



## *Capítulo 16*

# Las vías expresas urbanas: ¿qué tan rentables son?

MARCIAL ECHENIQUE



*Se consulta para un futuro más lejano y cuando el incremento del tránsito así lo justifique, la habilitación de una autopista de doble calzada sobre el lecho actual del río Mapocho, previas las obras necesarias para la regularización del actual cauce.*

*Plan Intercomunal de Santiago, DS N° 2.387 de 1960 del MOP, 3a4*

## I. INTRODUCCIÓN: LOS FACTORES QUE DETERMINAN EL USO DE SUELO Y TRANSPORTE

### I.1. Demanda por suelo y transporte

Las calles y el suelo se congestionan cuando sus demandas sobrepasan a la oferta. El desequilibrio que esto ocasiona aumenta el precio del suelo y del transporte. En el caso del transporte, el precio no sólo incluye costos en dinero, sino también el costo del tiempo perdido en las vías congestionadas.

En el mercado del suelo, la libre competencia asegura que quienes pueden obtener el mayor beneficio por usar un determinado terreno y, por lo tanto, están dispuestos a pagar más por él, terminan por usar ese terreno. En cambio en el mercado del transporte, especialmente en lo que se refiere a las vías de circulación, no hay mecanismos para asignar las vías escasas a quienes están dispuestos a pagar más por usarlas. Las consecuencias se manifiestan en ineficiencia, porque todos pagan lo mismo a través de la pérdida de su tiempo: todos por igual pueden usar los caminos, lo mismo quienes se resignan a perder tiempo o lo valoran menos, como quienes le asignan un gran valor y estarían dispuestos a pagar por ahorrarlo pero no pueden hacerlo.

La demanda por suelo y transporte es el producto de dos factores fundamentales: el crecimiento del número de usuarios y el aumento de los ingresos. El aumento de la población es la razón principal de la mayor demanda en los países en vías de desarrollo, donde la migración desde el campo a las ciudades es muy alta. El segundo factor –el aumento de los ingresos– es la principal razón de los aumentos de la demanda en países desarrollados. Santiago ilustra ambos factores. Hasta los años setenta, la principal razón de una demanda creciente por terrenos y transporte era la migración desde las zonas rurales hacia las zonas urbanas y el crecimiento vegetativo de la población de las ciudades. Desde los años ochenta, la migración ha cambiado y el crecimiento interno de la población ha disminuido enormemente. Sin embargo, la demanda por suelo y transporte se ha disparado debido al continuo incremento de los ingresos.

El aumento de los ingresos es hoy la principal causa de la demanda creciente por suelo y transporte en Santiago. Primero, el número de nuevos hogares ha crecido en forma rápida: la gente joven se puede dar el lujo de dejar el hogar paterno antes e instalarse por su cuenta; tal vez lo mismo ocurre con los matrimonios que se disuelven y se van a vivir

separadamente; la gente mayor también puede vivir en forma independiente de sus hijos y, además, vive más años. Todo esto se traduce en una mayor demanda por viviendas, aun si la población se mantiene constante. En segundo lugar, el mayor poder adquisitivo de los hogares los lleva a consumir más espacio y usar más los automóviles. El deseo de contar con centros de compras más accesibles al automóvil requiere más suelo para estacionamientos, si se compara con las tiendas tradicionalmente ubicadas en calles principales. En tercer lugar, las industrias modernas y los centros de distribución están mucho más ávidos de sitios grandes que las formas tradicionales de producción y almacenaje. Los edificios modernos destinados para estos fines tienden a ser de un solo piso para facilitar la mecanización. Finalmente, hay más demanda por lugares de recreación, tales como centros deportivos, clubes de golf o parques.

El Cuadro 1 ilustra el espacio promedio que ocupan las viviendas de tres grupos socioeconómicos en los cuales se ha dividido la población de Chile, y sus características de viaje, de acuerdo con el nivel de ingresos. Se puede apreciar que cada grupo socioeconómico utiliza aproximadamente el doble del espacio que el grupo que le precede. El porcentaje de uso de automóviles aumenta y también crece el número de viajes que se hacen. Como se puede observar en el Cuadro 2, se estima que el grupo de altos ingresos en Chile se habrá triplicado entre 1995 y 2010; el grupo de medianos ingresos va a crecer en 50 por ciento, mientras que el grupo más bajo se reducirá a la mitad.

De los Cuadros 1 y 2 se puede deducir que la combinación de más hogares con mayores niveles de ingreso, con el correspondiente aumento del tamaño de las viviendas y del uso del automóvil, está generando una explosión en la demanda de suelos y de transporte. Sin un aumento correspondiente de la oferta, esa mayor demanda está dando origen a precios más altos de la tierra y más congestión. En efecto, la velocidad de transporte promedio durante las horas punta en Santiago en 1995 (entre las 7.00 y las 9.00 de la mañana) era 26,2 km/hora.

## **I.2. Oferta de suelo y transporte**

El aumento de la oferta de suelo y de transporte es obstaculizado por varios factores, algunos autoinfligidos y otros atribuibles a la falta de un marco institucional. Teóricamente, la oferta de suelos debería aumentar a medida que sus dueños y los urbanizadores ofrecen la tierra en el mercado; pero los planes reguladores han impuesto una rígida restricción urbana que impide una mayor oferta en la periferia de la ciudad. En consecuencia, ha aumentado la densidad de la construcción al reemplazarse casas para una sola familia por edificios con muchas unidades habitacionales. A su vez, se ha agravado aún más la congestión en las calles a medida que las nuevas familias compran automóviles, generando más viajes y más congestión. El deterioro del medio ambiente es evidente, ya que disminuye el número de áreas verdes, se produce oscurecimiento, hay menor privacidad y más ruido y contaminación debido a la congestión.

Incluso si las regulaciones se hicieran más flexibles, la congestión seguirá aumentando, aunque menos. La principal razón es que los terrenos periféricos son menos accesibles por la falta de capacidad de los caminos principales. Los urbanizadores pueden construir redes locales para acceder a los terrenos, pero no pueden mejorar las redes estratégicas. Los obstáculos para



**Cuadro 1** Características promedio de los hogares

Grupo socioeconómico	Ingreso mensual (en US\$)	Espacio habitacional (en m <sup>2</sup> )	Movilidad: (viajes/día)	Uso de automóvil (% de viajes en auto)
Alto	3.000	170	11,28	77,3
Medio	663	85	9,12	24,1
Bajo	367	45	7,2	0,1

Fuente: Dirección de Planeamiento (1995).

**Cuadro 2** Proyección de hogares (en miles)

Grupo socioeconómico	1992	1995	2000	2010
Alto	191	259	405	878
Medio	1.436	1.632	1.946	2.771
Bajo	1.671	1.510	1.383	852
Total	3.298	3.401	3.734	4.501

Nota: Incluye todo Chile.

Fuente: Dirección de Planeamiento (1995).

construir vías urbanas son múltiples. Al interferir con la propiedad privada de la tierra, sólo el Estado tiene poder para expropiar terrenos privados y aumentar la capacidad de las calles. Este poder sólo se puede ejercer si hay consenso en que la expansión contemplada mejorará la situación y que se compensará adecuadamente a los afectados. Una propuesta para aumentar la capacidad de una calle puede demorar años. En efecto, unos pocos propietarios pueden detener e impedir el proceso y hacer muy oneroso el desarrollo del transporte.

Uno de los principales escollos para aumentar la oferta de transporte es la falta de incentivos para involucrar al sector privado. Como no se cobra por usar las calles, el proveedor no puede recuperar su inversión directamente del usuario y necesita recurrir al financiamiento mediante los impuestos generales. Esto siempre crea dificultades, ya que no es fácil evaluar en qué cuantía los usuarios están dispuestos a pagar por el uso de una calle. Además, la inversión en infraestructura vial, y en transporte en general, es una de las pocas partidas que el gobierno puede recortar, sin un efecto inmediato, cuando quiere equilibrar su presupuesto.

Una manera de aislar la oferta de transporte de los caprichos presupuestarios de los gobiernos es privatizar la red estratégica. Esto alienta a los capitales privados a invertir en transporte con la posibilidad de recuperar la inversión cobrando peajes. Chile ha seguido esta

política desde 1991, cuando el gobierno del Presidente Aylwin aprobó la Ley de Concesiones. Esta ley le permite al Estado entregar a concesionarios privados infraestructuras tales como caminos, ferrocarriles, puertos, aeropuertos o el abastecimiento de agua potable.

### I.3. El rol del Estado

La privatización de la red estratégica requiere de una fuerte participación del gobierno. En primer lugar, es necesario definir la red estratégica, tomando en consideración los beneficios sociales más amplios y no sólo los privados. En segundo lugar, como se explica a continuación, el gobierno tiene que definir el nivel de las tarifas para cada sección de la red estratégica, con el fin de optimizar la operación del conjunto. En tercer lugar, el gobierno es el único agente que tiene poder para expropiar la tierra necesaria para la red y es el árbitro y garante final de la inversión privada.

El criterio normal para adjudicar la infraestructura a un concesionario ha sido el peaje más bajo que se ofrece cobrar. Este sistema es aceptable para los caminos interurbanos, pero no es bueno para las vías urbanas. La principal dificultad es que las redes urbanas deberían funcionar como una red integrada, es decir, como un sistema de vías que permite muchos tipos de movimientos. De modo que resulta inconveniente que una parte de la red se congestione debido, por ejemplo, al cobro de un peaje muy bajo que impida que el tráfico fluya normalmente hacia otra sección de la red.

Es más conveniente estudiar la red como un todo, tomando en cuenta los diferentes modos de transporte que compiten entre sí, tales como el metro y el ferrocarril urbano, estableciendo prioridades en el transporte urbano, fijándole un precio correcto a cada modo alternativo, de manera que los viajeros internalicen los costos sociales (externalidades) que causen sus decisiones de viaje<sup>1</sup>. El precio de usar la red también debería incluir un pago por congestión, para no disminuir la capacidad del sistema. Pero, al mismo tiempo, el cobro debería ser tal que ningún tramo de la red se subutilice.

Por estas razones el gobierno debe definir la red, fijar los peajes y expropiar la tierra necesaria para construir la infraestructura. Dadas estas condiciones, los concesionarios deben licitar basándose en otros criterios. Uno podría ser la duración de la concesión, en cuyo caso el que solicita una concesión más corta debiera ganar la concesión. Otra forma es adjudicar al que solicite menos garantías del Estado o pague más al Estado por quedarse con la concesión. Esta última fórmula es la que se ha utilizado en Santiago.

Otra alternativa es el mecanismo propuesto por Engel *et al.* (1996), que consiste en licitar por el menor valor presente de los ingresos futuros (MVPI). En este caso la duración de la concesión es variable y la obra se le devuelve al Estado una vez que se ha alcanzado el valor de los ingresos. Este sistema de adjudicación distribuye los riesgos de una manera más satisfactoria, porque asigna el riesgo al agente que está más capacitado para disminuirlo (v. gr., el gobierno o el concesionario).

---

<sup>1</sup> Cuando un vehículo entra a una vía, el costo social que causa incluye el retraso que les origina al resto de las personas que circulan por la vía. Sin embargo, cada conductor sólo internaliza el costo directo o privado –el tiempo que ocupa en llegar de un punto a otro y el combustible que gasta–. A la diferencia entre el costo social y el privado se le llama *externalidad*.

## II. METODOLOGÍA: USO DE UN MODELO DE SIMULACIÓN

### II.1. El modelo de simulación

Para diseñar la red de transporte estratégica, probar su operación con diferentes niveles de precios y evaluar las consecuencias, se utilizó un modelo de simulación, el Meplan (véase Owers y Echenique, 1994). El Meplan es un paquete de *software* que se puede usar para modelar la economía del espacio en diferentes escalas de operación. Los principios subyacentes son los siguientes:

- i) La demanda por transporte es una demanda derivada, que se genera por el intercambio económico y social que ocurre cuando se trasladan los productos y servicios desde el lugar de producción hasta el lugar de consumo (incluyendo la mano de obra)<sup>2</sup>. El lugar exacto donde se producirá o consumirá dependerá del uso que se dé al suelo. Así, cada cambio de la ubicación de las actividades modifica los usos del suelo y cambia inmediatamente la demanda derivada por transporte.
- ii) El uso del suelo, es decir la ubicación de las actividades, depende, entre otros factores, de la accesibilidad. La accesibilidad, a su vez, depende del suministro de transporte, de modo que un cambio en las condiciones del sistema de transporte afectará a la ubicación de las actividades y, por lo tanto, al uso del suelo.

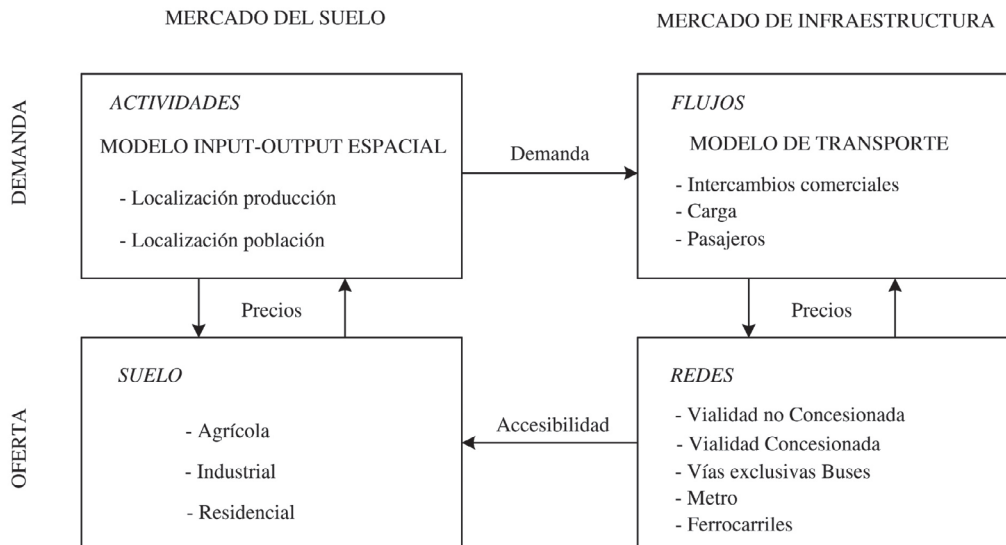
Como se ilustra en el Gráfico 1, los mercados del suelo y del transporte están interrelacionados. En ellos interactúan la oferta y la demanda y se determinan los precios de equilibrio. Las actividades encuentran su ubicación, el suelo por usar es suministrado por un precio, y los flujos de transporte encuentran sus rutas en las redes por un valor que incluye los costos de congestión.

El modelo Meplan necesita un pronóstico de los cambios de población y actividad económica para toda la región como datos de entrada. Estos cambios se predicen usando modelos macroeconómicos que proyectan el crecimiento del Producto Nacional Bruto, el consumo, las exportaciones e importaciones, la inversión y el gasto del gobierno para los próximos quince años (véase Dirección de Planeamiento, 1995).

Las variables de política que se usan como datos de entrada del modelo son la oferta de terrenos e infraestructura con las correspondientes políticas fiscales (v. gr., impuestos y subsidios que afectan al uso del suelo y del transporte) y cualquier reglamentación que afecte a este uso. A continuación, el modelo estima la ubicación de todas las actividades urbanas (v. gr., hogares por grupo socioeconómico, actividades de producción por sector económico) y su uso del suelo. La competencia por el suelo genera precios que se ajustan hasta que se alcanza un equilibrio. Luego el modelo asigna los flujos de transporte generados por la interacción de las actividades (v. gr., flujos de pasajeros y carga) hacia las redes disponibles. La competencia por usar las redes de transporte genera precios de congestión hasta que se

---

<sup>2</sup> Se dice que la demanda por un bien es *derivada* si éste se demanda para conseguir un fin ulterior. Salvo excepciones, las personas demandan servicios de transporte para conseguir otros fines –v. gr., trasladarse del hogar al trabajo, hacer las compras, ir al cine–, no porque disfruten el traslado en sí.

**Gráfico 1** Modelo de simulación Meplan

alcanza un equilibrio y no hay más ajustes de precios. El precio del transporte que resulta determina la accesibilidad de los terrenos durante el próximo período de asignación del uso del suelo.

Los parámetros del modelo se estimaron con datos de 1992, de modo que se logró la reproducción de la situación de ese año. Se usó la siguiente información:

- *Ubicación de las actividades.* La ubicación de los hogares según grupo socioeconómico se obtuvo directamente del censo de 1992. La ubicación de las actividades económicas se estimó con el Censo de Empleo por Sectores Industriales de ese mismo año.
- *Oferta de suelo.* La oferta de tierras urbanas (incluyendo el espacio habitacional) se obtuvo del Servicio de Impuestos Internos y con mediciones vía satélite de sensor remoto.
- *Flujos.* Los flujos económicos se obtuvieron con un modelo de insumo-producto, desarrollado por el Banco Central de Chile. Los flujos físicos se obtuvieron de una Encuesta de Origen-Destino de los pasajeros del año 1991 y los flujos de carga, de una encuesta del MOP para el mismo período.
- *Redes.* La descripción detallada de las redes de transporte (v. gr., su capacidad, velocidad, costos) se obtuvo del modelo que usa el Ministerio de Transportes, complementado con información adicional sobre caminos, ferrocarriles y tuberías interurbanas.

Una vez obtenidos los principales valores, incluso de las variables de comportamiento señaladas en la próxima sección, se comparó lo que pronosticó el modelo para 1995 con la información de ese año. En el modelo de transporte, la información correspondía a los flujos de las redes y velocidades promedio en ciertos arcos de la red. Para el modelo de uso

del suelo, la información que se usó fue la cantidad de metros cuadrados construidos en cada zona de la ciudad y los precios de arriendo promedio para cada zona y tipo de uso (véase Dirección de Planeamiento, 1995).

Finalmente, una vez calibrado el modelo para 1992, y validado parcialmente para 1995, se efectuaron pronósticos para los años futuros (2000 y 2010) usando como datos de entrada las extrapolaciones macroeconómicas y las políticas específicas que se probarían. Algunas salidas arrojadas por el modelo para el año 2000 han sido cotejadas con datos existentes para ese año. En general, el crecimiento del producto proyectado es menor que el efectivo, debido a la reducción de los índices a partir de 1999.

## **II.2. La disposición a pagar peaje por usar caminos urbanos**

Una de las dificultades fundamentales cuando se proyecta es saber cuánto están dispuestas a pagar las personas para ahorrar tiempo de viaje. En otras palabras, ¿cómo valorizan su tiempo de viaje? Para obtener la respuesta se realizó una encuesta.

Para los viajes interurbanos la encuesta fue directa, ya que hay varios peajes que se podrían eludir si el viajero está dispuesto a seguir un camino más tortuoso. En este caso se entrevistó a una muestra de viajeros en caminos con y sin peaje, averiguando su situación socioeconómica, el motivo del viaje, el tiempo y costo de la ruta elegida (v. gr., si se les encuestó en una plaza de peaje, cuál era el costo de su viaje y el tiempo que demoraban desde el origen hasta su destino) y el tiempo y costo de la ruta alternativa (por ejemplo, la ruta por la cual no se pagaba peaje).

Para los viajes dentro de la ciudad la encuesta resultó más complicada, ya que actualmente no hay vías pagadas. El cuestionario que se elaboró contemplaba la posibilidad de que los entrevistados estuviesen dispuestos a gastar más dinero en combustible para ahorrar tiempo. A su vez, la encuesta distinguió aquellos lugares suburbanos donde había una alternativa clara entre un camino corto, pero congestionado, y una carretera más larga, pero más rápida. Una de las áreas encuestadas —el sector de Pirque— podría servir como ilustración. La comuna de Pirque, ubicada al sur de la Región Metropolitana, está conectada con la red principal de transporte mediante dos puentes que cruzan el río Maipo. Uno de ellos, ubicado al norte de la comuna, conecta con la ruta más directa hacia el centro de la capital a través de la avenida Vicuña Mackenna, que sin embargo es muy congestionada pese a ser una vía doble. El segundo puente está al poniente de la comuna y conecta con la ruta Norte-Sur que, aunque varios kilómetros más larga, es más rápida. Entrevistando personas en los dos puentes fue posible deducir en qué medida los viajeros estaban dispuestos a tomar el camino más largo y gastar más para ahorrar tiempo. En ambos puentes los encuestadores averiguaron la situación socioeconómica de los viajeros (se les preguntó por su profesión, quién era el dueño del automóvil, el tipo de vehículo, etc.), el motivo del viaje, la alternativa elegida, junto con su percepción del costo y el tiempo que demoraban desde el lugar de origen hasta su destino final, y qué pensaban de la *otra alternativa*, con su respectivo costo y tiempo de viaje (a quienes elegían la ruta Norte-Sur se les preguntó qué pensaban del tiempo que demoraban y del gasto en que incurrirían usando Vicuña Mackenna).

Con la información de encuestas tomadas en varios lugares parecidos a diferentes horas del día fue posible realizar un análisis desagregado. Las decisiones observadas de los

viajeros permiten deducir sus preferencias (véase Ben-Akiva y Lerman, 1985). Agrupando a los viajeros según su situación socioeconómica y el propósito del viaje (para ir al trabajo, para llevar a los hijos al colegio, por negocios, por recreación y otros), fue posible deducir en cuánto valoraban su tiempo, el modo de transporte y el período de viaje en horas punta y fuera de punta.

Este método se conoce como “preferencias reveladas”, porque las preferencias se deducen de las decisiones observadas de los viajeros. Se le prefirió al de “preferencias declaradas” (véase Ortúzar y Willumsen, 2001), que deduce las preferencias del viajero a partir de preguntas hipotéticas que pueden conducir, a su vez, a respuestas hipotéticas (para mayor explicación del método utilizado, véase Echenique, 1997).

El resultado de la estimación mostró, efectivamente, que el valor asignado por las personas al tiempo es extraordinariamente estable (véase Dirección de Planeamiento, 1995). Demostró que cuando una persona viaja dentro de la ciudad el valor que le asigna al tiempo es aproximadamente el 50 por ciento de su ingreso por hora. En el caso de viajeros interurbanos se comprobó que su disposición a pagar por ahorrar tiempo o aumentar su comodidad usando una vía con peaje es mucho más alta: el valor fluctuó entre el 100 por ciento y el 200 por ciento del ingreso por hora del viajero. Es importante tomar en cuenta que el grueso de quienes viajan dentro de la ciudad valoran menos su tiempo de viaje porque están ahorrando tiempo libre, mientras que los viajeros interurbanos están ahorrando tiempo de trabajo (son viajes en días de semana). El tiempo que los viajeros interurbanos ahorran en los fines de semana es principalmente tiempo libre, pero tal vez porque estos viajes son menos frecuentes, el viajero está dispuesto a pagar más si viaja más rápido.

### II.3. Estimación de las elasticidades

Después de haber estimado el valor del tiempo y los parámetros que representan el comportamiento de los viajeros con el *software* estadístico Limdep (véase Greene, 1987), el modelo simula el sistema de transporte tomando en cuenta lo siguiente:

- *Características del usuario.* Es un modelo de usuarios múltiples, en el que los viajeros se clasifican por grupos socioeconómicos con diferentes niveles de disposición para pagar y que compiten con otros usuarios por el espacio de transporte. Esto también es válido para la carga.
- *Características de la red vial.* El modelo toma en cuenta, coherentemente, el estado de la congestión en la red, el costo de usarla incluyendo el pago de peajes, la seguridad y comodidad de cada una de las rutas alternativas, tiempos alternativos (punta y fuera de punta) y modos alternativos (automóvil, bus, metro/tren y viajes a pie).

Se hicieron una serie de chequeos de sensibilidad para estimar la elasticidad-precio y las elasticidades cruzadas de la demanda por viajes en relación con el precio y los cambios de tiempos<sup>3</sup>. Es importante destacar que las elasticidades dependen en gran parte de las rutas individuales, ya

<sup>3</sup> La *elasticidad-precio* de la demanda es un número puro que indica en cuánto varía la cantidad demandada del bien cuando su precio cambia. Por ejemplo, si la elasticidad-precio de la demanda por viajes en auto es

que en algunos casos hay pocas alternativas, mientras que en otros hay muchas. Pero, con esta salvedad, es posible ilustrar el promedio de elasticidades para la ciudad como un todo. El Cuadro 3 muestra las elasticidades promedio estimadas, las que son comparables con aquellas obtenidas en estudios similares de Singapur, Amsterdam y Londres.

Como se aprecia en la columna 4 del Cuadro 3, si el peaje en horas punta aumentase en 100 por ciento, el número de viajes en auto del grupo socioeconómico alto caería entre 12 y 20 por ciento, dependiendo del motivo del viaje (ir al colegio, al trabajo, etc.). Algunos viajes en automóvil se traspasan a horas fuera de punta, lo que aumenta el número de viajes en auto en esas horas entre 5 y 14 por ciento. Sin embargo, el uso del bus en horas punta aumenta apenas entre 3 y 5 por ciento.

Los grupos socioeconómicos medio y bajo son más sensibles a los aumentos del peaje. En la Columna 4 del Cuadro 3 se aprecia que si el peaje se duplica, el número de viajes en auto durante la hora punta cae entre 21 y 53 por ciento. Estos viajes se trasladan, en parte, a horas fuera de punta y también, durante las horas punta, al bus. En cambio el grupo socioeconómico alto es más sensible a la variación del tiempo de viaje. Se aprecia de la columna 5 que si el tiempo de viaje en bus y automóvil durante las horas punta se duplica, el número de viajes en automóvil del grupo socioeconómico alto cae entre 13 y 35 por ciento. Este uso se traslada a las horas fuera de punta, y también se reduce el uso del bus entre 36 y 77 por ciento durante las horas punta.

#### II.4. Diseño del sistema de transporte como un todo

Tras consultar con diferentes agentes involucrados en el transporte urbano en Santiago, en 1993 se plantearon varias proposiciones preliminares (véase Comité Interministerial de Infraestructura, 1993), que incluían lo siguiente:

- *Sistema de vías expresas.* Se propuso y simuló una red de 420 km de caminos mejorados o nuevos y con peaje. Este sistema constituyó la base de la proposición que se plantea en este trabajo. Estaba formado por dos caminos de circunvalación: un anillo interior de 70 km, que coincide con la actual avenida Américo Vespucio, y un anillo orbital de 130 km. Ambos estarían unidos por un sistema de vías Norte-Sur y Oriente-Poniente. Además, el tráfico de todas las carreteras interurbanas que entran a la Región Metropolitana se repartiría por los anillos. Se probó y recomendó un sistema de tarifas promedio.
- *Sistema de transporte masivo.* Se propuso un sistema de 150 km de metro subterráneo y trenes suburbanos. Incorporaba las tres líneas de metro que existen actualmente (la Uno, la Dos y la Cinco), más dos líneas nuevas (la línea Tres hacia el Oriente y la Cuatro hacia el Sur). También incluía el actual tren suburbano a Rancagua, mejorado con nuevas estaciones, y la reapertura de otras dos líneas suburbanas, Melipilla y Til Til.

---

-0,12, entonces el número de viajes en auto disminuye en 1,2 por ciento cuando el peaje aumenta 10 por ciento. La *elasticidad cruzada* es un número puro que indica en cuánto cambia la cantidad demandada del bien cuando cambia el precio de otro bien sustituto o complementario. Por ejemplo, si la elasticidad cruzada de la demanda por viajes en auto por cambios del precio de un pasaje de bus es 0,36, entonces el número de viajes en auto aumenta en 3,6 por ciento cuando el pasaje de bus aumenta en 10 por ciento.

**Cuadro 3** Elasticidad de la demanda por viajes

(1) Grupo socioeconómico	(2) Modo de transporte	(3) Hora	(4) Cambio del peaje de autos	(5) Cambio del tiempo de viaje en auto y bus
Alto	Auto	Punta	-0,12 a -0,20	-0,13 a -0,35
	Auto	Fuera de punta	0,05 a 0,14	0,13 a 0,29
	Bus	Punta	0,03 a 0,05	-0,36 a -0,77
Medio-bajo	Auto	Punta	-0,21 a -0,53	-0,08 a -0,25
	Auto	Fuera de punta	0,05 a 0,30	0,02 a 0,26
	Bus	Punta	0,03 a 0,12	-0,07 a -0,25

*Nota:* El Cuadro muestra los rangos estimados de las elasticidades de la demanda por viajes de cada grupo socioeconómico por modo de transporte y hora del día. La columna (4) reporta la elasticidad por cambios del peaje que se les cobra a los autos durante la hora punta. La columna (5) reporta la elasticidad por cambios del tiempo de viaje en bus y auto en hora punta. Por ejemplo, la primera fila indica que si el peaje que se les cobra a los autos en hora punta aumenta 100 por ciento, el número de viajes en auto del grupo socioeconómico alto durante las horas punta caerá entre 12 por ciento y 20 por ciento. Similarmente, si el tiempo de viaje en auto durante la hora punta aumenta en 100 por ciento, el número de viajes en auto del grupo socioeconómico alto durante las horas punta caerá entre 13 por ciento y 35 por ciento.

El sistema propuesto constituiría la columna vertebral de un sistema de transporte masivo de buena calidad. Además, se incluía un conjunto de buses de alimentación que correrían por vías exclusivas para buses.

- *Controles y tarifas de estacionamientos.* Se propuso un sistema para controlar el estacionamiento en el centro y la parte oriente de la ciudad, incluyendo importantes aumentos de las tarifas de estacionamiento.
- *Política de uso del suelo para fomentar el desarrollo urbano junto con corredores de transporte público.* Ésta incluía corredores urbanos entre el centro y el anillo interior, corredores suburbanos entre el anillo interior y el anillo orbital y, finalmente, corredores agroindustriales más allá del camino orbital.

La simulación preliminar del sistema de transporte de Santiago revela importantes beneficios sociales que alientan a seguir perfeccionando las ideas. En la próxima sección se presenta un resumen del paquete final de políticas y proyectos, el que se ha dividido en dos grupos: caminos urbanos con peaje (concesiones viales urbanas) y todas las demás medidas (transporte público, etc.).

### III. SIMULACIONES

#### III.1. El caso básico: Santiago sin concesiones viales

Todos los caminos sin peaje y los mejoramientos del transporte público se consideraron como datos de entrada para el modelo de simulación. Estos mejoramientos incluían el de las vías



**Cuadro 4** Inversión en el sistema de transporte del caso básico  
(en millones de dólares)

		2000	2010	Total
Caminos	MOP	98	-	98
	Sectra	113	427	540
	Minvu	67	-	67
<i>Total caminos</i>		278	427	705
Transporte público	Vías sólo para buses	96	167	263
	Líneas de metro	666	407	1.073
	Trenes suburbanos	273	-	273
<i>Total transporte público</i>		1.035	574	1.609
<b>Gran total</b>		<b>1.313</b>	<b>1.001</b>	<b>2.314</b>

planificadas por el Ministerio de Obras Públicas (MOP), el Ministerio de la Vivienda y Urbanismo (Minvu) y la Secretaría General de Transportes (Sectra) para el período 1995-2000 y 2000-2010. El costo de estos mejoramientos se resume en el Cuadro 4.

Una diferencia fundamental entre las proposiciones preliminares de 1993 y las usadas como caso base en este capítulo es la política de uso del suelo. El Plan Regulador de la Región Metropolitana aprobado en 1994 impuso severas restricciones a la expansión de la ciudad. Estableció un límite urbano más allá del cual prohíbe la urbanización. El principal argumento de esta proposición es la protección de los terrenos agrícolas (una verdad a medias, ya que la mayoría de las zonas al norte y al poniente de los límites de la ciudad no son apropiadas para la producción agrícola y la zona hacia el oriente es montañosa). Otro argumento para respaldar la política de contención fue el costo que significa para el Estado extender los servicios urbanos, tales como la pavimentación de calles y las redes de agua potable y alcantarillado. Así como también los costos impuestos a los habitantes urbanos, que tendrían que viajar más lejos que lo necesario para vivir en lugares suburbanos. Se formuló una política para aumentar la densidad media de Santiago, desde aproximadamente cien personas por hectárea, como es actualmente, a ciento cincuenta personas por hectárea en el futuro (véase Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, 1994).

El Plan Regulador de la Región Metropolitana contiene una serie de falacias y no ofrece ninguna prueba seria de que un aumento de la densidad podría reducir los costos urbanos o mejorar el medio ambiente (al respecto, véase el capítulo 6 de Felipe Balmaceda). Es muy probable que una densidad mayor empeore la calidad de vida por la eliminación de las áreas verdes, oscurecimiento, falta de privacidad y aumento de la congestión, con la consiguiente agudización de la contaminación acústica y del aire. En realidad, la puesta en práctica del plan regulador ha sido un desastre. La mayoría de los dueños de terrenos más allá de los límites de la ciudad han

podido subdividir sus propiedades de acuerdo con una antigua ley que permite la subdivisión de la tierra rural en sitios de media hectárea y que autorizaba la construcción hasta de dos casas por sitio (Decreto Ley 3.516 de 1980; véase el capítulo 9 de Iván Poduje). Debido al intento del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo (Minvu) de revocar la ley de subdivisión rural, la mayoría de los propietarios se apresuraron a subdividir sus propiedades rurales, sin planes adecuados, y se crearon así más de 60.000 parcelas suburbanas en la región.

Es cierto que el gobierno tiene que incurrir en gastos adicionales si los urbanizadores y los usuarios del suelo y del transporte no pagan sus propios costos. Sin embargo, como se mencionaba en las proposiciones del año 1993, se debería permitir la urbanización de estas tierras sólo si los inmobiliarios proporcionan caminos locales y servicios, tales como agua potable y alcantarillado, y espacios para parques y colegios. Ahora los funcionarios del Minvu están llegando a esta misma conclusión. Actualmente se aprobó un sistema de urbanización de la tierra (Zonas de Desarrollo Urbano Condicionado, Zoduc), según el cual se autoriza la urbanización siempre y cuando se mitiguen los impactos negativos del proyecto.

La privatización asegurará que los usuarios paguen el costo real de usar la red principal de transporte y otras infraestructuras estratégicas. De modo que si una persona decide comprar un terreno suburbano más allá de los límites de la ciudad y está dispuesta a pagar el costo real de la urbanización y de su uso, ¿quién podría prohibírselo? Es de esperar que el ministerio tenga una actitud más flexible y autorice urbanizaciones mejor organizadas más allá de los límites de la ciudad, en vez de mantener la situación caótica que existe actualmente.

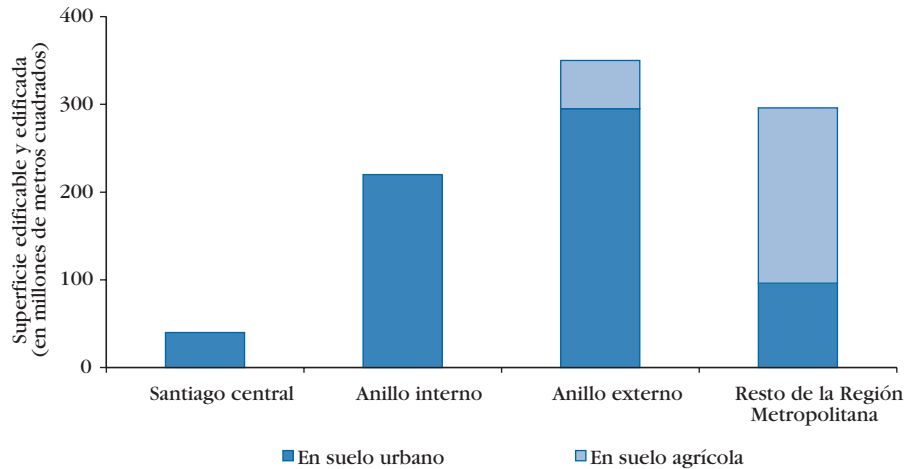
Sin embargo, para los fines de este estudio, el plan regulador aprobado se consideró como algo fijo, con la salvedad de que las áreas rurales más allá del límite urbano se podrían urbanizar con viviendas de baja densidad, en sitios de un cuarto de hectárea, como lo permite la ley en este momento. El Gráfico 2 ilustra el potencial para construir en la ciudad, empezando por el centro (la comuna de Santiago), que es completamente urbano; el primer anillo, las comunas entre el centro y la primera avenida de circunvalación Américo Vespuccio; el segundo anillo, las comunas entre el primer anillo y el límite urbano, y el resto de la Región Metropolitana. Los valores representan el espacio habitacional que existe actualmente y que se ha construido, más el que podría construirse en cada anillo. Se puede apreciar que el resto de la Región Metropolitana tiene un potencial mucho menor para viviendas que el anillo externo, porque contiene principalmente terrenos rurales donde la construcción está limitada a sólo cuatro casas por hectárea. De modo que se comprueba que el plan regulador realmente restringe el desarrollo de Santiago.

### **III.2. El caso alternativo: Santiago con vías concesionadas**

Este caso incluye todos los supuestos del caso básico, más una red de vías expresas que decidió construir el Departamento de Concesiones del MOP. El Plano 1 muestra el sistema, que comprende:

- La transformación de Américo Vespuccio (el anillo interior) en una carretera expresa con peaje, con dos vías sin peaje a cada lado (el anillo que existe actualmente), como calles locales.

**Gráfico 2** Edificación en Santiago



- La construcción de la orbital (el camino de circunvalación externo) con tres tramos: Norte-Oriente, Oriente-Sur y Poniente.
- El sistema Norte-Sur, que incluye la carretera Norte-Sur, que existe actualmente mejorada, y la avenida General Velázquez mejorada, con un nuevo tramo central.
- El sistema Oriente-Poniente, que incluye la nueva Costanera Norte y la actual avenida Kennedy.
- La prolongación de la carretera interurbana de Valparaíso (ruta 68) a través de la avenida Departamental.
- La prolongación de la carretera interurbana de San Antonio (ruta 78) a través de las calles Isabel Riquelme y Rodrigo de Araya.
- Un nuevo eje por las vías Las Industrias y La Serena.
- El acceso al aeropuerto.

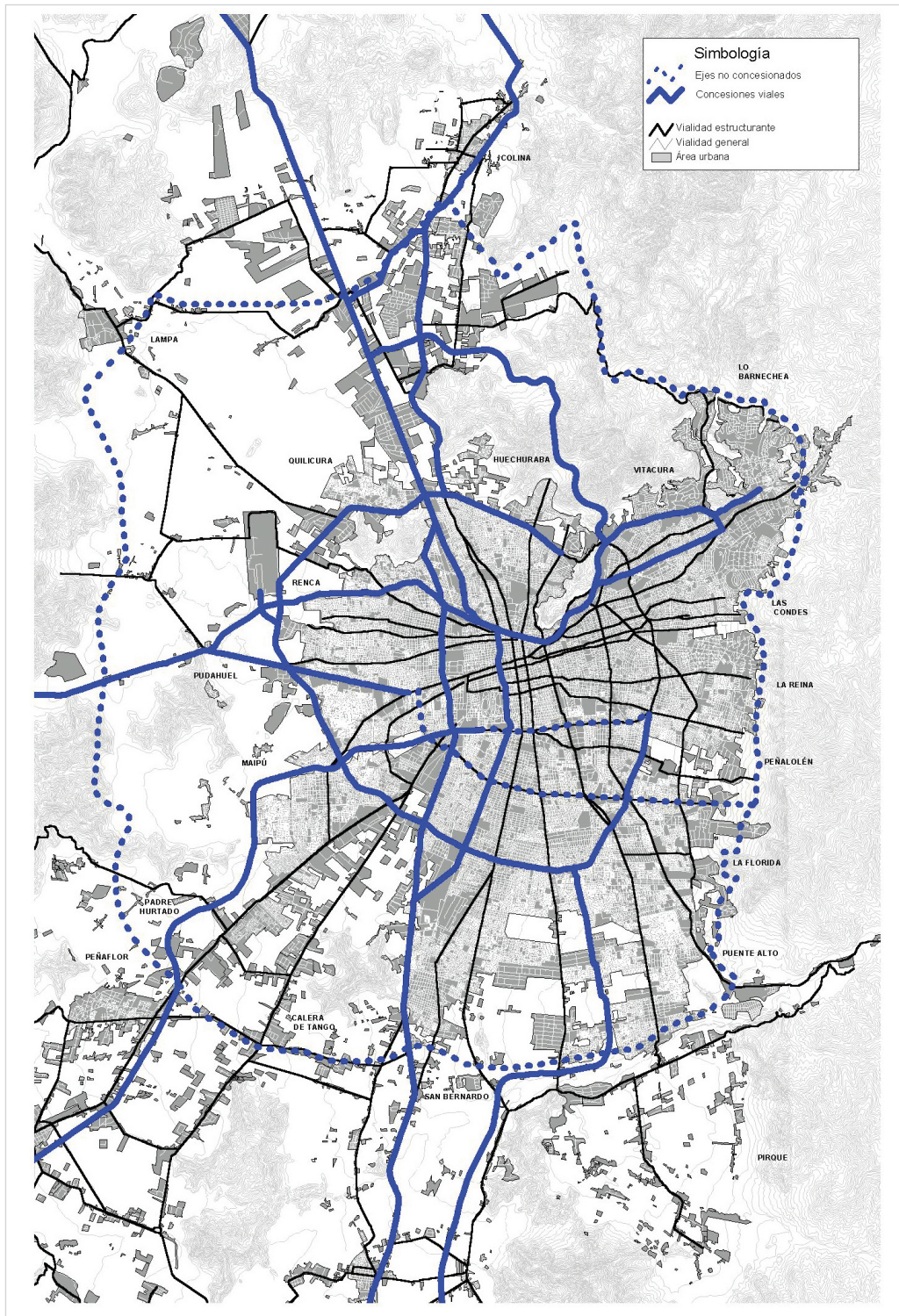
En la práctica, desde 1995 hasta la fecha, han aumentado los costos y el estándar de las vías expresas propuestas se ha mejorado, como se verá líneas abajo.

El modelo se usó para simular varios niveles de tarifas, hasta llegar a las que financian el sistema completo de vías expresas con una tasa interna de retorno interno del 13 por ciento, lo que se consideró atractivo para empresas privadas<sup>4</sup>. Otro criterio que se aplicó fue que los peajes urbanos por kilómetro deberían ser iguales en todas partes. Hay argumentos en contra de esta proposición, porque el costo de proporcionar vías en algunas partes de la ciudad es más alto que en otras. También, donde la demanda es mayor las tarifas deberían ser más bajas, porque el costo se distribuye entre muchos usuarios. En otros casos, cuando aumenta demasiado la congestión, las tarifas deberían ser más altas para estimular a los

<sup>4</sup> En hora punta los automóviles pagan 6 centavos de dólar por kilómetro, mientras que buses y camiones pagan 9 centavos de dólar. En horas fuera de punta las tarifas son la mitad: 3 centavos para automóviles y 4,5 para buses y camiones.



Plano 1 Concesiones viales urbanas



**Cuadro 5** Descripción de las vías expresas

	Pistas por sentido	Vías de servicio	Costo estimado (en millones de dólares)
Anillo interior: Américo Vespucio	2	2	360
Anillo externo: orbital	2	-	417
Norte-Sur: actual Norte-Sur	N-S: 3	N-S: 2	N-S: 63
y General Velásquez	GV: 2	GV: 2	GV: 52
Sistema Oriente-Poniente:	K: 3	K: 2	K: 20
Kennedy y Costanera Norte	CN: 3		CN: 201
Penetración: ruta 68 y Departamental	3	-	50
Penetración: ruta 78 e Isabel Riquelme	3	-	112
Nuevo eje: Las Industrias/La Serena	2	-	44
Acceso aeropuerto	2	-	7
<b>Total</b>			<b>1.326</b>

*Nota:* Estas vías se usaron en el estudio reportado en este capítulo.

conductores a que eviten esa ruta. Todos estos argumentos se pueden justificar, pero a la larga hay otras razones para establecer un sistema de tarifas más simple –costo por kilómetro– que diferencia sólo entre las horas punta y fuera de punta. Éstas son la claridad para el usuario cuando elige la ruta que desea seguir, la igualdad entre las diferentes zonas de la ciudad, la simplicidad para el operador y la facilidad para diseñar el sistema<sup>5</sup>. En la práctica se supuso que todas las tarifas son iguales, con la sola excepción de que se puede cobrar más si la vía se congestiona.

### III.3. Resultados

El modelo entrega resultados del uso del suelo: la ubicación de la producción de diez sectores económicos; la ubicación del empleo de cuatro categorías ocupacionales; la ubicación de los hogares de tres grupos socioeconómicos; el espacio habitacional residencial y no residencial, y, finalmente, valor del suelo, diferenciando los usos y las zonas.

El modelo también entrega los siguientes resultados sobre flujos de transporte: desplazamiento de tres grupos socioeconómicos para cinco propósitos de viajes, mediante cinco

<sup>5</sup> Con las tarifas adoptadas es posible simular el uso de la red y calcular las velocidades promedio resultantes en cada sección. El objetivo del diseño debería ser que las velocidades sean aproximadamente las mismas en cada sección. Si esto no es así, se debe proporcionar una capacidad extra a través de vías adicionales o nuevas rutas paralelas. Los resultados de otras simulaciones con tarifas más bajas se pueden encontrar en Dirección de Planeamiento (1995). Esta publicación también incluye los resultados de una tarifa de congestión en las calles urbanas que no fueron concesionadas.

modos de transporte en dos horarios (es decir, 150 matrices de origen-destino); transporte de cinco tipos de carga en tres modos de transporte en dos horarios (24 matrices de origen-destino). Cada uno de estos flujos se asigna a la red de transporte y se calcula la velocidad en cada sección. Los detalles se pueden encontrar en Dirección de Planeamiento (1995).

En este capítulo sólo se presentarán algunos cuadros resumidos para ilustrar los principales resultados del modelo. Las zonas del modelo se han agregado para presentar los resultados (véase el Plano 2) y el Cuadro 6 muestra la evolución de los valores del suelo. Como se puede observar en la columna 1, entre 1995 y 2010 los valores del suelo aumentan sustancialmente en casi todas las zonas, a pesar de las vías concesionadas. Esto se debe a que crecen la población (19 por ciento más de hogares) y el ingreso (94 por ciento más de ingreso per cápita) y a las restricciones impuestas por el plan regulador. Pero, como lo muestra la columna 2, si no se construyen vías concesionadas, el valor del suelo urbano aumentaría aún más: en efecto, si se comparan los precios del suelo con y sin concesiones viales en 2010, éstos son menores en el escenario con vías concesionadas en casi todas las zonas (salvo Sudoriente y Sur 2). Por contraste, fuera del límite urbano el precio del suelo aumenta más con las concesiones. Los mayores aumentos del precio del suelo ocurren en el Norte (Chacabuco), el Sur (Pirque) y el Surponiente (Talagante). Estos cambios serían más grandes aún si se levantaran las restricciones al uso del suelo.

El Cuadro 7 resume los cambios del transporte por las concesiones. Consideremos primero cómo cambia el uso de los distintos modos de transporte (automóvil, bus, metro y tren) a consecuencia de las vías concesionadas. En la columna 1 se aprecia que el uso del automóvil (medido por el número de kilómetros recorridos) aumenta en 126 por ciento entre 1995 y 2010. Este crecimiento se debe en parte a que en 2010 el 42 por ciento de los viajes será en automóvil, comparado con el 29 por ciento en 1995, mientras que la participación de los buses cae desde 64 por ciento en 1995 hasta 47 por ciento en 2010. La columna 2 compara la situación en 2010 con y sin vías concesionadas. Con las concesiones la distancia recorrida en automóvil en 2010 aumenta 21 por ciento y la distancia recorrida en autobús 22 por ciento. Esto se debe al mejoramiento de las velocidades promedio de los viajes.

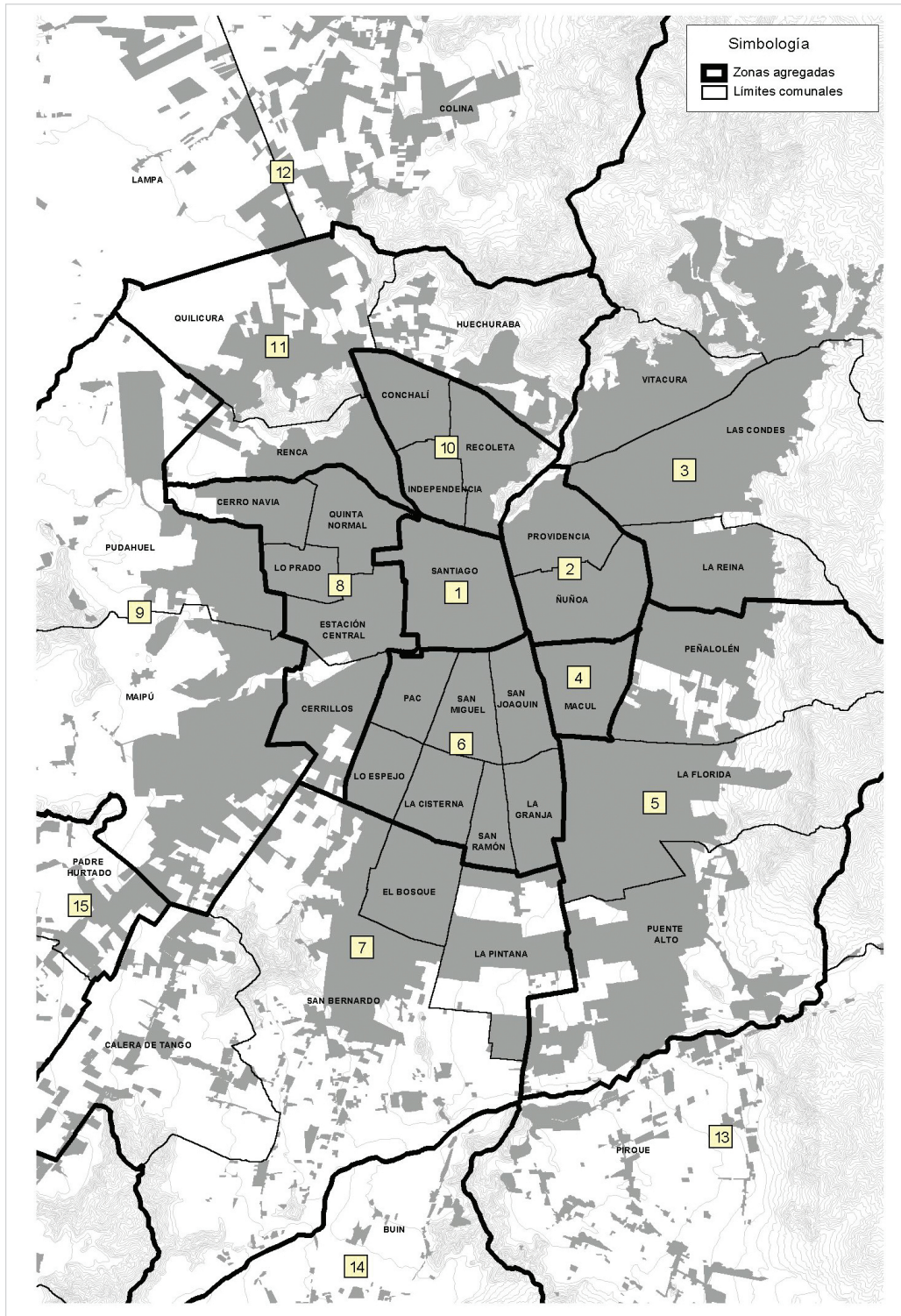
El Cuadro 7 también muestra los cambios de la movilidad de pasajeros y carga. Se puede observar que el número de pasajeros aumenta 55 por ciento entre 1995 y 2010 y la carga en 171 por ciento. Con respecto al caso básico sin caminos con peaje, en 2010 el número de pasajeros sería 19 por ciento mayor y la carga 15 por ciento mayor.

Se puede observar que las vías con peaje mejoran la velocidad en el período de punta, la que aumenta en 40 por ciento (de 26,2 a 36,6 km por hora) y en 31 por ciento en las horas fuera de la punta (de 38,7 a 50,5 km. por hora). Sin embargo, lo más importante es la mejora apreciable de la situación si se la compara con lo que ocurriría sin concesiones. En el año 2010 la velocidad promedio es 62 por ciento mayor: 27,5 km por hora sin concesiones contra 44,5 km por hora si se construyen las vías concesionadas.

De este estudio se puede desprender que no basta con mejorar el transporte público para detener el aumento de los tiempos promedio de viaje. Incluso con una inversión considerable en vías locales, el metro y los trenes suburbanos, y la introducción de vías exclusivas para autobuses en el caso básico, la velocidad de viaje sigue declinando. Sin embargo, si se desarrolla el sistema de vías expresas a través del programa de concesiones, la velocidad promedio mejora sustancialmente para todos, inclusive para los autobuses.



Plano 2 Agregación de comunas



**Cuadro 6** Cambios del valor del suelo  
(cambios en %)

Zona	(1) Variación 1995-2010	(2) Con y sin concesiones (en 2010)
<i>Dentro del límite</i>		
Centro	44	-3
Oriente 1	58	4
Oriente 2	113	3
Sudoriente 1	10	-11
Sudoriente	71	9
Sur 1	-2	-8
Sur 2	25	3
Poniente 1	24	-15
Poniente 2	105	-2
Norte 1	12	-24
Norte 2	149	-10
<i>Fuera del límite</i>		
Chacabuco	292	56
Pirque	132	41
Buin	17	-14
Talagante	63	39
Melipilla	6	0
Curacaví	100	74

*Nota:* La columna 1 muestra la variación porcentual del precio del suelo entre 1995 y 2010 en el escenario con vías concesionadas. Por ejemplo, si se construyen las carreteras urbanas, el valor de los terrenos aumentará en 44% en el centro entre 1995 y 2010. La columna 2 compara el precio del suelo en 2010 con y sin concesiones. Por ejemplo, si se construyen las carreteras urbanas, el precio de los terrenos en el centro en 2010 será 3 por ciento menor que sin concesiones urbanas.

Una de las razones que explican esta conclusión es que el número de viajes de negocios en automóvil y los movimientos de carga aumentan considerablemente en un país en crecimiento –en el caso de Santiago, bastante más del 100 por ciento en quince años– y no habrá ningún servicio de transporte público que pueda sustituirlos.

#### III.4. Evaluación del programa de vías con peaje

Basándonos en los resultados presentados, se puede sostener que la introducción de las vías expresas urbanas mediante el programa de concesiones privadas permitirá aumentar las velocidades promedio y disminuir el costo promedio del suelo; los precios bajarán en las zonas urbanas pero aumentarán en las zonas rurales.



**Cuadro 7** Variación de la distancia viajada y la velocidad promedio 1995-2010 (variaciones en %)

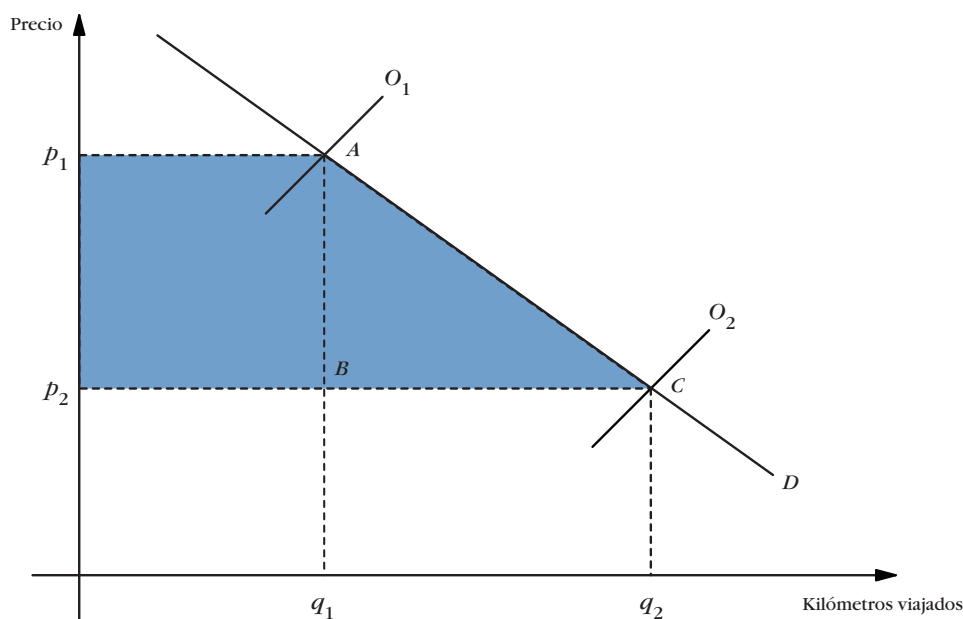
Zona	(1) Variación 1995-2010	(2) Con y sin concesiones (en 2010)
<i>Por modo de transporte</i>		
Automóvil	126	21
Bus	16	22
Metro	104	4
Tren	709	2
<i>Por tipo de viaje</i>		
Pasajeros	55	19
Carga	171	15
<i>Velocidad promedio</i>		
Punta	40	56
Fuera de punta	31	67
Todo el día	34	62

*Nota:* La columna 1 muestra el cambio entre 1995 y 2010 en el escenario con vías concesionadas. Por ejemplo, si se construyen las carreteras urbanas, el total de kilómetros recorridos por automóviles aumentará 126% entre 1995 y 2010. La columna 2 compara el año 2010 con y sin concesiones. Por ejemplo, si se construyen las carreteras urbanas, el número de kilómetros recorridos en automóvil será 21 por ciento mayor que si no se construyeran.

La movilidad de los viajeros y de la carga crece (aumenta la distancia promedio de viaje) y el uso del auto y del bus también se incrementa en relación con el caso básico. Contrariamente a lo que la gente cree, el aumento de la movilidad (v. gr., aumento de la distancia de viaje) produce un mayor bienestar para las personas, ya que éstas pueden elegir mejores viviendas (v. gr., sitios más grandes) o mejores empleos o hacer más viajes de placer o sociales. Siempre y cuando se internalicen todos los costos, el bienestar general mejora.

Para evaluar correctamente los resultados, se hizo un cálculo de costo-beneficio. El costo es la inversión que se necesita para desarrollar el sistema de vías expresas, que excede la inversión en el caso básico. De hecho, del costo total de la inversión (1.326 millones de dólares) deben restarse 334 millones de dólares, porque el programa de concesiones hará innecesarias algunas inversiones del sector público que se incluyen en el caso base. De modo que el costo total adicional de la inversión que se requiere para el programa de concesiones es de sólo 992 millones de dólares.

Los beneficios son iguales a la suma de lo que obtienen los usuarios y los operadores del sistema. Los beneficios para los usuarios del transporte se pueden calcular con el concepto de *excedente del consumidor*. El Gráfico 3 ilustra el concepto y el Cuadro 8 muestra el resultado de los cálculos para cada grupo de usuarios.

**Gráfico 3** El excedente del consumidor

*Nota:* El gráfico muestra el excedente del consumidor. La línea de demanda  $D$  indica la disposición a pagar por cada kilómetro viajado adicional. Por ejemplo, si ya se hacen  $q_1$  viajes, la disposición a pagar por el viaje  $q_1$  es  $p_1$ . Por lo tanto, el área bajo la línea de demanda mide el equivalente en pesos del beneficio que obtienen los consumidores cuando viajan un número determinado de kilómetros. La oferta inicial de vías se representa por la línea  $O_1$  y con las concesiones viales con la línea  $O_2$ . Inicialmente el costo del viaje es  $p_1$  y se hacen  $q_1$  viajes. Con las concesiones viales el costo de cada viaje cae de  $p_1$  a  $p_2$  y la cantidad de viajes aumenta a  $q_2$ . El beneficio que obtienen los consumidores debido a las concesiones viales es el área sombreada,  $ACBp_2p_1$ . Este beneficio se puede separar en dos partes. Primero, el costo de los  $q_1$  viajes que ya se hacían cae de  $p_1$  a  $p_2$ ; por lo tanto, los consumidores ahorran el rectángulo  $ABp_2p_1$ . Segundo, el triángulo  $ABC$  mide el beneficio adicional que obtienen los consumidores por los  $(q_1 - q_2)$  viajes adicionales. Este triángulo es igual a la diferencia entre la disposición a pagar por los viajes adicionales, resumida por la línea de demanda, y el costo de cada viaje,  $p_2$ . Nótese que, en el límite, el excedente neto del viaje es cero, ya que el consumidor paga exactamente lo que está dispuesto a pagar.

El Cuadro 8 muestra el ahorro de tiempo de viaje valorado monetariamente usando el valor del tiempo deducido de las preferencias reveladas por la encuesta, al que se le suman los ahorros de costos directos de viaje (de hecho, los usuarios terminan desembolsando dinero cuando usan las rutas con peajes). Los ahorros de costo y de tiempo producen un beneficio global positivo. Los beneficios también se calcularon aplicando la metodología estándar que usa el Ministerio de Planificación (Mideplán) para evaluar proyectos. Con este último método, los ahorros de tiempo de los diferentes grupos socioeconómicos se valoran igual en 1,2 dólar la hora, y los ahorros de costos de viaje se calculan con precios sociales. El resultado es una disminución de los beneficios globales desde los 1.278 millones de dólares, que aparecen en el Cuadro 8, hasta 469 millones de dólares.

Se puede evaluar la equidad social del programa estimando los beneficios que le reporta a cada grupo socioeconómico. Si se usa el valor del tiempo deducido a partir de la encuesta, los beneficios en viajes desde el hogar se distribuyen por partes similares entre el

**Cuadro 8** Beneficios anuales para todos los usuarios del transporte en 2010 con el programa de concesiones  
(en millones de dólares)

Tipo de usuario	Beneficio neto
Carga	81
Viajes de negocios	47
Viajes desde el hogar	1.150
<b>Total</b>	<b>1.278</b>

*Nota:* Los usuarios del transporte incluyen tanto a quienes usan las carreteras concesionadas como a quienes continúan usando las calles existentes.

grupo socioeconómico alto y el medio-bajo (alrededor del 50 por ciento para cada grupo). Sin embargo, si se aplica la metodología de Mideplán, el grupo medio-bajo recibe el 100 por ciento de los beneficios. La razón de esta aparente paradoja es que el costo adicional del viaje (el peaje) que paga el grupo más alto se compensa exactamente con el tiempo que ahorra. El grupo medio-bajo se beneficia del ahorro de tiempo debido a una menor congestión en los caminos sin peaje, sin incurrir en costo alguno. En suma, todos se benefician.

Se puede concluir que la introducción de vías expresas con peaje es socialmente equitativa porque el grupo de ingresos altos, que es el que mayormente las usa, pagará un precio justo por hacerlo, en vez de no pagar, como ocurriría si no hay concesiones. Esto, a su vez, despeja los caminos sin peaje, disminuyendo la congestión para el resto de los usuarios, en especial los del grupo medio-bajo, quienes no tendrán que pagar por este beneficio.

Los concesionarios también se benefician. Como se aprecia en el Cuadro 9, en total reciben un beneficio neto de 192 millones de dólares al año (suponiendo que el 7 por ciento de los ingresos se destina a mantenimiento y gastos operacionales). Como se puede apreciar en el Cuadro 9, hay gran variación entre las tasas de retorno de las distintas concesiones. El retorno relativamente bajo del anillo exterior (7,4 por ciento) se debe a las restricciones impuestas por las políticas de uso del suelo, pero aun así la tasa de retorno privada (real) es casi igual a la tasa imperante. La tasa interna de retorno de las concesiones en su totalidad es de 13 por ciento.

Los beneficios totales, que suman los de todos los usuarios de transporte (usen o no las carreteras concesionadas) y los beneficios de los concesionarios son de 694 millones de dólares al año (usuarios: 469 millones; concesionarios: 192 millones; ajustes del precio social: resto). Cuando este monto se compara con el costo de inversión de 992 millones de dólares (los 1.326 millones de dólares invertidos en concesiones menos 334 millones de dólares invertidos en el caso base), se obtiene que la tasa de retorno social, durante el primer año, es 70 por ciento.

Es importante comprender que los pagos de peaje se restan de los beneficios percibidos por los usuarios, pero son entradas para los operadores de las carreteras. Por lo tanto, cuando estos valores se suman, se anulan entre sí porque son sólo pagos de transferencia. La ventaja de presentar los resultados incluyendo los valores negativos y positivos es que hace posible estimar las consecuencias distributivas del programa de caminos con peaje (v. gr., los beneficios del usuario según el grupo socioeconómico y los beneficios del operador).

**Cuadro 9** Beneficios de los concesionarios  
(en millones de dólares)

	Costo estimado	Ingresos anuales	Tasa de retorno (primer año)
Anillo interior: Américo Vespucio	360	45	12,5%
Anillo externo: orbital	417	31	7,4%
Norte-Sur: actual Norte-Sur y General Velásquez	115	39	33,9%
Sistema Oriente Poniente: Kennedy y Costanera Norte	221	34	15,4%
Penetración: ruta 68 y Departamental	50	21	42,0%
Penetración: ruta 78 e Isabel Riquelme	112	13	11,6%
Nuevo eje: Las Industrias/La Serena	44	8	18,2%
Acceso aeropuerto	7	1	14,3%
<b>Total</b>	<b>1.326</b>	<b>192</b>	<b>14,5%</b>

También es importante destacar que la tasa de retorno social, incluso usando el método de cálculo menos favorable (Mideplán), es de 70 por ciento, lo que significa que la inversión se recupera en un año y medio mediante el aumento de la eficiencia. Sin embargo, hay una gran diferencia entre la tasa de retorno social de 70 por ciento y la tasa de retorno privado, bastante más baja, de 14,5 por ciento. Esto se explica porque el sistema de vías expresas con peaje produce grandes externalidades positivas (v. gr., mejoras en la velocidad promedio en los caminos sin peaje) que los operadores privados no pueden capturar, pero sí el público que las recibe.

Finalmente, es importante tener en cuenta el impacto ambiental del programa de caminos con peaje. Es evidente que produce un sistema de transporte más eficiente, que también es más equitativo y, si los consumidores –los usuarios del transporte y del suelo– tienen razón, un medio ambiente mejor para las personas, porque la urbanización es de menor densidad y la ciudad, más agradable para vivir. Lo que no está muy claro es si el sistema de peaje va a reducir la contaminación atmosférica producida por los vehículos. Por una parte, la velocidad promedio durante todo el día aumenta casi en 62 por ciento, de 27,5 a 44,5 km por hora, pero, por otra, los viajes en automóvil aumentan en 21 por ciento comparados con el caso básico. Es lógico esperar que la eficiencia mejore en más del 21 por ciento cuando la velocidad aumenta en 62 por ciento, ya que hay menos consumo de combustibles y por lo tanto la contaminación disminuirá. A estas alturas todavía no hay cifras concretas de consumo promedio de los automóviles en Santiago, de modo que es imposible dar una respuesta exacta.

#### IV. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA

En 1996 el Presidente Frei aprobó un programa de transporte para las ciudades más importantes de Chile hasta el año 2000. El programa para Santiago se puede considerar

como la implementación de la primera etapa de las proposiciones presentadas en 1993 en el estudio de la macrozona central (véase Comité Interministerial de Infraestructura, 1993), que incluía la ampliación del metro, los trenes suburbanos y los primeros tres sistemas de vías expresas: el anillo interior de Américo Vespucio, el sistema Norte-Sur y el sistema Oriente-Poniente. El programa también incluía un sistema detallado de vías exclusivas para autobuses propuesto por la Sectra y una ley de tarificación vial propuesta por el Ministerio de Transportes. Esta ley fue rechazada en el Parlamento debido a serias dudas sobre su factibilidad.

La implementación de las vías expresas dadas en concesión al sector privado es de responsabilidad del MOP. Se han adjudicado varios sistemas de vías expresas, en base al principio de que el gobierno fija una tarifa por kilómetro para las horas punta y las horas no punta, como se propone en este estudio (véase Dirección de Planeamiento, 1995). Como la tarifa es fija y el sistema lo diseña el MOP, se invita a los posibles concesionarios a participar en la licitación de las vías expresas bajo dos sistemas alternativos: en uno el plazo de la concesión es fijo y gana la licitación que pida la menor garantía del Estado o paga al Estado el máximo; y en el otro el plazo de la concesión es variable y gana la licitación que cobre el menor valor presente de los ingresos futuros (MVPI). El sistema del menor valor presente de los ingresos futuros (MVPI) es el mecanismo de licitación propuesto por Engel *et al.* (1996), que debería asignar los riesgos más eficientemente a quienes están en mejor situación para minimizarlos, es decir: los concesionarios, el gobierno y los usuarios.

Durante el gobierno del Presidente Lagos se han concesionado varias vías expresas. El Plano 2 también muestra las vías expresas dadas en concesión y que actualmente se están construyendo. Como se puede observar, se están cumpliendo los objetivos del plan de 1995, ya que el sistema Oriente-Poniente (Costanera Norte y avenida Kennedy) fue concesionado y se está construyendo, y lo mismo ha ocurrido con el sistema Norte-Sur (avenidas Norte-Sur y General Velásquez). Las penetraciones de las vías interurbanas (ruta 5, ruta 57, acceso Sur-Las Industrias, ruta 78 y ruta 68) también se están construyendo o ya se han terminado. Algunas de las extensiones de las penetraciones, como Isabel Riquelme y Departamental, no se han licitado. El anillo interior de Américo Vespucio se ha concesionado en dos grandes tramos: norponiente y sur, y falta el tramo oriente. Finalmente, el anillo exterior orbital no se ha trazado. Está claro que el anillo orbital no es necesario inmediatamente, pero debería reservarse la faja de terreno para su licitación futura, ya que se hará necesario a medida que la ciudad se expanda.

En general, los costos de construcción, incluida la compra de terrenos, han sido más elevados que los estimados originalmente en este estudio. En parte se debe a la mejoría de estándar de las vías expresas. El Cuadro 10 muestra los valores reales.

Un aspecto interesante del proceso de licitación ha sido que, en su mayoría, los concesionarios han ofrecido un pago al Estado por quedarse con la concesión. El anillo interior de Américo Vespucio le aportó 165 millones de dólares al fisco; el sistema Norte-Sur, 120 millones; y el sistema Oriente-Poniente, 17 millones de dólares (aunque el gobierno se hizo cargo de costos adicionales por valor de 80 millones, parte de los costos de construcción, cuyo total es de 380 millones de dólares). El nuevo eje de acceso sur aporta aproximadamente 25 millones, correspondientes al tramo urbano de la concesión de la ruta 5 de Santiago a Talca. El valor total aportado al fisco es, por lo tanto, 325 millones de dólares.

**Cuadro 10** Vías expresas concesionadas a 2003

	Pistas por sentido	Vías de servicio	Costo (en millones de dólares)
<b>Anillo interior:</b>			
Américo Vespucio Sur	3	2	270
Américo Vespucio Norponiente	3	2	250
Norte-Sur: actual Norte-Sur y General Velásquez	3	2	440
<b>Sistema Oriente Poniente:</b>			
Kennedy y Costanera Norte	3	-	380
Penetración: ruta 68	3	-	20
Penetración: ruta 78	3	-	40
Nuevo eje: Las Industrias/La Serena	3	2	120
Acceso aeropuerto	2	-	12
<b>Total</b>			<b>1.532</b>

*Nota:* Las vías que se están construyendo son más caras que lo estimado en el Cuadro 5, debido al aumento de los estándares (de dos a tres pistas o vías locales nuevas) y al aumento de los costos en general. Puede decirse que el costo es aproximadamente 50 por ciento mayor que el estimado en el estudio, pero con un aumento de capacidad entre 30 y 50 por ciento.

Desde el punto de vista de rentabilidad social, el valor no ha variado significativamente. Por una parte han aumentado los costos de construcción, por otra, los concesionarios han aportado dinero al fisco que puede capitalizarse en otras inversiones de interés social y, finalmente, el sistema ha sido mejorado en su estándar y por lo tanto en su capacidad.

Desde el punto de vista de rentabilidad privada, los retornos han bajado desde la estimación original. Por ejemplo, se había estimado que la rentabilidad del sistema Norte-Sur sería 33,9 por ciento (ver Cuadro 9). La inversión inicial de 440 millones, más el pago al fisco de 120 millones, aumenta el costo total para el concesionario a 560 millones, lo que baja la rentabilidad al 7 por ciento si los ingresos se mantuviesen constantes. Sin embargo, es posible que con la mayor capacidad del sistema construido se recaude más en el futuro y aumente la rentabilidad. En el sistema Oriente-Poniente, cuya rentabilidad se estimó inicialmente en 15,4 por ciento, aumentó el costo de inversión privada de 221 millones a 300 millones, lo que baja la rentabilidad al 11 por ciento. El costo de los tramos de Américo Vespucio concesionados es 610 millones más el pago al fisco de 165 millones, lo que genera un costo total de 775 millones. La rentabilidad baja del 12,5 por ciento estimado originalmente al 6 por ciento. Como conclusión, las tasas de rentabilidad privada están fluctuando entre 6 y 12 por ciento, lo que se aproxima más a las tasas imperantes en el mercado sin ganancias excepcionales.

La mayor dificultad que ha enfrentado el programa de concesiones es la oposición de los vecinos afectados por el paso de las vías expresas. Esta oposición ha retrasado en cinco años la implementación del programa, que originalmente debía partir en 1995. Los vecinos

afectados han llevado al gobierno a los tribunales, lo que ha retrasado los planes y obligado a modificaciones costosas de los proyectos.

El problema mayor en la implementación de las vías expresas es el detalle del diseño urbano. Evidentemente los vecinos afectados deben ser compensados. En parte, estos efectos pueden mitigarse cambiando las normas de edificación. Por ejemplo: las zonas residenciales próximas a las autopistas pueden cambiarse en zonas comerciales, autorizándose mayores coeficientes de constructibilidad. Los propietarios afectados pueden vender sus viviendas a buen precio y así mudarse a otros vecindarios que sean más atractivos desde el punto de vista residencial. La lección que se puede extraer de la experiencia de Santiago es que el diseño urbano de las vías expresas es fundamental. Las vías no deben trazarse con criterios únicamente de transporte, sino que además deben ser vistas como una oportunidad para renovar áreas obsoletas, cambiar los espacios públicos y así aportar a la calidad urbana.

## V. CONCLUSIONES

Sería prematuro formular un juicio definitivo sobre el proceso que se sigue en Santiago. Lo que se puede demostrar es que la red estratégica no será óptima a menos que el gobierno participe en su planificación, diseño, determinación de los peajes y reglamentación de su uso. Se necesita la visión global del conjunto que dan los modelos modernos de simulación que representan el comportamiento de los viajeros de una manera coherente en todo el sistema.

Este capítulo ha presentado este tipo de modelo y la forma en que se ha usado para planificar y determinar los precios de la red. Se evaluó la eficiencia económica y se mostró que el retorno social es muy alto (70 por ciento) y arroja tasas de retorno privado razonables para los concesionarios (14 por ciento); aunque en la realidad estas últimas han bajado aproximadamente a las tasas de rentabilidad imperantes en el mercado. El sistema es socialmente equitativo porque las personas de ingreso mediano y bajo son las más beneficiadas, porque la congestión disminuye en las calles sin peaje y por tanto se ahorra tiempo en los viajes sin tener que pagar por ello. También se espera que disminuya la emisión de gases contaminantes.

Es importante diseñar con cuidado los aspectos urbanos de las vías concesionadas y hacer participar a los vecinos desde el principio para evitar retrasos costosos. Finalmente, si las estimaciones de los beneficios sociales generados por las vías expresas urbanas de Santiago prueban ser reales, significarán un aumento anual del producto geográfico bruto entre 1 y 2 por ciento.

### Agradecimientos

Este trabajo es una versión actualizada del artículo “Desarrollo de una red de transporte estratégica mediante el financiamiento privado: el caso de la ciudad de Santiago”, publicado en *Estudios Públicos* 67, invierno de 1997. El estudio fue encargado por la Dirección de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas. Agradezco el apoyo prestado por su director, Matías de la Fuente,

y por el director de Planificación Estratégica, Mario Tala. También agradezco la contribución a este estudio de Andrés Ramírez y Daniela Devoto; de la firma consultora de Marcial Echenique & Partners Ltd. (ME&P), del Reino Unido; Marcial Echenique y Compañía (MECSA), de España, y de INECON de Chile, que hicieron importantes aportes al trabajo. En particular al doctor Ying Jin e Ian Williams, ambos de ME&P, quienes calibraron el modelo, y al doctor Ángel Gil, de MECSA, quien implementó las políticas.

## REFERENCIAS

- Ben-Akiva, M. E. y S. R. Lerman, *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*. Cambridge: MIT Press, 1985.
- Comité Interministerial de Infraestructura, *Estudio análisis sobre el desarrollo de la infraestructura de las regiones V, VI y Metropolitana o macrozona central*. Santiago: Marcial Echenique y Cía. S. A. e INECON, 1993.
- Dirección de Planeamiento, *Análisis programa estratégico de inversiones*. Marcial Echenique y Cía. S. A. (MECSA), Marcial Echenique & Partners (ME&P) e INECON, 2 volúmenes, y Síntesis Ejecutiva. Santiago: Ministerio de Obras Públicas, 1995.
- Echenique, M., “Desarrollo de una red de transporte estratégica mediante el financiamiento privado: el caso de la ciudad de Santiago”. *Estudios Públicos*, 67, 77-111, 1997.
- Engel, E.; R. Fischer y A. Galetovic, “Licitación de carreteras en Chile”, *Estudios Públicos*, 60, 5-24, 1996.
- Greene, W., *LIMDEP*. Nueva York: Econometric Software, 1987.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo, *Plan Regulador Metropolitano*. Santiago: Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 1994.
- Ortúzar, J. D. e I. G. Willumsen, *Modelling Transport Demand*. Tercera edición. Chichester: John Wiley and Sons, 2001.
- Owers, J. y M. Echenique, “Research into Practice: The Work of the Martin Centre in Urban and Regional Modelling”, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 21, 517-533, 1994. ■