

Distr.
RESTRINGIDA

LC/R.566/Add.1
23 de julio de 1987

ORIGINAL: ESPAÑOL

C E P A L

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

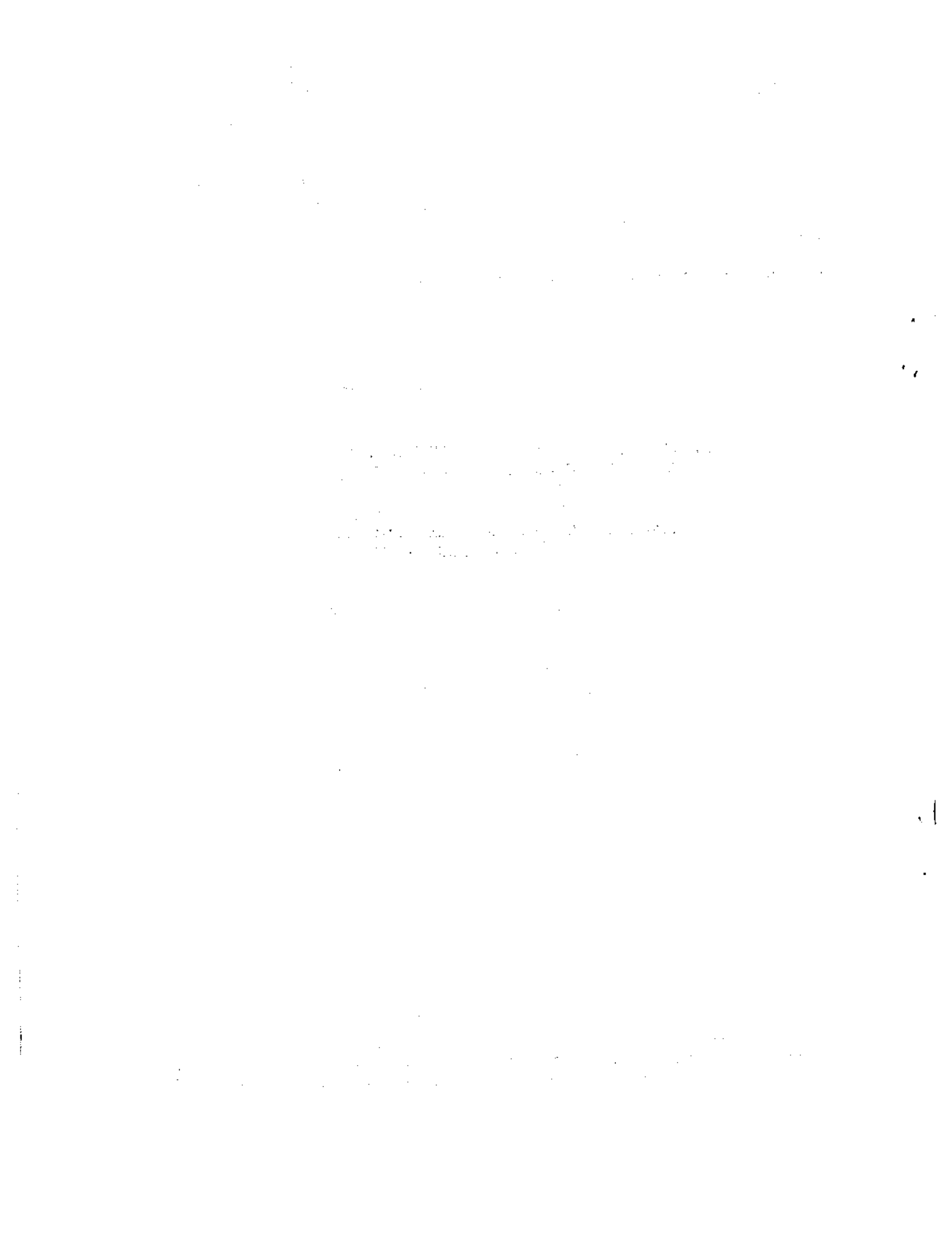


**SINOPSIS DE PROBLEMAS Y OPCIONES DE POLITICA DEL
TRANSPORTE TERRESTRE DE CARGA EN CHILE */**

**Estimación de los costos variables del uso
de la infraestructura vial**

*/ Este documento de trabajo ha sido preparado por la División de Transporte y Comunicaciones para el Proyecto sobre la eficiencia institucional y económica del sistema chileno de transporte, y está sujeto a cambios de forma y fondo.

87-7-944



I N D I C E

	<u>Página</u>
Resumen	1
1. Introducción	3
2. El desarrollo de la metodología	7
3. Los costos viales de los buses interurbanos en la Ruta 5 (Sur)	16
4. Los costos viales de los camiones en la Ruta 5 (Sur)	21
5. Los costos viales de los camiones cargados con concentrado de cobre en el transporte entre la Segunda Región y la refinería de ENAMI de Ventanas	25
Anexo. Los estudios chilenos anteriores	31



RESUMEN

El tránsito de vehículos, bajo ciertas circunstancias, puede ocasionar daños en calles y caminos, cuya corrección implica destinar recursos a la conservación y reconstrucción de los mismos. Por razones de equidad y de eficiencia económica, se debe cobrar a los usuarios el uso de la vialidad en relación directa con los daños que cada uno ocasiona. La determinación de los sistemas impositivos más apropiados a cada realidad ha dado origen a diversos análisis técnicos, tanto en Chile como en otros países.

Existen diferentes motivos que justifican que los usuarios de la vialidad paguen por su uso. En el presente estudio se enfoca la atención en la necesidad de colocar a los medios carretero y ferroviario en igualdad de condiciones, para lograr un ambiente de sana competencia donde el costo al nivel de las empresas refleje claramente el costo social de los servicios. Este tema ha constituido una preocupación especial de las autoridades chilenas durante los últimos años a raíz de que los resultados de las estimaciones efectuadas a principios de los años ochenta, indicaron que los vehículos pesados pagaban solamente un pequeño porcentaje de los costos atribuibles al uso que hacían de la infraestructura, lo cual podía estar distorsionando la distribución modal, al transportarse por carretera productos que podría ser más eficiente llevar por ferrocarril. Desde que se realizaron las estimaciones antes señaladas, la situación ha sufrido algunos cambios muy importantes; por ejemplo, se ha producido un aumento en el tamaño promedio de los buses interurbanos y ha entrado en vigencia un impuesto específico sobre el petróleo diesel consumido por el transporte por carretera.

Para actualizar las estimaciones sobre la materia, se desarrolló una nueva metodología cuya base conceptual difiere de la que dio origen a las empleadas en los estudios anteriores. En el presente análisis, se considera que el tránsito de un vehículo pesado consume una fracción de la vida útil de una carretera y, de esta manera, implica un adelanto en el momento en que habrá que llevar a cabo su próxima reconstrucción y las subsiguientes. Este costo se cuantifica comparando el valor presente de las reconstrucciones con y sin la circulación del vehículo. Además, al aplicar la metodología, se ha asignado la totalidad de los costos de reconstrucción a los vehículos pesados, cuya circulación se supone que causa los daños a las carreteras, conforme a lo que se ha comprobado a través de estudios de ingeniería realizados en distintos países.

Cabe aclarar que en el presente estudio se estiman solamente los costos variables asociados con el tránsito de los diferentes tipos de vehículos incluyendo la reconstrucción periódica de la carretera y no se toman en cuenta los costos fijos que benefician a los usuarios de las carreteras. Por lo tanto, aunque se cobraran montos iguales a los estimados en el informe, todavía no se alcanzaría un tratamiento totalmente igualitario con el ferrocarril, ya que a éste se le exige que con sus ingresos cubra todos los costos para mantener su vía, tanto variables como fijos.

Tras presentar la metodología en términos formales, se la aplica a casos hipotéticos, antes de utilizarla para comparar los costos por el uso de la vialidad con los cobros correspondientes a tres casos reales, que son: el tránsito de los buses interurbanos en la Ruta 5 (Sur), el tránsito de los camiones en la misma ruta y el transporte del concentrado de cobre por camiones entre la mina de Mantos Blancos y la refinería de Ventanas, en reemplazo del que actualmente se realiza por un ferrocarril que se ha pensado levantar.

En términos generales, se concluye que: i) los buses que transitan por la Ruta 5 (Sur) pagan aproximadamente los costos marginales que ocasionan por el uso de la vialidad; ii) que los camiones más pequeños que transitan por la Ruta 5 (Sur) pagan más que los costos que ocasionan y en cambio, los camiones más pesados contribuyen menos que los costos que les son atribuibles y, iii) que los daños adicionales a la vialidad causados por el tráfico de concentrados de cobre en camiones serían del orden de setenta millones de pesos anuales.

1. Introducción

a) La naturaleza económica de una red vial

La red vial de un país tiene algunas características de bien público, en el sentido de que, una vez que está disponible para un usuario, puede ser aprovechada por otros sin costo adicional, siempre que no haya congestión.^{1/} Un vehículo liviano puede transitar por una carretera pavimentada a un costo marginal muy cercano a cero (desde el punto de vista de la autoridad encargada de la administración de la vialidad).

Sin embargo, la circulación de un vehículo más pesado generalmente resulta en mayores gastos de conservación vial y puede causar a la carretera un desgaste que, de alguna manera, consume una parte de ella. En el caso de los camiones con altos pesos por eje, los gastos variables de conservación y reconstrucción pueden llegar a valores muy importantes.^{2/} Para los buses la situación es menos conocida, pero no cabe duda que también los buses interurbanos pueden generar altos costos por uso de la vialidad.

b) Estudios anteriores

Los objetivos que se han tenido presente en estudios anteriores para establecer sistemas que permitan cobrar a los usuarios los costos que ocasionan por el uso de la red vial son, entre otros, los siguientes: i) la igualdad entre los usuarios de las carreteras y el resto de la comunidad; ii) la igualdad entre los distintos usuarios de las carreteras; iii) el equilibrio entre los gastos del Estado a favor de los usuarios de las carreteras y los cobros a los mismos; iv) el equilibrio entre los costos sociales causados por los usuarios de las carreteras y los cobros a los mismos; v) la óptima distribución de tráfico entre los distintos medios de transporte; vi) la óptima distribución de tráfico entre las distintas vías disponibles, y vii) la generación de recursos para financiar la expansión y mejora del sistema vial.

En el presente informe no se pretende abarcar todos esos objetivos. A menudo un sistema de cobros destinado a satisfacer un objetivo, no satisface a los otros. Por ejemplo, si se busca crear un equilibrio entre los costos sociales generados por los usuarios de las carreteras y lo que éstos pagan, puede significar, por lo menos en las áreas urbanas, que los usuarios contribuyan más por la vía de impuestos que lo que el Estado gasta en su beneficio. Cabe señalar que no es posible diseñar sistemas de cobro que permitan satisfacer simultáneamente diversos objetivos cuando se presentan conflictos entre los mismos. Por otra parte, tampoco resulta práctico cobrar tarifas diferenciales, a nivel nacional, por el uso de las distintas vías.

Los estudios realizados en Chile con anterioridad, en cierto modo han sido "multipropósitos", en el sentido de que buscaron identificar sistemas de cobro que satisfagan, al mismo tiempo, diversas metas. En el estudio realizado por la Comisión Nacional de Energía (CNE) se afirmó que "el sistema de cobro a los usuarios y beneficiarios del camino es una de las herramientas más importantes de que dispone el Estado para asegurar la eficiencia en el sector, resguardar la equidad y simultáneamente generar recursos suficientes para cubrir en el mediano plazo los costos de construir, renovar y operar el sistema vial".^{3/}

Efectivamente, es imposible identificar un sistema que haga todo eso; por ejemplo, uno que asegurara la generación de recursos suficientes para construir caminos no sería equitativo porque significaría que los usuarios de hoy en día estarían financiando la construcción de caminos para los usuarios de mañana. Todo sistema, en la práctica tiene que satisfacer lo mejor que pueda varios objetivos, mientras se enfoca la atención en un(os) de ellos. El estudio de la CNE se dirigió, básicamente, al desarrollo de un sistema eficiente y políticamente aceptable de cobros, de acuerdo, especialmente, con los objetivos ii) y iv) antes señalados aunque, además, se tomó en cuenta los otros.

Las metas del estudio de INECON fueron, esencialmente, semejantes a las de la Comisión Nacional de Energía. Sin embargo, se prestó más atención a los aspectos conceptuales y comparativamente menos al diseño del sistema de cobro. En ambos documentos, especialmente en el de INECON, se analiza la justificación de los cobros a los usuarios y los marcos teóricos correspondientes. En otros estudios realizados en el extranjero, se proporciona mayores antecedentes sobre dichos aspectos.^{4/} En el presente estudio, no se pretende repetir tales discusiones.

c) El enfoque del presente estudio

Este estudio tiene un enfoque preciso y limitado, relacionado con la eficiencia de la competencia entre los distintos medios de transporte terrestre, en particular la que existe entre las carreteras y los ferrocarriles. Se busca identificar el valor de la diferencia entre los impuestos pagados (incluyendo los cobros por concepto de peajes, los permisos de circulación y los impuestos sobre los combustibles) y los costos marginales ocasionados por el uso de la vialidad.

Los costos marginales por uso de una carretera se definen como el valor monetario de los daños causados a la infraestructura por su utilización. Dichos costos varían, obviamente, con el kilometraje rodado y también con el tipo de vehículo y las características de la carretera.

Si un vehículo dejara de hacer un recorrido, el Estado no percibiría los impuestos que le habría aplicado, pero además vería reducido los costos viales, de acuerdo con los daños que habría ocasionado a la infraestructura la circulación del vehículo. Si los costos excedieran a los impuestos, se podría decir que el recorrido habría sido subsidiado por el Estado, o por la comunidad nacional. En general, se puede referir al exceso de los costos sobre los impuestos como "costos viales no compensados".

Si los costos viales no compensados son positivos, es decir, si hay subsidio, la comunidad se vería beneficiada si el recorrido no se realizara. O sea, desde el punto de vista de la comunidad, convendría pagar hasta el valor de los costos viales no compensados, para que el viaje no se efectuase. Si el transporte pudiera hacerse por ferrocarril, a la comunidad le convendría pagar a la empresa ferroviaria un subsidio compensatorio por dicho valor, si esto permitiera a la empresa bajar sus fletes o tarifas para ganar el contrato de transporte correspondiente.

Si, como norma, el Estado bonificara a la empresa ferroviaria con el valor de los costos viales no compensados por cada movimiento que se hace por ferrocarril, habría tres resultados posibles:

i) La bonificación da como resultado la transferencia del transporte al ferrocarril. En este caso, hay economía real en el consumo de recursos. En el mejor de los casos, la economía sería casi igual al monto del subsidio y, en el peor, sería casi cero. En promedio, la economía equivaldría, aproximadamente, a un poco menos de la mitad del subsidio. Normalmente, en tales casos, el monto de la bonificación superaría al necesario para que el transporte se transfiriera al ferrocarril y, de hecho, ocurriría una transferencia de fondos a favor de la empresa desde la comunidad en general.

ii) La bonificación no tiene efecto porque el transporte se habría efectuado por ferrocarril de todos modos. En esta situación habría una transferencia de la totalidad de la bonificación desde la comunidad hacia la empresa ferroviaria, sin que ocurra un cambio en el consumo de recursos.

iii) Una combinación de estas dos posibilidades, en que el tráfico se transferiría parcialmente al ferrocarril.

Para minimizar la transferencia innecesaria de fondos a la empresa ferroviaria, claramente, sólo tiene sentido concederle tales bonificaciones únicamente en el caso de tráficos específicos que no se transportarían por ferrocarril si los fletes o tarifas no fuesen subvencionados. Por lo tanto, si se adoptase una política de otorgar bonificaciones, sería necesario identificar clara y desagregadamente los tráficos cuyo transporte por carretera es subvencionado, ofreciéndole a la empresa ferroviaria una compensación equivalente al subsidio, por cada unidad de dichos tráficos que se transfiera al ferrocarril.

El concepto de los costos viales no compensados tiene relevancia especial en aquellos casos en que se esté contemplando el abandono de una línea férrea. En los casos en que la transferencia de los tráficos actualmente llevados por la línea férrea generara costos viales no compensados mayores que el déficit económico que implicaría mantener la línea en funcionamiento, la opción más conveniente sería la de subvencionar a la empresa ferroviaria para que mantuviese en operación la vía en cuestión.

En el presente informe se presenta una metodología para estimar los costos viales no compensados, y se la aplica a tres situaciones en Chile: i) el transporte carretero de pasajeros en la Ruta 5 (Sur), ii) el transporte de carga por carretera en la misma ruta y, iii) el transporte de concentrados de cobre por camión entre la mina de Mantos Blancos en la Segunda Región y la fundición de la Empresa Nacional de Minería (ENAMI) de Las Ventanas en la Quinta Región, que actualmente se efectúa por un ferrocarril cuyo levantamiento ha sido propuesto.

Cabe acentuar que los costos viales estimados no son los costos totales que se podría atribuir a los distintos tráficos. No incluyen, por ejemplo, los costos de la policía carretera ni los costos fijos de la conservación (es decir, aquella parte de los gastos de conservación que no varían según el uso de la carretera). No incluyen tampoco los costos de ampliar la capacidad de la red vial ni los de mejorar su calidad. Los costos contabilizados reflejan meramente el valor de los daños causados a la infraestructura por diferentes tipos de vehículos, en carreteras de calidades diversas. En otras palabras, se estiman solamente los costos marginales asociados con el tránsito de los diferentes vehículos.

Al no incluirse los costos fijos, tales como los de la administración del sistema vial y una parte de los gastos de conservación, si se cobrara a los usuarios de la red vial solamente los costos marginales, los gastos estatales destinados a dichos usuarios superarían a la recaudación del Estado. Por lo tanto, aún subsistiría una cierta subvención a los usuarios de la red vial a diferencia del trato que se da a los ferrocarriles. Cabe recordar que, en Chile por lo menos, se espera que la empresa ferroviaria se autofinancie y que cubra con sus propios ingresos todos los costos de la vía permanente, tanto los marginales como los fijos.

Sin embargo, en el presente estudio se definen los costos "marginales" de una manera más amplia que la normalmente adoptada, para abarcar los costos de la renovación periódica de la propia carretera, según se explica a continuación.

d) La base conceptual de la metodología desarrollada

La base conceptual de la metodología desarrollada es la siguiente: se consideró, como punto de partida, que el Estado, por razones de integración territorial, pone a disposición de la comunidad una red vial y la mantiene. Sin embargo, el uso de la red provoca, de alguna manera, su deterioro. Para mantenerla, el Estado está obligado a conservarla y, cuando sea necesario, reponerla.

Se considera que la circulación de los vehículos pesados, es decir los buses y camiones, exige que se lleven a cabo obras de conservación y, además, que el tránsito de dichos vehículos causa daños estructurales a la carretera que no pueden ser completamente corregidos por el mantenimiento regular y que, por ende exigen, periódicamente, la reconstrucción de la carretera. Es decir, los costos de reconstrucción se tratan, efectivamente, del mismo modo que los costos marginales de corto plazo, en el sentido de que el tránsito de un vehículo (pesado) consume una parte de la vida de la vía y, de esta manera, adelanta el momento en que haya que reemplazarla. Se considera que este principio es razonable salvo en aquellos casos en que la combinación de bajos volúmenes de tráfico, posibles deficiencias de especificación y adversas condiciones climáticas y/o sismológicas da como resultado la necesidad de reponer la carretera antes que su reconstrucción se justifique a base de los daños generados por su uso.

2. El desarrollo de la metodología

a) Conceptos básicos

Los costos de construcción (o reconstrucción) y conservación de carreteras se pueden repartir en diferentes componentes, por ejemplo, los costos variables de conservación, los costos fijos de conservación, y los costos incurridos para proporcionar el pavimento de espesor mínimo para vehículos livianos.

Entre dichos componentes se incluye el costo de aumentar el espesor del pavimento para que pueda soportar el peso de vehículos mayores. Al determinar el costo incurrido para los distintos tipos de vehículos, es evidente que tales costos de "diferencia de pavimento" no se deben a los vehículos livianos, ya que se necesitan solamente a causa de los vehículos pesados que hacen uso de las vías.

En los distintos estudios realizados en Chile sobre la recuperación de los costos de las carreteras se distribuyeron los costos de "diferencia de pavimento" entre los vehículos pesados en función de sus respectivos pesos por eje, es decir considerando sus "ejes equivalentes".^{5/} y ^{6/} En un estudio llevado a cabo por la Comisión Nacional de Energía, se dividió la inversión realizada correspondiente a un periodo de años por el número de ejes-equivalentes/kms correspondientes, para derivar un costo por diferencia de pavimento por eje-equivalente/km. En un estudio anterior efectuado por la empresa de consultoría INECON se empleó una metodología mediante la cual el costo de oportunidad del capital invertido por diferencia de pavimento en un sólo año representativo se dividió entre los vehículos que, según se estimó, usarían las carreteras.^{5/} Otros costos se distribuyeron según otros criterios y se desarrolló sistemas impositivos para garantizar que cada tipo de vehículo pagara anualmente un monto igual a los costos totales que se le pueden atribuir.

Es posible justificar el cobro a base de costos distribuidos de esa manera si se considera que cada tipo de vehículo es responsable de los costos que se le atribuyen y que en consecuencia debería pagar para cubrirlos. Esta justificación se basa en consideraciones relacionadas con la igualdad más bien que con las de la eficiencia. (El único componente de los costos atribuidos a las distintas categorías de vehículo que los métodos de cálculo tratan como variable según el uso hecho de las carreteras, es el costo variable de la conservación y, eventualmente, el de la congestión).

También se puede justificar el método de distribuir los costos de diferencia de pavimento, considerando que si todos los costos viales fuesen distribuidos entre los diferentes usuarios de manera que, en su conjunto, éstos cubriesen la totalidad de los costos viales, los usuarios del sistema vial no subvencionarían a otros sectores de la economía ni recibirían subsidios por parte de aquellos. Por ende, la vialidad en general, abarcando los caminos de responsabilidad de todos los niveles de gobierno (nacional, regional y local), se autofinanciaría. Esta fue una preocupación principal del estudio efectuado por INECON.

Sin embargo, para lograr la meta de la eficiencia económica, no se debe enfocar la atención en los argumentos basados en la justicia social, o la igualdad, ni los relacionados con el autofinanciamiento, aunque estos objeti-

vos sean de gran importancia. Los sistemas de precios que busquen la igualdad pueden desincentivar la eficiencia económica. Además, el exigir que las empresas u otras entidades estatales se autofinancien no promueve necesariamente la eficiencia de la economía en general. (Por ejemplo, si se comprobara que los buses y camiones que compiten con los ferrocarriles fuesen efectivamente subsidiados por otros sectores de la economía, la asignación óptima de recursos entre los medios carreteros y ferroviarios requeriría que se pagase subvenciones compensatorias a la empresa ferroviaria, salvo que se pudiese retirar los subsidios a los medios viales).

En el presente estudio, se presta especial atención a la eficiencia económica y, en particular, a la distribución eficiente del transporte entre los modos carreteros y ferroviarios. La eficiencia económica se logra mediante la fijación de precios en valores que reflejen los costos marginales correspondientes.

Si todos los distintos rubros de costos viales pudieran relacionarse al margen con el tránsito de los diferentes tipos de vehículos, la base económica del principio de cobrar valores iguales a los costos asignados a cada uno de ellos sería mucho más firme. Lamentablemente, algunos tipos de costos no son marginales en ese sentido; por ejemplo, los de la administración de la red vial. Es muy poco probable que estos costos muestren una variación proporcional con el número de vehículos-km, pcu-km o ejes-equivalentes-km que utilizan la red. (Sin embargo, sería lógico esperar que mostraran una variación pequeña y muy difícil de cuantificar, con el volumen del tránsito que haga uso del sistema vial).

Por otro lado, parece posible expresar los costos por diferencia de pavimento en la forma de un valor marginal asociado con cada eje-equivalente/km producido. Si se considera un tramo vial cuyo pavimento haya sido construido con espesor suficiente para soportar el peso de los vehículos grandes, sería posible expresar la vida del pavimento en términos del número de ejes-equivalentes que pueden pasar sobre él hasta que sea necesario reconstruirlo.

Por lo tanto, se puede suponer que el uso del tramo por un vehículo trae como consecuencia el agotamiento de una parte de la vida del pavimento. A su vez, dicho agotamiento exige que se adelante en unos segundos, minutos u horas, según el caso, el momento en que se deberá llevar a cabo la próxima reconstrucción. Igualmente, dicho adelanto dará como resultado anticipar por el mismo intervalo los momentos en que se deberán efectuar las reconstrucciones subsiguientes.

Dichos adelantamientos tienen un costo porque cambian el valor presente de todas las futuras obras de reconstrucción. En el presente capítulo, se desarrolla una metodología para calcular el costo marginal ocasionado por el tránsito de vehículos de distintas equivalencias en términos de ejes, a base de ese concepto de adelantar futuras inversiones en las carreteras.

Se propone que la metodología sea empleada para la estimación del costo total de reconstrucción de la carretera y no solamente de aquella parte directamente atribuible al mayor espesor de pavimento para soportar el peso de los vehículos mayores. La justificación de dicha propuesta es que el agotamiento del pavimento por parte de dichos vehículos exige la renovación de todo el pavimento y no meramente una parte de él.

Es decir, se considera que el Estado incurre en gastos adicionales para adecuar la red vial al tránsito de vehículos pesados. Los otros costos representan las inversiones necesarias para que los vehículos más livianos puedan circular sobre ella. Sin embargo, la circulación de vehículos livianos no causa deterioros significativos en la condición de la red, cuya paulatina destrucción se debe únicamente al tránsito de vehículos pesados y, posiblemente cuando los volúmenes de tráfico de este tipo de vehículos son bajos y/o se realizan en zonas sujetas a climas o condiciones sismológicas inhóspitas, la destrucción se deba también a factores ambientales.

Cabe decir que tanto la metodología propiamente tal como la interpretación de que son los vehículos pesados a los que se debería cargar los costos de la reconstrucción completa de las carreteras son novedosas. Por lo tanto, el presente informe es, esencialmente, un documento para discusión entre las entidades técnicas competentes, con miras a revisar sus propuestas y recomendaciones, antes de que se contemple su adopción generalizada.

Tal como ha sido formulada, la metodología considera que el agotamiento de pavimento se debe solamente al tránsito de los vehículos pesados y que la influencia de otros agentes, tales como el clima, no es importante. La influencia de los factores ambientales como agentes destructivos, es poco relevante cuando se trata de vías que presentan un nivel de tráfico alto en comparación con sus estándares de construcción como es el caso de la Ruta 5 (Sur y Norte), razón por la cual no se ha considerado necesario modificar la metodología en este aspecto. Lo anterior, está de acuerdo con una conclusión de las investigaciones llevadas a cabo en los Estados Unidos de América. /

Cabe señalar que, en la realidad, las reconstrucciones pocas veces se efectúan al cumplir la vida proyectada de una carretera (expresada en ejes-equivalentes). Si una reconstrucción ocurre después que la vida del pavimento se ha agotado, los costos de operación sobre el tramo subirían por encima de los niveles correspondientes a carreteras en buena condición. En general, los costos adicionales de operación de los vehículos superarían la economía efectuada por atrasar la reconstrucción.

b) La derivación de la metodología

A continuación se presentan, los términos algebraicos que se usarán en la explicación de la derivación de la metodología:

- FEE85 - Tránsito en vehículos por día en el año base 1985, expresado en términos de ejes equivalentes.
- Q(1) - La vida del pavimento existente en términos del número de ejes equivalentes que pueden transitar por él hasta que haya que reconstruirlo.
- Q(2) - La vida del pavimento en términos del número de ejes equivalentes que pueden transitar por él entre sucesivas reconstrucciones.
- x(1) - El momento, a contar del año base, en que hay que efectuar la próxima reconstrucción.
- x(2) - El momento, a contar del año base, en que hay que efectuar la segunda reconstrucción.
- x(n) - El momento, a contar del año base, en que hay que efectuar la enésima reconstrucción.
- C_e - Tasa anual de crecimiento del tráfico expresada en términos de ejes equivalentes.
- 365 - Número de días en un año.
- I - Costo de inversión en reconstrucción, por kilómetro.
- r - Tasa anual de descuento.
- VP - Valor presente de las obras futuras de reconstrucciones.
- x' - Un momento específico en el tiempo, expresado en años y decimales de años a partir de un año base

El volumen de tráfico acumulado hasta el año se puede calcular de la siguiente manera:

$$365 * FEE85 \int_0^{x'} (1 + C_e)^x dx$$

Por lo tanto, se puede decir que la expresión:

$$Q(1) = 365 * FEE85 \int_0^{x(1)} (1 + C_e)^x dx$$

define el número de pasadas de ejes-equivalentes hasta la próxima reconstrucción. Reordenando los términos se puede definir $x(1)$, es decir el momento, a partir del año base, en que se necesita la próxima reconstrucción.

$$Q(1) = \frac{365 * FEE85 * [(1 + C_e)^x]_0^{x(1)}}{\log(1 + C_e)} = \frac{365 * FEE85 * [(1 + C_e)^{x(1)} - 1.00]}{\log(1 + C_e)}$$

$$x(1) = \frac{\log(Q(1) * \log(1 + C_e) / (365 * FEE85) + 1.00)}{\log(1 + C_e)}$$

De la misma manera:

$$x(2) = \frac{\log([Q(1) + Q(2)] [\log(1 + C_e)] / (365 * FEE85) + 1.00)}{\log(1 + C_e)}$$

y:

$$x(3) = \frac{\log ([Q(1) + 2Q(2)] * [\log(1 + C_e)] / (365 * FEE85) + 1.00)}{\log(1 + C_e)}$$

Para simplificar la presentación, en este punto conviene redefinir algunas de las variables, de la siguiente manera:

$$A = \frac{\log(1 + C_e)}{365 * FEE85} = \frac{B}{365 * FEE85}$$

$$B = \log(1 + C_e)$$

$$C = \frac{Q(2) * [\log(1 + C_e)]}{365 * FEE85} = \frac{B * Q(2)}{365 * FEE85}$$

El valor presente del costo de todas las futuras reconstrucciones, VP, se puede expresar de la siguiente manera:

$$VP = I \left[\begin{array}{l} r \left(\frac{-\log[(A * Q(1) + 1]}{B} + \frac{-\log[(A * Q(1) + C + 1]}{B} \right) \\ + r \left(\frac{-\log[(A * Q(1) + 2C + 1]}{B} + \dots \right) \end{array} \right]$$

Si se deriva el diferencial de esta expresión con respecto a $Q(1)$, se puede estimar el costo de disminuir la vida del pavimento actual en términos de equivalentes de un eje. Es decir, se puede derivar el costo marginal de un eje-equivalente/km:

$$\frac{\delta VP}{\delta Q(1)} = \frac{A * I * \log(r)}{B} \left\{ \frac{\frac{-\log[(A * Q(1) + 1)] / B}{r}}{A * Q(1) + 1} \right.$$

$$\left. - \frac{\frac{-\log[(A * Q(1) + C + 1)] / B}{r}}{A * Q(1) + C + 1} - \frac{\frac{-\log[(A * Q(1) + 2C + 1)] / B}{r}}{A * Q(1) + 2C + 1} - \dots \right\}$$

c) Ejemplo de una aplicación de la metodología

La última fórmula contiene una serie infinita de términos, cada uno de los cuales representa una reconstrucción futura. Para aplicarla, hay que dejar de tomar en consideración términos que no tengan una influencia significativa en el resultado. En la práctica, se recomienda dejar de tomar en cuenta términos con un valor menor de 0.00025.

Se comprobó el buen funcionamiento de la metodología en casos ilustrativos (e hipotéticos) de caminos alimentadores/pavimentados y de tramos de una carretera principal. En el caso de los caminos alimentadores, se consideró volúmenes de tránsito de 400, 750, 1 500 y 2 750 vehículos diarios (sin tomar en cuenta que, a bajos volúmenes de tránsito, las condiciones ambientales podrían convertirse en factores determinantes de la vida útil del pavimento). Suponiendo que el factor ejes-equivalentes de un camión pequeño fuese 1.10, de un camión grande 2.50 y de un bus 1.25, usando valores representativos de las proporciones del tránsito consistentes en cada uno de estos tipos de vehículos, se estimó que los cuatro volúmenes de tránsito antes indicados en términos de vehículos corresponden a flujos en términos de ejes-equivalentes por día de 172.60; 367.56; 651.48 y de 1 078.04, respectivamente.

Se evaluó el costo por eje-equivalente/km para valores de $Q(1)$ iguales a cero, a seis millones y a 12 millones. El valor de $Q(2)$ se fijó en 12 millones. Estos valores significan que la vida entre reconstrucciones se establece siempre en 12 millones de ejes equivalentes y que, alternativamente, se consideran casos en que el pavimento actual está completamente agotado, un 50% agotado y completamente nuevo.

La tasa de crecimiento anual del tránsito (c_a) se estableció en 5.8%; la tasa anual de descuento (r) se fijó en 12% y para el costo de la reconstrucción (I) se asumió el valor de US\$125 000 por km (precios de 1980/1). Cabe señalar que este valor se refiere al costo total de la reconstrucción de la vía, y no solamente a la parte atribuible al pavimento de mayor espesor exigido por la circulación de los vehículos grandes.

Los resultados que se presentan en el cuadro 1 requieren una explicación. Primero, los costos se relacionan inversamente con el valor de $Q(1)$, es decir, el costo de obras de reconstrucción lejanas en términos de

tiempo tiene un valor presente reducido, a raíz de la aplicación de la tasa de descuento. Si $Q(1)$ asume un valor cerca de cero, significa que es necesario efectuar la próxima reconstrucción en forma inmediata.

Los costos para bajos volúmenes de tránsito son mayores que aquellos para altos volúmenes cuando $Q(1)$ es igual a 0 porque el número de minutos de adelanto que significa la pasada de un vehículo pesado está relacionado inversamente con el volumen de tránsito. Por ejemplo, si la pasada de un vehículo por un camino de poco movimiento significa adelantar la próxima reconstrucción en "z" minutos, la pasada de un vehículo por una vía de uso más intenso podría adelantarla en $0.25z$ minutos. Si el valor de $Q(1)$ es bajo, la tasa de descuento tiene poca influencia y el costo calculado en el caso de los caminos de tráfico reducido superaría al correspondiente a los caminos de uso más intensivo.

Sin embargo, si $Q(1)$ es igual a 12 millones, la próxima reconstrucción de una vía de poco tráfico está muy lejana en términos de tiempo y el valor presente de adelantarla es correspondientemente reducido. En el caso de una vía de mucho tránsito, la pasada de un vehículo pesado podría significar que la próxima reconstrucción se adelantara en pocas unidades de tiempo, pero hay que efectuarla en un futuro relativamente cercano, lo que hace subir el costo correspondiente.

Cuadro 1

COSTOS POR EJE-EQUIVALENTE/KM POR RECONSTRUCCIONES EN UN CASO
HIPOTETICO, REPRESENTATIVO DE LOS CAMINOS ALIMENTADORES
(US\$ por km, a precios de 1980/1)

Q(1)	FEE85			
	172.60	367.56	651.48	1 078.04
0	0.22780	0.11327	0.07255	0.05387
6 000 000	0.01146	0.02069	0.02616	0.02893
12 000 000	0.00294	0.00768	0.01298	0.01786

Los costos estimados en el segundo caso hipotético examinado, es decir el de una carretera principal, se presentan en el cuadro 2. En este caso, los volúmenes de tránsito en términos de ejes-equivalentes corresponden a corrientes diarias en términos de vehículos de 4 000, 6 450 y 8 375, respectivamente. Se usó como costo de reconstrucción el valor de US\$250 000 por kilómetro, en precios de 1980/1. En este caso ilustrativo, se fijó el valor de $Q(2)$ en 24 millones; los valores de $Q(1)$ examinados están señalados en el cuadro 2.

Los costos calculados para el caso de la carretera principal son generalmente menores que los que se refieren a los caminos transversales. Sin embargo, cabe recordar que las cifras que se emplearon en las estimaciones son representativas de casos reales, y se escogieron para comprobar el funcionamiento correcto de la metodología y de los programas de cálculo correspondientes.

Cuadro 2

COSTOS POR EJE-EQUIVALENTE/KM POR RECONSTRUCCIONES
EN UNA CARRETERA PRINCIPAL
(US\$ por km, a precios de 1980/1)

Q(1)	FEE85		
	1 672.00	2 695.00	3 500.00
0	0.04829	0.03194	0.02614
6 000 000	0.01354	0.01407	0.01388
12 000 000	0.00579	0.00762	0.00843
18 000 000	0.00307	0.00469	0.00560
24 000 000	0.00186	0.00314	0.00397

d) Comentarios finales sobre sistemas de cobro

Es evidente que el costo de las reconstrucciones de la carretera varía marcadamente, según el volumen de tránsito, el tipo de camino y la edad del pavimento existente. Un sistema de cobro eficiente debería reconocer tales variables. Sin embargo, un sistema práctico de ese tipo todavía no existe. En general, los valores promedios cobrados dependerían de la distribución de las carreteras según el grado de agotamiento del pavimento existente.

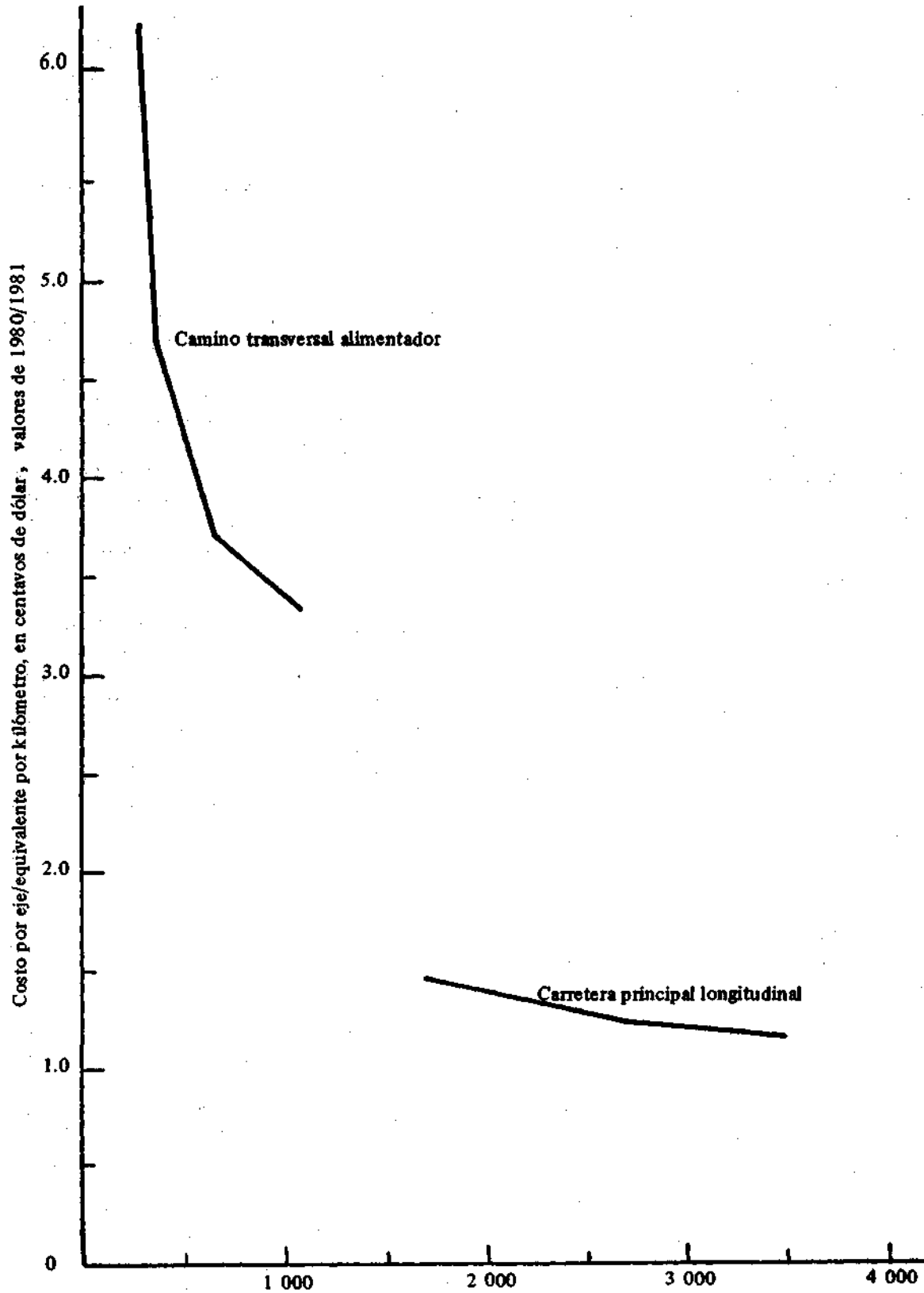
Si se supone que dicha distribución es pareja entre $Q(1)=0$, que significa que su reconstrucción se necesita en forma urgente, y en el caso de que $Q(1)=Q(2)$, en que se acaba de completar la reconstrucción de la vía, los costos promedio serían los que se presentan en el gráfico 1.

En la práctica, tampoco es posible en la actualidad cobrar según el volumen de tránsito, lo que exige que se estime el promedio de los costos trazados en el gráfico 1, ponderándolo según los volúmenes de tránsito correspondientes.

En el presente trabajo no se examinan las posibles maneras de cobrar los costos viales estimados, las que se analizan en informes anteriores, particularmente con referencia al caso chileno, los de INECON (1979) y la Comisión Nacional de Energía (1981). Véase la lista de referencias bibliográficas. Es necesario reinterpretar las conclusiones respecto a los métodos de cobro propuestos anteriormente, a la luz de los criterios del presente trabajo que trata como costo marginal el del desgaste del pavimento, que en los otros trabajos se consideraba como costo fijo.^{8/} La Comisión Nacional de Energía recomendaba que se recaudara los costos fijos (según sus definiciones) mediante el valor de la patente; en cambio, los costos variables (de la conservación) se financiarían mediante un impuesto sobre los combustibles.

Gráfico 1

RELACION ENTRE LOS COSTOS DE RECONSTRUCCIONES VIALES
POR EJE-EQUIVALENTE/KM, EN DOS CASOS HIPOTETICOS
(Centavos de dólar, a precios de 1980/81)



3. Los costos viales de los buses interurbanos en la Ruta 5 (Sur)

a) Relevancia de los estudios anteriores

En esta sección se hace una estimación preliminar de la relación entre los costos del uso de la vialidad de los buses interurbanos en los recorridos competitivos con los trenes de pasajeros de la Empresa de los Ferrocarriles del Estado de Chile (EFE) y los impuestos y otros cobros que estos cancelan con el propósito de determinar si existe o no una subvención implícita a uno u otro medio de transporte.

Aunque en los estudios anteriores sobre la relación entre los costos por uso de la vialidad y los cobros correspondientes, se han considerado los buses, lamentablemente ellos no sirven al propósito anteriormente indicado, por las siguientes razones: /

- En general, en los estudios señalados se enfocó la atención en el balance total entre los costos y los cobros, sin considerar especialmente la competencia carretera/ferrocarril.
- Fueron llevados a cabo en el período 1978 a 1980, cuando las condiciones económicas del país eran diferentes a las actuales.
- El tamaño y peso de los buses interurbanos han mostrado alguna tendencia a subir en los últimos años, lo que trae como consecuencia que los factores de ejes equivalentes usados para los mismos en el estudio de INECON y, especialmente, de la Comisión Nacional de Energía (CNE), subestiman las equivalencias indicadas en las condiciones actuales.

Cabe agregar además, que en los estudios anteriores se atribuyó a los usuarios de la vialidad los costos totales de la misma, los que fueron distribuidos entre las distintas categorías de usuarios. En dichos costos totales se incluyeron varios costos "fijos", que no varían proporcionalmente con el uso de las carreteras. En el presente estudio se toman en cuenta solamente los costos variables. Sin embargo, la metodología usada interpreta como variables los costos de las (re)construcciones de las carreteras que, tradicionalmente, son considerados como fijos, según se ha explicado en las secciones anteriores.

b) Los costos

Se estimó los costos del consumo o agotamiento de la vida útil del pavimento por el tránsito de buses y los costos variables de la conservación.

Para estimar los costos de pavimento correspondientes a los buses interurbanos en la Ruta 5 Sur, se usó los valores de los parámetros señalados en el cuadro 3. Se supuso, además, que el intervalo entre reconstrucciones sucesivas no debería exceder a los 25 años, para lo cual se estimó que la vida útil del pavimento sería la menor que resultara al considerar: i) el tiempo necesario para que pase por él un volumen de tránsito correspondiente a 24 millones de ejes equivalente o, ii) 25 años.

Los costos del pavimento varían en forma muy marcada según la proporción de su vida ya consumida por el tránsito de vehículos pesados, como se señala. La mayor parte de la Ruta 5 ha sido reconstruida durante los

últimos diez años. Por lo tanto, para reflejar las condiciones actuales, sería razonable suponer que el pavimento está relativamente nuevo. Sin embargo, para los propósitos de la presente estimación, se supuso una distribución pareja de la vida del pavimento, entre completamente nuevo y completamente agotado. De esa manera, los cálculos reflejan una situación típica y representativa, más bien que la existente en el momento actual.

Cuadro 3

VALORES SUPUESTOS A LAS VARIABLES PARA DETERMINAR EL COSTO
DEL CONSUMO DEL PAVIMENTO DE BUSES EN LA RUTA 5 SUR

Variable	Valor
Costo de reconstrucción por km en US\$ de 1986	225 000
Tasa de crecimiento anual del tráfico pesado	5.8%
Tasa anual de descuento	12.0%
Factor eje equivalentes de buses interurbanos	1.25
Proporción Ruta 5 con pavimento hormigón	80.0%
Proporción Ruta 5 con pavimento asfalto	20.0%
Vida del pavimento en ejes equivalentes	24 000 000
Proporción de vida pavimento ya consumido	0 a 100% a/
Tráfico diario en ejes equivalentes en 1985	1 072 (33%) b/ 2 528 (33%) b/ 4 850 (33%) b/

a/ Se analizó diferentes proporciones, entre 0% y 100%.

b/ Se dividió la Ruta 5 (Sur) en tres tramos, a cada uno de los cuales se le asignó un volumen de tráfico apropiado.

Cuadro 4

VARIACION DEL COSTO DEL CONSUMO DEL PAVIMENTO POR EJE EQUIVALENTE
SEGUN LA PROPORCION DE LA VIDA DEL PAVIMENTO
QUE YA SE HA CONSUMIDO: RUTA 5 (SUR)
(US\$ por km en precios de 1986)

Porcentaje de la vida del pavimento ya consumida	Tráfico diario en ejes equivalentes		
	1 072	2 528	4 850
100%	0.06601	0.03008	0.01864
75%	0.00995	0.01215	0.01163
50%	0.00328	0.00626	0.00787
25%	0.00151	0.00374	0.00565
0%	0.00084	0.00245	0.00424
Promedio	0.01632	0.01094	0.00960

Suponiendo que la tercera parte de la Ruta 5 Sur presenta un volumen diario de tránsito de 1 072 ejes equivalentes, que otra tercera parte tiene un volumen de 2 528 y que el resto tiene un flujo diario de 4 850 ejes equivalentes, el costo del consumo del pavimento por un bus interurbano corresponde a US\$0.01536, equivalentes a \$3.081 en precios de marzo de 1986.2/

En el estudio de la Comisión Nacional de Energía (CNE) se estimó los costos variables de la conservación vial por eje equivalente/km. Suponiendo que 80% de la Ruta 5 Sur tiene pavimento de hormigón y 20% de asfalto, actualizando los valores estimados por la CNE a pesos de marzo de 1986, el costo por km correspondiente a un bus interurbano asciende a \$1 403. Sumando los dos componentes, el costo variable por bus/km llega a \$4 484.

c) Los impuestos

Los buses interurbanos que utilizan la Ruta 5 Sur pagan por concepto de peajes aproximadamente \$1.0/km. El valor del permiso de circulación, por km, varía según el kilometraje anual del vehículo. En el caso de los buses de largo recorrido, que cubren aproximadamente 300 000 kms anuales, el costo del permiso de circulación llega a un \$0.034/km. En el caso de los buses de recorrido mediano, que recorren aproximadamente 200 000 kms anuales, el valor es de aproximadamente \$0.052/km.

Actualmente, se aplica un impuesto específico al petróleo diesel, cuyo valor fluctúa según el precio internacional del petróleo. A diciembre de 1986 dicho impuesto correspondía a \$15.4 el litro, equivalente a \$13.9 en precios de marzo del mismo año. De hecho, el impuesto se aplica solamente al transporte por carreteras, porque los otros usuarios, incluyendo Ferrocarriles, lo pueden recuperar. El valor por bus/kilómetro del impuesto es de aproximadamente \$4.29 (en precios de marzo).

Sumando los peajes, el permiso de circulación y el impuesto sobre el petróleo, los buses interurbanos que usan la Ruta 5 Sur pagan aproximadamente \$5.33 por kilómetro.

d) La relación entre los costos y los cobros

En general, se puede concluir que los impuestos y otros cobros a los buses interurbanos en la Ruta 5 Sur se aproximan a los costos variables de la vialidad generados por el tránsito de los mismos. (Véase el cuadro 5). Si no existiese un impuesto específico sobre el petróleo, los costos superarían a los cobros por un margen importante.

Sin embargo, cabe señalar que la relación entre los costos y los cobros depende del valor del impuesto específico, que está relacionado con el precio internacional del petróleo. Según lo establecido en el Decreto Ley número 18 502 de 1986 del Ministerio de Hacienda la fórmula de cálculo del impuesto es la que se explica a continuación.

Para 1986, el impuesto tiene un valor fijo, equivalente a 1.5 unidades tributarias mensuales (UTM) por metro cúbico más 70% de la diferencia entre el equivalente en pesos del precio de US\$196 el metro cúbico y el precio de petróleo a mayoristas (sin impuestos) de la refinería de la Empresa Nacional de Petróleo (ENAP) de Concón. Para el año 1987, el componente variable del impuesto se basa en un 50% de dicha diferencia (en lugar de 70%) y, en años siguientes, el monto total del impuesto asumirá el valor de 2 UTM por

metro cúbico o el valor vigente al 31 de diciembre de 1987, aplicándose la menor de estas dos posibilidades.

A precios de noviembre de 1986, el valor más alto alcanzado por el petróleo crudo durante el presente decenio en el mercado spot fue de US\$49.30 por barril, a fines de 1980. El valor más bajo fue de US\$10.05, a mediados de 1986. El precio en noviembre era de US\$12.00.

Suponiendo, como una primera aproximación, que la evolución del precio internacional del crudo en el mercado spot refleje las variaciones en el precio del petróleo diesel de la Refinería de Concón, se puede estimar los valores más bajos y más altos de los precios ex-Concón durante el período 1980-6. El precio más bajo se estima en:

$$\begin{array}{r} 10.05 \\ \$29\ 520 \text{ -----} - \$24\ 730/\text{m}^3 \\ 12.00 \end{array}$$

y el más alto en:

$$\begin{array}{r} 49.30 \\ \$29\ 520 \text{ -----} - \$121\ 258/\text{m}^3 \\ 12.00 \end{array}$$

Aceptando estos dos valores como precios extremos, se puede estimar la variación factible del monto del impuesto específico sobre el petróleo durante el año 1986. A precios de marzo de ese año, el valor más alto del impuesto durante 1986, correspondiente al precio más bajo del petróleo ex-Concón, sería de:

$$1.5 * 5\ 732 + 0.70 * (196 * 200 - 24\ 730) = \$18\ 727/\text{m}^3$$

y el valor más bajo del impuesto, correspondiente al precio más alto del petróleo, sería de:

$$1.5 * 5\ 732 + 0.70 * (196 * 200 - 121\ 258) = \$8\ 598/\text{m}^3$$

Nótese que el valor del segundo término de la expresión para determinar el impuesto específico en el último caso es negativo; según las disposiciones del Decreto Ley, no se considera valores negativos para ese término.

A precios de marzo de 1986, los valores máximos y mínimos del impuesto específico sobre el petróleo que se han calculado arriba corresponden a \$16.90 y \$7.80 el litro, respectivamente. El valor promedio es de \$12.40. (Cabe recordar que el valor a principios de diciembre de 1986, en precios de marzo del mismo año, fue de \$13.90).

Según se explicó anteriormente, en 1987 el monto por litro del impuesto bajará, porque el parámetro 0.70 en la fórmula de cálculo se reemplazará por el valor 0.50. Por lo tanto, para el año 1987, y siempre en precios de marzo de 1986, los valores máximos y mínimos del impuesto específico sobre el petróleo serán de \$14.30 y \$7.80 el litro.

A partir de 1988, en precios de marzo de 1986, el impuesto por litro será el menor de \$10.30 o el valor vigente a fines de 1987.

El el cuadro 5 se relaciona los costos de la vialidad atribuibles a los buses interurbanos que transitan por la Ruta 5 Sur y los pagos efectuados por los mismos bajo los diferentes valores posibles del impuesto específico sobre el petróleo.

Cuadro 5

**RELACION ENTRE LOS COSTOS DE LA VIALIDAD DE LOS BUSES
INTERURBANOS QUE TRANSITAN POR LA RUTA 5 SUR,
EN COMPARACION CON LOS IMPUESTOS Y OTROS
COBROS APLICADOS A ELLOS
(Pesos de marzo de 1986)**

Para un impuesto específico al petróleo:	Impuestos por km a/ (1)	Costo de vialidad por km (2)	(1)/(2)
Alto 1986	6.25	4.48	1.40
Bajo 1986	3.45	"	0.77
Promedio 1986	4.87	"	1.09
Real a dic. 1986	5.33	"	1.19
Alto 1987	5.45	"	1.22
Bajo 1987	3.45	"	0.77
Promedio 1987	4.45	"	0.99
2 UTM dic. 1988	4.22	"	0.94

Fuente: Elaboración propia.

a/ Se incluyen el impuesto específico al diesel, los peajes y el permiso de circulación.

e) Conclusiones

Se concluye que la suma de los impuestos pagados por la operación de los buses interurbanos en la Ruta 5 (Sur) suelen, en términos generales, aproximarse a los costos viales marginales correspondientes. El monto pagado varía según el precio internacional del petróleo, lo que influye sobre el valor del impuesto específico aplicado al combustible diesel.

Sin embargo, la línea más importante en el cuadro 5 es la última, por ser ésta la que trata de la relación permanente entre los impuestos y los costos viales, que estará vigente a partir del primer día de enero del año 1988 (si no se hace modificaciones en la base legislativa que rige sobre el caso y si el valor del impuesto a fines de 1987 no es inferior a 2 UTM). Por otro lado, cabe repetir que los cálculos efectuados son preliminares y aproximados y que se los debería repetir una vez que se cuente con datos de entrada más exactos.

4. Los costos viales de camiones en la Ruta 5 (Sur)

a) Introducción

La metodología que se utilizó para la estimación de los costos por el uso de la vialidad por parte de los camiones en la Ruta 5 (Sur) es semejante a la explicada en el caso anterior. En el caso analizado en el presente capítulo, se buscaba conocer, en forma general, la relación entre los impuestos pagados por los camiones en la Ruta 5 (Sur) y los costos viales marginales correspondientes; el análisis no se dirigió a un caso específico, tal como en el caso del capítulo anterior, y su propósito es sólo el de una investigación preliminar para apoyar algunas de las conclusiones del documento Sinopsis de problemas y opciones de política de transporte terrestre de carga en Chile (LC/R.566).

b) Los costos

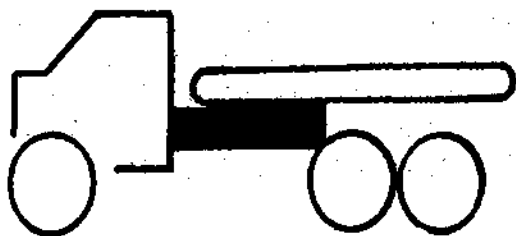
Se estimó los costos del consumo o agotamiento de la vida útil del pavimento causados por el tránsito de camiones y los costos variables de la conservación para seis categorías de camiones, a los que se hace referencia por medio de los descriptores 2/18, 2/24, 6/29, 6/35, 11/38 y 11/44. El primer número en cada código indica el tipo de camión, según una clasificación desarrollada por la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas. El tipo 2 se refiere a un camión rígido con un eje delantero y un eje doble trasero. El tipo 6 trata de un vehículo semi-trailer, con unidad tractor de dos ejes y remolque con un eje doble trasero. El camión tipo 11 es semejante del tipo 2 con la adición de un acoplado de dos ejes. La segunda cifra se refiere al peso bruto del vehículo, en toneladas. En el gráfico 2 se presenta un diagrama con los diferentes tipos de camiones antes señalados.

Para estimar los costos del uso de la vialidad correspondientes a los camiones que circulan por la Ruta 5 Sur, se usó los mismos valores de los parámetros referentes a la vía que ya se habían especificado para el caso de los buses interurbanos sobre la misma carretera. Estos valores son los señalados en el cuadro 3.

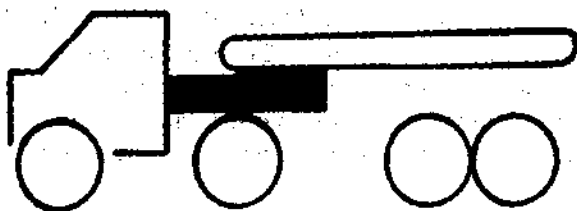
Las correspondencias de los diferentes tipos de camiones analizados, en términos de ejes-equivalentes se presentan en el cuadro 6. Se supuso que los vehículos circulan cargados en un 70% de su kilometraje total y que el peso de la carga más el del propio vehículo ocupa en promedio un 90% del peso bruto máximo. Durante un 30% de su recorrido los camiones andan vacíos y su equivalencia en términos de ejes es cero. Se supuso que la estiba era ideal y que la carga sobre un eje doble se distribuye siempre en forma pareja.

Gráfico 2

DIAGRAMA DE LOS TIPOS DE CAMIONES ANALIZADOS



Camión del tipo 2, analizado con dos pesos brutos alternativos: 18 y 24 toneladas



Camión del tipo 6, analizado con dos pesos brutos alternativos: 29 y 35 toneladas



Camión del tipo 11, analizado con dos pesos brutos alternativos: 35 y 44 toneladas

Cuadro 6

**CORRESPONDENCIA DE LAS DISTINTAS CATEGORIAS DE CAMIONES
EN TERMINOS DE EJES-EQUIVALENTES**

Tipo de camión	Factor de ejes equivalentes en vías de:	
	asfalto	hormigón
2/18	0.29	0.46
2/24	0.97	1.55
6/29	1.09	1.37
6/35	2.39	3.02
11/35	1.74	2.02
11/44	3.21	3.75

Fuente: Comisión Nacional de Energía, Proposición de un sistema de tarificación por uso de la infraestructura vial, Cuadros 19A y 19B, Santiago de Chile, marzo de 1981.

A base de los parámetros detallados en el cuadro 3 y los principios de cálculo ya adoptados en el caso de los buses interurbanos sobre la misma ruta, se estimó los costos marginales de la conservación y del consumo del pavimento por parte de los diferentes tipos de camiones. Los resultados de esos cálculos se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7

**COSTOS MARGINALES DE LA CONSERVACION VIAL Y DEL CONSUMO DE PAVIMENTO
PARA SEIS CATEGORIAS DE CAMIONES EN LA RUTA 5 (SUR)
(Pesos por kilómetro, a precios de marzo de 1986)**

Tipo de camión	Costo de conservación	Costo del consumo de pavimento
2/18	0 453	1 050
2/24	1 522	3 535
6/29	1 433	3 239
6/35	3 154	7 134
11/38	2 163	4 842
11/44	4 007	8 978

Fuente: Elaboración propia.

c) Los impuestos

En promedio, por concepto de peajes, en la Ruta 5 Sur los camiones simples pagan aproximadamente \$ 1.0 por km y los con ejes múltiples pagan \$ 1.35 por km. El valor por kilómetro del permiso de circulación se estima en \$ 0.1. El valor del impuesto específico sobre el petróleo se estimó a base de los siguientes rendimientos en kilómetros por litro de combustible:

camión 2/18 - 3.0; camión 2/24 - 2.5; camión 6/29 - 2.5; camión 6/35 2.0; camión 11/35 2.0 y camión 11/44 1.5.

Sumando los peajes, el permiso de circulación y el impuesto sobre el petróleo, los camiones que usan la Ruta 5 Sur pagan los montos señalados en el cuadro 8, donde además, se comparan éstos con los costos viales marginales correspondientes.

Cuadro 8

**COMPARACION ENTRE LOS COSTOS VIALES Y LOS IMPUESTOS
CANCELADOS POR LOS CAMIONES QUE CIRCULAN
SOBRE LA RUTA 5 (SUR)
(Pesos de marzo de 1986)**

Para un impuesto específico al petróleo:	Impuestos pagados por tipo de camión a/ 2/18 2/24 6/29 6/35 11/38 11/44					
Alto 1986	7.09	8.22	8.23	9.92	9.92	12.74
Bajo 1986	4.06	4.58	4.59	5.37	5.37	6.67
Promedio 1986	5.60	6.43	6.43	7.67	7.68	9.75
Real a dic. 1986	6.10	7.03	7.03	8.42	8.43	10.75
Alto 1987	6.23	7.18	7.19	8.62	8.62	11.01
Bajo 1987	4.06	4.58	4.59	5.37	5.37	6.67
Promedio 1987	5.14	5.88	5.88	6.99	6.99	8.80
2 UTM dic. 1988	4.89	5.58	5.59	6.62	6.62	8.34
Costos viales	1.50	5.06	4.67	10.29	7.00	12.98

Fuente: Elaboración propia.

a/ Incluye el impuesto específico sobre el petróleo, el permiso de circulación y los peajes.

d) La relación entre los costos y los cobros

En general, se concluye que los costos viales marginales correspondientes a los camiones más pequeños son inferiores a la suma de los impuestos (incluyendo los cobros por concepto del peaje y del permiso de circulación). En el caso de los camiones medianos existe una relación bastante equilibrada entre los costos y los impuestos. Sin embargo, los camiones mayores, que son los que suelen competir en el mismo mercado que Ferrocarriles, siguen pagando menos que los costos marginales que generan, a pesar de la vigencia de la nueva legislación respecto al impuesto específico sobre los combustibles utilizados por los vehículos automotores.

5. Los costos viales de los camiones cargados con concentrados de cobre en el transporte entre la Segunda Región y la refinera de ENAMI de Ventanas

a) Antecedentes

Se seleccionó el caso del transporte del concentrado de cobre entre la Segunda Región y, en particular, la zona de Mantos Blancos, a unos 45 kms de Antofagasta, y la refinera de Las Ventanas porque actualmente se efectúa por la línea central del Ferrocarril del Norte, cuyo levante está siendo considerado desde hace algún tiempo. Se buscaba establecer si se produciría una subvención implícita al transporte camionero en caso que los concentrados fuesen llevados por este medio.

Se supuso que el transporte carretero se efectuaría en camiones de tres ejes, de 24 toneladas brutas. Hubo que basar las estimaciones no solamente en el hipotético transporte por camión de concentrados desde el Norte para la zona central sino, también, fue necesario tomar en cuenta el regreso de los vehículos al Norte.

Según las estadísticas del Ferrocarril del Norte para enero de 1987, se transportó desde Mantos Blancos hasta Ventanas (por La Calera) 2 954 toneladas de concentrados. En el otro sentido, se llevó desde Calera (y puntos más al sur) 1 102 toneladas de otros productos (maderas y cemento) hasta Copiapó y puntos al norte de esta última ciudad. Si el ferrocarril no existiera, ese transporte se efectuaría por camión. Por lo tanto, asumiendo una carga de 15 toneladas netas por camión, se supuso que casi la mitad de los camiones regresarían al Norte con 15 toneladas de maderas o cemento y que el resto volverían vacíos.

Se supuso que el tonelaje por camión cargado en el sentido sur-norte superaría al del otro sentido, por las diferencias en los factores de estiba de los productos transportados en las dos direcciones.

b) Resumen de la estimación de los impuestos pagados y los costos viales correspondientes

Los cálculos para determinar los costos viales de reconstrucciones y de la parte variable de la conservación vial se basaron en los datos que se presentan en el cuadro 9, los que fueron estimados considerando las recomendaciones de la Dirección de Vialidad del MOP.

Cabe señalar que la calidad de las carreteras en el Norte del país es inferior, en general, a la del Sur, debido a los menores volúmenes de tránsito. Asimismo, los costos de construcción son más bajos, debido a que las especificaciones son inferiores y a las economías en las obras de drenaje por la escasez de precipitaciones en la zona norte. La Ruta 5 (Norte), tiene carpeta asfáltica en un 95% de su extensión, lo que se compara con un porcentaje de solamente 20% en el caso de la Ruta 5 (Sur).

Cuadro 9

VALORES SUPUESTOS DE LAS VARIABLES PARA DETERMINAR EL COSTO
DEL CONSUMO DEL PAVIMENTO DE CAMIONES EN LA RUTA 5 NORTE

Variable	Valor
Costo de reconstrucción por km en US\$	125 000
Tasa de crecimiento anual del tráfico pesado	5.8%
Tasa anual de descuento	12.0%
Factor eje equivalentes de camiones cupreros	3.50 a/
Proporción Ruta 5 con pavimento hormigón	5.0%
Proporción Ruta 5 con pavimento asfalto	95.0%
Vida del pavimento en ejes equivalentes	7 000 000
Proporción de vida pavimento ya consumido	0 a 100% b/
Tráfico diario en ejes eq. en 1985	800 (32%) c/ 500 (68%) c/
Equivalencia en ejes de camiones Norte-Sur	3.50
Equivalencia en ejes de camiones cargados Sur-Norte	1.35
Equivalencia en ejes de camiones vacíos	0.00
Distancia a considerar. en kms. por sentido	1 500
Carga por período de tiempo Norte-Sur (tons)	2 954 d/
Carga por período de tiempo Sur-Norte (tons)	1 102 d/
Carga por camión. Norte-Sur (tons)	20
Carga por camión cargado. Sur-Norte (tons)	15
Consumo combustible por camión cargado (km/lt)	2.0
Consumo combustible por camión vacío (km/lt)	3.0

a/ Este factor corresponde, aproximadamente, a los camiones de tres ejes con un peso bruto de 23.9 t en una carretera asfáltica con número estructural de 10. Es posible que fuera más apropiado considerar una equivalencia mayor, tomando en cuenta la calidad inferior de las carreteras en el Norte.

b/ Se analizó diferentes proporciones, entre 0% y 100%.

c/ Se dividió la Ruta 5 (Norte) en dos tramos, es decir Santiago a La Serena y La Serena hasta Mantos Blancos, con volúmenes diarios de tránsito, en términos de ejes equivalentes, de 800 y 500, respectivamente.

d/ Por período de tiempo, corren en el sentido Norte-Sur 147.7 camiones cargados de concentrados y regresan 73.5 cargados con madera o cemento. Los demás vuelven vacíos. Los tonelajes considerados corresponden a los transportados en el mes de enero de 1987, época en que los volúmenes normalmente disminuyen a raíz de la temporada de vacaciones.

El costo de pavimento por reconstrucciones se estima en US\$0.02093 por eje equivalente por km, que corresponde a \$3.78 en precios de marzo de 1986. El costo variable de la conservación vial se estima en \$2.28 por km. (Véase cuadro 10).

Cuadro 10

VARIACION DEL COSTO DEL CONSUMO DEL PAVIMENTO POR EJE EQUIVALENTE
 SEGUN LA PROPORCION DE LA VIDA DEL PAVIMENTO YA CONSUMIDA:
 CARRETERA PANAMERICANA
 (US\$ por km, en precios de 1986)

% de la vida del pavimento ya consumida	Tráfico diario en ejes equiv.	
	500	800
100	0.08091	0.05399
86	0.03710	0.03300
71	0.02031	0.02189
57	0.01248	0.01542
43	0.00830	0.01136
29	0.00586	0.00868
14	0.00431	0.00682
0	0.00329	0.00547
Promedio	0.02157	0.01958
Promedio ponderado	0.02093	

Fuente: Elaboración propia.

Tanto el costo de las reconstrucciones como el de la conservación son mayores por eje-equivalente/km en el Norte que en el Sur, a raíz de las diferencias en los estándares de construcción de carreteras. En el Sur, la suma de los costos de reconstrucciones y los costos variables de la conservación llegan a \$4.48 por eje equivalente por km. El costo correspondiente en el Norte es de \$6.06.

En cambio en el Norte la escasez de plazas de peaje hace bajar el valor de los impuestos pagados, lo que se ve compensado, más o menos (según el caso), por las cuestas, que aumentan el consumo de combustibles y, por ende, el monto cancelado mediante el impuesto específico sobre el petróleo.

Entre Mantos Blancos y Las Ventanas, los vehículos ya no pasan por ninguna plaza de peaje, por lo tanto, no efectúan pagos por este concepto. El valor por kilómetro del permiso de circulación es de aproximadamente \$0.10.

Suponiendo que el consumo de diesel del camión cargado corresponde a 2 kms por litro, el monto cancelado por concepto del impuesto específico varía entre \$3.92 y \$8.47 el kilómetro, dependiendo del caso. El valor de largo plazo, es decir, el que se aplicaría a partir del 1 de enero del año 1988 es de \$5.17 por kilómetro.

Los camiones vacíos pagan menos, porque consumen menos combustible. El valor pagado por km por parte de los camiones vacíos es, según se ha supuesto en los cálculos, dos terceras partes del cancelado por los camiones cargados.

Según se puede apreciar en el cuadro 11, los cálculos...

efectivamente subsidiado, a pesar de la vigencia del impuesto específico sobre el petróleo. En promedio, un viaje de ida y vuelta de un camión que transporta concentrado de cobre desde Mantos Blancos hasta Ventanas, reconociendo que la probabilidad de volver cargado es de aproximadamente 50%, recibiría a partir de enero de 1988, un subsidio efectivo del orden de:

$$3\ 000 * (12.65 - 4.84) = \$23\ 424$$

en precios de marzo de 1986. Este subsidio corresponde a la diferencia entre los costos viales (de reconstrucciones y los variables de conservación) y los impuestos pagados (incluyendo el impuesto específico y el permiso de circulación).

Cuadro 11

COMPARACION ENTRE LOS COSTOS VIALES Y LOS IMPUESTOS
CANCELADOS POR LOS CAMIONES CUPREROS QUE CIRCULAN
SOBRE LA RUTA 5 (NORTE) a/
(Pesos de marzo de 1986)

Para un impuesto específico al petróleo:	Impuestos cancelados b/ (1)	Costo de vialidad por km (2)	(1)/(2)
Alto 1986	7.86	12.65	0.62
Bajo 1986	3.69	"	0.29
Promedio 1986	5.80	"	0.46
Real a dic. 1986	6.49	"	0.51
Alto 1987	6.67	"	0.53
Bajo 1987	3.69	"	0.29
Promedio 1987	5.18	"	0.41
2 UTM dic. 1988	4.84	"	0.35

Fuente: Elaboración propia.

a/ Se consideran viajes de ida y vuelta.

b/ Se incluyen el impuesto específico al diesel, los peajes y el permiso de circulación.

Cabe señalar que dicha estimación supone que todo el transporte se efectuaría por carretera pavimentada. En la realidad, el tramo final del transporte de los concentrados desde Mantos Blancos se realizaría por el camino sin pavimento entre Nogales y Las Ventanas, significando así que el subsidio real ascendería a un monto mayor que el calculado. (Cabe recordar, además, que los cálculos no toman en consideración los costos fijos de la vialidad, sino solamente los variables).

Suponiendo que Mantos Blancos envía mensualmente 3 000 toneladas de concentrados a la refinería de Las Ventanas, si el transporte fuese efectuado por camión, el subsidio anual llegaría a:

$$3\ 000 / 20 * 23\ 424 * 12 = \$42\ 163\ 200$$

Este valor representa el monto de los costos viales no cobrados a los camioneros si el transporte fuese efectuado por camión. En otras palabras, desde el punto de vista del país, conviene subvencionar los fletes ferroviarios hasta el equivalente de \$0,78 por tonelada de concentrado por kilómetro, a precios de marzo de 1986.

Notas

1/ No hay costo adicional en términos de la vialidad. Habrá, obviamente, un mayor costo en términos de la operación de los vehículos adicionales, los que son de responsabilidad de los usuarios.

2/ Véase, por ejemplo, Comisión Nacional de Energía, Proposición de un sistema de de tarificación por uso de la infraestructura caminera, cuadro 41, Santiago, Chile, marzo de 1981, en donde se estima que los camiones deberían pagar entre US\$429 y US\$1 421, equivalente en pesos, por el uso de la vialidad, en comparación con la patente anual vigente, que fluctuaba entre US\$50 y US\$150.

3/ Véase, Comisión Nacional de Energía, op.cit., p. 1.

4/ Véase, por ejemplo, Ministerio de Transportes de Gran Bretaña, Road Track Costs, 1968.

5/ Véase, i) Comisión Nacional de Energía, Proposición de un sistema de tarificación por uso de la infraestructura caminera, Santiago, 1981; y ii) Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (preparado por INECON Ltda.), Sistema de recuperación de costos de infraestructura en el transporte caminero, Santiago, 1979.

6/ Un "eje equivalente" corresponde a un eje con una carga de 8 200 kilos puesta sobre él. Se puede calcular la equivalencia de ejes con otras cargas mediante una relación exponencial. Según investigadores diferentes, la equivalencia varía según la tercera, cuarta o quinta potencia (o más). Varía también según la aplicación, siendo diferente, por ejemplo, para las carreteras de hormigón que para las de asfalto. Un vehículo clasificado como "liviano" en la presente nota tiene una equivalencia tan cercana a cero que se la puede descartar. Véase Federal Highway Administration, Washington, D.C., Final report of the Federal Highway cost allocation study, 1982, p. IV-45.

7/ Véase, por ejemplo, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (preparado por INECON Ltda.), Estudio de sistema de recuperación de costos de infraestructura en el transporte caminero, Santiago, mayo de 1979; y Comisión Nacional de Energía, Proposición de un sistema de tarificación por uso de la infraestructura caminera, Santiago, marzo de 1981.

8/ Véase Comisión Nacional de Energía, op. cit., p. 57.

9/ En la actualización de los costos en dólares estadounidenses del período 1980/1, se reconoció que una parte de los gastos corresponden a elementos importados y que el resto se trata de adquisición de materiales y servicios locales. En el caso del primer componente, se actualizó según la inflación estadounidense y en el del segundo se empleó el índice de inflación chilena.

Bibliografía

CEPAL, "Transporte terrestre internacional: justa compensación por uso de infraestructura de países de tránsito", E/CEPAL/L.168, Santiago, 1977.

Churchill, Anthony, Road User Charges in Central America, World Bank staff occasional papers, número 15, Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, The Johns Hopkins University Press, Baltimore y Londres, 1972.

Comisión Nacional de Energía, Proposición de un sistema de tarificación por uso de la infraestructura caminera, Santiago de Chile, marzo de 1981.

Federal Highway Administration, Final Report on the Federal Highway Cost Allocation Study, U.S. Department of Transport, Washington, 1982.

INECON, Ingenieros y Economistas Consultores Ltda., Sistemas de recuperación de costos de infraestructura en el transporte caminero, Santiago de Chile, junio de 1979.

_____, Sistema de recuperación de costos de infraestructura en el transporte caminero: actualización de la información básica, Santiago de Chile, noviembre de 1980.

Parsley, Linda y R. Robinson, The TRRL Road Investment Model for Developing Countries (RTIM2), Transport and Road Research Laboratory Report number 1057, Department of the Environment, Department of Transport, Crowthorne, Inglaterra, 1982.

Road Track Costs: a report by the Ministry of Transport, Her Majesty's Stationary Office, Londres, 1968.

Robinson, R., y otros, A road transport investment model for developing countries, Transport and Road Research Laboratory Report number 674, Department of the Environment, Department of Transport, Crowthorne, Inglaterra, 1975.

Rolt, J., Optimum axle loads of commercial vehicles in developing countries, Transport and Road Research Laboratory Report number 1002, Department of the Environment, Department of Transport, Crowthorne, Inglaterra, 1981.

Transport Policy: a consultation document (2 tomos), Her Majesty's Stationary Office, Londres, 1976.

Walters, Alan, The economics of road user charges, World Bank staff occasional papers, No. 5, Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, The Johns Hopkins University Press, Baltimore y Londres, 1968.

Anexo

LOS ESTUDIOS ANTERIORES

Ha habido un número relativamente importante de estudios sobre las relaciones entre los costos de la infraestructura vial y los impuestos cobrados a los vehículos automotores, efectuados en diferentes países. (Véase la bibliografía del presente informe.)

En Chile, durante los últimos diez años, se han realizado dos, más otro que fue una actualización del primero. Todos fueron llevados a cabo entre los años 1979 y 1981. A continuación, se dará un breve resumen del último estudio llevado a cabo durante ese período, en el que se pudo aprovechar la experiencia ya acumulada durante la elaboración del primero, y su subsecuente actualización.

El estudio más reciente fue realizado por la Comisión Nacional de Energía (CNE). El primero fue llevado a cabo, para el Ministerio de Transportes, por la empresa de consultoría INECON la que en 1980, efectuó, a cargo de la CNE, una actualización de la información básica sobre la materia.

El estudio de la Comisión Nacional de Energía

El estudio de la Comisión Nacional de Energía (CNE) hizo recomendaciones específicas respecto a los cambios en las disposiciones legales que convenía hacer. Básicamente, se recomendó que:

- se aplicara un impuesto específico sobre el petróleo diesel, en la forma de un valor fijo por litro;
- se cambiara la base del impuesto sobre la gasolina para que también tuviera un valor fijo por litro, en lugar de asumir un valor porcentual sobre el precio de la gasolina ex-refinería;
- se modificara el valor de las patentes, especialmente las de los vehículos pesados, o los que recorren altos kilometrajes por año, para cubrir aquella parte de los gastos viales (en particular los costos fijos de la red vial) no financiados mediante los impuestos específicos sobre los combustibles;
- se mejorara la fiscalización de las cargas por eje de los camiones grandes;
- se utilizara los cobros de peaje, preferiblemente, para recuperar los costos de la congestión;
- que se aplicara un sistema de impuestos sobre los estacionamientos en la parte céntrica de las ciudades.

Se estimó que la suma de los impuestos recaudados sería suficiente para cubrir los costos de la operación, la reposición y de la expansión el sistema vial del país.

Como alternativa, tomando en cuenta las dificultades de aplicar un impuesto solamente al petróleo diesel usado por los vehículos automotores, se propuso un sistema de cubrir la gran mayoría de los costos viales, tanto los variables como los fijos, mediante la venta de las patentes. Sin embargo, se reconoció que dicha alternativa, también, provocaría dificultades, relacionadas con las alzas muy importantes que significaría en el valor de la patente para algunos tipos de vehículos. Por ejemplo, el valor de la patente

bus interurbano de recorridos medianos subiría desde el equivalente de US\$50 al año al equivalente de US\$4 874 al año. a/b/ Los buses de largo recorrido deberían pagar aún más. El estudio de la CNE consideraba que el cobro de costos variables mediante impuestos fijos sería inconveniente por tener como consecuencia una reducción en la flota registrada e incentivos para maximizar el aprovechamiento de las unidades en dicha flota.

Las recomendaciones del estudio de la CNE son muy específicas y pragmáticas, en el sentido que forman la base de un sistema impositivo que podría haberse aplicado en la práctica. El Banco Mundial sugirió que podría ser más conveniente expresar el valor de los impuestos sobre los combustibles como porcentaje más bien que en la forma de un monto fijo.

Cabe señalar que el valor de las patentes de los camiones, según las recomendaciones del estudio de la CNE dependería tanto del tipo del vehículo como de su peso bruto. Se identificó 18 tipos diferentes de camiones y había 44 niveles diferentes de pesos brutos. El aumento en el valor de la patente para algunas categorías de camiones que provocan un mayor daño a las carreteras sería tan importante que se sugirió la alternativa de prohibir su circulación, como una opción más pragmática.

En el estudio se consideró, en general, que el impuesto sobre las patentes sería la manera más adecuada para la cobertura de los costos fijos (de construcción, de diferencia de pavimento, una parte de la conservación y los gastos de administración) de las vías interurbanas y rurales. Sin embargo, se pretendía cubrir los costos fijos de la vialidad urbana mediante los impuestos sobre los combustibles, por razones esencialmente prácticas más bien que económicas.

Los costos fijos (de la red no urbana) se repartieron entre las siguientes categorías:

- i) costos de construcción:
 - nuevas pavimentaciones y ampliaciones de capacidad
 - repavimentaciones
 - cambios de estándar
- ii) costos de administración
- iii) costos de conservación (parte)
- iv) costos de diferencia de pavimento:
 - nuevas pavimentaciones y ampliaciones de capacidad
 - repavimentaciones.

Las distintas categorías de costos fijos se distribuyeron entre los usuarios de los tipos de carretera involucrados. En el caso de los costos de nuevas construcciones, se estimó que la inversión debería ser financiada por los usuarios. Los costos correspondientes fueron distribuidos entre los pcu/kms g/ esperados durante su vida útil de veinte años, suponiendo que el proyecto de inversión debería generar un retorno de 10% anualmente sobre el costo de inversión. d/ Se aplicó el mismo principio a los costos de diferencia de pavimento de las nuevas carreteras, salvo que se los distribuyó de acuerdo con los eje-equivalentes/kms más bien que según los pcu/kms correspondientes.

A diferencia del estudio de INECON, no se presentó los costos totales por km (incluyendo los costos de conservación, los costos de diferencia de e de carretera para las distintas clases de

vehículos, sino un costo total por tipo de vehículo a cubrirse mediante la patente. Según ya se ha dicho, se presentó dos alternativas, una que contemplaba un impuesto específico sobre los combustibles y otra que cargaba todos los costos viales al valor de las patentes.

Notas

a/ El factor de eje-equivalente aplicado a los buses interurbanos en el estudio de la CNE parece demasiado bajo; si se rehacen los cálculos con factores más apropiados, se puede estimar que el valor de la patente de un bus interurbano de mediano recorrido debería equivaler a unos US\$8 423 al año.

b/ Véase la nota de trabajo de la CEPAL, Una evaluación de la asignación de costos de la infraestructura vial por tipo de vehículo según el informe de la Comisión Nacional de Energía, noviembre de 1986.

c/ Un "pcu" (passenger car unit o unidad de coche particular), refleja el espacio real ocupado por un determinado vehículo, en función del espacio que ocupa un automóvil particular, que tiene un factor pcu igual a uno.

d/ En la realidad, la fórmula de cálculo parece suponer una vida útil variable, entre 11 y 20 años, lo que, a la vez, introduce pequeños errores. Véase ibid.

