

## FACTIBILIDAD TECNICA Y ECONOMICA DE LA UTILIZACION DE EQUIPOS MODERNOS DE SLURRY SEAL EN LA CONSERVACION DE PAVIMENTOS

**Guillermo Thenoux Z.**

Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción  
Pontificia Universidad Católica de Chile  
Vicuña Mackenna 4860, Santiago, Chile.

**Francisco José Zeballos**

Ingeniero Civil Industrial  
Abraham Lincoln 1640, La Serena, Chile

### RESUMEN

La tecnología de Slurry, para la conservación de pavimentos asfálticos, ha experimentado un notable desarrollo en las últimas décadas, tanto en lo que se refiere a diseño de mezclas como técnicas de aplicación y es ampliamente utilizada en la actualidad, en Norte América, Europa y algunos países Sudamericanos.

En la introducción de la tecnología de Slurry en Chile se han percibido dos barreras fundamentales. La primera es el conocimiento que se tiene de esta tecnología en general y la segunda, e igual de importante, la incertidumbre de los costos reales tanto por parte de los mandantes como de los contratistas. Es así, que el presente trabajo tiene como objetivo primordial determinar la factibilidad técnica y la factibilidad económica de aplicar esta tecnología en Chile, para que de este modo tanto organismos administradores (mandantes) y contratistas, adquieran un compromiso mútuo para la introducción sistemática de los tratamientos de lechada asfáltica a ser utilizada en la conservación de caminos de asfalto.

Esta tecnología presenta innumerables ventajas respecto de la técnica de conservación alternativa que se emplea en la actualidad (Sellos Asfálticos). Es así, que el trabajo concluye, que el uso de tecnología de Slurry en Chile, dadas las condiciones actualmente existentes, y el tamaño del mercado, así como los requerimientos potenciales anuales de Slurry, aparte de implicar ventajas técnicas para el país, es además rentable económicamente para el inversionista privado.

## 1. INTRODUCCION

Es un hecho ampliamente reconocido que, por falta de conservación oportuna, las condiciones en que se encuentra gran parte de la infraestructura de caminos de nuestro país (Chile), es por decir lo menos, preocupante. Se estima que la pérdida de valor que ocasiona el deterioro de las redes existentes es mayor que la que se destina a construir nuevos caminos (Schiesler, 1992).

La conservación oportuna y adecuada de los caminos que forman una red vial tiene como objetivo principal preservar las condiciones de servicialidad inicial de estos (Indice de Servicialidad superior a 3) y además controlar que no alcancen un estado de degradación irreversible que lo conduzca a su consecuente destrucción. Aquellos caminos que presentan un adecuado Indice de Servicialidad no sólo representan menores costos de operación para el usuario, si no que otorga a la comunidad aledaña un sin número de beneficios exógenos debido principalmente a que caminos que alcanzan elevados niveles de deterioro desalientan a conductores y empresas de servicio afectando una serie de actividades de desarrollo social, cultural y económico en un área de impacto difícil de precisar (Thenoux, 1992).

Para poder realizar una oportuna y adecuada conservación de pavimentos, se requiere necesariamente, contar con una sólida organización y efectivo sistema de administración de pavimentos. Además, se deben conocer técnicas ad-hoc que permitan un eficiente empleo de nuevos materiales y nuevos métodos de conservación que ayuden a la optimización y continuo mejoramiento de la gestión de conservación. Es dentro de este contexto que se enmarcan los objetivos del presente trabajo, en donde se reconoce limitada experiencia que tienen en la actualidad los distintos organismos viales de técnicas y métodos constructivos modernos que podrían hacer más eficiente la gestión de conservación de pavimentos. Entre estas técnicas de conservación, se encuentra la tecnología de Slurry Seal o (Lechadas Asfálticas) la cual en opinión del autor, ha sido poco y en general mal utilizada en Chile.

La tecnología de Slurry ha experimentado un notable desarrollo en las últimas décadas, tanto en lo que se refiere a materiales y diseño de mezclas como técnicas de aplicación y son ampliamente utilizados en la actualidad en la conservación de caminos de Norte América, Europa y países Sudamericanos. Sin embargo, en Chile se han detectado impedimentos tecnológicos y administrativos que no han favorecido la utilización sistemática de esta tecnología.

Los principales impedimentos identificados son:

- a) Se desconoce en gran medida el avance tecnológico y las bondades de este método de conservación y sus ventajas con respecto a procedimientos tradicionales.
- b) No existen los equipos necesarios para el diseño y control de mezclas de Slurry, que determinan las normas internacionales, lo cual se ha identificado como una de las causas principales del bajo comportamiento de mezclas de Slurry utilizadas en obras de conservación.
- c) La tecnología de construcción existente a la fecha (equipos), es anticuada e ineficiente y en general se cuenta con poca experiencia acumulada. Incluso, en muchas obras importantes de conservación se han utilizado métodos constructivos artesanales. Estas causas, explican la desconfianza que se tiene respecto de la calidad y utilidad de este tipo de tecnología.
- d) El Ministerio de Obras Públicas (unos de los principales mandantes), considera en sus sistemas de evaluación de proyectos, precios unitarios, de la alternativa de conservación en Slurry, mucho mayores que en la práctica, provocando de este modo un descarte automático de este sistema constructivo en los programas de conservación anual, favoreciendo automáticamente la alternativa de Sello Asfáltico.

Como consecuencia de los impedimentos mencionados y en opinión de los expertos, se está privando a este sector, de una tecnología alternativa que debería reportar importantes beneficios al país en lo que se refiere a su utilización en los programas de conservación de pavimentos asfálticos.

Para la introducción de esta tecnología se deben soslayar dos barreras fundamentales. La primera es el conocimiento que se tiene de ésta, y la segunda, e igual de importante, el desconocimiento de los costos reales y beneficios económicos indirectos que ofrece esta tecnología de conservación. Es así que el presente trabajo tiene como objetivo primordial demostrar la factibilidad técnica y la factibilidad económica de aplicar esta tecnología en Chile, para que de este modo tanto organismos administradores (mandantes) y contratistas adquieran un compromiso mútuo para la introducción sistemática de los tratamientos de lechada asfáltica para ser utilizada en los programas de conservación de caminos de asfalto.

## 2. TECNICAS DE COSERVACION CON REVESTIMIENTOS BITUMINOSOS SUPERFICIALES

### 2.1 Revestimientos Bituminosos Superficiales

Existen dos tipos de revestimientos bituminosos superficiales que cumplen objetivos similares pero que se presentan ventajas y desventajas muy disímiles:

- a) Revestimiento superficial con lechada asfáltica (Slurry Seal).
- b) Revestimiento superficial con sello de agregados (Sello Asfáltico).

Los objetivos principales de un revestimiento superficial son acondicionar, impermeabilizar y restaurar grandes superficies de pavimentos asfálticos que no hayan perdido su capacidad estructural.

Para la aplicación de cualquier tipo de revestimiento superficial se requiere una preparación de la superficie del pavimento muy similar para ambos tipos de revestimiento, por lo que la diferencia tecnológica entre los distintos tipos de conservación está dada por la aplicación misma del tipo de revestimiento a utilizar y sus ventajas particulares.

### 2.2 Descripción de un Slurry Seal

Es una mezcla de agregados finos (arenas) con una emulsión asfáltica lenta (catiónica o aniónica), una pequeña proporción de un relleno mineral cuando fuere necesario y agua en cantidad suficiente para obtener una consistencia que permita extenderla sin que se derrame (MS-19, The Asphalt Institute). Su función de impermeabilizado, sellado de grietas y restitución de superficies de pavimento asfáltico, se puede ver en la Figura 1a. A su vez, la Figura 1b, muestra esquemáticamente la técnica de construcción empleada. Los criterios técnicos empleados en proyectos de Slurry Seal han sido revisado en detalle en otras publicaciones (Berkoff, 1989). La finalidad y las ventajas con este tipo de sellado sobre pavimentos asfálticos, puede resumirse en los siguientes puntos:

- a) Por su estado semifluido presenta una baja tensión superficial que la hace penetrar en las fisuras mayores, grietas y oquedades, de un pavimento envejecido, uniformando y restituyendo así a una superficie bien impermeabilizada y rejuvenecida la cual prolonga la vida útil del pavimento. El sello de Slurry no incrementa la resistencia estructural de modo que un pavimento que es estructuralmente débil en ciertas áreas localizadas, deberá ser reparado antes de aplicar el sello. De la misma manera, ahuellamientos, bordes bajos en el pavimento,

ondulaciones y otras irregularidades en la superficie deben también corregirse antes de poner un sello de lechada

Nota: Las técnicas más avanzadas de Slurry permiten corregir deficiencias de hasta 10 cm.

- b) Se aplica como sellado de tratamientos superficiales, aumentando la retención de áridos.
- c) Se emplea en las capas de rodamiento muy lisas y peligrosas, donde resulta conveniente incrementar el coeficiente de fricción, transformándolas en superficies seguras, antideslizantes.
- d) No hay desprendimiento de áridos. Esta última ventaja es una ventaja comparativa respecto de los Sellos de Agregados, los cuales son extremadamente peligroso por el desprendimiento de agregados y lanzamiento de ellos como proyectiles.
- e) Las faenas son más limpias, con menor circulación de maquinaria de apoyo y más rápidas.

### 2.3 Equipamiento Utilizado

El equipo que se utiliza en las faenas de Slurry Seal, corresponde a un camión sobre el cual se ha montado una caja en la que se almacenan los materiales a utilizar (arena, agua, emulsión y filler si fuera necesario), y en su parte posterior una rastre, que corresponde a una caja rectangular de ancho variable que se adosa al pavimento a revestir mediante gomas flexibles, tiene además en su interior una separación central, que se encarga de distribuir uniformemente la lechada (Figura 1b). El sistema de dosificación de los materiales es automático y regula las cantidades de agua de premezclado y de emulsión a combinar con el árido. El extendido se realiza mediante una caja especial, que garantiza un mejor acabado y una lechada más homogénea.

Existen además en el mercado equipos que han incorporado otros diseños, los cuales junto a la utilización de nuevas emulsiones han mejorado mucho más el rendimiento general de los sellos de Slurry.

### 2.4 Ventajas Principales del Equipo

La lechada aplicada con un equipo moderno presenta varias ventajas con respecto a sus homólogos monocapas (Sellos Asfálticos), de las que se puede mencionar:

- a) Premezcla los materiales en forma homogénea y controlada.
- b) Excelente rendimiento de los materiales.
- c) Rapidez y facilidad de ejecución
- d) Una sola operación.
- e) Equipos más modernos permiten corregir deformaciones superficiales.
- f) Homogeneidad en la calidad de la superficie.

## 3. ESTUDIO DE MERCADO

### 3.1 El Mercado

El mercado considerado para el presente estudio comprende principalmente los caminos públicos y privados y, aeropuertos pavimentados con material asfáltico. Eventualmente, y dependiendo del grado de desarrollo que alcance esta tecnología en Chile, se podría considerar un mercado más amplio que abarcaría pavimentos del hormigón y caminos de tierra estabilizados.

Según sea el tipo de pavimento asfáltico diseñado, las condiciones climatológicas y el volumen de tránsito se estima que con un buen programa de conservación un pavimento deberá recibir una aplicación de Slurry entre los primeros 4 a 6 años en servicio (Figura 2). Se requiere mayor investigación para establecer en forma más precisa los umbrales óptimos de intervención, los cuales hoy se determinan principalmente con el uso del HDM-III, calibrado para la situación chilena.

El mercado de conservación de pavimentos asfálticos se encuentra segmentado de acuerdo a los organismos responsables de la gestión de conservación y básicamente se puede dividir este, en cuatro sectores:

- a) Ministerio de la Vivienda y Urbanismo; Pavimentos Urbanos.
- b) Ministerio de Obras Públicas; Pavimentos no Urbanos y Aeropuertos.
- c) Caminos, calles, estacionamientos y pavimentos industriales, privados.
- d) Caminos y calles en concesión.

### 3.2 Metodología Utilizada para Dimensionar el Mercado

Para la estimación de la superficie de pavimentos asfálticos susceptibles de recibir un tratamiento superficial anual, el estudio se concentró principalmente en la red de caminos administrados por el Ministerio de Obras Públicas y el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

En el Ministerio de Obras Públicas, se procedió a un análisis de la información manejada por el Departamento de Conservación de la Dirección de Vialidad, y de la información obtenida del modelo computacional HDM III. En el Ministerio de Vialidad y Urbanismo, la información se determinó del análisis del Estudio de Mantenimiento Vial Urbano (R&Q Ingeniería, 1988), y del análisis de la información manejada por el Departamento de Vialidad Urbana.

Para dimensionar el mercado y uniformar la información disponible, se procedió a usar el siguiente supuesto: ancho de camino igual a 6 metros (es decir por cada 1 kilómetro lineal de camino se tienen 6.000 m<sup>2</sup> de superficie).

Debido a que la terminología utilizada para clasificar los caminos difiere entre los distintos organismos encargados de la gestión, se definieron dos tipos de redes y se reagruparon en estas dos clasificaciones los caminos administrados por ambos organismos estatales. Esta definición se presenta en la Figura 3, y regrupa los caminos en dos categorías: Red Principal y Red Secundaria. Una vez reagrupados los caminos en la clasificación de Red Principal y Red Secundaria se ordenó la información recogida para diferenciar el porcentaje en tres tipos diferentes de superficie: Asfalto, Hormigón y no pavimentados. La Tabla N° 1, presenta una información más detallada de los datos encuestados.

Dada las características de los pavimentos asfálticos y sus actuales tasas de crecimiento, 3,5% en los pavimentos urbanos y 7,5% en los no urbanos, se puede estimar conservadoramente un mercado anual en Chile, en el rango de los 1.000 a los 1.100 Km. anuales de conservación en Slurry (Zeballos, 1993). Esta información se encuentra resumida en la Tabla N° 2.

En Argentina, donde la conservación en Slurry presenta un mayor desarrollo que en nuestro país, este mercado alcanza una dimensión de 2.500 Km. anuales.

## 4. FACTIBILIDAD ECONOMICA

### 4.1 Metodología Utilizada para el Análisis.

Como indicador de rentabilidad se utilizó el Valor Actual Neto (VAN), utilizando una tasa de descuento del 15%. Esta tasa de descuento corresponde a la rentabilidad promedio del sector para un proyecto de construcción de caminos. Además, se utilizó el criterio de la Tasa Interna de Retorno (TIR), como indicador de rentabilidad.

Para el cálculo del VAN y el TIR se utilizaron las siguientes hipótesis:

- a) Ingreso: Se componen por el precio de venta y la cantidad. El precio de venta se definió como el precio de venta de la alternativa tecnológicamente equivalente a un Slurry. Esta alternativa es el Sello Asfáltico. La cantidad corresponde a la superficie a tratar anualmente, estimada en el punto anterior.
- b) Costo: Al igual que el ingreso, el costo es función de la cantidad, con la diferencia de que el costo está formado por una componente "fija" (Costo Fijo más Gastos Generales) y otra variable (Costo de Operación).
- c) Inversión: La inversión, se componen principalmente por la inversión en el equipo de Slurry y equipos de laboratorio. Se ha considerado además la inversión de materiales y equipos menores (equipo de señalización y otros), y equipo de oficina. Para los demás equipos y maquinarias de apoyo de las faenas de construcción, se ha considerado la alternativa de arriendo de estos, por lo que no se considera la inversión en ellos. Se ha considerado además, un valor residual de un 20% de la inversión inicial al cabo de 10 años, y una depreciación lineal. Se trabaja con una tasa de impuesto de un 15% sobre las utilidades (según Operación Renta 1993).

Los indicadores valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR) se usan como herramientas para estudiar la rentabilidad de la alternativa de Slurry.

Se determinó el punto de equilibrio, el cual establece la cantidad mínima necesaria de  $m^2$  de conservación con Slurry que hace rentable el proyecto. También, permite determinar la rentabilidad que presenta el uso de la tecnología de Slurry.

La determinación del punto de equilibrio en primer lugar, y luego la rentabilidad del proyecto, nos permiten determinar la factibilidad económica de dicha alternativa tecnológica.

### 4.2 Estimación del Punto de Equilibrio

En el análisis de la factibilidad económica de aplicar Slurry, un primer paso es determinar un punto de equilibrio que nos permita determinar, cual es la cantidad mínima a aplicar en  $m^2$  de sello para la cual se hace rentable la inversión, por parte de una empresa privada, de un equipo de Slurry con tecnología moderna (se considera solo la utilización en proyectos de conservación de caminos de asfalto). A la vez, la determinación del punto de equilibrio otorgaría una herramienta de juicio, desde el punto de vista del mercado, que mostraría la factibilidad económica de aplicar esta tecnología en Chile, respecto a tecnologías alternativas.

Utilizando la metodología definida en el punto anterior (4.1) y con los valores adoptados para cada uno de los puntos anteriormente descritos, los cuales se presentan en la Tabla 3, se alcanza un

valor para el Punto de Equilibrio de 642.084 m<sup>2</sup> anuales (o 107,01 Km anuales), que se resume en la Tabla 4, lo cual corresponde a un 9,73% del mercado potencial anual de Slurry.

#### 4.3 Evaluación Económica

Una vez determinado el punto de equilibrio, es posible determinar ahora la rentabilidad de usar la tecnología de Slurry, partiendo de la premisa que es factible de aplicarla, técnica y económicamente, desde el punto de vista del mercado. La metodología a usar será la ya descrita en el punto 4.1, considerando conservadoramente el siguiente escenario:

- a) La cantidad anual a usar el equipo de Slurry, se distribuirá en el horizonte de evaluación del siguiente modo; en el año 1 se estimará en abarcar un 9,73% del mercado, con un crecimiento anual del 7% del mismo, hasta alcanzar en el año 5, un equilibrio manteniéndose constante la producción anual, hasta el fin del horizonte de evaluación; 10 años.
- b) Los valores de ingreso, costos (constante y variable), inversión y otros, serán los descritos en la Tabla 3.
- c) La evaluación económica se ha realizado considerando el uso de un solo equipo de Slurry Seal. Además, en los costos se ha considerado que todos los recursos administrativos y de apoyo a la operación, se dedican exclusivamente al uso del equipo de Slurry Seal. Eventualmente estos costos podrían ser compartidos por otros servicios que presta la empresa propietaria del equipo.
- d) En el análisis de la rentabilidad, se ha sensibilizado en torno al Precio de Venta, analizando para valores de 105% y 95% precio de venta base, con el fin mostrar los efectos de las variaciones en el precio de venta.

Los resultados obtenidos de la evaluación económica, dado el escenario anteriormente descrito, se resumen en la Tabla 5.

#### 5. CONCLUSIONES

La tecnología de Slurry Seal ha experimentado un notable desarrollo en las últimas décadas, tanto en lo que se refiere a materiales y diseño de mezclas, como técnicas de aplicación, y es así que esta tecnología es ampliamente usada en Norte América, Europa y algunos países Sudamericanos.

El uso de tecnología de Slurry como medida de conservación, ofrece un sin número de ventajas técnicas y además, la incorporación de equipos modernos en nuestro mercado permitiría mejorar los estándares mínimos de calidad para las diferentes acciones de conservación. Es importante eso si, considerar además la incorporación de los equipos normalizados de laboratorio para el correcto diseño y control de mezclas de Slurry.

Considerando actualmente las características del mercado es posible estimar una demanda de Slurry en torno a los 1100 Km/anuales, siendo factible económicamente el incorporar esta tecnología al mercado, dado que el uso de Slurry se hace rentable a partir de la aplicación sobre el 9% del mercado anual. Se estima que el actual mercado podría soportar alrededor de 10 equipos y aún seguiría siendo rentable.

En un escenario de un precio de venta de 441 \$/m<sup>2</sup>, el uso de Slurry, tiene un VAN de 117 millones de pesos, y TIR de 35%. Al sensibilizar en torno al precio de venta, es posible ver que la alternativa de Slurry es muy sensible a esta variación. Como se puede ver en el análisis de sensibilidad, la alternativa de Slurry Seal sería rentable en un rango cercano al 90% del precio base, siendo altamente rentable en un rango de un 110% del precio base (441 \$/m<sup>2</sup>).

Finalmente se puede concluir que el uso de Slurry en Chile, dadas las condiciones actualmente existentes, y el tamaño del mercado, así como los requerimientos de demanda estimada de Slurry, nos encontramos en presencia de una tecnología que aparte de implicar ventajas técnicas para el país, es además rentable económicamente para el inversionista privado.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración y consejos aportados, para la elaboración de este trabajo a los ingenieros Rodrigo Plaza y Bernardo Sedini.

Se agradece la contribución del ingeniero Miguel Angel Berkoff de Argentina.

## REFERENCIAS

- Berkoff, M. A. (1989), Criterio Técnico del Proyecto de Lechada Asfáltica, Quinto Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto, Punta del Este, Uruguay, Tomo III.
- Harrel, Clell G., et. al. (1988), EL Deterioro de los Caminos en los Países en Desarrollo, Causas y Soluciones, Informe Banco Mundial, Washington D.C. , Estados Unidos.
- MS-19, (1979), A Basic Asphalt Emulsion Manual, The Asphalt Institute, Manual Series Nº19, Washington D.C., Estados Unidos.
- Schliessler, A., Bull, A. (1992), Caminos un Nuevo Enfoque para la Gestión y Conservación de Redes Viales, CEPAL, LC/L. 693, Santiago, Chile.
- Thenoux, G. y equipo (1992), Plan de Gestión para la Conservación y Mejoramiento de Caminos Comunales, Informe preparado para la Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas, Santiago, Chile.
- Zeballos, F. J. (1993), Evaluación Técnica-Económica para la Aplicación de la Tecnología de Slurry en la Conservación de Pavimentos, Trabajo de Título, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Universidad de Chile.

**Tabla 1. Kilómetros de Red Principal y Red Secundaria**

	Hormigón	Asfalto	No Pavimentado	Totales
	(Km.)	(Km.)	(Km.)	(Km.)
Red Principal	9.979,04	8.438,50	19.540,46	37.958
Red Secundaria	274,40	552,60	55.469,00	56.296
	10.253,44	8.991,10	75.009,46	94.254,00

	Hormigón	Asfalto	No Pavimentado	Totales
	(%)	(%)	(%)	(%)
Red Principal	26,29	22,23	51,48	40,27
Red Secundaria	0,49	0,98	98,53	56296,00
	26,78	23,21	150,01	59,73

**Tabla 2: Estimación de Requerimientos de Slurry (Demanda)**

Pavimentos	Demanda de Slurry	Tasa de Crecimiento
	Km./ anuales	(%)
Urbanos	100	3,5
No urbanos	1000	7,5
Total	1100	7,1 (*)

(\*) Valor ponderado

**Tabla 3: Valores Adoptados para el Estudio Económico**

Item	Un.	Valor
Ingreso (1)	\$/m2	441,00
Costos	\$/año	$125.700.000 + 214,80 \text{ } \$/\text{m}^2$
Inversión (2)	\$	57.635.000,00
Capital de Trabajo (3)	\$	39.542.946,48
Valor Residual (4)	\$	10.260.000,00
Depreciación (5)	\$/año	4.104.000,00
Tasa de Impuestos	%	15,00
Tasa de Descuento	%	15,00

\* Valores en pesos de Octubre de 1992

- (1) Inversión en el año 0.
- (2) Capital de trabajo en el año 0.
- (3) 20% de la inversión, se recupera el año 10.
- (4) Depreciación lineal, en 10 años.
- (5) Según Operación Renta 1993
- (6) Rentabilidad promedio del sector.

**Tabla 4: Punto de Equilibrio (VAN=0)**

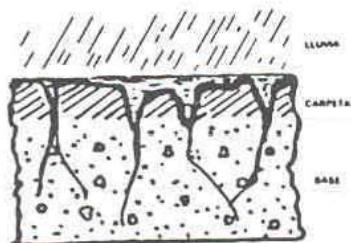
	Valor
m <sup>2</sup> /año	642.084,00
Km/año	107,01
% Mercado	9,73

**Tabla 5: Resultado Análisis Económico Comparativo.**

Precio de Venta (1)	VAN (\$)	TIR (%)
(p) = 441,07 \$/m <sup>2</sup>	117.202.842,22	34,97
(1.05*p) = 463,05 \$/m <sup>2</sup>	189.024.977,68	46,71
(0,95*p) = 352,86 \$/m <sup>2</sup>	45.380.706,76	22,94

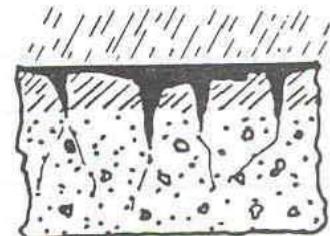
\* Valores en pesos de Octubre de 1992

(1) Valores después de impuestos,

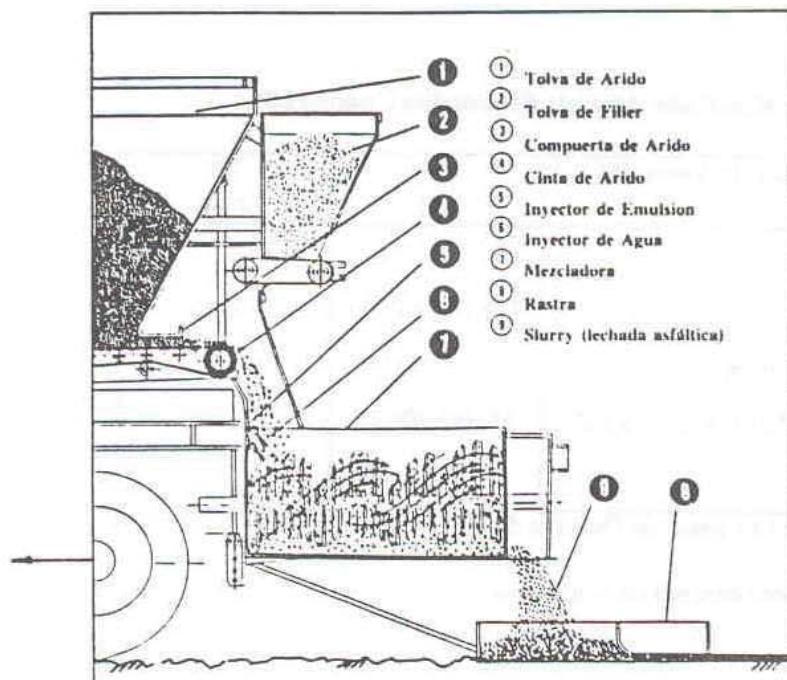


(a)

Pavimento envejecido, con fisuras y grietas, peladuras en donde el agua acelera su destrucción.



Pavimento tratado con Slurry. Sellado de grietas, impermeabilizado y superficie restituida.



(b)

Figura 1: Slurry Seal,: Función y Esquema

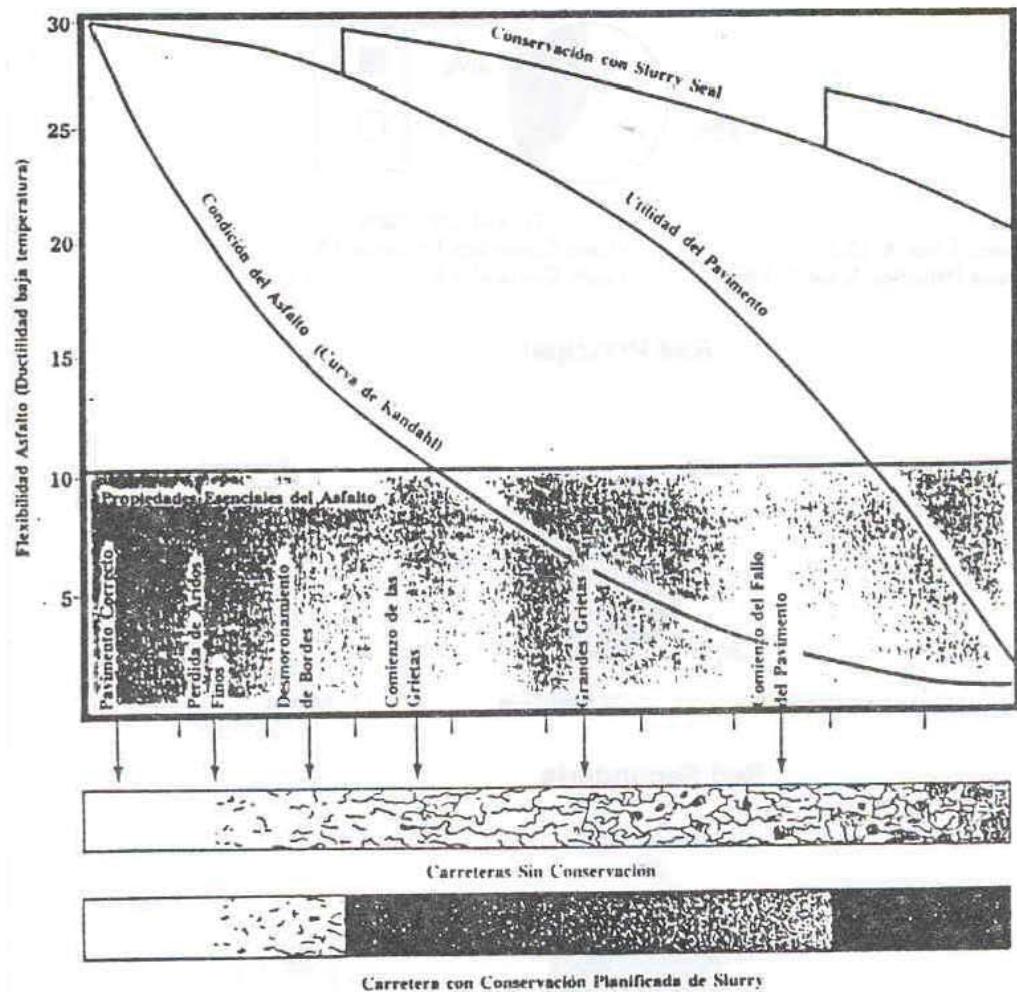
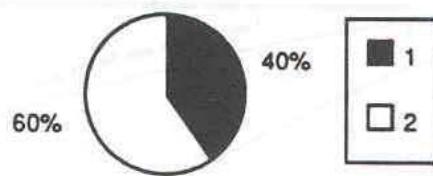


Figura 2: Deterioro Típico de un Pavimento

Fuente: Kandall P. S. and Wenger M. E., (1975) "Paving Asphalt in Relation to Pavement Performance", Transportation Research Board, TRB 544.

### Red Principal versus Red Secundaria



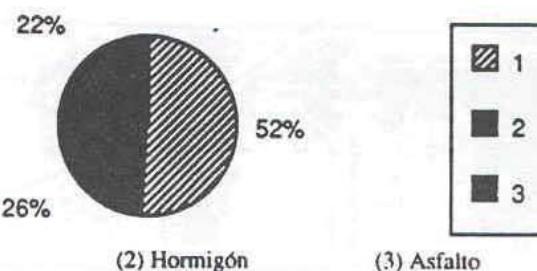
#### (1) Red Principal

- Cam. Nacionales, Clase A, MOP
- Cam. Regionales Primarios, Clase B, MOP

#### (2) Red Secundaria

- Cam. Comunales Primarios, Clase D, MOP
- Cam. Comunales Secund., Clase E, MOP

### Red Principal

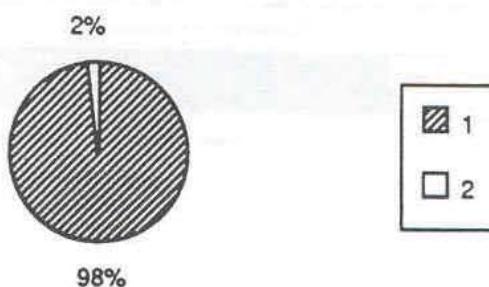


(1) No pavimentados

(2) Hormigón

(3) Asfalto

### Red Secundaria



(1) No pavimentados

(2) Pavimentados

**Figura 3: Distribuciones Porcentuales Tipos de Carretera**