

COSTOS DE ACCIDENTES EN EL TRANSITO (1)

Sergio González y Luis Antonio Tapia

Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile
Casilla 228/3, Santiago, Chile.

RESUMEN

El carácter de fenómeno multicausal de los diferentes tipos de accidentes en el tránsito, hace que sea posible identificar múltiples acciones preventivas, ya sea que afecten a la vía, al vehículo, al conductor o al medio ambiente. Cada tipo de acción significa no solo un impacto diferente sobre cada tipo de accidente y su nivel de gravedad sino también un monto de recursos que puede variar significativamente.

De esta manera, la asignación de recursos hacia esta labor preventiva requiere estimar, además de los costos involucrados en ella, sus beneficios, calculados a través de la disminución de tasas de accidentes según tipología y su correspondiente valor económico y social.

En este trabajo se entrega un resumen de los resultados preliminares obtenidos en una investigación cuyo objetivo es desarrollar un sistema de información de costos de accidentes en términos privados y sociales a un nivel desagregado, para ser utilizado en el proceso de evaluación de alternativas de prevención de accidentes, en especial en el área de ingeniería vial. Para ello, junto con revisar el estado del arte en la materia, se propone una serie de definiciones conceptuales sobre las componentes del vector de costos de accidentes, los tipos de accidentes y una clasificación de lesionados. Las fuentes de información básicas provienen de garajes, compañías de seguros, hospitales, estadísticas nacionales y de diferentes especialistas en cada uno de los aspectos involucrados. A partir de una estimación de los recursos consumidos se calculan los costos de accidentes a Enero de 1987.

(1) Esta investigación ha contado con financiamiento parcial del Departamento de Investigación y Biblioteca de la U. de Chile, a través del proyecto I.2463/8723.

1. INTRODUCCION

Diferentes acciones preventivas en el área de seguridad vial tienen como consecuencia impactos diferenciados en cada tipo de accidente y en su nivel de gravedad. El decidir entre una gama de contramedidas posibles, exige realizar un proceso de comparación que considere tanto los costos de implementación como los beneficios esperados de cada una de ellas.

La determinación de beneficios proviene de la reducción esperada en el número de accidentes o en el cambio en su tipología y de las consecuencias económicas de dicho impacto. Se requiere, por lo tanto, contar con una estimación de los costos económicos y sociales desagregada según tipo de accidente, consecuente con la capacidad de estimar los impactos sobre sus tasas de ocurrencia.

A nivel internacional, existe una gran diversidad de enfoques y por lo tanto de resultados en la estimación de costos, no siendo estos últimos aplicables en nuestro país. A nivel nacional, existen algunos estudios que tratan el problema a un nivel mas agregado y con propósitos diferentes (González y Jofré, 1982).

En este documento se presenta un resumen de los resultados de una investigación mas amplia, cuyos objetivos principales son:

i) Introducir en Chile la discusión conceptual del costo social involucrado en la ocurrencia de accidentes en el tránsito. Esto significa definir sus componentes y la metodología de valoración de cada uno de ellos, orientado principalmente a la evaluación de impactos de medidas de ingeniería.

iii) Estimar los recursos consumidos en cada tipo de accidente y los costos sociales involucrados al aplicar el vector de precios para una fecha determinada. Actualizado este último se hace posible actualizar la estimación de costos.

En el capítulo 2 se resume la experiencia internacional en determinación de costos de accidentes. En el capítulo 3, se decide una determinada clasificación de accidentes, las componentes de costos y se entrega un resumen de los resultados obtenidos. En el capítulo 4, se entregan

algunas limitaciones en las estimaciones realizadas, el procedimiento de aplicación de las cifras y una estimación del costo a nivel nacional de los accidentes en el tránsito.

2. EXPERIENCIA INTERNACIONAL

La experiencia internacional reportada muestra una gran variabilidad de enfoques y consecuentemente de resultados en el proceso de estimación de costos de accidentes. Esta situación es una respuesta a diferencias en los objetivos, en los niveles de información, en los conceptos aplicados y a las posibilidades reales de introducir en cada caso los impactos de seguridad vial en la toma de decisiones. El Banco Mundial se ha preocupado por estudiar este tema en el ámbito de países subdesarrollados donde las tasas de accidentes han adquirido un nivel significativo. Hills and Jones-Lee (1981) expresan que en términos generales el tema ha sido ignorado en la toma de decisiones o se estiman cifras con una gran variabilidad y en otros casos se asumen valores implícitos. Los objetivos se han planteado generalmente en términos de asignación presupuestaria entre proyectos que afecten la vialidad (infraestructura o gestión), mas que hacia el establecimiento de niveles de gastos que requeriría el área de seguridad vial por sí misma (Silcock, 1982).

Los métodos de estimación varían tanto en términos de la clasificación según tipos de accidentes y tipos de lesionados como en aproximaciones teóricas. Dependiendo de los objetivos de los estudios involucrados, se ha obtenido desde costos medios para un accidente con lesionados como clasificación única (Ward, 1982), hasta una clasificación muy desagregada en términos del tipo de accidente y de sus consecuencias (Mc Farland y Rollins, 1982). El tipo de accidente puede comprender la participación de un vehículo (atropellamiento, volcadura, otro vehículo estacionado, objeto fijo, etc..) o varios vehículos (de frente, por detrás, en ángulo, etc..). Mc Farland y Rollins (1982) utilizan una clasificación de esa naturaleza estimando además un costo medio según si el accidente corresponde al ámbito rural o urbano y si tiene como consecuencias solo daños materiales, lesionados o muerte. Andreassend (1985), propone una clasificación en 5 tipos de accidentes según el nivel de gravedad mayor (desde fatal hasta sin lesionados) estimando un costo medio ponderado utilizando estadísticas australianas sobre número de lesionados y número de vehículos involucrados.

Una distinción importante en los estudios revisados corresponde a la unidad básica de estimación de costos ya sea por accidente o por incidente. Este último puede ser entendido como el costo a nivel de cada unidad afectada por un accidente; un vehículo o un lesionado para diferentes tipos de accidentes y gravedad.

La clasificación más completa es la sugerida por Miller et al (1984) en que clasifica los costos en directos e indirectos. Los costos directos incluyen los bienes y servicios consumidos como resultado de un accidente (daños a la propiedad, gastos médicos, etc..) estableciendo la escala abreviada de lesiones máximas (MAIS) para clasificar las lesiones (Hartunian, 1981). Los costos indirectos están en general menos definidos en la literatura y corresponden al costo de capital humano, deterioro sicológico y social, valor de la vida estimada por la disponibilidad a pagar y debe agregarse, según los mismos autores, los costos del sistema social (policía, administración de seguros, agencias estatales, forense, etc.).

A pesar de las discrepancias tanto en la forma de clasificar como en los aspectos a considerar en la valoración de costos de accidentes, la diferencia fundamental entre los diversos estudios se encuentra en el enfoque de valoración de la vida humana o del costo de capital humano involucrado en los accidentes. Miller et al (1984) separan claramente ambos conceptos, capital humano o pérdida de productividad con el valor de la vida humana en que se incorporan una serie de conceptos adicionales.

Silcock (1982) clasifica los métodos de valoración de la vida humana y de lesionados realizados en diferentes estudios en los siguientes: a) producción bruta, entendida como el valor descontado de la producción futura de cualquier víctima; b) producción neta, similar al anterior, excepto el descuento para cualquier víctima de su consumo futuro; c) seguro de vida, en que se asume que el valor de la vida humana o partes del cuerpo está relacionado con la suma que individuos típicos están dispuestos a asegurarse; d) resoluciones judiciales, en que se supone una relación con las sentencias hecha por la justicia; e) valor implícito del sector público, de acuerdo con las decisiones que se adopte que tienen consecuencias sobre los niveles de seguridad; f) valor de cambio de riesgo, en que el valor de prevenir un accidente se define como el agregado de las cantidades que todos los individuos afec-

tados pagarian por la reducción de riesgo para ellos o los que están a su cargo. Estos diferentes enfoques llevan a grandes diferencias en los costos asociados. En el caso de un accidente fatal, desde unas pocas decenas de dólares hasta varios millones (Silcock, 1982).

Mishan (1971) establece que la valoración de la vida humana según la "disponibilidad a pagar" es el único método compatible con los principios del análisis beneficio costo y un mejoramiento potencial de Pareto. Para ello es necesario responder, cuánto están los individuos dispuestos a aceptar como compensación o están dispuestos a pagar por un cambio social que afecte el riesgo de pérdida de vida en un accidente? Es fundamental para esa respuesta, hacer una distinción entre una muerte conocida y lo que Mishan llama una muerte estadística. La primera no tiene valor económico conocido. La segunda tiene diversas formas de aproximarse para dar una estimación. Diversos ejemplos se muestran en la literatura; mercado del trabajo (Bailey, 1980); velocidad de manejo (Ghosh et al, 1975); uso de cinturón de seguridad (Blomquist, 1979); consumo de cigarrillos' (Ippolito e Ippolito, 1983) y otros diversos. Landefeld y Seskin (1982) hacen una revisión de este tipo de estudios y muestran el gran rango de valores resultantes. Diversos enfoques basados en funciones de utilidad llegan a la conclusión de que una cota inferior del valor de una vida estadística es el valor del ingreso futuro actualizado (Usher, 1973).

Frente a diversas alternativas al enfoque de la disponibilidad a pagar como método de valoración de la vida humana, Miller et al (1984) recomiendan el uso de un método que ajusta la estimación del costo de capital asociado a una vida humana, con conceptos relacionados con la disponibilidad a pagar. Se traduce en incorporar el total de ingresos (por sobre la productividad) de las personas, otorgar un valor superior al del mercado por las labores de dueña de casa y aplicar una tasa de descuento privada en vez de social. El resultado se traduce en una valoración de la vida humana cercana a dos veces la obtenida a través del concepto de costo de capital.

Por último, existen diferencias fundamentales en la incorporación como costos sociales de accidentes de aspectos tales como daños sicológicos, daños a la estructura familiar y pena, dolor y sufrimiento entre otros. En la

Tabla 1 se entrega una muestra de cifras estimadas en diversos estudios, que confirman la variabilidad de resultados.

3. COSTOS DE ACCIDENTES EN CHILE

3.1 Aspectos metodológicos

Un estudio de costos tiene sentido en la medida que se expliciten sus objetivos. Estos deberán estar de acuerdo con las decisiones que se desee tomar y con el nivel de información posible de obtener. De esta manera se podrá determinar si se requiere estimar una función de costos medios o marginales, de corto o largo plazo, qué variables explicativas considerar y la metodología específica de obtención.

Este estudio se ha planteado como objetivo estimar los costos de accidentes en el tránsito de tal forma que sea posible: i) evaluar el impacto sobre las tasas de accidentes de medidas de prevención en el ámbito de la ingeniería (infraestructura y gestión vial); ii) estimar el costo global de los accidentes a nivel nacional; iii) actualizar la estimación de costos con facilidad.

Los antecedentes disponibles son escasos. No solo no se cuenta con estudios nacionales anteriores con objetivos similares sino que las estadísticas disponibles sobre tasas de accidentes no se encuentran desagregadas al nivel que se requiere.

Considerando los objetivos y limitaciones de información señalada se decidió: i) estimar los costos de accidentes desagregadamente por "incidente", definido este último como cada unidad afectada (vehículo, pasajero, peatón, etc..), según una clasificación específica del tipo de accidente y nivel de gravedad de los daños a los vehículos o de las lesiones. Así, según el tipo y gravedad de las consecuencias de un accidente el costo resultante se obtiene a través de la suma de todos los incidentes provocados por él; ii) estimar, en primer lugar, los recursos físicos y humanos involucrados en cada tipo de incidente para después aplicar un vector de precios. Así, si este último cambia, es posible actualizar, para igualdad de condiciones tecnológicas, el costo de los accidentes; iii) estimar el costo marginal de la ocurrencia de accidentes intentando valorar el ahorro de recursos sociales (materia-

TABLA N°1
Costos de accidentes en diferentes países
(U\$ 1979)

País	Año de Estudio	Tipo de Accidente			Péna, dolor		
		Fatal	Lesión Grave	Lesión Leve	Prom. Les.	Solo daño	y Sufr.
a/ Australia	1966	165.150	--	--	3.600	1.200	
b/ E. Unidos	1984	1.305.116	338.552	9.720	9.783	705	
c/ India	1968	2.250	1.900	200	--	300	
d/ Reino Unido	1978	257.600	13.750	1.850	11.000	800	1.600
e/ Sudáfrica							
Blancos	1968	8.702	3.317	397	--	--	
No Blancos	1968	2.489	2.152	444	--	--	

a: Troy y Butlin, 1971

b: Miller et al., 1984; lesión tipo grave, corresponde a promedio de nivel 1 y 2 de Escala MAIS, y lesión leve promedio de nivel 4 y 5 de la misma escala.

c: Silcock, 1982

d: Department of Transport, U.K., 1978.

les y humanos) que significa el evitar un accidente. La estimación de este costo marginal supone que los recursos consumidos tienen uso alternativo, con excepción de algunos costos fijos que no debieran variar con la tasa de accidentes, al menos dentro de un rango relativamente amplio.

Siguiendo, con algunas variantes, la clasificación sugerida por Miller et al (1984), los costos de accidentes se pueden dividir en dos categorías: costos directos e indirectos. En los costos directos se incluyen todos los bienes y servicios consumidos o dejados de producir como resultado de la ocurrencia de un accidente. Los costos indirectos consideran los bienes y servicios que intervienen en la prevención de accidentes y aquellos costos sociales producidos por un accidente que corresponden a un valor subjetivo, incluyendo en estos el de capital humano. En los puntos siguientes se definen los componentes de los costos directos e indirectos especificando en rasgos muy generales el procedimiento seguido para su estimación. El detalle de éste y las bases de cálculo se incluirán en una próxima publicación in-extenso de los mismos autores.

3.2 Costos directos

Los costos directos se clasifican en las siguientes componentes:

a) Daños materiales en vehículos

Incluye los costos de reparación o reposición, cuando corresponda, del vehículo. El monto de los daños varía significativamente según el tipo de accidente y su gravedad. Carabineros de Chile entrega la siguiente clasificación de accidentes; volcamiento, caída, colisión (entre dos o más vehículos en movimiento), choque (un vehículo contra un objeto fijo), atropello y otros. Un primer análisis de la estructura de los costos en daños materiales dejó en evidencia que dicha clasificación no es suficiente, ya que subsisten diferencias según la forma precisa en que ocurre el accidente. Dependiendo, por ejemplo, del lugar y de la velocidad relativa en que se produce el impacto, varía el tipo y valor de los daños. Además, dependiendo de la contramedida que se aplique se provoca un impacto diferente sobre cada tipo de accidente.

Considerando ambos aspectos, la clasificación de accidentes para estimación de daños materiales a los automóviles propuesta es la siguiente: atropello, choque frontal, choque lateral, colisión frontal, colisión cruzada, colisión posterior, volcadura, caída de vehículo, caída de pasajero y otros.

Para obtener el costo medio asociado a cada tipo de accidente se recopiló información del Instituto de Seguros del Estado, de Liquidadores de Compañías de Seguros y de garajes de reparación encuestados directamente, diseñándose un formato de encuestas ad-hoc. Un análisis preliminar evidenció la presencia aún de una gran variabilidad de la información recolectada, previéndose un nivel de precisión bajo en las estimaciones de los costos medios asociados. A pesar de la división de la población según tipos de accidente la varianza poblacional sigue siendo importante ya que aún se considera dentro de ella accidentes de diferente nivel de gravedad, automóviles de diferente valor, marca, año de fabricación, repuestos, mano de obra, etc.. Por esta razón, se decidió utilizar un método de estratificación de la población a partir del cual se obtiene un estimador de la media poblacional insesgado y de menor varianza que el estimador sin estratificación.

El método utilizado para fijar el tamaño de las muestras corresponde al de afijación proporcional. Basado en una primera muestra de costos de accidentes y en estadísticas de tipología de accidentes recogidas por el Departamento de Ingeniería Civil en áreas urbanas, se procedió a realizar una estratificación tentativa y calcular la varianza proporcional del estimador de la media (\bar{u}) como:

$$V \text{ prop } (\bar{u}) = \frac{1}{Nn} \sum_j N_j \sigma_j^2 \quad (1)$$

en que,

N : total de accidentes de un tipo de nivel nacional
 n : total de accidentes de un tipo en la muestra
 N_j : total de accidentes del estrato j del mismo tipo nivel nacional

σ_j^2 se estima como

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{n_j}{n_j - 1} \sum_{i=1}^{n_j} \frac{(x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{\bar{x}_j} \quad (2)$$

en que x_{ij} corresponde a la observación i del estrato j , \bar{x}_j es la media del estrato y n_j es el número de observaciones del estrato j .

El intervalo de confianza para la media verdadera μ es de la forma:

$$\bar{u} - t \sqrt{\hat{\sigma}^2} \leq \mu \leq \bar{u} + t \sqrt{\hat{\sigma}^2} \quad (3)$$

Esta fórmula supone que μ se distribuye normalmente de modo que t puede tomarse de las tablas de la distribución normal.

Considerando que la variable que mejor estratifica a la población es la misma variable que se está midiendo, es decir, el costo de reparación, y buscando un nivel razonable en los intervalos de confianza, se dividió los costos para cada tipo de accidentes en 5 estratos, a saber: daño leve, daño medio, daño grave, daño muy grave y pérdida total. Cada uno de estos estratos se define según las zonas dañadas del vehículo y el tipo de piezas a reponer (ver Fig. 1). En la Tabla 2 se entregan los resultados de la estimación de costos medios e intervalos de confianza para cada tipo de accidente y el costo medio para cada estrato de nivel de gravedad. Cada uno de estos costos ha sido estimado a partir de los recursos materiales y humanos consumidos con su correspondiente valor social.

b) Costo de tratamiento a lesionados

El costo correspondiente a las personas lesionadas comprende: tratamientos en hospital (internados o no), tratamientos médicos o personal médico, medicamentos, prótesis y uso de ambulancias. La clasificación de lesionados que parece mas adecuada corresponde a la escala MAIS (Hartunian, 1981) que ha sido utilizada experimentalmente en Chile. Se definen 6 niveles de acuerdo con la gravedad de la lesión máxima. El nivel 1 comprende una lesión menor

(paciente solo recibe curaciones menores en un recinto hospitalario). A partir del nivel 3 (lesión seria) se requiere hospitalización, utilizando pabellón, servicios de radiología, laboratorio de urgencia y se consulta a médico especialista. El nivel 5 (lesión crítica) requiere el uso de la Unidad de Tratamiento Intensivo durante 3 a 4 días en promedio y se utiliza equipo médico. Por último, el nivel 6 corresponde a una lesión fatal en que se considera el fallecimiento del afectado en el periodo comprendido entre la ocurrencia del accidente y los treinta días siguientes.

Para obtener los costos correspondientes a cada uno de los niveles de la escala mencionada, se recurrió a entrevistas directas con médicos especialistas y a estadísticas de costos y uso de recursos en hospitales. A partir de ellas se obtuvo en primer lugar los recursos materiales y humanos utilizados y posteriormente su valoración social. En términos generales los precios sociales unitarios siguen el salario de mercado con excepción del médico especialista que se valoró como dos veces el sueldo que le paga el hospital. En la Tabla 3 se entregan los resultados obtenidos en la estimación de costos de tratamiento según cada nivel de lesión.

c) Costos administrativos

Los costos administrativos consideran los recursos físicos y humanos consumidos por el personal de las compañías de seguros, policía y juzgados. En el caso de compañías de seguros se contempla el tiempo de personal dedicado a la liquidación del seguro. Para el personal policial se considera un tiempo de asistencia al lugar del accidente (revisión de documentación, manejo del tránsito, atención a lesionados, etc..) y un tiempo en la unidad policial (escritura del parte, notificación al juzgado, manejo estadístico). En el caso de accidentes fatales y algunos graves se debe agregar el tiempo de un equipo policial especializado (CIAT, SIAT) que además de recoger información detallada en terreno realiza una investigación de causalidad que envía al juzgado correspondiente. Por último, se estima el tiempo del personal del Poder Judicial, abogados y otros que tienen relación con las demandas impuestas por él o los afectados. Para obtener tanto la calidad profesional de las personas involucradas como el tiempo medio de dedicación, se entrevistó directamente a personas con conocimiento detallado en cada una de ellas.

En cada uno de los casos se estableció una relación del costo medio con el nivel de gravedad de los lesionados o para accidentes con solo daños materiales. Los precios unitarios sociales establecidos siguen aproximadamente el precio de mercado bajo el supuesto de que este último refleja el costo de oportunidad social. En la Tabla 3 se entrega los resultados obtenidos.

d) Pérdida de uso del vehículo

El no disponer del vehículo, por encontrarse en reparaciones como consecuencia de un accidente, representa un costo para su propietario. En el caso de vehículos comerciales la aproximación conceptual está relacionada con los ingresos netos que se dejan de percibir. Para vehículos particulares existen diversos enfoques en la literatura, ninguno de ellos convincente. Se propone en este estudio estimar un valor medio de acuerdo con lo que los propietarios están dispuestos a pagar por la posesión de un automóvil. Esta disposición a pagar queda reflejada por el costo medio de depreciación, de interés y de costos fijos anuales (patente, seguro, revisión técnica). De allí se obtiene un valor medio diario para un vehículo representativo del parque. En la Tabla 2 se entrega una estimación de este ítem dependiente del nivel de gravedad de los daños.

e) Costos de funerales

Corresponde a los costos ocasionados por el funeral de una víctima de un accidente. Conceptualmente corresponde a la diferencia entre el costo del funeral en la fecha del accidente y el costo actualizado del funeral en su fecha alternativa (sin accidente). Según las estadísticas la diferencia promedio supera los 25 años, por lo cual el valor actualizado del funeral futuro es muy pequeño. En la Tabla 3 se entrega la estimación de este ítem.

f) Otros costos directos

Hay diversos costos en recursos humanos y materiales no considerados en los anteriores (p.ej. costos de congestión provocados por un accidente, daños a la propiedad pública o privada, etc.). Sin embargo, sus magnitudes son proporcionalmente menores y en algunos casos no existe una base estadística que permita asignarlos a algún tipo de accidente o incidente.

3.3 Costos indirectos

Los costos indirectos tienen, en general, una definición menos precisa que los directos. En este estudio se estima como costo indirecto solo el de capital humano asociado a lesionados y muertes. Sin embargo, estudios en otros países consideran adicionalmente los costos o valor de deterioros psicológicos y sociales, el valor de la vida humana medida a través de la disponibilidad a pagar y aspectos como "pena, dolor y sufrimiento" provocado por los accidentes en el tránsito. Otros estudios agregan costos de prevención de accidentes (legislación de tránsito, control policial, inspecciones de vehículos, entrenamiento de conductores, etc.). En este caso no se consideran estos últimos, estimándose en su defecto que en nuestro país estos costos de prevención debieran aumentar fuertemente, al menos durante un tiempo.

Los costos de capital humano se definen como aquellos costos por bienes y servicios no producidos como consecuencia de un accidente, clasificándose en dos tipos según se trate de lesionados o muerte.

a) Costos de producción debido a lesionados

Corresponde a la pérdida de producción ocasionada por los días no trabajados de los lesionados, considerándose también el tiempo ocupado por las personas que les visitan o cuidan de ellos. La información básica fué obtenida a través de encuestas directas. El valor del tiempo se estima de acuerdo a un promedio ponderado del ingreso de las personas que considera la proporción entre personas activas y no activas (INEA, 1986) y el tiempo productivo y no productivo. En la Tabla 3 se entrega una estimación de este ítem según tipo de lesión.

b) Costos de producción futura debido a una muerte estadística

Este costo corresponde según Miller et al (1984) al costo de capital humano, concepto diferente al del valor de la vida humana. Acá se intenta solo estimar el valor equivalente a la pérdida de producción como consecuencia de un accidente fatal. Su cálculo se fundamenta en: i) la estimación es ex-ante y no ex-post de la ocurrencia de la muerte; iii) se utiliza como aproximación a la productividad los ingresos futuros esperados, sin considerar ingre-

TABLA N°2

**Costos de daños materiales y pérdida de uso de vehículo
según tipo de accidente y gravedad
(\\$ Enero 1987)**

Tipo de Accidente	Gravedad de los daños				Muy Grave	Valor Medio	Intervalo de Confianza
	Leve	Medio	Grave				
Atropello	17.552	46.579	145.783	\$	59.843	± 20.645	
Choq. frontal	19.002	56.924	127.356	285.765	128.643	± 13.032	
Choq. lateral	114.900	38.866	96.032	450.517	85.213	± 11.495	
Col. frontal	24.238	45.561	142.672	221.800	123.194	± 16.498	
Col. cruzad.	22.330	52.537	123.601	146.977	82.322	± 9.498	
Col. posterior	24.935	58.304	131.817	298.085	102.615	± 12.977	
Volvadura	\$	\$	201.057	909.616	555.436	± 101.072	
Caída de veh.	\$	\$	\$	168.936	168.936	± 34.795	
Otros	13.796	56.744	88.524	\$	45.910	± 15.906	
Pérd. total	\$	\$	\$	\$	784.549	± 40.577	
Pérd. de uso de vehículo	4.648	11.952	23.240	39.840	13.280		

TABLA N°3

**Costos sociales de accidentes en el tránsito
(\\$ Enero 1987)**

Nivel Gravedad	Lesionados	Costo Administ.	Capital Humano	Funerales
1	1.019	35.681	5.656	\$
2	2.531	36.335	28.280	\$
3	34.703	130.259	48.076	\$
4	223.497	137.492	243.724	\$
5	764.416	187.725	678.720	\$
Fatal	55.172	167.299	4.207.652	106.080
Solo Daños	\$	35.681	\$	\$

sos por rentas, intereses, transferencias y otros que no corresponden a una labor productiva específica; iii) se estima la "productividad" de una dueña de casa equivalente al salario medio nacional; iv) se estima un promedio ponderado que considera a niños, desempleados y personas inactivas. La observación general del bajo valor resultante para algunos estratos de la sociedad, se "suaviza" al considerarse en la toma de decisiones un valor único equivalente a cualquier muerte estadística a nivel nacional.

Basado en los criterios anteriormente señalados el cálculo de este costo de capital humano (CH) se estima a partir de (Miller et al, 1984):

$$CH = \sum_{n=a}^v p_{s,n} * E_s(n) * Y_s(n) * \frac{(1+r)^{n-a}}{(1+r)^{n-a}}$$

donde:
 a: edad del fallecido (años)
 n: año de cálculo
 s: sexo

V: esperanza de vida; -hombres=64,7 años (INEa, 1986)
 -mujeres=71,3 años (INEa, 1986)

T:tasa de aumento de la productividad

Ys(n):ingreso medio anual de la persona empleada o dueña de casa, de sexo (s) y edad (n)

Es(n):proporción de la población general de edad (n) y sexo (s) empleada en la fuerza laboral u ocupada en labores domésticas.

Pa,s(n):probabilidad de una persona de la población general de edad (a) y sexo (s) de sobrevivir subsecuente a la edad (n)

r: tasa de descuento

El costo de capital humano resultante, utilizando una tasa de descuento del 10% es de 4,2 millones de \$ (Enero 1987). La base detallada de cálculo será materia de una próxima publicación in-extenso de esta investigación. Cabe

recordar que este valor representa una cota inferior del valor de la vida humana.

4. CONCLUSIONES

En este documento se informa parcialmente de los resultados de una investigación conducente a estimar los costos de accidentes en el tránsito. Se entregan los costos sociales de los ítems principales a nivel de un incidente, entendido éste como cada uno de los participantes directos en un accidente (vehículos, lesionados, muertes). Las estimaciones acá presentadas corresponden, en general, a una cota inferior del costo social correspondiendo a un costo marginal de cada incidente, intentando recoger el ahorro de recursos sociales que significa el evitar su ocurrencia.

Ahora bien, dependiendo de las características de un accidente según su tipo, N° de vehículos afectados, N° y tipo de lesionados y N° de muertes, es posible obtener una estimación de su costo social total. A través de los ejemplos siguientes se muestra el procedimiento de cálculo, utilizando los valores entregados en las Tablas 1,2 y 3 (\$Enero 1987).

i) Accidente A.

Colisión cruzada, muy grave, 2 automóviles	=> \$ 293.954
2 lesionados nivel 2	=> 134.292
1 lesionado nivel 4	=> 604.713
Pérdida uso del vehículo	=> 79.680

	Total \$1.112.639

ii) Accidente B.

Choque lateral, pérdida total	=> 784.549
2 muertos	=> 8.860.246
Funerales	=> 212.160

	Total \$9.856.955

Por último, también es posible hacer una estimación del costo social total de los accidentes de tránsito a nivel nacional utilizando las estadísticas sobre tipos de accidentes, lesionados y muertes que entrega el INE para el año 1985 (INEb, 1986). A partir de las cifras acá entregadas el monto resultante asciende a 26 mil millones de pesos (\$Enero 1987). Si se supone un valor de la vida humana de dos veces el de capital humano y un 20% adicional de accidentes sin lesionados no reportados en las estadísticas, con daños materiales entre leves y medios, el valor anterior sube a 31 mil setecientos millones de pesos (\$Enero 1987). Quedan aún diversos costos sociales no considerados como los daños psicológicos, daños a la estructura familiar, pena, dolor, etc.. de difícil cuantificación pero no menos importantes que los anteriores. Una correcta toma de decisiones en el área de seguridad vial debiera mas adelante considerarlos, justificándose la realización de estudios especiales. Mientras ello ocurre, es posible recomendar la utilización de las cifras acá entregadas tomando en cuenta que representan una cota inferior de los recursos reales consumidos por los accidentes en el tránsito.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Sr. Pedro Donoso, Ingeniero Matemático, quien colaboró en el análisis estadístico del estudio.

REFERENCIAS

ANDREASSEND, D.C. (1985) A framework for costing accident and types. Accident Analysis and Prevention, Vol. 17, N°2, 111-117.

BAILEY, M. (1980) Reducing Risks to Life: Measurement of the Benefits. American Enterprise Institute, Washington, DC.

BLOMQVIST, G. (1979) Value of life Saving: Implications of Consumption Activity. Journal of Political Economy, Vol. 87, 540 - 558.

DEPARTMENT OF TRANSPORT (1978) A method of economic appraisal of Highway Schemes. Economics Highways Division, Department of Transport, HMSO, Inglaterra.

- GHOSH, DEBAPRIYA, LEES y SEAL (1975). Optimal motorway speed and some valuations of time and life. Manchester School of Economic and Social Studies. Vol. 43, 34 - 143.
- GONZALEZ, S. y JOFRE, F. (1982) The economic appraisal of accidents for rural roads projects: The Chilean case, Proceeding of XPTRC Summer Annual meeting, Warwick University, 10-12 Julio.
- HARTUNIAN, N., SMART, C., THOMPSON, M. (1981) The incidence and economic cost of major health impairments. Lexington Books, Lexington, M.A.
- HILL, P.S. y JONES-LEE, M.W. (1981) The cost of traffic accidents and the valuation of accidents-prevention in less-developed countries. Report to the World Bank, forthcoming as a World Bank Staff Working Paper.
- INE a. (1986) Compendio Estadístico. Instituto Nacional de Estadísticas. Santiago Chile.
- INE b. (1986) Anuario Estadísticas Policiales. Instituto Nacional de Estadísticas - Carabineros de Chile.
- IPPOLITO, P. y IPPOLITO, R. (1983) Measuring the Value of Life from Consumer Reactions to New Information. Federal Trade Commission. Working Paper N°76, Washington, D.C.
- LANDEFELD, J. y SESKIN, P. (1982) The economic value of life: linking theory to practice. American Journal of Public Health. Vol. 72, N°6, 555-566.
- Mc FARLAND, W. y RDLLINS, B. (1982) Cost Effectiveness Techniques for Highway Safety. Texas Transportation Institute.
- MILLER, T., KENNETH, A.R., BROOKE, E. y KRAGH, B., (1984) Alternative approaches to accident cost concepts. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration.
- MISHAN, E.J. (1971) Evaluation of life and limb: A theoretical approach. Journal of Political Economy. Vol. 79, N°4, 687-705.
- SILCOCK,D. (1982) Traffic accidents: procedures adopted in various countries for estimating their cost or valuing their prevention. Transport Reviews. Vol 2, N°1, 79-106.

TROY, P.N. y BUTLIN, N.G. (1971) The cost of collisions.
F.W. Cheshire Publishing Pty. Ltd.

USHER, D. (1973) An imputation to the measure of economic growth for changes in life expectancy. Measurement of Economic Research, New York, 193 - 226.

WARD, H., ENGLAND, E., ALLSOP, R.E., MOORE, R.L., MURPHY, R.S. D, NICHOLL, J.P. y WYNN-RUFFHEAD, A. (1982) Methods of monitoring the effects of area - wide applications of road accident countermeasures in urban areas. Report prepared for the Accident Investigation Division of the Transport and Road Research Laboratory, Inglaterra.

