

# MANTENIMIENTO VIAL

## INFORME SECTORIAL



Título: Mantenimiento vial. Informe sectorial  
*Serie informes sectoriales. Infraestructura*

Depósito legal: If 74320096204779  
ISBN: 978-980-6810-49-5

Editor  
CAF

Vicepresidente corporativo, Infraestructura  
Antonio Juan Sosa  
asosa@caf.com

Director de Análisis  
y Programación Sectorial  
Francisco Wulff  
fwulff@caf.com

Asesor Principal Transporte  
Jorge Kogan  
jkogan@caf.com

Especialista en Transporte  
Juan Carlos Saavedra  
jsaavedr@caf.com

El presente informe fue preparado por la  
Dirección de Análisis y Programación  
Sectorial de CAF con base en el trabajo  
y documento del Ingeniero Juan Manuel  
Campana.

Diseño gráfico  
Gisela Viloría

Diagramación  
Leopoldo Palís

La versión digital de esta publicación  
se encuentra en [www.caf.com/publicaciones](http://www.caf.com/publicaciones)

© 2010 Corporación Andina de Fomento  
Todos los derechos reservados

## CONTENIDO

OBJETIVOS	5
PRESENTACIÓN	7
GENERALIDADES SOBRE EL MANTENIMIENTO VIAL	9
ENFOQUE DEL MEDIANO Y LARGO PLAZO EN LA PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	17
HACIA UNA CULTURA DE PREVENCIÓN EN EL MANTENIMIENTO VIAL	21
PROCESO DE PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN VIAL	23
SOSTENIBILIDAD DEL MANTENIMIENTO	32
COMUNICACIÓN COMO FACTOR CRÍTICO DE ÉXITO	33
COMPETENCIA POR RECURSOS	35
ASPECTOS INSTITUCIONALES	38
ASPECTOS TÉCNICOS RELEVANTES EN LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	43
Características locales, investigación, desarrollo e innovación	43
Rol de la tecnología	45
FINANCIAMIENTO DEL MANTENIMIENTO VIAL	56
DIFERENTES ESQUEMAS O MODELOS DE GESTIÓN DE REDES VIALES	59
ALGUNAS LECCIONES APRENDIDAS	66



## OBJETIVOS

CAF ha impulsado la realización de un ciclo de talleres sobre Mantenimiento Vial organizados en Buenos Aires, Argentina; La Paz, Bolivia y Bogotá, Colombia; durante el período 2007-2008, para fomentar la interacción entre expositores y participantes de sus países accionistas. El propósito es facilitar la constitución de un ámbito adecuado para el intercambio de experiencias, el análisis crítico y el aprendizaje de diferentes aspectos y herramientas relacionadas con el mantenimiento de las carreteras.

Durante los talleres se abordaron aspectos relacionados con el mantenimiento vial. Entre los temas cabe mencionar los aspectos económicos, institucionales y técnicos relacionados con el mantenimiento vial, la organización para el mantenimiento, los esquemas de tercerización y de administración directa, el rol y la labor del Estado ante los esquemas de tercerización, las herramientas para la planificación del mantenimiento vial, los recursos para el mantenimiento, su financiamiento, diferentes modelos y sistemas de gestión, las concesiones y otros modelos de conservación integral, el control por estándares, los riesgos asociados al mantenimiento según cada esquema adoptado, la problemática de las redes de bajo volumen de tráfico y de las vías no pavimentadas y el análisis de experiencias regionales específicas.

Los talleres constituyeron el soporte básico para la elaboración de este documento que describe aspectos destacados y/o críticos con relación a la temática del mantenimiento vial, y recoge las experiencias presentadas en los eventos.

El objetivo principal de este documento es brindar un panorama de los aspectos críticos en la implementación de prácticas efectivas relacionadas con el diseño, la planificación, el desarrollo y la implementación del mantenimiento vial, mediante la presentación y evaluación de consideraciones técnicas, institucionales y económicas relacionadas con la práctica efectiva.



## PRESENTACIÓN

El mantenimiento de la infraestructura de transporte, y particularmente el de las carreteras, ha adquirido considerable importancia durante los últimos 20 años.

La disponibilidad de vías adecuadas para el transporte es esencial, tanto para garantizar la competitividad y capacidad exportadora de los países como para promover su desarrollo local y la calidad de vida de sus habitantes. Es por ello que los países de la región han hecho y están haciendo grandes esfuerzos para mejorar su vialidad básica. Sin embargo, a medida que las redes viales son utilizadas por el transporte de carga las vías se van deteriorando, y si no se mantienen oportuna y adecuadamente, ese deterioro alcanza niveles que pueden requerir su reconstrucción en períodos relativamente cortos con relación a la vida útil prevista en la decisión de inversión original.

La carencia de una infraestructura adecuada de transporte afecta la competitividad de los países y el desarrollo local. Sin embargo, a pesar de los progresos conseguidos en muchos países de la región, en cuanto a la expansión y mejora de la disponibilidad de infraestructura durante los últimos años –particularmente en el sector vial– su conservación exige instituciones, organización, financiamiento y herramientas técnicas adecuadas para llevarla a cabo en forma eficaz y eficiente, aspectos sobre los cuales resulta necesaria aún una mayor focalización. Se ha observado, en muchos casos, que los organismos y entes públicos del sector transporte relacionados con la planificación sectorial y la ejecución del mantenimiento de su infraestructura deben fortalecerse institucionalmente, promover una utilización racional de los recursos que se destinan a su financiamiento y propiciar una mayor sostenibilidad del sector vial.

El sistema de vías de un país representa un capital de gran valor, en el que una nación invierte miles de millones de dólares a lo largo de los años para crearlo. De allí que resulte imperioso, que las entidades responsables de su construcción y conservación dispongan de una estrategia para contar permanentemente con la organización, la capacidad institucional, las herramientas técnicas adecuadas y el financiamiento necesario para garantizar una gestión óptima de este patrimonio. Los programas de mantenimiento vial son, sin duda alguna, un factor de valorización de este capital físico.

Debe tenerse en cuenta el significativo impacto económico del deterioro de las redes viales que, en ocasiones, provoca el consumo inútil de recursos orientados a su reparación. Asimismo, cada dólar de producto de exportación tiene incorporado un porcentaje considerable que corresponde al transporte nacional, lo que reafirma la importancia del mantenimiento y su impacto sobre la economía.

En la mayoría de los países ha aumentado significativamente la longitud de las redes troncales pavimentadas. Resulta entonces necesario abordar de manera eficaz la problemática del mantenimiento vial, en sus diferentes formas, incluidas las actividades de rehabilitación requeridas para asegurar las condiciones de tránsito y seguridad de dichas redes.

Asimismo, las carreteras y vías secundarias y terciarias que alimentan las redes troncales, pavimentadas o no, también deben ser mantenidas adecuadamente, ya que ésta es la única forma de garantizar que el flujo de personas y mercaderías se desarrolle de acuerdo a lo previsto al decidir y realizar inversiones en la red vial, tanto en las vías troncales como en sus alimentadoras.

Los conceptos expuestos anteriormente son de suma importancia para garantizar un uso seguro y confortable de la red por parte de los usuarios, para resguardar el patrimonio vial existente y, particularmente, para materializar efectivamente los beneficios socio-económicos esperados, es decir, la obtención de un adecuado retorno de las inversiones.

Muchos son los aspectos y los factores críticos que inciden en el logro de los objetivos mencionados y, muchas son las herramientas efectivas para su desarrollo exitoso. Es por ello que CAF ha considerado importante propiciar el intercambio y análisis crítico de experiencias llevadas a cabo en los países de la región, así como divulgar algunas iniciativas puestas en marcha, y cuyo conocimiento y análisis resulta útil al evaluar estrategias para un país o proyecto en particular, sin olvidar su adecuación a los aspectos locales y distintivos.

La planificación e implementación de los planes de mantenimiento vial se traducen en beneficios significativos, tanto desde el punto de vista técnico (p.e., conservación preventiva de las carreteras) como económico (p.e., disminución de los costos globales de mantenimiento y de los costos de operación de los vehículos).

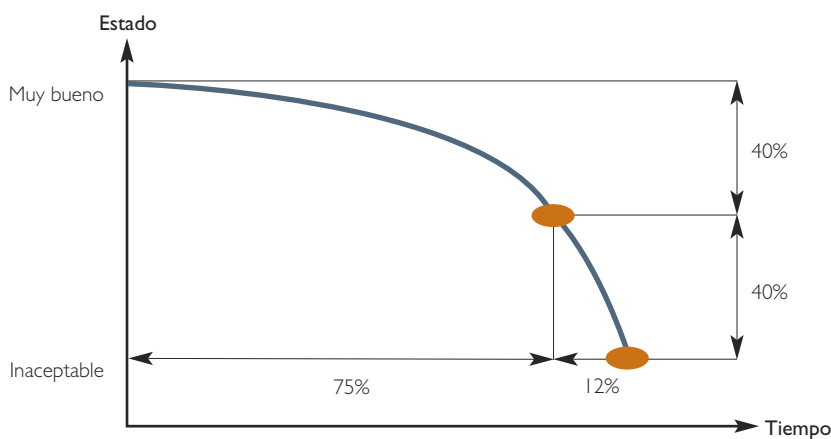


## GENERALIDADES SOBRE EL MANTENIMIENTO VIAL

La infraestructura vial tiene una notable influencia en el desarrollo de una nación o región, tal como lo demuestran las fuertes correlaciones existentes entre la densidad de la red de carreteras y el Producto Interno Bruto (PIB) correspondiente su área de influencia. Sin embargo, la condición o estado de la red resulta un aspecto clave para garantizar la materialización de esa relación, es decir, para que la inversión en infraestructura obtenga los resultados proyectados en términos de rentabilidad socioeconómica y de desarrollo y crecimiento.

El comportamiento de los pavimentos sigue, en general, una curva como la indicada en el Gráfico 1. En la misma puede observarse que, una vez diseñado y construido el pavimento para una determinada vida útil, la calidad del servicio que brinda al usuario –medida en términos de estado o condición del pavimento– disminuye conforme el mismo es solicitado por las cargas que lo transitan y el clima imperante. En consecuencia, el servicio se va deteriorando con el tiempo, desmejorando su estado o condición. En el Gráfico 1 se han definido dos niveles de estado o condición, relacionados con el nivel de servicio brindado en cada caso por la infraestructura al usuario del camino: una condición inicial indicada como “muy buena” y una condición final indicada como “inaceptable”, que dependen fundamentalmente de la exigencia de los usuarios.

**GRÁFICO 1: COMPORTAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS**



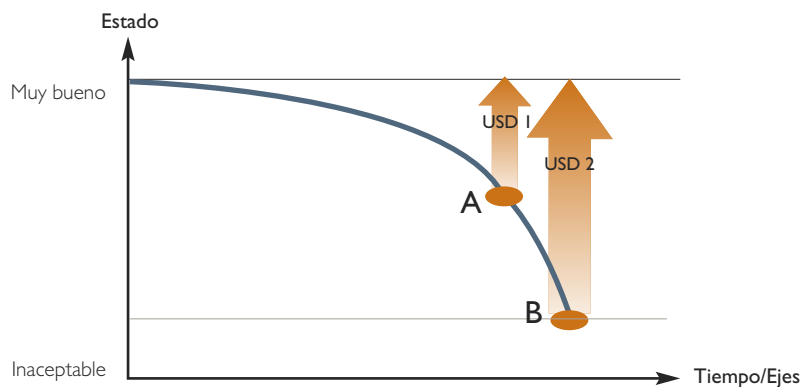
Fuente: elaboración propia.

La observación del deterioro de un camino y su calificación en una cierta escala desde el punto de vista de su estado o condición, permite generalizar en forma estimada el estado del camino a lo largo de su vida útil o período de servicio. Puede decirse de manera general y para un camino diseñado, construido y mantenido adecuadamente, que el pavimento se deteriora desde su puesta en servicio y hasta alcanzar aquel nivel de inaceptabilidad, de manera relativamente lenta en un principio y mucho más rápida hacia el final, acelerándose significativamente su deterioro de manera progresiva a partir de un determinado momento. Esto se señala en el Gráfico 1 con la denominación A. En términos cuantitativos, en forma aproximada y a partir de una escala de estado o condición definida arbitrariamente, el deterioro será del orden de un 40% desde su puesta en servicio hasta llegar al punto A, y de otro 40% desde el punto A hasta llegar al punto B. Sin embargo, resulta importante destacar que el pavimento permanece sin alcanzar el estado correspondiente al punto A alrededor del 75% del tiempo, mientras que una vez superado el punto A alcanzará el estado correspondiente al punto B rápidamente. Si bien los términos cuantitativos mencionados son aproximaciones, numerosos estudios convalidan estas expresiones de tipo general y conceptual.

Esta característica, descrita en el párrafo anterior es a la que se alude cuando se menciona la característica “exponencial” del deterioro de los pavimentos, de allí que sea un concepto de suma importancia a la hora de definir el momento oportuno para rehabilitar el camino, debido a las implicancias económicas que representa en el beneficio del usuario y en la rentabilidad socioeconómica de la inversión realizada.

Como consecuencia de esta característica específica, el costo asociado a la rehabilitación de un camino –entendido como el conjunto de técnicas y actividades necesarias para devolver al camino su condición inicial– resulta claramente diferente de acuerdo al momento en que se encare, como se puede observar en el Gráfico 2. Esta diferencia resulta tan significativa que la determinación del tipo y oportunidad para llevar a cabo las actividades de mantenimiento y rehabilitación, adquieren singular importancia económica.

**GRÁFICO 2: IMPLICACIONES ECONÓMICAS DE DIFERIR INVERSIONES DE REHABILITACIÓN**

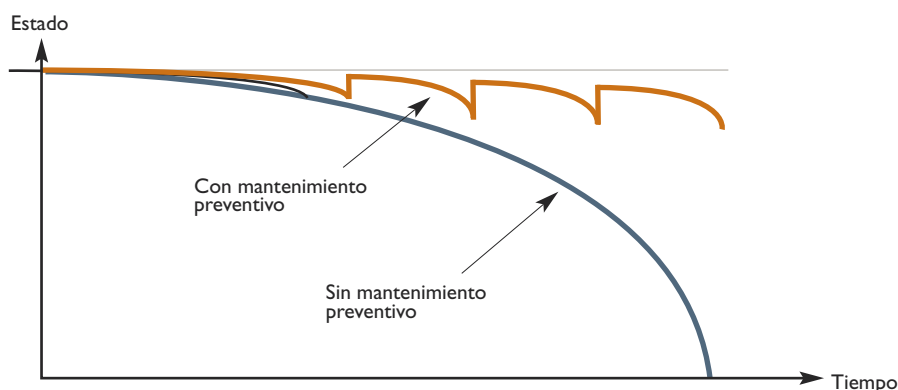


Fuente: elaboración propia.

Cabe mencionar que la diferencia de uno a seis indicada en el Gráfico 2 para determinar la magnitud de la inversión necesaria, según el camino se rehabilite en el momento A o en el momento B, es simplemente indicativa de su relevancia. Varios estudios realizados muestran diferentes órdenes de magnitud, que dependen de numerosos factores. Sin embargo, la magnitud resulta significativa en todos los casos.

Del mismo modo, la estrategia de mantenimiento y/o rehabilitación seleccionada tiene consecuencias directas en el nivel de servicio que el camino brindará al usuario durante su vida útil, como puede observarse en el Gráfico 3.

**GRÁFICO 3: IMPLICACIONES DE DIFERENTES ESTRATEGIAS EN LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**



Fuente: elaboración propia.

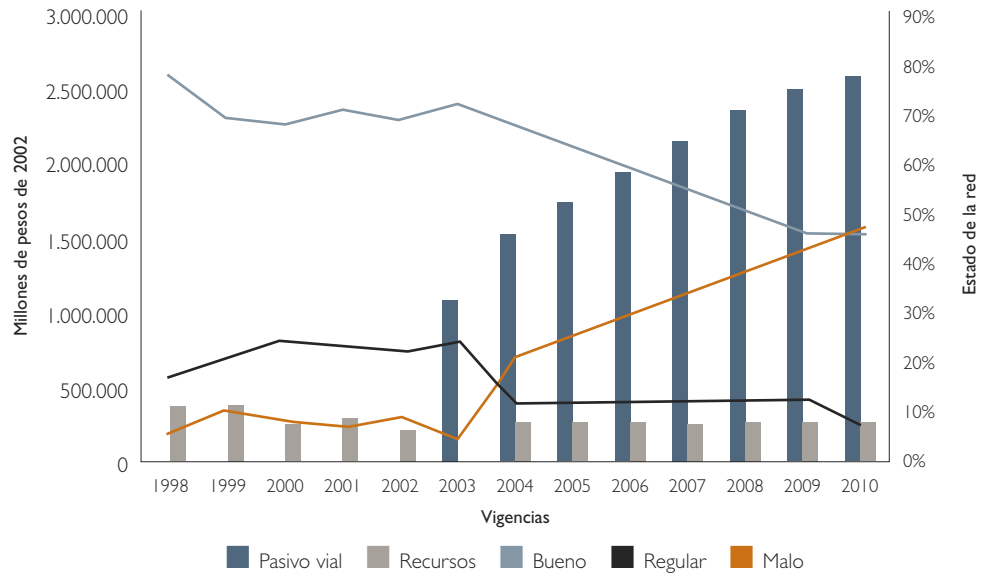
Cálculos efectuados para la red vial de Colombia, realizados en oportunidad de analizar la implementación de contratos de mantenimiento integral<sup>1</sup>, permiten observar esas diferencias sobre un ejemplo concreto de una red vial existente. En efecto, los Gráficos 4 y 5 presentan la estimación del déficit en el patrimonio vial en función del estado de la red, para una estrategia llevada a cabo en ese momento y para una propuesta de estrategia que incluya, a diferencia de la anterior, actividades de mantenimiento preventivo. Se observa claramente la disminución del déficit junto a la mejora en el estado general de la red para ese último caso.

Finalmente, debe tenerse presente que el estado o condición del camino a lo largo del tiempo –que depende de las estrategias seleccionadas, tales como tipo y oportunidad de aplicación de las actividades de mantenimiento y rehabilitación– impactará también los costos en que incurrirán los usuarios de la vía. El Gráfico 6 (ver p. 13) muestra la relevancia de la condición o estado del pavimento tanto en los costos de mantenimiento como en los costos del usuario.

1. Presentados por el economista Pablo Roda durante el Taller Internacional sobre Mantenimiento de Carreteras, organizado por CAF y llevado a cabo en Bogotá, Colombia, en septiembre de 2008.

**GRÁFICO 4: IMPLICACIONES DE DIFERENTES ESTRATEGIAS. CASO COLOMBIA, SIN MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

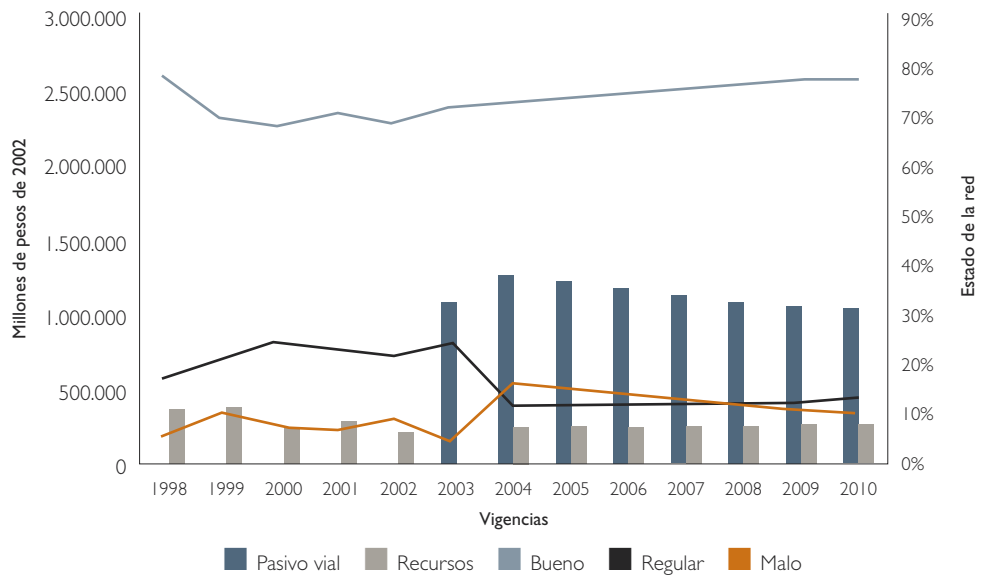
**Déficit en el patrimonio vial y comportamiento del estado de la red (2003-2010). Estrategia actual**



Fuente: Pablo Roda.

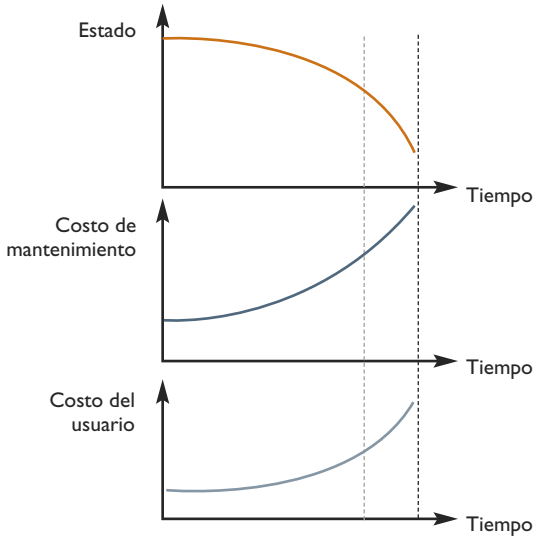
**GRÁFICO 5: IMPLICACIONES DE DIFERENTES ESTRATEGIAS. CASO COLOMBIA, CON MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

**Déficit en el patrimonio vial y comportamiento del estado de la red (2003-2010)**



Fuente: Pablo Roda.

**GRÁFICO 6: RELACIONES ENTRE ESTADO, COSTOS DE MANTENIMIENTO Y COSTOS DEL USUARIO**



Fuente: elaboración propia.

En efecto, si la estrategia adoptada no resulta adecuada y el estado de la vía empeora, no sólo los costos del mantenimiento (bacheo, sellado, etc.) se incrementarán, y el costo de rehabilitación posterior será también mucho mayor, sino que también se incrementarán los costos del usuario (costo de operación del vehículo, costos asociados al tiempo de viaje, etc.) como consecuencia de la menor velocidad de operación y de los mayores deterioros producidos en el vehículo. Es decir, resultarán mucho mayores los costos totales de transporte asociados a las distancias recorridas por los pasajeros y carga en ese camino.

Las relaciones mencionadas influyen significativamente en la rentabilidad socioeconómica de la vía, y enfatizan la importancia de las decisiones tomadas con relación al mantenimiento vial y las consecuencias e impactos relacionados con esas decisiones.

Debe también señalarse la importancia de obtener información oportuna, con relación a la toma de decisiones en materia de mantenimiento y rehabilitación. En efecto, para analizar las consecuencias de las decisiones y actuaciones en esa materia resulta necesario conocer, al menos, las solicitudes –volumen, clasificación y cargas de los vehículos y datos climáticos–, la infraestructura física –materiales que la componen, características volumétricas y mecánicas y espesores de las capas–, el estado actual de la vía –superficial, funcional y estructural–, las curvas de deterioro que permitan estimar el comportamiento futuro de la vía frente a las solicitudes y el clima, y los costos unitarios asociados al usuario y al mantenimiento –costos de operación de vehículos según la condición del camino y la velocidad, costos de las diferentes operaciones de mantenimiento y de las obras de rehabilitación. Ello pone de manifiesto la necesidad de disponer de un inventario detallado de la infraestructura

física disponible, así como de ejecutar relevos periódicos y sistemáticos de su estado, de las solicitudes a las que se encuentra sometida, y de los costos unitarios asociados.

¿Qué es necesario hacer? ¿Cuándo conviene hacerlo? ¿Cómo debe hacerse? Resultarán estas interrogantes críticas y las decisiones adoptadas tendrán consecuencias significativas en el estado de las vías, en los costos asociados a su operación –de mantenimiento, de inversión en rehabilitación, de operación, entre otros– y en su rentabilidad.

Por otra parte, el contexto actual influye también en el proceso de toma de decisiones en materia de mantenimiento vial. De manera general, podrían describirse las siguientes características:

- Tráfico y carga crecientes
- Mayores exigencias del usuario en cuanto a estándares de construcción
- Mayores exigencias del usuario en cuanto a niveles de servicio

La consecuencia directa de esta situación general es la necesidad de mayores esfuerzos en materia de mantenimiento, pero las agencias viales encuentran frecuentemente importantes restricciones en materia de recursos para llevar a cabo estas actividades.

De no implementarse un proceso eficaz, basado en información confiable y oportuna, y técnicas de ejecución y control adecuadas, la situación llevará a un aumento de la brecha entre las necesidades de mantenimiento y el mantenimiento ejecutado efectivamente, lo que impactará la condición de la red vial y los costos totales de transporte.

El mantenimiento vial exige un enfoque de mediano y largo plazo, a pesar de que su visión es muchas veces a corto plazo. Los planes de mantenimiento a mediano plazo deben poseer, a la vez, una estructura de financiamiento sólida y flexible, para asegurar niveles de operación y conservación adecuados sobre la totalidad la red vial.

La falta de una visión gerencial, en materia de operación y gestión del sector, conspira en muchos casos contra esta evidente y estratégica necesidad, y repercute en el nivel de mantenimiento aplicado y en el estado de la red vial.

Resulta evidente que no mantener adecuadamente, diferir ciertas actividades respecto a la estrategia de conservación adoptada previamente, o no ejecutar las tareas con calidad, tendrá consecuencias significativas en términos de costos financieros, al no materializarse, además, los beneficios económicos esperados para la sociedad. Es decir, la falta de mantenimiento está asociada a costos elevados que deberá afrontar el país o la región.

Lo mencionado en el párrafo anterior surge también de manera clara al observar las altas tasas de rentabilidad que presentan los proyectos de rehabilitación y mantenimiento. Por un

lado, el costo para el Estado al reconstruir y rehabilitar una red en mala condición es mayor, en valor presente, que el que corresponde a programas eficaces y eficientes de mantenimiento. Por otro lado, los beneficios asociados a vías bien mantenidas (p.e., ahorros en costos de operación de los vehículos) con relación a aquellas en peor condición, superan significativamente los costos de un programa óptimo de mantenimiento.

Los Gráficos 4 y 5 muestran la situación mencionada en un caso específico como la red vial de Colombia, incluida en un programa de mantenimiento integral. Para el ejercicio realizado en esa oportunidad<sup>2</sup>, el programa propuesto requería de USD 128 millones anuales para financiar el mantenimiento y mejoramiento de la red, más un monto cercano a USD 500 millones para la ejecución de rehabilitaciones. Los beneficios del programa en términos de reducción en costos de operación de los vehículos, ascendían a USD 3.200 millones en un horizonte de 20 años, siendo la relación –costo-beneficio del programa de mantenimiento y mejoramiento propuesto de 3,86 ó 2,10, si se incluyen los costos de rehabilitación mencionados.

2. De acuerdo con lo expuesto oportunamente por el economista Pablo Roda durante el Taller Internacional sobre Mantenimiento de Carreteras, organizado por CAF y llevado a cabo en Bogotá, Colombia, en septiembre de 2008.





## **ENFOQUE DEL MEDIANO Y LARGO PLAZO EN LA PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO**

El mantenimiento vial requiere un enfoque de mediano y largo plazo. Por lo tanto, resulta imprescindible que los organismos viales posean capacidades adecuadas para la planificación a largo plazo, y permitan prever las necesidades en materia de inversión en obras de rehabilitación (p.e., recapados). La planificación a mediano plazo brindará luego las herramientas para prever dichas inversiones, y prepararse para disponer de recursos financieros, ejecutar los diseños, redactar los documentos de licitación y ejecutar los procesos licitatorios, con el objetivo de realizar las obras en el momento oportuno, y maximizar su rentabilidad. En el corto plazo, por ejemplo, la planificación y programación anual de actividades deberá concentrarse en el mantenimiento rutinario (limpieza de desagües, zona de camino, etc.) y el periódico menor (sellados, bacheos, etc.), además de garantizar que su ejecución responda a las estrategias seleccionadas y a las decisiones tomadas en oportunidad de la planificación a mediano y largo plazo, para asegurar niveles de operación y conservación adecuados sobre la totalidad la red vial.

Es decir, que los planes operativos anuales de las agencias viales deben basarse en planes de mayor alcance (mediano y largo plazo), de manera que exista consistencia entre ellos a fin de mantener la red vial en determinada condición mínima y garantizar los beneficios esperados al momento de decidir y ejecutar las obras que dieron origen al patrimonio físico constituido por las vías que conforman la red.

Los planes deben ser sólidos y flexibles y permitir el ajuste derivado de los factores intervinientes (heterogeneidad de los materiales y variabilidad en su comportamiento, incertidumbre en la demanda estimada, nuevas restricciones temporales de recursos, aspectos político-económicos que requieren pequeñas alteraciones en las prioridades, nuevas tecnologías, etc.). Esta flexibilidad y capacidad de ajuste no debe nunca perder de vista el objetivo final, la planificación de largo plazo y el estado general de la red. Resulta imperiosa la implantación de un proceso eficaz de toma de decisiones en este sentido.

Para una determinada red vial, es deseable disponer de herramientas de planificación que permitan predecir con antelación el tipo y cantidad de recursos que serán necesarios para

conservar la red en un determinado estado o condición, fijado como objetivo, en relación con los beneficios esperados.

Es deseable, además, mantener la red en una condición “estacionaria”. Para esta condición estacionaria, en línea con el objetivo de estado prefijado para la red y una vez alcanzado el mismo, los recursos necesarios para mantenerla –tanto los correspondientes al gasto recurrente en mantenimiento como a las inversiones en obras de rehabilitación– resultarán previsibles y estables, a moneda constante, y aumentarán de acuerdo al aumento de longitud de la red o a las mejoras de estándar que se implementen en cada período (p.e., pavimentaciones).

Esta condición estacionaria para el mediano plazo es un objetivo esencial en la gestión de una red vial, ya que asegura el mantenimiento del nivel de servicio esperado, así como la previsibilidad y disponibilidad de recursos de acuerdo a las restricciones presupuestarias. Sin embargo, las redes viales se encuentran frecuentemente en situaciones no estacionarias y con niveles de estado o condición muy por debajo de los requerimientos adecuados para asegurar el retorno previsto de las inversiones realizadas y su resguardo patrimonial.

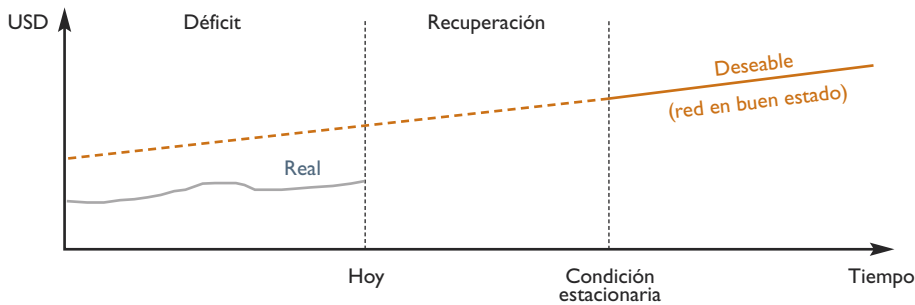
Los Gráficos 7 y 8 describen la problemática usual comentada. El Gráfico 7 representa los montos invertidos o a invertir en obras de rehabilitación (p.e., recapados o refuerzos) a lo largo del tiempo, mientras que el Gráfico 8 representa el gasto recurrente en actividades de mantenimiento rutinario y periódico menor durante el mismo período. Los gráficos presentan tres sectores temporalmente diferentes, y describen una red en estado inicial inferior al deseado y con una disponibilidad de recursos por debajo del nivel ideal, así como las necesidades y efectos de un plan de rehabilitación y mantenimiento eficaz para llevar a la red a una determinada condición y alcanzar su condición estacionaria:

- Etapa inicial: representa valores históricos de mantenimiento y rehabilitación hasta el momento actual señalado como “hoy”.
- Etapa intermedia: representa la implementación de un plan de rehabilitación y mantenimiento.
- Etapa final: representa a la red en la condición deseada y estacionaria.

Durante la etapa inicial que representa la situación histórica y actual de una red imaginaria, y observando siempre los Gráficos 7 y 8 en forma simultánea, puede verse una de las situaciones comentadas anteriormente. En efecto, cuando existe un déficit de inversión, es decir cuando el nivel de inversión real (curva gris del Gráfico 7) resulta inferior al necesario (curva punteada del Gráfico 7), el gasto de mantenimiento (curva gris del Gráfico 8) habrá sido mucho mayor al que hubiera sido necesario para mantener la red en la condición deseada si se hubieran hecho las inversiones requeridas (curva punteada del Gráfico 8). Sin embargo, ante una red en mal estado, el gasto de mantenimiento necesario (curva punteada negra del Gráfico 8) será segura-

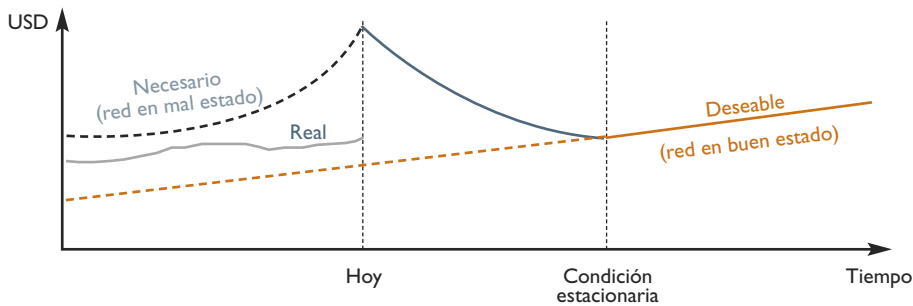
mente mucho mayor que el que realmente se ejecuta, aún cuando este último resulte significativamente mayor que el necesario si la red estuviera en buen estado. Es decir, que la situación actual muestra un déficit tanto de la inversión en obras de rehabilitación como en el gasto recurrente en mantenimiento para la condición en la que se encuentra la red.

**GRÁFICO 7: INVERSIONES EN LA RED VIAL (OBRAS DE REHABILITACIÓN)**



Fuente: elaboración propia.

**GRÁFICO 8: GASTO RECURRENTE EN LA RED VIAL (ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO)**



Fuente: elaboración propia.

La manera en que puede revertirse la situación planteada es a partir de un programa de rehabilitación que implique la aplicación de un fuerte *shock* de inversión (curva negra del Gráfico 7) de manera sostenida durante cierto período de tiempo, que disminuye luego en forma gradual hasta alcanzar la condición estacionaria. Este programa de inversiones en obras de rehabilitación deberá ser diseñado adecuadamente para alcanzar esa condición en el menor tiempo y al menor costo posible, y siempre dentro de las restricciones presupuestarias imperantes. El plazo necesario para llevar a cabo un programa de este tipo dependerá entonces de la estrategia definida y del nivel de estado o condición deseado para la red. Durante la implementación del plan, y a medida que la condición de la red mejora debido a las obras de rehabilitación, los costos de mantenimiento disminuirán en consecuencia (curva negra del Gráfico 8), en magnitud dependiente de las obras que vayan ejecutándose y de la condición de los diferentes tramos de la red.

Si el programa de rehabilitación y mantenimiento ha sido bien diseñado, resulta eficaz y se implementa de manera eficiente, al finalizar la red alcanzará la condición estacionaria, en donde su estado coincida con los objetivos estratégicos establecidos y los montos anuales para mantenerla en esos niveles de estado sean previsibles y estables.

Evidentemente, un planteamiento como éste exige técnicas de gestión de la red vial en línea con los objetivos perseguidos, e información adecuada tanto en tiempo como en forma.

Debe enfatizarse que no mantener la red no es una alternativa aceptable, y no realizar las actividades de conservación en el momento oportuno implica asumir mayores costos, tanto fiscales por el mantenimiento, como económicos desde el punto de vista del usuario (operación de vehículos, etc.). Sin embargo, no todo es intervenir en el momento oportuno además debe seleccionarse la estrategia adecuada para el mediano y largo plazo y, sobre todo, definir la calidad con la que se ejecutan las actividades. Será necesaria también una estructura de financiamiento para el mantenimiento que permita alcanzar y mantener adecuados niveles de gasto y de confiabilidad y consistencia entre los programas relacionados (inversión, operación y mantenimiento).

## HACIA UNA CULTURA DE PREVENCIÓN EN EL MANTENIMIENTO VIAL

Aquello de “más vale prevenir que curar” tiene en el mantenimiento vial una evidente y beneficiosa aplicación. Como puede observarse en el Gráfico 3, la ejecución de actividades de mantenimiento preventivo permite conservar un camino en mejores condiciones durante más tiempo, y si las tareas preventivas se seleccionan y realizan adecuadamente –escogiendo las técnicas, los materiales y la oportunidad de aplicación en el marco de una visión de mediano y largo plazo como la expuesta anteriormente– los beneficios económicos resultan significativos respecto a la alternativa de no ejecutarlas.

Existen entonces dos posibles estrategias extremas relacionadas con la ejecución del mantenimiento: i) comúnmente denominada mantenimiento correctivo, que consiste en ir reparando los daños a medida que aparecen, y ii) la llamada mantenimiento preventivo, que consiste en la ejecución de acciones que demoren o incluso eviten la aparición de ciertos daños.

Un pavimento se deteriorará inevitablemente debido a la fatiga producida por la repetición de las cargas que el tráfico genera. Sin embargo, y dado un cierto nivel de sollicitación o tráfico, la condición del pavimento en servicio en cada momento dependerá también de las actividades de mantenimiento que se realicen, de allí que cobre importancia la aplicación oportuna de tareas preventivas.

Un ejemplo de lo anterior lo constituye el sellado de fisuras. En efecto, la fatiga debido a las cargas provoca en los pavimentos flexibles la aparición de fisuras, en principio lineales pero con tendencia a ramificarse en forma de malla, comúnmente denominadas “tipo piel de cocodrilo” (*alligator cracking* o *fatigue cracking*). Si no se ejecuta actividad de mantenimiento alguna, la malla se intensifica, los bordes o labios de las fisuras se separan y los pequeños bloques comienzan a desprenderse, conformándose entonces un bache. La velocidad con que esto sucede depende también de la influencia del agua de lluvia que puede ingresar por las fisuras disminuyendo consecuentemente el módulo de las capas o materiales no ligados, particularmente los arcillosos de la subrasante, aumentando la deformación en las capas asfálticas y acelerando aún más el proceso de fatiga, además del efecto perjudicial que en forma directa produce la presencia de agua sobre los materiales bituminosos. El sellado de fisuras

prevendrá el ingreso del agua de lluvia al pavimento, y si bien no ejerce ninguna acción sobre el proceso de fatiga propiamente dicho, evita las peores condiciones de servicio como consecuencia del aumento de la velocidad de deterioro debido al ingreso del agua. En las condiciones de servicio imperantes tendrán influencia, además, la oportunidad en la que se efectúe el sellado y la técnica y materiales utilizados en su ejecución.

Resulta evidente la importancia que tienen las acciones preventivas para evitar ciertos deterioros y daños mayores. Si bien es cierto que las acciones preventivas poseen una efectividad temporal y que las acciones correctivas serán siempre necesarias, la utilización aislada de estas últimas no representa la mejor estrategia desde el punto de vista técnico, de servicio al usuario, ni económico.

Si bien las palabras mantenimiento y conservación se utilizan como sinónimos, algunas referencias bibliográficas diferencian estos términos. El primero de ellos se utiliza cuando se trata de la aplicación de acciones correctivas (reparar lo dañado) y se reserva el término conservación para la aplicación de acciones preventivas (evitar que se produzca el daño o minimizarlo y demorarlo). Bajo estas denominaciones, los planes deben combinar actividades preventivas y correctivas, teniendo como objetivo de mediano y largo plazo una mayor incidencia de las actividades preventivas en relación con las correctivas, es decir una tendencia a la conservación en lugar de al mantenimiento.

A pesar de ello, los planes deben contener ambos tipos de actividades, ya que debido a las características propias de los pavimentos, y particularmente a su modo de falla por fatiga, en algún momento requerirán acciones correctivas o de rehabilitación que restituyan sus condiciones a niveles similares a los iniciales. Sin embargo, la tendencia a la conservación implica abandonar el principio de ejecución de actividades como respuesta a daños existentes en niveles intolerables, y planificar y ejecutar las actividades a fin de mantener en todo momento un nivel de servicio superior a aquel definido como inaceptable, es decir, un nivel tolerable para el usuario y compatible con los beneficios económicos esperados de la inversión realizada en la vía.

## PROCESO DE PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN VIAL

La planificación del mantenimiento vial, como toda planificación de actividades relacionadas con la infraestructura de transporte, es un proceso continuo y dinámico. En el caso del mantenimiento vial, la planificación involucra, al menos, las siguientes actividades:

- Definición de metas y objetivos
- Identificación de necesidades en la red vial
- Priorización y optimización de actividades
- Definición de un plan
- Análisis y establecimiento de estrategias de financiamiento
- Programación de actividades y utilización de recursos
- Ejecución, seguimiento y control

La planificación del mantenimiento requiere una interacción recurrente, “de ida y vuelta”, en varios de sus pasos o etapas y aún entre las mismas, a fin de asegurar la consistencia del plan desarrollado con las metas y objetivos propuestos, y la consecuente eficacia en el mantenimiento de condiciones mínimas admisibles en la red vial como resultado de la implementación del plan concebido.

Asimismo, las condiciones cambiantes, propias de la utilización de la red vial y de la acción de los agentes climáticos sobre la infraestructura realzan aún más la dinámica del proceso de planificación, además de las incertidumbres en la determinación de las variables intervinientes a largo plazo, y con frecuencia aún en el mediano plazo, así como las actividades que se vayan llevando a cabo en la red y la eficacia y eficiencia logradas en cada caso, y la alteración de objetivos o inclusión de otros como consecuencia de cambios en las condiciones del entorno (económicas, sociales, políticas, etc.).

En efecto, aún manteniendo los mismos objetivos, la implementación de ciertas actividades implicará el mejoramiento de la condición en ciertos tramos de la red. La información actualizada de su estado permitirá disponer de nueva información para determinar necesidades

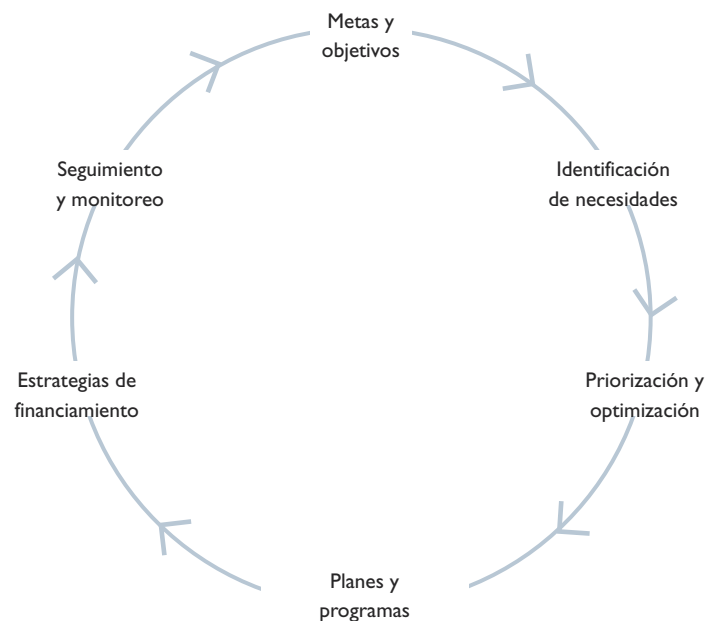
futuras, y los resultados obtenidos permitirán ajustar los modelos de proyección o modelos de deterioro para establecer un nuevo plan.

Este proceso continuo y dinámico, suele representarse como un círculo, usualmente calificado como “círculo virtuoso” (ver Figura 1), precisamente porque al recorrerlo en forma continua, aunque a partir de parámetros dinámicos, permite lograr que el proceso de planificación resulte eficaz y se logren los objetivos propuestos, optimizando a la vez los recursos utilizados para ello.

La identificación de las necesidades en la red vial, para lograr y mantener la condición mínima deseada para la misma, es sin duda un aspecto crítico para la planificación, y requiere de información actualizada y confiable de todos los elementos que componen la infraestructura física de la red, así como de su estado o condición en el momento previo al proceso de planificación propiamente dicho. Asimismo, la proyección futura del estado de todos aquellos elementos de la red resulta clave para la determinación de las necesidades y la consecuente planificación a mediano y largo plazo del mantenimiento, lo que implica la necesidad de disponer de modelos de proyección o estimación de esa condición futura, dadas las características físicas y de uso correspondientes y su condición actual, comúnmente denominados modelos de deterioro.

Puede verse, entonces, la necesidad de disponer de información confiable, en tiempo y forma (características y confiabilidad adecuadas) para poder llevar a cabo una planificación eficaz, ejecutar lo planificado por etapas y realimentar de manera continua el proceso, lo que permite una actualización permanente del plan.

**FIGURA 1: CÍRCULO VIRTUOSO**



Fuente: elaboración propia.



Tanto la eficacia (logro de los objetivos propuestos) como la eficiencia (utilización racional de los recursos disponibles) constituyen aspectos críticos del proceso. Ningún plan será bueno si no resulta eficaz, pero un plan eficaz podrá no ser tan beneficioso desde el punto de vista económico para la sociedad en su conjunto, si no se implementa de manera eficiente. Los aspectos técnico, económico, institucional y ambiental, relacionados con la red vial a mantener, deben ser considerados conjuntamente en el proceso de planificación, y apuntar a los dos conceptos mencionados: eficacia y eficiencia en la utilización de los recursos disponibles.

El proceso debe contestar los siguientes interrogantes:

- ¿Qué (es necesario hacer)?
- ¿Dónde (es necesario hacerlo)?
- ¿Cuándo (conviene ejecutarlo)?
- ¿Cuánto (cuesta realizarlo)?

Las respuestas correspondientes irán variando también con el tiempo, para los diferentes ciclos del círculo de la Figura 1, dada la dinámica propia del proceso, tal como ya se ha comentado anteriormente.

Durante el proceso deben analizarse diferentes estrategias y planes alternativos técnicamente factibles, es decir, que permitan el logro de los objetivos perseguidos dentro de las restricciones imperantes, y constituyan además aplicaciones técnicas adecuadas para las situaciones de deterioro observadas en la red, o para la prevención de determinados daños. El proceso debe hacerse en forma cuidadosa, seleccionando las alternativas y definiéndolas convenientemente, ya que las decisiones finalmente adoptadas como resultado del análisis de las mismas implicarán consecuencias significativas en el estado de la red y en los costos asociados a la operación de la misma (costos de mantenimiento, costos de inversión en rehabilitación, costos de operación, etc.) y, por ende, en los resultados técnicos y socioeconómicos.

Para cada situación en particular (tipo de pavimento, materiales componentes, condición, tipo de deterioro observado, severidad y extensión del daño, etc.), existirán entonces diferentes actividades que resuelven la situación desde el punto de vista técnico, cada una de ellas con diferentes costos, durabilidades y facilidades de ejecución.

Asimismo, en una red vial existirán diferentes vías, cada una de las cuales tendrá secciones en diferente condición, así como tramos de mayor o menor importancia desde el punto de vista económico o de utilización, etc. Y aún más, existirán diferentes categorías de redes, desde las troncales o principales hasta las redes terciarias o alimentadoras, y las habrá de carácter rural, suburbano o urbano.

Consecuentemente, para planificar de manera adecuada el mantenimiento es necesario establecer previamente los niveles mínimos de servicio o la peor condición tolerada para cada caso, es decir, para cada tipo de deterioro y para cada categoría y tipo de vía considerada, comúnmente denominados umbrales. Resulta conveniente entonces analizar la sensibilidad de la planificación del mantenimiento para los diferentes umbrales posibles, de manera de tomar las mejores decisiones, tanto en materia de nivel de servicio que prestará la red vial como en los beneficios económicos resultantes de los recursos invertidos en la misma.

En el corto, mediano y largo plazo existirán también ciertas restricciones de diversa índole (técnicas, presupuestarias, de disponibilidad de equipamiento o recursos humanos, institucionales, de capacidad de ejecución y/o control tanto del sector público como del privado, etc.), que deberán ser consideradas adecuadamente. De ello dependerá que el plan sea realmente factible de ser ejecutado y controlado con el nivel deseado, aspectos imprescindibles para alcanzar los objetivos planteados.

La priorización y optimización de actividades debe realizarse entonces en el marco de las restricciones imperantes, escogiendo la mejor alternativa (conjunto de actividades a realizar en cada grupo de tramos de la red) desde el punto de vista económico, dentro de las técnicamente factibles y siempre de manera consistente con los objetivos perseguidos.

Priorización y optimización constituyen técnicas diferentes, cada una de las cuales deberá utilizarse según el tipo de análisis a efectuar, o en diferentes etapas del proceso en función de los resultados que se busquen en cada una de ellas.

La priorización de tramos a intervenir se realiza generalmente mediante la determinación de parámetros o el cálculo previo de indicadores, donde se establece un orden de importancia o *ranking* de tramos en función del valor de dichos parámetros o indicadores. Por ejemplo, pueden determinarse, mediante una evaluación de estado del pavimento, ciertos parámetros de condición para cada tramo homogéneo de la red (existencia de baches, rugosidad, fisuración, ahuellamiento, etc.), combinándose luego esos valores en un Índice de Condición (IC) que pondere la importancia de estos parámetros respecto a la necesidad de efectuar tareas de conservación rápidamente. De esta forma, pueden ordenarse luego los tramos de la red, según el valor de dicho IC, colocando en primer término el de mayor deterioro (menor IC) y consecuentemente el que requiere mayor urgencia en su intervención, y siguiendo el orden ascendente del IC hasta llegar incluso a los tramos que no requieren intervención alguna.

Si se utiliza este ordenamiento, *ranking* o priorización de tramos podría elaborarse un listado de actividades a realizar, que incluya un cierto número de tramos hasta que se alcance el monto correspondiente al presupuesto disponible para el período considerado. Sin embargo, esta forma de planificar, basada en una priorización sencilla, no contempla la totalidad de las variables necesarias, porque por ejemplo podría darse el caso de tramos en muy mala

condición y consecuente con prioridad alta, pero casi sin utilización, o vías con tráficos elevados en condición regular que no aparecen como de las más prioritarias o incluso quedan fuera del plan debido a las restricciones presupuestarias imperantes, siendo obvia su mayor importancia económica frente a las anteriores. Una mayor sofisticación en el desarrollo del índice a utilizar en la priorización permite manejar mejor estos aspectos. Por ejemplo, la combinación del IC y el TPDA de vehículos pesados en un índice de prioridad. Existe una gran variedad de posibilidades en cuanto a la utilización de parámetros o al desarrollo de índices de priorización, y la selección de los mismos debe hacerse teniendo en cuenta los objetivos buscados en el análisis.

Sin embargo, a pesar de ser más complejas, y a pesar que la priorización brinda información sumamente útil para el análisis, las técnicas de optimización brindan mejores soluciones que las de simple priorización. En efecto, un listado de tramos priorizados según un determinado índice, y cuya necesidad de recursos se encuentre dentro de las limitaciones correspondientes puede no representar la mejor alternativa desde los puntos de vista técnico, económico, social y ambiental combinados. Las técnicas de optimización bajo restricción presupuestaria asegurarán entonces los mayores beneficios posibles, tanto para el usuario directo como para la sociedad en general.

Los enfoques de mediano y largo plazo resultan, por ende, absolutamente necesarios pero deben actualizarse en cada período en función de las diferentes variables intervinientes y plausibles de sufrir ajustes o modificaciones (estado actual y proyectado de la red, actividades realizadas, tráficos proyectados, limitaciones plurianuales esperadas, etc.). De esta manera podrá contarse con un plan plurianual consistente en donde basar las planificaciones anuales y la programación correspondiente de las actividades a ejecutar en el siguiente período.

A la hora de planificar y programar no podrán estar ausentes las consideraciones respecto a las acciones burocráticas previas necesarias para llevar a cabo ciertas actividades (tiempo para licitar, contratar, efectuar y controlar los diseños, actividades y obras), de forma tal que lo planificado sea implementado oportunamente. En numerosas ocasiones, la eficacia de un plan no se concreta simplemente por demoras en la ejecución del mismo, con frecuencia asociadas a estos procesos.

Durante la implementación de los planes hay tres aspectos que merecen especial atención, a fin de asegurar realmente la materialización de los beneficios esperados:

- Flujo adecuado de recursos financieros

Deberá analizarse, establecerse y asegurarse la estrategia de financiamiento para el plan propuesto. Se asume que el plan fue desarrollado considerando las limitaciones de recursos o restricciones presupuestarias existentes. Sin embargo, para ejecutarlo será necesario

un flujo adecuado de esos recursos financieros, disponiendo así de ellos en el momento oportuno y habida cuenta de la significativa influencia, ya comentada, de la realización adecuada y oportuna de las actividades de mantenimiento y rehabilitación en la materialización de los beneficios económicos esperados.

En este aspecto, y dado algunos fracasos que en la región han tenido los fondos específicos para el mantenimiento, no por su concepción o fundamentación al crearlos, sino por el desvío posterior de dichos recursos y la consecuente falta de disponibilidad de aquellos con los que fueran planificadas las actividades de conservación, varios países han implementado –como estrategia en este sentido– contratos de mediano plazo para la ejecución del mantenimiento (p.e., CReMa, Corredores de Mantenimiento Integral, etc.) como una forma de garantizar la disponibilidad de los recursos apuntados durante cierto período de tiempo.

- Programación de la utilización de recursos humanos y materiales

Las actividades relacionadas con la conservación vial requieren, según el caso, la utilización de recursos humanos específicos, así como de equipamiento y materiales. Resulta primordial asegurar también la oportuna disponibilidad de esos recursos, que de no ser así afectaría el plan y la eficacia del mismo, aún cuando el flujo financiero resulte adecuado. Es necesario que los recursos humanos, de equipos y materiales estén disponibles en tiempo y forma, de manera acorde con la programación de las actividades.

Asimismo, el círculo virtuoso requiere la ejecución periódica y sistemática de actividades, como el relevamiento y evaluación (inventario, condición, etc.), la elaboración de documentación técnica (diseños, especificaciones, documentos de licitación, etc.), que requieren de recursos profesionales capacitados y con experiencia específica, así como equipamiento especializado, recursos que no deben olvidarse a la hora de realizar la programación de actividades.

La falta de disponibilidad oportuna de los recursos mencionados constituye una causa frecuente de elaboración de planes inconsistentes con la realidad de la red, o que no logran la eficacia esperada.

- Calidad de ejecución y control de calidad

La calidad, tanto de la información como de la documentación técnica y de los diseños, es un aspecto clave. Aunque todo haya sido planificado adecuadamente, si los materiales no poseen las características adecuadas y especificadas, o si las tareas no se ejecutan conforme a las recomendaciones indicadas en las especificaciones técnicas y, por ende, la calidad final del producto no resulta consistente con la esperada, la durabilidad de lo realizado tampoco se ajustará a lo previsto. Un adecuado y estricto control de calidad du-

rante la ejecución de las actividades de mantenimiento y rehabilitación resulta imprescindible, no sólo para garantizar la calidad apuntada, sino también para generar la información necesaria para retroalimentar en forma continua el proceso. Esta retroalimentación sistemática y continua de información en el proceso de planificación y de los desvíos observados durante la implementación de los planes y programas correspondientes, permitirá además la mejora permanente de técnicas y procesos.

La plena y continua vigencia de las acciones mencionadas en la Figura 1 permitirá, en cada uno de los giros de aquel círculo virtuoso, evaluar retrospectivamente lo actuado, comparando las acciones planeadas versus las realmente ejecutadas, analizar los desvíos y sus causas correspondientes, y ajustar, en consecuencia, los planes futuros, para mejorar de manera sustancial la confiabilidad de las decisiones que se adopten en esta materia.

Se destaca nuevamente la importancia de poseer buena información, entendiéndose que para ello se requiere un levantamiento periódico y sistemático de todos los datos necesarios, procesándolos, registrándolos y evaluándolos convenientemente, de forma tal que los mismos se encuentren disponibles y resulten confiables a la hora de iniciar un nuevo giro del círculo.

Las actividades de seguimiento y monitoreo, tanto de la condición de cada uno de los elementos que componen la infraestructura de la red vial (condición estructural, superficial, funcional), como de muchos otros aspectos necesarios en el proceso (tipo de actividad efectuada, cantidades previstas y ejecutadas, calidad exigida de los materiales versus lograda, precios unitarios actualizados, tráficó previstos y efectivos, cargas por eje, etc.) resultan un aspecto crucial para retroalimentar el círculo virtuoso en cada uno de los giros del mismo.

Evidentemente, cada uno de los parámetros a relevar requerirá una actualización periódica espaciada temporalmente según la sensibilidad del plan debido a cada uno de ellos, las características operativas y los costos asociados al levantamiento de los mismos. Esta actividad requiere una adecuada planificación acorde con las necesidades del proceso, además de una asignación de recursos presupuestarios, humanos y de equipamiento consistente con dichas necesidades.

La planificación del mantenimiento es entonces la base imprescindible de una buena gestión en materia vial.

Sin embargo, suele decirse que, en contraposición con el círculo virtuoso de la Figura 1, existen frecuentemente círculos viciosos que giran sólo alrededor de determinados aspectos del amplio proceso descrito, no observándose ni relacionándose todas y cada una de las tareas necesarias, y sin alcanzar, por ende, la eficacia y eficiencia apuntada, ni el logro de las metas y objetivos que incluyen la materialización de los beneficios esperados a la hora de definir las inversiones efectuadas en la red vial.

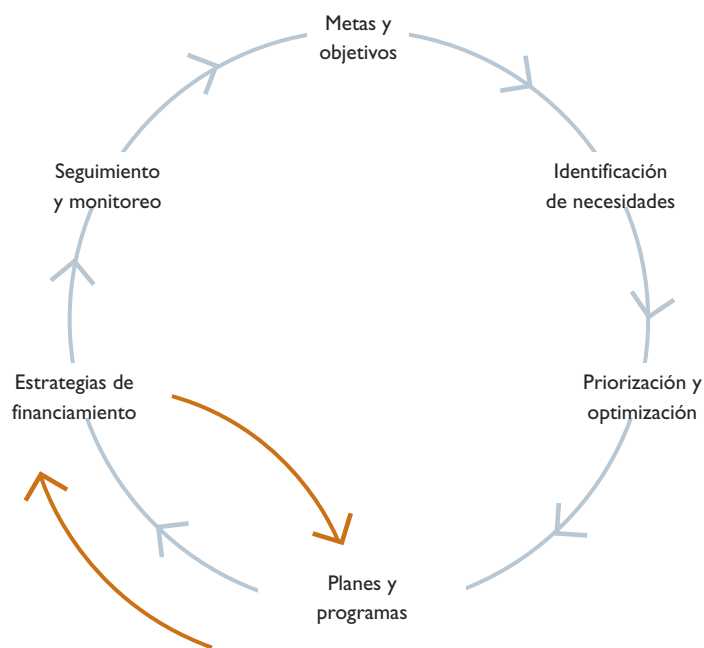
Una inadecuada gestión y un financiamiento insuficiente o inoportuno son aspectos institucionales muchas veces relacionados con la forma y cultura de la organización o la asignación de recursos humanos: la utilización de sistemas o modelos que pueden no responder a las realidades y necesidades actuales de una determinada agencia vial (aunque quizás de probada eficacia en otras organizaciones, sitios o circunstancias) conspiran contra la institucionalización del círculo virtuoso y conllevan frecuentemente a la aparición de círculos viciosos. El consiguiente fracaso en el mantenimiento de la red en determinadas condiciones y a costos razonables suele culminar con lo que podría denominarse un círculo vial perverso, consistente en construir e inaugurar caminos, mantenerlos luego ocasionalmente de manera reactiva o de emergencia, y rehabilitarlos o reconstruirlos posteriormente, con las consecuencias ya descritas en este documento.

La Figura 2 muestra uno de los círculos viciosos mencionados. En efecto, frecuentemente el estado crítico de una red con respecto al umbral mínimo deseado, e inclusive la existencia de problemas de transitabilidad en ciertos tramos de la misma, llevan a plantear planes o programas de rehabilitación y reconstrucción de emergencia, programas que superan las disponibilidades presupuestarias de corto plazo y requieren el planteo de estrategias de financiamiento particulares, muchas veces asociadas a préstamos de organismos multilaterales de crédito. Los trámites normales necesarios para aprobar y poner en práctica estos recursos pueden implicar, dada la característica exponencial del deterioro de los pavimentos, un período de tiempo sumamente significativo en relación con la velocidad con que avanza el deterioro, a la vez que suelen suspenderse todas las intervenciones en esas vías —en ocasiones incluso las de mantenimiento rutinario— considerando que las mismas serán intervenidas en el corto plazo. La urgencia de la situación en cuanto a la necesidad de intervención y la situación planteada, implican frecuentemente que las actividades y obras que finalmente se ejecutan ya no se corresponden con las necesidades reales, debido a la aún peor condición de la red en el momento de la intervención. Dicha circunstancia, sumada a otros frecuentes factores (obtención de recursos en cantidad insuficiente, entornos económicos sumamente volátiles, situaciones inflacionarias significativas, aumento del tráfico, controles de carga ineficaces, carencia de información actualizada, demandas políticas y sociales, o incluso problemas de diseño o de calidad de ejecución), renuevan rápidamente las necesidades de intervención en idénticos sectores de la red en donde se han ejecutado obras, a la vez que continúa el deterioro de aquellos tramos no intervenidos, generándose nuevamente situaciones similares de emergencia. El círculo vicioso, indicado en naranja en la Figura 2, reemplaza entonces al círculo virtuoso indicado en azul e impide alcanzar la condición estacionaria de la red aún cuando se vuelcan cuantiosos recursos a la misma.

Otras veces, estas situaciones que desencadenan en círculos viciosos o perversos pueden darse, simplemente, por la aplicación de estrategias de conservación o implementación de modelos de gestión inapropiados para las condiciones y situaciones locales imperantes para la red vial.

Es necesario entonces recrear el círculo virtuoso de la planificación vial, implementar modelos de gestión sostenibles y garantizar en el mediano y largo plazo la materialización de los beneficios socioeconómicos esperados, así como condiciones adecuadas de seguridad y confort para el usuario de la red.

**FIGURA 2: CÍRCULO VIRTUOSO**



Fuente: elaboración propia.

## SOSTENIBILIDAD DEL MANTENIMIENTO

No cabe duda que la sostenibilidad del mantenimiento es un factor clave y crítico en la gestión de redes viales. En muchos aspectos, se podría comparar el mantenimiento vial con un motor eléctrico en funcionamiento. En efecto, mientras la alimentación sea constante, el motor seguirá en marcha consumiendo cierta energía y brindando el mismo servicio, pero si el motor se detiene, la energía necesaria para ponerlo nuevamente en marcha es muy superior a la que consume en régimen uniforme, no importando en este caso si el motor ha estado parado un minuto o varios meses. Sucede entonces de manera parecida en el mantenimiento vial, si se deja de hacer, el costo para volver a igual situación será mucho mayor, con el agravante en este caso que ese costo de rehabilitación aumentará conforme sea mayor el período en el cual no se realiza el mantenimiento, y además la velocidad con que aumenta ese costo será mayor a medida que pase el tiempo sin realizarlo. Es por ello que la sostenibilidad del mantenimiento, muy ligada al pleno funcionamiento del círculo virtuoso de la Figura 1, resulta un factor crítico de éxito en toda gestión vial.

Mantener o no mantener no es una pregunta válida, las decisiones de gestión pasarán por intentar optimizar continuamente la utilización de los recursos disponibles, en pos de los objetivos planteados para la operación de la red vial, y a partir de una visión amplia de mediano y largo plazo.

La disponibilidad de información actualizada, oportuna y confiable, así como la necesidad de una estructura de financiamiento para el mantenimiento que permita alcanzar y mantener adecuados niveles de gasto en conservación, y finalmente la confiabilidad y consistencia entre todos los diferentes programas que involucran la gestión vial (de inversión, operación y mantenimiento), son factores críticos de éxito y coadyuvan a la sostenibilidad del mantenimiento y consecuentemente del sistema vial.

Por último, la sostenibilidad del mantenimiento estará siempre ligada a la voluntad (o decisión) política de los niveles más altos de la administración. Sin esa férrea voluntad, convenientemente transmitida a los diferentes niveles gerenciales, será imposible recrear el círculo vial virtuoso y mantenerlo en el tiempo. Hace falta el conocimiento adecuado para saber qué es necesario hacer, hace falta capacidad para saber cómo hacerlo, pero indudablemente se necesita la voluntad para llevarlo a cabo. En ocasiones, la falta de esta visión gerencial en materia de gestión del sector repercute inevitablemente en el nivel de mantenimiento.



## COMUNICACIÓN COMO FACTOR CRÍTICO DE ÉXITO

Muchos son los sectores y las áreas que deben proveer la información necesaria para tomar decisiones en materia de gestión vial, particularmente del mantenimiento, y muchas son también las áreas de la administración –dentro y fuera de la agencia vial– y los sectores de la sociedad que participan de una u otra forma en la planificación, financiamiento, ejecución, seguimiento y monitoreo del mismo, que incluye instituciones y empresas pertenecientes tanto al sector público como privado. Citemos como ejemplo, algunas de ellas:

- Dentro de la agencia vial: sectores técnicos (tráfico, inventario vial, evaluación de pavimentos, seguridad vial, ejecución, supervisión, mantenimiento por administración directa, planificación, etc.), sectores administrativos y financieros (contrataciones, costos, presupuesto, etc.) y oficinas regionales.
- Otras agencias del sector público: Poder Ejecutivo (ministerios, secretarías, oficinas u organismos descentralizados vinculados a las áreas de transporte, planificación, economía, hacienda, financiamiento externo, etc.) y Poder Legislativo (comisiones parlamentarias vinculadas al presupuesto, al financiamiento o endeudamiento externo, al transporte, etc.).
- Sector privado: empresas vinculadas al sector vial en áreas de estudios, diseños, construcción, mantenimiento y supervisión; usuarios; y entidades financieras.

Es necesario entonces que todas y cada una de las partes interventoras adopten decisiones, provean de recursos humanos o económicos, realicen su tarea o informen determinados aspectos, de manera consistente con el plan y sus objetivos, en forma y oportunidades necesarias.

El logro de las metas y objetivos depende también de su comunicación clara a todos los sectores interventores, y del consecuente entendimiento de cada parte de su rol en el proceso de lograrlos.

Para ello, resulta imprescindible el mantenimiento permanente de adecuados canales de comunicación con cada una de las partes, así como también la elaboración y actualización periódica continua de documentos de carácter general respecto al mantenimiento vial, complementados con otros de carácter particular y especialmente diseñados para la comunicación efectiva con cada uno de los sectores, agencias u oficinas.

La tarea de comunicación no debe menospreciarse, como sucede en oportunidades en las agencias eminentemente técnicas del sector. El mercadeo interno y externo, y específicamente la comunicación efectiva, no debe verse como un esfuerzo publicitario, sino como un verdadero factor crítico de éxito en la gestión vial, y particularmente en lo vinculado al mantenimiento de la red en los niveles de servicio deseados.

Por ejemplo, una comunicación efectiva y oportuna ayudará sin duda y en forma significativa a la sostenibilidad de los recursos para el mantenimiento vial. En efecto, a la hora de tomar decisiones en materia presupuestaria, tanto a nivel ejecutivo en primera instancia, como legislativo en las instancias de aprobación, será necesaria una información adecuada. El análisis de alternativas en cuanto a disponibilidades de recursos y sus consecuencias mediatas e inmediatas tanto en el estado de la red como en los requerimientos futuros de recursos, de comunicarse en forma documentada, adecuada y en base a información y metodologías claras y consistentes, no garantizará la asignación de recursos ni su ejecución en tiempo y forma, pero seguramente exigirá un mayor análisis y reflexión previa en el proceso decisorio y, consecuentemente, una mayor participación del sector vial en las decisiones al respecto, a la vez que documentará las mismas asignando adecuadamente las responsabilidades que correspondan a cada parte.

La implementación de un sistema de seguimiento y la medición del éxito de su realización mediante indicadores adecuados, que complementen un sistema de información integral convenientemente y actualizado en forma periódica y continua, facilitará enormemente la tarea.

## COMPETENCIA POR RECURSOS

Uno de los aspectos críticos del mantenimiento vial es la disponibilidad de recursos, en tiempo y forma, para realizarlo.

Al hacer una analogía, simplemente como un modo de resaltar ciertas situaciones inconsistentes que se observan a menudo en la gestión vial. A nadie se le ocurriría comprar una casa para vivir en ella, y no efectuar luego su mantenimiento, simplemente, porque no dispone de los recursos financieros necesarios, aunque simultáneamente se compre otra casa para utilizar los fines de semana. En efecto, nadie admitiría poseer una casa de fin de semana, mientras que su residencia permanente presenta deterioros incompatibles con el bienestar esperado de su utilización.

Sin embargo, en el sector vial se observan situaciones comparables. Las redes existentes constituyen un patrimonio estatal que hay que mantener, aunque en ocasiones no se mantienen, o por lo menos se lo hace en niveles muy inferiores al mínimo necesario para garantizar su uso en condiciones de confort y seguridad adecuadas, al mismo tiempo que se encara la construcción de nuevos tramos en la red. Más aún, estos nuevos tramos resultan quizás complementarios de los no mantenidos adecuadamente, o incluso debe transitarse por aquellos para llegar y utilizar los de nueva construcción.

La explicación de tamaña irracionalidad es la competencia por los recursos limitados en el sector vial, a la hora de asignar los mismos para la ejecución del mantenimiento de la red existente y a la vez para la ejecución de obras nuevas.

De manera general, desde el punto de vista de la ciencia económica las carreteras suelen tratarse como bienes públicos, es decir, bienes donde priman los criterios de indivisibilidad, de no exclusión, y de no-rivalidad. Debido a esa característica, la planificación vial trae aparejada cierta problemática relacionada, por ejemplo, por la dificultad de evaluar directamente la disponibilidad del usuario a pagar por un mejor servicio, y las consecuentes dificultades relacionadas con el Teorema de la Imposibilidad (cuando el mercado no asigna, y no es factible encontrar una función social de bienestar que considere de manera agregada las funciones de utilidad de cada uno de los individuos).

Asimismo, desde el punto de vista fiscal, en el caso de las carreteras resulta más costoso para el Estado, en valor presente, reconstruir y rehabilitar que asegurar el financiamiento de programas óptimos de mantenimiento. Mientras que desde el punto de vista del costo privado, los ahorros en costos de operación de los vehículos por vías bien mantenidas superan los costos de un programa óptimo de mantenimiento (relación beneficio-costos mayor a 1 y usualmente mayor a 3).

Sin embargo, la inversión en carreteras ha sido históricamente un instrumento de ajuste fiscal, y esa es una de las razones por las cuales las rentas de destinación específica son muy debatidas en el campo de las finanzas públicas, ya que sin duda alguna generan rigideces para asignar los recursos, aún cuando se los pretenda canalizar hacia los proyectos de mayor impacto económico y social. Estos fondos específicos de algún modo restan flexibilidad fiscal para reestablecer el equilibrio macroeconómico.

La competencia por recursos disponibles no es en sí misma una cuestión extraordinaria, ni negativa. Es común que diferentes inversiones alternativas, en distintos sectores de la administración o de la economía compitan entre sí a la hora de asignar recursos en el presupuesto. En efecto, los recursos no son ilimitados y deben tomarse decisiones en esa materia. Así, diferentes inversiones alternativas, por ejemplo, en sectores como educación o infraestructura vial constituirán necesidades planteadas que, sin embargo, no podrán ser atendidas en su totalidad en un determinado período fiscal y deberá decidirse, haciendo uso de indicadores y metodologías apropiadas, cuáles de ellas deben inevitablemente postergarse. Sin embargo, de igual manera que no será útil invertir en una nueva escuela sin haber asegurado la disponibilidad de recursos recurrentes (periódicos y continuos) para la ejecución del mantenimiento edilicio y para el pago de salarios al personal docente y no docente necesarios para su funcionamiento, tampoco será útil invertir en la construcción de un camino sin disponer luego de recursos para su mantenimiento en condiciones de operación adecuadas.

Varias son las causas concurrentes que implican la existencia de situaciones indeseables como las mencionadas en el sector vial, pero fundamentalmente la situación se debe a la coexistencia de algunas de ellas:

- Demandas sociales válidas, respecto a la necesidad de una nueva infraestructura vial.
- Decisiones políticas que apuntan a satisfacer dichas demandas, y que en ocasiones se basan –entre otros criterios– en una fuerte tendencia a impulsar y favorecer la inauguración de obras nuevas. Aquel dicho popular que dice que “el mantenimiento no corta cintas de inauguración de obra” ha sido puesto en duda en algunos casos, como por ejemplo en el Programa de Caminos Básicos implementado en Chile, donde actividades de conservación complementadas con mejoramientos menores pero que involucraban la eliminación de polvo o la colocación de tratamientos superficiales en vías no pavi-

mentadas han tenido un fuerte impacto social y han permitido el corte de cinta con el consecuente rédito político asociado en este caso a la conservación vial.

- Mala comunicación desde los sectores técnicos y directivos de las agencias viales, de las consecuencias de bajar el nivel de mantenimiento o de diferir inversiones en materia de rehabilitación, tanto desde el punto de vista del servicio al usuario como de futuras necesidades de recursos, y desde el punto de vista económico para la sociedad en su conjunto. Este aspecto incide, inevitablemente, en la falta de conocimiento de las consecuencias asociadas al frecuente ajuste fiscal realizado a costa del sector vial y, particularmente, del mantenimiento de las redes de carreteras.
- Carencia de una cultura orientada a la exigencia del mantenimiento en el usuario vial, o inexistencia de canales adecuados para ello.

Es necesario revertir dicha situación para garantizar la sostenibilidad de recursos necesarios para el mantenimiento, y demostrar claramente la rentabilidad del gasto en materia de mantenimiento y de la inversión en obras de rehabilitación, para lo cual la disponibilidad de información, su análisis y la evaluación adecuada y la comunicación efectiva a todos los sectores involucrados resultarán indispensables.

## ASPECTOS INSTITUCIONALES

Numerosas áreas de la administración pública o de la agencia vial se encuentran involucradas directa o indirectamente en los temas inherentes a la planificación, ejecución y monitoreo del mantenimiento de la red, como por ejemplo: conservación, tráfico y cargas, inventario vial, evaluación de pavimentos, planificación y programación, estudios económicos, laboratorio, diseño de pavimentos, ejecución, control de calidad, operación, costos y medio ambiente, entre otros.

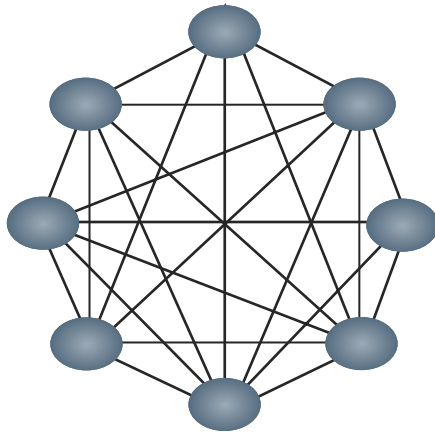
Esto exige, para que la planificación y ejecución resulten efectivas y eficientes, una significativa consistencia de acciones y decisiones basada en un importante esfuerzo de coordinación entre las diferentes áreas, en función de las metas y objetivos que se propone alcanzar en materia de nivel de servicio a brindar por la red vial.

No sólo los recursos humanos, tecnológicos y de equipamiento deben ser los adecuados, sino que la forma y capacidad propia de la organización debe corresponderse con el nivel de funcionamiento necesario en la materia.

La forma de organización está íntimamente relacionada con el funcionamiento de la misma. Así, en organizaciones tradicionales, que trabajan sobre esquemas de funcionamiento no integrales, la comunicación entre las diferentes áreas se realiza de la forma esquematizada en la Figura 3. Cada área requiere de las otras, la información necesaria para las actividades o procesos que realiza, y responde también a los requerimientos de los demás sectores en ese mismo sentido. En ocasiones, este funcionamiento favorece la operación a modo de compartimientos estancos, donde en cada sector se utilizan metodologías diferentes para idénticos objetivos, se plantean objetivos independientes que pueden resultar contradictorios entre sí, se parte de información de base diferente para la evaluación de parámetros idénticos o relacionados, se utiliza diferente lenguaje para referirse al mismo elemento o característica, etc.

Un ejemplo de lo mencionado, y observado con frecuencia, es la información relacionada con el tráfico y cargas que circulan en una red vial. Si los sectores técnicos especializados en el relevamiento y análisis del tráfico no reparan en qué otros sectores diferentes de la administración utilizarán esa información, para qué la utilizarán, en qué momento la necesitarán, etc., resultará muy difícil para esas áreas utilizar la información aportada en primera

**FIGURA 3: ESQUEMA NO INTEGRAL**



Fuente: elaboración propia.

instancia, siendo necesario un reprocesamiento de la misma que, además del tiempo y recursos necesarios para ello, con frecuencia genera una disminución de la precisión y la confiabilidad de los datos que se utilizarán, con consecuencias a veces importantes en el resultado final perseguido. La información necesaria sobre un mismo parámetro para la realización de diferentes actividades será muy diferente, tales los casos de estudios económicos, control de percepción de peajes, diseño de pavimentos, estimaciones de capacidad, estudios de congestión, diseños geométricos, etc. También será diferente el dato requerido y la oportunidad de obtención del mismo según se trate, por ejemplo, de estudios con fines de planificación a nivel de red, o de diseño a nivel de proyecto. Es frecuente observar entonces la utilización de información inadecuada para alguna de esas etapas o niveles, o la duplicidad de relevamientos de idénticos parámetros efectuada por diferentes áreas de la agencia vial.

Esta situación conduce, sin lugar a dudas, a una duplicación de esfuerzos y, consecuentemente, a un derroche de recursos pero, sin embargo, ello no es lo más grave, sino la probable inconsistencia y baja confiabilidad de las decisiones que se tomen en materia de planificación del mantenimiento vial.

Entre otros aspectos, se observa no con poca frecuencia, la utilización de codificaciones diferentes para representar los tramos de una red vial, o incluso la tramificación de la misma de manera tal que resulta imposible utilizar y/o interpretar adecuadamente el dato asociado al mismo por otras áreas de la agencia vial.

Este tipo de funcionamiento, favorece la operación institucional compartimientos estancos, con las consecuencias y perjuicios que ello puede acarrear en la eficacia y eficiencia organizacional, cuando sucede la situación planteada.

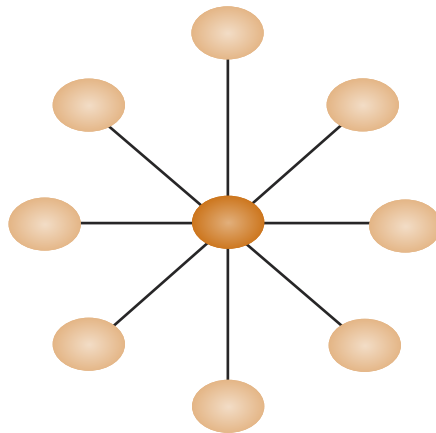
En contraposición al esquema de funcionamiento mencionado, la Figura 4 (ver p. 40) presenta un esquema funcional del tipo de los denominados *hub and spoke*. En el mismo puede verse

que las organizaciones que utilizan este esquema trabajan de forma integrada, a partir de un sistema de información integral y centralizado. Esto no significa que las áreas pierdan su autonomía técnica, pero la información y la comunicación estará estandarizada y orientada a objetivos específicos de la organización, sirviendo la misma de base para todas las áreas que la necesiten, aunque cada tipo de dato será relevado, producido y/o registrado por un área responsable técnicamente de la misma, y también de su actualización periódica, sistemática y continua de acuerdo a especificaciones consensuadas para servir a la totalidad de la organización.

Bajo este esquema funcional, el lenguaje y la codificación de cada tipo de información o resultado de análisis será común a toda la institución, lo que hace más efectivo el uso de la misma, así como eficiente su relevamiento y registro, y minimiza consecuentemente la posibilidad de duplicación innecesaria de esfuerzos en ese sentido.

La adecuada planificación del mantenimiento vial y su retroalimentación dinámica y continua, que recrea el círculo virtuoso descrito con anterioridad, requiere de información actualizada y confiable, en tiempo y forma, estandarizada y de fácil acceso. Ésta es una condición necesaria para la gestión vial en general y también resulta crítica para las actividades relacionadas con el mantenimiento de la red. Es por ello que se hace énfasis en la diferencia entre los dos modelos de funcionamiento descriptos.

**FIGURA 4: ESQUEMA INTEGRADO TIPO HUB-AND-SPOKE**



Fuente: elaboración propia.

En esquemas de funcionamiento, como el de la Figura 4, resulta más sencilla la implementación de sistemas de información integral, columna vertebral de un verdadero sistema de gestión de la infraestructura vial.

Por otra parte, la cultura organizacional es un aspecto muy importante a considerar, y en este sentido la implementación y el mantenimiento de adecuados y fluidos canales de comunicación debe ser una premisa de toda gestión vial. Para orientarnos a una gestión integral como la men-



cionada, es necesario que cada parte de la organización realice su tarea en concordancia con los objetivos, las metodologías y los plazos correspondientes. Para ello, todo integrante de la misma debe conocer qué, cuándo y cómo debe realizar cada actividad. El disponer de información general respecto a por qué debe realizar cada actividad de cierta manera y en determinado momento, coadyuva al éxito en la implementación de sistemas de este tipo.

Asimismo, se ha observado en diversos países que el mantenimiento de equipos de trabajo estables, en el mediano y el largo plazo, contribuye notablemente al logro de la cultura organizacional necesaria para la gestión vial y particularmente para la gestión del mantenimiento de la red, facilita la necesaria sistematización y estandarización de ciertas actividades, hace más efectiva la tarea y mejora los aspectos comunicacionales necesarios hacia el exterior de la organización.

Cada país, cada región, cada red vial y cada institución es un mundo. No existirán recetas magistrales sobre estos aspectos que hacen al funcionamiento efectivo y eficiente de las instituciones del sector, pero la organización institucional adecuada y en línea con los objetivos trazados constituye un factor crítico de éxito en el mantenimiento de la red vial.

Los aspectos relacionados con la forma, el funcionamiento y la cultura organizacional son temas sobre los que deben trabajar fuertemente la mayoría de las instituciones viales de la región. Y los cambios necesarios en estas áreas no deben verse como puramente técnicos, y deben ser adecuada y cuidadosamente administrados, procurando por ejemplo la implementación de técnicas de administración como las *change management*, que atiende a las resistencias lógicas y particulares que toda organización presentará ante cambios de envergadura como los comentados. Del cuidado con el que se implementen los cambios deseados, y de los pasos y plazos en que los mismos se realicen, dependerá el éxito de los mismos.

Cabe mencionar, la significativa relevancia que adquiere en estos temas el convencimiento y la decisión manifiesta de los niveles más altos de la organización, así como su efectiva comunicación a los diferentes niveles y áreas de la misma, involucrándose de esta forma en la materialización de los cambios que se propongan. Si bien ello no es condición suficiente para el logro de los objetivos en materia de cambio organizacional, sí constituye una necesidad sin la cual resulta imposible la materialización de los mismos.

Los cambios organizacionales necesarios para hacer más efectivo y eficiente el accionar institucional en materia de gestión de la infraestructura vial y, en particular, en relación con el mantenimiento de la red, no pueden ser ni deben verse como una imposición externa a la organización, sino que deben surgir de la misma a partir de consensos generales, comunicados, entendidos y apoyados por todas las partes interventoras, e implementados a partir de acciones participativas. La experiencia indica que, de lo contrario, la probabilidad de éxito será sumamente escasa.

Independientemente de lo expuesto y en relación al mantenimiento vial, la región ha mostrado diferentes esquemas de organización para su ejecución, que tienen relación con la manera en que se ejecutan dichas actividades (a través de terceros, por administración directa, mediante sistemas mixtos, entre otras). Asimismo, la región ha presentado, salvo pocas excepciones, una dinámica significativa en este aspecto, con esquemas organizacionales cambiantes en la mayor parte de los países. Varios de ellos han sufrido procesos de descentralización, centralización, reorganización, tercerización, etc., usualmente asociados a procesos políticos y tendencias internacionales en la materia, pero llevados a cabo sin una adecuada planificación y en plazos a veces inadecuados, existiendo casos en los que se ha regresado al sistema anterior, pero en peores condiciones.

## **ASPECTOS TÉCNICOS RELEVANTES EN LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO**

Si bien este documento no tiene como objetivo ahondar en aspectos técnicos específicos, vale la pena resaltar algunas cuestiones que hacen a una buena gestión en la materia.

### **Características locales, investigación, desarrollo e innovación**

En primer lugar, debe considerarse siempre que cada país, cada región, cada institución y, en particular, cada red vial poseen características particulares y específicas.

Este aspecto es frecuentemente olvidado a la hora de implementar tecnologías, *software*, equipamientos, materiales, técnicas constructivas, modelos de gestión, o inclusive metodologías de diseño y control de probada eficacia en otros sitios, pero que pueden no responder o no resultar adecuadas a las necesidades específicas apuntadas.

La experiencia es un aspecto fundamental en lo que hace a la gestión del mantenimiento vial. Y cuando no se posee experiencia propia, resulta sano observar lo acontecido y lo disponible en otros sitios y situaciones, tomando así ventaja de esa experiencia ajena. Sin embargo, prácticamente todas las acciones que se tomen en este sentido, en alguno de los aspectos o elementos apuntados en el párrafo anterior, requerirán de ajustes locales significativos para lograr su eficacia en cada caso particular.

Ello requiere tiempo y esfuerzo, recursos humanos y financieros, capacitación e implementación a modo de prueba, apoyo técnico y, especialmente, desarrollo de aplicaciones específicas. Y la falta de acciones, la escasa disponibilidad de recursos necesarios para ello, o la urgencia con que se implementan nuevas técnicas, conspiran contra el éxito perseguido. Dicha circunstancia implica también en muchos casos el desecho de posibles alternativas, por el sólo hecho de haber fracasado en primera instancia, aún cuando tal fracaso se deba precisamente a la falta de consideración de ciertos aspectos locales significativos.

La investigación, el desarrollo y la innovación son actividades que deben fomentarse, que hacen a la mejora de los procesos involucrados en el mantenimiento vial, y que precisan de constancia y fundamentalmente de apoyo y disponibilidad de recursos adecuados. La im-

plementación de nuevas técnicas debe hacerse cuidadosamente y en un plazo razonable, lo que permite la detección de problemas y la búsqueda de soluciones, así como los ajustes locales correspondientes.

En este sentido, favorecer las acciones o la ejecución de pruebas o tramos piloto son actividades que deberían ser frecuentes en la gestión del mantenimiento vial, siempre acompañadas de procedimientos de control, seguimiento y monitoreo que permitan la retroalimentación correspondiente y la consecuente ejecución de los ajustes necesarios antes de ser implementados en su totalidad. Una adecuada comunicación de esas acciones, sus resultados y recomendaciones hacia dentro de la organización, así como a posibles proveedores que podrían utilizar las técnicas, metodologías, materiales o sistemas en cuestión, será otra vez un factor crítico de éxito en la implementación final.

La experiencia de Chile ha sido muy importante en este sentido, habiéndose introducido nuevas técnicas gracias a la implementación de tramos, sistemas o esquemas piloto para la ejecución del mantenimiento vial, tal como pudo observarse en el llamado Programa de Caminos Básicos.

Por otra parte, resulta importante que las agencias viales promuevan la investigación, desarrollo e innovación, y brinden los incentivos necesarios tanto hacia fuera como dentro mismo de las instituciones.

Los contratos de largo plazo, ya sea que se trate o no de concesiones, pueden diseñarse de manera tal que se incentive claramente la innovación para aprovechar la eficiencia del sector privado en búsqueda de mejores resultados y mayores rentabilidades, pero canalizando la misma hacia actividades de las que todo el sector vial podrá luego sacar provecho. En este sentido puede citarse como ejemplo paradigmático el caso de la primera generación de concesiones viales en Argentina. En efecto, durante la década de los 90, los concesionarios introdujeron masivamente en Argentina el uso de materiales bituminosos modificados con polímeros, en las mezclas asfálticas, riegos, sellados y tratamientos superficiales que utilizaban para la conservación rutinaria y periódica, e inclusive en tramos de nueva construcción (ensanches, mejoramientos, variantes, etc.). Ello fue posible porque los contratos correspondientes le daban la suficiente libertad para innovar en la materia y, por supuesto, cierta rentabilidad asociada con el éxito y la responsabilidad ligada con un posible fracaso. El incentivo fue tal que, prácticamente, el uso de asfaltos modificados se hizo una rutina en la red concesionada, dando lugar a su expansión dentro de la red gestionada por el sector público.

La innovación por parte del sector privado no es incentivada, sin embargo, en contratos de corta duración, fundamentalmente debido a que los actores no podrán sacar provecho directo de las mismas, prefiriendo entonces la minimización de riesgos mediante la utilización de técnicas suficientemente probadas y conocidas.

Cabe destacar, que los esquemas de gestión que incluyen al menos cierta porción de la red con administración directa, facilitan la implementación de tramos de prueba en los mismos, precisamente contrarrestando los casos en que no puede brindarse al sector privado el incentivo suficiente como para que realice investigación y desarrollo (I+D) por su propia cuenta. Si bien las decisiones en materia de selección del modelo de gestión a utilizar dependerán de numerosos factores, ésta es sin duda una de las ventajas específicas de la administración directa.

## **Rol de la tecnología**

Como en toda actividad de gestión e ingeniería, la tecnología juega un rol importante, siendo significativa su contribución en actividades relevantes como la ejecución y visualización del inventario vial; la evaluación de la condición de los pavimentos y demás elementos de la red a mantener; la recolección, el procesamiento; el registro y la visualización de información actual e histórica de diversa índole; la accesibilidad en tiempo y forma a la información; el análisis de los procesos; la evaluación técnica, socioeconómica y ambiental; la retroalimentación de información; la comunicación efectiva; la sistematización de ciertas actividades; la ejecución; el control de calidad; entre otras.

Dada su importancia en la gestión del mantenimiento vial, a continuación se comentan algunos aspectos significativos respecto a las actividades de relevamiento necesarias, a los sistemas de información y a los sistemas de gestión o administración del mantenimiento.

### **ACTIVIDADES DE RELEVO (INVENTARIO VIAL Y EVALUACIÓN DE ESTADO)**

El relevamiento de datos de campo es sin duda uno de las tareas más arduas de las necesarias para planificar y administrar el mantenimiento de una red vial.

Dos son las actividades básicas a realizar: el inventario vial y la evaluación de estado.

El inventario vial permite conocer todos los elementos físicos que componen la infraestructura de la red vial y que deben mantenerse, en cantidad y tipo, así como sus dimensiones y características particulares, haciendo posible entonces la ejecución de cómputos métricos para las diferentes actividades de mantenimiento a realizar y la estimación de los presupuestos correspondientes. Sin esta información básica resulta imposible planificar adecuadamente las actividades o lidiar con la problemática de la restricción presupuestaria.

Existen hoy en día tecnologías probadas que permiten el levantamiento y registro automático de grandes volúmenes de información de manera eficiente y con la precisión necesaria, incluso a velocidades compatibles con las normales de circulación en la red, sin alterar en consecuencia el flujo normal del tráfico durante la realización de estas tareas. Estas modernas

tecnologías facilitan el posterior procesamiento de los datos relevados para el acceso futuro a los mismos, y evitan la realización de algunas mediciones que pueden determinarse luego de manera indirecta a partir del post procesamiento de los datos e imágenes relevadas. Entre ellas se destaca la utilización de videos de la zona de camino, que se obtienen a partir de una o varias cámaras simultáneas, y el registro sincronizado de información de ubicación y longitudes recorridas a partir del uso de dispositivos de posicionamiento tipo GPS. Estos elementos, combinados con el uso de inclinómetros y giróscopos, así como señales de audio y/o texto introducidas por un operador durante el relevamiento, y sincronizadas también con el video, permiten luego la determinación en gabinete de una elevadísima cantidad de datos, sin tener para ello que detenerse en el camino. Estos datos pueden ser complementados con levantamientos de tipo manual, para aquellos casos en que indefectiblemente sea necesaria la detención e inspección visual detallada para su observación y posterior registro, o la ejecución de ensayos complementarios, tal el caso por ejemplo, de la existencia y características físicas de las alcantarillas, o los espesores y tipos de materiales que conforman la estructura del pavimento, aspectos que no pueden relevarse en forma automática a partir de imágenes tomadas desde la superficie de la carreteras.

El inventario vial deberá contener información de todos los elementos físicos susceptibles de ser mantenidos, y deberá mantenerse actualizado, aunque la mayor parte de la información corresponderá a datos permanentes o cuasi permanentes a menos que se realicen obras nuevas, se agreguen tramos a la red, o se efectúen mejoramientos de secciones existentes.

Resulta importante destacar que mucha de la información complementaria necesaria puede obtenerse en el momento de la ejecución de las obras correspondientes, si se implementa adecuadamente un sistema de registro conforme a obra a completar por el supervisor al finalizar la misma.

Por otra parte, como la planificación del mantenimiento es un proceso dinámico, el reemplazamiento de la condición o estado de cada elemento debe realizarse en forma estandarizada, sistemática y periódica, y requiere personal entrenado y equipamiento adecuado.

Si bien suele ponerse énfasis en la condición del pavimento, por tratarse del elemento a mantener que, en general, presenta la mayor incidencia presupuestaria, todos los elementos del camino incluidos en el inventario vial deben ser relevados respecto a su condición (alcantarillas, puentes, señalización horizontal, señales verticales, cunetas y otros elementos del drenaje, zona de camino, taludes, barandas y defensas, muros, áreas de descanso, columnas de iluminación, etc.), y muchos de ellos están íntimamente relacionados con las condiciones de seguridad vial que el camino brinda al usuario del mismo. La mayoría de estos elementos mencionados requiere al efecto de una inspección visual específica.

En cuanto a los pavimentos, la evaluación de su estado o condición tiene dos aspectos: la evaluación funcional y la evaluación estructural. Se entiende por evaluación funcional a la determinación de parámetros relacionados con el servicio que el camino brinda en determinado momento al usuario, fundamentalmente referidos a confort y seguridad. Mientras que la evaluación estructural intenta estimar la capacidad del pavimento para seguir comportándose adecuadamente durante un cierto período de tiempo, y consecuentemente las necesidades y oportunidades respecto a la ejecución de obras de rehabilitación. Los parámetros funcionales están en general ligados a la condición superficial del pavimento, aunque algunos de esos deterioros superficiales puedan estar relacionados con fallas de tipo estructural. Para cubrir ambos aspectos y decidir correctamente los trabajos de mantenimiento a ejecutar, el relevamiento debe levantar al menos la siguiente información: baches, fisuras, ahuellamiento, deformaciones localizadas, desprendimientos, rugosidad, exudación, textura, adherencia neumático-calzada, deflexiones, y estado y capacidad de transferencia de carga en juntas de pavimentos de hormigón.

A partir de los datos del inventario físico, e información complementaria como clima y tráfico, será posible entonces efectuar un análisis adecuado del relevamiento periódico de las fallas del pavimento y su comportamiento, lo que permitirá conocer el estado del mismo, la evolución de su deterioro y las posibles causas que lo producen, todos elementos de juicio necesarios para la toma de decisiones en materia de conservación.

Para ello resulta necesario garantizar la utilidad de los indicadores determinados, requiriéndose entonces su medición en forma objetiva y con un índice de repetibilidad aceptable, que la cantidad de mediciones sea suficientemente representativa, que la frecuencia de medición resulte compatible con el tiempo de evolución de cada una de las fallas, y que las mismas sean cuantificadas y clasificadas de manera que se facilite su análisis e interpretación.

Existen numerosas metodologías y diferentes tipos de equipamiento para realizar estos relevamientos, desde los métodos manuales tradicionales o de bajo rendimiento hasta el equipamiento más moderno de alto rendimiento (video, perfilómetros, texturómetros, equipos de evaluación de fricción, deflectómetros de impacto, etc.). Cualquiera de ellos resulta aceptable mientras cumpla con lo mencionado en los párrafos precedentes.

El rol de la tecnología será entonces de apoyo a la obtención y registro de la información necesaria en tiempo (oportunidad), forma (nivel de detalle, presentación, precisión) y al menor costo posible. Cada red y región constituye un caso particular, y la selección del equipamiento más adecuado debe hacerse para cada caso, al considerar las necesidades de pre y post procesamiento que cada metodología y equipamiento conlleva. Idéntico comentario puede realizarse sobre la frecuencia de medición de cada parámetro.

## SISTEMA DE INFORMACIÓN INTEGRAL

El sistema de información, y específicamente un sistema de gestión integral de la información, desarrollado considerando un funcionamiento *hub-and-spoke*, es la columna vertebral de un sistema de gestión de la infraestructura vial y, por ende también del mantenimiento, y el primer paso necesario para su implementación. Por ello requiere tener mantenimiento y actualización convenientemente.

El sistema de información centraliza los datos actualizados e históricos necesarios para planificar, diseñar y retroalimentar los procesos, y mantener tanto los datos permanentes del inventario (físicos) como los variables en el tiempo (condición), además de la información complementaria para efectuar todos los procesos de análisis, evaluación, planificación, presupuesto, etc., y los resultados de los procesos propiamente dichos. Asimismo, gestiona la información de ejecución, que permitirá contrastar la misma respecto de la planificación y disponer de datos históricos para procesos importantes, tales como la retroalimentación del proceso dinámico de planificación o la calibración de modelos de deterioro o de predicción de la condición futura. Debe ser concebido más allá de la gestión del mantenimiento, es decir como una herramienta de la gestión integral de la infraestructura vial, de manera que coadyuve a la consistencia y confiabilidad necesarias para la toma de decisiones al respecto.

Sin el mismo, no es posible realizar adecuadamente muchos de los procesos involucrados y descritos en este documento. Entre otros aspectos, manejará información como:

- Tramificación
- Ubicación
- Longitudes
- Geometría
- Tráfico y cargas actuantes
- Clima (temperatura y precipitaciones)
- Pavimentos (estructura, materiales, condición superficial y estructural)
- Obras de arte (características, dimensiones y condición)
- Elementos del sistema de drenaje (características, dimensiones y condición)
- Elementos de la zona de camino (características, dimensiones y condición)
- Señalización horizontal y vertical (características, dimensiones y condición)
- Actividades (planificadas y ejecutadas)



- Costos unitarios por actividad
- Presupuesto (planificado y ejecutado).

El sistema de información debe permitir almacenar, consultar y procesar gran cantidad de datos en forma segura y eficiente. En general, se tratará de una compleja base de datos de tipo relacional, y para ello resulta conveniente que posea las siguientes características básicas:

- Compatibilidad (deberá interactuar con otros sistemas o bases de datos existentes previamente en la agencia vial).
- Capacidad (guardará importantes volúmenes de información histórica).
- Acceso eficiente (para múltiples usuarios, de diferentes áreas de la agencia vial).
- Soporte (externo e interno, este último acorde con la capacidad y experiencia existente en la organización).
- Flexibilidad (debe permitir agregar, borrar o modificar datos, con mínimos cambios en el diseño de la base).
- Facilidad (entorno amigable, fácil operación y aprendizaje compatible con la experiencia del personal de la agencia, mensajes de alerta ante situaciones inconvenientes, etc.).
- Eficiencia (procesamiento de gran cantidad de datos, deberá prestarse atención a la adecuada combinación *hardware-software*).
- Seguridad (controles de acceso diferenciados, acceso por sectores de la base, posibilidad de acceder en modo sólo lectura en forma total o parcial, imposición de restricciones a la visualización y/o modificación de datos, empleo de contraseñas, etc. De esta forma una determinada área de la agencia será responsable de mantener actualizada cierta información, a pesar que pueda accederse y utilizar la misma sin restricciones desde otra área para diferentes procesos).

La tecnología vuelve a jugar aquí un importante rol, desde el logro de la eficiencia y la seguridad deseadas hasta las opciones de procesamiento y visualización posible como por ejemplo a partir de la implementación de sistemas de información geográfica (GIS). Otra vez, lo importante es diseñar el sistema para que cumpla su cometido y atienda los requerimientos, capacidades y usanzas locales.

#### **SISTEMAS DE GESTIÓN O ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO**

Un sistema de gestión es una herramienta para la toma de decisiones en línea con los objetivos planteados respecto a la recreación del círculo virtuoso. Entre otros aspectos permite

lograr una distribución óptima de fondos destinados al mantenimiento y mejoramiento de la infraestructura vial, mediante la adopción de estrategias efectivas y económicas para proveer, evaluar y mantener la red en condiciones aceptables. En rigor, es un conjunto de herramientas o métodos, y provee una metodología sistemática para la realización de los procesos que aseguran la consistencia de las decisiones tomadas en los diferentes niveles de una organización.

El propósito de este documento no es ahondar en los sistemas de gestión de infraestructura vial, sino mencionar las ventajas que su implementación trae para las actividades relacionadas con el mantenimiento vial, al incorporar en forma lógica y sistemática factores técnicos, económicos, sociales y políticos durante el análisis.

Muchos de los elementos mencionados o descritos formarán parte de un sistema de gestión integral de la infraestructura vial, como el sistema de información integral que administra la información del inventario físico y la evaluación de la condición, o el desarrollo y calibración local de modelos de deterioro que permitan predecir la condición futura de la red a partir de su estado actual, las solicitudes a las que se encuentra sometida y el nivel de mantenimiento.

El desarrollo y planificación de un plan de rehabilitación y mantenimiento con vistas a alcanzar un determinado nivel de conservación en cierto período de tiempo, manteniendo luego la red en la condición estacionaria del Gráfico 8, podrá analizarse y determinarse de manera mucho más confiable si se cuenta con un sistema de gestión en operación. Asimismo, podrá obtenerse de manera documentada la estimación de los resultados esperados para diferentes niveles de intervención en la red, a fin de comunicarlos claramente a quienes tienen a cargo la toma de decisiones en la materia.

En países desarrollados, como Estados Unidos, la implementación de sistemas de este tipo ha sido impuesta como una obligación previa a la posibilidad de disponer de fondos federales para los departamentos de transporte de los diferentes estados. Sin embargo, y de acuerdo a los mismos usuarios directos de algunos de esos sistemas desarrollados según determinadas pautas, pero a su manera, por cada una de las agencias locales, puede decirse que los beneficios de su implementación y uso han sido claramente una mejora notable de la eficacia en las acciones de conservación, a la vez que se han observado disminuciones en los costos de mantenimiento en el mediano plazo.

Sin embargo, la implementación de este tipo de sistemas requiere personal, equipamiento, fondos y tecnología apropiados, tanto para su desarrollo como para su operación y actualización futura, y la disponibilidad de los mismos debe asegurarse desde el momento de concebir su desarrollo. Este aspecto ha sido causa de grandes fracasos en la materia en América Latina.

En la región existen numerosos intentos de implementación de sistemas de gestión (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Paraguay, Perú, Uruguay, Venezuela, etc.), tanto a nivel nacional como regional (estatal, provincial o departamental), e inclusive en algunos casos a nivel municipal o también en el sector privado correspondiente a ciertas concesiones viales. También en algunos casos se han implementado soluciones parciales, es decir, algunos componentes de un sistema de gestión integral, como por ejemplo inventarios viales de diferentes alcances y características. Si bien, el objetivo de este documento no es la descripción y análisis de los sistemas implementados, puede decirse de manera generalizada – aunque con excepciones – que el éxito de los mismos no ha sido el esperado, fundamentalmente por la existencia de una o varias de las siguiente situaciones:

- Utilización de modelos desarrollados externamente sin adaptación y calibración local.
- Escasa participación del personal profesional propio en el desarrollo e implementación de los modelos.
- Inadecuada y/o insuficiente asignación de recursos para su implementación, mantenimiento y actualización (profesionales, equipamiento, etc.).
- Falta de capacitación del personal asignado.
- Comunicación deficiente (intra y extra institucional).
- Falta de apoyo de los niveles más altos de la administración.
- Organización institucional inadecuada.
- Inadecuado sistema de reportes.

#### **PRECAUCIONES A LA HORA DE UTILIZAR CIERTAS HERRAMIENTAS**

Existen en la actualidad numerosas herramientas informáticas, de diferentes características, usos y confiabilidades, disponibles para realizar algunos o muchos de los procesos mencionados en este documento y relacionados con la gestión vial.

Se trata de *software* o aplicaciones complejas y sofisticadas, aunque de relativamente fácil operación, pero que deben ser utilizadas con suma precaución. Las hay a modo de sistemas de información, de sistemas de evaluación técnico-económica, orientadas a la planificación de obras de rehabilitación (*Pavement Management System*), enfocadas a la gestión del mantenimiento en el corto plazo (*Maintenance Management System*), o inclusive sistemas de gestión integral de la infraestructura vial, que permiten o no la consideración de restricciones presupuestarias, que hacen uso de indicadores, *ranking* o técnicas de optimización, además de módulos específicos orientados al tráfico o al diseño de pavimentos, etc.

Para utilizar de manera confiable estos sistemas o herramientas se debe, entre otros aspectos:

- Comprenderlos plenamente en cuanto a estructura y funcionamiento.
- Conocer la confiabilidad de sus estimaciones o, en otras palabras, los coeficientes de regresión de los submodelos de predicción utilizados.
- Estar en línea con la actividad que se quiere realizar (diseño, evaluación económica, planificación, etc.), así como con la metodología empleada.
- Conocer sus modelos de deterioro, si fuera el caso, y calibrarlos adecuadamente al ámbito de aplicación.
- Asegurar que todas las variables o parámetros sensibles que se desea analizar, sean considerados por el sistema con similar forma, precisión y confiabilidad con que fueron relevados en campo.

Lamentablemente se observan con frecuencia utilizaciones erróneas en este sentido, son las más comunes: el uso de herramientas de evaluación económica y/o planificación con fines de diseño, la utilización de modelos sin calibrar localmente o con calibraciones realizadas sin la confiabilidad adecuada, y la introducción en el sistema de información necesaria relevante pero estimada a partir de otros parámetros y sin la confiabilidad y precisión requeridas. Estas situaciones desencadenan también en círculos viciosos, ya que a partir de esos análisis se solicitan fondos externos para financiar actividades de conservación que luego no resultan eficaces o suficientes, volviéndose a la situación de partida en plazos sumamente breves en comparación con los previstos, con las consecuencias obvias para la sociedad en su conjunto.

#### **CONTROL POR RESULTADOS**

Tradicionalmente, cualquier actividad de construcción o mantenimiento vial es técnicamente controlada, medida y pagada en función de las unidades de dicha actividad que se ejecutan conforme a las especificaciones técnicas correspondientes. Cada actividad es medida en determinadas unidades y pagada a los precios unitarios prefijados en el contrato. Si bien existe generalmente una recepción provisoria y una definitiva, y existe un período de garantía en el lapso entre las mismas, se trata de una garantía de corto plazo, y el contratista ejecuta lo pactado y se retira definitivamente del sitio una vez realizada la recepción definitiva correspondiente. Bajo este esquema, todos los materiales, las técnicas constructivas y el producto resultante deben ser aprobados para merecer el pago y la recepción correspondiente.

A principio de los años 90, con el auge de los contratos de mediano y largo plazo, como los correspondientes a concesiones viales y a contratos de conservación de diversa índole, se comenzó a utilizar con fuerza el concepto de resultado como producto final a proveer por los contratistas y los concesionarios, definición que continúa hoy día generalizándose cada vez más en el área de la conservación vial.

Es así que diferentes esquemas de contratación del mantenimiento utilizan actualmente el control por resultados, también denominado control por estándares.

Se trata en este caso de medir los resultados alcanzados mediante las actividades realizadas por el contratista (p.e., en términos de rugosidad, baches, fisuras, ahuellamiento, entre otros) en lugar de controlar la calidad de todos los materiales y la ejecución de las actividades en obra. La responsabilidad del contratista será la de cumplir con el o los estándares prefijados durante todo el período de contrato, que en este caso incluye períodos de relativa larga duración con posterioridad a la habilitación al tráfico una vez concluidas las actividades. Por ejemplo, si se ha fijado en una repavimentación que el ahuellamiento no podrá exceder de 12 mm durante todo el período del contrato, establecido también por ejemplo en cinco años, a pesar de haber concluido la obra al finalizar el primer año de contrato deberá garantizarse ese valor durante la totalidad del período contractual, siendo responsabilidad total del contratista la ejecución de cualquier actividad u obra que fuera necesaria para lograr dicho objetivo, y estando condicionados los pagos previstos al cumplimiento del mismo.

Este tipo de control resulta sumamente útil en contratos o concesiones de mantenimiento y rehabilitación, donde justamente lo que se persigue es alcanzar y mantener un cierto nivel de servicio brindado por la red vial, de acuerdo a una estrategia y a una consecuente planificación basada al menos en un enfoque de mediano plazo.

Una clara ventaja de la utilización del concepto de control por resultados lo constituye precisamente la orientación directa hacia objetivos específicos establecida contractualmente, lo que traslada ciertos riesgos al contratista, que será en este caso quien deba velar para que los diseños, los materiales y las técnicas constructivas que utilice en todas las actividades que lleva a cabo en la carreteras le permitan obtener los resultados exigidos o estándares prefijados contractualmente.

Otra clara ventaja del control por resultados corresponde al enfoque de mediano o largo plazo de este tipo de contratos, acorde con la sostenibilidad necesaria en materia de conservación, lo que asegura el cumplimiento de lo planificado durante un cierto período de tiempo que, además, está establecido contractualmente y, por ende, han sido reservadas las partidas presupuestarias para hacer frente a esas obligaciones.

Suele decirse también que la organización para el control puede minimizarse en este caso, resultando más sencilla la tarea de seguimiento. Sin embargo, esto no es del todo cierto, ya que la forma de control y los recursos humanos y de equipamiento necesarios en este caso resultan muy diferentes, pero para nada despreciables, no siendo recomendable además el abandono total del control tradicional por parte del Estado, y siendo aconsejable la ejecución de muestreos pequeños y aleatorios respecto a la calidad de trabajo a fin de anticipar cualquier inconveniente futuro en el logro de los objetivos por parte del contratista.

En efecto, una de las mayores desventajas de este tipo de control es, precisamente, la dificultad que se presenta ante la verificación del incumplimiento de ciertos estándares por parte del contratista, especialmente cuando la corrección de los mismos exige una inversión considerable y se produce hacia el final del período contractual. Es necesario entonces anticipar dichos problemas, a la vez que diseñar los contratos de manera de minimizar su posibilidad de ocurrencia.

A continuación se mencionan algunos aspectos relevantes que deben ser considerados adecuadamente en el diseño contractual de contratos o concesiones de mantenimiento, que incluyen el control por resultados, y que consideran su influencia en el logro de los objetivos técnicos y económicos planteados.

- Tratándose de contratos de mediano y largo plazo, no sólo debe diseñarse adecuadamente la actividad de control, sino también la regulación de los mismos. Resulta importante anticipar cualquier problema, para lo cual es necesario disponer de información adecuada.
- Deben analizarse cuidadosamente los incentivos a incluir en el contrato, favorecer el comportamiento del contratista en el sentido del logro de los objetivos perseguidos, y minimizar la posibilidad de comportamientos oportunistas o perversos en el sentido de resultar más conveniente para el mismo el alejamiento de aquellos objetivos.
- El plazo debe ser suficientemente largo como para incentivar la calidad de las obras y actividades que se realizan al inicio del contrato, habida cuenta de la responsabilidad que se asume en el mediano y largo plazo. El mismo estará en relación también con el nivel de tráfico que presente la vía en cuestión. Debe tenerse presente que cuanto mayor sea el plazo, mayor será el incentivo a la calidad y a la innovación en materia de materiales y técnicas de conservación, especialmente cuando sean necesarias obras de rehabilitación. No resulta conveniente la utilización del enfoque de control por resultados para contratos cuyo monto total involucre un porcentaje elevado de monto obra, y monto y plazos relativamente pequeños de actividades de mantenimiento, ya que en este caso resulta difícil alinear los intereses del contratista con los objetivos de la conservación, y además es posible que la existencia de defectos de obra no sean visibles en el corto plazo, siendo imposibles detectarlos adecuadamente sólo mediante el control por resultados.
- Tratándose de control por resultados, las responsabilidades de cada parte y los riesgos asumidos por cada una de ellas deben ser claramente establecidos. Desde el punto de vista técnico, resulta conveniente que el diseño y la ejecución estén bajo responsabilidad del contratista, para así evitar que se invoquen fallas de diseño ante incumplimientos de estándares.

- La disponibilidad de recursos financieros en tiempo y forma para honrar los compromisos contractuales resulta aún más importante en este caso que en el de contratos tradicionales por unidad de medida. En efecto, al considerar las características descritas respecto al deterioro de los pavimentos, la demora en los pagos más allá de lo previsto contractualmente podrá originar retrasos extraordinarios en la ejecución de ciertas actividades de mantenimiento y/o rehabilitación, con el consiguiente mayor costo para alcanzar los resultados previstos debido a la postergación de la actividad, o de lo contrario el contratista deberá asumir costos financieros adicionales para hacer frente a ese atraso sin diferir las acciones e intervenciones necesarias para mantener los estándares requeridos en un todo de acuerdo con los términos contractuales.
- Los resultados o estándares a cumplimentar y, particularmente, los niveles que deberá alcanzarse para los mismos, deben ser cuidadosamente seleccionados en base a experiencias comprobables, de forma tal que los mismos resulten alcanzables por el contratista a costos razonables en relación con el valor del contrato.
- Los estándares son en general parámetros de tipo superficial a cumplimentar durante el período contractual. Sin embargo, al finalizar el mismo la infraestructura vial deberá estar en determinadas condiciones, tanto superficiales como estructurales. Una mala condición estructural del pavimento puede enmascarse temporalmente, por ejemplo mediante la aplicación de tratamientos de tipo superficial, pero los mismos no poseerán una durabilidad prolongada. Es por ello que a la hora de la recepción final, debería comprobarse también la condición estructural, o mejor aún, hacerlo en un momento del contrato donde aún se disponga de suficiente tiempo como para que el contratista efectúe las correcciones necesarias, de modo de asegurar una determinada condición al finalizar el mismo. La forma y oportunidad de verificación estructural, así como los requisitos a cumplimentar deben ser cuidadosamente analizados e indicados en los documentos contractuales.
- La contratación por resultados supone la capacidad de las empresas para establecer las necesidades, diseñarlas y ejecutarlas convenientemente, autocontrolándose para lograr la calidad necesaria para el logro de los objetivos correspondientes. Esta situación dista mucho de la actividad empresarial en contratos tradicionales de obra pública, por unidad de medida, donde se le indica a la empresa qué debe hacer y se le paga por ello. Es por eso que debe prestarse suma atención, especialmente cuando se introducen inicialmente este tipo de contratos, a la capacidad y experiencia de los posibles contratistas para llevar a cabo los mismos con éxito para ambas partes, siendo en general necesario el incentivo y apoyo inicial para desarrollar empresas con cultura organizacional adecuada como para encarar proyectos de este tipo.

## FINANCIAMIENTO DEL MANTENIMIENTO VIAL

El problema del financiamiento es precisamente la eliminación de la incertidumbre respecto a los recursos para el mantenimiento.

El mantenimiento vial está evidentemente asociado a cierto costo de ejecución, y como en todo bien público, ese costo lo debe pagar la sociedad. Sin embargo, hay diferentes formas de pagarlo, y puede decirse que el modelo de financiamiento está directamente relacionado con el modelo de gestión implementado.

Es así que existen diferentes esquemas o fuentes de financiamiento para la gestión del mantenimiento, que en general pueden resumirse como provenientes de:

- Recursos recurrentes
- Fondos de destinación específica
- Cargos a los usuarios

Desde otro punto de vista, las fuentes de recursos para el mantenimiento pueden clasificarse, según quien efectúe el pago, en:

- Pago por el usuario directo
  - Impuestos (combustibles, neumáticos, compra de automóviles, etc.)
  - Peaje
- Paga toda la comunidad
  - Rentas generales

El problema del financiamiento del mantenimiento vial está relacionado fundamentalmente con la condición de instrumento de ajuste fiscal con que históricamente se ha caracterizado la inversión en carreteras, y simultáneamente con la mayor predisposición generalizada de las autoridades políticas a favorecer las inversiones nuevas en detrimento de los recursos necesarios para la conservación de la infraestructura existente. Esta es, sin duda alguna, una de las principales razones por las cuales se implementaron los contratos de mantenimiento de mediano y largo plazo, es decir, como una forma de asegurar cierto flujo destinado específicamente a la conservación de la red existente y fuera de los posibles ajustes, competencias por recursos o inclusive desvíos de los mismos a otras áreas y destinos.



Existen numerosos esquemas o metodologías de recaudación para atender el mantenimiento de la red vial.

Para contrarrestar la situación apuntada, en cuanto a evitar la condición de instrumento de ajuste fiscal, surgieron por ejemplo los fondos o rentas de destinación específica. Sin embargo, los mismos son muy debatidos en el campo de las finanzas públicas, debido a que generan rigideces para la asignación de recursos hacia otros proyectos quizás de mayor impacto económico y social, a la vez que restan flexibilidad fiscal para re establecer el equilibrio macroeconómico en épocas de crisis.

El peaje, ligado a la implementación de concesiones viales desde principios de la década de los 90, sólo es factible para vías de altos volúmenes de tráfico que justifiquen la inversión en instalaciones y sistemas de percepción, así como el gasto recurrente para su operación.

El impuesto a los combustibles, otra de las formas utilizadas históricamente por el sector, presenta bajos costos de recaudación y está relacionado con el uso de las vías (costos variables de la red), que brinda una base estable para cubrir los costos de mantenimiento.

Otra forma de recaudación utilizada es a partir de impuestos a la tenencia, cuyo costo de recaudación es algo mayor, y su relación con el uso potencial de las vías es a partir de los costos fijos. También las tasas viales aplicadas sobre las propiedades agrícolas, u otros cargos de aplicación, por ejemplo sobre los neumáticos.

Existen entonces diversos esquemas posibles, y es común combinar los mismos según se trate de diferentes categorías de redes. Cada caso es diferente y no es posible brindar recetas preconcebidas al respecto. Sin embargo, a la hora de establecer las fuentes de financiamiento para el mantenimiento vial deben considerarse particularmente los siguientes aspectos:

- Brindar sostenibilidad al financiamiento del mantenimiento vial, minimizar la incertidumbre respecto a la disponibilidad de recursos al menos en el mediano plazo, evitar favorecer la expansión de la red vial a costa de los recursos para el mantenimiento, y permitir planificar las inversiones con base en criterios técnicos y económicos de optimización.
- Asegurar que los recursos con que se grava a los usuarios se destinen al sector. Históricamente en América Latina pueden encontrarse varios ejemplos de fondos o impuestos específicos orientados para el sector, pero que finalmente fueron redireccionados hacia otros sectores y fines, muchas veces derivados directamente a rentas generales (p.e., sobretasa a la gasolina en Colombia, impuesto a los combustibles en Argentina, entre otros).
- Evitar su manipulación para cubrir cuestiones de índole macroeconómica.

- Diseñar adecuadamente el sistema de cargos a los usuarios a fin de reducir, en la medida de lo posible, la magnitud de los subsidios cruzados (urbano-rural, pesado-liviano, etc.).
- El sistema debe ser concebido de manera que los usuarios perciban un adecuado beneficio respecto de su contribución, medido por ejemplo a través de la relación beneficio-costos (B/C).

Ningún sistema es perfecto, y cada situación merece un análisis particular. Lo que no está en duda, en ningún caso, es la necesidad de asegurar los fondos para el mantenimiento en el mediano y largo plazo, lo que junto a una utilización racional, eficaz y eficiente, garantizará el nivel de servicio que permita la materialización efectiva de los beneficios económicos esperados de la inversión en la red vial.

## DIFERENTES ESQUEMAS O MODELOS DE GESTIÓN DE REDES VIALES

En primer lugar cabe una aclaración respecto a los términos sistemas y modelos de gestión. Bajo la denominación sistemas de gestión o sistemas de administración, traducción del inglés *management system*, se alude normalmente a los sistemas informáticos asociados a la gestión vial, tales como los mencionados anteriormente en este documento: *Pavement Management System* (PMS) o sistema de gestión de pavimentos, *Maintenance Management System* (MMS) o sistema de gestión o administración del mantenimiento, sistema integral de gestión de infraestructura vial, entre otros.

En cambio, bajo la denominación modelos de gestión se aluden en este caso a las diferentes combinaciones de estrategias de implementación y financiamiento utilizadas por las agencias viales para llevar a cabo el mantenimiento y la rehabilitación de las vías que componen las redes bajo su jurisdicción, fundamentalmente diferenciadas según se realice por administración directa o por terceros, se controle tradicionalmente o por estándares, y según sea el origen de sus fuentes de financiamiento (peaje, rentas generales, etc.).

Una de las interrogantes básicas que se planten con referencia a los diferentes modelos de gestión que han sido utilizados y/o se utilizan en la región, corresponde a la conveniencia o inconveniencia de la ejecución por administración directa o, a través de terceros en sus diferentes esquemas de contratación, concesión o participación conjunta con el Estado.

En este sentido, suelen plantearse falsas dicotomías con referencia a las bondades o a los problemas causados por determinados modelos, como por ejemplo entre la ejecución del mantenimiento por administración directa o la tercerización del mismo. Y se señalan como falsas dicotomías porque ninguno de los dos modelos de operación constituye en sí mismo una mejor o peor alternativa de manera general y absoluta, y más aún resulta en ocasiones conveniente combinar los mismos para hacer frente de manera eficiente y efectiva a las distintas realidades y necesidades de las diferentes redes a mantener.

Todas las situaciones posibles pueden resolverse totalmente mediante administración directa, o sólo a través de terceros, con instituciones que ejecutan y controlan de manera centralizada o que lo hacen de forma no centralizada, o con una combinación de modalidades según la

característica y conveniencia para cada sector y red. El punto a determinar es simplemente cuál es la forma más eficaz y eficiente de operación para garantizar el nivel de servicio que se pretende dentro de las restricciones imperantes, y optimizar la utilización de los recursos disponibles y hacer sostenible el mantenimiento en el mediano y largo plazo.

En esto no existen recetas únicas, ni absolutas, cada modalidad presentará ventajas y desventajas que pueden ser incluso diferentes para cada caso, tipo de red, región e institución, y cada modalidad exigirá una forma, un tamaño y una capacidad institucional determinada, a la vez que, para el caso de terceros, exigirá la disponibilidad de empresas capacitadas para brindar el servicio requerido y esquemas de rentabilidad adecuados como para garantizar la suficiente concurrencia de las mismas para brindar de manera competitiva y conveniente esos servicios.

Históricamente, se puede decir quizás que hasta fines de la década de los 70, el mantenimiento vial se realizaba de manera generalizada –incluía a la región– en su mayor parte por administración directa. Ello implicaba la existencia de instituciones viales de tamaño y capacidad considerable con un plantel de recursos humanos y de maquinaria muy significativo, generalmente organizado en distritos, regiones o residencias para cubrir la totalidad de un determinado país, aunque con una dirección centralizada, y con responsabilidades integrales de planificación, diseño y ejecución del mantenimiento sobre la red vial. Durante la década de los 80 comienza la tendencia a la contratación de ciertas actividades, especialmente las de rehabilitación o mantenimiento periódico y una mayor concentración institucional en el mantenimiento rutinario tercerizando las actividades mayores en general por medio de contratos por unidad de medida, donde se retenía la agencia vial las actividades de planificación y control. La agudización de ciertas crisis económicas, las restricciones presupuestarias imperantes y la tendencia mundial en materia de tercerización y privatización incurrieron en los años 90 también en el ámbito vial, propiciando en líneas generales reducciones significativas en los recursos humanos y de equipamiento en los organismos viales, generalizando la tercerización de actividades de conservación, incluyendo otras modalidades como la implementación del control por estándares, el cobro de peaje, los contratos de mediano y largo plazo, etc.

Si bien existen casos en donde inicialmente la conservación siguió haciéndose básicamente por administración (p.e., Paraguay y Uruguay), casos en donde la tercerización fue muy fuerte (p.e., Argentina, Brasil), y casos de índole intermedia (p.e., Chile), puede observarse y ratificarse que puede alcanzarse el éxito mediante la implementación de cualquiera de los modelos o de modelos mixtos, siempre y cuando al menos se verifique lo siguiente:

- La organización institucional sea adaptada en consecuencia.
- Los organismos viales posean personal técnico con capacidades y competencias acordes con las actuaciones correspondientes.
- Los recursos financieros necesarios sean adecuados.

Los cambios de modalidad en la gestión, cuando ocurren, exigen siempre los correspondientes cambios o adaptaciones institucionales y de mercado que permitan operar de esa nueva manera, aspecto que no debe olvidarse y que constituye uno de los principales factores críticos de éxito en la gestión vial.

Al respecto es importante mencionar que pueden observarse malas experiencias en este sentido, especialmente en aquellos países donde la tercerización ha sido muy fuerte y las agencias viales se han convertido prácticamente en administradores de contratos, más preocupados por los aspectos legales de los mismos que por el resultado que se espera obtener de ellos. En efecto, una institución vial tiene como objetivo principal mantener la red bajo su jurisdicción en condiciones adecuadas para la circulación cómoda y segura de personas y cargas, y ello es un punto de vista que no debe olvidarse, y que obviamente implica la imposibilidad de renunciar a ciertas actividades técnicas, necesarias y hasta imprescindibles para el logro de aquellos objetivos, y que no pueden ser convenientemente abordadas por el sector privado, ya sea por falta de capacidad, por desinterés o simplemente porque no le corresponden.

Las posibilidades de esquemas o modelos de gestión van entonces desde la administración directa hasta la tercerización, esta última también bajo diferentes esquemas.

- Administración directa

Como ya se mencionara, se trata de la ejecución directa de todas las actividades correspondientes al mantenimiento, desde la planificación hasta la ejecución de esas tareas, que pasan por el diseño, el control y el seguimiento, entre otros.

Fue la modalidad típica original de la mayoría de las instituciones viales en el mundo, y actualmente existen algunas pocas que mantienen su gestión básicamente bajo este esquema, aunque hay muchas que conservan una parte de la red bajo el mismo. Generalmente, las redes no pavimentadas, las zonas críticas con mantenimiento invernal o las actividades de emergencia particularmente en zonas onduladas y montañosas, son usualmente mantenidas de manera total o en una proporción significativa bajo esta modalidad, así como también en ocasiones las actividades de mantenimiento rutinario (zona de camino, puentes, etc.) en vías pavimentadas. Ello habla claramente de ciertas dificultades de mercado para contratar algunas de esas actividades, o para que el sector privado responda adecuadamente a los requerimientos de las mismas a un costo razonable, y la posibilidad de hacerlo corresponde entonces a una de las ventajas propias de la administración directa.

Otra ventaja, en relación con este modelo de gestión, es la flexibilidad para la ejecución de tramos pilotos que permitan explorar nuevas tecnologías, metodologías, prácticas, materiales, etc., sin que los riesgos asociados a esas pruebas impidan su realización o

aumenten excesivamente los costos cuando las actividades dependen exclusivamente de terceros.

Existen numerosos esquemas y sistemas de tercerización en relación con el mantenimiento y rehabilitación de carreteras que han sido utilizados en la región, particularmente a partir de los años 90. Seguidamente se presenta una agrupación general de los mismos, para los casos más frecuentes y con independencia de las denominaciones y características específicas atribuidas en cada país:

- Contratos de mantenimiento

Se trata de contratos por unidad de medida, donde en general se establecen cantidades estimadas por la administración para las diferentes actividades que pueden ejecutarse en uno o varios tramos de camino (bacheo, limpieza de alcantarillas, limpieza de cauces, reperfilado de cunetas, etc.). En general, se trata de contratos de corta duración, entre seis meses y dos años, donde el supervisor indica al contratista qué ejecutar en cada sector de acuerdo a cierta programación periódica de actividades, que se ejecutan luego de acuerdo a especificaciones técnicas contractuales. Los pagos se efectúan mensualmente conforme a mediciones y certificaciones para aquellos trabajos realizados y que cumplen con la calidad exigida. En general, se trata de actividades de mantenimiento rutinario o periódico menor.

Existen también casos de aplicación del control de resultados para contratos que involucran actividades de mantenimiento rutinario y periódico menor. Los estándares definidos para ello se aplican generalmente a algunas actividades, o categorías de vías, mientras que para el resto prevalece el pago por unidad de medida utilizado tradicionalmente.

En mayor o menor medida este tipo de contratos es muy utilizado en la región por todos aquellos países que contratan las actividades de mantenimiento por terceros, y especialmente en los casos de vías no pavimentadas y de bajo volumen de tráfico (Chile, Bolivia, Uruguay, etc.).

- Concesiones con peaje

Las reformas de los años 90 en el sector vial, en la mayoría de los países de la región, incorporó en mayor o menor medida la presencia de las concesiones viales como forma de tercerización de la conservación y, específicamente, la utilización del peaje directo –pagado por el usuario– como forma principal para el financiamiento de mejoras, el mantenimiento y la rehabilitación de carreteras. Esta modalidad exige un volumen de tráfico considerable que haga rentable la operación, un nivel de tarifa acorde con la capacidad y disposición al pago del usuario por el beneficio que recibe, y utiliza en

todos los casos el control por resultados a partir de estándares definidos específicamente para cada parámetro de comportamiento funcional cuyo valor que se desea limitar.

Se trata de contratos de largo plazo, generalmente en rangos que van de los 12 a los 30 años, y en este caso el concesionario es responsable por la totalidad de la operación. Será responsable por establecer, diseñar y ejecutar todas las actividades que deban realizarse para cumplimentar los requisitos funcionales establecidos como estándares, pudiendo para ello emplear los materiales y técnicas que considera más adecuadas. Asimismo, es responsable en general por la percepción del peaje y por la prestación de ciertos servicios al usuario (postes SOS, auxilio mecánico, ambulancia, etc.).

Existe también la modalidad denominada peaje sombra, en la cual el concesionario percibe, al igual que en el peaje directo, un monto preestablecido por cada vehículo que transita por la carretera, pero este monto no es percibido directamente del usuario sino mediante pagos efectuados periódicamente al concesionario por la institución concedente. La mayoría de los países de la región han utilizado las concesiones como forma de tercerizar las actividades de mantenimiento y rehabilitación, cada uno con características diferentes en cuanto a tipo de actividades y servicios incluidos, aplicación de canon o subsidios, plazos, tamaño de la red, etc. (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Perú, Uruguay, etc.).

- Contratos de mantenimiento integral

Se trata de sistemas similares a las concesiones viales, pero sin peaje, remunerados periódicamente de manera fija o variable según el caso, y con alcances de mediano o largo plazo (p.e., Corredores de Mantenimiento Integral en Colombia, Contratos COT en Argentina).

- Contratos de rehabilitación y mantenimiento

Ha sido uno de los sistemas más difundidos en la última década, denominados generalmente por sus siglas CReMa. Se trata de contratos de mediano plazo, del orden de los cinco años, utilizados para efectuar actividades de rehabilitación inicial –en general repavimentaciones que se realizan durante el primer año de contrato– seguidas luego de actividades de mantenimiento rutinario y periódico menor hasta la finalización del contrato y con la obligación de cumplimentar los estándares preestablecidos para todo el plazo contractual.

Los primeros contratos de este tipo se introdujeron en Argentina, pero se han generalizado en diferentes países donde se le han ido agregando características locales particulares.

- Microempresas

Se trata de empresas muy pequeñas, conformadas por pocos trabajadores, pertenecientes a pequeñas localidades ubicadas a lo largo de la vía a mantener, y que efectúan trabajos eminentemente manuales correspondientes al mantenimiento rutinario.

Se han utilizado con éxito en varios países de la región, destacándose particularmente las experiencias llevadas a cabo en Colombia, Perú y Bolivia.

La organización de los habitantes de las regiones en microempresas genera empleo y sustento a los mismos, que por su cercanía al camino e interés por el mismo aseguran una dedicación, particularmente, efectiva en la realización de las tareas al complementarlo con la satisfacción de necesidades básicas a través de ese empleo.

Este esquema ha mostrado ser eficaz para la ejecución del mantenimiento rutinario, a costos muy razonables, a la vez que brinda soluciones a problemáticas socioeconómicas complejas al emplear mano de obra no calificada de la región. Algunos países han reportado incluso reducciones en los costos de mantenimiento bajo esta modalidad.

Las microempresas suelen, en general, dedicarse a las actividades de mantenimiento manuales que no requieren equipamiento de envergadura (desagües, señalización, alcantarillas, obras de arte, vegetación en zona de caminos, alambrados, etc.), pero últimamente han sido utilizadas para complementar otras actividades como por ejemplo el apoyo en caso de accidentes, la elaboración de estadísticas de accidentes en puntos críticos, la ejecución de encuestas O/D, la realización de conteos de tráfico, la participación en actividades de emergencia, los relevamientos para inventario vial, etc.

En general, la agencia vial dispone de profesionales (administradores viales) a cargo de planificar, dirigir, coordinar, evaluar y controlar las actividades del mantenimiento.

Las microempresas constituyen soluciones adecuadas para ese tipo de tareas, a la vez que contribuyen a mejorar la condición socioeconómica de sus integrantes, personas de bajos recursos, quienes reciben una capacitación previa y apoyo inicial del Estado para organizarse y comenzar a operar adecuadamente, tanto en los temas técnicos como de gestión empresarial.

En muchos casos las microempresas coexisten con otras empresas que realizan las actividades de mantenimiento periódico bajo otros esquemas de tercerización.

- Asociaciones Público-Privadas (PPP)

En los últimos tiempos, han surgido diferentes formas de asociación entre el Estado y empresas particulares con el fin de construir y/o mantener carreteras, con la ventaja



que cada parte asume responsabilidades y riesgos de acuerdo con su condición y capacidad para ello.

Los diferentes esquemas mencionados han tenido múltiples variantes en cada país, región y oportunidad de aplicación, pudiendo señalarse como aspectos relevantes de tales diferencias o singularidades a los plazos de contrato, los estándares definidos o los valores exigidos para los mismos y su forma de evaluación y control, las actividades incluidas como responsabilidad del contratista o concesionario, los parámetros de adjudicación y regulación de los contratos, la presencia de subsidios específicos, el pago de canon por parte del concesionario, etc.

## ALGUNAS LECCIONES APRENDIDAS

De la experiencia recogida pueden destacarse los siguientes aspectos:

- Los elementos clave para la gestión del mantenimiento vial son:
  - i) La capacidad institucional para gestionar la red vial con contratos de diversas modalidades, desde contratos de mantenimiento hasta concesiones.
  - ii) La existencia de un marco legal estable y confiable, con mecanismos ágiles y transparentes de adjudicación y resolución de conflictos, habida cuenta de la característica de largo plazo que poseen la mayoría de los contratos.
  - iii) El logro de un marco financiero sostenible y adecuado para el sector.
- Seleccionar e implementar el modelo de gestión que resulte más adecuado para cada carretera y tramo de la red.
- Considerar en la selección y el diseño del modelo de gestión aspectos tales como: beneficio del usuario, equidad, posibles subsidios cruzados y regulación tarifaria en el caso del peaje.
- Tener en cuenta, desde el punto de vista del contratista o concesionario, las reales posibilidades de encontrar financiamiento por parte del mismo (*equity* y/o deuda), para el caso de esquemas a riesgo, tanto en el mercado local como en el internacional.
- Asegurar el flujo de fondos necesarios para que los pagos directos comprometidos se realicen en los plazos previstos contractualmente.
- Considerar la experiencia y/o capacidad de la industria de la construcción o del mantenimiento de caminos, así como su posible interés en las modalidades a proponer.
- Considerar en la selección del sistema o combinación de modalidades los aspectos relacionados con la capacidad técnica, operativa y de control con que se cuenta, así como la eficacia, eficiencia y el costo asociado a su implementación.

- Fortalecer ciertas capacidades del sector público, específicamente las relacionadas con la regulación y el control ante la implementación de modelos de participación privada en el mantenimiento de la infraestructura vial. Asimismo, tratándose de contratos de largo plazo, debe procurarse la inclusión de requerimientos de información regulatoria en los pliegos correspondientes, sin lo cual la capacidad del Estado ante una renegociación contractual resultará muy limitada.
- Tener un marco regulatorio eficaz, y capacidades para el monitoreo y control del cumplimiento (*enforcement*). Las actividades de control deben ser diseñadas y planificadas adecuadamente.
- Ejecutar un inventario y evaluación inicial, tanto físico o patrimonial como de condición, al comienzo de contratos controlados por resultados.
- Exigir estándares durante el contrato alcanzables técnica y económicamente, y que estén asociados al nivel de servicio pretendido.
- Diseñar adecuadamente las condiciones a exigir en el momento de la recepción final.
- Diseñar los contratos considerando una adecuada exposición al riesgo, asignando y balanceando los mismos según la capacidad específica de cada parte para asumirlos. Los diferentes riesgos (de demanda, constructivos, operacionales, responsabilidad frente a accidentes, cambiario, inflacionario, tarifario) podrán o no ser asumidos completamente por alguna de las partes (p.e., concesionario, Estado y usuarios), principalmente por una de ellas, o deberán ser compartidos en proporciones adecuadas en función de la capacidad de control que sobre esos aspectos tiene cada una de las partes.
- Introducir en el diseño de los diferentes modelos, adecuados incentivos focalizados en el mantenimiento de la infraestructura existente. De esta forma podrá consolidarse la participación del sector privado, implementar mecanismos de incentivos en la dirección correcta y permitir que la eficiencia obtenida resulte apropiable por la sociedad.
- Flexibilizar los contratos de larga duración para admitir cambios tecnológicos significativos durante la extensión temporal de los mismos (equipos, metodologías, etc.).
- Adecuar el plazo de los contratos para manejar adecuadamente los incentivos y alinear los objetivos del sector privado con los de la administración. En efecto, si los mismos son suficientemente extensos, y el concesionario o contratista es responsable por los diseños, por la metodología constructiva empleada y por la calidad conseguida, a la vez que es controlado por resultados, el incentivo del mismo hacia la calidad e incluso hacia la innovación, resulta entonces muy importante. Si por el contrario, el plazo es

pequeño en relación con la durabilidad de las acciones de mantenimiento y rehabilitación que realiza, el incentivo hacia la calidad puede no ser suficiente, y consecuentemente deben incrementarse y diseñarse adecuadamente las actividades de control necesarias.

Una de las principales críticas que puede hacerse a algunos contratos de rehabilitación y mantenimiento (CReMa), es precisamente lo expresado en la observación anterior. En efecto, en algunos de esos contratos, la componente de rehabilitación (obra) a ejecutar resulta de proporciones muy elevadas con respecto a la componente de mantenimiento, y a la vez la obra de rehabilitación no permanece más de tres años en operación bajo responsabilidad del contratista. Entonces los períodos usuales y recomendables para el diseño de una obra de este tipo, nunca deben ser menores a 10 años, y la curva de deterioro normal de un pavimento, la posible existencia de defectos o deficiencias en dicha obra no podrá ser detectada durante el contrato mediante una simple evaluación superficial, técnica en la que se basan los estándares usuales definidos para el control de este tipo de contratos.

- Requerir en los procesos de descentralización un detallado estudio previo que garantice el flujo de recursos necesarios en cada zona o región que funcionará de esa forma. Algunos casos de descentralizaciones han fracasado precisamente por ese motivo.
- Fortalecer técnicamente a las instituciones ya que muchas instancias en el diseño, el control y la administración contractual requieren competencias técnicas sumamente específicas (control por resultados, etc.).
- Poner énfasis durante la gestión vial en la retroalimentación de información, que permitirá así mejorar las características de las modalidades existentes en función de la experiencia acumulada (responsabilidades, control, adecuado manejo del conflicto de intereses concesionario-constructor, etc.).