la operación de reparación de espesor total a lo que se refiere a pavimentos de hormigón para zonas con áreas pequeñas y por una reconstrucción total de los pavimentos de hormigón y asfaltos en áreas de mayor envergadura y donde el daño es severo. Cabe señalar que dentro de estas partidas se encuentra una reparación de las juntas del puente Pedro de Valdivia donde se explica el proceso que ha realizar.

2. Reparación Juntas Puente Pedro de Valdivia.

Falta de material sellante, cantoneras metálicas sueltas e inexistentes y daños en borde de hormigón. En las fotos siguientes se ven reflejados los daños existentes en las juntas.



El daño existente se debe al término de vida útil de los elementos que componen una junta de dilatación tradicional, cuyo aspecto se muestra en figura 1.

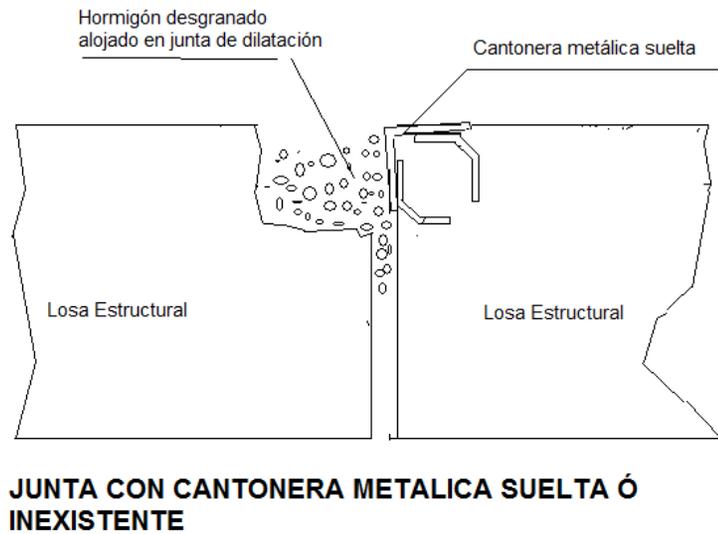


Figura 1

2.1 Trabajos de reparación.

Los trabajos de reparación serán los siguientes (Ver figura 2):

- Retiro de todo material suelto y dañado, alojado en la junta.
- Retiro de todos los elementos metálicos de junta existente.
- Trazado de línea paralela a la junta, a ambos lados de ella a una distancia de 12cm del borde de la junta.
- Ejecución de corte en hormigón de aprox. 6,0cm de profundidad.
- Retiro de hormigón generando receso de 6,0 x 12,0 cm² a ambos lados de la junta.
- Ejecución de perforaciones $\varnothing = 12\text{mm} @ 25\text{cm}$ para anclaje de estribos $\varnothing 8\text{mm}$.
- Preparar estribos $\varnothing = 8\text{mm}$, L= 32 cm.
- Anclaje de estribos con anclaje químico Anchor fix 1 de Sika ó similar.
- Colocación de 2Fe longitudinales, $\varnothing = 8\text{mm}$.
- Limpieza de superficie de hormigón con aire a presión.
- Instalación de aislapol de 50mm de espesor en espaciamiento de junta.
- Preparación de mortero epóxico Sikadur Pav de Sika ó similar, de acuerdo a instrucciones del fabricante.

- Imprimación de superficie de hormigón con resina epóxica.
- Colocación de mortero epóxico Sikadur Pav de Sika, dejando receso de 2,0 x 5,0 cm² a cada lado de junta para construcción de labio elastomérico.
- Transcurrida 1 hora, se construirá labio elastomérico tipo Wabocrete II ó similar.
- Transcurridas 8 horas, retiro de aislapol.
- Suministro e instalación de perfil tipo JEENE de 50mm de ancho, previo esmerilado de caras laterales de espacio de alojamiento de junta.
- Dar terminación y limpiar excedentes.
- Dar al tránsito después de 12 horas a contar de la instalación de la junta elástica.

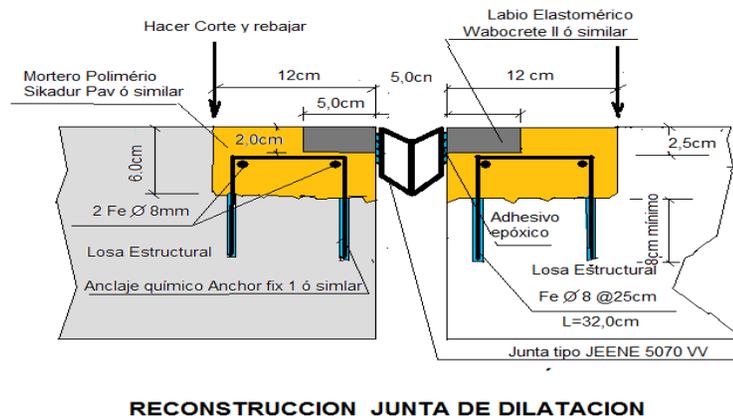


Figura 2

3. Reemplazo de losas de hormigón.

El reemplazo de losas consiste en la remoción de losas existentes en mal estado, para luego ser reemplazadas por otras nuevas. El reemplazo de losas persigue devolver la capacidad funcional y estructural de una losa o un conjunto de ellas. Dichas capacidades se pueden haber visto desmejoradas por deformaciones de la losa o porque ella ha alcanzado un nivel de agrietamiento que hace impracticable otra intervención. Este proceso, además puede involucrar, un mejoramiento de la capa de base o subbase si fuese necesario. El procedimiento de reparación fue explicado en el capítulo III en reparación de espesor total de pavimentos rígidos.



Calle General Lagos casi Esq. Bueras.



Calle Picarte frente al greco

4. Reconstrucción de pavimentos de hormigón.

La reconstrucción de pavimentos es la última acción tomada en el mantenimiento de un camino, está se realizará en diferentes partes de la ciudad de Valdivia.

A continuación se muestran algunas fotos tomadas de las calles donde se realizarán los próximos trabajos de repavimentación.



Calle David Arellano, entre calles A Montecinos y San Martín.



Calle lago Villarica, entre calles Av. Francia y Pje. Neltume.

A continuación procederé a explicar como es el procedimiento de reconstrucción de pavimento de hormigón de cemento vibrado (HCV).

4.1 Procedimiento de construcción.

Remover y extraer todo el hormigón y bases estabilizadas si estuviesen dañadas, reparar la subbase, si la remoción daña la subbase será necesario agregar y compactar nuevos materiales para la subbase y compactar por medio de compactadores vibrantes.

Se refiere a operaciones que deban ejecutarse en terreno antes de la colocación del hormigón.



4.1.1 Rectificación de la base.

Como primera operación debe revisarse y rectificarse la superficie de la base estabilizada, para lo cual se usa una cercha con el gálibo correspondiente. Toda diferencia de altura superior a 5 mm., debe ser corregida, extrayendo o agregando el material necesario y recompactando con medios adecuados.

A su vez, debe cuidarse que las tapas de cámaras y demás elementos constructivos ubicados, en la faja por pavimentar, se encuentren exactamente en el nivel que le corresponda. Igual precaución debe adoptarse con respecto a las soleras.

4.1.2 Colocación de los moldajes.

Al ser colocados los moldes deben quedar totalmente apoyados en el terreno y anclados a él mediante estacas. Cualquier punto de la base que se encuentre bajo el nivel necesario para apoyar el molde, debe ser rellenado hasta dicho nivel con material granular menor de $\frac{1}{2}$ ", compactado con las mismas exigencias de la base. La cara interior del molde debe aceitarse.

La colocación de los moldes debe siempre estar suficientemente adelantada con respecto al avance del hormigonado.

No se tolerará una desviación en la alineación de los moldes, superior a 5 mm. Los moldes deben quedar conectados entre si y en contacto con la superficie de apoyo en toda su longitud y ancho, mediante un mínimo de tres estacas de acero por sección de 3 m., de molde.



4.2 Construcción de pavimentos de calzadas de hormigón.

La descarga del hormigón desde los camiones de transporte debe hacerse con las suficientes precauciones para evitar la segregación.

El esparcido se hará a mano usando palas únicamente; por ningún motivo rastrillos. El hormigón, una vez extendido, debe quedar con una sola altura un poco superior a la de los moldes, teniendo en cuenta el descenso que experimentará luego de la compactación.

Los operarios no deberán caminar sobre el hormigón fresco con botas o zapatos cubiertos de tierra o barro.

La compactación se efectuará mediante cercha vibradora, y 2 vibradores de inmersión los cuales se colocarán junto a la cercha en ambos extremos. Ambos deberán moverse a velocidad uniforme, manteniéndose siempre en posición perpendicular al eje del pavimento.

La velocidad de avance se regulará de modo que el vibrado se prolongue hasta el instante en que se observe aparecer sobre la superficie del pavimento una lechada superficial de cemento; no antes ni después.

El vibrado no deberá llegar hasta el borde del frente de avance de hormigonado, sino deberá detenerse a una distancia de 50 cm., aproximadamente.



4.2.1 Terminación y alisado de la superficie.

Frotación.

Se efectuará mediante un cepillo o platacho de madera, provisto de un brazo con un largo no menor de 3.60 m.; el ancho de este cepillo no será menor de 15 cm. e irá debidamente reforzado para evitar que flexione. El cepillo se hará deslizar sobre la superficie mediante movimientos de vaivén, mientras es mantenido en una posición de frotación normal al eje de la calzada, pasando gradualmente de un lado para el otro. El borde del cepillo deberá remover el exceso de material desde los puntos altos hacia las depresiones, eliminando a su vez el exceso de agua o lechada de cemento. El movimiento de traslación, en el sentido del eje de la calzada, deberá hacerse con desplazamientos sucesivos no mayores que la mitad del ancho del cepillo y en forma que haya una transición perfecta entre una y otra pasada.

Rectificación y Comprobación con la Cercha.

A continuación del cepillado, se hará deslizar sobre la superficie del pavimento una cercha de madera que corresponda al perfil transversal del mismo. Mediante esta cercha se comprobará si la superficie se ajusta a dicho perfil; en caso contrario, se deberá rectificar,

rellenando las depresiones con hormigón recién mezclado que se compactará manualmente, o bien retirando el exceso de material en los puntos altos.

Terminación Final.

La terminación final se hará mediante una cinta de goma de un ancho no menor de 20 cm., y por lo menos 1 m. o más larga que el ancho de la faja pavimentada o de la media calzada, según corresponda. La cinta deberá tener agarraderas adecuadas que permitan una manipulación controlada y uniforme. Se operará mediante recorridos cortos y transversales con respecto al eje longitudinal y con un rápido avance paralelo a dicho eje. La cinta deberá mantenerse limpia y sin adherencias de mortero.

También se podrá terminar la superficie con la pasada de un escobillón para obtener una superficie rugosa. El escobillón se pasará desde el centro hacia la solera recubriendo cada pasada a la anterior. Las estrías que se formen en la superficie del pavimento deben ser paralelas y de un ancho no mayor de 1.5 mm. Esta operación se ejecutará luego que haya desaparecido la lechada superficial del pavimento.



4.3 Corte y sello de juntas.

Se describe a continuación el sistema de ejecución de los diferentes tipos de juntas usadas en los pavimentos de hormigón.

4.3.1 Juntas Transversales de Contracción.

Las juntas transversales de contracción se construirán a una distancia de 4 m. entre sí, y de modo que las construidas en una faja del pavimento coincidan con las construidas en las fajas restantes. Deberán ser perpendiculares al eje del pavimento.

Las juntas de contracción serán construidas en el hormigón endurecido.

a) Juntas Transversales de contracción en el Hormigón Fresco.

Este sistema consiste en la construcción de juntas insertando, por vibración, una pletina formadora de juntas en el hormigón fresco, deberán rectificarse los bordes de las juntas con un rodón metálico de forma angular, para después ser rellenada con un material sellante.

Se deberá recompartar toda la zona adyacente a la junta luego del vibrado para colocación de la pletina, mediante un pisón.

Para la construcción de las juntas se procederá en la siguiente forma: dos de ellas se ejecutarán en hormigón endurecido y una tercera en hormigón fresco, repitiéndose sucesivamente esta operación.

b) Juntas Transversales de Contracción en el Hormigón Endurecido.

Se usará el equipo de aserrado en donde el corte tendrá una profundidad de $\frac{1}{4}$ del espesor de la losa y un ancho de 5 a 8 mm. Se limpiará cuidadosamente antes del sellado.

A fin de evitar la formación de grietas incontroladas de retracción de fraguado, el aserrado se iniciará tan pronto como lo permita el endurecimiento del hormigón pero con las precauciones necesarias para evitar cualquier daño que pueda ocasionar la sierra, si no se hubiere llegado al punto preciso de endurecimiento. El plazo máximo para ejecutar el aserrado se considerará, de 24 horas luego determinada la construcción del pavimento.

Si durante la construcción de las juntas aserradas se produjeren grietas incontroladas, no se aserrarán las juntas de contracción, debiendo sellarse la grieta con el mismo material que el resto de las juntas.

En caso que aparezca una grieta incontrolada posterior a la ejecución del aserrado de las juntas, aquella deberá ser rellenada con resina epóxica.

Antes de aserrar las juntas, éstas deberán ser marcadas en todo el largo del pavimento y no se aceptarán desviaciones laterales de más de 15 mm. Si el aserrado se efectuase antes de retirar los moldes, se dejará la parte próxima al molde sin aserrar, completándose la operación luego de retirados.

En cuanto se haya efectuado el corte de las juntas, éstas deberán limpiarse con escobillones o por otro medio, para extraer los residuos de hormigón que hubiesen quedado en su interior.



c) Sin perjuicio de lo anterior, podrá usarse un sistema mixto cuya finalidad principal consiste en eliminar la formación grietas incontroladas en el hormigón endurecido.

Se procederá a insertar en el hormigón fresco una huincha de fibro – cemento de espesor 6 mm. y una altura equivalente a 1/5 del espesor de la losa.

Esta huincha será del ancho de la faja y quedará sumergida 1.25 cm. (1/2") bajo el nivel de calzada.

Deberá marcarse convenientemente la ubicación de esta huincha o bien, esperar que aparezca la grieta en la superficie.

4.3.2 Juntas Transversales de Expansión.

Estas juntas se construirán solamente en los siguientes casos:

- Unión de un pavimento nuevo con uno antiguo.
- Puntos de cambio del espesor o del ancho del pavimento.

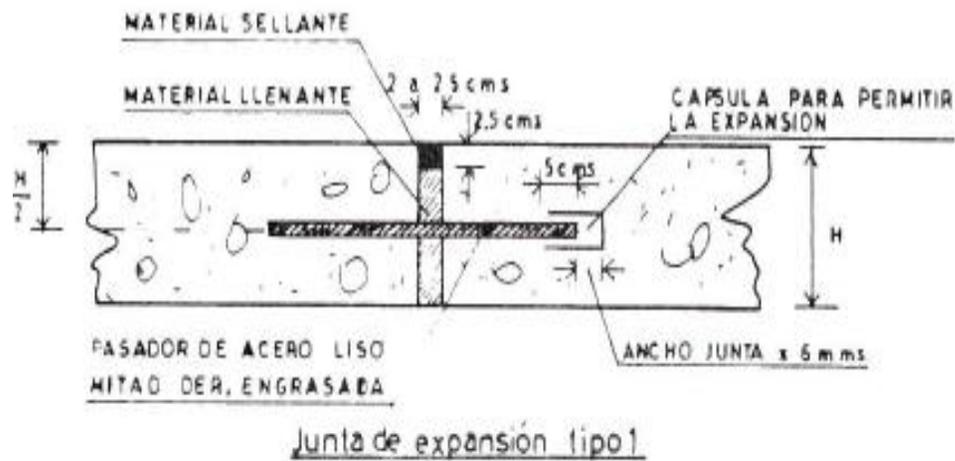
Debe entenderse también como punto de cambio del ancho del pavimento, el fin de un cuello de una calzada nueva.

- Empalme de un pavimento con otras estructuras, tales como puentes, losas, vías férreas, etc. En este caso, la junta no se construirá directamente en el empalme, sino separada de él por una longitud de pavimento equivalente a la separación entre dos juntas de contracción.
- En los contornos de cámaras y sumideros ubicados dentro de la faja de pavimento.

La junta de expansión alrededor de una cámara de inspección será circular separada a una distancia mínima de 0.30 m. del anillo.

Si la cámara de inspección intercepta la junta longitudinal y transversal, la junta de expansión también puede tener forma tipo rombo.

Para la construcción de las juntas de expansión del tipo 1 de la figura, se usará como moldaje una tabla de 1" (2.5 cm.) de espesor y de una altura inferior en 2.5 cm. a la altura del pavimento, deberá usarse madera resistente a la acción del agua, tal como ciprés o pino de California; esta tabla deberá tener sus caras cepilladas y saturarse totalmente de agua; además deberá estar provista de perforaciones para los pasadores.



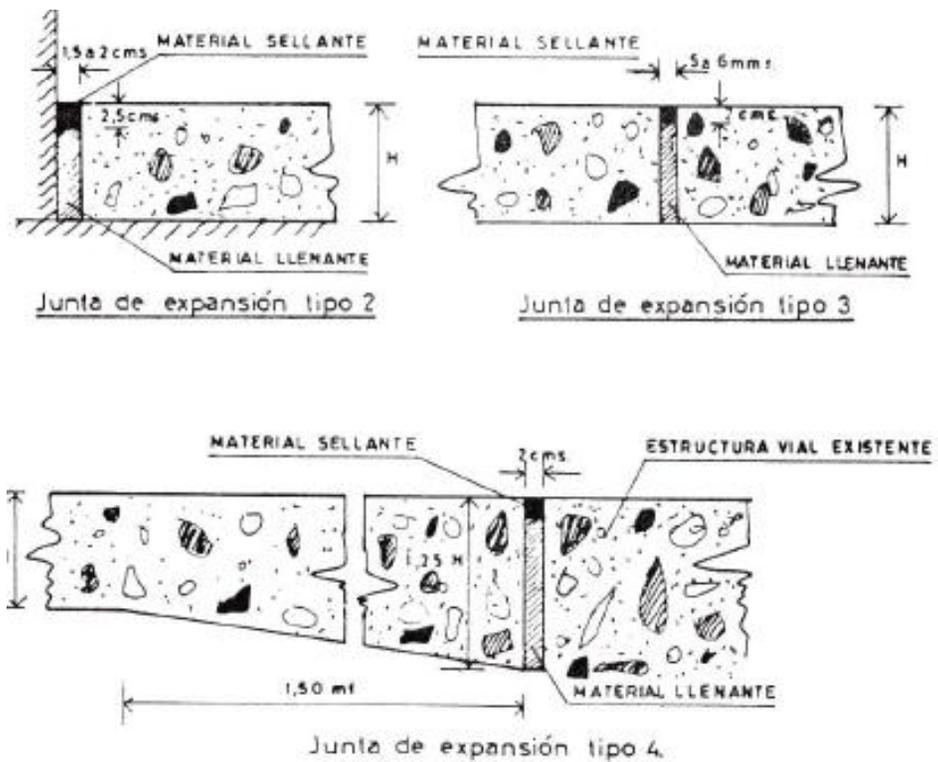
La tabla en referencia no será retirada luego de la terminación del pavimento, sino permanecerá en el interior de la junta.

Las juntas de expansión deberán estar provistas de pasadores de acero liso de una longitud mínima de 40 cm. y con un esparcimiento de 30 cm. entre sí, colocados a la mitad de la altura de la losa. Su diámetro será de 22 mm.

La mitad del pasador quedará anclada en una de las losas, la otra mitad deberá engrasarse y quedará inserta en su extremo dentro de una vaina o casquete metálico, de modo que pueda deslizarse en su interior libremente.

La ranura superior de la junta tendrá un ancho de 2 cm. y una profundidad de 2.5 cm. y deberá ser producida en el hormigón fresco mediante un cuchillo que penetre por vibración. Se rellenará la ranura con una tira rígida de material adecuado, la que se eliminará luego del fraguado del hormigón mediante fresado. Se limpiará acuciosamente esta ranura, antes del sellado.

Sin perjuicio de lo indicado anteriormente, también podrán ejecutarse juntas de expansión del tipo 2, 3 o 4 de la figura, donde el material llenante será lámina de poliestireno expandido de 20 mm., y 10 mm para Junta Expansión tipo 3, siendo su altura inferior en 2.5 cm. a la altura del pavimento, donde se colocará el material sellante. En este caso no se colocan pasadores.



4.3.3 Juntas Transversales de Construcción.

Estas juntas se dispondrán en los términos de faenas diarias debiendo coincidir con una junta transversal de contracción prevista. Para la ejecución de las juntas de construcción se usará como moldaje una tabla de álamo o pino cepillado de 1" de espesor y de ancho igual a la altura del pavimento, sólidamente anclada al terreno para asegurar su inmovilidad.

Deberá contar con las perforaciones necesarias para la colocación de pasadores de acero. Estos tendrán una longitud mínima de 0.40 m. y un espaciamiento de 0.30 m. entre sí. Su diámetro será de 22 mm.

Los pasadores se colocarán a la mitad de la altura de la losa; estarán constituidos por barras de acero liso. Se engrasará la mitad del largo de la barra para permitir el libre movimiento de las losas en uno de sus extremos.

Al continuar el hormigonado y retirada la tabla que sirvió de moldaje, se tendrá especial cuidado en que la parte superior de la junta quede libre de hormigón, para su posterior sellado.

Esta junta tendrá un ancho de 5 a 8 mm. y una profundidad de 2.5 cm.

Si por algún imprevisto, el término diario no coincide con una junta transversal prevista se colocará como moldaje un molde metálico o de madera con chaflán con perforaciones a media altura para colocar pasadores de acero estriado de longitud 60 cm., espaciados a 70 cm. Su diámetro será de 12 mm. Ya que el espesor de la losa es de 18 cm. Una vez retirado el molde, no se engrasarán los pasadores de tal forma de asegurar la unión entre las dos caras de la junta.

Al continuar el hormigonado, el primer paño tendrá como longitud la diferencia con el anterior para completar 4 m. De todas formas la longitud mínima para un paño de un corte imprevisto será de 2 m.

4.3.4 Juntas Longitudinales.

Estas juntas dividirán la calzada en dos o más fajas paralelas; la distancia máxima entre juntas será de 4 m. y la mínima de 3 m.

La junta longitudinal se materializará por medio de los moldes laterales. Estos deberán tener una saliente en la mitad de la altura, de forma semicircular o trapezoidal, para constituir entre ambas losas una articulación del tipo de caja y espiga; además, los moldes estarán previstos de perforaciones circulares para la colocación de los pasadores, cuando así lo especificaran las Bases Técnicas Especiales del Contrato, o el Proyecto de Ingeniería.

Sin embargo será obligación colocarlos cuando se hormigonea más de 1 faja y no se consulta la colocación de soleras como elemento de confinamiento. Estos pasadores no tienen función estructural sino, solo amarran las losas para evitar su separación.

Los pasadores se colocarán en el hormigón fresco al hormigonar la primera faja del pavimento; serán de acero estriado y no se engrasarán previamente, tendrán una longitud de 60 cm. y un espaciamiento de 70 cm., su diámetro será de 12 mm.

Una vez retirados los moldes, se engrasará prolijamente el borde del pavimento, de modo de asegurar la separación de las losas.

Al hormigonar la segunda faja, se construirá la ranura superior de la junta mediante terminación a mano con rodón metálico; esta ranura tendrá un ancho de 6 a 8 mm. y una profundidad de 2.5 cm.

4.4 Colocación de soleras

4.4.1 Soleras rectas tipo A.

Las líneas de soleras deberán seguir la misma alineación y pendiente del eje de la calzada, para ello se tomará como línea de referencia la arista superior delantera de la solera, es decir, la arista que forma la cara horizontal superior y la cara delantera inclinada.

Deberán marcarse convenientemente los principios y fines de curvas en los cruces de calles y en las demás ubicaciones que señale el plano de proyecto, a fin de efectuar los correspondientes enlaces mediante soleras curvas del radio proyectado.

Se usarán soleras rectas si el radio de la curva de enlace es mayor de 6 metros. La solera se colocará de modo que, una vez construido el pavimento o capa de rodado, la arista que separa la parte vertical de la parte inclinada o achaflanada de la cara delantera, coincida con el borde superior del pavimento, esto significa un plinto de 0,15 m.

La solera deberá ir asentada sobre una base de hormigón de 10 cm. de espesor con dosificación de 170 kg. de cemento por m³. Esta base tendrá forma de L de modo que la solera apoye su cara inferior y posterior sobre ella, esta última hasta una altura de 15 cms. Las juntas entre dos soleras tendrán un espesor de 5 mm. y se rellenarán con un mortero de cemento y arena fina de dosificación 1:3 en volumen.

El respaldo de la solera se rellenará con el mismo hormigón especificado para la base, hasta la mitad de su altura como mínimo. El hormigón de respaldo, base y el mortero de junta deberán mantenerse húmedos durante 5 días como mínimo.

En las entradas de vehículos, que corresponde a Soleras Rebajadas, el plinto de las soleras será de 0,05m., respecto de la calzada de hormigón.



4.4.2 Soleras especiales (con zarpa):

En general se procederá de la misma forma que para las soleras rectas.

Irán asentadas sobre una base de hormigón de 10 cm. de espesor con dosificación de 170 kg de cemento por m³.

La zarpa deberá coincidir con el borde superior de la calzada, manteniendo la continuidad del bombeo y de la pendiente longitudinal. La separación entre los elementos será de 5 mm., y las juntas se rellenarán con mortero de cemento y arena fina de dosificación 1:3 en volumen.

El respaldo de la solera se rellenará con el mismo hormigón especificado por la base, hasta la mitad de su altura como mínimo. El hormigón de respaldo y base y el mortero de junta deberán mantenerse húmedos durante 5 días como mínimo.



4.5 Aceras.

Las Aceras Peatonal de hormigón de cemento consiste en una losa de hormigón de espesor uniforme igual a 7 cms., construida sobre una base de estabilizada de 5 cm. debidamente compactada y rectificada. Estará ubicada en el espacio comprendido entre las líneas de soleras y la línea oficial y se destinará exclusivamente al tránsito de peatones, y de 0.12 m de espesor para aceras de entradas de vehículos.

La extensión, compactación y terminación del hormigón en obra se ejecutará por medios normales, debiendo disponerse de los elementos de trabajo necesarios.

Los moldes longitudinales deberán ser metálicos, con una altura igual al espesor del pavimento o algo mayor, si es necesario asentarlos en el terreno y si se tiene en cuenta el espesor de la capa de arena. Estos moldes deberán ser rectos, sin torceduras y con suficiente resistencia para soportar la presión del hormigón sin reflexionarse; se afianzarán mediante estacas de fierro de largo conveniente. Se podrá prescindir del moldaje cuando la vereda sea adyacente a la solera o a la línea de edificación.

Los moldes podrán retirarse una vez transcurridas 24 horas, después de finalizadas la construcción del Pavimento

Sobre la base, se extenderá una capa de arena de un centímetro de espesor, la que se humedecerá hasta su saturación inmediatamente antes de la colocación del hormigón.

Luego se procederá a la extensión de la mezcla, que podrá hacerse mediante palas, pero en ningún caso de rastrillo.

La compactación podrá efectuarse mediante vibración, o en su defecto, mediante un pisón de madera o metálico, con un peso menor de 10 Kg. Y una superficie útil en su base no mayor de 225 cm²., el que se dejará caer repetidamente desde cierta altura, cubriendo totalmente la superficie del pavimento, hasta que se observe la aparición de lechada superficial.

La terminación se efectuará mediante una llana de madera, de modo que la superficie quede perfectamente lisa y al nivel de la superficie el molde.

La vereda deberá dividirse en pastelones, de modo que su mayor dimensión, en cualquiera de sus dos direcciones principales no exceda de dos metros, ni su superficie de tres metros cuadrados. La junta o separación entre dos pastelones consistirá en una ranura de una profundidad igual a un tercio del espesor del pastelón y un ancho de 6 a 8 milímetros. Esta ranura deberá rellenarse con arena compactada.



5. Reconstrucción pavimento asfáltico en caliente.

Este trabajo de reconstrucción se realizará en la ciudad de Valdivia en la calle Errázuriz Esq. Rubén Darío, abarca una superficie total de 600 m². para ver el real estado del camino solo fue necesario hacer una inspección visual del estado del camino, donde se pude visualizar el malísimo estado del camino tanto funcional como estructuralmente debido a al termino de la vida útil de este camino, se encontraron baches, desintegración del pavimento, etc. en general este camino presenta una destrucción generalizada de pavimento asfáltico, por lo que se tenía que reducir la velocidad al transitar por el de un 60 %. En las figuras siguientes se puede ver el mal estado del camino.



Calle Errázuriz esquina Rubén Darío



Calle Errázuriz esquina Rubén Darío

Debido a lo anterior se optó por realizar una reconstrucción total del pavimento asfáltico, mostrándose a continuación su procedimiento de construcción aplicado (Pavimentación de asfalto en caliente).

5.1 Procedimiento de Construcción.

- Se procederá a remover toda la superficie deteriorada hasta poder encontrar un suelo firme y denso.

- El suelo se escarificará 0.20 m y se compactará a objeto de proporcionar una superficie de apoyo homogénea.
- Se colocará material de relleno colocado en capas. En todo caso, el espesor máximo de la capa compactada será de 0.15 m para suelo fino (arcilla - limo); de 0.20 m para finos con granulares y de 0.30 m para suelos granulares.
- La compactación se realizará hasta obtener una densidad mayor o igual al 95% de la D.M.C.S. del Proctor Modificado, NCh 1534 II – D, o al 80% de la densidad relativa, NCh 1726, según corresponda.



5.2 Imprimación

En esta Sección se definen las operaciones requeridas para aplicar un riego de asfalto de baja viscosidad, con el objeto de impermeabilizar, evitar la capilaridad, cubrir y ligar las partículas sueltas y proveer adhesión entre la base y la capa inmediatamente superior.

No se deberá efectuar imprimaciones si el tiempo se presenta neblinoso o lluvioso. Las aplicaciones se efectuarán únicamente cuando la temperatura atmosférica sea de por lo menos 10°C y subiendo, y la temperatura de la superficie a tratar no sea inferior a 10°C.

5.2.1 Preparación de la superficie a imprimir

Antes de imprimir se deberá retirar de la superficie todo material suelto, polvo, suciedad o cualquier otro material extraño. Cuando la superficie presente partículas finas sueltas, como consecuencia de una excesiva sequedad superficial, se podrá rociar ligeramente con agua, antes de imprimir, en todo caso, no se deberá imprimir hasta que toda el agua de la superficie haya desaparecido.

5.2.2 Aplicación del Asfalto

En los lugares de comienzo y término de los riegos asfálticos, se deberá colocar un papel o cartón de un ancho no inferior a 0.80 m una vez utilizado, éste deberá ser desechado de inmediato.

Cuando se deba mantener el tránsito, la imprimación deberá efectuarse primeramente en la mitad del ancho de la calzada. En tales circunstancias la imprimación de la segunda mitad deberá iniciarse sólo cuando la superficie de la primera mitad se encuentre cubierta con la capa superior y transitable, no permitiéndose el tránsito sobre superficies imprimadas.

Los asfaltos cortados no podrán ser calentados a una temperatura superior a la correspondiente al punto de inflamación. La temperatura de aplicación deberá ser aquella que permita trabajar con viscosidades comprendidas entre 20 y 120 centistokes.

Dependiendo de la textura de la superficie a imprimir, la cantidad de asfalto a colocar se determinará en terreno debiéndose establecer la cantidad definitiva considerando obtener una penetración mínima de 5 mm después de un tiempo de absorción y secado de 6 a 12 horas en ambientes calurosos; de 12 a 24 horas en ambientes frescos y de 24 a 48 horas en ambientes fríos, frescos o húmedos. Si la imprimación seca antes de 6 horas, salvo en épocas muy calurosas y secas, se deberá verificar la dosis y las características del imprimante y de la superficie que se esté imprimando. El material asfáltico deberá distribuirse uniformemente por toda la superficie, aplicando la dosis establecida con una tolerancia de $\pm 15\%$. Se deberá

verificar la tasa de aplicación resultante cada 3.000 m² de imprimación o como mínimo, una vez por día.

Si después de transcurrido el tiempo de absorción y secado establecido, aún quedaran áreas con asfalto sin penetrar, se podrá autorizar el recubrimiento con arena. Por otra parte, toda área que no haya quedado satisfactoriamente cubierta con la aplicación del riego, deberá tratarse en forma adicional mediante riego manual.

Las estructuras, la vegetación y todas las instalaciones públicas o privadas ubicadas en el área de trabajo, deberán protegerse cubriéndolas adecuadamente para evitar ensuciarlas. Las protecciones deberán mantenerse hasta que el asfalto haya curado completamente.

Las superficies imprimadas deberán conservarse sin deformaciones, saltaduras, baches o suciedad, hasta el momento de colocar la capa siguiente; Esta sólo podrá colocarse, una vez que se verifique que el imprimante haya curado totalmente.



5.3 Mezclas asfálticas en caliente

La superficie sobre la cual se colocará la mezcla deberá estar seca. En ningún caso se pavimentará sobre superficies congeladas o con tiempo brumoso o lluvioso, o cuando la temperatura atmosférica sea inferior a 5°C. Cuando la temperatura ambiente descienda de 10°C o existan vientos fuertes deberá tomarse precauciones especiales para mantener la temperatura de compactación.

No se aceptará camiones que lleguen a obra con temperatura de la mezcla inferior a 120° C. La temperatura de la mezcla al inicio del proceso de compactación no podrá ser inferior a 110° C.

El equipo mínimo que se deberá disponer para colocar la mezcla asfáltica será el siguiente:

- Terminadora autopropulsada.
- Rodillo vibratorio liso con frecuencia, ruedas y peso adecuado al espesor de la capa a compactar.
- Rodillo neumático, con control automático de la presión de inflado.
- Equipos menores, medidor manual de espesor, rastrillos, palas, termómetros y otros.



5.3.1 Compactación

Una vez esparcidas, enrasadas y alisadas las irregularidades de la superficie, la mezcla deberá compactarse hasta que alcance una densidad no inferior al 97% ni superior al 102 % de la densidad Marshall.

La cantidad, peso y tipo de rodillos que se empleen deberá ser el adecuado para alcanzar la densidad requerida dentro del lapso durante el cual la mezcla es trabajable.

La compactación deberá comenzar por los bordes más bajos para proseguir longitudinalmente en dirección paralela con el eje de la vía, traslapando cada pasada en un mínimo de 15 cm, avanzando gradualmente hacia la parte más alta del perfil transversal. Cuando se pavimente una pista adyacente a otra colocada previamente, la junta longitudinal deberá compactarse en primer lugar, para enseguida continuar con el proceso de compactación antes descrito. En las curvas con peralte la compactación deberá comenzar por la parte baja y progresar hacia la parte alta con pasadas longitudinales paralelas al eje.

Los rodillos deberán desplazarse lenta y uniformemente con la rueda motriz hacia el lado de la terminadora. La compactación deberá continuar hasta eliminar toda marca de rodillo y alcanzar la densidad especificada. Las maniobras de cambios de velocidad o de dirección de los rodillos no deberán realizarse sobre la capa que se está compactando.

En las superficies cercanas a aceras, cabezales, muros y otros lugares no accesibles por los rodillos descritos, la compactación se deberá realizar por medio de rodillos de operación manual, y de peso estático mínimo 2 ton, asegurando el número de pasadas que corresponda para alcanzar los requisitos de densidad exigidas.

Durante la colocación y compactación de la mezcla, se deberá verificar el cumplimiento de las siguientes condiciones:

- Los requisitos estipulados anteriormente deberán considerar los aspectos climáticos y no se asfaltarán si ellos no se cumplen.
- La superficie a cubrir deberá estar limpia, seca y libre de materiales extraños;
- Se recomienda que la compactación se realice entre las temperaturas de 110° C y 140° C
- La mezcla deberá alcanzar el nivel de compactación especificado.
- La superficie terminada no deberá presentar segregación de material (nidos), fisuras, grietas, ahuellamientos, deformaciones, exudaciones ni otros defectos.



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.
- 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
- 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.
- Un mantenimiento oportuno y continuo es necesario para preservar la inversión y mantener el pavimento en completo servicio al público.
- Con respecto a los trabajos realizados en los sectores 1 y 2 de Valdivia alguna de las técnicas empleadas en la reparación de pavimentos no fue la adecuada ya que no emplearon los criterios adecuados al tipo de falla con su solución respectiva, y los trabajos efectuados tienen que tener mayor inspección por parte del mandante.
- Corresponde definir legalmente un único organismo público responsable de la reparación, conservación y reposición de pavimentos, que tenga asignados recursos para ello en forma directa, para lo cual se requiere con urgencia actualizar la antigua legislación sobre pavimentación urbana.

BIBLIOGRAFIA

- MOP, ed. 2001, Planos de Obras Tipos. Manual de Carreteras, Volumen 5, Dirección General de Obras Públicas, Dirección de Vialidad, Chile.
- MOP, ed. 2001, Mantenimiento Vial. Manual de Carreteras, Volumen 7, Dirección General de Obras Públicas, Dirección de Vialidad, Chile.
- MINVU, ed. 1994, Código de Normas y Especificaciones Técnicas en Obras de Pavimentación, Santiago de Chile, División técnica de estudio y fomento habitacional.
- ICH, ed. 1997, Guía para la restauración y mantención de pavimentos de hormigón, Santiago de Chile.
- ICH, ed. 1998, Guía para reparaciones de espesor parcial, Santiago de Chile.
- ICH, ed. 1995, Guía para reparaciones de espesor completo, Santiago de Chile.
- ICH, ed. 2000, Cepillado y restauración de pavimentos de hormigón, Santiago de Chile.
- Sáez, Germán, Proyecto conservación de vías urbanas región de los ríos, IDI: 30084015-0
- Montiel, Adolfo, Apuntes de clases Obras viales caminos.

ANEXOS

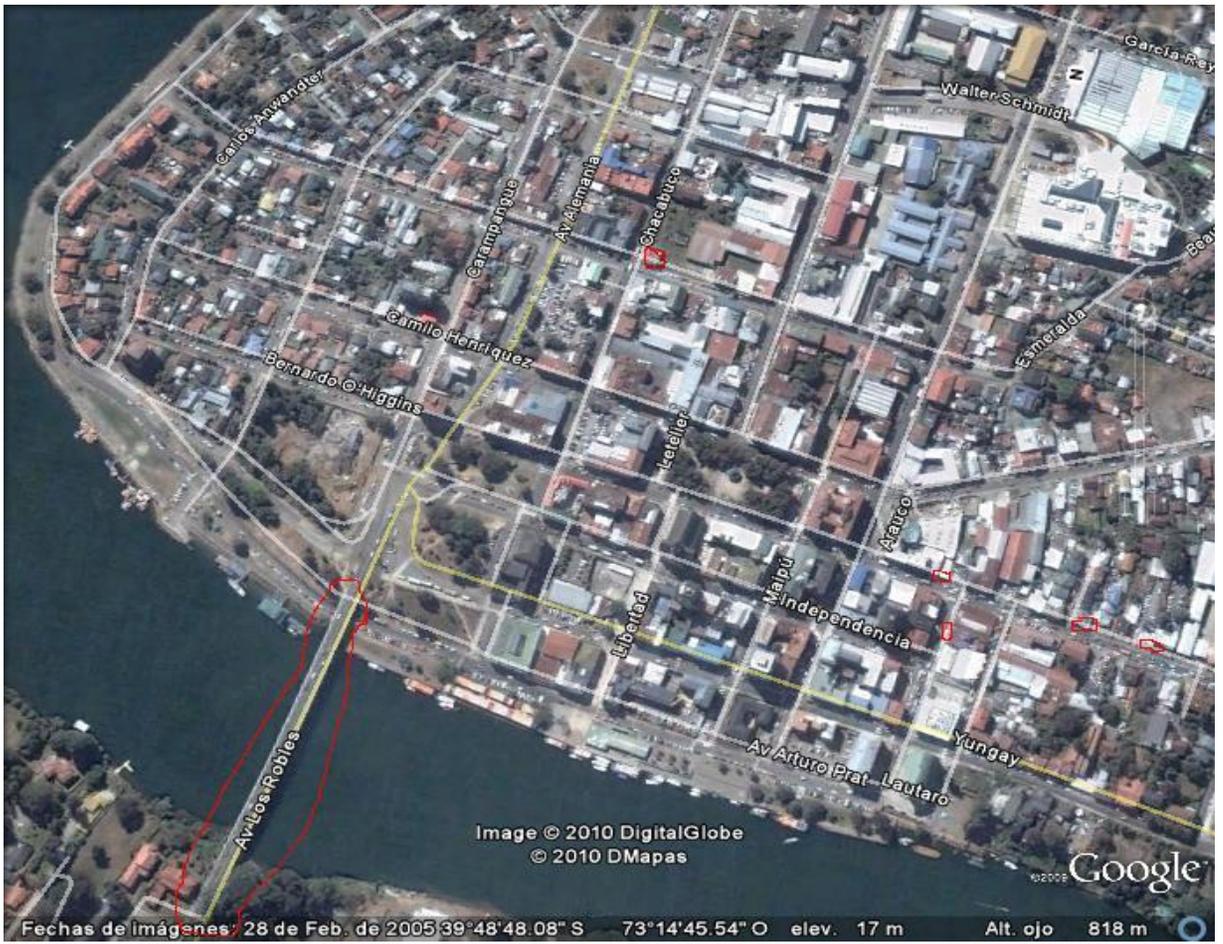
ANEXO A

PROGRAMA CONSERVACION VIAS URBANAS 2009 – MANVU

PARTIDAS OBLIGATORIAS SECTOR - 1

Comuna	Nombre Calle	Entre Calles	Ancho mts.	Largo mts.	Sup. Reps. (m2)	Largo Sello Junturas (m)
Valdivia	Accesos puente P. de Valdivia	Ambos accesos mas junturas				
Valdivia	David Arellano (1)	A. Montecinos y San Martín	5.05	90	454.5	290
Valdivia	David Arellano (2)	A. Montecinos y San Martín	2.55	94	239.7	153
Valdivia	Lago Villarrica	Francia-pje Neltume	2.2	158.0	347.6	222.0
Valdivia	Lago Riñihue	Francia-Lago Budi	2.2	123.0	270.6	173.0
Valdivia	Lago Colico	Lago palena y lago Malleco	2.2	121.0	266.2	170.0
Valdivia	Alejandro Flores	Fco. Encina y Domingo Gómez Rojas	8	3	24.0	15.0
Valdivia	Perez Rosales	frente al 795	2	2	4.0	2.0
Valdivia	Anfión Muñoz	frente a Terminal de Buses	2	2	4.0	2.0
Valdivia	Príncipe Felipe	esq. Volcán Riñinahue	3	3	9.0	5.0
Valdivia	Carlos Anwandter	esq. R. Picarte	4	15	60.0	38.0
Valdivia	Pedro de Valdivia	Esquina Arauco	6	2	12.0	7.0
Valdivia	picarte	frente al Greco	1	2	2.0	1.0
Valdivia	Alejandro Flores	Fco. Encina y Domingo Gómez Rojas	10	3	30.0	19.0
Valdivia	Chacabuco	esq. Caupolicán	4	2	8.0	5.0
	Fco. Encina	Circunvalación	45	7	315.0	201.0

PARTIDAS OBLIGATORIAS SECTOR - 2						
Comuna	Nombre Calle	Entre Calles	Ancho mts.	Largo mts.	Sup. Reps. (m2)	Largo Sello Junturas (m)
Valdivia	Lago Yelcho	Tagua Tagua y lago collico	2.2	150.0	330	211.0
Valdivia	Lago Pullinque	Lago palena y Urrutia	2.2	198.0	435.6	278.0
Valdivia	Lago Pellaifa	Lago Palena y Lago Malleco	2.2	167.0	367.4	235.0
Valdivia	Errázuriz	esq. Rubén Darío	Asfalto		600.0	0.0
Valdivia	Alejandro Flores	Angel Cruchaga y Fco. Encina	26	3	78	49.0
Valdivia	Julián Gutiérrez Alt.	R. Picarte y Errázuriz (asfalto)	3	80	240	0.0
Valdivia	Balmaceda	diversos tramos	3.00	8.00	24	15.0
Valdivia	Picarte	Esquina Condell	4.00	3.50	14	8.0
Valdivia	General Lagos	Frente edif. Seminario	8.00	3.50	28	17.0
Valdivia	Francia	Esquina Schneider	20.00	20.00	400	256.0
Valdivia	Anibal Pinto	Casi Esquina Bueras	8.00	3.50	28	17.0
Valdivia	A. Pinto	esq. Yervas Buenas	4	12	48	30
Valdivia	Picarte	esq. Beauchef	6	5	30	19
Valdivia	Chacabuco	esq. Caupolicán	4	10	40	25
Valdivia	Los Laureles	Frente al 085	5.0	6	30	19
Valdivia	San Carlos	frente al 167	2.0	4	8	5
Valdivia	Gral. Lagos	varios tramos	4.0	7	28	17
Valdivia	Arica	varios tramos	4.0	7	28	17
Valdivia	Miraflores	varios tramos	3.0	7	21	13
Valdivia	Av Simpson	casi esquina Lynch	6	13	75	48
Valdivia	Av Simpson	entre Haverbeck E Italia	4	13	50	32
Valdivia	Tornagaleones	varios tramos	7.0	10	70	44
Valdivia	Pje. 2 , pobl. Mulato Gil de Castro	frente a 728, detrás liceo B.V Mackenna	3.5	3	11	6
Valdivia	Huemul	Frente al 520	6.0	7	42	26
Valdivia	Huemul	entre 520 y 538	6.0	7	44	28
Valdivia	Huemul	entre 540 y 565	5.0	22	110	70
Valdivia	Huemul	entre 565 y 571	6.0	24	144	92
Valdivia	Huemul	entre 574 y 596	6.0	24	144	92







ANEXO C

Tipo de construcción		EMULSIONES											
		Aniónicas						Catiónicas					
		RS - 1	RS - 2	MS - 1	MS - 2	MS - 2h	SS - 1	SS - 1h	RS - 2K	RS - 3K	MS - 2K	MS - 2Kh	SS - 3K
Mezclas Agregado-Asfalto													
a) Para bases y Carpetas:													
Mezcla en planta (caliente)						X							
Mezcla en planta (frío)													
Granulometría abierta					X	X				X	X		
Granulometría cerrada							X	X			X	X	
Con arena						X	X				X	X	
b) Mezcla en sitio													
Granulometría abierta				X	X	X				X	X		
Granulometría cerrada							X	X				X	X
Arena asfalto							X	X				X	X
Suelo arenoso							X	X				X	X
Lechada asfáltica							X	X				X	X
Aplicaciones Agregado-Asfalto													
Sellos y Tratam.													
Tratam. Superficial Simple		X	X						X	X			
Tratam. Superficial Múltiple		X	X						X	X			
Sello de arena		X	X	X					X	X			
Macadam de penetración:													
Alto porcentaje de huecos			X							X			
Bajo porcentaje de huecos		X							X				
Aplicaciones asfálticas													
Neblina bituminosa				X ^d		X ^d	X ^d					X ^d	X ^d
Imprimación (sup. penetrable)						X ^d	X ^d					X ^d	X ^d
Riego de liga				X ^d		X ^d	X ^d					X ^d	X ^d
Matapolvo						X ^d	X ^d					X ^d	X ^d
Riego antierosionante						X ^d	X ^d					X ^d	X ^d
Relleno grietas y juntas					X	X	X	X		X	X	X	X
Mezcla de mantenimiento													
De uso inmediato			X	X	X					X	X		

d = Diluido en agua.

ANEXO D

DETERIOROS Y TÉCNICAS DE REPARACIÓN

PAVIMENTO FLEXIBLE	
DETERIORO	TÉCNICA DE REPARACIÓN
Fisuras y grietas por fatigamiento	Bacheo superficial Bacheo profundo
Fisuras y grietas en bloque	Sello bituminoso
Grietas de borde	Sello bituminoso Bacheo profundo
Fisuras y grietas longitudinales y transversales	Sellado de grietas
Fisuras y grietas reflejadas	Sellado de grietas
Parches deteriorados	Sello bituminoso Bacheo profundo Bacheo superficial
Baches en carpetas asfálticas y tratamientos superficiales	Bacheo profundo Bacheo superficial
Ahuellamiento	Sello bituminoso
Deformación transversal	Bacheo profundo Bacheo superficial
Desgaste	Sello bituminoso
Pérdida de áridos	Sello bituminoso
Ondulaciones	Bacheo profundo
Descenso de la berma	Nivelación de bermas
Surgencia de finos y agua	Instalación drenes de pavimento
Separación entre berma y pavimento	Sellado de grieta

PAVIMENTO RÍGIDO	
DETERIORO	TÉCNICA DE REPARACIÓN
Deficiencias del sellado	Sellado de juntas y grietas
Juntas saltadas	Sellado de juntas y grietas Reparación de espesor parcial
Separación de la junta longitudinal	Sellado de juntas y grietas Reparación de espesor total
Grietas de esquina	Sellado de juntas y grietas Reparación de espesor total
Grietas longitudinales y transv.	Sellado de juntas y grietas Reparación de espesor total
Fisuramiento por retracción (tipo malla)	Reparación de espesor parcial
Desintegración	Reparación de espesor parcial
Baches	Reparación de espesor parcial Reparación de espesor total
Levantamiento localizado	Reparación de espesor total
Escalonamiento de juntas y grietas	Cepillado de la superficie
Descenso de la berma	Nivelación de bermas
Separación entre berma y pavimento	Sellado de juntas y grietas
Parches deteriorados	Reparación de espesor total
Surgencia de finos	Instalación de drenes de pavimento
Fragmentación múltiple	Reparación de espesor total