

Territorios 25 / Bogotá, 2011, pp. 35-64  
ISSN: 0123-8418  
ISSNe: 2215-7484

Transporte urbano y movilidad cotidiana

## Desigualdad espacial y utilidad social: esfuerzos de movilidad y accesibilidad en el Gran Santiago

*Spatial Inequalities and Social Utility: Mobility Efforts  
and Accessibility in Greater Santiago*

*Desigualdade espacial e utilidade social: esforços de  
mobilidade e acessibilidade em Grande Santiago*

Matías Garretón\*

Recibido: 30 de junio de 2010  
Aprobado: 23 de agosto de 2010

Para citar este artículo

Garretón, M. (2011), “Desigualdad espacial y utilidad social: esfuerzos de movilidad y accesibilidad en el Gran Santiago”, en *Territorios 25*, pp. 35-64.

\* Arquitecto UCV (Chile), Máster en Urbanismo y Desarrollo Territorial IUP, Université Paris XII (Francia); Candidato a Doctor en Urbanismo y Planificación, Université Paris Est (Francia). Correo electrónico: [matiasgarreton@gmail.com](mailto:matiasgarreton@gmail.com)

sección temática

### Palabras clave

*desigualdad, accesibilidad, esfuerzo en vivienda y desplazamientos, utilidad social, Gran Santiago, movilidad.*

### Key Words

*inequalities, accessibility, housing and travel efforts, social utility, Greater Santiago, mobility.*

### Palavras chave

*desigualdade, acessibilidade, esforço de moradia e deslocamentos, utilidade social, Grande Sanatiago, mobilidade.*

territorios 25

36

### RESUMEN

La dilatación, intensificación de los desplazamientos y pérdida de cohesión de las metrópolis contemporáneas impone nuevas exigencias a sus habitantes. Entre ellas, las capacidades de localización y desplazamientos devienen en un factor fundamental de la integración social y en un multiplicador de las desigualdades de ingreso. El análisis simultáneo de los esfuerzos monetario y temporal en vivienda, en desplazamientos y la accesibilidad a las oportunidades urbanas en el Gran Santiago muestra que estas dimensiones están íntimamente relacionadas y que ellas ejercen una influencia importante en la movilidad espacial y en las desigualdades existentes entre sus habitantes. Se desarrolla además un modelo teórico de desplazamientos en función del ingreso y la localización, el cual confirma la importancia de la proximidad y del transporte no motorizado para la optimización de las estrategias de movilidad cotidianas en los hogares. En conjunto, los resultados empíricos y teóricos presentados muestran la necesidad de implementar metodologías de planificación coordinadas entre los sectores de vivienda y transporte, atendiendo no solo a la aceleración de los desplazamientos, sino sobre todo a la coherencia de localización entre residencias y oportunidades. La creación de este tipo de instrumentos de planificación podría representar una alternativa de desarrollo más sostenible que las actuales tendencias de crecimiento del Gran Santiago.

### ABSTRACT

Emergent phenomena such as urban sprawl, travel intensification and loss of cohesion in contemporary metropolises, impose stronger constraints on its inhabitants. Among them, travel and location capabilities become a fundamental factor of social integration and a multiplier of income inequalities. The simultaneous analysis of housing-travel efforts and accessibility to urban opportunities in Greater Santiago shows that these dimensions are closely related and exert an important influence on spatial mobility and inequalities among its inhabitants. Furthermore, a theoretical model of displacements, considering income and location, confirms the importance of proximity and non-motorized transport in order to optimize daily mobility strategies of households. Overall, the empirical and theoretical results presented show the need to implement coordinated planning strategies between the housing and transport sectors, addressing not only travel acceleration, but mainly the consistency between accommodation and opportunities location. The creation of such planning tools could be a more sustainable alternative than current growth trends in Greater Santiago.

### RESUMO

A dilatação, fluidificação e perda de coesão das metrópoles contemporâneas impõem novas exigências a seus habitantes. Entre elas, as capacidades de localização e deslocamentos se tornam em um fator fundamental da integração social e um multiplicador das desigualdades de ingresso. A análise simultânea dos esforços em moradia, em deslocamentos, e a acessibilidade às oportunidades urbanas em Grande Santiago, mostram que estas dimensões estão intimamente relacionadas e que elas exercem uma influência importante na mobilidade espacial e nas desigualdades existentes entre seus habitantes. Desenvolve-se, além disso, um modelo teórico de deslocamentos em função do ingresso e a localização, o que confirma a importância da proximidade e o transporte não motorizado para a otimização das estratégias de mobilidade cotidiana dos lares. Em conjunto, os resultados

empíricos e teóricos apresentados, mostram a necessidade de implementar estratégias de planificação coordenadas entre os setores de moradia e transportes, atendendo não só à aceleração dos deslocamentos, senão especialmente à coerência de localização entre moradas e oportunidades. A criação deste tipo de instrumentos de planificação poderia representar uma alternativa de desenvolvimento mais sustentável que as atuais tendências de crescimento de Grande Santiago.

## Introducción

Durante el siglo XX, el desarrollo de las tecnologías de transporte cambió la naturaleza de las áreas urbanas (Orfeuill, 2008). La ciudad, constituida desde sus orígenes como un espacio de vida bastante unitario, comenzó a dilatarse incluso más rápido que el crecimiento acelerado de la población y a perder su cohesión interna. Así, durante los últimos treinta años, el número de metrópolis que superan los cinco millones de personas se ha multiplicado (UN-HABITAT, 2011), a menudo con una densidad que decrece de manera fuerte hacia la periferia y una intensificación de los desplazamientos internos. En resumen, el espacio urbano ya no es un conjunto de lugares relativamente próximos, sino un sistema que funciona en gran medida por medio de flujos y relaciones a larga distancia.

Desde la perspectiva de la gestión urbana, este proceso plantea riesgos importantes. La reconfiguración constante en un contexto donde los agentes compiten por un espacio cada vez más escaso, buscando

al mismo tiempo diferenciarse entre sí, refuerza los procesos segregativos (Berger y Brun, 2006) y debilita la cohesión intraurbana (Behar, 2009). La expansión urbana incrementa el consumo de suelo y la ampliación de las distancias de viaje aumenta el gasto energético de los desplazamientos. Estos fenómenos también pueden afectar la eficiencia económica de los centros urbanos, estrechamente asociada con las economías de aglomeración producidas por la concentración de distintas actividades y la alta accesibilidad a los mercados de empleo (Krugman, 1997; Prud'homme y Lee, 1999; Strange, Hejazi y Tang, 2006). Además, la intensificación de los desplazamientos y la expansión de los espacios en que los ciudadanos realizan sus actividades cotidianas son factores que agravan el problema de las desigualdades de ingreso. En una sociedad cada vez más móvil, las dificultades para desplazarse y adaptarse a los cambios están relacionadas de manera cercana con la escasez de recursos y son una dificultad suplementaria o, incluso, se convierten en un multiplicador de las diferencias sociales (Orfeuill, 2006).

En suma, la expansión y pérdida de cohesión interna de los sistemas urbanos parece incompatible con su desarrollo sostenible, por lo que es imprescindible desarrollar nuevos instrumentos para su gobernanza. De hecho, los sistemas actuales de planificación y gestión urbana han sido concebidos para satisfacer las necesidades de ciudades más o menos compactas, y son inadecuados para enfrentar los desafíos impuestos por las grandes metrópolis contemporáneas.

<sup>1</sup> Se considera como oportunidad urbana cualquier lugar que represente un motivo para viajar, según lo declarado en la Encuesta de Origen y Destino 2001-2002 del GS. Se excluye el retorno al hogar y los viajes al trabajo. Esto se detalla en la sección metodológica.

<sup>2</sup> Los esfuerzos monetarios en desplazamientos y vivienda se definen como el porcentaje del ingreso familiar que se gasta en estos ítems. El esfuerzo temporal en desplazamientos corresponde al tiempo diario empleado en transportes. Esto también se detalla en la sección metodológica.

De una parte, los sistemas de gobierno metropolitano se encuentran todavía en una etapa de experimentación y ajuste (Lefèvre, 2004), en busca de un difícil equilibrio entre el dominio del plano estatal —como ocurre en el caso del Gran Santiago (GS), capital de Chile— y las dificultades de coordinación entre los diferentes niveles de poderes descentralizados —como puede observarse de manera principal en Europa—. Lograr un buen compromiso entre eficiencia de gestión y representación democrática de la acción pública a escala metropolitana es una tarea difícil que requerirá, probablemente, de soluciones únicas para cada caso. De otra parte, los órganos técnicos responsables de la planificación y la construcción de las ciudades tienden a actuar de forma poco coordinada, desarrollando herramientas, metodologías y códigos adaptados a sus respectivas disciplinas, que muchas veces son incompatibles entre sí. Estas diferencias, que en una ciudad pequeña no tendrían mayor consecuencia debido a la proximidad espacial de los diferentes proyectos, se convierten en un problema grave cuando el área urbana se extiende y pierde cohesión porque sus acciones, que deberían ser complementarias, tienden a orientarse hacia sectores diferentes.

Esto es evidente sobre todo en el caso de los sistemas de vivienda y transporte urbano. El primero está muy relacionado con la definición del uso de suelos, y ha sido en la historia el campo de arquitectos y urbanistas. El segundo, asociado con el desarrollo de tecnologías de transporte, es

tratado sobre todo por ingenieros. Pero las acciones de ambos, plenamente justificadas y racionales según los criterios de cada oficio, no siempre son compatibles. A modo de ejemplo, el aumento de los precios del suelo empuja la construcción de viviendas sociales hacia la periferia urbana, pero la inversión en transporte público es más rentable y útil en los centros densos. Como resultado, los hogares que más necesitan de medios de transporte baratos, habitan cada vez más lejos de ellos.

Este artículo presenta un análisis del problema de las interacciones entre los sistemas de transporte urbano y vivienda, desde el punto de vista de los esfuerzos realizados y de las oportunidades alcanzadas por quienes habitan y se desplazan en el GS. Su primer objetivo es describir las diferencias de estos dos fenómenos complementarios, que permiten comprender la movilidad espacial a escala metropolitana. De una parte, se estudiará el tema del costo monetario, en relación con el ingreso, y en tiempo que representan tanto la vivienda como los desplazamientos para los hogares. De otra parte, se analizará la accesibilidad a las oportunidades urbanas<sup>1</sup> y al mercado laboral que es obtenida gracias a los esfuerzos de desplazamiento y de gasto en vivienda.<sup>2</sup> Se hace un énfasis particular en el hecho de que estos fenómenos no pueden ser analizados solo desde la perspectiva de los sistemas de transporte, ya que la accesibilidad depende en gran medida de la localización de la vivienda, cuyo precio varía en forma importante según su ubicación en la ciudad. Un segundo objetivo es la elaboración

de un modelo teórico que permita una mejor comprensión de la utilidad relativa que representa para los hogares la accesibilidad a los empleos, servicios y otras actividades urbanas, respecto al tiempo libre y al ingreso disponible para el consumo. En otras palabras, se analiza la preferencia por cada uno de estos bienes respecto a los otros dos, según la cantidad de recursos temporales y monetarios destinados a obtenerlos. Esto implica necesariamente una gran simplificación de la realidad, pero representa un avance en la comprensión de las ventajas de la centralidad como un factor en las estrategias de localización residencial y movilidad cotidiana de los ciudadanos.

El desarrollo de estas herramientas de análisis está orientado a la evaluación prospectiva de la interacción entre políticas públicas de transporte y vivienda, tema que se abordará en la siguiente etapa de esta investigación. Aunque hoy día no existen instituciones que puedan realizar este tipo de coordinación en el GS, se espera que la elaboración de una representación objetiva de las necesidades y posibilidades de acción intersectorial contribuya a la definición de funciones y competencias de estructuras innovadoras de gobernanza metropolitana.

En esta introducción se ha presentado el contexto, motivación y objetivos principales de este artículo. A continuación se discutirán los principales aspectos teóricos relacionados con este tema. En la tercera y cuarta partes se describe brevemente la metodología empleada y los principales resultados obtenidos. En la quinta se desarrolla un modelo de maximización de la

utilidad espacial<sup>3</sup> a nivel de los hogares. Se concluye con recomendaciones iniciales de planificación y perspectivas de investigación a futuro.

### **Localización, desplazamientos y desigualdades espaciales a nivel de hogares**

Los hogares ejercen una influencia decisiva en los procesos transformadores de la ciudad, actuando a la vez en las esferas social, económica y política del espacio urbano. También pueden ser considerados como una unidad de análisis pertinente para una serie de fenómenos, ya que para muchas decisiones, como la elección de una vivienda y el uso del ingreso familiar, este nivel representa una instancia necesaria de negociación entre individuos. En tal contexto, la definición de una estrategia de comportamiento espacial resulta ser un proceso bastante complejo, que exige un arbitraje entre múltiples dimensiones que compiten entre sí pero que corresponden a distintas escalas temporales. De este modo, la trayectoria residencial de una familia se inscribe en un período de ciclo vital, con etapas que pueden durar años o decenios, pero esta afecta fuertemente las posibilidades y costos de desplazamiento cotidiano de sus miembros (Berger y Brun, 2006). A la inversa, las condiciones de accesibilidad, en particular al empleo, pueden ejercer una influencia decisiva al momento de escoger un lugar de residencia (Weisbrod, Ben-Akiva y Lerman, 1980; Clark y Davies, 1999).

<sup>3</sup> La utilidad espacial se define aquí como una estimación del beneficio obtenido por los hogares por medio de la optimización de sus estrategias de movilidad cotidiana, para acceder a los diversos empleos y actividades presentes en la ciudad, reservando además tiempo y dinero para recrearse y adquirir otros bienes. Todo esto se realiza con recursos monetarios y temporales limitados.

<sup>4</sup> Tanto en términos de precio como de tamaño de las viviendas, lo que tiende a desplazar a las familias numerosas y a las de menores recursos a la periferia.

<sup>5</sup> A diferencia del modelo de Alonso (1964), donde se considera que el transporte tiene una utilidad negativa, la formulación de Zahavi considera una utilidad obtenida directamente de la distancia de desplazamientos, siendo que en realidad el transporte es solo un medio para acceder a una oportunidad y por tanto es mejor representado por un costo que por una demanda.

## Teorías de economía urbana sobre la localización y desplazamientos

El análisis microeconómico, reductor pero útil, ofrece herramientas para comprender cómo el comportamiento de una multiplicidad de agentes genera tendencias y fenómenos a escala metropolitana. Un aporte decisivo en este sentido es el modelo de ciudad monocéntrica (Alonso, 1964), desarrollado por William Alonso, Richard Muth y Edwin Mills. Dicho modelo explica la localización de dos tipos de agentes urbanos, hogares y empresas, alrededor de un distrito central de negocios, proponiendo ciertas funciones de maximización de utilidad que determinan las condiciones de la competencia por la localización en el espacio urbano. Para los hogares, esto consiste básicamente en la búsqueda de un equilibrio óptimo entre las condiciones de habitación, la reducción de los costos de transporte y la proporción del ingreso disponible para el consumo de otros bienes, luego de descontar el costo de los dos primeros. El análisis de los gastos en vivienda y desplazamientos (Polachinni y Orfeuil, 1998) ofrece una metodología para comprobar de forma empírica las predicciones de este modelo, que no siempre coinciden con la realidad (Coulombel y Deschamps, 2008). Según estos autores, en el área urbana de París la fuerte segmentación geográfica del mercado inmobiliario<sup>4</sup> parece alejar a ciertas categorías sociales de un equilibrio aceptable entre estos esfuerzos, generando fuertes desigualdades según

el nivel socioeconómico y la localización central o periférica del lugar de residencia.

El modelo “Understanding Motorization” (UMOT), desarrollado por Yacov Zahavi (1979) es otro pilar de la interpretación económica de los comportamientos de movilidad urbana. Enfocado en los desplazamientos, intenta explicar la demanda y elección de modos de transporte mediante una función de maximización de la distancia de viaje con recursos limitados de tiempo y dinero. Pese a las críticas que pueden realizarse a esta formulación,<sup>5</sup> este modelo ofrece una aproximación aceptable de la realidad y, extendido o modificado, ha sido muy utilizado en instrumentos de previsión de tráfico. Una contribución fundamental de esta teoría es que introduce una dimensión temporal al análisis de los viajes intraurbanos, a partir de trabajos anteriores de Zahavi que muestran una magnitud más o menos constante del tiempo destinado a desplazamientos en distintas ciudades del mundo, en forma relativamente independiente del grado de desarrollo (Zahavi y Talvitie, 1980).

Esta conjetura, de “presupuesto temporal de desplazamientos”, de poco más de una hora diaria por persona y con pocas variaciones, ha ejercido una enorme influencia en el estudio de la accesibilidad urbana. De hecho, uno de los indicadores más simples de accesibilidad es la cuantificación de las oportunidades en las que se puede llegar en un tiempo inferior a un cierto límite. Por ejemplo, Sandrine Wenglenski analiza las desigualdades de accesibilidad en el área

urbana de París, entre Grupos Socio Ocupacionales (GSO), en términos de porcentaje del empleo metropolitano accesible en menos de una hora. Sus trabajos muestran importantes diferencias entre dirigentes, que tendrían acceso potencial a un 68% de los empleos de su nivel, y obreros, que alcanzarían solo un 41% (Wenglenski, 2004). En el caso del GS el autor ha encontrado diferencias similares.

De los dos modelos aquí presentados, retendremos tres hipótesis centrales. Primera: se puede obtener una representación muy simple, pero aceptable, de las estrategias de localización y desplazamientos de los hogares gracias a una formalización en términos de maximización de la utilidad espacial. Segunda: esta última se realiza optimizando recursos limitados de ingreso y tiempo disponibles. Tercera: la localización central o periférica influye de manera decisiva en el equilibrio alcanzado, modificando los costos relativos de vivienda y desplazamientos.

### **Crítica a los modelos de economía urbana**

Los principios enunciados anteriormente, aunque parecen bastante razonables, no bastan para explicar toda la complejidad, ni la diversidad, de las estrategias espaciales y de ciclo vital de los hogares. Una divergencia importante entre la sociología y la economía urbanas se refiere al tipo de racionalidad dominante en el proceso de cambio de residencia, oponiendo las necesidades del ciclo de vida, como por ejem-

plo las variaciones del tamaño de la familia (Rossi, 1955), a criterios de optimización económica son como la reducción de los costos de transporte entre domicilio y lugar de empleo (Van Ommeren, Rietveld y Nijkamp, 1996).

Otros factores como las limitaciones del mercado de bienes raíces (Lelièvre y Lévy-Vroelant, 1992), eventos inesperados, las relaciones interpersonales entre vecinos (Grafmeyer y Dansereau, 1998) o el apego al lugar de residencia (Vignal, 2003), también ejercerían una influencia decisiva en el curso de las trayectorias residenciales. En general, puede afirmarse que, de una parte, el sistema inmobiliario dista mucho de ser un mercado perfecto<sup>6</sup> y que, de otra parte, en la elección de una vivienda los criterios afectivos y sociales son al menos tan importantes como las consideraciones financieras.

En respuesta a estas dificultades, investigaciones posteriores han incluido aspectos como los factores ambientales que afectan la movilidad residencial (Weisbrod, Ben-Akiva y Lerman, 1980), las consideraciones de muy largo plazo en las estrategias residenciales (Van Ommeren, Rietveld y Nijkamp, 1996) y la coincidencia temporal entre los cambios de residencia y trabajo (Clark y Davies, 1999), entre otros. Sin embargo, no hay consenso sobre la importancia relativa de diferentes factores, que parece variar en función del contexto analizado, como entre Europa y América del Norte (Strassman, 1992).

En vista de la complejidad de este tema y de la información disponible en el GS, el modelo que será propuesto en la quinta

<sup>6</sup> Pueden mencionarse distorsiones como tendencias cuasi-monopólicas entre propietarios, especulación, asimetrías de información y sobre todo el hecho de que el suelo es limitado y no reproducible, lo que impide un ajuste normal entre oferta y demanda (Renard, 2008; Sabatini, 2001).

parte de este artículo considerará la decisión de localización como un factor exógeno, sea por un arbitraje del hogar o por un proceso de designación en el caso de la vivienda social. La formulación propuesta intentará elucidar el efecto de los grados de accesibilidad variable, dependientes del lugar de residencia escogido con anterioridad en la ciudad, sobre los comportamientos de desplazamiento de los hogares.

### **El análisis empírico de las desigualdades espaciales**

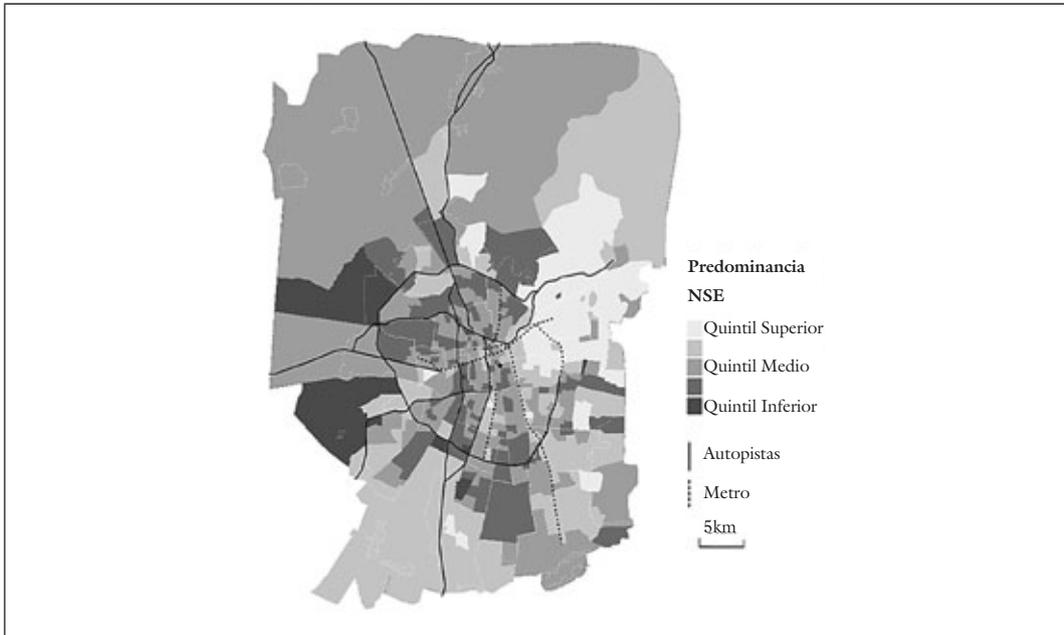
Un método más directo y que permite la identificación de las características espaciales y funcionales específicas de cada caso urbano es el análisis estadístico y geográfico. Desde los trabajos de la Escuela de Chicago, el estudio de la distribución espacial de distintos grupos sociales ha permitido comprender la dinámica de los procesos segregativos en las ciudades, aunque muchas de sus causas y consecuencias siguen siendo objeto de debate.

En el caso del GS, una metrópoli bastante extensa de seis millones de habitantes, existen fuertes desigualdades, tanto en la distribución del ingreso como en la especialización socioeconómica de zonas de residencia (ver Figuras 1 y 2), particularmente por la concentración de familias de altos ingresos en el sector nororiental y por la relegación de las de menores recursos a las periferias norte, sur y poniente (GeoAdimark, 2009). Esta configuración se debe a una conjunción de factores. 1. El sesgo perificador de los proyectos de

vivienda social, que ha transformado al Ministerio de la Vivienda y Urbanismo en un poderoso agente segregador en un pasado reciente (Hidalgo, 2007). 2. Las dinámicas de valoración del suelo, propiciadas por el sector inmobiliario, que refuerzan la capacidad autosegregativa de los sectores de ingresos altos y toman el relevo al sector público como impulsores de la expansión periférica (Tokman, 2006). 3. Las transformaciones de la estructura económica, sobre todo la reducción del sector industrial, que generan profundas transformaciones en la composición y distribución espacial de la población (De Mattos, 2007) y de las actividades económicas (Ducci, 2006). 4. Finalmente, la desregulación y la liberalización de los servicios de infraestructura que, aunque permiten el funcionamiento de una metrópoli en expansión (Figueroa, 2004), pueden reforzar las desigualdades de la calidad de vida de la población. En este sentido, la evolución del GS parece seguir un curso similar a la de otras grandes ciudades, lo que sugiere la existencia de riesgos latentes en cuanto a las consecuencias negativas, sociales, ambientales y económicas, de una expansión mal planificada.

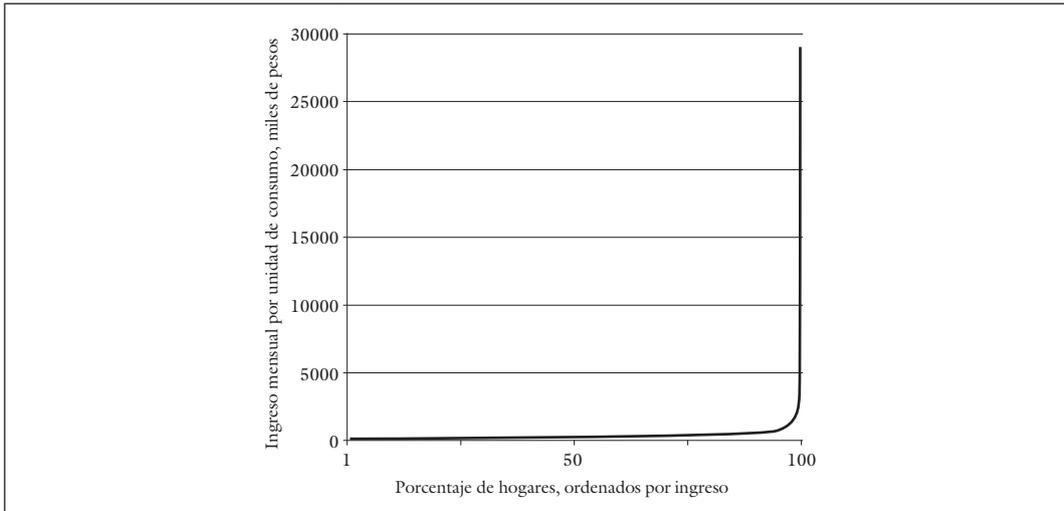
Desde la perspectiva de la cohesión social, la cristalización de las diferencias entre individuos en el espacio urbano tendría un efecto multiplicador de las desigualdades asociadas al ingreso. En el GS la calidad de servicios públicos fundamentales, como salud y educación, es notoriamente inferior en las comunas más pobres, debido a la insuficiencia de los mecanismos redistributivos entre entidades territoriales de Chile

Figura 1. Especialización socio-espacial en el GS



Fuente: Censo 2002, Encuesta Casen 2000. Representación en 618 zonas del modelo Etraus. Elaboración propia.

Figura 2. Distribución del ingreso en el GS



Fuente: Censo 2002, Encuesta Casen 2000. Representación en 618 zonas del modelo Etraus. Elaboración propia.

territorios 25

43

<sup>7</sup> Datos obtenidos gracias a la gentileza de Alan Thomas y Gonzalo Arias de la Secretaría de Planificación de Transporte (Sectra).

(Orellana, 2009). Además, la pauperización de ciertos barrios tendría efectos negativos sobre el desarrollo individual, limitando el acceso a redes sociales bien insertadas en el mercado laboral, aumentando la influencia de modelos de comportamiento antisocial o delictivo y devaluando el patrimonio inmobiliario de las familias (Maurin, 2004).

En un contexto de intensificación de los desplazamientos y expansión urbana, estas desventajas acumulativas devienen además en dinámicas, es decir, se corre el riesgo de que su efecto aumente con el tiempo y refuerce de manera continua las diferencias iniciales. En efecto, a medida que las oportunidades se diversifican y se alejan de los lugares de residencia, la inserción en la vida urbana exige competencias de desplazamiento más importantes (Orfeuill, 2006). Esto es particularmente importante en el caso del mercado laboral, sometido también a profundas transformaciones que tienden a hacer más precarios los empleos, con lo que las capacidades de adaptación y búsqueda se hacen cada vez más importantes para la inserción profesional (Veltz, 2000; Johnson, 2006). En consecuencia, las dificultades de desplazamiento, agravadas por el aumento de las distancias de viaje, por la segregación espacial y por el incremento del precio del suelo —que obliga a destinar una parte creciente del ingreso familiar a la vivienda—, aumentan los riesgos de aislamiento y desempleo de los hogares menos favorecidos.

Aunque el fenómeno de la segregación espacial en el GS ha sido estudiado de manera amplia (Sabatini, Cáceres y Cerda,

2001; Sabatini y Brain, 2008), no existen, al menos a nuestro conocimiento, trabajos que traten estos aspectos dinámicos de las desigualdades espaciales en esta metrópolis. Por ello, una parte importante de este artículo se dedica a este tema que, como se ha visto, involucra estrechamente el gasto en vivienda y desplazamientos con el conjunto de oportunidades al que los hogares tienen la posibilidad de acceder.

## Metodología

La parte empírica de esta investigación se basa en el análisis y combinación de bases de datos a escala metropolitana, sobre todo la Encuesta Origen y Destino de Viajes 2001-2002 (EOD) del GS (Universidad Católica de Chile, 2002) y el Censo 2002 de la población de Chile (Instituto Nacional de Estadísticas de Chile [INE], 2002). Esta información se ha complementado con la Encuesta de Presupuestos Familiares (EPF) 1997 del GS (INE, 1997), las matrices de tiempo de viaje y catastro de superficies construidas del modelo de transporte urbano Estraus,<sup>7</sup> la VIII Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (Casen) (Ministerio de Planeación de Chile, 2000) y la Encuesta de Uso del Tiempo 2008 en el GS (INE, 2008).

## Análisis de los esfuerzos en vivienda y desplazamientos

Los indicadores de esfuerzo monetario en Vivienda y Desplazamientos (VD) se han

calculado como la razón entre el gasto mensual en cada ítem y el ingreso del hogar correspondiente. El esfuerzo temporal en desplazamientos considera la suma diaria de tiempos de viaje individuales. Gran parte de la información necesaria está disponible en la EOD, pero complementos importantes —como el gasto secundario de vivienda (impuestos, mantención, etc.) y desplazamientos (compra de vehículos, permisos, mecánica, etc.)— han debido ser imputados a cada hogar encuestado, basándose en información de la EPF 1997, mediante regresiones que permiten deducir los ítems faltantes a partir del ingreso, uso y número de vehículos que se encuentran en ambas encuestas. Con el fin de favorecer la consistencia entre las diferentes etapas de esta investigación, se trabajará únicamente con los hogares móviles de la encuesta sin tener en cuenta aquellos que presentan esfuerzos VD superiores a su ingreso total. Los indicadores de desplazamiento de esta muestra han sido ajustados considerando la probabilidad de viaje individual, estimada a partir de una regresión logística (ver Anexo 1) que compara los individuos que registran viajes en la EOD y aquellos que no lo hacen.<sup>8</sup> La coincidencia entre los resultados globales obtenidos con la muestra completa (hogares móviles e inmóviles) y la selección ajustada confirma la pertinencia de este método.

### Indicadores de accesibilidad

La accesibilidad potencial a las oportunidades urbanas en general y a los empleos

en particular se ha estimado considerando la localización de los empleos declarados a escala comunal en el Censo 2002 y contabilizando los destinos de viaje<sup>9</sup> de la EOD 2001-2002 a escala de zona del modelo Estraus. Los empleos han sido redistribuidos en esta segunda zonificación, más fina, utilizando regresiones sobre datos de metros construidos según uso, población por nivel de ingreso y otras, disponibles en este mismo modelo (ver Anexo 2).

Usando las matrices de costos monetarios y tiempo de viaje, se calcula la accesibilidad potencial para cada individuo de la muestra de hogares móviles recién mencionada, mediante un indicador gravitatorio (Hansen, 1959) que considera un factor exponencial de impedancia (Koenig, 1974; Geurst y Van Wee, 2004; Bocarejo y Oviedo, 2010), según la siguiente formulación:

$$A_i = \sum O_j * e^{-(\alpha * ct + \beta * cm)}$$

Donde “ $A_i$ ” es la cantidad de oportunidades accesibles desde una zona “ $i$ ”; “ $\sum O_j$ ” es la suma de las oportunidades de todo el resto de las zonas consideradas, previa multiplicación por un factor de impedancia ( $e^{-(\alpha * ct + \beta * cm)}$ ) que toma valores entre 0 y 1. Este representa la dificultad de desplazarse entre dos zonas y puede interpretarse como un porcentaje de oportunidades de la zona de destino, decreciente en función del costo, que se considera accesible desde la de origen. En el exponente de este factor, “ $ct$ ” es el tiempo de viaje y “ $cm$ ” es el costo monetario de este entre cada par de zonas de origen y destino; “ $\alpha$ ” y “ $\beta$ ” son

<sup>8</sup> Esto resuelve un problema recurrente en el análisis de las encuestas de desplazamientos, en las que una proporción considerable de individuos y hogares son considerados como “inmóviles”. Sin embargo, estas encuestas solo registran la actividad del día anterior, y es muy probable que un individuo calificado como tal pueda realizar viajes en otros días de la semana. Asimismo, el hecho de que este se haya desplazado en el día anterior a la encuesta no implica que lo haga todos los días del mes.

<sup>9</sup> Se consideran todos los motivos de viaje, excepto el retorno al hogar, y se excluyen a los menores de 5 años. A cada individuo de la muestra se le ha asignado un factor de ponderación, considerando su nivel de ingreso y edad, para ajustar los datos de la EOD 2001-2002 al Censo 2002, a escala de comunas.

dos parámetros calibrados con anterioridad según la información obtenida a partir de los pares origen-destino de la EOD 2001-2002 y residencia-empleo del Censo 2002 (ver Anexo 2).

El factor de impedancia así calculado incluye aspectos difíciles de estimar con otras metodologías. No solo se considera el costo directo del viaje sino que, siendo calibrado por la tendencia de un gran número de observaciones reales, se captura de forma implícita una serie de efectos adicionales que condicionan los desplazamientos efectuados. Puede mencionarse: la tendencia de los individuos de menores ingresos a realizar mayores esfuerzos de desplazamiento, la falta de información acerca de los destinos, la falta de correspondencia entre competencias y requisitos de un empleo y, en general, otras dificultades de apareamiento entre demanda y oferta.

### **Modelo de maximización de la utilidad espacial**

Con el objetivo de elucidar la importancia relativa de las variaciones de esfuerzos VD y de la accesibilidad para las estrategias de movilidad de los hogares, se propone un modelo simple de desplazamientos. Este consiste básicamente en una función de utilidad a ser maximizada bajo restricciones de tiempo e ingreso disponibles, la que toma la forma de una suma logarítmica de los distintos tipos de bienes considerados (Zahavi, 1979; Geurs *et ál.*, 2010).

Se define así un programa general de optimización entre la cantidad de opor-

tunidades accesibles, de tiempo libre y de ingreso disponible para consumo, siendo los dos últimos la diferencia entre los recursos totales, el costo de la vivienda y de los desplazamientos. Este programa es aplicado a todos los hogares que componen la muestra a partir de la cual se ha calculado con anterioridad los esfuerzos VD. La formulación y los resultados de este modelo serán detallados en la quinta sección de este artículo.

### **Desigualdades de esfuerzos en Vivienda-Desplazamientos y de accesibilidad en el GS**

Alojar y desplazarse son dos necesidades ineludibles para los hogares. En las grandes ciudades contemporáneas estas requieren de esfuerzos crecientes, debido a dos tendencias estrechamente asociadas con el desarrollo económico: la elevación de los precios del mercado inmobiliario a un ritmo más acelerado que la del ingreso, y la expansión de las áreas urbanas, con el consiguiente aumento de los costos de desplazamiento. Este proceso afecta, sobre todo, a las familias de menores recursos, las cuales, como se aprecia en el Cuadro 1, pueden llegar a consumir casi la totalidad de su ingreso en estos dos ítems. En consecuencia, sus posibilidades de satisfacer otras necesidades vitales o sociales, como alimentarse, vestirse y educarse, pueden verse limitadas de forma severa. Las políticas públicas de vivienda social y de transporte público pueden contribuir a solucionar

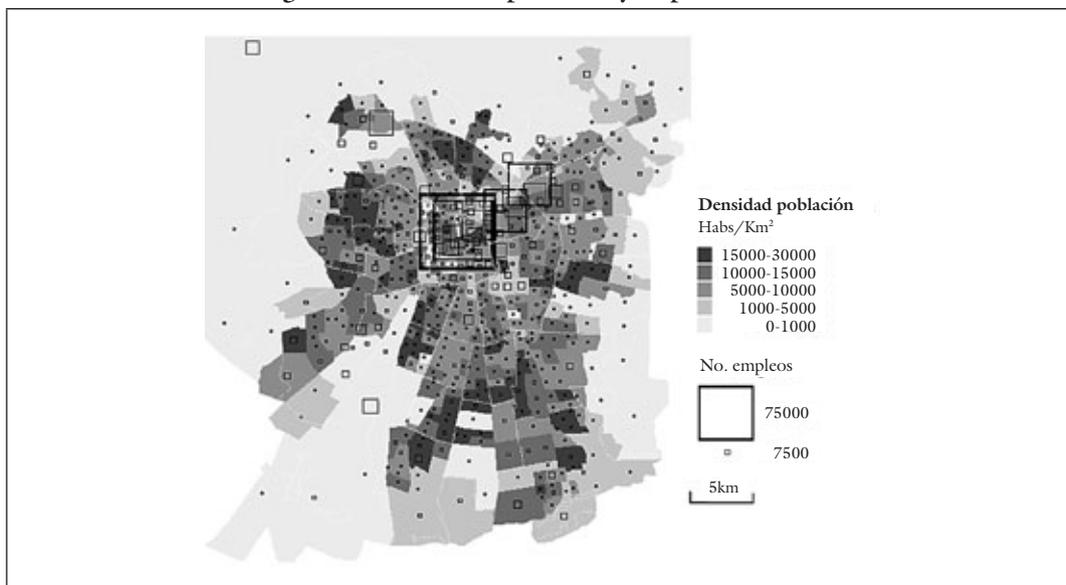
este problema, a condición de realizarse en forma coordinada, pero esto no ocurre actualmente en el GS. De hecho, la construcción de vivienda social en las periferias urbanas reduce los costos de alojamiento, pero, debido a la baja accesibilidad de estas zonas, incrementa los de desplazamiento.

Como contexto previo al análisis de esfuerzos VD y de accesibilidad, se presentará de manera breve algunas estadísticas de distribución de la población, de los empleos, de los sistemas de vivienda y de transporte en el GS. La densidad de población muestra un patrón peculiar, con una fuerte densidad central, una baja de esta en un anillo pericentral, un aumento relativo alrededor de la Avenida de Circunvalación Américo Vespucio y un decaimiento hacia la periferia. El

empleo está muy concentrado en la zona centroponiente (ver Figura 3), al punto de que, considerando la suma de población y empleos, la distribución de densidad es característicamente monocéntrica.

En esta metrópoli, la gran mayoría de los hogares son propietarios, con solo una quinta parte de arrendatarios y 10% de alojados en forma gratuita. Esto se explica, en parte, por políticas de vivienda social enfocadas de manera exclusiva a la adquisición a la propiedad. Entre los propietarios, 47% ha pagado por completo su vivienda y 37% ha sido beneficiario de algún programa de subvención pública (ver Figura 4). La distribución espacial de los tipos de vivienda no muestra variaciones demasiado importantes en cuanto a su tamaño, notándose

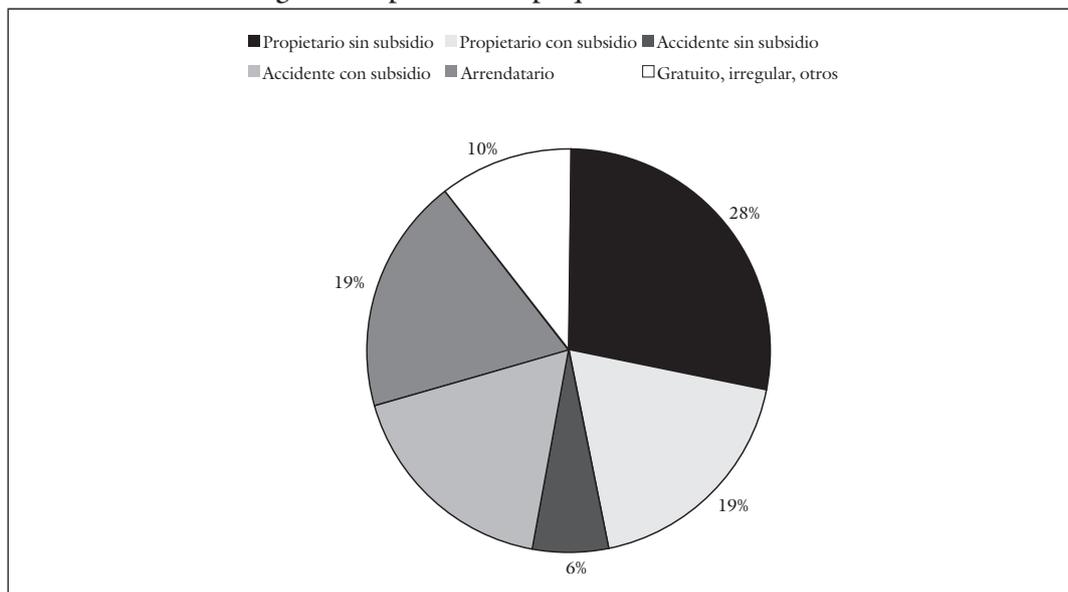
Figura 3. Densidad de población y empleos en el GS



Fuente: Censo 2002, Encuesta Casen 2000. Representación en 618 zonas del modelo Estraus. Elaboración propia.

<sup>10</sup> Esto según los datos de la EOD 2001-2002; considerando las tendencias recientes de motorización, es probable que esta relación se haya invertido en la actualidad.

**Figura 4. Repartición del parque de vivienda en el GS**



Fuente: Censo 2002, Encuesta Casen 2000. Representación en 618 zonas del modelo Estrasus. Elaboración propia.

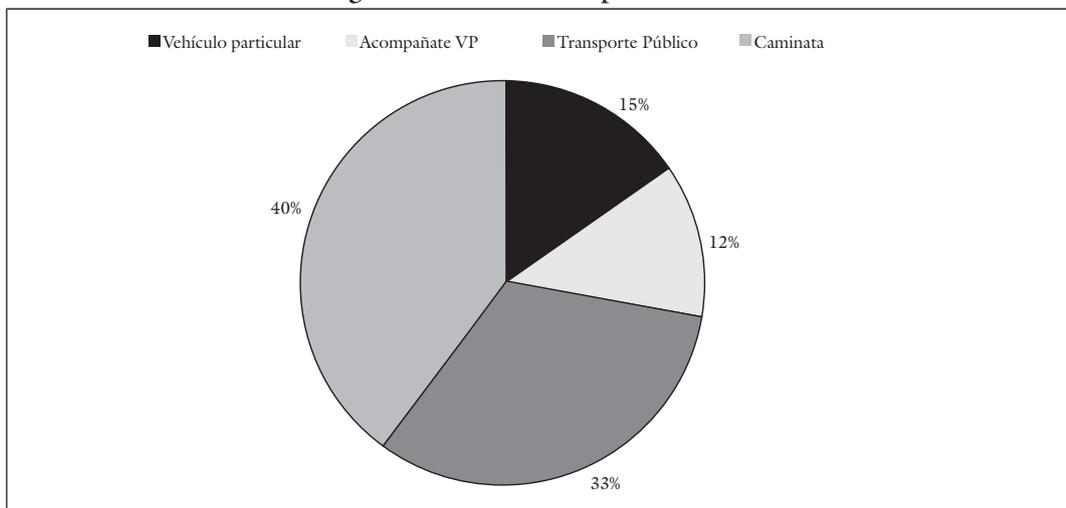
Nota: se denomina “accidentes” (a la propiedad) a los hogares que, habiendo adquirido una vivienda, siguen pagando dividendos. Se diferencian así de los propietarios que la han pagado completamente.

eso sí una concentración de aquellas ocupadas en arriendo en las zonas céntricas. Respecto a los modos de transporte, 40% de los desplazamientos se realiza caminando (CA), siendo el Transporte Público (TP) ligeramente mayoritario en comparación con el Automóvil Particular (AP) entre los restantes (ver Figura 5).<sup>10</sup> El uso de modos de transporte más rápidos está directamente relacionado con el ingreso más elevado, con una predominancia de la CA y el TP en los deciles de ingreso inferiores y un fuerte incremento del AP en los superiores (ver Figura 6).

En promedio, los hogares del GS gastan 15% de su presupuesto en vivienda y

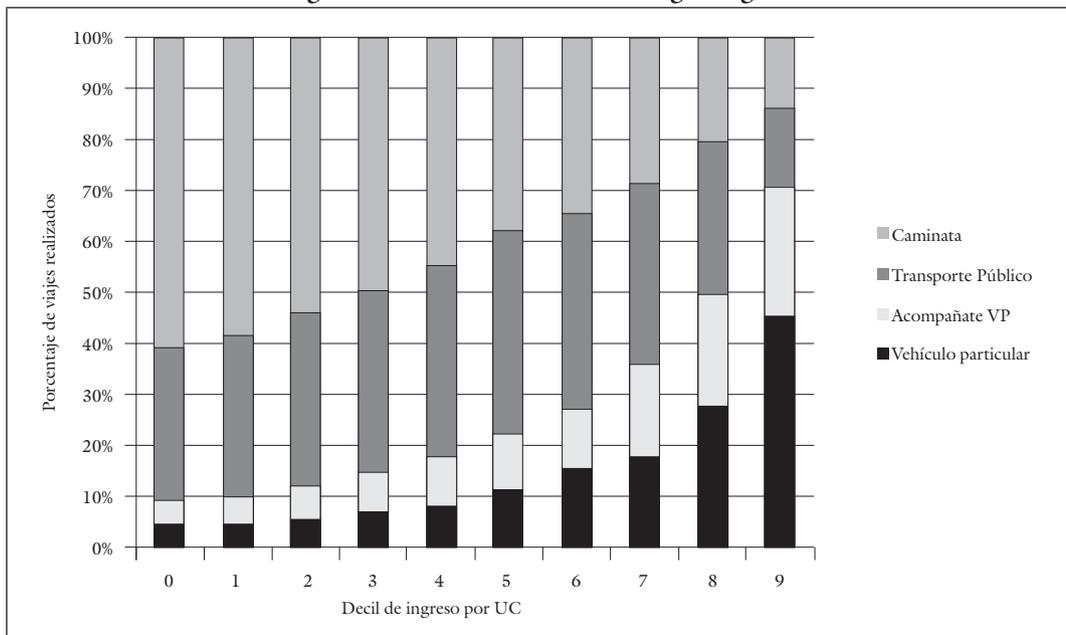
12% en transporte, pero estas cifras varían mucho según el nivel de ingreso, la tenencia de vivienda y la posesión de vehículo. La distancia al centro produce la variación esperada de un aumento del gasto en desplazamientos y de reducción en el de vivienda (ver Cuadro 1). Pueden identificarse ciertas combinaciones críticas, como el caso de los arrendatarios o accidentes a la propiedad de menores ingresos, en particular cuando poseen un vehículo, en zonas centrales y periféricas. Sin embargo, la diversidad de combinaciones de los factores que ejercen un efecto importante en los esfuerzos VD dificulta la comprensión directa de los efectos de cada uno, por lo que resulta in-

Figura 5. Modos de transporte en el GS



Fuente: Encuesta de Origen y Destino del Gran Santiago (EOD GS), 2001.

Figura 6. Uso de modos en el GS según ingreso



Fuente: Encuesta de Origen y Destino del Gran Santiago (EOD GS), 2001.

**Cuadro 1. Esfuerzos VD y accesibilidad según ingreso, tenencia, motorización y localización**

				N. Obs.	Esf. VD	Esf. Viv.	Esf. D. \$	Esf. D. t	Acc. Ops.
Tercil Ingreso Inferior	Propietarios	Sin VP	Centro	339	0,17	0,04	0,13	71	14
			Medio	845	0,19	0,04	0,15	76	8
			Periferia	556	0,22	0,04	0,18	81	5
		Con VP	Centro	58	0,30	0,04	0,26	77	19
			Medio	192	0,27	0,03	0,24	75	12
			Periferia	123	0,28	0,03	0,24	78	8
	Accedentes	Sin VP	Centro	21	0,50	0,38	0,13	71	14
			Medio	254	0,44	0,24	0,21	93	7
			Periferia	470	0,43	0,23	0,20	90	5
		Con VP	Centro	4	0,83	0,64	0,19	88	28
			Medio	58	0,68	0,38	0,30	81	9
			Periferia	93	0,50	0,22	0,28	91	8
	Arrendatarios	Sin VP	Centro	102	0,79	0,65	0,15	79	17
			Medio	195	0,64	0,50	0,14	84	8
			Periferia	149	0,62	0,44	0,18	87	5
		Con VP	Centro	16	0,99	0,69	0,30	107	19
			Medio	33	0,75	0,51	0,24	83	12
			Periferia	34	0,92	0,56	0,37	87	9
				N. Obs.	Esf. VD	Esf. Viv.	Esf. D. \$	Esf. D. t	Acc. Ops.
Tercil Ingreso Medio	Propietarios	Sin VP	Centro	459	0,11	0,03	0,07	77	13
			Medio	906	0,13	0,03	0,10	85	8
			Periferia	532	0,14	0,03	0,10	89	5
		Con VP	Centro	277	0,15	0,03	0,12	74	17
			Medio	593	0,18	0,03	0,15	82	10
			Periferia	325	0,20	0,03	0,17	85	7
	Accedentes	Sin VP	Centro	52	0,37	0,28	0,09	89	13
			Medio	260	0,27	0,15	0,12	97	7
			Periferia	470	0,26	0,14	0,12	105	5
		Con VP	Centro	26	0,40	0,29	0,11	73	15
			Medio	172	0,36	0,19	0,17	88	9
			Periferia	232	0,37	0,16	0,21	96	7

			N. Obs.	Esf. VD	Esf. Viv.	Esf. D. \$	Esf. D. t	Acc. Ops.	
	Arrendatarios	Sin VP	Centro	235	0,44	0,36	0,08	84	16
			Medio	269	0,40	0,29	0,11	103	8
			Periferia	177	0,39	0,28	0,11	94	5
	Con VP	Centro	93	0,49	0,37	0,12	72	19	
		Medio	139	0,45	0,32	0,13	82	10	
		Periferia	87	0,48	0,30	0,18	79	7	

			N. Obs.	Esf. VD	Esf. Viv.	Esf. D. \$	Esf. D. t	Acc. Ops.	
Tercil Ingreso Superior	Propietarios	Sin VP	Centro	210	0,08	0,04	0,04	76	15
			Medio	217	0,10	0,04	0,06	94	8
			Periferia	105	0,10	0,03	0,06	95	5
		Con VP	Centro	456	0,12	0,04	0,08	76	22
			Medio	655	0,14	0,04	0,10	82	12
			Periferia	397	0,16	0,04	0,11	82	7
	Accedentes	Sin VP	Centro	58	0,32	0,27	0,05	91	18
			Medio	65	0,22	0,16	0,06	96	7
			Periferia	68	0,21	0,14	0,07	111	5
		Con VP	Centro	187	0,34	0,26	0,08	80	26
			Medio	344	0,30	0,20	0,10	85	12
			Periferia	252	0,31	0,19	0,12	89	7
	Arrendatarios	Sin VP	Centro	214	0,34	0,30	0,05	85	20
			Medio	107	0,28	0,23	0,05	89	8
			Periferia	41	0,27	0,21	0,06	113	5
		Con VP	Centro	285	0,30	0,22	0,07	79	27
			Medio	251	0,28	0,20	0,08	79	13
			Periferia	108	0,33	0,22	0,11	91	6

Fuente: EOD 2001-2002, Encuesta de Presupuestos Familiares 1997 y cálculos del autor.

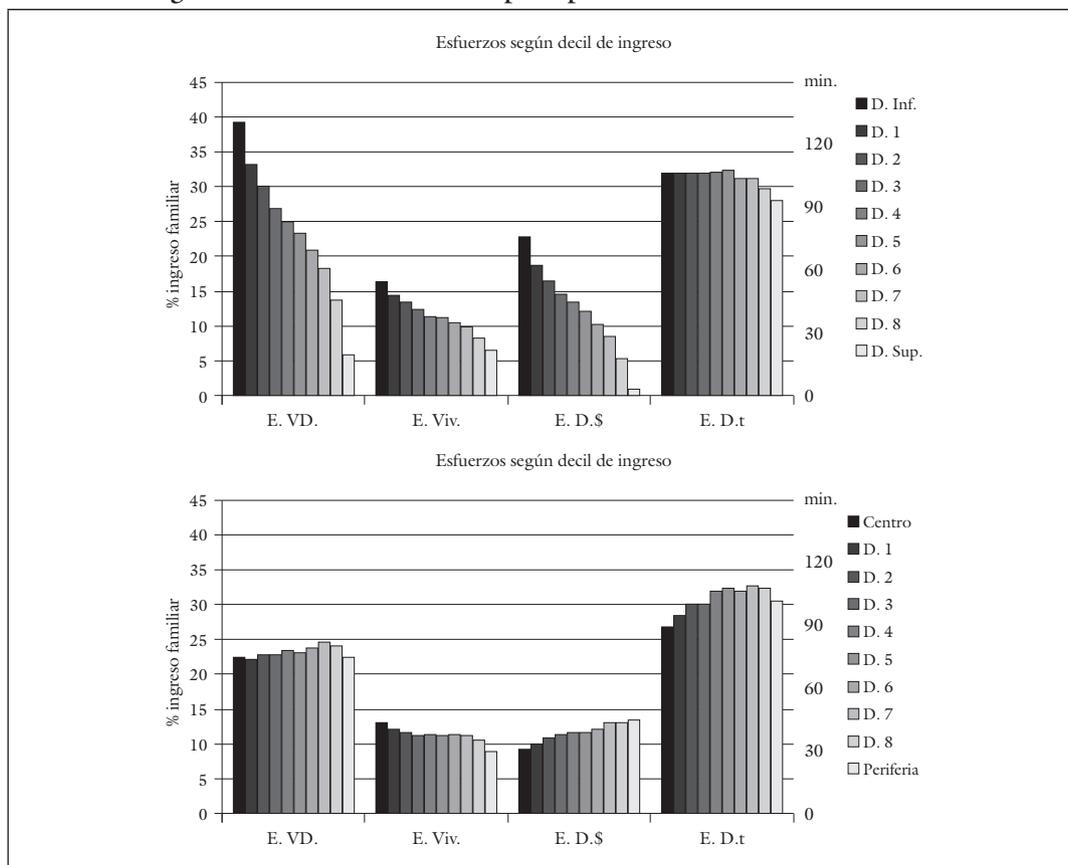
Nota 1: los esfuerzos monetarios en vivienda (Esf. V.), desplazamientos (Esf. D. \$) y la suma de estos (Esf. VD) se expresan en porcentaje del ingreso familiar, el esfuerzo temporal en desplazamientos (Esf. D. t) en minutos y la accesibilidad a las oportunidades urbanas (Acc. Ops.) en uno de cada mil destinos de viaje en el GS. El término "Tercil" se refiere a los tercios más pobre, intermedio y más rico de la población.

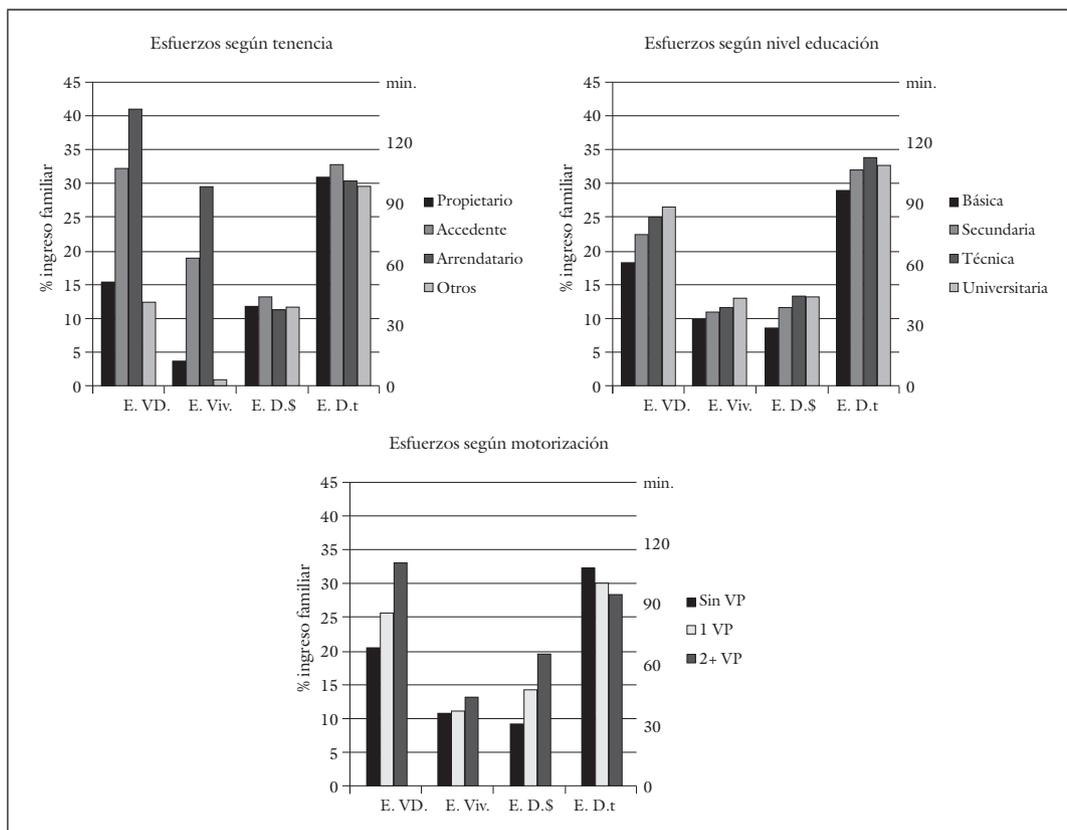
Nota 2: el escaso número de observaciones en algunas categorías, en particular accedentes y arrendatarios de bajos ingresos que poseen un vehículo, exige una interpretación cuidadosa de estos casos, que no son estadísticamente representativos. Sin embargo, la misma escasez de hogares en esta situación indica que se trata de situaciones insostenibles para determinados grupos sociales.

terésante utilizar un modelo de regresión integrando estos y otras variables de control (ver Anexo 3). A partir de este puede calcularse una media de mínimos cuadrados, que representa el promedio de una clase representativa de uno de los factores principales luego de controlar por la influencia de todas las otras variables consideradas. De este modo, es posible identificar el efecto propio de cada característica del hogar (ver Figura 7). Con este análisis se aprecia que

la mayor influencia en las variaciones de esfuerzos VD es ejercida por las diferencias de ingreso, seguido por la tenencia de vivienda, motorización y nivel de educación (ver Anexo 3). La distancia al centro ejerce una influencia relativamente menor, pero se aprecia claramente la compensación esperable de esfuerzos en vivienda decrecientes y un aumento del de desplazamientos hacia la periferia.

Figura 7. Incidencia de variables principales en los esfuerzos VD en el GS





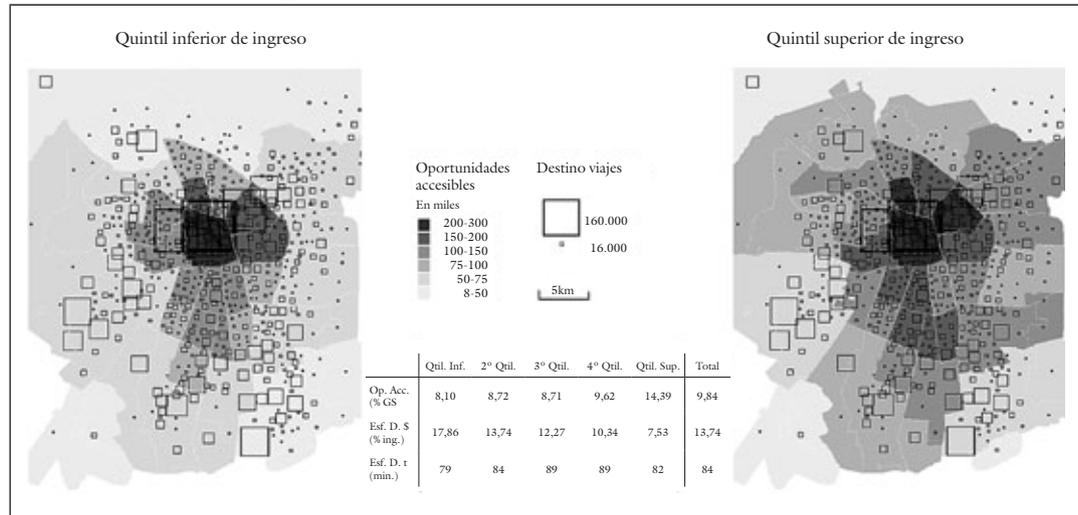
Fuente: EOD 2001-2002, Encuesta de Presupuestos Familiares 1997 y cálculos del autor.

La accesibilidad potencial a las oportunidades urbanas y a los empleos también muestra amplias variaciones entre poblaciones de diferente nivel de ingresos o educación, llegando casi a duplicarse en los estratos superiores, respecto a los inferiores. Ambos indicadores de accesibilidad son considerablemente más elevados en las comunas centrales del GS (ver Figuras 8 y 9).

Además, se aprecia de manera clara (ver Cuadro 1) una relación inversa entre acce-

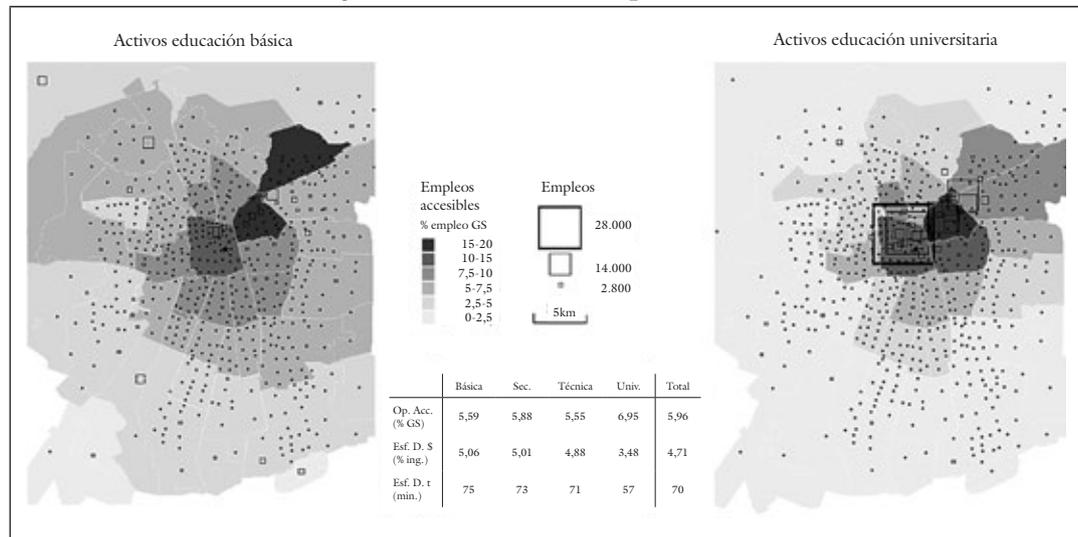
sibilidad y esfuerzo temporal-monetario en desplazamientos, y una directa entre la primera y el esfuerzo en vivienda, sobre todo en el primer tercil de ingreso. Estas observaciones apoyan la hipótesis de que los hogares realizan un arbitraje entre costos de vivienda y de desplazamientos, aunque los resultados anteriores muestran que la influencia de este fenómeno es mucho menor que la ejercida por la variabilidad de características como el ingreso y la tenencia.

Figura 8. Accesibilidad a las oportunidades en el GS



Fuente: EOD 2001-2002, matrices tiempo y costo viajes modelo Estraus y cálculos del autor.

Figura 9. Accesibilidad al empleo en el GS



Fuente: EOD 2001-2002, matrices tiempo y costo viajes modelo Estraus y cálculos del autor.

Nota: Los esfuerzos de desplazamiento indicados en la Figura 9 corresponden solo a los viajes al trabajo, a los que se agrega aproximadamente dos tercios por concepto del costo de retorno al hogar, cifra estimada a partir de la EOD 2001.

El análisis presentado en esta sección muestra la estrecha relación que existe entre los esfuerzos en vivienda, en desplazamientos y la accesibilidad, y que sus diversas combinaciones en el espacio urbano ofrecen a cada hogar la posibilidad de optimizar en cierta medida su estrategia de localización y movilidad cotidiana. Empero, se hace hincapié en las fuertes diferencias que existen de manera simultánea en estas tres dimensiones, relacionadas directa o indirectamente con las enormes desigualdades de ingreso existentes en el GS (ver Figura 2). Por último, se aprecia que los viajes a destinos no laborales generan la mayor parte de las diferencias de accesibilidad y de esfuerzo de desplazamientos. Esta observación obliga a moderar el énfasis otorgado por la economía urbana a las distancias residencia-empleo como un factor dominante de las estrategias de localización y conduce a la formulación del modelo presentado en la siguiente sección, que destaca la importancia de la accesibilidad global, de la centralidad y de los medios de transporte no motorizado para la maximización de la utilidad espacial de los hogares.

### **Accessibility, Time and Income Maximisation (ATIM): modelo simple de maximización de la utilidad espacial**

Pese a la evidente relación entre los esfuerzos VD y los grados de accesibilidad, resulta difícil establecer una medida de la importancia relativa de ambas dimensiones

para los hogares. Una alternativa para responder a esta incógnita es la elaboración de un modelo de maximización de la utilidad espacial capaz de integrar estos elementos, el que consiste en una función que considera cuatro bienes: las oportunidades accesibles en vehículo y a pie, el tiempo libre y el ingreso disponible. Estos se agregan en una suma de logaritmos, lo que toma en cuenta el fenómeno de utilidad marginal decreciente, según el que una unidad suplementaria de un bien escaso genera más beneficio que una de otro abundante. Se considera además que cada hogar solo puede utilizar cantidades limitadas de los recursos monetarios y temporales necesarios para obtener los bienes deseados, según su ingreso y tiempo disponible. Bajo estas condiciones, puede demostrarse que existe una única combinación de los bienes considerados que genera un máximo de utilidad y que representa el comportamiento económicamente racional de cada agente. El modelo presentado a continuación se refiere exclusivamente a los comportamientos de movilidad cotidiana, a corto plazo y considerando una residencia fija.

Basándose sobre todo en la formulación de Zahavi (1979), pero rescatando la importancia de la localización de la vivienda para la reducción del costo de los desplazamientos, considerada en el modelo de Alonso (1964), se propone la siguiente función de utilidad:

$$U(O_v, O_c, T_p, I_c) = \alpha \text{Ln}(O_v) + \beta \text{Ln}(O_c) + \gamma \text{Ln}(T_p) + \delta \text{Ln}(I_c)$$

A maximizar con restricciones de:

<sup>11</sup> Esta hipótesis produce un resultado similar a la introducción de un “precio del tiempo” diferenciado según el nivel de ingreso. Se prefiere la primera en razón de su mayor simplicidad teórica y de aplicación, ya que evita la formulación de hipótesis arbitrarias adicionales. Además, desde un punto de vista ético es inadecuado considerar que el tiempo de un individuo tiene más valor cuando su ingreso es más elevado. Por esta misma razón, se prefiere la noción de “precio del tiempo” a la de “valor del tiempo”.

$$\text{Tiempo: } T = T_L + O_V t_V + O_C t_C$$

$$\text{Ingreso: } I = I_C + O_V r_V$$

Donde “ $O_V$ ” es el conjunto de oportunidades accesibles en vehículo; “ $O_C$ ”, el de aquellas accesibles caminando; “ $T$ ”, el tiempo disponible luego de descontar el destinado a actividades obligatorias como son el trabajo, el estudio y las necesidades fisiológicas; “ $T_L$ ”, el tiempo libre; “ $I$ ”, el ingreso del hogar luego de descontar el gasto en vivienda; e “ $I_C$ ” es el ingreso destinado al consumo. Los términos “ $t_V$ ”, “ $t_C$ ” y “ $r_V$ ” corresponden a los costos temporal y monetario de cada oportunidad accesible de forma potencial y son más bajos en zonas más densas, lo que se relaciona en forma inversa a la distancia al centro del lugar de residencia. Los coeficientes “ $\alpha$ ”, “ $\beta$ ”, “ $\gamma$ ” y “ $\delta$ ” permiten reproducir los niveles agregados observados de esfuerzo temporal y monetario. La calibración de estos es endógena y no depende de hipótesis suplementarias, lo que reduce la arbitrariedad del modelo, simplificando además su elaboración y aplicación en otros contextos.

En cuanto al uso modal, para reproducir la repartición observada entre  $O_V$  y  $O_C$  ha sido necesario introducir un factor de aversión a los desplazamientos no motorizados en función del ingreso, considerando que para los hogares más acomodados la caminata es cuatro veces menos atractiva que en el caso de los más pobres.<sup>11</sup> La distribución de “ $O_V$ ” entre vehículo privado y transporte público se realiza en una etapa previa al programa de maximización, ofreciéndose a cada hogar una serie de

alternativas que van desde la totalidad de desplazamientos con uno de los dos medios hasta la no utilización de este, pasando por combinaciones más o menos equilibradas. Cada una de ellas tiene un costo temporal y monetario diferente y el uso del vehículo privado es limitado en función de la motorización del hogar, siguiendo el resultado de una regresión obtenida a partir de datos de la EOD 2001-2002.

El tiempo disponible para cada hogar, suma de tiempo en desplazamientos y tiempo libre se calcula considerando las características de cada uno de sus integrantes, según edad y actividad, imputándose los valores promedio obtenidos de la encuesta de uso del tiempo 2008. Para los trabajadores se desarrolla un módulo paralelo destinado exclusivamente a los desplazamientos laborales, con la misma formulación pero con coeficientes ajustados a la diferencia de comportamiento entre este tipo de viajes y los generados por otros motivos, según datos de la EOD 2001-2002. Cada hogar realiza el programa de maximización con todas las alternativas que le son disponibles y escoge la que genera la mayor utilidad.

Una formulación más completa debiera considerar además en este arbitraje el costo y la utilidad de la vivienda, así como el compromiso entre el tiempo libre y el tiempo destinado a la generación de ingresos. Pero, como se ha visto en la segunda parte de este artículo, la elección de una vivienda es un proceso que no puede ser bien descrito por un modelo económico simple, lo que justifica su consideración como un factor exógeno. Asimismo, en la práctica el

tiempo de trabajo es bastante estable en el corto plazo y determinado por elementos rígidos como son los contratos y las regulaciones laborales, por lo que en este caso puede hacerse abstracción de este tipo de variaciones.

Finalmente, comparado a otros utilizados con frecuencia para la previsión del tráfico urbano, este modelo es mucho más sencillo y presenta ventajas necesarias para los objetivos de esta investigación:

- Considera la utilidad de las oportunidades, que son una demanda efectiva de los hogares, y no de la distancia de desplazamientos, que es una demanda derivada y que en rigor corresponde a un costo. Además, integra un efecto de “preferencia por la diversidad”<sup>12</sup> que es un principio fundamental de la microeconomía.
- Es sensible a las variaciones de densidad urbana y, con extensiones fáciles de incorporar, a la distribución de oportunidades y a cambios del uso de suelo. Es así un instrumento mejor adaptado para el análisis de las interacciones entre forma urbana y desplazamientos.
- Incorpora la caminata como un factor central de las estrategias de desplazamiento de los hogares. Este modo, que no implica un costo monetario y que es rara vez considerado en los modelos de tránsito, representa 40% de los desplazamientos en el GS.

Con una formulación muy sencilla, las estimaciones del modelo ATIM se aproxi-

man bastante a la realidad del GS (ver Figura 10), con variaciones similares de esfuerzo monetario y de uso de modos de desplazamiento, tanto si se considera diferentes niveles de ingreso como distancias al centro. Esto permite validarlo como instrumento de análisis para escenarios hipotéticos de modificación de las condiciones observadas de localización o sistemas de transporte.

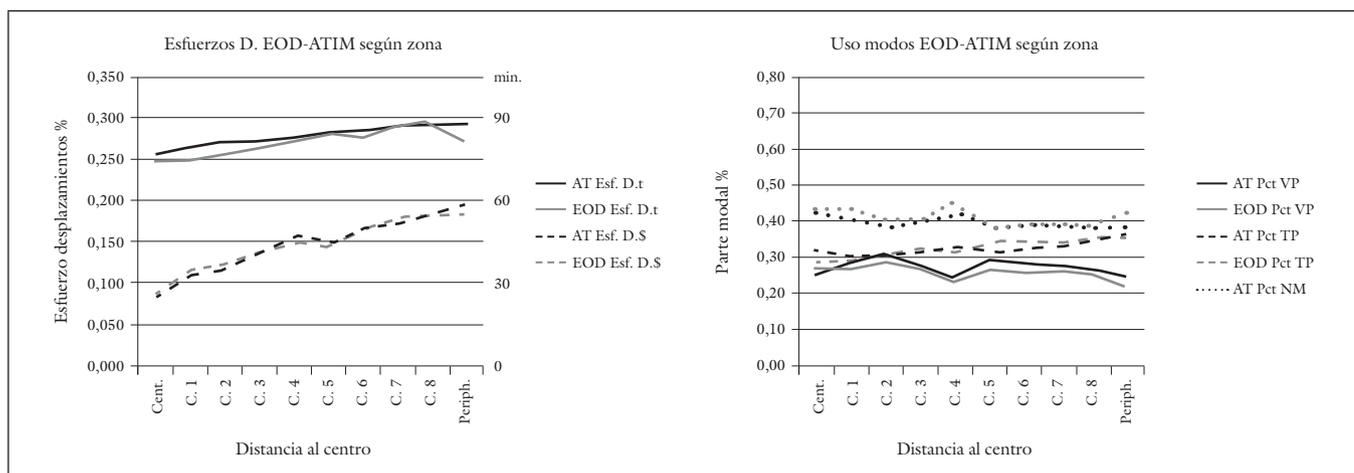
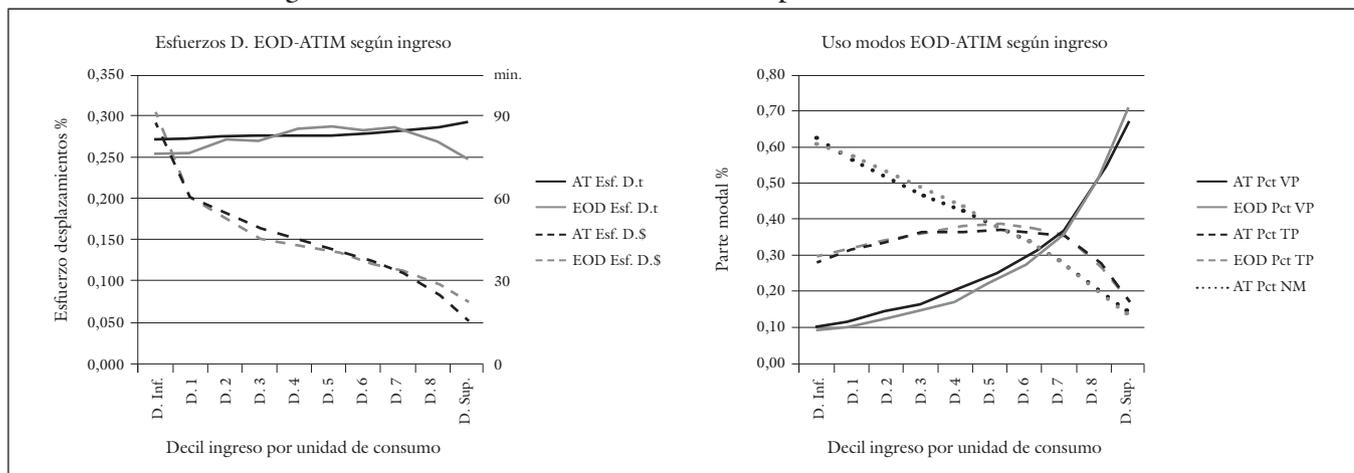
## Conclusión

En este artículo se ha presentado una síntesis de una investigación aún en curso, que muestra fuertes desigualdades en cuanto a las capacidades de localización y desplazamientos de los hogares. Lo anterior sugiere que, tal como se ha observado en otros casos, en el GS la especialización socioespacial y las diferencias de accesibilidad podrían tener un efecto multiplicador de las desigualdades de ingreso. Las condiciones críticas de esfuerzo monetario en vivienda y desplazamientos de algunos grupos destacan la necesidad de un replanteamiento de las políticas de vivienda social, que actualmente ofrecen incentivos débiles o casi nulos a la localización, considerando la real importancia de la accesibilidad a las oportunidades urbanas y el empleo para el bienestar de los grupos más vulnerables. De igual manera, debiera discutirse la creación de un sistema de vivienda social en arriendo.

La evidencia expuesta y la teoría propuesta demuestran la necesidad de explorar alternativas al desarrollo de los sistemas de

<sup>12</sup> Considerando que, en promedio, los individuos realizan poco más de tres desplazamientos diarios, la accesibilidad a un gran número de oportunidades podría parecer irrelevante. Pero puede considerarse que el verdadero valor de esta reside en permitirles escoger la oportunidad mejor adecuada a su gusto y necesidades específicas, aumentando considerablemente la utilidad obtenida con la misma inversión de recursos.

Figura 10. Estimaciones del modelo ATIM comparadas con estadísticas del GS



Fuentes: EOD 2001-2002, cálculos del autor y modelo ATIM.

transporte para incrementar la accesibilidad. Las consecuencias a largo plazo de la aceleración de los desplazamientos, principalmente la segregación y la dilatación urbana, ponen en duda la sostenibilidad de esta estrategia (Orfeuill, 2008). Una consideración más completa de los comporta-

mientos de movilidad espacial de los hogares pone de manifiesto la importancia de la proximidad de las oportunidades y del uso de modos no motorizados. En suma, replantear la planificación de la accesibilidad desde la localización coherente de residencias y oportunidades podría promover un

desarrollo urbano mucho más sostenible, sobre todo en cuanto al fomento de la cohesión y el vínculo social. Se espera que este planteamiento, construido a partir de un análisis objetivo enfocado en la necesidad de una acción intersectorial, contribuya a la definición de las funciones y competencias de estructuras innovadoras de gobernanza metropolitana.

Una estrategia económicamente eficaz de construir esta proximidad sería favorecer los desplazamientos no motorizados mediante la densificación de una o pocas centralidades en el GS. La reapeatonalización constituye hoy día una estrategia usada por numerosas ciudades para revitalizar sus centros urbanos, lo que genera sistemas de residencia y empleo imbricados y productivos. Y estos son cada vez más atractivos para los profesionales de alta calificación, necesarios para mantener la competitividad del sector terciario, que es el motor económico de las metrópolis contemporáneas.

## Referencias

- Alonso, W. (1964), *Location and Land Use: Toward a General Theory of Land Rent*, Cambridge, Harvard University Press.
- Berger, M. y Brun, J. (2006), *Mobilités résidentielles, navettes et recomposition des systèmes résidentiels en région parisienne*, Lyon, PUCA.
- Behar, D. (2009), “Comment ‘faire métropole’ à l’heure de la mondialisation?”, en *Réflexions immobilières*, No. 50, pp. 62-66.

Bocarejo, J. y Oviedo, D. (2010), “Transport Accessibility and Social Exclusion: A Better Way to Evaluate Public Transport Investment?” [en línea], disponible en [http://www.ucl.ac.uk/dpu/metrocables/dissemination/Bocarejo\\_y\\_Oviedo.pdf](http://www.ucl.ac.uk/dpu/metrocables/dissemination/Bocarejo_y_Oviedo.pdf), consultado el 27 de septiembre de 2011.

Clark, W. y Davies, S. (1999), “Changing Jobs and Changing Houses: Mobility Outcomes of Employment Transitions”, en *Journal of Regional Science*, Vol. 39, No. 4, pp. 653-673.

Coulombel, N. y Deschamps, M. (2008), “Les ménages arbitrent-ils entre budget logement et budget transport? Une analyse pour la région francilienne”, en De Coninck, F. y Deroubaix, J. F. (Dirs.), *Ville éphémère, ville durable. Nouveaux usages, nouveaux pouvoirs*, París, L’Oeil d’or.

De Mattos, C.; Riffo, L.; Salas, X. y Yáñez, G. (2007), “Cambios socio-ocupacionales y transformación metropolitana: Santiago, 1992-2002”, en C. De Mattos, R. Hidalgo (Eds.), *Santiago de Chile, movilidad espacial y reconfiguración metropolitana*. Santiago de Chile, EURElibros.

Ducci, M. E. y González, M. (2006), “Anatomía de la expansión de Santiago 1991-2000”, en A. Galetovic (Ed.), *Santiago. Dónde estamos y hacia dónde vamos*. Santiago de Chile, CEP.

Figueroa, O. (2004), “Infraestructura, servicios públicos y expansión urbana en Santiago”, en De Mattos, C.; Ducci, M. E.; Rodríguez, A. y Yáñez, G. (Eds.).

*Santiago en la Globalización ¿una nueva ciudad?*, Santiago de Chile, Ediciones SUR.

- GeoAdimark GFK (2009), “Los CSE. Dónde vivimos... y con cuánto”, en *Foco*, Vol. 10.
- Geurs, K. y Van Wee, B. (2004) “Accessibility Evaluation of Land-Use and Transport Strategies: Review and Research Directions”, en *Journal of Transport Geography*, Vol. 12, pp. 127-140.
- Geurs, K., et al. (2010), *Accessibility Land-use and Transport*, Uitgeverij, Eburon.
- Grafmeyer, Y. y Dansereau, F. (1998), *Trajectoires familiales et espaces de vie en milieu urbain*, Lyon, Presses universitaires de Lyon.
- Hansen, W. G. (1959), “How Accessibility Shapes Land Use”, en *Journal of American Institute of Planners*, No. 25, pp. 73-76.
- Hidalgo, R. (2007), “¿Se acabó el suelo en la gran ciudad? Las nuevas periferias metropolitanas de la vivienda social en Santiago de Chile”, en *EURE*, Vol. 33, No. 98.
- Johnson, R. (2006), “Landing a Job in Urban Space: The Extent and Effects of Spatial Mismatch”, en *Regional Science & Urban Economics*, Vol. 36.
- Krugman, P. (1997), *Development, Geography and Economic Theory*, Cambridge, The MIT Press.
- Koenig, G. (1974), “Théorie économique de l'accessibilité urbaine”, en *Revue économique*, Vol. 25, No. 2, pp. 275-279.
- Lefèvre, C. (2004), *Paris et les grandes agglomérations occidentales: comparaison des*

*modèles de gouvernance*, París, Mairie de Paris.

- Lelièvre, E. y Lévy-Vroelant, C. (1992), *La ville en mouvement, habitat & habitants*, París, L'Harmattan.
- Maurin, E. (2004), *Le ghetto français: Enquête sur le séparatisme social*, Seuil.
- Orellana, A. (2009), “La gobernabilidad metropolitana de Santiago: la dispar relación de poder de los municipios”, en *EURE*, Vol. 35, No. 104.
- Orfeuil, J. P. (2008), *Une approche laïque de la mobilité*, París, Descartes.
- Orfeuil, J. P. (2006, 25 de abril), *Déplacements et inégalités: la mobilité comme nouvelle question sociale. Journée d'étude du Centre d'analyse stratégique: Faire société en France et en Europe au XXI ème siècle*, París, Sénat.
- Polachinni, A. y Orfeuil, J. P. (1998), “Les Dépenses pour le logement et pour les transports des ménages franciliens”, en *Recherche transport sécurité*, No. 63, pp. 31-44.
- Prud'homme, R. y Lee, C. W. (1999), “Size, Sprawl, Speed and the Efficiency of Cities”, en *Urban Studies*, Vol. 36, No.11, pp. 1849-1858.
- Rossi, P. H. (1955), *Why Families Move: A Study in the Social Psychology of Urban Residential Mobility*, Glencoe, Free Press.
- Sabatini, F.; Cáceres, G. y Cerda, J. (2001), “Segregación residencial en las principales ciudades chilenas: tendencias de las tres últimas décadas y posibles cursos de acción”, en *EURE*, Vol. 27, No. 82, pp. 21-42.

- Sabatini, F. y Brain, I. (2008), “La segregación, los guetos y la integración social urbana: mitos y claves”, en *EURE*, Vol. 34, No. 103, pp. 5-26.
- Strange, W.; Hejazi, W. y Tang, J. (2006), “The Uncertain City: Competitive Instability, Skills, Innovation and the Strategy of Agglomeration”, en *Journal of Urban Economics*, Vol. 59.
- Strassman W. P., (1992), “Mobilité résidentielle et marché du logement: une comparaison internationale” [en línea], disponible en <http://www2.cdu.urbanisme.developpement-durable.gouv.fr/cdu/DATAS/DOCS/OUVR7/cilog15.htm>, consultado el 27 de septiembre de 2011.
- Tokman, A. (2006), “El MINVU, la política habitacional y la expansión excesiva de Santiago”, en A. Galetovic (Ed.), *Santiago. Dónde estamos y hacia dónde vamos*, Santiago de Chile, CEP.
- UN-HABITAT, (2011), *State of the World's Cities 2010/2011*, s. l., UN-HABITAT.
- Universidad Católica de Chile (2002), “Encuesta Origen y Destino de Viajes 2001-2002” [en línea], disponible en <http://www.subtrans.gob.cl/subtrans/encuesta.html>, consultado el 27 de septiembre de 2011.
- Van Ommeren, J.; Rietveld, P. y Nijkamp, P. (1996), “Commuting: In Search of Jobs and Residences”, en *Journal of Urban Economics*, No. 42, pp. 402-421.
- Veltz, P. (2000), *Le nouveau monde industriel*, París, Gallimard.
- Vignal, C. (2003), *Ancrages et mobilités de salariés de l'industrie à l'épreuve de la délocalisation de l'emploi. Configurations résidentielles, logiques familiales et logiques professionnelles* [tesis doctoral], París, Université Paris XII, Doctorado en Planificación y Urbanismo.
- Weisbrod, G.; Ben-Akiva, M. y Lerman, S. (1980), “Tradeoffs in Residential Location Decisions: Transportation Versus Other Factors”, en *Transportation Policy and Decision-Making*, Vol. 1, No. 1.
- Wenglenski, S. (2004), “Une mesure des disparités sociales d'accessibilité à l'emploi”, en *Revue d'Economie Régionale et Urbaine (RERU)*, No. 4, pp. 153-169.
- Zahavi, Y. (1979), *The “UMOT” Project* [informe], Washington, U.S. Department of Transportation-Bundesministerium für Verkehr.
- Zahavi, Y. y Talvitie, A. (1980), “Regularities in Travel Time and Money Expenditures”, en *Transportation Research Record*, No. 750, pp. 13-19.

<sup>13</sup>  $A_i$  corresponde a la cantidad de viajes entre dos zonas y  $O_j$  a la suma de todos los destinos de viaje o empleos de una zona. Estos valores además se han ajustado considerando el tamaño relativo de cada zona, en este caso las 37 comunas del GS, para evitar distorsiones debidas a las importantes diferencias observadas en el número de habitantes y empleos.

## Anexo 1: Estimación de la probabilidad de viaje individual

La probabilidad individual de viaje ha sido estimada a partir de la muestra completa de la EOD GS 2001, mediante un procedimiento de regresión logística incluido el algoritmo Proc Logistic del programa SAS 9.2. Este permite calcular la relación entre un conjunto de variables y la probabilidad de realizar un viaje el día anterior de la encuesta. Las variables utilizadas son: ingreso del hogar, tenencia, tamaño del hogar, número de vehículos, edad, sexo, nivel de educación, trabaja y estudia. Se obtiene así un modelo con las siguientes características generales:

Estadísticas generales		
No. Obs	Viaja	Total
59.763	0	13.561
	1	46.202
Se modela la probabilidad de Viaja=1		
Test global del modelo		
	Khi-2	Pr>Khi-2
R.V.	3.217	<,0001
Score	3.284	<,0001
Wald	3.099	<,0001

El modelo y todas las variables utilizadas son altamente significativos. Las que tienen una mayor influencia positiva sobre la probabilidad de desplazarse en un día

determinado son el estatuto de estudiante, de trabajador y la edad del individuo. La propiedad de la vivienda ejerce un efecto negativo, pero menor, sobre la movilidad cotidiana. El resto ejerce efectos marginales en uno u otro sentido. Con los datos obtenidos puede calcularse la probabilidad de viaje para cada individuo móvil de la muestra, las que oscilan entre 0,405 y 0,958.

Una explicación más detallada de este procedimiento puede consultarse en: [https://sites.google.com/site/matiasgarretton/anexo\\_1\\_da\\_gs.pdf](https://sites.google.com/site/matiasgarretton/anexo_1_da_gs.pdf)

## Anexo 2: Estimación de los parámetros del factor de impedancia

La EOD GS 2001 proporciona un gran número de pares origen-destino de viajes y en el Censo 2002 existe un registro exhaustivo de los pares residencia-empleo. A partir de estos, y considerando el caso particular de cada par:  $A_i = O_j * e^{-(\alpha*ct + \beta*cm)}$ , puede calcularse la relación  $A_i / O_j$ ,<sup>13</sup> que equivale al valor de  $e^{-(\alpha*ct + \beta*cm)}$  entre cada par de zonas. En ambos casos, esto permite estimar un valor del factor de impedancia a nivel comunal. El valor de  $ct$  y  $cm$  puede obtenerse de una matriz de tiempos y costos de viaje a una escala más fina, proveniente del modelo Estrasus. Así, las únicas incógnitas restantes son  $\alpha$  y  $\beta$ , las que corresponden a los parámetros de la siguiente regresión lineal:  $\ln(A_i / O_j) = -\alpha*ct - \beta*cm$ ; la que se calcula utilizando el conjunto de pares disponible.

Los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  pueden interpretarse como un indicador de la sensibilidad de distintos grupos sociales al costo temporal y monetario de los desplazamientos (Bocarejo, 2010). Los valores así obtenidos en el GS coinciden con el hecho de que los hogares de menores ingresos tienden a realizar esfuerzos más importantes en este sentido. Además, permiten calibrar correctamente el cálculo de la accesibilidad potencial al conjunto de oportunidades y empleos del área metropolitana, según las características de cada individuo.

Una explicación más detallada de este procedimiento puede consultarse en: [https://sites.google.com/site/matiasgarreton/anexo\\_2\\_da\\_gs.pdf](https://sites.google.com/site/matiasgarreton/anexo_2_da_gs.pdf)

### Anexo 3: Estimación de los principales efectos sobre los esfuerzos VD<sup>14</sup>

La influencia de distintas variables sobre los esfuerzos VD ha sido estimada mediante modelos de regresión a nivel de hogar, para los esfuerzos monetarios, y de individuo, en el caso del esfuerzo temporal. Utilizando el algoritmo Proc Reg del programa SAS 9.2 se ha obtenido un modelo para cada tipo de esfuerzo, lo que permite estimar la influencia de cada variable sobre los esfuerzos realizados. Como complemento, se han realizado modelos equivalentes con el algoritmo Proc Glm del mismo programa, que permite calcular los promedios de mínimos cuadrados para cada clase de las variables

categorías utilizadas, los que han sido presentados en el texto principal del artículo. Las variables utilizadas son: tenencia, distancia al centro de empleo, densidad zona residencia, ingreso del hogar, promedio del nivel de estudios, promedio de edad del hogar, número de trabajadores del hogar, tamaño del hogar, número de menores de 15 años, número de vehículos particulares, edad, sexo, trabaja, estudia, nivel de educación. Así se han obtenido cuatro modelos de regresión de las siguientes características generales:

Esfuerzo total Vivienda y Desplazamientos			
No. Obs	R2 Aj	Valor F	Pr > F
13.095	0,440	995	<,0001

Esfuerzo Vivienda			
No. Obs	R2 Aj	Valor F	Pr > F
13.095	0,641	2.071	<,0001

Esfuerzo Monetario Desplazamientos			
No. Obs	R2 Aj	Valor F	Pr > F
13.095	0,174	244	<,0001

Esfuerzo Temporal Desplazamientos			
No. Obs	R2 Aj	Valor F	Pr > F
41.235	0,079	238	<,0001

En general, puede observarse que casi la mitad de las variaciones del esfuerzo VD pueden explicarse con las variables aquí utilizadas, lo que corresponde principalmente a la alta predictibilidad del esfuerzo

<sup>14</sup> Una explicación más detallada de este procedimiento puede consultarse en: [https://sites.google.com/site/matiasgarreton/anexo\\_3\\_da\\_gs.pdf](https://sites.google.com/site/matiasgarreton/anexo_3_da_gs.pdf)

en vivienda, explicado en gran parte por las diferentes condiciones de tenencia. En cuanto al esfuerzo monetario en desplazamientos, la variable con mayor influencia es el ingreso, seguido por la motorización del hogar. La parte de las variaciones del esfuerzo temporal en desplazamientos determinada por las variables utilizadas es bastante baja, aunque el modelo correspondiente es altamente significativo.

El escaso poder de estos modelos para explicar la variación de los esfuerzos de

desplazamiento puede explicarse por el hecho que los datos registrados en la EOD corresponden a un día escogido al azar, el que no necesariamente es representativo de los comportamientos de viaje. En todo caso, tanto los modelos como las principales variables son altamente significativos, lo que confirma la validez de los resultados obtenidos a partir de ellos, principalmente los promedios de mínimos cuadrados.