

VALORACION DE LA SEGURIDAD VIAL EN CARRETERAS MEDIANTE ENCUESTAS DE PREFERENCIAS DECLARADAS

Pablo Hojman

Subgerencia de Estudios Técnicos, Gerencia Técnica, Consorcio Seguros Vida
El Bosque Sur 180, Santiago, Chile.
Fax: 2304242; E-mail: pablo.hojman@consorio.cl

Juan de Dios Ortúzar

Departamento de Ingeniería de Transporte, Pontificia Universidad Católica de Chile
Casilla 306, Código 105, Santiago 22, Chile.
Fax: 5530281; E-mail: jos@ing.puc.cl

Luis Ignacio Rizzi

Departamento de Ingeniería de Transporte, Pontificia Universidad Católica de Chile
Casilla 306, Código 105, Santiago 22, Chile.
Fax: 5530281; E-mail: lrizzi@ing.puc.cl

RESUMEN

Mediante una encuesta de preferencias declaradas estimamos el valor de las reducciones de riesgo de accidentes fatales y de víctimas graves en accidentes viales. La encuesta consistía en elecciones de ruta caracterizadas por cuatro atributos: tiempo de viaje, costo del peaje, número de víctimas fatales al año y total anual de accidentados graves. Mediante la estimación de modelos de elección discreta, se puede estimar que el valor de reducir una fatalidad en carreteras asciende a US\$ 300.000 y que el valor de reducir un accidentado grave se halla entre los US\$ 100.000 y US\$ 150.000. Los resultados obtenidos difieren notablemente de los valores reportados en la literatura internacional, tanto en magnitud como en proporción relativa, sugiriendo la necesidad de realizar estudios locales para valorar los beneficios por mejor seguridad vial.

1. INTRODUCCION

Esta investigación se construye a partir de los trabajos de Rizzi y Ortúzar (2003) e Iragüen y Ortúzar (2004), quienes diseñaron una encuesta de preferencia declaradas (PD) para obtener el valor subjetivo de reducciones de riesgo de accidentes fatales en distintos contextos. Utilizar valores subjetivos para valorar mejoras en seguridad vial parece ser adecuado, considerando que la conducción de vehículos privados se percibe como un riesgo conocido y controlable por parte de la población de Chile (Bronfman y Cifuentes, 2003). En este trabajo, se busca evaluar conjuntamente el valor de reducciones en riesgo fatal y en el riesgo de sufrir lesiones graves.

La encuesta de PD planteaba una elección de ruta para viajes entre Santiago y Valparaíso o entre Santiago y Rancagua. La distancia de ambas rutas es cerca de 120 km, y ambas se consideran seguras para los estándares chilenos. El proceso de la encuesta consideró los siguientes pasos: Primero, se llevó a cabo una pre-encuesta de auto-llenado que fue contestada por 30 personas incluyendo un pequeño cuestionario preguntando por opiniones y sugerencias. Luego se llevó a cabo un análisis más profundo de la encuesta a través de grupos focales, buscando definiciones más simples y claras. Con esta experiencia, se diseñó una encuesta piloto, cuyos resultados se analizan en Hojman *et al* (2003). Finalmente se llevó a cabo la encuesta definitiva que contenía cinco partes: (i) Se preguntaba sobre experiencias en carreteras y en particular en las rutas consideradas (Ruta 68 y Ruta 5); si la última vez que se utilizaron esas rutas era hace más de un año, la encuesta finalizaba. (ii) Esta parte contenía el ejercicio de elecciones propiamente tal (que consideraba el motivo y la ruta previamente declarados); (iii) Esta sección incluía preguntas sobre las mismas elecciones y sobre experiencias de accidentes y actitudes relacionadas con la prevención de los mismos; (iv) En esta parte se solicitaba información socio económica; (v) Se solicitaba al encuestado entregar una definición personal sobre que se considera un herido grave.

2. DISEÑO ESTADÍSTICO DEL EJERCICIO DE ELECCIÓN

Se consideró cuatro variables: *tiempo de viaje, peaje, víctimas fatales al año y heridos graves al año*. La forma exacta de presentar las dos variables de riesgo surgió del pre-test y de los grupos focales. A pesar que Rizzi y Ortúzar (2003) utilizaron “accidentes con muertes” en un estudio previo similar, como en esta encuesta se agregaron los heridos graves en los grupos focales se detectó que los encuestados se sentían más cómodos al hablar de *víctimas* en lugar de *accidentes*. Con estas cuatro variables se planteó un diseño factorial fraccional en que cada variable estaba asociada a un atributo, funcionando como la diferencia entre ambas rutas (Tabla 1); además cada atributo tenía tres niveles de variación.

La Tabla 1 también muestra los valores de referencia a los cuales se aplican las diferencias; éstos corresponden a valores promedio actuales. Un diseño factorial completo consideraría 81 combinaciones, claramente inaceptable, por lo que interesaba reducir el número de situaciones de elección. A pesar de ser un tema relativamente controversial, hoy se suele aceptar que nueve situaciones de elección pueden ser fácilmente contestadas por un individuo (Caussade *et al*, 2005). Así, se generó tres bloques ortogonales de nueve elecciones por ruta que permitieron estimar efectos principales y algunas interacciones dobles (Louviere *et al*, 2000). Para mejorar la eficiencia del diseño se buscó mejorar el balance de utilidad suponiendo un modelo logit simple (MNL) siguiendo la sugerencia de Huber y Zwerina (1996); para esto se consideró los valores de

los parámetros de *tiempo*, *peaje*, y *accidentes con víctimas fatales* encontrados por Rizzi y Ortúzar (2003) y se asumió que el parámetro de *accidentes graves* era un 20% del anterior. A pesar de que este proceso rompe la ortogonalidad del diseño se sabe que contribuye a una mayor eficiencia estadística en la estimación de modelos de elección discreta (Arora y Huber, 2001).

Tabla 1: Niveles de Diferencia y de Referencia

| Ruta 68 - Motivo Social - Fin de Semana - Buen tiempo | | | | |
|---|--------------|------------------|------------------|----------------|
| Niveles de Diferencia | | | | |
| Nivel | Peaje (US\$) | Tiempo (minutos) | Víctimas Fatales | Heridos Graves |
| 0 | 2,5 | -20 | 4 | .9 |
| 1 | -1,7 | -10 | 8 | 21 |
| 2 | 0,8 | -30 | -12 | -28 |

| Niveles de Referencia | | | | |
|-----------------------|--------------|------------------|------------------|----------------|
| Nivel | Peaje (US\$) | Tiempo (minutos) | Víctimas Fatales | Heridos Graves |
| 0 | 4,2 | 80 | 16 | 48 |
| 1 | 6,7 | 85 | 12 | 44 |
| 2 | 5,5 | 95 | 20 | 57 |

*1 US\$ = \$ 600 al momento de la encuesta

En el estudio piloto, el diseño estadístico permitía estimar dos parámetros para cada variable de riesgo. En particular, se supuso que un empeoramiento en los niveles de seguridad vial producía una pérdida de utilidad de mayor valor absoluto que una ganancia de igual magnitud (Kahneman y Tversky, 1979). Así, se esperaba que los parámetros estimados para la ruta con mayor número de víctimas fatales y/o graves fueran mayores que los asociados a otra ruta. Lamentablemente, estos resultados no fueron concluyentes y se decidió utilizar sólo un parámetro para cada variable de seguridad vial en la encuesta final.

2.1 Definición de las Variables de Riesgo

Varios motivos llevaron a utilizar número de víctimas en lugar de probabilidades. No se cree que las personas consideren el riesgo como una probabilidad objetiva (es decir, como la derivada por un ingeniero), sino como una entidad que resulta de un complejo proceso mental donde la percepción del riesgo y las actitudes para enfrentarlo juegan un importante papel. La mayoría de las personas desarrolla una idea sobre el riesgo de una ruta a través de una percepción personal del riesgo al utilizarla, y a través de información mediática. Cuando ocurre un accidente, la información entregada se informa en término de número de accidentes, número de víctimas, número de heridos graves u otros. Además, la frecuencia con que cierta ruta se ve involucrada en un accidente ayuda a hacerse una idea de cuan peligrosa es. Por supuesto, no se pretende sostener que la gente mantiene la cuenta exacta del número de accidentes en cada ruta que usa. Sin embargo, se piensa que claramente existe una preocupación por la seguridad vial; la idea de “cuán segura es una ruta” se deriva de los hechos mencionados y no a partir de probabilidades objetivas. Si las personas desarrollan en algún grado la idea de probabilidad, esta sólo será una probabilidad *subjetiva*, por ejemplo en el sentido propuesto por Anscombe y Aumann (1963).

El valor total de prevenir un accidente (fatal o grave) se obtiene sumando las disposiciones al pago individuales (DAP) por reducciones en el número de accidentes fatales y graves (Jones-Lee, 1994). Bronfman y Cifuentes (2003) muestran que la conducción de vehículos privados es percibida como un riesgo bien entendido; como un accidente de tránsito es un concepto familiar,

se puede argumentar que la mayoría de las personas tiene preferencias bien definidas en relación a reducciones del riesgo de accidentes viales (Nash, 1990).

Para cada ruta, se consideró un nivel de riesgo base y los encuestados debían escoger entre pares de rutas alternativas donde el riesgo variaba marginalmente respecto al nivel base. Se buscó cuidadosamente que los encuestados estuvieran conscientes que las rutas imaginarias presentaban condiciones similares a aquélla por la cual ellos habían conducido, a fin de que proyectasen las características de la ruta base en las rutas imaginarias del ejercicio. Así, los modelos estimados deberían implicar valores monetarios razonables para pequeños cambios en torno a la situación base, pero no sirven necesariamente para valorar cambios no marginales en seguridad vial.

3. EL CONTEXTO DE ELECCION

Cuando los encuestados se enfrentan a una serie de elecciones es importante que perciban un contexto realista. Para ello, nos basamos una vez más en la experiencia previa (Rizzi y Ortúzar, 2003; Iragüen y Ortúzar, 2004). En este caso se propuso un viaje (de Santiago a Valparaíso o Rancagua, de acuerdo al viaje declarado por ellos) con el mismo motivo declarado y con las siguientes características (las partes subrayadas podían variar entre contextos):

- usted maneja su auto;
- usted viaja un fin de semana normal (sin feriados extra);
- usted paga el costo total del viaje, incluido peajes;
- usted inicia su viaje en la mañana y está lloviendo;
- usted debe escoger entre dos rutas (ambas similares a la Ruta 68), considerando cuatro elementos: 1) *peaje*, 2) *tiempo de viaje*, 3) *número de víctimas fatales al año* y 4) *número de heridos graves al año*".

Se entregó una pequeña explicación sobre el significado de "victima fatal" y "herido grave". En este último caso se mencionaba una serie de lesiones graves asociadas a accidentes en carretera, a fin de fijar la atención de los encuestados en este tipo de lesiones. Estas definiciones fueron analizadas en los grupos focales y en la pre-encuesta. Finalmente, se entregó información estadística sobre número de víctimas fatales y heridos graves en el año 2002 junto al flujo total en ambas rutas.

Como se puede ver, el contexto se definió en forma clara: el día, la hora y el motivo del viaje fueron especificados; se supuso que el encuestado era el conductor y que pagaba el peaje. Debido a que la seguridad está relacionada a un viaje específico, hay poco margen para elecciones altruistas. Además, se cree que los encuestados están interesados en contestar honestamente. Así, se trabajó en aumentar al máximo el realismo a fin de reducir posibles sesgos estratégicos.

4. RECOPILACION DE DATOS Y CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

La encuesta fue programada en una página web (<http://www2.ing.puc.cl/~phojman/>) siguiendo los excelentes resultados obtenidos en una experiencia previa (Iragüen y Ortúzar, 2004). Para generar la muestra, primero se contactó a personas clave en distintas instituciones (públicas y privadas)

quienes amablemente aceptaron cooperar. Estas personas mandaron correos electrónicos a sus empleados o colegas invitándolos a participar. Se obtuvo alrededor de 500 respuestas, 250 para cada ruta. Lamentablemente no se conoce la tasa de respuesta pues no se sabe cuantas personas fueron contactadas vía correo electrónico.

Considerando la falta de asistencia en línea, se trabajó bastante en la claridad de la encuesta en los grupos focales y en la encuesta piloto (también administrada vía Internet), a fin de evitar posibles dudas; también se incorporó botones de ayuda, por ejemplo recordando el contexto de viaje. Los encuestados contaban con la opción de enviar comentarios, críticas y sugerencias sobre la encuesta en forma sencilla¹. A modo de resumen estadístico, la Tabla 2 muestra la distribución por sexo y edad, y la Tabla 3 la distribución del ingreso en la muestra. La mayoría de los individuos presentan ingresos medio a altos para los estándares chilenos, lo que es esperable debido a que las personas de ingreso bajo no suelen poseer automóvil.

Tabla 2: Distribución de la Muestra por Sexo y Edad

| Edad | Ruta 68 | | | Ruta 5 | | |
|---------------|------------|-----------|-----------------------------|------------|-----------|-----------------------------|
| | Hombre | Mujer | % (del total de la muestra) | Hombre | Mujer | % (del total de la muestra) |
| Menos de 24 | 10 | 5 | 6,0% | 6 | 2 | 3,3% |
| Entre 24 y 30 | 52 | 27 | 31,6% | 33 | 30 | 25,7% |
| Entre 30 y 36 | 35 | 12 | 18,8% | 39 | 13 | 21,2% |
| Entre 36 y 42 | 20 | 10 | 12,0% | 33 | 5 | 15,5% |
| Entre 42 y 48 | 13 | 5 | 7,2% | 26 | 1 | 11,0% |
| Entre 48 y 54 | 28 | 6 | 13,6% | 22 | 10 | 13,1% |
| Entre 54 y 60 | 13 | 2 | 6,0% | 12 | 4 | 6,5% |
| Sobre 60 | 11 | 1 | 4,8% | 6 | 0 | 2,4% |
| No responde | 0 | | 0,0% | 3 | | 1,2% |
| Total | 182 | 68 | | 177 | 65 | |

Tabla 3: Distribución del Ingreso

| | Ingreso (\$) | |
|-----------------------------|--------------|--------|
| | Ruta 68 | Ruta 5 |
| Menos de 400.000 | 9,6% | 11,0% |
| Entre 400.000 - 800.000 | 22,8% | 17,1% |
| Entre 800.000 - 1.200.000 | 24,0% | 18,0% |
| Entre 1.200.000 - 1.600.000 | 10,8% | 11,0% |
| Entre 1.600.000 - 2.000.000 | 2,4% | 5,3% |
| Entre 2.000.000 - 2.400.000 | 5,2% | 5,7% |
| Entre 2.400.000 - 3.000.000 | 3,6% | 6,5% |
| Sobre 3.000.000 | 6,4% | 7,3% |
| No responde | 15,2% | 18,0% |

Con respecto a las respuestas al ejercicio de elecciones, se clasificó a los encuestados de acuerdo a sus respuestas lexicográficas (es decir, individuos que siempre elegían la alternativa mejor en un determinado atributo²). La Tabla 4 muestra estos resultados: es interesante destacar que la

¹ Para mayores detalles sobre la administración, características y resultados de esta encuesta ver Hojman (2004).

² Es importante señalar que – en general – es difícil saber si una persona tiene realmente un comportamiento lexicográfico o si este es aparente y sólo elige de esa forma porque los niveles de los restantes atributos no varían lo suficiente; en esta encuesta se consultó sobre esto específicamente al final de la misma.

proporción de respuestas lexicográficas es consistente con resultados reportados anteriormente en la literatura (Sælensminde, 2001 y Rizzi y Ortúzar, 2003). Más adelante se presentan modelos para toda la muestra y excluyendo los individuos con comportamiento lexicográfico.

Tabla 4: Distribución de Individuos con Comportamiento Lexicográfico

| Variable | Ruta 68 | | Ruta 5 | |
|-------------------|-----------|------------|-----------|------------|
| | Potencial | Confirmado | Potencial | Confirmado |
| Peaje | 16 | 6 | 31 | 11 |
| Tiempo | 16 | 8 | 15 | 7 |
| Víctima Fatal | 34 | 1 | 33 | 4 |
| Herido Grave | 18 | 0 | 23 | 0 |
| Total | 84 | 15 | 102 | 22 |
| % (de la muestra) | 33,6% | 6,0% | 41,6% | 9,0% |

* Un lexicográfico *confirmado* es aquel que al final de la encuesta además declaró haber considerado sólo la variable en que presentaba comportamiento lexicográfico.

Luego del ejercicio de elecciones se preguntó qué tipo de herido grave se había tenido en mente al contestar la encuesta: 466 personas consideraron que se requeriría hospitalización; 385 que se podría recuperar el estado de salud previo al accidente; y 289 respondieron que, debido al accidente, se podría tener riesgo de muerte. Con respecto al tiempo de hospitalización, 239 personas consideraron que se necesitaría al menos una semana de hospitalización, 217 que bastaría con menos de una semana y el resto no respondió. Además 115 personas indicaron haber considerado que en menos de un mes un herido grave quedaría recuperado de sus lesiones, 229 pensaron que esto demoraría más de un mes y el resto no respondió. Finalmente, de los 289 individuos que consideraron que su vida estaría en riesgo de muerte luego de un accidente grave, 131 lo consideraron como “muy probable” y ocho como “casi seguro”. De esto, se concluyó que la percepción subjetiva de un herido grave cubre una gran variedad de lesiones y gravedades.

5. MODELOS DE ELECCION DISCRETA

Se estimó modelos logit binarios utilizando ALOGIT (Daly, 1998). Se consideró una función de utilidad lineal y determinística dada por la ecuación (1):

$$V_{ij} = \sum_{k=1}^K \beta_{ki} x_{kij}, \quad (1)$$

donde V_{ij} es la utilidad de la alternativa i para el individuo j , x_{kij} son atributos y β_{ki} parámetros a ser estimados. Los test estadísticos utilizados han sido resumidos en Ortúzar y Willumsen (2001). Los modelos para ambas rutas se presentan en las tablas 5 y 6 (Ruta 68 y 5 respectivamente). El modelo 68_C incluye todos los individuos de la muestra y el modelo 68_L1 excluye individuos con comportamiento potencialmente lexicográfico, una nomenclatura similar es utilizada para la Ruta 5. Todos los parámetros son significativos (test-t entre paréntesis) y tienen el signo correcto. Ambas tablas presentan valores subjetivos o tasas marginales de sustitución, obtenidas al dividir un parámetro por el parámetro del costo. El valor del tiempo (DAP_T) es consistente con valores encontrados en estudios anteriores en Chile (ver Ortúzar, 2000).

Se estimó las tasas marginales de sustitución entre ingreso y reducción de fatalidades (DAP_F) y entre ingreso y reducción de heridos graves (DAP_{HG}). Los intervalos de confianza de los valores subjetivos, construidos con la fórmula de Armstrong *et al* (2001), se muestran en paréntesis cuadrados. Para la muestra completa, el valor de la DAP_F es mayor para la Ruta 68 que para la Ruta 5 (\$ 47 y \$ 23 respectivamente); las DAP_{HG} fueron \$ 19 y \$ 11 respectivamente. Sumando las DAP para todos los usuarios (flujo anual) de cada ruta, se puede obtener el Valor de Reducción de Riesgo Fatal (VRRF) y el Valor de Reducción de Riesgo Grave (VRRG). El flujo anual de las rutas 68 y 5 era aproximadamente 3,7 millones y 7,5 millones respectivamente. El VRRF para las rutas 68 y 5 al considerar toda la muestra, fue US\$ 286 877 y US\$ 283 726 respectivamente. Estos valores son prácticamente iguales, aunque esperábamos que el segundo fuese superior pues la Ruta 5 es más peligrosa que la Ruta 68. Esta evidencia contradeciría los resultados de Rizzi y Ortúzar (2004). Con respecto al VRRG, los valores fueron de US\$ 117 116 y US\$ 140 645 para las rutas 68 y 5 respectivamente. En este caso se observa un mayor valor para la Ruta 5 de acuerdo a lo esperado. Finalmente, los VRRG como proporción de los VRRF son 41% y 50% para las rutas 68 y 5 respectivamente.

Tabla 5: Modelos para la Ruta 68

| Coefficientes (test-t) | 68_C | 68_L1 |
|------------------------|---------------------|---------------------|
| Tiempo (min) | -0,05035 (-12,6) | -0,06784 (-13,1) |
| Herido Grave | -0,02298 (-7,7) | -0,02464 (-6,5) |
| Víctima Fatal | -0,05629 (-6,4) | -0,04173 (-3,8) |
| Tarifa (\$) | -0,00121 (-11,1) | -0,00175 (-12,5) |
| DAP_T | 41,61 [37,53-46,46] | 38,77 [35,34-42,62] |
| DAP_F | 46,52 [34,58-58,53] | 23,85 [12,51-23,85] |
| DAP_{HG} | 18,99 [13,95-24,96] | 14,08 [9,82-18,82] |
| VRRF (US\$) | 286.877 | 147.049 |
| VRRG (US\$) | 117.116 | 86.827 |
| Log-verosimilitud | -1396,06 | -904,26 |
| Tamaño muestra | 2245 | 1489 |

Tabla 6: Modelos para la Ruta 5

| Coefficientes (test-t) | 5_C | 5_L1 |
|------------------------|---------------------|---------------------|
| Tiempo (min) | -0,05034 (-10,3) | -0,06846 (-9,8) |
| Herido Grave | -0,01789 (-9,6) | -0,01827 (-7,2) |
| Víctima Fatal | -0,03609 (5,1) | -0,03673 (-3,8) |
| Tarifa (\$) | -0,00159 (-11,3) | -0,00238 (-11,8) |
| DAP_T | 31,66 [27,72-35,93] | 28,76 [25,08-32,56] |
| DAP_F | 22,70 [15,13-29,93] | 15,43 [8,13-22,08] |
| DAP_{HG} | 11,25 [8,74-14,30] | 7,68 [10,09-5,57] |
| VRRF (US\$) | 283.726 | 192.910 |
| VRRG (US\$) | 140.645 | 95.956 |
| Log-verosimilitud | -1396,026 | -785,6858 |
| Tamaño muestra | 2199 | 1281 |

Si se remueve a los individuos lexicográficos (para mantener consistencia con lo hecho en Rizzi y Ortúzar, 2003 e Iragüen y Ortúzar, 2004), se obtiene el resultado habitual que todos los valores subjetivos bajan. Notar que tanto el VRRF como el VRRG caen más para la Ruta 68 que para la Ruta 5, y en este caso los valores VRRF y VRRG son mayores para la Ruta 5 tal como se esperaba. Finalmente, el VRRG como proporción del VRRF aumenta a 59% para la Ruta 68 y se mantiene similar, 50%, para la Ruta 5.

Se construyó intervalos de confianza asociados a las reducciones de riesgo fatal y grave siguiendo a Armstrong *et al* (2001). Para la muestra completa se obtuvo los siguientes intervalos para el VRRF: Ruta 68 [US\$ 213.243 – US\$ 360.935] y Ruta 5 [US\$ 189.125 – US\$ 374.125]. Por otro lado, los intervalos asociados al VRRG fueron [US\$ 86.025 – US\$ 153.920] para la Ruta 68 y [US\$ 109.250 – US\$ 178.750] para la Ruta 5.

6. COMPARACION DE RESULTADOS CON ESTUDIOS ANTERIORES

A continuación se compara nuestros resultados con dos estudios que utilizaron una metodología similar: Rizzi y Ortúzar (2005) y de Blaeij (2002)³; en ambos casos se realizó un ejercicio de elección de ruta. La variable de riesgo fue víctimas fatales en el primer estudio y la probabilidad de volverse una víctima fatal en el segundo; las otras variables fueron tiempo de viaje y peaje. La Tabla 7 muestra las tres estimaciones. Debido a que de Blaeij (2002) estima un parámetro para el riesgo de fatalidad, para comparar los resultados se debe considerar el VRRF.

Tabla 7: Comparación con Estudios con Metodología Similar

| Coeficientes (test-t) | Rizzi y Ortúzar (2005) | de Blaeij (2002) | Investigación Actual | |
|--------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------------|--|
| | | | Ruta 68 | Ruta 5 |
| DAP _T | 52,46 [46 - 60,5] | 116,54 | 41,61 [37,53-46,46] | 31,66 [27,72-35,93] |
| DAP _F | 137,87 [117,69 - 168,99] | - | 46,52 [34,58-58,53] | 22,70 [15,13-29,93] |
| VRRF (USS) | 806.119 - 988.101 | [688.105 - 988.101] | 2,496,000 287.877 - 360.935 | [213.243 283.726 [189.125 - 374.125] |

Al comparar los resultados con los de Rizzi y Ortúzar (2005), se ve que nuestras estimaciones producen VRRF significativamente menores para ambas rutas, pero la Ruta 68 fue mejorada entre ambos estudios. A pesar de que no es posible medir con certeza la mejora, debido a que sólo han pasado dos años desde ésta, puede ocurrir que la percepción del riesgo se haya modificado por este hecho. Esto podría explicar, parcialmente, el menor valor del VRRF de la Ruta 68, pero no permite explicar el menor valor encontrado para la Ruta 5, que es más peligrosa tanto antes como después de las mejoras a la Ruta 68. Otra posibilidad es que los menores valores del VRRF se deban al efecto de incrustación (Saelesminde, 2003); es decir, cuando un bien hedónico es considerado individualmente, la DAP asociada a éste es diferente que cuando se le considera como parte de un paquete. En otras palabras, si una persona debe valorar el riesgo de muerte y de sufrir heridas graves, la evaluación del primero dependerá si se presenta solo o junto al riesgo no fatal. Esta evidencia, si bien limitada, puede sugerir que el efecto de incrustación

³ Se excluye de la comparación los valores estimados por Jara Diaz *et al* (2000), puesto que se basan en una encuesta piloto previa a la reportada por Rizzi y Ortúzar (2003), no sólo de mayor tamaño sino también de calidad superior por aprovechar justamente la experiencia de esa encuesta piloto.

estaría presente y, si no es considerado adecuadamente, puede producir sesgos en la valoración de bienes hedónicos⁴. En este caso, evaluar sólo riesgo fatal puede sobreestimar la DAP.

Al comparar nuestros resultados con los encontrados por de Blaeij (2002), se ve que son significativamente menores. Varias razones pueden mencionarse para explicar esta diferencia: el menor nivel de ingreso en Chile, una menor aversión al riesgo en Chile, y también el efecto incrustación.

Finalmente, se comparan los resultados de este estudio con los de Jones Lee *et al* (1993; 1995), donde se evaluó accidentes con distintas consecuencias. Ellos estimaron el VRRG como 9,5% del VRRF, valor mucho menor a los 40,8% y 49,6% de las rutas 68 y 5 respectivamente (Tabla 8). Una primera explicación está en la diferencia entre las poblaciones estudiadas, pero de igual o más importancia puede ser el contexto de la encuesta. En este caso, los encuestados debían pensar en una situación *ex ante*, escogiendo entre dos rutas para realizar un viaje. En el caso británico, los individuos debían suponer que el accidente ya había ocurrido, y la situación de elección consistía en estar dispuesto o no a aceptar un tratamiento médico, que si resulta exitoso permitía que la persona mejorase su estado de salud, pero si fracasaba podía conducir a la muerte.

Tabla 8: Comparación con Estudios que Incluyen Heridos Graves

| | Investigación Actual | | |
|-------------------|------------------------|-------------|-------------|
| | Jones-Lee et al (1995) | Ruta 68 | Ruta 5 |
| DAP _F | USD 885.714 | USD 286.877 | USD 283.726 |
| DAP _{HG} | USD 84.286 | USD 117.116 | USD 140.645 |
| Razón | 9,52% | 40,82% | 49,57% |

7. CONCLUSIONES

Se planteó una encuesta pionera de preferencias declaradas a fin de estimar de manera conjunta el valor de las reducciones de riesgos fatales y riesgos no fatales, pero de gravedad, en accidentes de tránsito en carreteras. Los resultados obtenidos arrojan valores que cuestionan seriamente ciertos resultados reportados en la literatura. En primer lugar, se obtiene valores de la disposición al pago por la reducción del número de víctimas graves de accidentes viales que representan el 50% de los valores correspondientes a la reducción del número de víctimas fatales, en lugar de valores cercanos al 10%. En segundo lugar, los valores estimados para la reducción del número de víctimas fatales es sustancialmente menor que los que surgen de transferir valores estimados en países desarrollados y ajustados por ingreso. Esto ratifica la urgente necesidad de proceder con estudios locales y utilizar técnicas diferentes a la valoración contingente para estimar los beneficios por mejor seguridad vial.

⁴ Si dos bienes son valorados separadamente y las DAP individuales sumadas, el valor final puede sobreestimar el valor total correspondiente a la valoración conjunta, que es la que corresponde (Hochn y Randall, 1989).

REFERENCIAS

- Anscombe, F. y R. Aumann. (1963) A definition of subjective probability. **Annals of Mathematical Statistics** **34**, 199-205.
- Armstrong, P.M, R.A. Garrido y J. de D. Ortúzar. (2001) Confidence intervals to bound the value of time. **Transportation Research** **37E**, 143-161.
- Arora, N. y J. Huber. (2001) Improving parameter estimates and model prediction by aggregate customization in choice experiments. **Journal of Consumer Research** **28**, 273-283.
- Bronfman, N.C. y L.A. Cifuentes. (2003) Risk perceptions in a developing country: the case of Chile. **Risk Analysis** **23**, 1271-1285.
- Caussade, S., J de D. Ortúzar, L.I. Rizzi y D. Hensher. (2005) Assessing the influence of design dimensions on stated choice experiment estimates. **Transportation Research** **39B** (2005) 621–640.
- Daly, A.J. (1998) **ALOGIT 3.8 User's Guide**. Hague Consulting Group, La Haya.
- de Blaeij, A. (2002) The Value of a Statistical Life in Road Safety: Stated Preference and Empirical Estimates for The Netherlands. Ph.D. Thesis, Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Hoehn, J. y A. Randall. (1989) Too many proposals pass the benefit cost analysis. **The American Economic Review** **79**, 544-551.
- Hojman, P. (2004) El Valor de la Reducción de Accidentes Fatales y No Fatales Graves en Carretera. Tesis de Magíster, Departamento de Ingeniería de Transporte, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.
- Hojman, P., J. de D. Ortúzar y L.I. Rizzi. (2003) El valor de la reducción de accidentes fatales y no fatales graves en carretera. En R.A. Garrido y M.A. Munizaga (eds.), **Actas XI Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte**, Sociedad Chilena de Ingeniería de Transporte, Santiago.
- Huber, J. y K. Zwerina. (1996) The importance of utility balance in efficient choice designs. **Journal of Marketing Research** **33**, 307-317.
- Iragüen, P. y J. de D. Ortúzar. (2004) Willingness-to-pay for reducing fatal accident risk in urban areas: an internet-based web page stated preference survey. **Accident Analysis and Prevention** **36**, 513-524.
- Jara Díaz, S.R., T. Galvez y C. Vergara. (2000) Social valuation of road accident reductions. **Journal of Transport Economics and Policy** **34**, 215-232.
- Jones Lee, M. (1994) Safety and the savings of life. En R. Layard y S. Glaister (eds.), **Cost - Benefit Analysis**. Cambridge University Press, Cambridge.

- Jones-Lee, M., G. Loomes y P. Philips. (1995) Valuing the prevention of non-fatal road injuries: contingent valuation vs. standard gamble. **Oxford Economic Papers** **47**, 676-695.
- Jones-Lee, M., D. O'Reilly y P. Philips. (1993) The value of preventing non-fatal road injuries: findings of a willingness-to-pay national sample survey. TRL Working Paper WPSRC2, Transport Research Laboratory, Crowthorne.
- Kahneman, D. y A. Tversky. (1979) Prospect theory: an analysis of decision under risk. **Econometrica** **47**, 263-291.
- Louviere, J.J., D.A. Hensher y J.D. Swait. (2000) **Stated Choice Methods: Analysis and Application**. Cambridge University Press, Cambridge.
- Nash, C.A. (1990) Appraising the environmental effects of road schemes, Working Paper, Institute for Transport Studies, University of Leeds.
- Ortúzar, J. de D. (2000) Modelling route and multimodal choices with revealed and stated preference data. In J. de D. Ortúzar (editores), **Stated Preference Modelling Techniques**. Perspectives 4, PTRC, Londres.
- Ortúzar, J. de D. y L.G. Willumsen. (2001) **Modelling Transport**. Third Edition, John Wiley and Sons, Chichester.
- Rizzi, L.I. y J. de D. Ortúzar. (2003) Stated preference in the valuation of interurban road safety. **Accident Analysis and Prevention** **35**, 9-22.
- Rizzi, L.I. y J. de D. Ortúzar. (2005) Road safety valuation under a stated choice framework. **Journal of Transport Economics and Policy** (en imprenta).
- Sælensminde, K. (2001) Inconsistent choices in stated choice data: use of the logit scaling approach to handle resulting variance increases. **Transportation Research** **4D**, 13-27.
- Sælensminde, K. (2003) Embedding effects in valuation of non-market goods. **Transport Policy** **10**, 59-72.