

Estimación de los Costos Externos de los Accidentes de Tránsito en Chile

Gonzalo Alcoholado
Ingeniero Civil Industrial (PUC)
E-mail: galcohol@uc.cl

Luis Ignacio Rizzi
Departamento de Transporte y Logística,
Pontificia Universidad Católica de Chile
Casilla 306, Código 105, Santiago 22, Chile.
Fax: (56 2) 553 0281; E-mail: lir@ing.puc.cl

RESUMEN

En este trabajo, se plantea un modelo que estima los costos externos de accidentes de tránsito a partir de datos de accidentes de Chile para el año 2003. Los costos marginales externos se calculan como la diferencia entre los costos marginales sociales y los costos medios privados percibidos para ocho distintas categorías de tráfico. Los valores obtenidos reflejan diferencias importantes en los costos externos según el modo de transporte. Algunos modos de transporte deberían ser subsidiados por su contribución a la disminución de los accidentes de tránsito; mientras que otros modos deberían ser tarifados por su contribución a agravar el problema. Este modelo debería servir de base para el rediseño del seguro obligatorio de accidentes personales en Chile, que actualmente no funciona como una herramienta de internalización de costos externos de accidentes viales.

Palabras clave: seguridad vial, externalidades viales, impuestos pigouvianos

ABSTRACT

We develop a model to estimate the external costs of road crashes for Chile. Marginal external costs are computed as the difference between social marginal costs and average perceived costs of crashes for eight traffic categories. These values vary significantly among traffic categories, reflecting the extent to which each of them contributes to road crashes. The model would be most useful to restructure the current Chilean compulsory road insurance scheme, aimed at providing limited monetary compensation to victims of road crashes but with no impact on drivers behavior at all.

Keywords: road safety, transport externalities, pigouvian taxes

1. INTRODUCCIÓN

El transporte automotor produce varias externalidades negativas. Entre otras, los accidentes viales que se destacan por sus efectos de inmediatez sobre el bienestar físico de las personas y el bienestar emocional y económico de las familias de los afectados. En esta investigación, se pretende establecer el costo marginal externo que genera el transporte automotor en términos de accidentes viales en Chile. El aporte de este trabajo consiste en calcular estos costos por cada región del país para ocho categorías de usuarios. La metodología para el cálculo de los costos externos podría ser fácilmente replicable para el diseño de tarifas de seguros *ex ante* en correspondencia con el principio jurídico de responsabilidad objetiva. De esta manera, los costos externos por daños personales y daños materiales estarían adecuadamente internalizados.

Este trabajo contiene cuatro secciones. En la primera sección, se plantea un modelo simple de costos externos de accidentes viales que sirve de base para los cálculos a realizar. En la segunda sección, se describen ciertos elementos que son incorporados al modelo para darle mayor realismo a los cálculos realizados. La tercera sección describe los datos utilizados en este estudio. En la cuarta y última sección, se presentan los resultados y su análisis.

2. MODELOS SIMPLE DE COSTOS EXTERNOS DE ACCIDENTES VIALES

Un vehículo - kilómetro adicional en una vía de circulación causa múltiples externalidades de accidentes. Primero, una unidad extra de tráfico en corrientes de tráfico homogéneas puede modificar la tasa o riesgo de accidentes, afectando la seguridad de todos los conductores. Segundo, existen diferentes tipos de tráfico compartiendo la vialidad, lo que da lugar a accidentes entre miembros de diferentes categorías de tráfico. En este contexto, una unidad adicional de tráfico de cualquiera de las dos categorías puede alterar la tasa de accidentes entre diferentes corrientes de tráfico. Estas dos primeras externalidades son internas al sistema de transporte y dan origen a los costos de accidentes internos al sistema de transporte. Tercero, Los accidentes viales generan externalidades externas al sistema de transporte, principalmente a través de daños a la propiedad de terceros, costos de atención médica, etc. y dan origen a los costos de accidentes externos del sistema de transporte y recaen sobre el resto de la sociedad. Jansson (1994) formalizó un primer modelo de costos externos de accidentes viales, considerando tanto corrientes homogéneas de tráfico como corrientes heterogéneas. Su trabajo ha sido enriquecido con los aportes de Elvik (1994), Persson y Ödegaard, (1995), Peirson et al. (1998), Fridstrøm (1999), Lindberg et al.

(1999), Lindberg (2001), Verhoef y Rouwendal (2004), Steimetz (2004), Rizzi (2005, 2007). A continuación se plantea un modelo simple de costos externos de accidentes viales siguiendo a Jansson (2004).

2.1 Corrientes Homogéneas de Tráfico

Se supone un riesgo de sufrir un accidente (r) para cada vehículo por unidad de tiempo. Dicho riesgo es una función del volumen de tráfico total por unidad de tiempo (Q). El costo total esperado por accidente depende de tres variables. Primero, la disposición a pagar de los conductores por reducir el riesgo en el margen. Segundo, la disposición a pagar de familiares y amigos de los conductores por reducir el riesgo de éstos en el margen. Tercero, daños materiales sufridos por el resto de la sociedad.

El costo total esperado de los accidentes viene dado por esta expresión:

$$CT = (a + b)rQ + cnA \quad (1)$$

CT es el costo total esperado de los accidentes, a corresponde a la disposición al pago de un conductor representativo por reducir el riesgo de accidente en el margen, b es la disposición al pago de familiares y amigos de un conductor representativo por reducir el riesgo de accidente en el margen, r equivale al riesgo de accidente, Q corresponde al número de vehículo-kilómetros totales, finalmente, c equivale al costo de los daños materiales por vehículo asumidos por el resto de la sociedad, n es el número promedio de vehículos involucrados por accidente y A entrega el número de accidentes¹.

Al igual que con el análisis de la congestión, el costo externo marginal es igual a la diferencia entre el costo marginal social y el costo medio privado². Esto se debe a que cada conductor percibe solamente los costos que recaen sobre él mismo y no así los costos que impone al resto de la sociedad. Por lo tanto, si al costo marginal social se le resta el costo medio privado (o percibido) por kilómetro transitado se obtiene la cuantía de los efectos externos no percibidos. Esta diferencia corresponde a un cargo que debe ser aplicado a los conductores.

El costo marginal social viene dado por $\partial CT / \partial Q$, mientras que el costo medio privado corresponde a la expresión $(a + b)r$. De esta forma, el costo marginal externo (P) tiene la siguiente expresión:

$$P = (a + b + c)rE_r^Q + cr \quad (2)$$

donde E_r^Q corresponde a la elasticidad del riesgo de accidente con respecto al flujo³. Esta elasticidad constituye un parámetro relevante para determinar el costo externo marginal social, puesto que refleja la relación existente entre los cambios en el volumen de tráfico y el riesgo de accidente. Para el tráfico interurbano, es tradicional considerar que el riesgo de accidente es independiente del volumen de tráfico; es decir, la elasticidad es igual a cero (Lindberg et al., 1999; Lindberg, 2001). A su vez, para el tráfico urbano se espera que dicha elasticidad tenga un valor estrictamente positivo: SNRA (1989) usa valores entre 0,2 y 0,45 y Fridström (1999) estimó un valor de 0,5.

¹ Se cumple que $nA = rQ$.

² El costo medio privado no considera los costos adicionales que un vehículo extra impone a terceros agentes.

³ Esta elasticidad corresponde a $E_r^Q = \frac{\partial r}{\partial Q} \cdot \frac{Q}{r}$

2.2 Corrientes Heterogéneas de Tráfico

Consideremos dos corrientes heterogéneas de tráfico, como ser automóviles livianos y ciclistas. En este contexto existen tres tipos de accidentes: aquellos donde hay únicamente ciclistas involucrados; aquellos en que hay tanto ciclistas como automovilistas y aquellos que sólo involucran automovilistas. Tanto el primer como tercer caso corresponden a accidentes dentro de una misma categoría de tráfico, por lo que deben ser tratados de acuerdo al modelo descrito anteriormente. De esta forma, el segundo modelo de Jansson se aplica únicamente al segundo caso.

El número de accidentes entre ambas categorías (X) depende de la cantidad de vehículo-kilómetros (Q) y de bicicleta-kilómetros (M). Puesto que es de esperar que las víctimas de este tipo de accidentes sean prácticamente siempre ciclistas, se supone que el riesgo de lesiones para los automovilistas es cero. Además, se supone que por cada accidente habrá exactamente una víctima. De esta forma, el riesgo de accidente para los ciclistas corresponde a $r = X / M = r(Q, M)$. El costo esperado total de los accidentes entre bicicletas y automóviles viene dado por la expresión:

$$CT = (a + b)rM + cX \quad (3)$$

Los costos marginales externos por categoría se calculan de la misma forma que en el caso anterior. Cabe mencionar que como las víctimas de los accidentes son siempre ciclistas, los automovilistas tendrán un costo medio percibido igual a cero. Se tiene, entonces, que los costos marginales externos, P_{auto} y $P_{bicicleta}$ respectivamente, son estos:

$$P_{auto} = \frac{CT}{Q} \cdot E_r^Q \quad (4)$$

$$P_{bicicleta} = \frac{CT}{M} \cdot E_r^M + rc \quad (5)$$

En estas ecuaciones, los términos E_r^Q y E_r^M corresponden a la elasticidad del riesgo de accidente con respecto al flujo de automóviles y bicicletas, respectivamente. Si se cobrase un cargo igual al costo externo marginal, la recaudación total ascendería al siguiente valor RT^X :

$$RT = P_{bicicleta} \cdot M + P_{auto} \cdot Q = CT (E_r^M + E_r^Q) + cX \quad (6)$$

Nuevamente, los valores que tomen las elasticidades del riesgo de accidente con respecto al flujo son determinantes para establecer los costos externos por cada modo. Un caso interesante se da cuando E_r^Q es igual a 0,5 y E_r^M a -0,5. Para estos valores, los automovilistas deberían pagar la mitad del costo total de los accidentes, mientras que los ciclistas debieran recibir un subsidio por transitar⁴.

3. METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE COSTOS EXTERNOS DE ACCIDENTES

Al modelo de costos externos de accidentes de la sección anterior se le agregaron tres nuevas dimensiones a fin de darle mayor realismo. En primer lugar, se consideran tres tipos posibles de daños a las personas, lo que genera tres tipos de víctimas: fatales, gravemente heridas y leves. De esta manera, se cubre todo el

⁴ Este subsidio es igual a $\frac{(a + b - c)r}{2}$, donde se supone que $a + b > c$.

universo de accidentes que generan víctimas humanas. Estos costos expresados en términos monetarios representan el rubro saliente de los costos de los accidentes viales (Jones Lee *et al.*, 1995 and Lindberg *et al.*, 1999). El segundo cambio consiste en incluir la existencia de accidentes con hasta tres partes involucradas, puesto que se trata de una cantidad de accidentes no despreciable⁵. La tercera modificación corresponde al número de víctimas por accidente. Nuevamente, en base a la información de los accidentes ocurridos en Chile, el número promedio de víctimas por accidente variaba considerablemente dependiendo del tipo de vehículos involucrados en éste. Por ejemplo, para el año 2000 se tuvieron 0,96 víctimas por accidente cuando en éste intervinieron solamente una camioneta y un automóvil particular, mientras que para accidentes entre motocicletas y peatones este valor correspondió a 1,41. Aún más, en accidentes entre camiones y buses el número promedio de víctimas fue 2,5. En base a lo anterior, se consideró apropiado incluir un parámetro que indique el número promedio de víctimas en los accidentes para cada grupo de categorías de vehículos.

Por un tema de espacio, no se expondrá el modelo en todos sus detalles. La extensión del modelo a fin de incorporar las tres dimensiones de análisis anteriores es directa pero muy tediosa desde el punto de vista del álgebra. Todos los detalles pueden verse en Alcoholado (2006). El costo total de los accidentes (*CTS*) se calcula sumando los costos de todos aquellos accidentes en que hay un solo tipo de vehículo presente a los costos de los accidentes con dos y tres categorías de tráfico:

$$CTS = \sum_{i=1}^N CT(i) + \sum_{i=1}^N \sum_{j>i}^N CT(i,j) + \sum_{i=1}^N \sum_{j>i}^N \sum_{k>i}^{j-1} CT(i,j,k) \quad (7)$$

En la expresión anterior $CT(i)$ representa el costo de los accidentes en los cuales únicamente participan los vehículos de la clase i ; $CT(i,j)$ equivale al costo de los accidentes en que participan las clases i y j ; y $CT(i,j,k)$ representa el costo de los accidentes entre las categorías i, j y k .

Para determinar el costo marginal externo (P_n) por categoría de vehículos, se debe calcular el costo marginal por kilómetro circulado y el costo medio percibido por kilómetro circulado para cada categoría de tráfico n :

$$P_n = \frac{\partial CTS}{\partial Q_n} - CMP_n \quad (8)$$

4. FUENTES DE INFORMACIÓN Y APLICACIÓN DEL MODELO

El modelo fue aplicado a partir de información vial del año 2003, diferenciando por región del país. Esta información corresponde a las estadísticas de accidentes disponibles en Chile, como también estimaciones previas de vehículo-kilómetros y distribución de costos entre los vehículos involucrados en un accidente. Todos estos estudios emplean diferentes clasificaciones de vehículos por lo que la determinación del número de categorías de tráfico a utilizar debe ser compatible con la información disponible. Se contó con la siguiente información:

- Estadísticas de Accidentes para el año 2003, proporcionadas por la Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (CONASET). En ellas, para cada accidente se indican los vehículos involucrados, la región y comuna, el tipo de accidente y sus causas. La información del tipo de vehículo se encuentra muy desagregada lo que permite hacer múltiples categorizaciones.

- Estimaciones de vehículo-kilómetros realizadas por el Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA), en las cuales se consideraron seis categorías de vehículos (buses, camiones, taxis, automóviles particulares⁶, vehículos comerciales⁷ y motocicletas). Además, se contó con las estimaciones de González (2002), que emplean la misma clasificación.
- Estimaciones para la distribución de costos de los accidentes: el estudio de Lindberg (2001) entrega valores para pares de vehículos, utilizando automóviles particulares, vehículos pesados, motocicletas y usuarios desprotegidos como clases de vehículos sobre la red vial.

La clasificación elegida consta de ocho modos o categorías de tráfico: buses, camiones, taxis, automóviles particulares, vehículos comerciales, motocicletas, bicicletas y peatones. Estas permiten analizar las externalidades de los accidentes de tránsito con un adecuado nivel de profundidad, ya que estos modos presentan diferencias importantes en términos de masa y exposición (vehículo-kilómetros).

Los costos internos y externos al sistema de transporte fueron obtenidos de dos fuentes de información. Por una parte, el estudio de CITRA (1996) entrega los costos por tratamiento de lesionados, rehabilitación, administrativos y materiales. Las disposiciones al pago por reducción riesgos fatales y graves se obtienen de Hojman *et al.* (2005). La distribución de los costos de los accidentes entre distintos modos se tomó de Lindberg (2001). Como es de esperar, los valores de Lindberg muestran que los modos con mayor masa asumen una mínima proporción de los costos.

Los kilómetros recorridos por cada modo y la elasticidad con respecto al flujo vehicular de los riesgos de accidente, muerte y lesión leve fueron estimados como parte de este trabajo. Todos estos valores (y la metodología de cálculo) están reportados en Alcoholado (2006). Para estimar la distancia recorrida por cada modo en cada región del país, se calibraron diversos modelos de regresión. Para los modos motorizados se expresó la distancia recorrida total en función de variables socioeconómicas de cada región. De esta forma, a través del tamaño de la población, parque vehicular y actividad económica de cada localidad, se pudo explicar la movilidad de éstas y así conocer la distancia total recorrida por cada uno de los modos motorizados. En tanto, para los modos no motorizados (caminata y bicicleta), en primer lugar, se determinó el número de viajes generados en cada región. Posteriormente, se calculó la distancia promedio de los viajes realizados en estos modos, valor que al multiplicar la cantidad de viajes generados permite estimar la distancia total recorrida. Para la estimación de las elasticidades de los riesgos de accidente, muerte y lesión grave con respecto al volumen de flujo también se recurrió a un análisis de regresión.

5. RESULTADOS

Al calcular el costo marginal externo por kilómetro circulado, por categoría de tráfico en base a la ecuación (8), a nivel país, se obtienen los resultados de la TABLA 1. El primer elemento a destacar es el signo de las magnitudes. Naturalmente, valores negativos corresponden a modos que contribuyen a mejorar la seguridad vial, mientras que valores positivos significan lo opuesto.

5 Estamos dejando de lado, accidentes entre cuatro o más partes.

6 Categoría que agrupa a los Sedán y Station Wagon.

7 Categoría que agrupa a las Camionetas, Furgones y Jeep.

TABLA 1: Costos Externos Marginales por Modo a Nivel País

Categoría	Costo externo marginal (\$/km)	Costos externos marginales totales (MM\$)
Buses	165	374.375
Camiones	21	77.967
Particulares	25	463.325
Taxis	52	205.012
Comerciales	32	283.484
Motocicletas	346	53.740
Peatones	-24	-88.958
Ciclistas	-32	-38.783

Fuente: Elaboración Propia. Cifras en pesos de agosto de 2006.

Comenzando por aquellos modos con valores mayores a cero, se puede decir lo siguiente:

- Las motocicletas presentan el mayor costo marginal externo por kilómetro circulado. En general, el número promedio de víctimas es mayor en los accidentes en que participa una motocicleta. Además, sus riesgos de accidentes son más altos comparados con los riesgos de las demás categorías, dado que son un modo con baja exposición y un alto número de accidentes. Por último, a nivel de elasticidades, tienden a aumentar el riesgo de lesiones graves de las otras categorías.
- Los buses tienen el segundo mayor costo marginal externo por kilómetro. Se trata de un modo de transporte de mucha masa que asume un bajo porcentaje de los daños provocados por los accidentes. De acuerdo con las elasticidades estimadas, la presencia de buses hace aumentar el riesgo de accidente para las otras categorías. Contribuye también a un alto costo externo que, por tratarse de un modo de transporte masivo, el número de víctimas por accidente es mayor que en los accidentes entre otros tipos de vehículos. Si el costo externo se calculara por pasajero-kilómetro, el lugar que ocuparían los buses en el ranking sería considerablemente mejor: si, por ejemplo, se consideraran 10 pasajeros por bus, el costo externo marginal sería de \$17 por pax-km.
- Los taxis son vehículos de menor masa, al igual que los vehículos particulares livianos. Su costo marginal externo es mayor que el correspondiente a vehículos livianos. Este resultado es extraño, puesto que uno esperaría que un conductor de taxi fuese más avezado que un conductor de vehículo liviano.
- El costo marginal externo impuesto por los vehículos comerciales se ubica entre los costos de los vehículos particulares y taxis. Si bien tienen una menor tasa de accidentes que los vehículos particulares, la cantidad de muertos por accidente es mayor para el caso de los vehículos comerciales.
- Los vehículos particulares presentan el menor el costo marginal externo. Si bien en una importante proporción de los accidentes éstos son el vehículo de menor masa, los vehículos particulares presentan un número muy importante de accidentes con peatones y ciclistas, lo que vuelve su costo externo positivo. A nivel de elasticidades, en general estos vehículos aumentan el riesgo de accidente de las otras categorías.
- Los camiones presentan el menor costo externo por kilómetro circulado dentro de los modos motorizados, resultado que a primera vista es llamativo. En parte, la razón de este valor puede deberse a una errada estimación de los vehículo-kilómetros por región, lo que repercute en la estimación de las elasticidades relevantes para el cálculo de los costos externos. Este es el modo que contó con mayores problemas de información. Por otro lado, existe una gran segregación del transporte de carga debido a regulaciones que restringen la interacción entre este modo y otros y a que mucha carga viaja de noche, cuando los flujos de los demás modos son muy bajos.

Con respecto a los modos que presentan un costo marginal externo negativo, cabe mencionar:

- Peatones: por ser una categoría desprotegida, asumen prácticamente la totalidad de los costos de los accidentes, de modo que su costo medio privado es siempre muy alto. Su presencia en la calles contribuye de manera importante a disminuir el riesgo de accidentes para su propia categoría. En vista de ello, deberían recibir un subsidio por circular.
- Ciclistas: son un caso similar al de los peatones. Por ser una categoría desprotegida, asumen casi la totalidad de los costos de los accidentes en que se ven involucrados. A nivel de elasticidades, ayudan a reducir el riesgo de muerte de las demás categorías de una manera más fuerte que los peatones, lo que ayuda a explicar que el mayor valor negativo de sus costos externos. Al igual que los peatones, su presencia en las calles contribuye a disminuir el riesgo de accidentes para su propia categoría.

Al estimar, en base a estos costos marginales externos, un cobro promedio para cada tipo de vehículo⁸ y compararlo con el actual Seguro Obligatorio de Accidentes Personales (SOAP), se generan importantes diferencias. Para los buses, taxis, vehículos comerciales, vehículos particulares y motocicletas, los cobros estimados equivalen entre 30 y 75 veces el precio del SOAP.

Los costos externos marginales también fueron calculados para cada región del país. Estos se presentan en la

TABLA 2. Analizando separadamente por modo de transporte, es posible decir lo siguiente:

- Buses. En primer lugar, las regiones II y XII presentan costos externos mucho mayores que los estimados para el país en su totalidad. El segundo grupo lo forman las regiones VIII, IX y Metropolitana, que se sitúan muy cerca del promedio nacional. Por último, se encuentran las regiones I, III, IV, V, VI, VII, X y XI, las que muestran escasa variabilidad.
- Camiones: excepto por las regiones I y XII que presentan valores negativos, el resto de las regiones muestran cierta variabilidad en torno al costo externo a nivel nacional.
- Ciclistas: se observan únicamente costos externos negativos que muestran cierta variabilidad en torno a los valores a nivel nacional.
- Vehículos Comerciales: si bien sus costos externos muestran cierta variabilidad, destaca el hecho que no se observen cambios de signo ni de órdenes de magnitud.
- Motociclistas: corresponden al medio de transporte cuyos costos externos presentan la mayor variabilidad a lo largo del país. Incluso se observan cambios drásticos entre lo que muestran las regiones XI y XII, y lo que se puede apreciar en las demás. En la XII Región, el costo externo que impone este modo resulta negativo debido a que durante el año 2003 las motocicletas únicamente registraron accidentes con buses y taxis, en los que los motociclistas asumen la casi totalidad de los costos.
- Vehículos Particulares: es el caso en donde existe la menor variabilidad. No se observan cambios de signo ni de órdenes de magnitud.
- Peatones: corresponde a uno de los costos externos con mayor variabilidad. Los costos son negativos en nueve regiones, positivos en tres y una región queda con una situación neutra. Para estos últimos el signo de la tarifa se explica por la composición de los accidentes entre peatones y las demás categorías.
- Taxis: parecido al caso de los vehículos comerciales y particulares. Si bien se observa cierta variabilidad, no hay cambios importantes en sus costos externos por región.

8 En base a la cantidad promedio de kilómetros por modo, calculada según las ecuaciones calibradas en este trabajo.

TABLA 2: Costos Externos Marginales por Categoría Vehicular a Nivel Regional

Región	Costos externos por categoría (\$/km)							
	Buses	Camiones	Ciclistas	Comerciales	Motos	Particulares	Peatones	Taxis
I	109	-4	-40	50	542	19	0	59
II	347	9	-33	47	236	13	-43	57
III	91	27	-3	57	303	18	-6	56
IV	121	6	-24	49	301	26	-13	80
V	125	25	-15	27	345	21	-21	35
VI	98	44	-48	48	691	30	27	67
VII	106	44	-49	43	804	30	40	67
VIII	177	26	-30	41	367	23	-5	59
IX	148	14	-11	45	274	26	13	48
X	114	15	-16	38	311	26	-4	52
XI	89	21	-14	89	2	8	-17	88
XII	336	-3	-10	46	-483	21	-13	95
RM	184	20	-35	24	317	28	-50	48

Fuente: Elaboración Propia

En resumen, no existe un modo que presente un costo marginal externo estable en todas las regiones, pero si se pueden observar algunos casos en que la variabilidad de la tarifa es pequeña, como en los vehículos particulares y comerciales. La TABLA 3 muestra la cantidad de veces que los costos externos por pasajero-kilómetro¹, correspondientes a cada modo, ocupa determinada posición dentro del ranking de costos externos regionales, ordenados estos últimos de mayor a menor. Generalmente todos los modos de transporte presentan una posición dentro del ranking que tiende a repetirse: por ejemplo, las motocicletas en 11 de las 13 regiones tienen el costo externo marginal más alto entre todos los modos. Tomando la tabla anterior como referencia, el patrón aparente de ordenamiento de los costos es el siguiente: motocicletas, vehículos comerciales, taxis, vehículos particulares, buses, peatones, camiones y ciclistas.

TABLA 3: Frecuencia por Modo en el Ranking de Costos Externos por pax-km

Categoría	Frecuencia en cada posición							
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°
Motocicletas	11					1		1
Comerciales	1	7	3	2				
Taxis	1	3	5	3	1			
Camiones		3	1	2	3	3	1	
Particulares			1	5	5	2		
Buses			2	1	3	5	2	
Peatones			1		1	1	5	5
Bicicletas						1	5	7

Fuente: Elaboración Propia

6. CONCLUSIONES

Se presentó un modelo que permite calcular costos externos de accidentes viales y, por ende, impuestos pigouvianos o tarifas viales a fin de internalizar dichos costos. A partir de la información disponible se hizo un cálculo de dichas tarifas, discriminando por modo de transporte y por región del país.

Este modelo podría servir de base a la determinación de las tarifas del SOAP, de modo tal que este instrumento económico cumpla un rol activo en materia de seguridad de tránsito generando cambios de comportamiento de los conductores. Estos nuevos valores, además, tendrían que discriminar por tipo de vehículo, por kilómetros conducidos e incluso por estilo de conducción. Es de esperar que estas nuevas tarifas induzcan a un uso más racional del espacio vial y, como tal, a una disminución de los accidentes.

1 No se cuenta con indicadores de tasas de ocupación a nivel país, pero a partir de la información de las encuestas origen - destino de SECTRA, se supone tasas de 10 pasajeros por vehículo para buses, 1,5 pasajeros para vehículos particulares y 1,7 pasajeros para taxis. La tasa de ocupación de vehículos comerciales debiera ser similar o menor a la de vehículos particulares, mientras que las tasas de motos, peatones, ciclistas y camiones son iguales a la unidad.

Desafortunadamente, la implementación de un seguro de estas características no parece viable en Chile en el corto y mediano plazo. Sin embargo, este tema no debiera pasarse por alto en el marco de una futura discusión sobre la aplicación de la tarificación vial en Santiago. Como hipótesis central de nuestro modelo, se postuló la existencia de una estrecha relación entre el número de vehículos-kilómetros circulados y la ocurrencia de accidentes. Esta relación sugiere, alternativamente, un tipo de reforma algo más tibia, pero de cierto potencial como ser el cobro de seguros por kilómetros circulados. Independientemente que el seguro tenga o no como finalidad cubrir los costos externos, sería un avance que quienes más kilómetros circulen más paguen en concepto de seguro.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el aporte de Alan Thomas (SECTRA) y de Francisco Fresard (DICTUC-PUC). Los comentarios de dos árbitros contribuyeron a mejorar la versión final de este documento. Esta investigación contó con el aporte financiero de FONDECYT - Proyecto 1060703 y de la Iniciativa Científica Milenio perteneciente al Ministerio de Planificación.

REFERENCIAS

Alcoholado, G.I. (2006) **Tarificación Óptima de Externalidades de Accidentes**. Memoria de Título, Departamento de Ingeniería de Transporte, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

CITRA (1996) **Investigación Diseño de Programa de Seguridad Vial Nacional**. Informe final para el Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile.

Elvik, R. (1994) The external costs of traffic injury: definition, estimation, and possibilities for internalization. **Accident Analysis and Prevention**, 26: 719-732.

Fridstrøm, L. (1999) **Econometric Models of Road Use, Accident, and Road Investment Decisions**. Tesis de Doctorado, Institute of Transport Economics, TØI report 457/1999, University of Oslo, Oslo.

González, P. (2002) **Metodología para estimar factores de expansión espacial para emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de fuentes móviles**, Universidad de Chile.

Hojman, P., J. De D. Ortúzar y L.I. Rizzi (2005) On the joint valuation of averting fatal victims and severe injuries in highway accidents. **Journal of Safety Research**, (en imprenta).

Jansson, J.O. (1994) Accident externality charges. **Journal of Transport Economics and Policy**, 28: 31-43.

Jones Lee, M., G. Loomes y P. Philips (1995) Valuing the prevention of non-fatal road injuries: contingent valuation vs. standard gambles. **Oxford Economics Papers** 47, 676-695.

Lindberg, G. (2001) Traffic insurance and accident externality charges. **Journal of Transport Economics and Policy**, 35: 399-416.

Lindberg, G., P. Ajo, A.B. da Silva, C. Crawford, R. Krupp, M.R. Osório Nunes, J. Peirson, G. Schneglberger y W. Smolders (1999) **Calculating Transport Accident Costs**. Final report of the expert advisors to the high level group on infrastructure charging. <http://www.ocs.polito.it/mobilitatrasporti/html/impatti/biblioteca/AccidentCosts.pdf>.

Peirson, J., I. Skinner y R. Vickerman (1998) The Microeconomic Analysis of the External Costs of Road Accidents, **Economica** 65, 429-440.

Persson, U. y K. Ödegaard (1995) External cost estimates of road traffic accidents. **Journal of Transport Economics and Policy**, 29: 291-304.

Rizzi, L. I. (2005) Diseño de instrumentos económicos para la internalización de externalidades de Accidentes de Tránsito. **Cuadernos de Economía** 42, 283-305.

Rizzi, L. I. (2007) Integrating travel delays, road safety, care, vehicle insurance and cost-benefit analysis of road capacity expansion in a unified framework. Enviado a **Networks and Spatial Economics** (en 2º revision).

SNRA (1989) **Swedish National Road Administration's EVA Manual**. Borlänge.

Steimetz, S.S.C. (2004) **New Methods for Modeling and Estimating the Social Costs of Motor Vehicle Use**. PhD. Thesis, Department of Economics, University of California at Irvine. <http://www.uctc.net/papers/diss117.pdf>.

Verhoef, E.T. y J. Rouwendal (2004) A behavioural model of traffic congestion. Endogenizing speed choice, traffic safety and time losses. **Journal of Urban Economics** 56, 408-434.