

# TARIFICACION DE LA RED VIAL INTERURBANA : ASPECTOS TEORICOS Y APLICACIONES

Julio A. Friedmann

Sergio A. Hinojosa

Ministerio de Obras Públicas

Morandé 59

## RESUMEN

En el trabajo se presenta una metodología simple de como a partir de  $VAN=0$  es posible determinar una tarifa que se acerca a un segundo óptimo en el sentido de Ramsey, la cual se utiliza en la determinación de las tarifas de la red vial concesionable y no concesionable. La razón de porqué buscar tarifas de segundo óptimo se relaciona con la existencia de una función de costos por provisión de infraestructura vial de tipo subaditiva. Esta observación anterior se encuentra para el caso chileno en un estudio realizado por Jara y Munizaga (1993). Además en el presente trabajo se estima una función de costo multiproductiva asociada sólo a los costos de mantención y también para este ítem de costos es subaditiva.

Para el caso de la tarificación de la Concesión de la Ruta 5 se desprende que las tarifas que resultan de  $VAN=0$  tienen la característica de ser **heterogéneas**, siendo relativamente más altas en la zona Norte y Sur del país. Lo anterior se debe principalmente a que los TMDA en estas zonas son más bajos que el resto del país y "históricamente" el Estado ha realizado menos inversiones de ampliación de capacidad. Utilizando el criterio de equidad espacial a lo largo de la concesión de la Ruta 5 se calculó una tarifa homogénea de autofinanciamiento. Esta tarifa para vehículos livianos toma valores entre \$1.000 y \$1200, la cual dado el análisis preliminar de evaluación es viable socialmente.

Los resultados muestran que la utilización de subsidios cruzados invocando el concepto de **pago por infraestructura** existente parece ser más viable. Dado que en algunos casos los plazos de la concesión resultan ser considerablemente grandes ( mayor que 50 años) o pequeños ( 5 años).

Para el caso de la Tarificación de la Red Vial no Concesionable, la cual sólo comprende inversiones en mantenimiento y conservación rutinario, se utilizó el Modelo de Normas de Mantenimiento y Diseño de Carreteras (HDM-III) del Banco Mundial. Se determinaron 19 nuevos puntos de cobros a través de ubicación de plazas de peajes. Se calculó la tarifa de autofinanciamiento, y la tarifa para Vehículos Pesados ascendió a \$2.420.



## 1. INTRODUCCION

Dada una adecuada estabilidad macroeconómica para los próximos años en el cual destaca un esfuerzo por parte del Gobierno por asegurar crecimiento con equidad y un decidido esfuerzo por superar la crisis de infraestructura pública en el país, especialmente en el área vial, se abre una importante ventana para que el sector privado nacional e internacional puedan encontrar interesantes oportunidades de inversión en proyectos de infraestructura, que puedan ser abordados en un esquema de negocio por CONCESION.

El régimen de concesiones en Chile que se enmarca dentro de este contexto, se basa principalmente en el reconocimiento de que la incorporación de recursos privados permitirán financiar el desarrollo de obras públicas, de forma tal de lograr una provisión de infraestructura acorde a la evolución de los requerimientos del crecimiento presente y futuro del país.<sup>2</sup>

A nuestro juicio, en el escenario anterior resulta extremadamente importante para el Gobierno contar con un Sistema de Tarificación para toda la red vial nacional. Por cierto se incluye la red que estará sujeta al sistema de Concesiones así como el resto de la red que por razones especiales de tráfico limitado no se piensa concesionar en los próximos años, donde el Gobierno seguirá invirtiendo recursos en las ampliaciones y conservaciones, para cual deberá tener claridad en el esquema de financiamiento.

En este sentido, el presente estudio tiene por objetivo plantear un esquema de tarificación para la red vial interurbana, apoyándose preferentemente en criterios económicos de eficiencia y equidad.

La eficiencia nace del hecho que los sistemas de precios correspondan en lo posible a los costos de construcción, explotación y mantención de las obras viales y por lo tanto que cada usuario pague una tarifa de acuerdo al costo que provoca en la red vial, con la menor distorsión posible en términos de asignación de recursos.

El concepto de equidad, para el presente estudio, considera cinco subcriterios, donde los dos principales están dado por el hecho que exista una **estructura relativa** de tarifas que sea proporcional al uso que realiza el usuario respectivo y que la tarifa sea socialmente viable.

Para lo anterior se divide la red vial en 2 grandes grupos:

---

1 Este Estudio contó con el apoyo técnico del Ministerio de Obras Públicas (MOP). Se agradecen los acertados comentarios de Alvaro González Jefe Unidad Ejecutiva Concesiones Ruta 5 -MOP y de Jorge Rivera de la Dirección de Planeamiento MOP. Se agradece especialmente la participación de Mac García de la Dirección de Vialidad y de Juan Pablo Miranda de la Dirección de Peajes del MOP en diferentes etapas del Estudio. Las Contribuciones de Mario Navarro y de Sebastián Sánchez ambos de la Unidad Ejecutiva Ruta 5 - MOP han sido valiosas. Como siempre los errores que puedan existir son de nuestra exclusiva responsabilidad y no comprometen en absoluto al MOP.

2 Los objetivos de este sistema son:

- (i) Fomentar la inversión y la eficiencia en la producción y gestión de la infraestructura pública.
- (ii) Descentralizar la producción y gestión de infraestructura, generando niveles de servicio por los cuales los usuarios estén dispuestos a pagar.
- (iii) Generar los mecanismos necesarios para que los usuarios paguen por el desarrollo, mantención y operación de la infraestructura originada mediante este sistema



i) La red vial pavimentada concesionable que se divide a su vez en Ruta 5 desde la Serena a Puerto Montt

ii) La red vial pavimentada no concesionable, desde Arica a Puerto Montt, la cual incluye diferentes caminos no estructurantes.

En cada uno de estos sectores se calculan tarifas específicas.

## 2. ASPECTOS TEORICOS

### 2.1 ASPECTOS GENERALES

Quizás la principal característica del mercado de infraestructura de transporte, es que resulta muy difícil, que el mercado a través del sistema de precios pueda asignar recursos de una manera relativamente eficiente, como ocurre en otros servicios de la economía. En general el mercado fracasa, por una parte porque los servicios de transporte son considerados por los usuarios como un bien público. Luego existe el problema de que resulta imposible conciliar eficiencia económica (Regla de Samuelson), financiamiento y declaración efectiva de preferencias por el bien. Lo anterior porque resulta muy costoso juntar a todos los usuarios y estos tienen todos los incentivos a subdeclarar su disposición a pagar y sus preferencias por el bien<sup>3</sup> (problema del viajante libre o free riders). Por otro lado, aparece el problema del Monopolio Natural, al ser más conveniente que un solo Agente entregue el servicio de carreteras o calles entre un par origen destino, principalmente por la existencia de un gran costo fijo, dado por la infraestructura vial.<sup>4</sup>

Finalmente, bajo ciertas condiciones los usuarios producen costos al resto de los automovilistas provocándose una discrepancias entre costos privados y costos sociales por el uso de la carretera, manifestado a través de la congestión.

En resumen, problemas de Bien Público, Monopolio Natural y Externalidades son los causantes del Fracaso de Mercado y por lo tanto el no cumplimiento de eficiencia en la asignación de recursos.

Sin embargo, las consideraciones anteriores sólo están basadas en aspectos de eficiencia y es necesario pensar que a pesar que exista una solución eficiente a las fallas de mercado a través por ejemplo de soluciones de segundo mejor, estas no garantizan consideraciones de equidad.

<sup>3</sup> Entiéndase por "bien" como la carretera.

<sup>4</sup> Para un buen análisis del tema de Monopolio Natural véase Train (1993), Philips (1986), Sibley (1987), Panzar (1989), Braeutigam (1989) y Hau (1993) aplicado al caso de autopistas urbanas.



## 2.2 TARIFICACION POR CONGESTION

La congestión se caracteriza cuando un conductor representativo en condiciones de tránsito viaja por una determinada franja de camino con puntos de inicio y términos determinados, será capaz de lograr una velocidad promedio que equipare los beneficios de un viaje más rápido contra los costos de mayor energía y riesgos de accidentes. En la medida en que otros vehículos ingresan posteriormente al camino, aumenta la densidad, baja la velocidad y se prolonga el tiempo de viaje. Hau (1992), determina que la razón fundamental por la cual ocurre la congestión de manera tan generalizada obedece a que los derechos de propiedad no están claramente delimitados, lo que produce una falla en el mercado.

La tarificación por congestión puede y más aún debe financiar los costos fijos de la nueva infraestructura que se desea alcanzar.

La justificación de esto es que al estar en presencia de bienes públicos congestionados<sup>5</sup> se produce una falla de mercado debido a : Consumo parcialmente rival y exclusión costosa

De manera que el Gobierno debe intervenir para corregir esta falla vía un peaje por congestión.

Según un reciente trabajo de la CEPAL (1994), la implementación de este tipo de cobro ha fracasado en todo el mundo ( salvo la excepción de Singapur en donde se argumenta que mas que corregir la externalidad el objetivo ha sido recaudar ingresos ) en los años 60 , 70 y 80 . La razón de ello es que si bien la tarificación conduce a una mejora de Pareto, se demuestra teóricamente que todas las partes ( salvo el Gobierno o la entidad recaudadora ) pierden pues perciben el peaje como un impuesto.

La teoría económica y una reciente encuesta realizada en Inglaterra<sup>6</sup> muestran que es posible obtener el apoyo ciudadano indispensable para la aceptabilidad política de la medida si los recursos son invertidos en mejoramiento y ampliación de la infraestructura y el transporte público.

El problema aquí es como transferir los beneficios a los usuarios sin afectar la eficiencia del peaje a congestión. Es bien conocido que en presencia de una externalidad negativa no es conveniente indemnizar a los afectados ni menos devolver el pago a los causantes de la externalidad .

La teoría sustenta la hipótesis de devolver al usuario los beneficios del peaje por congestión vía algún mecanismo no distorsionador , es decir , que no afecte la efectividad de la medida. Tal mecanismo esta descrito por la inversión de los recursos en nueva infraestructura.<sup>7</sup>

El cobro óptimo por uso de caminos está dado por una parte por el peaje a congestión y por otra parte por el cobro del costo de mantención variable de un camino. El peaje por congestión esta dado

5 Como por ejemplo las calles de Santiago

6 Básicamente se le preguntó a la gente si estaba a favor o en contra del cobro de peaje, un 57 % se manifestó en contra. Sin embargo, cuando se les planteó que los beneficios serían usados para financiar transporte público , el 57 % de la misma población encuestada se manifestó a favor de la medida. Hau (1992)

7 Lo cual es cercano a una devolución lump sum por tratarse de bienes públicos.





por la diferencia entre el costo marginal de corto plazo ( CM ) y el costo medio de corto plazo del recurso tiempo ( CMV), es decir:

$$\text{Cobro Total} = ( \text{CM} - \text{CMV} ) + \text{Costo de Mantenimiento Variable}$$

Un esquema de tarificación por congestión, debe implementarse cuando la presencia de este fenómeno sea sistemática. Esto ocurre con mucha mayor fuerza, en el caso Chileno, en la ciudad de Santiago y en otras ciudades grandes del país y está relacionado más con un fenómeno de carácter urbano que interurbano.

En este sentido, el presente trabajo **no incorpora tarificación por congestión** por las siguientes razones:

• Las ampliaciones de capacidad, el diseño de caminos, los aspectos geométricos de la Ruta 5 se diseñan en un contexto de no congestión. En otras palabras, dada la estimación de la demanda para los próximos 20 años, hoy día se diseñan carreteras para evitar este fenómeno. Este diseño está determinado principalmente por la construcción de autopistas y dobles calzadas en la carretera panamericana desde La Serena hasta Puerto Montt.<sup>8</sup>

• Dada la proyección de la demanda, no existe este fenómeno de una manera clara en los próximos 20 años en la red vial no concesionable, la cual sólo implica mayores gastos por mantención y conservación rutinaria.

• No se analiza en este trabajo, el caso de la ruta 68, que une Santiago-Valparaíso, donde sería posible, para el caso interurbano considerar tarificar por congestión, en periodos como fines de semana largo y temporada de Verano.<sup>9</sup>

## 2.3 TARIFICACIÓN POR PROVISIÓN DE INFRAESTRUCTURA ÓPTIMA

Asumiendo que no se tarificará por congestión, la opción es la **tarificación por provisión de infraestructura óptima**. El cobro por el uso de la infraestructura es visto como una forma de introducir equidad y eficiencia en el transporte interurbano de carga y pasajeros. Como se señaló la eficiencia nace del hecho que los sistemas de precios corresponde a los costos de construcción, explotación y mantención de las obras viales. La tarificación a costo marginal de largo plazo cumple con el criterio de eficiencia dado que se maximiza el bienestar social.<sup>10</sup> Por otro lado la equidad implica que cada usuario en lo posible, pague por el uso de la infraestructura. Lograr equidad y eficiencia no es tarea fácil. En efecto, como lo señalan Jara Díaz y Munizaga (1993), los automovilistas pueden argumentar que son los operadores de los vehículos pesados quienes deben

8 Por ejemplo, entre Santiago y Rancagua, donde en ciertos periodos este fenómeno podría ser importante se está considerando la posibilidad de construir una autopista, paralela a la Ruta 5.

9 En este caso el MOP está considerando, tarificar por congestión y financiar con cargo a estos recursos la ampliación de la Ruta la Dormida en un contexto de concesión. Las estimaciones indican inversiones por más de 250 millones de dólares.

10 En teoría tarificación a costo marginal de largo plazo siempre es deseable. Sin embargo si los impuestos Lump Sum no están disponibles para el Regulador, existiendo por tanto un costo social de uso de fondos públicos la tarificación a costo marginal puede no ser first best en presencia de un Monopolio que no financie costos fijos y requiera subsidio estatal para operar. Véase Laffont y Tirole (1993)



financiar los caminos, debido que dichos vehículos requieren pavimentos de gran espesor. Los operadores de camiones pueden señalar al gran volumen de vehículos livianos como los responsables del numero de pistas y nivel de servicios requeridos y por lo tanto del mayor costo de construcción. En síntesis cada usuario de la carretera ve desde su óptica particular los criterios de eficiencia y equidad.

Para lo anterior resulta básico determinar los costos marginales de largo plazo por provisión de infraestructura. Para lo anterior, se utilizará la Metodología realizada por Jara Díaz y Munizaga (JDM)(1993) y utilizada en el Estudio de CITRA (1993), donde estima una función de costos multiproducto para el transporte interurbano.

El trabajo de JDM consistió en estimar cada función de costos  $C_{ij}$ , asociándole un vector de variables independientes dado por los flujos vehiculares ( $V$ ) y generando costos mínimos a cada flujo vehicular. Se consideraron 3 tipos de clima ( $y$ ) (Norte, Plano y Sur) y 3 esquemas topograficos ( $j$ ) (Plano, Montañoso y Ondulado), originándose una estimación de 9 ecuaciones de costos. En este caso los costo marginales de largo plazo representan el uso óptimo de recursos de desde una óptica tecnológica.

La función de costos en el mencionado trabajo, corresponde a una especificación tipo cuadrática, es decir:

$$C(V) = C_0 + \sum_i^4 A_i \times \Delta V_i + \sum_i^4 \sum_j^4 A_{ij} \times \Delta V_i \times \Delta V_j$$

Donde,  $\Delta V_i$  es la desviación en torno a la media de las observaciones de la componente  $i$ -ésima del TMDA y  $A_i$  representa el costo marginal en la media de las observaciones. La expresión anterior puede interpretarse como una aproximación de la verdadera función costos  $C(V)$  en serie de Taylor de segundo orden, en torno a la media de los flujos.

Este estudio demuestra la existencia de economías de escala y de ámbito en la producción de servicios de carreteras. Las economías de escala debe ser interpretada como las ventajas desde el punto de vista de costos de la "producción" masiva de flujos de automóviles, camiones pesados y livianos y buses. Las economías de ámbito indica la conveniencia que desde el punto de vista de los costos de producir en conjunto flujos de vehículos de carga y pasajeros en un caso, y flujos de vehículos livianos y pesado en le otro. Tanto las economías de escala y de ámbito indican que no es posible tarificar a costo marginal de largo plazo dado que, la aplicación de esta tarifas llevaría a que no se financiaran los gastos fijos asociados a la mantención, construcción y operación de la carretera en particular.





## 2.4 ESTIMACION DE COSTOS MARGINALES EN RUTAS NO CONCESIONABLES.

En el caso de Rutas no Concesionables, es decir aquellas que tienen bajo tránsito y no requieren ampliación de capacidad, el costo de construcción de nuevas vías no se considera, al menos para los próximos 20 años. Este es el caso de la carretera longitudinal desde Arica a la Serena y otras rutas secundarias a lo largo del país. En este caso, los costos relevantes son los asociados sólo a mantenimiento y conservación periódica. Para lo anterior interesa determinar si es posible la tarificación a costos marginal de largo plazo, asociando los costos solamente a los señalados anteriormente. Para lo anterior se define la siguiente función de costos:

$$C(V) = \alpha + \beta_1 \times (V_1 - V_{1m}) + \beta_2 \times (V_2 - V_{2m})$$

Donde  $V_i$  representa un vector fila de flujos vehiculares, identificados por 2 tipos de vehículos:  $V_1$ : Autos y Camionetas y  $V_2$ : Buses y Camiones,  $\beta$  es un vector columna que refleja los costos marginales a cada tipo de vehículos<sup>11</sup> y  $V_{im}$  es la media de la variable  $V_i$ <sup>12</sup>.

De esta forma, siguiendo a Panzar (1989), las economías de escala,  $S$ , para el caso multiproducto están dadas por:

$$S = C(V) / (V_1 \times \partial C / \partial V_1 + V_2 \times \partial C / \partial V_2)$$

Donde el grado de economías de escala evaluadas en el promedio de las observaciones están determinadas por:

$$S = \alpha / (V_{1m} \times \beta_1 + V_{2m} \times \beta_2)$$

Si  $\alpha = 0$ , entonces existen rendimientos constante a escala, si  $\alpha$  es distinto de cero y los  $\beta$  son positivos existen Economías de Escala.

Existen Economías de Ambito<sup>13</sup> (scope),  $SC$ , si:

$$SC = [C(V_1, 0) + C(0, V_2) - C(V_1, V_2)] / C(V_1, V_2) > 0$$

$$SC = 2\alpha / [\alpha + \beta_1 \times (V_1 - V_{1m}) + \beta_2 \times (V_2 - V_{2m})] > 0$$

Si  $\alpha$  es distinto de cero y los  $\beta$  son positivos, entonces existen economías de ámbito.

11 A diferencia del trabajo de Jara-Díaz por simplicidad se utilizó una función de costos multiproductiva lineal y no cuadrática. Nerlove (1963) para el caso eléctrico utiliza una función de costos del tipo Cobb-Douglas, Christensen y Greene (1976) utilizan una translog.

12 La función de costos planteada sigue una expansión de Taylor de primer Orden

13 Las Economías de Ambito pueden definirse también a partir de los conceptos de costo incremental, en el sentido de Baumol, Panzar y Willig (1982). Si  $CI1 = C(V_1, V_2) - C(V_1, 0)$  y  $CI2 = C(V_1, V_2) - C(0, V_2)$ , representan los costos incrementales asociados a vehículos tipo 1 y tipo 2, es claro que si  $(CI1 + CI2) < C(V_1, V_2)$  la función de costos es subaditiva, existiendo economías de ámbito.



Las economías de ámbito pueden interpretarse como que para la empresa resulta más barato atender en términos de costos de mantención a ambos tipos de vehículos en forma conjunta que en forma separada, dada la existencia de un costo fijo que se comparte. Lo anterior implica que la función de costos es Subaditiva<sup>14</sup>, en el sentido que:

$$C(V_1, 0) + C(0, V_2) > C(V_1, V_2)$$

La determinación de economías de ámbito y por lo tanto de subaditividad de la función de costos resulta clave para determinar si estamos en presencia de Monopolio Natural. Si existe monopolio natural, la tarificación a costo marginal de largo plazo no cubre los costos fijos asociados a la mantención y conservación del camino. Luego, a pesar que puede resultar óptimo tarificar a costo marginal de largo plazo, esta no es viable.<sup>15</sup>

Para la estimación de la función de costos se procedió de la siguiente forma:

1. Se generaron 25 observaciones aleatoriamente a través de una normal multivariada. Cada observación representa tránsito de vehículos tipo 1 y tipo 2. La generación de observaciones se realizó sujeto a la restricción de mantener cierta proporcionalidad en la circulación de cada tipo de vehículo a lo largo del país.
2. Para la estimación de los costos de mantención y conservación se consideró el Sistema de Gestión de Pavimentos de Hormigón (GIMPH)<sup>16</sup>. El modelo GIMPH calcula internamente los deterioros y costos de conservación del volumen de tránsito, de las cargas por eje y de las condiciones ambientales. Los costos totales de conservación son calculados endógenamente en base a las cantidades físicas y los precios unitarios especificados. De esta forma para cada observación  $V_1$  y  $V_2$  se determinó un costo total de mantenimiento.

Se consideró un pavimento de hormigón nuevo, un clima correspondiente a la zona central de Chile y un estándar de conservación constante para todas las corridas.

3. Para realizar las corridas con el Modelo GIMPH se debieron definir una serie de parámetros necesarios para la modelación tales como : tipo de pavimento, clima, tránsito, flota vehicular, estratigrafía, estándar y costos de conservación.
4. El parámetro del tránsito se define principalmente a través de la especificación de los tipos, volumen y peso por eje de los vehículos que transitan por lo caminos a evaluar.

14 Obsérvese que por definición cuando la función de costos es subaditiva, en el sentido descrito, corresponde a una industria tipo Monopolio Natural.

15 En presencia de disponibilidad de impuestos lump sum por parte del Regulador, bajo monopolio natural la tarificación a costo marginal de largo plazo es eficiente, en el sentido de maximizar la suma del excedente del consumidor y productor, si es acompañada por un subsidio estatal. Alternativamente la tarificación no lineal puede utilizarse en el caso de que el Regulador conozca la demanda por viajes. Véase Braeutigam (1989).

16 La corrida del GIMPH se realizó con la ayuda importante del Ing. Mac García de la Dirección de Vialidad-MOP



EL TMDA corresponde al parámetro que diferencia una corrida de otra. Para este caso se utiliza un rango de tránsito medio diario de vehículos pesados ( $V_2$ ) de entre 450 y 11.000 vehículos día.

5. Para las corridas se considera una flota vehicular que consiste en 5 vehículos tipos: automoviles, utilitarios o camionetas, camiones simples de dos ejes, camiones articulados de más de dos ejes y buses. Los dos primeros corresponden a vehículos livianos ( $V_1$ ) y los últimos tres corresponden a vehículos pesados ( $V_2$ ).
6. Para la distribución de peso por eje, se utiliza una estratigrafía correspondiente a la zona central de Chile, la cual está definida en la base de datos del GIMPH.

Para las estimaciones de los parámetros de la función de costos se utilizaron minimos cuadrados, donde dada forma de generar las observaciones (aleatoriamente), los indicadores estadísticos resultan ser satisfactorios, tanto en términos de ajuste como de confiabilidad.

Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

COSTOS MARGINALES POR MANTENCION  
(\$/Veh/Km)

Parámetro	Valor
$\alpha$	327348 (56.73)
$\beta_1 (V_1)$	-0.00066 (-0.06)
$\beta_2 (V_2)$	0.499 (27.54)
$R^2$	0.97

Test t entre parentesis

$V_1$ : Autos Camionetas

$V_2$ : Camiones- Buses

El grado de Economías de Escala está dado por  $S=1.252^{17}$ , y dado que el parámetro  $\alpha$  resultó ser positivo y estadísticamente significativo se concluye la existencia de economías de escala y de ámbito en el caso de la mantención. De esta forma, no resulta óptimo del punto de vista de los costos de mantención que existan carreteras especializadas para autos y camionetas por un lado y para camiones y buses por otra lado. Alternativamente las economías de ámbito podrían interpretarse señalando que resulta óptimo desde el punto de vista de los costos atender en forma conjunta la mantención para vehículos tipo 1 y tipo 2 que hacerlo en forma separada. Lo anterior debido a la presencia de un costo fijo (maquinaria especializada) común a ambos tipos de vehículos.

<sup>17</sup>  $S = 327348 / (1022313 * 0.00066 + 525037 * 0.499) = 1.25$

Tanto los resultados obtenidos en este Estudio como los obtenidos en el estudio de Jara Díaz-Munizaga implican la existencia de Monopolio Natural en el mercado de infraestructura vial interurbana, concluyéndose que la tarificación a Costo Marginal de Largo Plazo no permite la operación del Monoplista, a menos que se consideren subsidios estatales que cubran costos fijos.

De esta forma, dada la restricción de capital por parte del Regulador (subsidios), una alternativa a la tarificación a costos marginal de largo plazo es la búsqueda de tarifas que atenúen la pérdida de eficiencia económica. Esta tarifas se denominan de segundo mejor. (Sibley, Train, Tirole).

## 2.5 PROPUESTA METODOLOGICA TARIFICACION SEGUNDO OPTIMO.

### Aspectos Teóricos

La presente propuesta indica como a partir de un contexto intertemporal utilizando el concepto de Valor Actual Neto (VAN) es posible encontrar un esquema tarifario de segundo mejor, el cual consiste en cobrar precios o tarifas iguales al costo medio total de largo plazo.

Consideremos una estructura de costos medios totales  $C_{meT}(\cdot)$  dependientes del tiempo y una demanda  $D(\cdot)$ , la cual no necesariamente se supone inelástica. Como se señaló debido a la presencia de subaditividad de la función de costos sabemos que resulta no viable (a menos que entreguemos subsidios Lump Sum o permitamos Tarificación no Lineal) la tarificación a costo marginal de largo plazo, dado que no se financiarían los costos fijos, (o la inversión inicial equivalente) cobrándose una tarifa igual a  $C_{mg}$ . La opción es tarificar despejando la tarifa a partir de  $VAN=0$ . De esta manera lo que se consigue es una tarifa que, por un lado minimiza las ganancias del Monopolista (operador privado o el Estado) y por otro lado garantiza cubrir completamente los costos. Claramente el beneficio en un periodo  $t$  cualquiera será igual a cero de modo que el VAN también resulta igual a cero. De esta forma dada una secuencia de precios  $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, \dots, P_N$  es posible definir un precio único equivalente  $P$  que al ser sustituido en la expresión del VAN este sigue resultando nulo.

Supongamos que la demanda por vías de transporte depende de "M" tipos de vehículos (automóviles, camiones, etc.) indexados por  $k = 1, \dots, M$  y que se fija un plazo de Proyecto de "N" años. Suponemos además que el peaje cobrado a un vehículo de tipo  $k$  en un instante  $t$  es  $P_{k,t}$  y que el tránsito inducido vía la demanda es  $T_{k,t}(P_{k,t})$  (medido en términos de TMDA<sup>18</sup>), donde hacemos explícita la dependencia en tiempo y por tipo de vehículo.

Supondremos que la estructura de costos totales en un instante  $t=1, \dots, N$  y para un tipo  $k=1, \dots, M$  está dada por  $CT_{k,t}(T_{k,t}(P_{k,t}))$ , la cual incorpora obviamente los costos fijos asociados a la inversión inicial y los costos variables asociados al flujo de vehículos (operación y mantención). De esta manera, podemos decir que el beneficio que se obtiene durante todo el periodo  $N$  es:

$$VAN = \sum_t \sum_k^M [P_{k,t} T_{k,t}(P_{k,t}) - CT_{k,t}(T_{k,t}(P_{k,t}))]$$

18 Transito Medio Diario Anual



donde VAN se calcula considerando una tasa de descuento relevante ( $\beta$ ) y está tomado en base a las tarifas  $P_{k,t}$  previamente determinadas.<sup>19</sup>

Debido a que el monopolista debe cubrir sus costos, lo más probable es que los usuarios tengan que pagar más que el costo marginal en sí, lo cual obviamente nos aleja del óptimo social de primer mejor (aquel en el cual se maximizan los excedentes de consumidores y productores). De esta forma, la idea es poder definir una estructura de tarifas que, además de cubrir los costos totales ( $VAN=0$ ), sea capaz de minimizar la pérdida social entendida en su como colocar una tarifa distinta de costo marginal de largo plazo. Suponiendo dada la construcción de la obra y libre de peaje el tránsito inducido en tal caso es  $T_{k,t}(0)$  (en realidad, podemos partir de cualquier punto de referencia que consideremos como situación óptima; recordar que en realidad lo importante es minimizar la variación del óptimo social). Por otro lado, dado un peaje por tránsito  $P_{k,t}$ , el nuevo valor de la demanda por tránsito es  $T_{k,t}(P_{k,t})$ . Por lo tanto, sólo por concepto de variación de tráfico y alza en el precio (diferencial de precios sociales referenciales y peajes) la pérdida de eficiencia económica total es:

$$PEE = \sum_t \sum_k \gamma_t [P_{k,t} (T_{k,t}(0) - T_{k,t}(P_{k,t}))]^{20}$$

donde  $\gamma$  es un factor de descuento social.

Precisando más aun el marco en lo que respecta a la pérdida de eficiencia económica, consideraremos que ella no sólo depende de una variación en los precios y los flujos sino que además de otros factores. Asumiremos una perturbación en los precios de carácter multiplicativo que de alguna manera refleje dichas perturbaciones adicionales.

De esta manera, la pérdida social total corregida es:

$$PEE = \sum_t \sum_k \gamma_t [P_{k,t} \mu_{k,t} (T_{k,t}(0) - T_{k,t}(P_{k,t}))]$$

19 En rigor,  $VAN = \sum_k \beta^k [365 P_{k,t} T_{k,t}(P_{k,t}) - C T_{k,t}(T_{k,t}(P_{k,t}))]$ . Sin embargo, para efectos de lo que sigue, podemos

suprimir las constantes numéricas sin ningún tipo de inconvenientes.

20 En realidad deberíamos considerar que la pérdida de eficiencia económica se obtiene integrando la curva de demanda por tipo considerando las variaciones en precio. En este caso estamos suponiendo explícitamente que la demanda es lineal, es decir, que la relación que se establece entre el tránsito y el peaje en un cierto instante de tiempo es una función lineal que sólo depende del precio en el instante considerado. Este hecho es muy relevante en lo que sigue pues determina la forma de la condiciones de optimalidad que emplearemos. Si fuera el caso que supusiéramos una demanda que depende del precio de periodos anteriores, es decir, una demanda endógena al problema, el tratamiento matemático sería completamente distinto pues deberíamos emplear técnicas de programación dinámica o de control óptimo, cuestión que no se analiza en este trabajo pero puede resultar muy interesante como investigación futura.



donde  $\mu_{k,t}$  es el factor de compensación ya mencionado.

El consiguiente problema de optimización que se genera es:

min PEE

s.a  $VAN=0$

y su respectivo Lagrangeano:

$$L(P_{k,t}) = PEE + \lambda VAN$$

Imponiendo las condiciones necesarias de optimalidad ( es decir, la derivada de L con respecto a  $P_{k,t}$  y la derivada del multiplicador iguales a cero ) se obtiene:

- a)  $[-2 \gamma' \mu_{k,t} + \lambda \beta^t] - P_{k,t} T'_{k,t}(P_{k,t}) = \lambda \beta^t - [CMg_{k,t}(T_{k,t}(P_{k,t})) - T'_{k,t}(P_{k,t}) - T_{k,t}(P_{k,t})]$
- b)  $VAN=0,$

donde  $T'_{k,t}(\cdot)$  es la derivada de  $T_{k,t}(\cdot)$  con respecto a  $P_{k,t}$  y  $CMg_{k,t}$  es el costo marginal, es decir, la derivada de  $CT_{k,t}(\cdot)$  con respecto a  $T_{k,t}$ .

La condición (a) puede ser reescrita como:

$$\varepsilon_{k,t} = \alpha_{k,t} - [CMg_{k,t}(T_{k,t}(P_{k,t})) - (T'_{k,t}(P_{k,t})/T_{k,t}(P_{k,t})) - 1]$$

donde  $\varepsilon_{k,t}$  es la elasticidad precio de la demanda y  $\alpha_{k,t} = -2 \gamma' \mu_{k,t} + \lambda \beta^t$ .<sup>21</sup>

Esta condición es la conocida regla de Ramsey para la determinación de un óptimo de segundo mejor y corresponden claramente a las condiciones necesarias de optimalidad del problema de minimizar

21 Una cuestión que resulta interesante de considerar es que si cambiamos la restricción  $VAN=0$  por  $VAN>0$ , la forma de enfrentar el problema es por medio de las condiciones necesarias de optimalidad de Kuhn-Tucker. Sin embargo, bajo la hipótesis de demanda lineal, al imponer las condiciones de Kuhn-Tucker al problema considerando una solución interior (es decir,  $VAN>0$ ) resulta que los puntos factibles son todo los números reales de modo que no entrega condiciones adicionales para la determinación del precio y por lo tanto no es útil (en este caso cualquier precio que haga  $VAN>0$  sería solución al problema, lo cual no tiene sentido). De esto, forzosamente estamos obligados a considerar que la solución del problema es el la frontera de las restricciones, es decir, que  $VAN=0$ .

Un enfoque completamente distinto (en apariencia) sería el de considerar que el problema a resolver es uno en dos etapas: minimizar la pérdida de eficiencia económica sujeto a que minimizo el VAN y que además cubro los costos. En realidad, este enfoque es equivalente al anterior de modo que no aporta nada al mejoramiento del problema, pero si eventualmente a su entendimiento.



las pérdidas sociales sujeto al financiamiento de los costos totales. La solución de dicho problema genera una secuencia de tarifas óptimas que obviamente minimizan la pérdida social y que son de autofinanciamiento. Es por esta razón que, aun cuando difieran de las tarifas óptimas sociales globales que provienen de una condición del tipo precio igual costo marginal, la restricción del problema implica un cambio en la elección de modo lo que las hace diferir entre sí, lo cual es obviamente razonable pues las tarifas de precio igual costo marginal son infactibles para el problema.

## Implicancias

Las condiciones anteriores definen una estructura tarifaria que es compatible tanto con la restricción de beneficio nulo y con la minimización de la pérdida de eficiencia económica. Sin embargo, aún cuando podemos hacer explícita las condiciones a satisfacer, en un marco completamente general sobre la estructura de la demanda y de los costos, resulta que en general tales condiciones son difícilmente aplicables pues resulta complicado estimar directamente los parámetros en las funciones involucradas.

Cabe señalar que una forma equivalente de plantear el problema anterior es el de minimizar la pérdida de eficiencia económica considerando que se minimizan los trasposos en valor absoluto entre el Regulador y el operador privado de la obra.

Como caso particular del problema general ya tratado supongamos que una o más de las curvas de demanda por servicios sea completamente inelástica. Si sólo una de ellas lo es, la función objetivo (PEE) en la respectiva componente es nula y por lo tanto, cualquiera sea el precio cobrado a dicha componente y al resto cero, la pérdida social es nula, es decir, alcanza su mínimo valor. De esta manera, para además ser compatibles con la restricción de  $VAN=0$ , se ajusta el valor del precio en dicha componente inelástica de modo que la restricción  $VAN=0$  sea satisfecha, lo cual obviamente resuelve el problema. Si se diera el caso que más de una de las componentes fuese inelástica entonces el razonamiento anterior se repite considerando, eso sí, que la cantidad de posibles soluciones es infinita pues al hacer nulos los precios de las componentes elásticas y fijar los precios de las componentes inelásticas de modo que sea satisfecha la restricción  $VAN=0$ , la cantidad de posibles combinaciones de precios que se generan es infinita. De esta manera, la decisión de como enfrentar el problema de tarificación bajo supuestos de fuerte inelasticidad es esencialmente un problema de carácter político en la medida que las soluciones factibles son numerosas y que cada una de ellas hace que la pérdida social sea nula.

Claramente las hipótesis resulta ser poco razonable en todo el rango de precios pero si eventualmente puede serlo en un intervalo restringido de valores. De esta forma, el problema esencial es buscar el rango de valores para las tarifas de modo que se mantiene el carácter inelástico de la demanda.<sup>22</sup>

22 Un caso de inelasticidad fuerte en un rango razonable de precios sería la Ruta 5, principal carretera del país y con pocos sustitutos inter e intramodales.



La hipótesis de inelasticidad en un rango de precios justifica plenamente la asignación de precios considerando costos relativos por tipo o cualquier otra forma de asignar un precio máximo y definir el resto de precios diferenciadores ponderándolo de manera adecuada e imponiendo solamente la condición de  $VAN=0$  para dichos valores. Si fuera el caso que la estructura de costos medios totales es constante en cada tipo de demanda, entonces es posible definir una estructura de tarifas constante (e iguales al costo medio) de modo que dichos precios minimizan la pérdida social y además son factibles pues el concesionario es capaz de cubrir sus costos. La razón de lo anterior es que tarifa igual al costo medio define el único punto factible si en vez de la condición de  $VAN=0$  imponemos que en cada período el concesionario obtenga beneficio nulo de modo que podamos evitar el traspaso de capitales entre los sectores interesados.

Conclusión, podemos afirmar que es posible definir una estructura de precios constante en el tiempo que nace de igualar  $VAN$  a cero y despejar  $P$ , que permite que quien se haga cargo del proyecto (Operador Privado o Estado) cubra completamente los costos totales a precios  $P$ .

Si bien es cierto que podemos definir una estructura de precios constantes en el tiempo ( en términos reales) que garantice  $VAN$  nulo, en cada periodo se puede dar la situación que existan beneficios positivos o negativos considerando que la estructura de costos puede ser variable. Podemos decir que si los costos medios son constantes, en cada periodo, el beneficio es nulo y estamos en situación de segundo mejor. Por otro lado se debe señalar que el resultado anterior se independiente del tipo de demanda que enfrenta el agente que se haga cargo del proyecto. En particular, para demanda perfectamente inelástica pero creciente en el tiempo, el resultado sigue siendo válido.

### Aspectos Numéricos

Es fácil ver que el algoritmo que despeja  $P$  a través de imponer la restricción  $VAN=0$ , está determinado por:

$$P=((K+VAC) \times (\sum (T_1 + Cmg_2 \times T_2 + Cmg_3 \times T_3 + Cmg_4 \times T_4) / (1+r)^n))^{-1} (*)$$

Donde  $T_{kt}$  está determinada por los 4 tipos de vehículos definidos anteriormente,  $VAC$  es el valor actual de los costos simulados y  $r$  es la tasa de descuento relevante.

Para el cálculo de las tarifas relativas, el cual se determina por el ponderador  $Cmg_i$  ( $i=1,4$ ) y como se supone fuerte inelasticidad de al menos un tipo de vehículo, es posible trabajar con estructura de tarifas relativas en relación a este tipo de vehículo. Por simplicidad se trabaja con los vehículos livianos y la normalización viene de considerar costos marginales sociales de largo plazo determinados por Jara Díaz y Munizaga y formalizados a través del Estudio CITRA.

El resultado es que consistentemente, despejando  $P$  a partir del algoritmo presentado debe considerarse una tarifa diferencial aplicada sólo al tipo de vehículos que origina dichos costos.





A través de lo anterior hemos introducido el concepto que la sociedad debe atender a diferentes usuarios o tipos de vehículos y cada uno de ellos “usa” de manera distinta la carretera y por lo tanto el costo marginal de un vehículo que circula por ella es diferente.

De esta forma cada usuario paga por las vías en proporción al uso de estas. Esto implica que el sistema propuesto a partir de  $VAN=0$  sea eficiente, y además tenga implícito un sentido de equidad en el pago de cada usuario hace por la vía.

### 3. LA RED CAMINERA NACIONAL

El Estudio tomó como referencia la Red Vial Básica Pavimentada, la cual se dividió en :

- a) Rutas Concesionables
- b) Rutas Transversales o Red Básica Pavimentada no concesionable

Con la definición anterior se realizó una simulación para la determinación de Estructuras Tarifarias, que tenga la característica del autofinanciamiento (second best) a través del cargo al usuario “User Charge”. Para lo anterior, se toman como referencia 2 situaciones:

#### SITUACION A

La red vial estructural se divide en Rutas Concesionables (Ruta 5), donde en cada una de ellas existe tarificación a costo medio social de largo plazo y estructura de tarifas relativas de acuerdo al vector de costos marginales sociales CITRA. En particular esta opción entrega los siguientes productos:

A1) Tarifas específica de autofinanciamiento de cada tramo considerado.

A2) Tarifa pareja para la Ruta 5 desde La Serena a Puerto Montt. Esta simulación comprende subsidios cruzados a lo largo de la concesión o ampliaciones - reducciones en el plazo de concesión.

#### SITUACION B

B1) Una tarifa de autofinanciamiento por peajes en redes transversales pavimentadas y Ruta 5 desde Arica a la Serena, en base a sistema de cobros convencionales. Lo anterior implica el autofinanciamiento de los costos de Conservación Periódico y Rutinario en base a una política óptima. Se consideró una tarifa donde paguen todos los usuarios y otra opción donde paguen solamente los camiones pesados, principales causantes de los gastos de mantención que realiza actualmente el Estado.

B2) Una tarifa tonelada kilómetro de autofinanciamiento en redes transversales pavimentadas y Ruta 5 desde Arica a la Serena. Lo anterior implica el financiamiento de los costos de Conservación Periódico provocados por camiones pesados que trasladan carga.

Esta opción incorpora la introducción de la tonelada kilómetro la cual es pagada por el *generador de la carga*.

## 4. TARIFICACION DE LA RUTA 5

### 4.1 CONSIDERACIONES GENERALES

La Ruta 5 o Carretera Panamericana corresponde el eje estructurante interurbano de transporte terrestre más importante de Chile, conectando el país desde Arica hasta Punta Arenas.

El sector más relevante en cuanto a los niveles de demanda es el área comprendida entre La Serena por el Norte y Puerto Montt por el Sur.

En consideración a lo anterior el Ministerio de Obras Públicas ha definido los siguientes tramos para la concesión de la Ruta 5:<sup>23</sup>

Tramo	Kms	Inversión (MMUS\$)
1.- Ruta 5, La Serena-Los Vilos	270	180
2.- Ruta 5, Los Vilos-Santiago	172	110
3.- Ruta 5, Santiago-Talca	319	178
Autopista Santiago - San Fernando		
4.- Ruta 5, Talca Chillán	193	117
5.- Ruta 5, Chillán - Collipulli	144	150
Ruta 5, Collipulli- Temuco	209	103
Ruta 5, Temuco - Río Bueno	129	100
Ruta 5, Río Bueno - Puerto Montt	124	138
<b>Total</b>	<b>1.560</b>	<b>1.076</b>

El nivel de servicio de la Ruta apunta fundamentalmente a proveer en forma homogénea las ampliaciones de capacidad (dobles calzadas, puentes, estructuras, enlaces, etc.), las rehabilitaciones de la carretera durante todo el horizonte del proyecto, una velocidad de operación equivalente al diseño técnico de las obras, un nivel óptimo de seguridad vial y servicios complementarios acordes con una carretera de alto estándar.

Para cada uno de los tramos se calculó una tarifa de autofinanciamiento de acuerdo a lo señalado en la metodología presentada. Se utilizaron 3 estructuras de tarifas relativas. La estructura a costo

<sup>23</sup> En estricto rigor, la Concesión de la Ruta 5, también incluye la conexión vial del Canal de Chacao. Las soluciones de ingeniería están evaluando la posibilidad de un túnel o de un puente. Por las características especiales de este tramo no se consideró en este estudio tarifario.



marginal promedio, la estructura costo marginal centro plano y la actual estructura de tarifas que aparentemente tiene aceptación por parte del público.

Los supuestos utilizados para el calculo tarifario son los siguientes:

- Plazo de Construcción de las Obras de Ampliación igual a 3 años, con un costo financiero de 9.5% anual
- Plazo de la Concesión 20 años a partir de finalizadas las obras de construcción.
- Costo de operación durante la etapa de construcción igual a US\$500.000.
- Operación de cada plaza de peaje US\$1.000.000
- Gastos en mantención de calzada simple US\$4.000 al año por kilómetro
- Se consideró una conservación periódica el año 10 por US\$120.000 el kilómetro
- Gasto de operación durante la explotación de la concesión US\$750.000

Para la estimación de la demanda inicial se han considerado dos fuentes:

1.- Información del Plan Nacional de Censos 1992, el cual determina los tránsitos medios diarios anuales (T.M.D.A.) en bases a dos factores fundamentales: a) factores climáticos, dado que algunas zonas afectan directamente la transitabilidad de los caminos, la producción agrícola y el tránsito turístico y b) Actividad Productiva preponderante, dado que esta otorga características particulares al tránsito, condiciona el tipo de vehículo que circula y determina los días y horas de mayor o menor intensidad vehicular.

2.- Información puntual de estudios específicos para cada uno de los tramos en el caso que esta información estaba disponible.

La tasa de crecimiento vehicular se ha extraído a través de promedios de diferentes estudios de demanda que el MOP ha contratado en los últimos años a lo largo de la Ruta 5. Estas tasas son las siguientes:

Vehículos Livianos	: 5%
Camiones Simples	: 1%
Camiones + 2 ejes	: 7%
Buses	: 4%

Para la determinación de la localización de las plazas de peajes a lo largo de la Ruta 5 se utilizó principalmente el criterio sugerido por CITRA que dice relación con el siguiente procedimiento:

1.-Se estimó el orden de magnitud del TMDA en la ubicación tentativa de la Plaza

2.-Se asignó una longitud de influencia a cada una, definida como la distancia entre los puntos medios de las plazas.

Al criterio anterior se le agregó la condición que la ubicación de la plaza no perjudicará el desarrollo del sector en particular y evitará pagos múltiples por usuarios de tráfico local.

La localización de las plazas de peajes se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 1: Localización de Plazas de Peaje**

	LOCALIZACION PLAZAS DE PEAJES Bidireccional
TRAMO	
La Serena-Los Vilos	Cerrillos ( Km 380) Ing. Barriga (Km 205)
Los Vilos-Santiago	Lampa (Km 26)
Sistema Santiago-Talca Autopista Santiago - San Fernando	Autopista: Sector Jahuel Angostura (Km 57) Quinta (Km 164)
Talca Chillán	San Rafael (Km 264) Perquilauquen (Km 358)
Chillán - Collipulli	Laja ( 483)
Collipulli- Temuco	Ercilla (Km 590) Quepe (Km 695)
Temuco - Río Bueno	Paillaco (Km 850)
Río Bueno - Puerto Montt	Purranque (Km 963)
Total	12 plazas

Fuente : Elaboración Propia en base a información Unidad Ejecutiva Ruta 5-DGOP-MOP

## 4.2 TARIFICACION DE AUTOFINANCIAMIENTO POR TRAMOS

Con los supuestos anteriores se corrió un programa que contiene el algoritmo presentado en la Metodología, y se obtuvieron las tarifas de autofinanciamiento para cada uno de los tramos por tipo de vehículos. A continuación se presentan los resultados para vehículos livianos:



**Tabla 2: Tarifas de Autofinanciamiento por Tramos (Vehículos Livianos)**

TRAMO	TARIFA (en pesos) Vehículos Livianos		
	Cmg Promedio	Cmg Centro Plano	Cmg Actual
La Serena-Los Vilos	1.112	2.274	2.366
Los Vilos-Santiago	620	1.190	1.232
Sistema Santiago-Talca Autopista Santiago - San Fernando	303	587	607
Talca Chillán	260	558	586
Chillán - Collipulli	881	1.875	1.976
Collipulli- Temuco	356	684	707
Temuco - Río Bueno	1.393	2.772	2.882
Río Bueno - Puerto Montt	1.632	3.031	3.110

**Tabla 3: Estructura Tarifaria Actual**

PERIODO	ESTRUCTURA TARIFARIA ACTUAL ( en pesos)			
	Vehículos	Camiones 2 ejes	Camiones +2 ejes	Buses
Semana	1.300	2.500	3.700	2.500
Fin de Semana	2.500	3.200	5.000	3.200
Estructura Relativa	1	1.92	2.84	1.92

Fuente : Ministerio de Obras Públicas- Dirección de Vialidad- Departamento de Peajes

De las estructuras tarifarias señaladas anteriormente se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- Utilizando la estructura de costos marginales promedios, se observa que las tarifas son relativamente más bajas que las otras estructuras para el caso de vehículos simples.
- En las tres estructuras tarifarias utilizadas se observa que las tarifas son completamente heterogéneas, siendo relativamente más altas en la zona Norte y Sur del país. Lo anterior se debe principalmente a que los TMDA en estas zonas son más bajos que el resto del país.
- Es interesante desatacar que la estructura de costos marginales del tipo centro plano plazo se asemeja considerablemente a la actual estructura tarifaria utilizada por el Ministerio de Obras Públicas y que eventualmente está internalizada por el usuario de las diferentes carreteras.



### 4.3 TARIFICACION HOMOGENEA

Resulta interesante el ejercicio de calcular una sola tarifa para el tramo completo sujeto a concesión, es decir una tarifa homogénea de la Serena a Puerto Montt. El ejercicio es relativamente simple y consiste en realizar sumatorias de TMDA de cada tramo y de cada plaza de peaje, así como sumar costos de inversión y costos de conservación y operación del concesionario. Una vez realizada estas sumatorias se procedió a calcular la tarifa (T) bajo el mismo algoritmo señalado en la metodología.

La tarifa de autofinanciamiento homogénea a todos los tramos es la siguiente:

Tabla 4: Tarifa de Autofinanciamiento Homogénea

TARIFA AUTOFINANCIAMIENTO (en pesos) TRAMO LA SERENA A PUERTO MONTT 12 plazas de Peajes			
TIPO DE VEHICULO	Cmg Promedio	Cmg Centro Plano	Cmg Actual
Vehículo Simple	526	1.052	1.093
Camiones de 2 ejes	2.693	1.894	2.099
Camiones + de 2 ejes	4.197	3.282	3.104
Buses	2.078	1.894	2.099

Fuente: Elaboración propia

Del análisis de las Tarifas de Autofinanciamiento homogéneas se desprenden dos observaciones:

#### Observación 1

Estas tarifas de autofinanciamiento se pueden sustentar a lo largo de la Ruta 5. En efecto se consideraron dos análisis para sustentar la tarifa de autofinanciamiento tomando como base el esquema de costos marginales centro plazo.

- 1.- Se consideraron subsidios cruzados entre tramos
- 2.- Se consideró la ampliación del plazo de concesión, de tal forma de sustentar las tarifas homogéneas.



Para la aplicación de los subsidios cruzados entre tramos, se evaluó cada proyecto tomando como referencia la tarifa de autofinanciamiento que se señala en la tabla 6, en algunos tramos el VAN resultó ser negativo y en otros tramos resultó ser positivo. En los casos de tramos cuyo VAN fue negativo implicó la existencia de un subsidio, mientras que en el caso cuyo VAN fue positivo implicó un pago del concesionario al Estado. Asimismo se calculó el pago/subsidios anual equivalente durante todo el plazo de la concesión. Nótese que la sumatoria de pagos y subsidios en todos los tramos considerados por definición debe sumar cero.

Los resultados son los siguientes:

Tabla 5: Subsidios Cruzados

TRAMO	SUBSIDIOS CRUZADOS ( En dólares)	
	SUBSIDIOS/PAGO*	FLUJO ANUAL EQUIVALENTE
La Serena-Los Vilos	147	19.72
Los Vilos-Santiago	20	2.62
Sistema Santiago-Talca Autopista Santiago - San Fernando	228*	30.54*
Talca Chillán	166*	22.29*
Chillán - Collipulli	95	12.69
Collipulli- Temuco	91*	12.13*
Temuco - Río Bueno	94	12.61
Río Bueno - Puerto Montt	129	17.32

Fuente: Elaboración propia. \* indica pago al Estado.

Cuando la variable de control fue el plazo de concesión y la tarifa de autofinanciamiento del tramo (TAT) era superior a la tarifa de autofinanciamiento homogénea (TAH), se procedió a aumentar el plazo de la concesión hasta que el VAN del proyecto con TAH fuera igual cero. En algunos casos el plazo resultó ser excesivamente alto con tendencia a infinito. Lo anterior producto que en términos intertemporales los flujos futuros valen menos a través del tiempo. En caso contrario, cuando TAT era menor que TAH se procedió a disminuir el plazo de la concesión hasta que el VAN fuera cero. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 6: Variación en los Plazos de Concesión**

TRAMO	PLAZO DE CONCESION (en años)	
	PLAZO DE CONCESION	Valor Actual Neto (MMUS\$)
La Serena-Los Vilos	más de 50 años	-82
Los Vilos-Santiago	20	0
Sistema Santiago-Talca	6	0
Autopista Santiago - San Fernando	6	0
Talca Chillán	6	0
Chillán - Collipulli	más de 50 años	-26
Collipulli- Temuco	8	0
Temuco - Río Bueno	más de 50 años	-66
Río Bueno - Puerto Montt	más de 50 años	-97

Fuente: Elaboración propia.

## Observación 2

Analizando la información del cuadro 6, especialmente las tarifas Cmg Centro Plano y comparándolas con las actuales tarifas señaladas en el cuadro N°5 se concluye que las tarifas de autofinanciamiento homogéneas son más bajas en terminos absolutos. La tarifa para vehículo simple es un 23.5% inferior a la actual peaje, mientras que para los camiones de + de 2 ejes la tarifa de autofinanciamiento es un 12.73% inferior a la actual tarifa. Sin embargo, en general lo anterior no implica necesariamente que el costo del viaje sea menor en el caso de la vía concesionada y con tarifa homogénea que la situación actual, principalmente por una razón central: i bien es cierto la tarifa de autofinanciamiento es menor que la actual estructura tarifaria, es también cierto que el numero de plazas de peajes es mayor y estas actúan bidireccionalmente. En efecto, actualmente la Ruta 5 tiene un total de 6 plazas de peajes y en todos los casos unidireccionales, mientras que en situación de concesión se han estimado 12 plazas de peajes todas bidireccionales más la plaza correspondiente al túnel el Melón en la Quinta Región.<sup>24</sup>

## 5 TARIFICACION DE LA RED NO CONCESIONABLE

### 5.1 NECESIDADES DE MANTENIMIENTO DE LA RED VIAL NO CONCESIONABLE

A diferencia de los caminos concesionables, en la red vial básica pavimentada no se realizan obras de ampliación o construcción excepto en casos muy excepcionales. Por esta razón, no es razonable cobrarles a los futuros usuarios por la infraestructura ya existente. Lo que sí resulta razonable y eficiente es cobrar por el mantenimiento de dicha red. En efecto, cada usuario es en parte responsable

<sup>24</sup> La concesión Túnel el Melón considera una tarifa de \$2.500 para vehículos livianos y un pago al estado de 140.000 U.F. anuales. Se espera que el Túnel se encuentre habilitado en el mes de Octubre de 1995.



por el deterioro de la red. La idea es entonces tarificar la red, sujeto a la restricción de recaudación de fondos para asegurar el mantenimiento óptimo de esta.

Dichas necesidades de mantenimiento se desprenden de un análisis efectuado por el Subdepartamento de Planificación de la Dirección de Vialidad, preparado de una forma especial para llevar a cabo el presente estudio, el cual se encuentra en el documento "Programa de necesidades de mantenimiento vial: 1996-2015"<sup>25</sup>

Dicho análisis utiliza principalmente el Modelo de Normas de Mantenimiento y Diseño de Carreteras (HDM-III) del Banco Mundial, el que se aplicó para evaluar 8.585 Km. De la Red Nacional, que incluyen la red Pavimentada Asfáltica en 7.224 Km. y la red de pavimentos de Hormigón de 1.361 Km. Esta última, que no se puede simular directamente con el HDM-III, dado que este no dispone de submodelos de deterioro para pavimentos rígidos, se evaluaron con otra metodología que incorpora la predicción del comportamiento de este tipo de pavimentos.

El estudio consistió en determinar el Programa de Mantenimiento Óptimo sin restricciones para la red Vial, que permite mantener un estándar adecuado de todos los caminos. Para esto se basó en el tercer Proyecto sectorial de carreteras (*Staff Appraisal Report, Chile, Third Road Sector Project, November 1994*).

## 5.2 TARIFICACION VIA COBRO CONVENCIONAL

La forma de Cobro considera un Sistema abierto de Plazas de peajes convencionales que cobran en uno sólo sentido o en ambos situadas en puntos estratégicos de la red.

De esta forma se enfoca la red vial básica como un todo, con necesidades globales y plazas de recaudación ubicadas en forma estratégica a nivel de red y nunca a nivel de tramos. Para este análisis, el *Departamento de Peajes* de la Dirección de Vialidad en conjunto con el autor de este trabajo, elaboraron durante el mes de marzo de 1995 el "Estudio de Factibilidad de Instalación de Plazas de Peaje Dependientes del MOP". Se localizaron plazas de peajes a lo largo de toda la red en base a los siguientes criterios:

1. Los puntos se encuentran relativamente equidistante en la red
2. Se eligieron los sectores de mayor tránsito de dicha red
3. Los puntos elegidos se encuentran en caminos en buena calidad

Sin bien es cierto que se tuvo cuidado de no "asfixiar" centros urbanos o pequeñas localidades con las nuevas plazas de peajes, se debe señalar que la ubicación precisa de cada una de ellas tiene que resultar de un estudio más detallado a nivel local.

<sup>25</sup> Nuevamente se destaca el importante aporte de Mac García de la Dirección de Vialidad

En la siguiente tabla se muestra la ubicación de las 19 plazas definidas.

**Ubicación de Plazas de Peaje**

Número de Plaza	Camino	Ubicación
1	R11	Entre Arica y Tambo Quemado
2	R5	Cercanías de Pozo Almonte
3	R5	Al Norte del Cruce hacia Antofagasta
4	R5	Al Norte de Copiapó
5	C35-C37	Cruce Camino Lautaro Diego de Almagro
6	C46	Entre Vallenar y Huasco
7	R5	Entre La Serena y Copiapó
8	R41	Entre La Serena y Rivadavia
9	R43-R45	Cruce camino a Andacollo
10	R60	Cerca de Con Con
11	R66	Entre el cruce de la R5 y San Antonio
12	I50	Entre San Fernando y Pichilemu
13	R128	Entre Parral y Cauquenes
14	Chaimavida	Actualmente operando
15	Coronel	Actualmente operando
16	S30	Entre Temuco y Carahue
17	R119	Entre Freire y Pucón
18	R207	Acceso Norte a Valdivia
19	R207	Acceso Sur a Valdivia

Fuente : Elaboración Propia, en base a información de Departamento de Peajes-MOP

La metodología para calcular tarifas de autofinanciamiento ha sido largamente expuesta en las secciones anteriores. En el caso de la concesión de la ruta 5, vimos que debido a la presencia de economías de escala y de ámbito (determinadas por JDM) la tarifa de primer óptimo no permite asegurar el autofinanciamiento de la concesión en particular. Es por ello que se expandían las tarifas de primer óptimo, respetando la estructura relativa CITRA, hasta alcanzar el autofinanciamiento. Las tarifas resultantes son las tarifas de autofinanciamiento o de segundo mejor, depejadas a través de la expresión (\*).

En este caso, la red está compuesta por un conjunto de caminos ya existentes y que conforman el grupo de caminos pavimentados básicos. Si se desea tarificar caminos de este tipo, debemos cobrarle a los usuarios por los costos variables del camino, es decir por el mantenimiento del camino. De esta forma dada la función de costos de mantención estimada del tipo lineal  $C(V) = \alpha + \beta_1 \times (V_1 - V_{1m}) + \beta_2 \times (V_2 - V_{2m})$ , se determinó que la función de costos era subaditiva, existiendo la situación de monopolio natural no siendo posible la tarificación a costo marginal ( $\beta_1 = -0.0066$ ,  $\beta_2 = 0.499$  y  $S = 1.25$ ). Por lo tanto nuevamente la metodología consistió en despejar la tarifa a partir de  $VAN = 0$



(expresión (\*)).<sup>26</sup> Del análisis se concluye que sólo los vehículos pesados causan daño al pavimento y por lo tanto se aplicó la metodología considerando que sólo pagan peaje este tipo de vehículos.

Se consideraron los costos de mantención de la red así como los costos de operación de las plazas. Los costos de operación de cada plaza de peaje se determinaron en el estudio que se realizó en conjunto con el Departamento de Peajes.<sup>27</sup>

En la Tabla siguiente se muestra las tarifas de autofinanciamiento resultante para la estructuras relativas de tarifas dada en el cuadro anterior.

Tabla N°22: Tarifas de autofinanciamiento en Plazas de Peajes  
( Valor del Peaje en \$)

<i>Tasa de Descuento</i>	<i>Vehículos Livianos (<math>V_1</math>)</i>	<i>Vehículos Pesados (<math>V_2</math>)</i>
12%	0	2.420
14%	0	2.568
16%	0	2.718

Se observa que para una tasa de retorno del 12%, la tarifa de autofinanciamiento es de \$ 2.420 por sentido de cobro para el Vehículo Pesado. Debemos consignar que en los casos de plazas de peaje unidireccionales, la tarifa por pasada resulta ser el doble que la tarifa cobrada en aquellas plazas bidireccionales. Las plazas unidireccionales se ubican en aquellas rutas en las cuales existe una alta probabilidad que el vehículo retorne por el mismo camino. En este caso resultaría ineficiente, desde el punto de vista del tiempo de espera, cobrarle \$2.420 a la ida y otros \$2.420 al regreso en circunstancias que se le puede cobrar los \$4.840 de una sola vez.

### 5.3 TARIFICACIÓN A LA CARGA<sup>28</sup>

Finalmente se analiza la factibilidad de financiar el mantenimiento de la red vial básica pavimentada vía Tarificación a la Carga en vez del sistema asociado a cobro en plazas de peajes a los vehículos tipo livianos y vehículos pesados.

La tonelada-kilómetro es un cobro que se realiza a los despachadores de carga y cuyo monto total es directamente proporcional a los kilómetros recorridos y a la cantidad de toneladas efectivamente transportadas. Este se sustenta en el hecho de que los camiones de carga son los principales

26 Nuevamente para que sea aplicable la fórmula  $VAN=0$  en un contexto de second best, estamos suponiendo cierta inelasticidad de los vehículos pesados por circular en las carreteras no concesionables.

27 A modo de ejemplo, la plaza N°1 entre Arica y Tambo Quemado, la cual operaría en un sólo sentido tendría un costo mensual anual de US\$ 159.000. A modo de ejemplo, la plaza N°1 entre Arica y Tambo Quemado, la cual operaría en un sólo sentido tendría un costo mensual anual de US\$ 159.000.

28 La factibilidad de implementar este sistema, especialmente en sus aspectos administrativos y operacionales es analizado con detalle en el estudio (1994) realizado por la Asesoría Ministerial denominado "Diseño de un sistema de Tarificación Vial Interurbano".



responsables del deterioro de los caminos públicos y, por tanto, el despachador que usa el camino como un factor de producción adicional debiera asumir dicho cobro.

Se determinó la cantidad de tonelada-kilómetros que se mueven por la red vial nacional y de éstas, cuantas correspondían a la vialidad concesionable y cuantas a la red vial básica pavimentada no concesionable. De esta forma, es posible determinar una tarifa de autofinanciamiento para la red total que permita financiar los costos de mantenimiento óptimo de la red y los costos de recaudación.

### La metodología usada fue la siguiente

- a) En primer lugar se calculan la cantidad de **camiones-kilómetros** que recorren el país, multiplicando los TMDA de camiones simples y de más de dos ejes por el largo de camino correspondiente a dicha medición. Para esto se usó una base de datos de más de 1000 segmentos de red nacional que estaban asociados a alguno de los más de setecientos puntos censales usados por el departamento de censos de la Dirección de Vialidad. Finalmente, se multiplica los camiones-kilómetros por cargas promedios estimadas para los camiones simples y para los camiones de más de dos ejes.
- b) Realizado el ejercicio a), se vuelven a realizar dos iteraciones en las cuales se considera ,primero, sólo aquellos segmentos correspondientes a los caminos concesionables<sup>29</sup> y, la segunda iteración, sólo aquellos segmentos pertenecientes a la red vial básica pavimentada no concesionable.
- c) La tarifa de autofinanciamiento se calcula de la misma forma como se calculó para el caso de peajes públicos: la tarifa de autofinanciamiento es aquella que hace el VAN igual a cero. Dicho VAN corresponde al valor actualizado neto de los flujos de ingresos restados de los costos de administración del cobro y de la mantención óptima de la red vial no concesionada.

Se suponen las siguientes cargas medias de los camiones:

Tipo de Camión	Carga media estimada
Camión Simple	5.2 tons
Camión + de 2 ejes	15.3 tons

Fuente: Elaboración Propia dada información del Departamento de Pesaje- Dirección de vialidad - MOP

Se estimó que para iniciar el sistema de recaudación vía tonelada-kilómetro se debieran invertir cerca de 4 millones de dólares y un 5% anual de los ingresos corresponden a costos de operación cada año.<sup>30</sup> Dado los costos de administración del sistema y los problemas de agencia que pudiesen existir se supone evasión en el pago del 20%

<sup>29</sup> La identificación de estos caminos concesionables es la misma que se usó en secciones anteriores de este estudio.

<sup>30</sup> Costos de Implementación inicial. Ver pie página 33



En los cuadros siguientes se presentan las toneladas-kilómetros, para las dos redes viales consideradas: la red concesionada y la Red Pavimentada no concesionada. Además se incluye la Ruta 5.

#### Tarifas de autofinanciamiento

	TARIFAS DE AUTOFINANCIAMIENTO (pesos)
Tasa	\$ / Tonelada*Kilómetro
12%	0.897
14%	0.981
16%	1.067

#### Tarifas de autofinanciamiento considerando evasión del 20 %

	TARIFAS DE AUTOFINANCIAMIENTO (pesos)
Tasa	\$ / Tonelada*Kilómetro
12%	1.121
14%	1.226
16%	1.334

Al considerar la tarificación tonelada- kilómetro en un contexto intertemporal (20 años), el generador de la carga debería considerar dentro de sus costos de producción la tarifa correspondiente al transporte de su carga generada equivalente a \$1.121 la tonelada kilómetro.

## 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el trabajo se presenta una metodología simple de como a partir de  $VAN=0$  es posible determinar una tarifa que se acerca a un segundo óptimo en el sentido de Ramsey, la cual se utiliza en la determinación de las tarifas de la red vial concesionable y no concesionable. La razón de porqué buscar tarifas de segundo óptimo se relaciona con la existencia de una función de costos por provisión de infraestructura vial de tipo subaditiva. Esta observación anterior se encuentra para el caso chileno en un estudio realizado por Jara y Munizaga (1993). Además en el presente trabajo se estima una función de costo multiproductiva asociada sólo a los costos de mantención y también para este ítem de costos se encuentra subdividida.



Para el caso de la tarificación de la Concesión de la Ruta 5 se desprende que las tarifas que resultan de  $VAN=0$  tienen las siguientes características:

- En las tres estructuras tarifarias utilizadas se observa que las tarifas de autofinanciamiento por tramo son completamente heterogéneas, siendo relativamente más altas en la zona Norte y Sur del país. Lo anterior se debe principalmente a que los TMDA en estas zonas son más bajos que el resto del país y “históricamente” el Estado ha realizado menos inversiones de ampliación de capacidad.
- Se destaca que la estructura de costos marginales del tipo centro plano se asemeja considerablemente a la actual estructura tarifaria utilizada por el Ministerio de Obras Públicas y que eventualmente está internalizada por el usuario de las diferentes carreteras, teniendo por tanto “cierta” aceptación política.

Comparando la tarifa \$/kms de autofinanciamiento para cada tramo de la Concesión con la tarifa \$/kms que representa el costo marginal de JDM -CITRA, se observa que las tarifas de autofinanciamiento en todos los tramos considerados son mayores, tal como se esperaba al inicio del Estudio

- Utilizando el criterio de equidad espacial a lo largo de la concesión de la Ruta 5 se calculó una tarifa homogénea de autofinanciamiento. Esta tarifa para vehículos livianos toma valores entre \$1.000 y \$1200, la cual dado el análisis preliminar de evaluación es viable socialmente.
- Estas tarifas de autofinanciamiento se pueden sustentar a lo largo de la Ruta 5 a través de dos mecanismos:

1.- Considerando Subsidios Cruzados

2.- Ampliando o Rebajando el Plazo de la Concesión.

Los resultados muestran que la utilización de subsidios cruzados invocando el concepto de **pago por infraestructura** existente parece ser más viable. Dado que en algunos casos los plazos de la concesión resultan ser considerablemente grandes ( mayor que 50 años) o pequeños ( 5 años). Sin embargo, se recomienda trabajar con una combinación de los criterios 1 y 2.

Para el caso de la Tarificación de la Red Vial no Concesionable, la cual sólo comprende inversiones en mantenimiento y conservación rutinario, se utilizó el Modelo de Normas de Mantenimiento y Diseño de Carreteras (HDM-III) del Banco Mundial, el que se aplicó para evaluar 8.585 Km. de la Red Nacional, que incluyen la red Pavimentada Asfáltica en 7.224 Km. y la red de pavimentos de Hormigón de 1.361 Km. Adicionalmente se determinaron 19 nuevos puntos de cobros a través de ubicación de plazas de peajes. Se calculó la tarifa de autofinanciamiento, utilizando la estructura de costos relativos que entregó la estimación econométrica de la función de costos multiproducto. Los vehículos pesados pagan completamente los costos de mantención. Esta estructura está de acuerdo



con la evidencia de que el daño al pavimento es ocasionado principalmente por los vehículos pesados. La tarifa para Vehículos pesados ascendió a \$2.420, el cual parece parece razonable desde el punto de vista social. Obsérvese que los ahorros de costos de operación de un vehículo ( combustible, neumáticos, lubricantes, tiempo) son considerablemente menores cuando la carretera se encuentra con un buen estándar.

Alternativamente se consideró la posibilidad de tarificar la red vial no concesionable vía tarificación a la carga. La tarificación a la carga introduce a nuestro juicio mayor equidad al sistema dado que paga por la mantención el que genera la carga. Sin embargo, creemos que el mercado de infraestructura de transporte tiene bastantes distorsiones que deberían corregirse antes de implementar una tarifa de este tipo. Por una parte el impuesto al combustible aplicado a los camiones no distingue entre un camión cargado y no cargado, siendo que los daños al camino que provocan uno u otro son muy distintos. El impuesto a los neumáticos y los repuestos por su parte también provocan distorsiones, ya que se tienden a sobreutilizar aumentando la probabilidad de accidentes. Finalmente el impuesto a la adquisición de vehículos y permisos de circulación existe muy poca proporcionalidad entre los costos por uso de camino y los valores cobrados a los distintos tipos de vehículos.

Finalmente, señalamos que el estudio propone una forma concreta acerca de como tarificar la red vial interurbana utilizando criterios económicos. Especialmente los conceptos de equidad que se señalan pueden ser discutibles, pero este estudio muestra un primer intento realizado en Chile acerca de la tarificación vial interurbana en un contexto de Concesiones Viales. Especialmente, para la tarificación de la Ruta 5, se sugiere sea considerada en el estudio del negocio de la concesión.

## REFERENCIAS

Baumol, W., J. Panzar y R. Willig (1982), "Contestable Markets and The Theory of Industry Structure." Harcourt Brace, New York.

Baumol, W. (1982), "Contestable Markets: An Uprising in the Theory of Industry Structure," **American Economics Review**, Vol. 72.

Braeutigam, R (1989), "Optimal Policies for Natural Monopolies" **Handbook of Industrial Organization**, Vol II 1989

Brow, S. y Sibley, D. (1986), "The Theory of Public Utility Pricing", Cambridge University Press.

CEPAL (1994), "La Tarificación Vial" Diciembre 1994

CITRA (1993) "Desarrollo de un Sistema de Tarificación para Transporte Interurbano (Cargos a Usuarios de Carreteras). **Informe Final para el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.** CITRA Ltda Santiago.

Galvez, T. (1993), **"Tarificación del Uso de Carreteras Interurbanas en Chile"** en Actas del VI Congreso de Ingeniería de Transportes

Hau, T. (1992) "Economic Fundamentals of Road Pricing. A Diagrammatic Analysis". Working papers, World Bank.

Jara, D. S., Munizaga, M. (1993) **"Costos Marginales de Largo Plazo por Tipo de Vehículos en Carreteras"** en Actas del VI Congreso de Ingeniería de Transportes.

**MOP (1994), "Bases de Licitación Acceso Norte a Concepción"**. Ministerio de Obras Publicas, Dirección General de Obras Públicas, Departamento de Concesiones.

(1994), "Regulación bajo información Asimétrica: Una Aplicación a las Concesiones Viales" Unidad Ejecutiva Ruta 5, MOP

(1994), "Diseño de un Sistema de Tarificación Vial Interurbano" Asesoría Minisiterial

(1994), "Staff Appraisal Report, Chile, Third Road Sector Project" Dirección de Vialidad.

(1995), "Estudio de Factibilidad de Instalación de Plazas de Peaje Dependientes del MOP". Departamento de Peajes MOP. Trabajo ad hoc para el presente estudio

(1995), "Programa de Necesidades de Mantenimiento Vial: 1996-2015", preparado por Departamento de Mantención MOP. *Trabajo ad hoc para el presente estudio*

(1995), "CENSO 1994"

Laffont, J.J.y Tirole, J. (1993), "A theory of Incentives in Procurement and Regulation" The MIT Press 1993

Panzar, J. (1989), "Techonological Determinants of Firm and Industry Structure", en **Handbook of Industrial Organization**, Capítulo 1, North Holland 1989.

**PROCONSULT (1993)**, "Metodología y Criterios de Evaluación y Priorización de Proyectos Viales Interurbanos y Urbanos Ejecutados Mediante Concesión". Informe Final.

Rousseau, M. P. (1992), "¿Regulación Mediante un Contrato o a través de la Competencia? en La Experiencia Francesa de Financiación Privada de Equipamientos Públicos" DAEI Francia (1992).

Shamalensee, R., (1992), "Sunk Cost and Market Structure: A Review Article", **The Journal of Industrial Economics**, Volume XL





Tirole, J. (1988), "**La Teoría de la Organización Industrial**". Edición Española, Ariel Economía 1990.

Train, K. ( 1994), " Optimal Regulation. The Economic Theory of Natural Monopoly" The MIT Press.

