

Caracterización de Impactos y Soluciones Durante la Rehabilitación de Pavimentos

Hernán E. de Solminihaq T.

Profesor Auxiliar

Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción, Escuela de Ingeniería

Pontificia Universidad Católica de Chile

Casilla 306 Correo 21, Santiago -CHILE

Fono 552-2375 ext. 4245, FAX 552-4054

Pablo Muñoz A.

Ayudante de Investigación

Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción, Escuela de Ingeniería

Pontificia Universidad Católica de Chile

Casilla 306 Correo 21, Santiago -CHILE

Fono 552-2375 ext. 4245, FAX 552-4054

RESUMEN

Un problema importante que se presenta en la mantención y rehabilitación de pavimentos de calles y carreteras es el impacto a la sociedad durante la ejecución de las obras. Algunos ejemplos de estos impactos son la congestión de vehículos, causada por la disminución de la capacidad de las vías de tránsito durante las faenas y el aumento en el consumo de energía. Otros ejemplos son los impactos en la actividad económica del sector afectado, los accidentes y el aumento de la contaminación.

El objetivo de este trabajo es presentar una visión global de los impactos que se producen durante los trabajos de rehabilitación de calles y carreteras y proponer soluciones que minimicen estos impactos.

Las soluciones pueden incluir aspectos tecnológicos, como materiales y técnicas especiales de construcción, o aspectos de administración, como gestión del tránsito y planificación adecuada de la obra. Para una situación específica, una combinación de ellas puede ser la solución más apropiada.

1. INTRODUCCION.

Uno de los problemas que se presenta en la mantención y rehabilitación de pavimentos de calles y carreteras, es el impacto negativo que se produce durante su ejecución. Estos impactos son muy conocidos por los usuarios y por los organismos involucrados en el tema; sin embargo son pocos los estudios que se han realizado sobre ellos en la actualidad (de Solminihaç, 1992-a).

Algunos ejemplos de estos impactos son la congestión de vehículos causada por la disminución de la capacidad de las vías de tránsito durante las faenas y el aumento en el consumo de energía por parte de los usuarios producto de esta congestión. Otros ejemplos son los impactos en las ventas de los negocios del sector, cuya actividad económica se puede ver afectada por la demora en la ejecución de los trabajos; los accidentes, producto de zonas de trabajo no señalizadas o señalizadas en forma inadecuada; y el aumento de la polución, producto de la congestión vehicular.

Actualmente en nuestro país, la reglamentación vigente no contempla al usuario como una variable de decisión en la selección de proyectos y adjudicación de propuestas de rehabilitación y/o mantención de pavimentos, ya sean urbanos o rurales. Por lo anterior, un paso importante en la búsqueda de soluciones para este problema, es considerar al usuario como parte de un sistema y mejorar las políticas actuales que sólo minimizan los costos directos de las obras y no los costos totales del sistema afectado (de Solminihaç y Muñoz, 1993).

Frente a lo anterior, este trabajo se refiere a los impactos que se producen durante los trabajos de rehabilitación de calles y carreteras, con el fin de proponer soluciones y/o recomendaciones que minimicen estos impactos. En primer lugar se identifican las áreas afectadas, para luego analizar los impactos que se presentan en cada una de ellas. A continuación, se abordan algunas técnicas que minimicen estos impactos; para finalmente, entregar las conclusiones principales de este estudio.

2. AREAS INVOLUCRADAS Y SU INTERRELACION.

Para abordar este problema y buscar soluciones, es necesario considerar en conjunto todas las partes que intervienen y no cada una por separado. El estudio de estos impactos no puede hacerse independientemente de los usuarios, medioambiente, negocios, etc., como sucede en la actualidad, ésto debido a la estrecha y directa relación que existe entre éstos y los organismos encargados de tomar las decisiones (mandante); por lo tanto, toda evaluación debe realizarse en base a un sistema formado por todas las áreas afectadas. Este sistema se ilustra en la figura 1, en la que se observa las seis principales partes involucradas en este problema (de Solminihaç, 1992-b).

El mandante, que en Chile corresponde principalmente a las Municipalidades y a los Ministerios de Vialidad Urbana (MINVU) y de Obras Públicas (MOP), son los responsables de aplicar y supervisar los programas de rehabilitación, seleccionando proyectos y contratistas.

Los usuarios son los automovilistas que circulan por las calles y/o carreteras. Durante la materialización de los actuales programas de rehabilitación de pavimentos éstos se ven generalmente afectados, especialmente en las horas punta, en que la congestión alcanza valores críticos. Los negocios es otra área afectada, debido a que las molestias causadas durante los trabajos, normalmente aleja a sus clientes, con una probable disminución de sus ventas.

Los contratistas son los encargados de materializar las obras de rehabilitación; por lo tanto de ellos también dependerá el poder disminuir los impactos en la medida en que ejecuten las faenas en el mínimo tiempo posible y/o mínima interferencia a los usuarios.

El medioambiente es otra área que se ha incorporado actualmente en la evaluación de proyectos, dado que los impactos que afectan a esta área repercuten directamente en las demás. Finalmente, se encuentran otras partes involucradas en este sistema, como servicios públicos, instituciones públicas y particulares que ven entorpecidas sus actividades durante la ejecución de las obras.

La idea fundamental que se quiere reflejar con lo anterior, es que al evaluar proyectos, se debe tratar de cuantificar y minimizar estas externalidades negativas que se producen en todas las áreas mencionadas, considerándolas como un sólo sistema y no individualmente. En el capítulo siguiente se analizan en más detalle cada una de estos impactos.

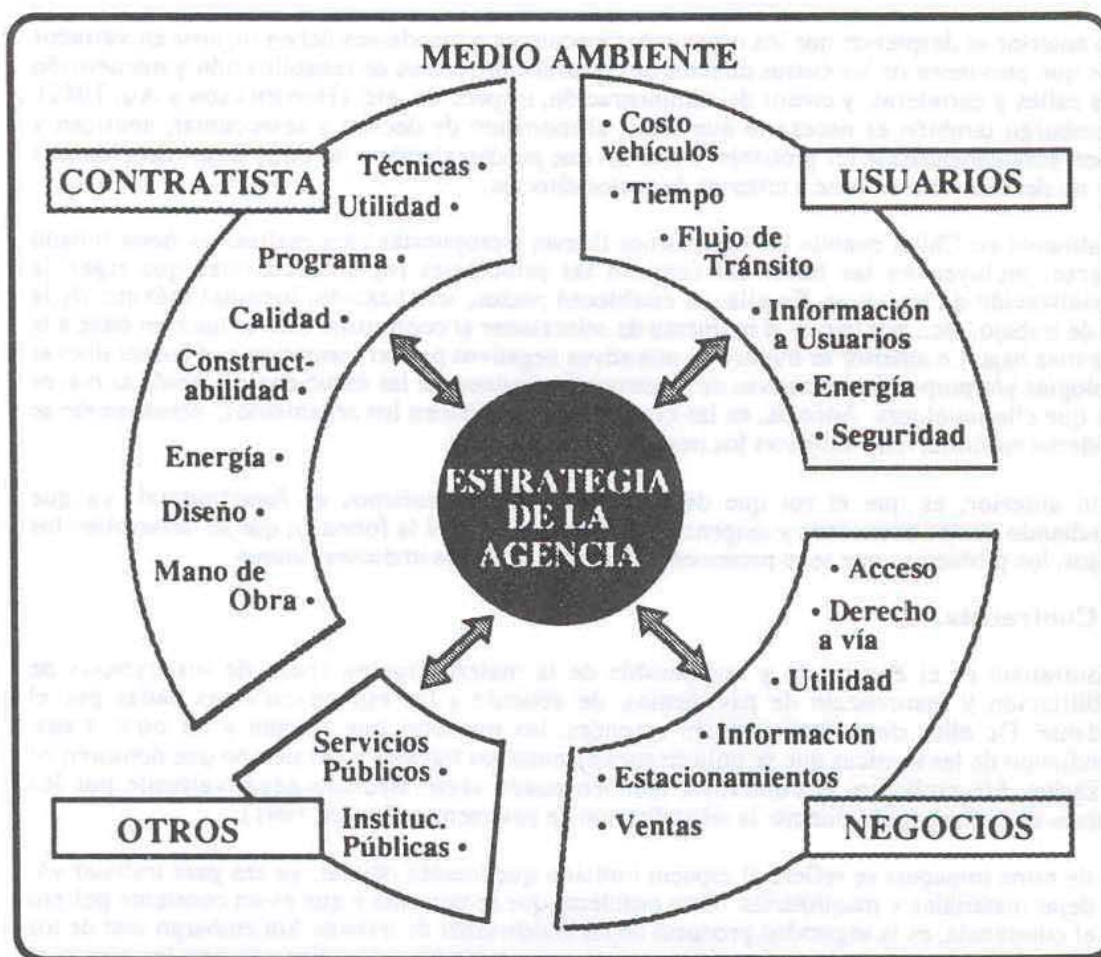


Figura 1. Sistema involucrado en la rehabilitación de pavimentos.

3. IDENTIFICACION DE LOS IMPACTOS DURANTE LA EJECUCION DE OBRAS VIALES.

3.1 Mandante.

El mandante es una de las partes de mayor importancia dentro de este sistema, por las funciones que desempeña. Estas funciones, que son realizadas en su mayoría por organismos gubernamentales, corresponden principalmente a la supervisión del desarrollo de: diseño y especificaciones del proyecto, selección de contratistas y control de la construcción y posterior mantención de los pavimentos; es decir, debe administrar y supervisar los proyectos antes, durante y después de finalizados los trabajos, debiendo relacionarse con todas las otras partes involucradas durante la construcción.

De lo anterior se desprende que los organismos ejecutores o mandantes deben incurrir en variados gastos que provienen de los costos directos de construcción, costos de rehabilitación y mantención de las calles y carreteras, y costos de administración, inspección, etc. (Hendrickson y Au, 1989). Sin embargo también es necesario que éstos, al momento de decidir y seleccionar, analicen y evalúen simultáneamente los probables impactos que puedan afectar a las otras áreas mencionadas y que no decidan sólo en base a criterios de costos directos.

Actualmente en Chile, cuando los organismos llaman a propuestas para realizar un determinado proyecto, incluyen en las bases del contrato las principales reglamentaciones que rigen la materialización de las obras. En ellas se establecen plazos, señalización, longitud máxima de la zona de trabajo, etc., por lo que al momento de seleccionar al contratista, éste se hace en base a la oferta mas baja. Lo anterior se traduce en incentivos negativos para el contratista por buscar nuevas tecnologías y/o proponer alternativas de construcción distintas de las tradicionales debido al mayor costo que ello involucra. Además, en las evaluaciones que hacen los organismos, actualmente se consideran en forma muy subjetiva los impactos a los usuarios.

Por lo anterior, es que el rol que desempeñan estos organismos es fundamental, ya que dependiendo de las decisiones y exigencias que impongan, será la forma en que se desarrollen los trabajos, los problemas que se le presenten y la magnitud de los impactos futuros.

3.2 Contratista.

El contratista es el encargado y responsable de la materialización física de los trabajos de rehabilitación y mantención de pavimentos, de acuerdo a las especificaciones dadas por el mandante. De ellos dependerá también entonces, los impactos que afecten a las otras áreas, dependiendo de las técnicas que se utilicen para ejecutar los trabajos y del tiempo que demoren en realizarlos. Sin embargo, el contratista también puede verse afectado negativamente por los impactos que se producen durante la rehabilitación de pavimentos (Butler, 1991).

Uno de estos impactos se refiere al espacio limitado que pueden ocupar, ya sea para trabajar y/o para dejar materiales y maquinarias. Otro problema que se presenta y que es un constante peligro para el contratista, es la seguridad producto de las condiciones de trabajo. Sin embargo uno de los mayores problemas que debe sufrir el contratista es su relación y coordinación con los servicios públicos. Por lo general, lo anterior se traduce en una prolongación innecesaria del período de duración de los trabajos, debido a que, por un lado, no existe una normativa que regule el cumplimiento de los plazos de ejecución de las reparaciones de los servicios y, por otro lado, al desconocimiento de la ubicación, que muchas veces los servicios tienen de sus instalaciones.

Otro aspecto interesante de destacar es que, en la actualidad, se nota una falta de innovación por parte de los contratistas respecto de la forma en que ellos desarrollan sus trabajos. Lo anterior se

debe en gran medida a las características de las propuestas, pero también a una falta de análisis y/o innovación sobre la forma en que ellos se plantean el desarrollo de los trabajos.

3.3 Usuarios.

Uno de las partes más afectadas por los impactos negativos que se producen durante la rehabilitación de pavimentos y a la vez menos consideradas, son los usuarios. En general los impactos que éstos perciben se resumen en la figura 2.

El costo de operación de los vehículos, determinado principalmente por el consumo de combustible, el consumo de aceite y la mantención del vehículo, representa un alto porcentaje del costo total de los usuarios (Harrison, 1991). Estos costos sumados al tiempo de viaje aumentan considerablemente en las zonas en que, producto de la reducción de la capacidad de las vías, puede aumentar la congestión. Como parte y consecuencia de lo anterior están también los accidentes, que aunque por lo general son leves y se producen en las horas críticas de congestión, podrían llegar a ser fatales cuando las zonas de trabajo no se encuentran adecuadamente señalizadas.

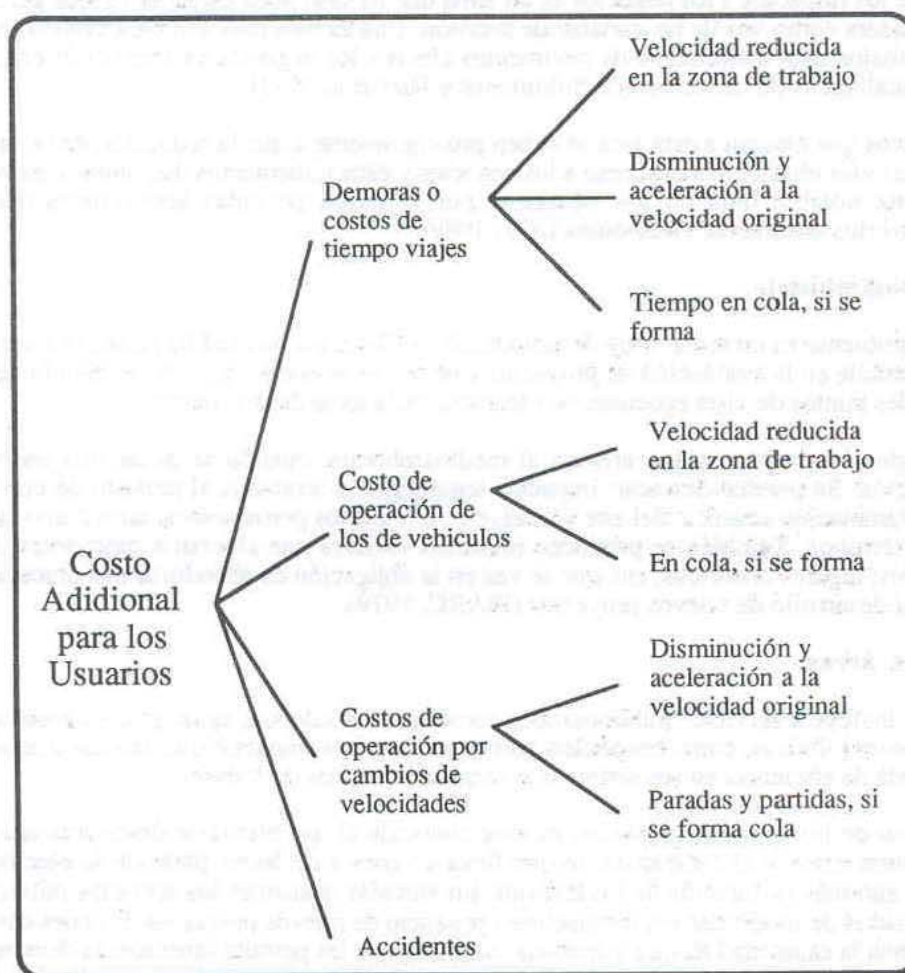


Figura 2. Costos de los usuarios durante la ejecución de obras viales.

Por lo anterior es que se hace necesario desarrollar y aplicar una técnica que informe adecuada y oportunamente a los usuarios sobre los trabajos de rehabilitación en curso y futuros, con el fin que ellos decidan por donde viajar. Además, es imprescindible desarrollar un adecuado sistema de gestión de tránsito que permita descongestionar las zonas en que se realizan los trabajos de mantención, con el fin de agilizar el flujo vehicular.

Cabe destacar que en la actualidad existen técnicas que permiten cuantificar los impactos que afectan a los usuarios durante el desarrollo de los trabajos de rehabilitación de pavimentos. Un ejemplo de ellas, es el modelo QUEWZ (Memmott y Dudek, 1984), que en base a las velocidades desarrolladas por los automovilistas en las zonas de trabajo, al volumen de tránsito y a las características físicas de la zona de trabajo, estima el costo por hora y diario de los usuarios. Seshadri et al. adaptaron este programa para incluir el consumo de combustible y los efectos de la polución producida en las zonas de trabajo (Seshadri et al., 1993).

3.4 Negocios.

El tema de los impactos a los negocios es un tema que ha sido poco estudiado y que generalmente no se considera como una de las variables de decisión. Una técnica muy útil para evaluar la forma en que los trabajos de rehabilitación de pavimentos afecta a los negocios es a través de encuestas y/o análisis estadísticos de las ventas (de Solminihaç y Harrison, 1992).

Los impactos que afectan a esta área se deben principalmente a que la reducción de la capacidad y cierre de las vías obstaculiza el acceso a los negocios y estacionamientos disponibles, provocándole a éstos una notable baja en sus ventas y, por lo tanto, pérdidas económicas que pueden comprometerlos seriamente (Wisconsin DOT, 1989).

3.5 Medioambiente.

El medioambiente es un tema muy de actualidad en Chile, por lo cual ha pasado a ser un factor muy importante en la evaluación de proyectos y posterior selección de ellos, haciendo cambiar los tradicionales puntos de vista económicos y técnicos en la toma de decisiones.

Son variados los impactos que afectan al medioambiente, cuando se desarrolla un trabajo de rehabilitación. Se pueden destacar: impactos temporales o limitados al período de construcción, como contaminación acústica, del aire y agua, etc., e impactos permanentes, tales como cambios en el uso de terrenos. También se producen impactos sociales que afectan a moradores, negocios, áreas verdes, lugares históricos, etc. que se ven en la obligación de abandonar sus ubicaciones para dar paso al desarrollo de nuevos proyectos (PIARC, 1979).

3.6 Otras áreas.

Esta parte incluye a servicios públicos, tales como servicios de luz, agua, gas, alcantarillado, etc., e instituciones públicas, como hospitales, bomberos, etc. Los impactos que afectan a estas últimas, es la pérdida de eficiencia en sus servicios al circular por zonas de trabajo.

Para el caso de los servicios públicos, es muy conocido el problema de descoordinación que se produce entre éstos y el contratista, lo que lleva a veces a deshacer parte de lo ejecutado y/o a prolongar aún más la duración de los trabajos. En variadas ocasiones los servicios públicos se ven en la necesidad de modificar sus instalaciones producto de nuevos proyectos. En tales casos, sucede que no tienen la capacidad técnica y humana suficiente que les permita satisfacer la demanda, lo que hace muy difícil lograr cumplir con lo programado. En el capítulo siguiente se abordarán brevemente algunas soluciones tendientes a mitigar los impactos expuestos.

4. PROPOSICION DE SOLUCIONES.

4.1 Identificación de las soluciones.

Como concepto general se puede afirmar que reducir la duración de los trabajos es la principal estrategia recomendada para disminuir los efectos negativos. En base a esta idea y según las áreas afectadas, se discutirán a continuación algunas estrategias tendientes a minimizar los impactos producidos durante la rehabilitación de pavimentos. En la figura 3 se presenta un resumen de las soluciones para disminuir los impactos en tres niveles: objetivo principal, categorías y soluciones específicas para cada una de ellas.

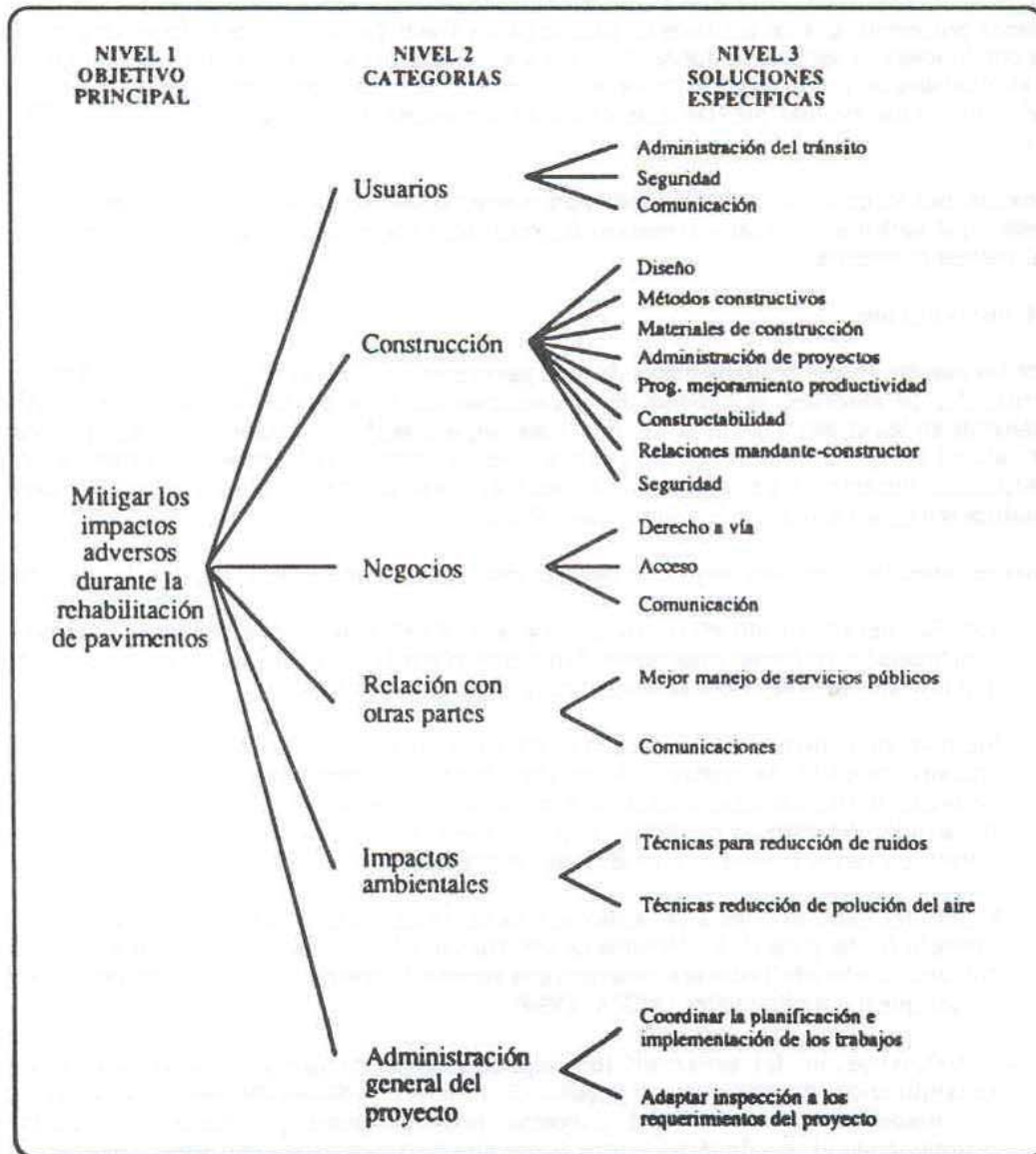


Figura 3. Técnicas de reducción de impactos. (de Solminihaç, 1991)

4.2 Usuarios.

Existen variadas técnicas para disminuir los costos de los usuarios. Un primer paso es mantenerlos informados en forma periódica de los trabajos en curso y por ejecutarse, de modo que ellos puedan escoger las rutas mas adecuadas a sus necesidades. Para ello se utilizan técnicas simples, tales como señalización en terreno, medios de comunicación, tales como diarios, circulares, etc. (de Solminihaç, 1993).

Otro factor importante a considerar es el volumen de tránsito del área afectada, ya que éste ayuda a incrementar considerablemente la congestión (Bruning et al., 1991) y problemas de seguridad. Una forma de minimizar estos problemas es implementando un adecuado sistema de gestión de tránsito, que pueda proporcionar a los usuarios un paso seguro y fluido por la zona de trabajo. Dependiendo de las condiciones de terreno se puede optar por variaciones del sentido del tránsito, alteración de las vías, clausura de pistas, control de velocidad, control de maniobras, etc., siendo fundamental en todos los casos evaluar previamente el impacto probable sobre los automovilistas (OECD, 1989).

Finalmente, una técnica muy práctica usada para obtener la opinión de automovilistas es desarrollar encuestas que permitan evaluar y comparar los resultados reales con los teóricos y que permitan retroalimentar el sistema.

4.3 Construcción.

Una de las características fundamentales de todo pavimento es el nivel de servicio que ofrece a los usuarios. Por lo anterior, la calidad de la construcción y la posterior mantención influirá directamente en los costos a los usuarios. Esto hace imprescindible escoger técnicas que provean la mejor calidad posible al mínimo costo, y que a la vez disminuyan el tiempo de construcción y/o rehabilitación durante el período total de análisis, para así evitar los impactos durante la materialización de los trabajos (de Solminihaç, 1992-c).

Algunas recomendaciones para mejorar la materialización de las rehabilitaciones son las siguientes:

- Diseño: desarrollando en forma adecuada un diseño, se podría reducir el período de construcción en forma importante. Un ejemplo puede ser disminuir el número de capas y/o los espesores de la estructura del pavimento (Smith, 1986).
- Métodos de construcción: en Chile es muy común tener más de una vía inhabilitada al tránsito, mientras se trabaja solo en una de ellas, o cerrar una longitud superior a la ocupada, lo que aumenta considerablemente los costos del sistema. Luego es importante desarrollar los trabajos de forma tal que disminuya el tiempo total, trabajando en tramos cortos, en varios frentes, utilizando maquinarias más productivas, entre otras soluciones.
- Materiales especiales para construcción: es otro factor que ayuda a ganar tiempo y que también forma parte de las técnicas de construcción. Un ejemplo es el uso de hormigón de fraguado acelerado (fast-track concrete) que permite la apertura al tránsito en períodos más cortos que los tradicionales (ACPA, 1989).
- Administración del proyecto: los impactos adversos que se producen durante la rehabilitación de pavimentos pueden disminuirse considerablemente si utiliza una apropiada administración del proyecto, principalmente por parte del mandante, promoviendo el uso de técnicas que acorten la duración de los trabajos. Algunas de las principales recomendaciones se refieren a asignar un proyecto a diferentes contratistas, estipular incentivos por término anticipado, incluir en las evaluaciones elementos que

disminuyan los impactos y considerar un 'arriendo' por el tiempo y números de pistas a mantener cerradas durante las faenas (Mikulanec, 1991).

- Implementar programas de productividad que permitan aprovechar en forma mas eficiente los recursos utilizados. Por ejemplo se puede trabajar en varios turnos, durante la noche, aumentar el personal, utilizar maquinaria nueva, etc.
- Otra estrategia de importancia es mantener siempre una fluida comunicación entre contratista y las otras áreas, que permita evaluar la forma en que se van desarrollando las actividades y la forma en que éstas impactan sobre ellas.

4.4 Negocios.

Tres aspectos principales deben ser considerados para minimizar los impactos que afectan a los negocios durante la rehabilitación de pavimentos:

- Derecho a vía: esto se refiere a la adquisición previa del terreno necesario para la materialización de los trabajos. Es común que las obras comiencen sin tener solucionados todos los aspectos relacionados con las expropiaciones, lo que se traduce a la larga en una prolongación innecesaria de las obras.
- Acceso a los negocios: para la mayoría de los negocios los dos principales aspectos son los accesos libres a sus locales y el espacio suficiente para estacionamiento. Por ello, durante los trabajos de rehabilitación el contratista debe mantener al menos un acceso libre a cada negocio durante las horas de atención al público.
- Comunicación: finalmente una buena técnica es mantener un canal de comunicación que incluya a negocios, mandante y contratista, con el fin de llegar a acuerdos que satisfagan los intereses de todos.

4.5 Otras partes

Una mejor administración de este punto es necesario para reducir en muchos casos la prolongación de los trabajos, por descoordinación de servicios y contratistas. Para ello deben cooperar todas las partes involucradas; mandante, constructor y los servicios, ofreciendo cada parte una mejor voluntad e interés durante la construcción. Una buena programación en conjunto ayudaría en muchos casos a solucionar este problema.

Sin embargo, es necesario desarrollar un marco legal como herramienta, que permita asegurar el cumplimiento conjunto de los servicios y contratistas, y que regule la ubicación de las instalaciones, las que en ocasiones se colocan en el lugar menos complicado sin haberse realizado un estudio mas serio.

4.6 Medioambiente.

El desarrollo de la infraestructura vial implica un impacto directo en el medioambiente natural en diferentes formas. Estos impactos pueden clasificarse como permanentes y/o limitados al período de construcción o rehabilitación.

Los impactos mas importantes están relacionados con la polución del aire, contaminación del agua, ruido, polvo, etc. Algunas técnicas apropiadas contra ésto son:

- Control del ruido durante la construcción, que puede ser abordado eliminando las fuentes del ruido, o aislando el ruido de los afectados.
- Técnicas contra la polución del aire se refieren al uso de agua o sustancias químicas para controlar el polvo, cubrir los camiones que transportan material y remover rápidamente la tierra u otro material que exista sobre las calles.
- Otra técnica usada es innovar en métodos de construcción que disminuyan el tiempo total de la construcción y/o rehabilitación; por ejemplo trabajar de noche.

4.7 Administración general del proyecto.

Hay dos aspectos principales necesarios a ejecutar por la administración del proyecto: planificación adecuada e implementación del trabajo. En Chile es común que no exista coordinación adecuada entre quien diseña y quien construye. Esto trae como consecuencia que a veces se realicen modificaciones que prolongan la duración estimada, afectando al sistema.

También se da que las planificaciones que se realizan no contemplan objetivamente ni cuantifican en forma adecuada los costos exógenos que se producen durante la materialización de las obras. Algunos aspectos que deben ser analizados durante la planificación previa son: períodos cortos de construcción, evitar concentraciones de zonas de trabajo, reducir el número de zonas de trabajo durante días de mayor volumen de tránsito, como días de fin de año, vacaciones, etc.

5. RESUMEN Y CONCLUSIONES.

Impactos negativos se producen durante la rehabilitación y mantención de pavimentos de calles y carreteras. Estos impactos, tales como congestión, disminución de la capacidad de las vías, problemas de seguridad, consumo de energía, polución, etc., afectan principalmente a los usuarios, al medioambiente, a los negocios del sector y a otras áreas, tales como servicios públicos, etc. A las cuatro áreas ya mencionadas deben sumarse el mandante y contratista, responsables de la toma de decisiones y ejecución de los trabajos de rehabilitación respectivamente.

Así se obtiene un sistema formado por seis áreas, las cuales deben ser consideradas conjuntamente y no por separadas, al momento de tomar decisiones. La idea anterior se refleja claramente en la figura 4, en donde se muestran las dos situaciones enfocadas en este trabajo. La alternativa B tiene mayores costos directos pero menores costos totales (incluye: usuarios, medio ambiente, negocios, etc.); en cambio la alternativa A tiene menores costos directos pero mayores costos totales. Por lo tanto, con el criterio actual de asignación de propuestas, lo más probable es que se le adjudique a aquella empresa que presente una solución como la alternativa A, lo que como se ve en la figura, no es la más rentable, si se analiza el fenómeno como un sistema compuesto por diferentes partes.

Actualmente se ha hecho necesario desarrollar y aplicar técnicas que mitiguen los impactos bajo el punto de vista del sistema total. Las proposiciones hechas en este trabajo son solo algunas de entre muchas otras que puedan existir; la selección y aplicación de ellas debe fundamentarse en un mínimo costo del sistema y un mínimo tiempo de materialización. En lo anterior juega un rol fundamental el mandante, en la medida que entienda este problema y promueva el mejoramiento del sistema actual. Es entonces necesario crear conciencia que en la medida en que los actuales proyectos de rehabilitación y mantención de pavimentos se desarrollen en base a una evaluación de los impactos que afectan al sistema total, y no sólo en base a criterios de costos directos, se estará mejorando no sólo la calidad de vida de la población, lo que en el largo plazo justificará los esfuerzos que se hagan en el presente; sino que además se mejorará notablemente la calidad y duración de los pavimentos en Chile.

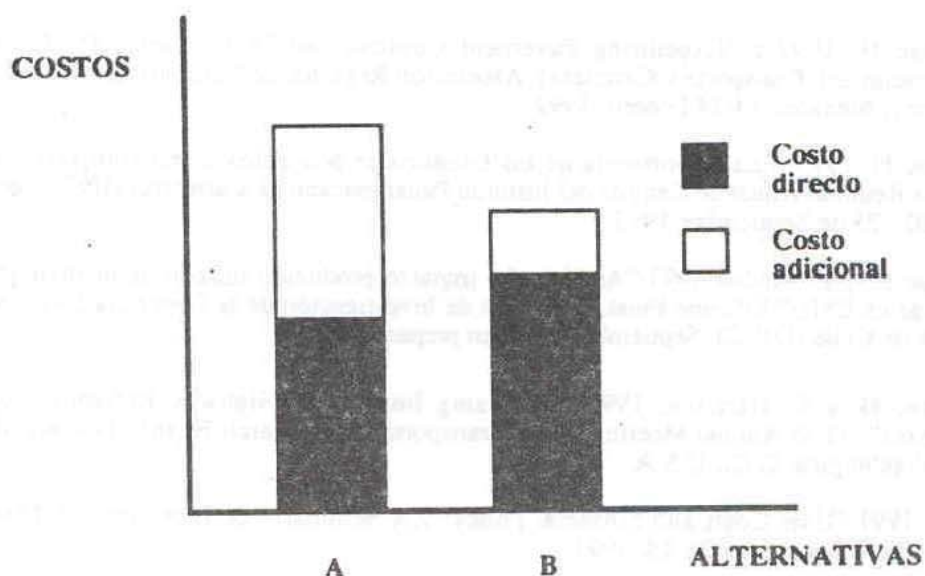


Figura 4. Costos comparativos de diferentes soluciones.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la Dirección de Investigación de la Pontificia Universidad Católica de Chile (DIUC), por el apoyo financiero otorgado a la presente investigación a través del proyecto 92/03E.

REFERENCIAS

- ACPA, 1989 "Fast Track Concrete Pavements," Technical Bulletin TB-004 IT, American Concrete Pavement Association. Illinois. 1989.
- Bruning, Walter y Nuñez, Eduardo. 1991 "Planteamiento metodológico para la estimación de costos de congestión durante la construcción de caminos.", V Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte, 28-31 Octubre de 1991.
- Butler A. 1991 "Expediting Urban Pavement Construction: A Literature Review", Master Thesis. The University of Texas at Austin, May 1991.
- de Solminihaç H. 1991 "Expediting Pavement Construction", XX Seminario de Ingeniería de Tránsito. Asociación Mexicana de Caminos. Mexico, D.F. 26-28 September 1991.
- de Solminihaç H. 1992-a "System Analysis for Expediting Urban Highway Construction" PhD dissertation. The University of Texas at Austin, Austin, Texas, May 1992.
- de Solminihaç H. 1992-b "Expediting Pavement Construction: A Tool for Mitigating Adverse Impacts During Rehabilitation" Road and Traffic Conference. Hämeenlinna. Finland. October 14-15, 1992.

- de Solminihac H. 1992-c "Expediting Pavement Construction Techniques", IV Ciclo de Conferencias del Transporte y Carreteras. Asociación Regional de Caminos de Nuevo Leon. Monterrey, Mexico., 13-14 Febrero 1992.
- de Solminihac H. 1993 "La Importancia de los Usuarios en proyectos de rehabilitación vial". Segunda Reunión Anual de Centros del Instituto Panamericano de Carreteras (IPC). Santiago Chile. 20 - 25 de Septiembre 1993.
- de Solminihac H. y P. Muñoz 1993 "Análisis del impacto producido durante la mantención de carreteras en Chile" Informe Final. Dirección de Investigación de la Pontificia Universidad Católica de Chile (DIUC). Septiembre 1993 (en preparación).
- de Solminihac H. y R. Harrison, 1993 "Analyzing Impacts of Highway Rehabilitation on Businesses". 72 th Annual Meeting of the Transportation Research Board, January 10-14, 1993. Washington D.C., U.S.A.
- Harrison R., 1991 "User Costs and Financial Policy" XX Seminario de Ingeniería de Tránsito. Mexico, D.F. September 26-28, 1991
- Hendrickson C. and T. Au, 1989, Project Management for Construction, Prentice Hall, New Jersey.
- Memmott, J. L., and C. L. Dudek. 1984 "Queue and User Cost Evaluation of Work Zones" Transportation Research Record 979, Transportation Research Board, Washington D.C.
- Mikulanec, J. 1991 "Introduction to Fast Track Hypothetical Project Exercise," National Fast Track Concrete Pavement Conference. ACPA. Kansas City. April 2-4, 1991.
- OECD Scientific Expert Group. 1989 "Traffic Management and Safety at Highway Work Zones" Road Transport Research. OECD. Paris. 1989.
- PIARC. 1991 "The Road-Environment Relationship in Developing Countries", Permanent International Association of Road Congresses. Routes N° 274-II-1991. France.
- Seshadri P., H. de Solminihac y R. Harrison, 1993 "Modification of the QUEWZ Model to Estimate Fuel Costs and Tailpipe Emissions". 72 th Annual Meeting of the Transportation Research Board, January 10-14, 1993. Washington D.C., U.S.A.
- Smith R., 1986 "Excellent Performance From Full-Depth Asphalt in San Rafael," Asphalt News, p. 3. November 1986.
- Wisconsin DOT, Department of Transportation, 1989 "Highway Reconstruction and Repair Impact Study," Legislative Report, Division of Planning and Budget, Madison, Wisconsin, November 1989.