

RECAPADOS DELGADOS DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

Juan Pablo Covarrubias T.
Instituto Chileno del Cemento y del Hormigón

RESUMEN

Una forma de rehabilitar pavimentos de hormigón es mediante un recapado delgado adherido de hormigón. Este tipo de recapado forma una sección monolítica con el pavimento existente, aumentando su capacidad de soporte. Los espesores de esta solución pueden variar entre 25 mm y 250 mm. En el presente trabajo se indican las especificaciones necesarias para que este sistema se comporte en forma adecuada, a partir de la experiencia norteamericana. En esta tecnología, son muy importantes la preparación del pavimento existente, la resistencia de adherencia entre ambos hormigones y la forma de aserrar las juntas del hormigón nuevo. Se muestran también las especificaciones que se han utilizado en Chile para la carpeta de rodado de puentes, en que el sistema es muy semejante.

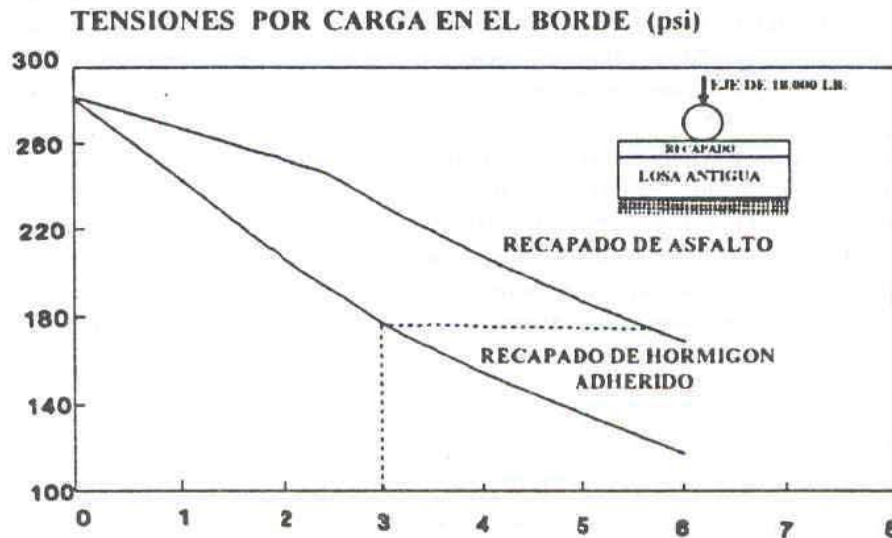
1. INTRODUCCIÓN

Los pavimentos existentes de hormigón pueden ser recapados con una capa de hormigón adherido. Esto involucra la colocación de una capa delgada de hormigón sobre la superficie existente para formar una sección monolítica, la que mejora la capacidad para soportar cargas y proporciona una nueva superficie con mejores características de rodado y de resistencia al patinaje. Este sistema se utiliza en USA para rehabilitar pavimentos de hormigón. En Chile se ha utilizado algo similar en las carpetas de rodado de puentes con losas estructurales de hormigón. En el presente trabajo se mostrará la tecnología que se aplica en USA y la experiencia nacional en el caso de racapados de puentes.

2. VENTAJAS DEL RECAPADO DE HORMIGÓN ADHERIDO

Una delgada capa de hormigón adherido proporciona un aumento sustancial en la capacidad estructural del pavimento. Reduce las tensiones críticas bajo cargas en la losa existente. Las cargas en los bordes normalmente producen las tensiones de tracción mas críticas en el pavimento. Estas tensiones críticas de borde se reducen cuando se forma una losa monolítica de mayor espesor con el recapado y el pavimento existente (Voigt 1987, NCHRP 1982). Esto da como resultado un menor daño por cada aplicación de carga y, consecuentemente un aumento en la capacidad de carga.

En comparación con los recapados asfálticos, los recapados de hormigón adherido proporcionan un mejoramiento estructural significativamente superior, por pulgada de espesor. Las tensiones por carga de borde, para espesores equivalentes de recapados de hormigón adherido y recapados asfálticos, son aproximadamente un 35% menores para los recapados de hormigón adherido (Voigt 1987). Los recapados de hormigón adherido son estructuralmente más eficientes que los de asfalto, por pulgada de material. (Ver Figura N° 1)



Debido a su eficiencia estructural, los recapados de hormigón adherido pueden proporcionar una vida útil prolongada a un costo razonable. En USA, algunos recapados de hormigón adherido han soportado el tráfico por mas de 40 años (NCHRP 1982). Un periodo de diseño típico varia entre 15 y 25 años. Esto depende de las condiciones del pavimento existente y del volumen y tipo de tráfico esperado.

3. NECESIDAD DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS

El aumento del tráfico puede generar la necesidad de mejorar la capacidad estructural de un pavimento. Esto puede ocurrir cuando el desarrollo a lo largo de una ruta excede lo estimado originalmente. Cuando esto ocurre, y el número de ejes standard excede el nivel para el cual fue diseñado el pavimento, su vida útil se reduce considerablemente. Un recapado de hormigón adherido es un medio eficiente para aumentar la capacidad estructural, de tal forma que permita cumplir con las nuevas demandas de tráfico, o rehabilitar un pavimento para prolongar su vida útil más allá de la vida de diseño original.

4. EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD

Investigaciones realizadas por la Federal Highway Administration de USA, han demostrado que los recapados de hormigón adherido han proporcionado un excelente servicio en muchos proyectos

(Voigt 1987). Los factores importantes para el buen funcionamiento de esta solución son: las condiciones del pavimento subyacente, la resistencia de adherencia entre el pavimento antiguo y la capa de hormigón nuevo y la forma de aserrado de juntas (NCHRP 1982). La resistencia de adherencia ha sido excelente usando el estado del arte de la tecnología. Las mejoras en equipos y procedimientos para la preparación y limpieza de la losa existente, y el aserrado de juntas ha aumentado la confiabilidad del desarrollo de la adherencia. Procedimientos de curado adecuados (Especialmente en condiciones climáticas calurosas, secas y/o con mucho viento) también ayudan a mejorar la adherencia bajo las condiciones de proyecto.

La condición en que se encuentra el pavimento subyacente es un factor de suma importancia en el comportamiento futuro del recapado. Se debe determinar, por medio de una opinión ingenieril y estimaciones de capacidad de carga, si el pavimento existente es un candidato apropiado para este tipo de rehabilitación. El comportamiento no es satisfactorio si se intenta colocar un recapado adherido sobre un pavimento existente significativamente dañado. Sin embargo, si los daños son adecuadamente reparados antes del recapado, el desempeño cumplirá con las exigencias de diseño.

5. ESPESORES

La condición del pavimento existente, el tráfico y los factores ambientales influyen en el espesor de diseño. Para la mayoría de las condiciones, un espesor de 3 a 4 pulgadas es suficiente. Se han diseñado y construido capas de hormigón de un espesor tan delgado como 1 pulgada. Sin embargo, se ha determinado que el espesor práctico mínimo para la construcción con equipo pavimentador de molde deslizante es de 2 pulgadas (Betterton 1985). Los recapados delgados (2-3 pulgadas) requieren de pocos ajustes en las bermas, cunetas, puentes y en otras estructuras adyacentes a los caminos o calles.

No existe un espesor máximo recomendado para recapados de hormigón adherido sobre pavimentos existentes con juntas. Para pavimentos que soportan cargas pesadas, como pistas de despegue, carreteo, y losas de estacionamiento en aeropuertos, se han comportado bien recapados adheridos de hasta 10 pulgadas.

6. ESPECIFICACIONES AMERICANAS PARA RECAPADOS DELGADOS

6.1 Reparaciones previas al recapado

Se pueden necesitar varias reparaciones previas al recapado. Los sectores con problemas locales necesitan repararse, para dejar el pavimento existente en una condición adecuada para recibir un recapado adherido. Un apoyo uniforme es la clave para el buen comportamiento de cualquier pavimento de hormigón. El apoyo uniforme es más crítico para los recapados adheridos, porque estos son delgados y dependen del pavimento existente para desarrollar su capacidad estructural. Aunque algunos sectores localizados pueden necesitar reparaciones, la acción del tráfico durante los años y las inclemencias climáticas asientan los suelos existentes bajo los pavimentos de hormigón.

6.1.1 Escalonamiento – Las juntas escalonadas son indicadores de bombeo y pérdida de soporte de la losa o pérdida de capacidad de transferencia de carga. La pérdida de la trabazón del agregado, debido al movimiento de la losa, en conjunto con cajas de juntas abiertas, reducen la eficiencia de la transferencia de carga. Las juntas escalonadas pueden ser suavizadas durante la preparación de la superficie mediante un cepillado. Cuando el escalonamiento es mínimo, esto es generalmente suficiente. Sin embargo, para los escalonamientos mayores de 0,4 a 0,5 cm. es aconsejable evaluar el pavimento por posibles bombeos y huecos bajo las losas.

6.1.2 Bombeo y Pérdida de Soporte – Para la mayoría de los materiales de base, el bombeo se puede identificar visualmente, sin embargo, en etapas tempranas, el bombeo sólo es detectable por medio de ensayos. Si se identifica una pérdida de soporte del pavimento, esta debe ser reparada. Los huecos creados por el desplazamiento de los materiales de la sub-base, pueden ser rellenados mediante inyecciones de grout (pasta) de cemento o el sector puede repararse en toda su profundidad.

6.1.3 Losas Quebradas – Se identifica a una losa quebrada por grietas que se interceptan. Este patrón de agrietamiento es el resultado de cargas pesadas sobre un apoyo disparejo. En la mayoría de los casos estos sectores no proporcionarán un apoyo uniforme con el pavimento circundante. En estos casos se deben reemplazar las losas quebradas y colocar barras de refuerzo para la transferencia de carga en todas las juntas del parche.

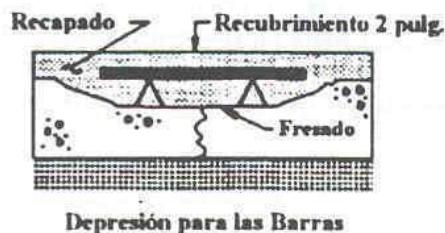
6.1.4 Grietas Transversales – No todas las grietas transversales en los pavimentos de hormigón con juntas requieren de una reparación previa al recapado. Las grietas delgadas, sin escalonamiento o desconches, no requieren de reemplazo en toda su profundidad. Mas bien, estas grietas de poca gravedad pueden dejarse sin tratar o alternativamente reforzarse con barras de acero.

Las grietas gruesas no tratadas se reflejarán a través del recapado y necesitarán ser selladas después de 1 o 2 años de servicio. Las grietas transversales activas, aquellas que muestran un escalonamiento significativo, bombeo y/o quebraduras en las esquinas deben ser reparadas en toda su profundidad.

Algunas grietas que no muestran gran deterioro, pueden tratarse con barras de amarre apoyadas en sillas u otros medios y fijadas sobre la grieta. En algunos casos las barras se colocan directamente sobre la superficie del pavimento. Las barras deben asegurarse a la superficie de manera que no se desplacen durante la pavimentación. Se necesita un recubrimiento mínimo de 5 cm de hormigón contadas desde las barras a la superficie terminada del recapado; esto protegerá al acero de la corrosión (Darter 1987). Un rebaje por cepillado a lo largo de la grieta permite que el refuerzo sea anidado. El arreglo consiste en barras de acero colocadas en ángulo recto a la grieta, y con un espaciamiento de 80 cm. La longitud mínima de estas barras es de 70 cm. (Ver Figura N° 2).



Colocación de canastillos para el Control de Grietas



6.1.5 Deterioro de Juntas – Los problemas serios de deterioro de juntas, tales como quebraduras de esquinas, escalonamientos mayores, o juntas reventadas (blow ups), requieren de reparación. El procedimiento adecuado es la reparación en toda la profundidad. Constituye una excepción la existencia de problemas de desconches en las grietas de las losas existentes que no afectan a todo el espesor. Una remoción de profundidad parcial o un cepillado hasta encontrar hormigón firme son aceptables y posiblemente mas efectivos en cuanto a costo. Los sectores huecos dejados por el hormigón removido se llenan durante la operación de pavimentación. Sin embargo, si la reparación se hace a una profundidad que sobrepase los 5 cm, los huecos deben llenarse antes de la colocación del recapado.

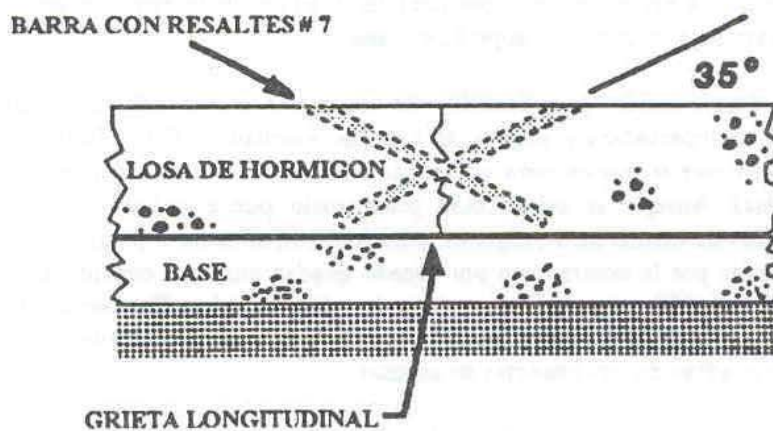
6.1.6 Grietas Longitudinales – Al contrario de muchas de las demás fallas, la ubicación de las grietas longitudinales influye en la necesidad de efectuar reparaciones antes del recapado. Las losas con grietas longitudinales a lo largo de la huella de las ruedas deben ser reemplazadas, o bien repararse con un "Cosido Cruzado" ("Cross-Stitching"). Si se dejan sin tratar, la acción de las ruedas y de la carga a lo largo de la grieta en la huella de los neumáticos acelerará su quiebre.

El "Cosido Cruzado" es un procedimiento usado para amarrar las grietas longitudinales, con el objeto de evitar su apertura y mantener la trabazón del agregado. Se perforan agujeros en un ángulo de 35 grados a través de la grieta. Los agujeros interceptan la grieta a media profundidad.

Se insertan barras estriadas de amarre en las perforaciones limpias. Los huecos tienen un espaciamiento de 80 cm. El "Cosido Cruzado" da resistencia a la grieta y ha sido efectivo en evitar las fallas aceleradas.

Normalmente, las grietas longitudinales en la mitad de la losa no necesitan ser reparadas. Se producirán grietas reflejas en el recapado, pero ellas pueden ser selladas y mantenidas de manera efectiva. Sin embargo, se debe considerar una solución con "Cosido Cruzado" si se nota que el pavimento se está separando a lo largo de la grieta longitudinal. (Ver Figura N° 3).

BARRAS DE AMARRE INSERTADAS Y PEGADAS DENTRO DEL AGUJERO PERFORADO



NOTA: Los agujeros se alternan a cada lado de la grieta, a una distancia de 30 pulgadas en el centro.

6.2 Logro de la adherencia

Obtener la adherencia es la clave para el aumento de la vida útil de largo plazo con un recapado adherido. Si se consigue una buena adherencia, se obtendrá un aumento de la vida útil. Por lo tanto, los pasos que se den para lograr una buena adherencia son críticos en la construcción de un recapado adherido.

6.2.1 Resistencia Requerida de Adherencia- Una resistencia de adherencia de 200 psi es suficiente para soportar las fuerzas de corte y asegurar que la adherencia se mantenga (Voigt 1987, NCHRP 1982). Este valor se determinó en laboratorio (Felt 1956), comparando los ensayos de flexión de vigas preparadas monolíticamente y también en dos capas (adheridas). Con resistencias de adherencia en corte (bond shear strengths) de alrededor de 200 psi las vigas adheridas o laminadas fueron casi tan resistentes como las vigas monolíticas (Felt 1956).

La tecnología actual permite producir económicamente una superficie extremadamente limpia y excelente para la adherencia. Los dos factores que más influyen en la obtención de una buena adherencia son: (1) La resistencia e integridad del hormigón existente. (2) La limpieza de la superficie (Felt 1956). Otros factores que fomentan el desarrollo de la resistencia de adherencia son: una buena consolidación del recapado, una buena técnica en las juntas y buenos procedimientos de curado. En 1956 se concluyó que la resistencia de adherencia podía lograrse con la tecnología disponible (Felt 1956). Lo anterior es aún mas cierto con la tecnología actual.

6.2.2 Preparación de la Superficie- Si la superficie existente se ha debilitado durante la vida del pavimento, es importante que sea removida hasta encontrar hormigón en buen estado. La pérdida de adherencia al centro de la losa, normalmente puede atribuirse a una preparación inadecuada de la superficie o a un hormigón superficial débil. El cepillado remueve en forma adecuada el material débil para dejar expuesta la superficie sólida.

6.2.3 Contracción por Secado- Se logra una buena adherencia usando procedimientos de curado, compactación y diseño de mezclas adecuados. Estos factores contrarrestan los efectos negativos que la contracción por secado puede tener en secciones muy delgadas (menores a 3 pulgadas). Aunque la contracción por secado puede reducir la resistencia de adherencia en recapados de menos de 3 pulgadas, para los recapados de 3 pulgadas y más las tensiones de corte producidas por la contracción por secado quedan muy por debajo de la resistencia de adherencia buscada de 200 psi, y son consideradas despreciables (Domenichini 1986). Sin embargo, es importante usar procedimientos de compactación, curado y diseño de mezclas adecuados en todo recapado adherido, sin importar su espesor.

La aplicación de medidas de curado adecuadas es la mejor manera de reducir las tensiones de contracción por secado. Se logra un excelente curado aplicando un compuesto de curado con pigmento blanco tan pronto como sea posible. Todas las superficies expuestas deben recubrirse con el compuesto. Esto reduce la evaporación del agua de la mezcla. En el caso chileno, también sería recomendable aislar térmicamente las superficies expuestas, para no someter al hormigón a las diferencias térmicas entre el día y la noche, hasta no haber logrado una adherencia adecuada.

La influencia del diseño de la mezcla en la contracción por secado es mínima, si se mantiene una razón agua-cemento menor a 0,45, con lo cual el contenido total de agua en la mezcla se conserva bajo (Domenichini 1986). Si no se controla, la contracción por secado puede inducir tensiones de corte desfavorables en la interfase de adherencia. Durante el curado, el recapado se está contrayendo sobre el pavimento existente. Las tensiones de corte se desarrollan en la interfase de adherencia a medida que el pavimento existente resiste la contracción del recapado. Las tensiones son mayores en los bordes de la losa y llegan a ser despreciables más al centro de los 5 a 8 cm

desde los bordes (Voigt 1987, Domenichini 1986). La cantidad de contracción por secado incide directamente en la magnitud de las tensiones de corte. Dado que la contracción por secado está influenciada por la humedad relativa (condiciones de curado), el contenido total de agua (diseño de la mezcla), el espesor y el área superficial expuesta, un buen diseño de la mezcla y procedimientos de construcción adecuados anulan la influencia de la contracción por secado.

6.2.4 Ejecución de las Juntas- La ubicación de las juntas es también un factor importante en el comportamiento del recapado. Para mantener una buena adherencia se deben cortar las juntas en el recapado sobre las juntas existente en el pavimento. El ancho de las juntas en el recapado debe ser igual o mayor que aquellas en el pavimento existente. Si esto no se hace, se pueden producir excesivas tensiones de corte, las que se desarrollan a medida que el pavimento subyacente se expande por aumentos de temperatura, produciendo compresión en el recapado. Esto hará que el recapado pierda adherencia, y en el caso extremo, que se pandee.

6.2.5 Obtención de Adherencia- El mismo estudio de 1956 que estableció el requisito de una resistencia de adherencia de 200 psi, sugirió que era necesario colocar un grout (pasta) entre el hormigón antiguo y el nuevo, para lograr estos 200 psi (Felt 1956). Sin embargo, esta conclusión que ha establecido el uso de grout, estaba basada en la antigua tecnología de preparación de superficies. En esos tiempos, el limpiado con ácido era el estado del arte para la preparación de superficies. La tecnología ha logrado avances significativos desde entonces. Un examen mas a fondo del estudio de 1956 entrega resultados interesantes y diferentes.

En el nuevo estudio se usó un equipo llamado máquina Tennant, para la preparación de la superficie de varias probetas de ensayo. La máquina Tennant era usada para cepillar una superficie de hormigón. Puede considerarse que la textura resultante se parece a la que dejan las máquinas actuales de cepillado. En casi todos los casos las resistencias desarrollada sin grout fueron mayores que aquellas en que usaron tanto un grout de cemento puro o un grout de arena-cemento-agua.

Estudios recientes realizados en Texas y Iowa indican que se pueden obtener resistencias de adherencia excelentes sin el uso del grout. Una posible explicación es que el grout tiene una relación agua-cemento mas alta que la del hormigón (0,62). Al colocar grout en la interfase, se coloca un material mas débil donde se necesita la adherencia.

Un grout de cemento puede generar la resistencia de adherencia necesaria y ha probado ser efectivo en superficies sin tratar. Sin embargo, donde se use la tecnología moderna para la preparación de superficies, no se requiere de grout para producir resistencias de adherencia adecuadas (Voigt 1987). Esto da una visión de la importancia y el impacto que la preparación de las superficies tiene en el desarrollo de una buena resistencia de adherencia.

Otro factor que contribuye al desarrollo de una resistencia de adherencia sin el uso de grout, es la vibración. El equipo de vibración mecánica en una pavimentadora de moldaje deslizante trabaja para eliminar los huecos y aire atrapado en el hormigón, compactando el material. La vibración licúa el hormigón, el cual tiende a fluir fácilmente. Esto produce una fuente de mortero (grout de adherencia) sobre la superficie del pavimento existente. El mortero producido por la vibración ayuda a la penetración del hormigón en los huecos de la superficie preparada. El equipo de

vibración debe ser ajustado en forma adecuada al espesor del recapado, con el objeto de producir un grout de adherencia a partir del hormigón fresco. Esto también exige que la dosificación del hormigón utilizado en el recapado tenga suficiente mortero para asegurar esta adherencia.

6.2.6 Hormigón- Se pueden usar hormigones normales o "Fast Track" (Tránsito Rápido). En la mayoría de los casos las mezclas normales son suficientes. Sin embargo, los recapados adheridos con hormigón Fast Track han probado ser muy útiles cuando el tiempo de cierre de las vías es crítico en rutas congestionadas. Se han construido con éxito recapados adheridos de hormigón Fast Track en varios estados de USA.

Las proporciones de los materiales dependerán del comportamiento que se espere de la mezcla.

6.2.7 Grout de Adherencia- Aunque los grout no son siempre necesarios para desarrollar una buena resistencia de adherencia, se han usado extensamente. Los mejores resultados se obtienen con grout a base de cemento. Una combinación de cemento y agua es una mezcla simple que proporciona buena resistencia de adherencia. La razón agua-cemento máxima recomendada es de 0.62. Se han probado algunos materiales epóxicos para recapados adheridos, sin embargo, su uso ha sido limitado.

6.2.8 Necesidad de Realizar Ensayos- Es aconsejable que las condiciones de adherencia propuestas y los materiales sean ensayados antes de su uso en un recapado adherido. El ensayo de resistencia al corte se realiza fácilmente mediante un equipo de ensayo Iowa de resistencia al corte, que utiliza una máquina estándar de ensayo de compresión, con testigos extraídos de cachadas de prueba o de probetas moldeadas en el laboratorio.

7. ESPECIFICACIONES CHILENAS PARA CARPETAS DE PUENTES

En Chile se ha usado un sistema similar al descrito como recapado de pavimentos en las carpetas de rodadura de los puentes. Estas carpetas tienen un espesor aproximado de 5 cm. Las especificaciones pretenden lograr que exista la mejor adherencia posible entre el hormigón antiguo de las vigas y losas y el hormigón nuevo de la carpeta de rodado. En el caso chileno, es importante tratar de evitar el alabeo de la carpeta de rodado respecto a la estructura del puente, y esto se logra con buena adherencia.

Las especificaciones utilizadas son las siguientes:

7.1 Preparación de la superficie

En caso de que la superficie del hormigón antiguo sea lisa, eliminar completamente la lechada superficial, lo que se puede lograr con chorro de arena, chorro de agua a presión o por medios mecánicos.

Si la superficie del hormigón antiguo es rugosa, con rayas profundas, eliminar la lechada superficial suelta. Esto se puede lograr mojando la superficie y escobillando energicamente con escobilla de acero, en el sentido del rayado.

7.2 Preparación del hormigón antiguo

Saturar el hormigón viejo por lo menos durante 48 horas, suprimiendo el agua y dejando secar entre 12 y 24 horas antes de proceder a colocar el hormigón nuevo. Este procedimiento hace que el hormigón antiguo al saturarse se expanda antes de la colocación de la carpeta, e inicie su contracción de secado junto con el nuevo hormigón. Esto disminuye el movimiento diferencial entre ambos hormigones, disminuyendo las tensiones de corte entre ellos.

7.3 Dosificación del hormigón

Utilizar un hormigón con mayor cantidad de arena que uno normal. Esto permite proporcionar suficiente mortero tanto para la adherencia con el hormigón viejo como para la terminación superficial, pudiéndose lograr la lisura superficial especificada. El hormigón debe ser fabricado con la menor cantidad de agua posible para reducir retracción, por lo que se recomienda el uso de aditivos plastificantes.

7.4 Colocación y transporte

La fabricación y transporte del hormigón son normales. Respecto a la vibración, se puede ejecutar con vibradores de inmersión o con cercha vibradora. En caso de utilizar vibradores de inmersión hay que cuidar una buena ejecución, puesto que debido al espesor de la sobre losa, el radio de acción de estos vibradores es pequeño, y además hay que vibrar con las botellas tendidas, lo que es dificultoso. La solución de utilizar cercha vibradora es mejor. En este caso, debido a la dosificación del hormigón y a su espesor, es conveniente que la cercha sea de frecuencia de vibración alta y que el peso de la cercha no sea excesivo.

7.5 Curado

Una vez terminado el hormigonado se debe colocar una buena membrana de curado. Esta membrana se debe colocar inmediatamente después de terminado el platabado, y antes de que el hormigón se seque superficialmente. La membrana de curado debe funcionar aplicada sobre hormigón con agua superficial. No todas las membranas de curado existentes en el mercado cumplen con esta condición.

7.6 Protección térmica

Utilizar diques de agua como aislante térmico en la superficie del hormigón. El dique se colocará en cuanto el hormigón tenga la resistencia suficiente, en lo posible el mismo día de hormigonado, con el fin de evitar gradientes térmicos altos en la primera noche. Los diques se deben mantener durante siete días como mínimo, o hasta que el hormigón alcance una resistencia de adherencia suficiente. Los diques se podrían reemplazar por algún otro sistema aislante térmico, como el polietileno con burbujas de aire, colchonetas de paja o cualquier sistema que evite un enfriamiento rápido de la superficie del pavimento, y evite los ciclos diarios de temperatura entre el día y la noche, los que generan tensiones de corte a temprana edad, cuando el hormigón nuevo aún no tiene la resistencia de adherencia suficiente.

8. CONCLUSIONES

Se puede observar que el sistema de recapado de hormigón delgado y adherido sobre pavimentos de hormigón existente es beneficioso desde el punto de vista de costo y de prolongación de la vida útil de los pavimentos. Es un sistema que se ha utilizado en Chile en puentes, en una aplicación parecida, con buenos resultados cuando la ejecución de la faena es bien especificada y controlada.

El método de diseño AASHTO incorpora la forma de diseñar este tipo de recapado, considerando la capacidad de soporte estructural remanente del pavimento antiguo. Es una solución interesante para rehabilitaciones de calles de ciudad, dado que permite cepillar el pavimento antiguo en una cierta profundidad, colocando un hormigón nuevo con pequeño aumento de espesor respecto al original. Esto permite mantener la geometría original de soleras y elementos contiguos al pavimento. Permite también la utilización de hormigón de tránsito rápido (fast track), que disminuye los problemas al usuario por congestión durante las faenas de rehabilitación, al poder entregarse al tráfico en forma rápida.

Es interesante notar que las especificaciones chilenas concuerdan con las principales consideraciones que presenta el sistema americano. En Chile el desarrollo se produjo en forma teórica, con alguna consideración práctica, pero sin ensayos de laboratorio que justificaran el sistema.

9. REFERENCIAS

- 1.-Betterton, R., Knutson, M., Marks, V., "Fibrous Portland Cement Concrete Overlay Research in Greene County, Iowa". In Transportation Research Record 1040, Transportation Research Board, National Research Council, Washington D.C., 1985 pp 1-7.
- 2.-Darter, M.I., Carpenter, S.H., Herrin, M., Barenberg, E.J., Dempsey, B.J., Thompson, M.R., Smith, R.E., y Synder, M.B., "Techniques for Pavement Rehabilitation". Participants Notebook, National Highway Institute/Federal Highway Administration, revised 1987.
- 3.-Domenichini, L., " Factors Affecting Adhesion of Bonded Concrete Overlays (Abridgement) ". Departament of Hydraulics, Transportation and Road Construction, University of Rome, 1986.
- 4.-Felt, E., "Resurfacing and Patching Concrete Pavement with Bonded Concrete", Highway Research Board, Volume 35, 1956.
- 5.-NCHRP Synthesis of Highway Practice 99: Resurfacing with Portland Cement Concrete, Transportation Research Board, National Research Council, Washington D.C. 1982.
- 6.-Voigt, G.F., Darter, M.I., Carpenter S.H., "Field Performance of Bonded Concrete Overlays", In Transportation Research Record 1110, Transportation Research Board, National Research Council, Washington D.C. 1987, pp 117-128.
- 7.-Voigt, G.F., Darter, M.I., Carpenter S.H., Rehabilitation of Concrete Pavements, Volumen II - Overlay Rehabilitation Techniques, Federal Highway Administration Report, FHWA/RD-88-072, 1987.
- 8.-Covarrubias, J.P., " Informe sobre recomendaciones generales para construcción de la carpeta de rodado de puente Lontué y Paso Superior Maquehua", Bründl y Cia. Ltda., 1990.