

Necesidad de inversión en mantenimiento de rutas nacionales en Córdoba¹

I.- Necesidades de inversión en infraestructura vial

A las necesidades de inversión en infraestructura vial podría dividírselas en tres componentes: (a) **inversiones de ampliación**, para reducir niveles de congestión, (b) **inversiones de reparación**, para llevar el estado de la infraestructura vial a los niveles deseados, (c) **inversiones de mantenimiento**, para mantener el estado de la infraestructura vial en los niveles deseados y optimizar las inversiones a lo largo de su vida útil.

Los **informes 9 y 10** del *Foro de Análisis Económico de la Construcción* dieron cuenta de la necesidad de inversiones en rutas nacionales en la provincia de Córdoba, bajo supuestos conservadores, por un piso de 500 millones de dólares en ampliaciones necesarias para que ningún tramo tenga niveles de servicio deficientes y por un piso de 360 millones de dólares en reparaciones necesarias para que ningún tramo tenga niveles de estado deficientes.

Este informe completa el análisis de los tres tipos de inversión en rutas nacionales en la provincia de Córdoba, reestimando las inversiones en ampliación y reparación a partir de valores monetarios de referencia internacional, y agregando **estimaciones de las inversiones anuales de mantenimiento**, necesarias para mantener el estado de dichas rutas en niveles deseados y optimizar las inversiones a lo largo de su vida útil.

Esto último es importante, ya que **el aplazamiento de inversiones en mantenimiento genera elevados costos directos e indirectos**. Los costos directos están dados por los mayores costos de reparación, de rehabilitación y, en casos extremos de aplazamiento excesivo de las inversiones de mantenimiento, de reconstrucción, creciendo exponencialmente las inversiones viales necesarias para lograr un buen nivel de estado.

Los costos indirectos están dados por los mayores costos de operación, tanto para el transporte de cargas como para el transporte de personas, e incluso en términos de pérdidas de vidas humanas, como analizó en detalle el informe temático 11.

Dado que, en base a la bibliografía especializada y a las fuentes expertas consultadas, **no se detectó consenso acerca de los parámetros técnicos a utilizar para la estimación de inversiones anuales en mantenimiento de infraestructura vial**, el presente informe no pretende dar estimaciones definitivas sino **poner a disposición un primer conjunto de estimaciones y simulaciones que pueda dar inicio a la discusión sobre esta cuestión**.

¹ Informe temático No.12. Foro de Análisis Económico de la Construcción 2018.

II.- Las necesidades de inversión en mantenimiento en Córdoba

Estimar la magnitud de inversiones en mantenimiento es complejo, porque depende de múltiples factores. Una forma de hacerlo de manera práctica y con rigurosidad es utilizando **valores de referencia internacional para los distintos tipos de intervenciones**.

El **Sistema de Conocimiento de Costos de Carreteras (Roads Cost Knowledge System, ROCKS)**, elaborado por la **Unidad de Transporte del Banco Mundial** permite tal tipo de análisis. Se trata de una base de datos que sistematiza información sobre costos de inversiones en rutas comparable a través de países. La tabla 1 muestra el promedio de costos de construcción, repavimentación, rehabilitación y reconstrucción, medidos en dólares por km, y el promedio de costos de mantenimiento preventivo, medido en dólares por km por año, en ambos casos ajustados por inflación de Estados Unidos, provenientes de ROCKS.

Tabla 1

Costo de inversiones en mantenimiento de rutas Valores de referencia

Item	Unidad de medida	USD
Mantenimiento preventivo	Costo por km por año	2,880
Repavimentación	Costo por km	78,951
Rehabilitación	Costo por km	191,697
Reconstrucción	Costo por km	264,670
Costrucción	Costo por km	1,437,404

Fuente: Economic Trends con datos de ROCKS - Banco Mundial.

Foro de Análisis Económico de la Construcción

Al **aplicar estos valores de referencia a las rutas nacionales en territorio de la provincia de Córdoba**, se obtienen los siguientes resultados, presentados en la tabla 2:

- 1.- La necesidad de inversiones en ampliación, para los 711 km estimados en el informe 10, ascendería a USD 1,022 millones, a razón de USD 1,437,404 por km.
- 2.- La necesidad de inversiones en reparación, para los 1,806 km estimados en el informe 11, ascendería a USD 214.7 millones, producto de suponer que los 1,254 km con Índice de Serviciabilidad Presente (ISP) regular requieren obras de repavimentación, a

Auspician el Foro de Análisis Económico de la Construcción

razón de USD 78,951 por km; que los 417 km con ISP malo requieren obras de rehabilitación, a razón de USD 191,697 por km; y que los 135 km con ISP muy malo requieren obras de reconstrucción, a razón de USD 264,670 por km.

3.- La necesidad de inversiones en mantenimiento preventivo, para los 2,687 km de la red vial nacional en Córdoba, requeriría USD 7.7 millones anuales, a razón de USD 2,880 por km por año.

4.- La necesidad de inversiones en repavimentación, necesarias cada 4 años en rutas con Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) mayor a 4,000 vehículos (1,478 km), y cada 8 años en rutas con TMDA igual o menor a 4,000 vehículos (1,209 km), ascenderían a USD 29.2 millones anuales en el caso de las primeras y a USD 11.9 millones anuales en el caso de las segundas.

5.- Estas estimaciones implican entonces **una inversión, por única vez, en concepto de ampliación y reparación, por USD 1,451.3 millones, e inversiones regulares, para mantener de manera óptima la red vial, por USD 48.8 millones anuales.**

Tabla 2

Inversiones en ampliación, reparación y mantenimiento de rutas nacionales en provincia de Córdoba A valores internacionales

Tipo de inversión	km	USD/km	Mill USD
Ampliación	711	1,437,404	1,022.0
Reparación	1,806	118,867	214.7
Reparación tramos ISP Regular	1,254	78,951	99.0
Reparación tramos ISP Malo	417	191,697	79.9
Reparación tramos ISP Muy Malo	135	264,670	35.7
Inversión por única vez			1,451.3
Mantenimiento (óptimo)	2,687	18,177	48.8
Mantenimiento preventivo	2,687	2,880	7.7
Repavimentaciones (c/4 años)	1,478	78,951	29.2
Repavimentaciones (c/8 años)	1,209	78,951	11.9
Inversión anual			48.8

Fuente: Economic Trends con datos de Roads Costs Knowledge System (ROCKS) - Banco Mundial
Foro de Análisis Económico de la Construcción

Nota: Repavimentaciones cada 8 años en rutas con menos TMDA < 4,000; resto cada 4 años.

Auspician el Foro de Análisis Económico de la Construcción

Es importante enfatizar que **los números anteriores no implican presupuestación de obras** como las mencionadas, sino **sólo estimaciones teniendo en cuenta valores de referencia internacionales**.

III.- El costo de insuficientes inversiones en mantenimiento

Las inversiones en infraestructura vial, a lo largo de cierto periodo de análisis, incluyen **actividades de construcción, mantenimiento preventivo y repavimentación cada cierta cantidad de años**, dependiendo, entre otros factores, de la magnitud y composición del tránsito.

De esta manera, podría suponerse, para rutas de concreto asfáltico en condiciones de clima y topografía como la de gran parte del territorio provincial, **un período de análisis de 32 años**, con repavimentaciones cada 8 años², en un contexto de mantenimiento anual óptimo, lo que requiere una adecuada planificación.

Con los valores de referencia internacional presentados en la tabla 1, el costo total durante el periodo de análisis ascendería a USD 1,766,417 por km, producto de USD 1,437,404 por km en concepto de obra de construcción en el año 0, USD 2,880 por km por cada uno de los 32 años del periodo de análisis en concepto de mantenimiento anual, y USD 78,951 por km por cada una de las 3 repavimentaciones (años 8, 16 y 24), con una relación costos de mantenimiento / costos de construcción de 23%. Considerando una tasa de interés del 8% anual en dólares, **el costo total implica un valor presente, al año 0, de USD 1,548,492 por km**.

Con el mismo periodo de análisis de 32 años, y los valores de referencia internacional de la tabla 1, pero **suponiendo ahora inversiones anuales en mantenimiento por el 60% del valor óptimo**, y la necesidad consecuente de rehabilitaciones, en lugar de simples repavimentaciones, cada 8 años, el costo total de la misma infraestructura vial a lo largo del periodo de análisis ascendería a USD 2,067,800 por km, producto de USD 1,437,404 por km en concepto de obra de construcción en el año 0, USD 7,728 por km por cada uno de los 32 años del periodo de análisis en concepto de mantenimiento anual, y USD 191,167 por km por cada una de las 3 rehabilitaciones (años 8, 16 y 24), un 17.1% por encima del costo en la situación óptima, con una relación costos de mantenimiento / costos de construcción de 44%. En valor presente, es decir, considerando el valor del dinero en el tiempo, **el costo total ascendería a USD 1,646,920 por km, un 6.4% por encima del costo en la situación óptima**, también medido en valor presente.

Manteniendo el periodo de análisis y los valores de referencia de los casos anteriores, suponer ahora que **las inversiones en mantenimiento anual alcanzan sólo el 30% de las inversiones óptimas**, y suponiendo que esto implica pasar de repavimentaciones

² Supuesto conservador, ya que parte de la red vial tiene volúmenes de tránsito que requerirían repavimentaciones más frecuentes, como se supuso en la sección anterior.

cada 8 años a reconstrucciones cada 6 años (años 6, 12, 18, 24 y 30), el costo total ascendería a USD 2,523,738 por km, producto de USD 1,437,404 por km en concepto de obra de construcción en el año 0, USD 864 por km por cada uno de los 32 años del periodo de análisis en concepto de mantenimiento anual, y USD 264,670 por km por cada una de las 5 reconstrucciones (años 6, 12, 18, 24 y 30), un 42.9% más que en el caso óptimo, con una relación costos de mantenimiento / costos de construcción de 94%. En valor presente, **el costo total ascendería a USD 1,853,451, un 19.7% más que en el caso óptimo.**

La tabla 3 presenta una síntesis de estas simulaciones. La primera columna presenta el costo total para el periodo de análisis, bajo cada supuesto de mantenimiento; la segunda columna presenta el equivalente anual de la información de la primera columna; la tercera columna presenta la relación porcentual entre los costos de mantenimiento (preventivo más repavimentaciones, rehabilitaciones y reconstrucciones) y los costos de construcción; la cuarta columna presenta el costo total, como la primera columna, pero en valor presente³.

Tabla 3
Costos de infraestructura vial a lo largo de la vida útil según alternativas de inversiones en mantenimiento

Costos por cada alternativa de mantenimiento	Costo total	Costo anual	Mantenimiento / construcción	Costo total en valor presente
	USD por km	USD por km / año	%	USD por km
Mantenimiento óptimo	1,766,431	55,201	22.9	1,548,492
Mantenimiento subóptimo (60%)	2,067,800	64,619	43.9	1,646,920
Mantenimiento mínimo (30%)	2,523,738	78,867	94.0	1,853,451
Sobrecostos por mantenimiento insuficiente	Costo total	Costo anual	Mantenimiento / construcción	Costo total en valor presente
	%	%	puntos porcentuales	%
Mantenimiento subóptimo (60%)	17.1	17.1	21.0	6.4
Mantenimiento mínimo (30%)	42.9	42.9	50.1	19.7

Fuente: Economic Trends con datos de Roads Costs Knowledge System (ROCKS) - Banco Mundial
Foro de Análisis Económico de la Construcción

En un escenario menos conservador, en el cual las repavimentaciones y rehabilitaciones tengan que ser realizadas cada 4 años (en lugar de cada 8 años), y las reconstrucciones tengan que ser realizadas cada 3 años (en lugar de cada 6 años), el mantenimiento subóptimo incrementa los costos totales (en valor presente) un 15.8%, mientras que el

³ Es decir, llevando los valores de cada año del periodo de análisis al año inicial, teniendo en cuenta el valor del dinero en el tiempo.

mantenimiento mínimo incrementa los costos totales (también en valor presente) un 42.1%. La tabla 4 presenta los detalles de estas simulaciones.

Tabla 4

**Costos de infraestructura vial a lo largo de la vida útil
según alternativas de inversiones en mantenimiento**
Escenario alternativo

Costos por cada alternativa de mantenimiento	Costo total	Costo anual	Mantenimiento / construcción	Costo total en valor presente
	USD por km	USD por km / año	%	USD por km
Mantenimiento óptimo	1,766,431	55,201	44.9	1,663,966
Mantenimiento subóptimo (60%)	2,067,800	64,619	97.2	1,927,298
Mantenimiento mínimo (30%)	2,523,738	78,867	186.1	2,365,103
Sobrecostos por mantenimiento insuficiente	Costo total	Costo anual	Mantenimiento / construcción	Costo total en valor presente
	%	%	puntos porcentuales	%
Mantenimiento subóptimo (60%)	17.1	17.1	52.3	15.8
Mantenimiento mínimo (30%)	42.9	42.9	88.9	42.1

Fuente: Economic Trends con datos de Roads Costs Knowledge System (ROCKS) - Banco Mundial

Foro de Análisis Económico de la Construcción

IV.- Comentarios finales

Las simulaciones realizadas, basadas en costos de referencia internacional relevados por el Banco Mundial, muestran cómo **una inversión insuficiente de mantenimiento preventivo puede subir el costo total**, a lo largo del periodo de análisis considerado, un 42.9%, medido en dólares corrientes, o **un 19.7%, medido en dólares a valor presente, en un escenario conservador**.

Otro indicador de estos sobrecostos por mantenimiento insuficiente es **la relación costo de mantenimiento / costos de construcción**, que **puede subir de 22.9% en caso de mantenimiento óptimo a 94% en caso de mantenimiento insuficiente**.

Es importante tener en cuenta que estos sobrecostos sólo consideran los costos directos de distintas alternativas de mantenimiento a lo largo de la vida útil de la infraestructura vial. Se trata de una especie de análisis "fiscalista", desde el punto de vista de los recursos necesarios para construir, mantener y reparar la infraestructura vial. Otros costos indirectos pueden ser muy importantes, como los mayores costos de transporte de personas y mercancías producto del mal estado de la infraestructura vial en condiciones de mantenimiento insuficiente. Tales costos indirectos no han sido

Auspician el Foro de Análisis Económico de la Construcción



CÁMARA ARGENTINA
DE LA CONSTRUCCIÓN
DELEGACIÓN CÓRDOBA



COLEGIO DE
INGENIEROS CIVILES
DE CÓRDOBA

abordados en el presente documento, aunque podrían ser abordados en próximos informes.

Las estimaciones y simulaciones analizadas en el presente documento muestran, entre otras cosas, **la importancia que tiene la planificación de la infraestructura vial, para optimizar la asignación de los recursos de la sociedad a las inversiones en distintos tipos de infraestructura.**

Dadas las decisiones tomadas en el pasado, con relación al mantenimiento de las rutas nacionales en la provincia de Córdoba, la **aplicación de costos de referencia internacional** permite estimar una necesidad de **inversiones en ampliación y reparación por casi USD 1,500 millones**, y una necesidad de **inversiones en mantenimiento preventivo por casi USD 50 millones anuales.**

7

Informe elaborado por

Economic Trends S.A. para el **Foro de Análisis Económico de la Construcción**

Auspician el Foro de Análisis Económico de la Construcción



CÁMARA ARGENTINA
DE LA CONSTRUCCIÓN
DELEGACIÓN CÓRDOBA

COLCAR
CÓRDOBA



DONADIO
MACRODISTRIBUIDOR SIDERÚRGICO



COLEGIO DE
INGENIEROS CIVILES
DE CÓRDOBA