

EFECTOS DE LAS AUTOPISTAS URBANAS EN SUS ENTORNOS INMEDIATOS: UN ANÁLISIS DESDE LA SINTAXIS ESPACIAL^{1, 2}

EFFECTS OF URBAN HIGHWAYS ON THEIR PROXIMAL NEIGHBOURHOODS : A SPACE SYNTAX ANALYSIS

CRISTHIAN FIGUEROA* MARGARITA GREENE* RODRIGO MORA*

Cristhian Figueroa³
University of Leeds
Leeds, West Yorkshire, Reino Unido

Margarita Greene⁴
Pontificia Universidad Católica de Chile
Santiago, Chile

Rodrigo Mora⁵
Universidad Diego Portales
Santiago, Chile

Resumen

La inauguración del túnel bajo la avenida Kennedy en octubre de 2017 en Santiago, transformó en vía expresa el último tramo de la autopista oriente-poniente de la ciudad que aún mantenía ciertas características de vía local. Con ello, se puso fin a la primera etapa de autopistas urbanas que entraron en funcionamiento hace ya 20 años y que han sido cuestionadas desde distintos frentes. Este trabajo busca profundizar en el análisis de los efectos (positivos y negativos) que la actual red de autopistas urbanas tiene en los barrios adyacentes, usando el marco teórico y metodológico de la *sintaxis espacial*.

Para ello se analizaron las cuatro autopistas que penetran en el tejido urbano (Autopista Central, Costanera Norte, Acceso Sur a Santiago y Américo Vespucio), y tres escenarios: situación base, ciudad gratuita, y ciudad tarifada, considerando un *buffer* de 500 metros desde cada autopista para el análisis.

Los resultados mostraron que la *integración global* o accesibilidad global de la red de calles, varió fuertemente en las cuatro autopistas analizadas, mientras que la *integración local* (accesibilidad a nivel de barrio) no mostró mayores cambios. Las variaciones a nivel global se explican por la forma en que fue intervenida la trama de calles vecinas a las autopistas: mientras en algunos casos se hizo un esfuerzo por generar continuidad entre ambos lados de la vía donde antes no la había (por ejemplo, Costanera Norte donde se construyeron nuevos puentes sobre el río Mapocho); en otros la intervención de las autopistas sobre la trama de calles tendió a dividir barrios que antes eran uno solo (por ejemplo, Acceso Sur).

Lo anterior muestra que los efectos negativos de las autopistas en los barrios pueden ser mitigados (en gran medida), con un adecuado diseño de las conexiones en sus bordes. Pasados 20 años desde la primera autopista urbana en Santiago, parece necesario que estas infraestructuras comiencen a ser evaluadas como proyectos urbanos con consecuencias en sus entornos.

Palabras clave

accesibilidad barrial; autopistas urbanas; trama urbana; sintaxis espacial

Abstract

The inauguration of the tunnel under Kennedy Avenue in October 2017 in Santiago, transformed the last section of the city's east-west highway that still maintained local road characteristics in an expressway. With this, the first stage of urban highways that came into operation twenty years ago, which have been questioned from different fronts, was ended. Using the theoretical and methodological framework of Spatial Syntax, the present work seeks to deepen the understanding of the effects (positive and negative) of the current urban highway network on its adjacent neighbourhoods.

All highways that penetrate the urban fabric were analysed (Autopista Central, Costanera Norte, Acceso Sur to Santiago and Américo Vespucio) in three scenarios; base situation, free city and toll city, considering a buffer of 500 meters from each.

The results showed that while Global Integration, or the global accessibility of all the street network, shows a high variation in the four highways analysed, Local Integration (accessibility at neighbourhood level) does not show major changes. The variations at global level can be explained by the interventions of neighbouring roads to the highway: while in some cases an effort was made to generate continuity among both sides, even where previously there was none (e.g. Costanera Norte build new bridges over Rio Mapocho); in others the highway split neighbourhoods that previously were one.

This shows that the negative effects of highways in neighbourhoods can be mitigated (to a large extent), with an adequate design of the connections to the urban network. Twenty years after the first urban highway in Santiago was built, it seems necessary that these infrastructures begin to be evaluated as urban projects with consequences on their surroundings.

Keywords

Accessibility; neighborhoods; urban grid; urban highways; space syntax

REVISTA 180 (2018) 42 · CRISTHIAN FIGUEROA · MARGARITA GREENE · RODRIGO MORA

Cómo citar este artículo: Figueroa, C., Greene, M., y Mora, R. (2018). Efectos de las autopistas urbanas en sus entornos inmediatos: un análisis desde la sintaxis espacial. *Revista 180*, 42, 14-25. [http://dx.doi.org/10.32995/rev180.Num-42.\(2018\).art-578](http://dx.doi.org/10.32995/rev180.Num-42.(2018).art-578)

DOI: [http://dx.doi.org/10.32995/rev180.Num-42.\(2018\).art-578](http://dx.doi.org/10.32995/rev180.Num-42.(2018).art-578)

INTRODUCCIÓN

La inauguración del túnel bajo la avenida Kennedy en octubre de 2017, en la comuna de Las Condes (Santiago), transformó en vía expresa el último tramo del eje oriente-poniente que aún mantenía ciertas características de vía local, como el acceso a viviendas y circulación libre de pago. Con esta obra se consolidó el primer grupo de autopistas urbanas e interurbanas que, inauguradas en su mayoría entre 1999 y 2010, hoy atraviesan y conectan la ciudad de Santiago con el resto del territorio nacional.

A casi 20 años de la inauguración de la primera autopista de ingreso a Santiago, las consecuencias sociales y urbanas han sido variadas. Su construcción y posterior operación generaron conflictos con la sociedad civil en distintas áreas de la ciudad, obligando al rediseño de tramos centrales de algunas de ellas (Costanera Norte), o prolongando la construcción de otras obras por casi una década (Acceso Sur a Santiago). Esta misma conflictividad, sumado a que la construcción de este tipo de infraestructuras viene en retroceso en países desarrollados (Newman & Kenworthy 2015), puso en tela de juicio la segunda generación de autopistas que, hasta el día de hoy, se encuentra en discusión (Sagaris y Landon 2017; Stamm 2016).

A nivel de desarrollo urbano, las autopistas trazadas sobre el *hinterland* de Santiago propiciaron la extensión de la ciudad fuera de sus límites tradicionales (Borsdorf e Hidalgo 2005; De Mattos, Fuentes y Link, 2014; Fuentes y Pezoa [en prensa], 2018; Greene, Figueroa & Mora, 2017; Vicuña, 2013); dividiendo comunas y barrios, y modificando el tejido social y la vida cotidiana de quienes residen en sus bordes inmediatos (Sagaris y Landon 2017). Asimismo, el modelo de concesiones viales bajo el cual se construyeron implicó una tarificación por uso, restringiendo los usuarios potenciales a aquellos con capacidad económica suficiente para costear los cobros por circulación (Greene y Mora, 2005).

Buscando medir los efectos de las autopistas en la ciudad, hace más de una década Greene y Mora (2005) usaron la teoría de la *sintaxis espacial* (Hillier 1996; Hillier & Hanson 1984;), para modelar la conectividad urbana a nivel local y global antes y después de la operación de las autopistas urbanas construidas hasta entonces: parte de Costanera Norte y Autopista Central. El trabajo evidenció que, contra lo esperado, la *integración global*, que refleja el grado de accesibilidad de todas las vías de Santiago (tanto las autopistas mismas como las restantes calles de la ciudad), tendía a disminuir levemente a escala metropolitana. Sin embargo, se detectó también que la *integración local*, que mide la accesibilidad de las vías con su entorno barrial, tendía a aumentar a nivel metropolitano. Aunque tales cambios no eran significativos, el efecto de disminución de la integración global reflejaba el efecto de discontinuidad

vial que generan las autopistas debido al soterramiento de vías y la cancelación de vías gratuitas, mientras que el aumento leve de la integración local reflejaba la mayor conexión local generada por una serie de nuevos puentes que fueron levantados sobre el río Mapocho y la Autopista Central, a raíz de la construcción de las autopistas. Sin embargo, el mayor cambio se encontró en que la relación entre ambas medidas de accesibilidad, esto es la integración local y la integración global, bajaba significativamente, lo que hizo que el sistema perdiera lo que Hillier (1996) llama "inteligibilidad". Esta es una medida que refleja cuán fácil o difícil es entender la estructura global de un sistema desde una parte pequeña de este (un barrio, por ejemplo) y viceversa, y se relaciona con la capacidad de orientarse fácilmente en la ciudad (Conroy-Dalton, 2003; Hillier & Iida, 2005). Este fenómeno perceptual y cognitivo se magnifica con la pérdida de conectividad física directa de los barrios localizados en las cercanías de las autopistas, al pasar en trinchera o en viaducto y debilita aún más los vínculos entre habitantes de barrios alejados.

Hoy, con la primera parte de la red completa, este trabajo busca profundizar en el análisis de los impactos (positivos y negativos), que la actual red de autopistas urbanas tiene en la ciudad, usando el mismo marco teórico y metodológico, la sintaxis espacial, pero ahora buscando indagar en el impacto de las autopistas sobre los barrios inmediatamente vecinos a ellas. Es necesario recalcar que, dado que cada una tiene entre 10 a 20 km de extensión y que el análisis se hizo alrededor de ellas en un radio de 500 m, los barrios estudiados son muchos, por lo que no se hará mención específica de ellos.

Para ello se utilizó una representación del espacio urbano conocida como *plano axial*. Esta consiste en representar la red de calles del Gran Santiago con el mínimo de líneas rectas, para luego evaluar el grado de conectividad de estas líneas. La conectividad de las calles representada en el plano axial⁶ se analizó considerando cada línea como un nodo en un grafo, y se evaluó el número de cambios de dirección necesarios para que cada línea alcance al resto de las que componen el sistema, mecanismo habitual en este tipo de análisis. Para ello se ocupó el programa computacional de libre acceso DepthMap⁷. El resultado de esta operación es la medida de integración global, que representa cuán accesible es cada una de las líneas en el resto del sistema. La medida de integración local es similar a la anterior, pero considera solamente la distancia topológica de cada línea del sistema hasta tres pasos de profundidad ("tres cambios de dirección").

En ambos casos, se modelaron tres escenarios:

- *Escenario 1 - Situación base*, que evaluó la conectividad de la trama urbana antes de la construcción de las autopistas.

- *Escenario 2 - Ciudad gratuita*, que evaluó la conectividad de la ciudad excluyendo las autopistas; es decir, de aquellos que no quieren o no pueden pagar el cobro de las autopistas.
- *Escenario 3 - Ciudad tarifcada*, que evaluó la conectividad de la ciudad actual total; es decir, de aquellos dispuestos a pagar por las autopistas. En la práctica, esta es la ciudad que incluye autopistas que requieren pago por su uso (peaje electrónico o manual), calles de uso libre, vías locales (caleteras) y tramos expresos libres de pago.

Para la presente investigación se aislaron las cuatro autopistas que penetran en el tejido urbano⁸: Autopista Central, Costanera Norte, Acceso Sur a Santiago y el anillo de circunvalación Américo Vespucio, considerando un *buffer* de 500 metros, límite considerado como la distancia caminable habitual en estudios urbanos de este tipo (Gehl, 1971). Para cada autopista y escenario se calculó la integración global y la integración local, y sus resultados se normalizaron, considerando como valor 1 el escenario base antes de la autopista, a fin de facilitar la comparación entre los tres modelos. También se realizó una estimación de la *trama intervenida*, como porcentaje de líneas modificadas del escenario base debido a la construcción de la autopista.

EL IMPACTO DE LAS AUTOPISTAS

Cuantificar el impacto del sistema de las autopistas en la vida de las personas es un asunto de alta complejidad, debido a la dificultad para discriminar a aquellos que sufren de desventajas de los que no. La naturaleza contextual (dónde y en qué cultura), relativa (con qué se compara) y temporal (en qué momento) de cualquier cambio en la vida de las personas ha impedido crear cánones universales (Lucas, mattioli, Verlinghieri & Guzmán, 2016; Preston, 2009).

La naturaleza contextual al mismo tiempo indica que alguna desventaja sufrida, o el efecto provocado por algún cambio en el territorio, puede ser invisible a los ojos del individuo o del grupo en condición de desigualdad. Esto pues el nivel de bienestar o la calidad de vida son inconscientemente “medidos” por las personas sobre la base de sus experiencias o de lo que se encuentran disponible en sus redes (Carr, Gibson & Robinson, 2001; Dodge, Daly, Huyton & Sanders, 2012; Skevington, Sartorius & Amir, 2004). En los casos de ciudades con altos niveles de segregación o de baja movilidad social, estas redes tienden estar limitadas a personas que viven en las mismas condiciones y entornos inmediatos (Link, Mora, Greene y Figueroa, 2017; Netto, Pinheiro & Paschoalino, 2015), invisibilizando las desventajas a tal punto que pasan a ser consideradas como aspectos “cotidianos y normales”, disminuyendo la conflictividad que puede desatar alguna intervención en el territorio o una política pública (Narayan, 2002).

En línea con esta idea, diversos autores indican que una persona se encuentra excluida al no poder acceder a los beneficios disponibles para la mayoría (Atkinson & Hills, 1998; Cass, Shove & Urry, 2005; Church, Frost & Sullivan, 2000; Kenyon, Lyons & Rafferty, 2003; Levitas et al., 2007; Social Exclusion Unit, SEU, 2003). Esto implica que el “excluido” depende de quienes representan la mayoría; por ejemplo, una persona puede no encontrarse en desventaja en relación con su barrio (o a sus iguales en ingreso, nivel educacional) pero sí en relación con la sociedad global a la que pertenece. La exclusión es un fenómeno altamente dinámico (cambia en el tiempo) y causal; es decir, es provocada directa o indirectamente por agentes o factores externos a la comunidad o grupo de individuos afectados (Preston, 2009; Richardson & Le Grand, 2002).

Desde una perspectiva similar, pero poniendo el foco en temas específicos de transporte, Lucas et al. (2016) señalan que cualquier grupo incapaz de costear el transporte (ya sea particular o público), que tenga pocas o nulas opciones para desplazarse por la ciudad, con costos temporales elevados y/o afectado desproporcionadamente por las externalidades provocadas por grandes infraestructuras, sufre en algún grado de “pobreza de transporte”. La desventaja derivada de esta pobreza puede causar vulnerabilidad, empeorarla o ampliarla a aspectos no afectados previamente (Jones & Lucas, 2012; Preston, 2009).

La resolución de las desventajas, pobreza o exclusiones sufridas por ciertos grupos o territorios, sin embargo, no necesariamente implica igualar sus condiciones con las de grupos menos vulnerables. Al respecto, Mullen, Tight, Whiteing y Jopson (2014) apuntan a que cualquier política o proyecto debe considerar las diferencias entre los grupos afectados y actuar de acuerdo con ellas. Bajo una lógica de justicia social e igualdad, y con tal de igualar las condiciones, un grupo cuya fragilidad es mayor en un aspecto específico (por ejemplo, accesibilidad, riesgo de accidentes) debería recibir más apoyo o un trato privilegiando que aquellos con menos riesgos o mayores oportunidades para resistir el impacto de un eventual proyecto o política. Aplicado al dominio público, y en ambientes dominados por el automóvil, esto implica, por ejemplo, que peatones y ciclistas debiesen recibir un trato privilegiando, pues se encuentran más expuestos que los automovilistas a riesgo de muerte, contaminación y ruido, y tienen mayores barreras a la circulación (Mullen et al., 2014).

Aunque la discusión respecto del impacto de las autopistas en Santiago se ha ampliado a nuevos proyectos que incluyen novedosas medidas de mitigación (ej. corredores de buses) y cuyos diseños son “más justos” que los de las vías expresas ya construidas (ej. túneles en zonas centrales y trincheras en zonas de bajos recursos), aún es poco lo que se comprende de los efectos que producen estas infraestructuras

en distintos aspectos de la vida de las personas; cómo afectan a grupos en distintas condiciones, en el territorio, en el espacio y en el dominio público.

AUTOPISTAS URBANAS EN SANTIAGO

En Santiago la introducción de las autopistas al paisaje urbano comienza en la década de 1990 cuando, con el fin de mejorar la infraestructura caminera existente, en ese entonces considerada en mal estado; y generar nueva, a fin de apoyar el funcionamiento de la economía que crecía rápidamente (Hinojosa, 1997) se buscó expandir el modelo de Estado subsidiario aplicado en otros sectores (ej. vivienda) e infraestructura (ej. puentes y aeropuertos), para fomentar la inversión privada de gran escala (Figueroa, Hodgson, Mullen & Timms, 2017; Forray, Figueroa y Rasse, 2013). Así, las autopistas urbanas eran parte central de un discurso modernizador que comenzaba a apoderarse de la agenda pública en la década de los noventa, que indicaba que una sociedad que se acerca al “desarrollo” debía recibir soluciones acordes a esa realidad (Maillet, 2007).

Bajo este panorama, la concesión, donde un privado construye y mantiene una infraestructura a cambio de cobrar por su uso, aparece como un esquema “ideal y pionero” para modernizar la obsoleta infraestructura caminera de Santiago y el resto del territorio nacional (Banco Mundial, 2003; Hurtado, 2008). En efecto, el Estado no incrementa sus gastos, la ciudad cambia su paisaje y se “moderniza”, mientras que colateralmente se beneficia al mercado inmobiliario y automotriz (Borsdorf e Hidalgo, 2005; Figueroa, 2005). Sin embargo, en términos urbanísticos esta política no fue particularmente novedosa, toda vez que retomó en gran medida planes desarrollados en la década del sesenta por el Plan Regulador Intercomunal de Santiago, PRIS (Parrochia, 1979).

Entre 1995 (llamado de concesión de ruta 78) y 2010 (inauguración del Acceso Sur a Santiago), se construyeron 508 km de autopistas concesionadas en la Región Metropolitana: 163 km en el interior de la ciudad con estándar urbano (conectadas con la vialidad local, cobro electrónico y vía local continua) y 345 km con estándar interurbano (con conexiones puntuales a la vialidad local, vías locales discontinuas y pago manual), 69 km de las cuales ingresaron a Santiago. Estas últimas conectaron la ciudad con el área productiva circundante y con los puertos, aeropuertos y pasos fronterizos cercanos.

De todas las autopistas señaladas, solo la Ruta 78 y el Acceso Nororiente ((1) y (10) en la Figura 1) son trazados nuevos. El Acceso Sur a Santiago y el túnel San Cristóbal ((12) y (11) en la Figura 1) así como todas las demás concesiones se inspiran en el PRIS de 1960 o bien retoman trazados presentes en los instrumentos de planificación derivados de este plan.

AUTOPISTAS Y DESARROLLO URBANO EN LOS ÚLTIMOS VEINTE AÑOS

En las últimas dos décadas fueron inauguradas trece autopistas. La Figura 1 las muestra sobre la integración global de la trama urbana de Santiago en el Escenario 1 a inicios de la presente década. Se muestran también los años de inicio de la construcción de cada autopista, su extensión en kilómetros, su inicio y final, y su clasificación según estándar urbano o interurbano. De todas las autopistas que ingresan a Santiago, solo cuatro atraviesan la trama urbana consolidada: (8-9) Circunvalación Américo Vespucio, (6) Autopista Central, (7) Costanera Norte y (12) Acceso Sur a Santiago. El resto ingresa a la ciudad por terrenos sin desarrollo urbano relevante (ej. exvertederos o cursos de agua, (1) Ruta 78 y (3) Ruta 68), sectores industriales o por áreas no urbanizables (ej. cerros, (10) Acceso Nororiente).

Aunque no se puede atribuir necesariamente a la construcción de las nuevas autopistas, el crecimiento suburbano de los últimos quince años tiende a coincidir con sus trazados (ver Figura 1). El sector norte, con poco desarrollo urbano hasta finales de la década de los noventa, se integra a la ciudad con la modernización de dos rutas preexistentes; la (4) Ruta 5 norte y la (2) Ruta 57, conectándose directamente con el sector más acomodado de la ciudad, el oriente, a través del (10) Acceso Nororiente. Nuevos desarrollos suburbanos crecen explosivamente a partir de este trazado, lo que se repite, aunque con menor intensidad, en el sur y sur-poniente de la ciudad (Figura 1).

Para comparar los tres escenarios se seleccionó las cuatro autopistas que ingresan al territorio urbano consolidado: (6) Autopista Central, (7) Costanera Norte, (8 y 9) Circunvalación Américo Vespucio, considerada como una sola en este análisis a pesar de tratarse de dos concesiones, y (12) Acceso Sur a Santiago (ver Figura 2).

Al comparar la integración global en los diferentes escenarios (ver Figura 3), los cuatro casos analizados parecen mostrar situaciones muy distintas. Mientras el entorno de Autopista Central tiende a empeorar (-8%) en el escenario de la “ciudad gratuita” en Costanera Norte este es menos afectado (-4%). Al contrario, el entorno de Costanera Norte tiende a mejorar (7%) en el escenario de “ciudad tarifada” y en Autopista Central este aumento es muy leve (3%). En la práctica, esto quiere decir que quienes viven en las calles que rodean las Autopistas Central y Costanera Norte y no quieren usar estas autopistas requieren, en promedio, más cambios de dirección para acceder al resto de las calles de Santiago (sean estas lejanas o cercanas), mientras que para los que sí pueden o deseen hacerlo, ahora deben efectuar menos cambios de dirección para acceder al resto de las vías que componen Santiago (independiente de su cercanía). Pero los casos más sorprendentes son los otros dos: Acceso Sur a Santiago

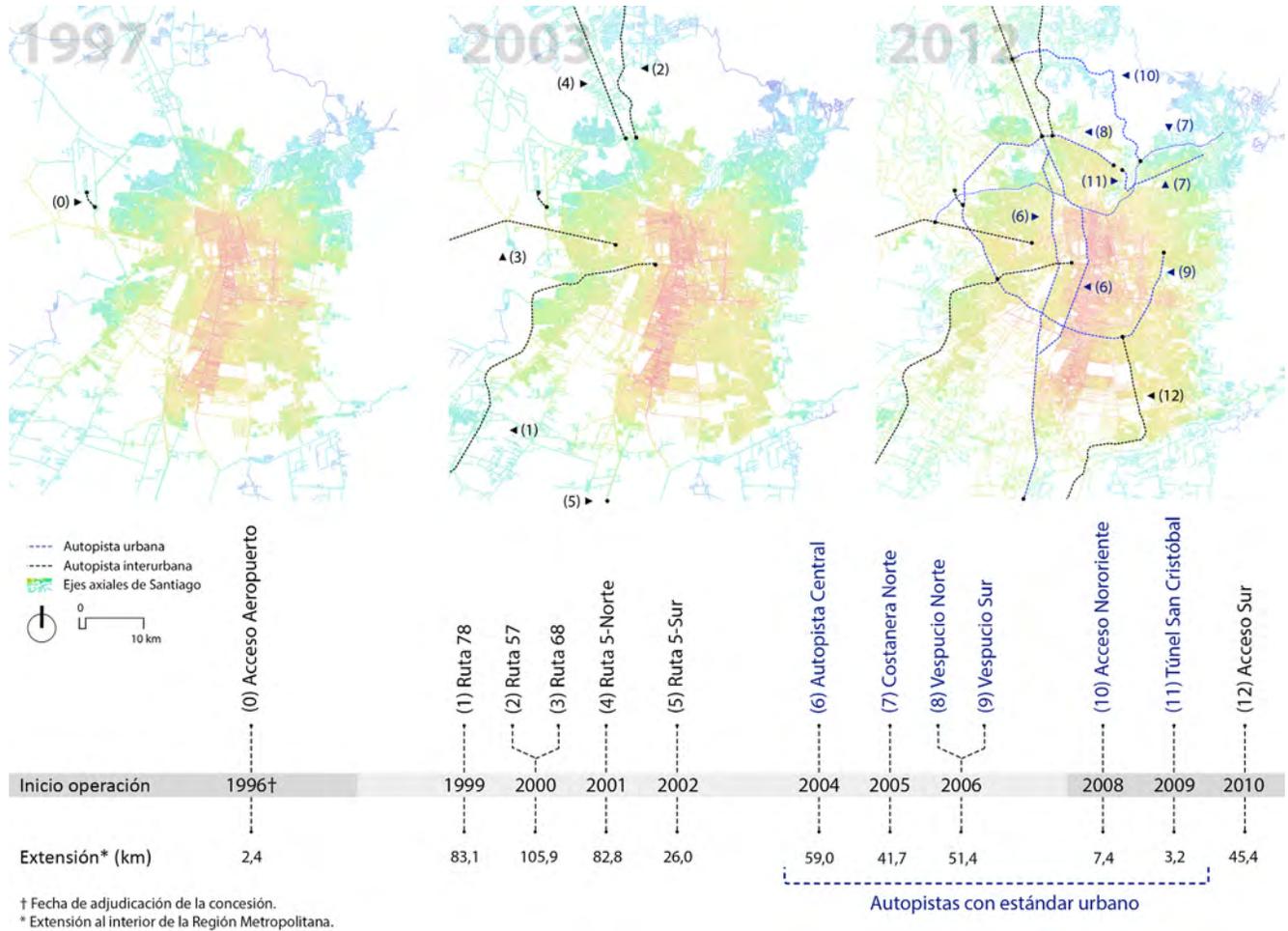


Figura 1. Autopistas e integración global de Santiago con la trama urbana de los años 1997, 2003 y 2012. En colores cálidos, ejes más integrados, en colores fríos, ejes menos integrados.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de mapas de crecimiento urbano disponibles en Galetovic y Jordán, 2006.

y Circunvalación Américo Vespucio. Estos dos casos son totalmente opuestos y con efectos altamente significativos. En el primero, Acceso Sur, los entornos empeoran su accesibilidad tanto en la “ciudad tarifada” como en la “ciudad gratuita” (-42% y -45%, respectivamente); mientras el segundo caso, el entorno de Américo Vespucio, mejora su accesibilidad tanto en el escenario de “ciudad tarifada” como en el de “ciudad gratuita” (en un 21% y en un 20%, respectivamente).

A nivel local, la integración local se mantiene constante en los cuatro casos con variaciones poco significativas en relación al escenario base (inferiores al 1%).

Las variaciones en los valores de integración global y local se explican porque las autopistas transforman la trama de calles circundantes, tanto en su capacidad para establecer conexiones a ambos lados de la

autopista (esto es, a nivel local), como con el resto de la ciudad (esto es, a nivel global). Si bien es cierto que toda autopista modifica de una u otra manera las conexiones entre barrios y con el resto de la ciudad, la intensidad con que esto sucede puede marcar un gran cambio.

En efecto, al analizar la trama urbana intervenida por la construcción de cada autopista (Figura 4) es interesante destacar que tres casos, Autopista Central, Costanera Norte y Américo Vespucio tienen índices de trama intervenida relativamente similares (fluctuando entre un 15% y 20%). Sin embargo, mientras los entornos de las dos primeras mantienen los niveles de integración global relativamente estables antes y después de la construcción de las autopistas, en la Circunvalación Américo Vespucio la integración global aumenta significativamente en los escenarios posteriores a la construcción (escenarios 2 y 3).

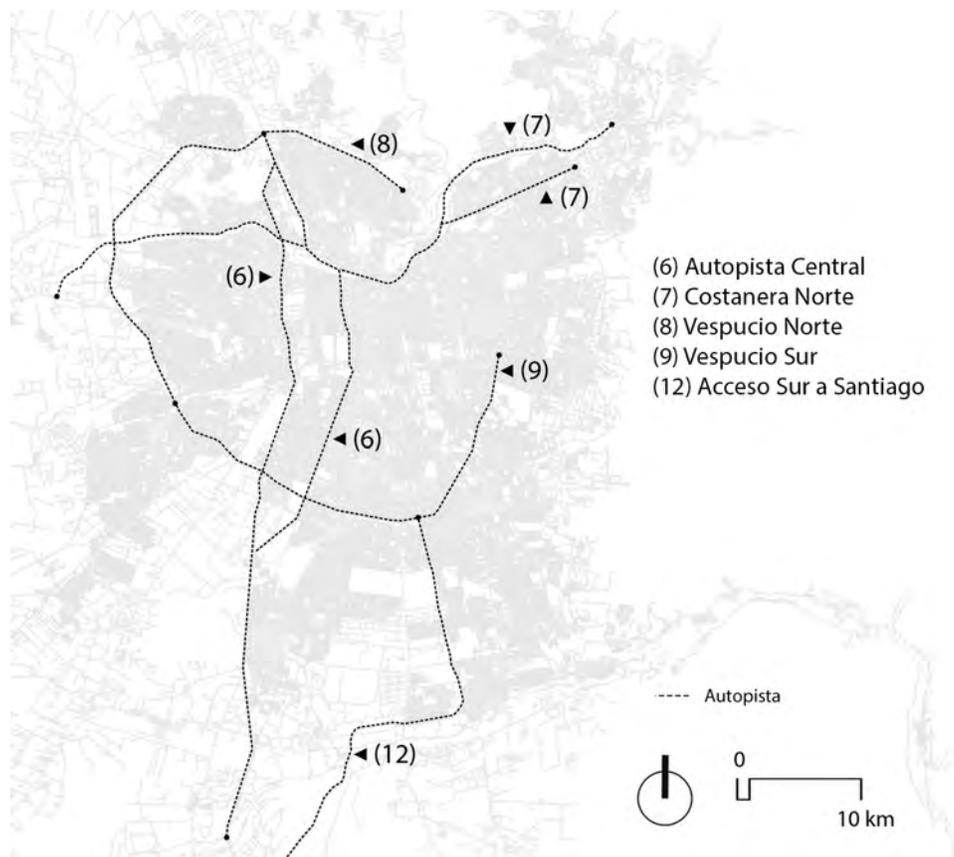


Figura 2. Autopistas analizadas.
Fuente: Elaboración propia.

La razón de esto es que al transformar Américo Vespucio en autopista se dio continuidad a una trama urbana incompleta por años: construyendo caletas, ingresos a la nueva autopista y pasos sobre o bajo nivel. Al contrario, el Acceso Sur a Santiago modifica solo el 5% de la trama preexistente, pero su entorno baja significativamente en integración global para los escenarios 2 y 3 (ver Figura 3). Esto se explica porque si bien en términos cuantitativos la intervención parece ser menos invasiva (solo afecta el 5% de la trama), corta conexiones claves entre los barrios que atraviesa y no otorga alternativas equivalentes ni agrega ingresos a la nueva infraestructura.

AUTOPISTA CENTRAL

Una mirada a menor escala explica por qué la integración global de los alrededores de Autopista Central no se afecta mayormente a pesar de haberse intervenido el 20% de la trama de calles que rodea a la autopista. En la Figura 5 se muestran dos detalles de la Autopista Central, uno al norte y otro al sur, donde se interviene mejorando la continuidad de la autopista. En el caso del norte (punto A), las obras unen un sector de vivienda social que antes no estaba

conectado con la malla global; y en el caso del sur (un área eminentemente industrial, punto B), se mejora la calidad de una vía expresa que ya estaba parcialmente construida. Sin embargo, no se construyen ingresos a la autopista ni caletas que la acompañen en estos tramos. Así la Autopista Central pasa sin conectarse efectivamente con el entorno, con lo que la integración global del entorno en el escenario de la “ciudad tarifada” solo mejora en un 3% del escenario base.

Más aún en el escenario de “ciudad gratuita” la integración global del entorno desciende en un 8%, ya que en el caso del norte (punto A) poco más de 260 metros de vía local ausente impiden a los habitantes del sector acceder directamente a las áreas industriales y los servicios localizados al norte; mientras que en el sur (punto B) se transforma en vía de pago un tramo antes gratuito. Así, esta autopista quita alternativas en algunos tramos y no da nuevas alternativas a aquellos que nunca las tuvieron.

COSTANERA NORTE

Costanera Norte opera bajo un esquema similar. En el trazado principal, la autopista se atrinchera en el borde del cerro en el oriente y no altera los barrios

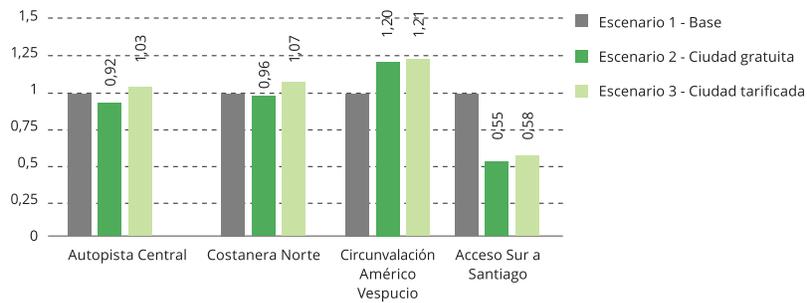


Figura 3. Integración global en cuatro autopistas urbanas.
Fuente: Elaboración propia.

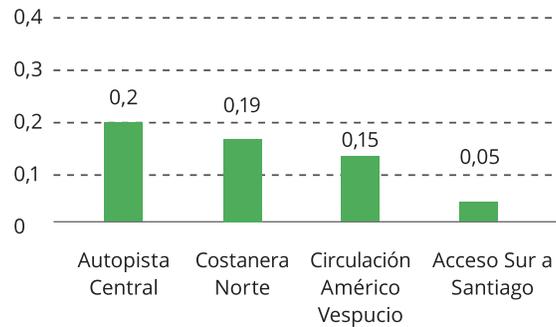


Figura 4. Porcentaje de trama urbana modificada por la construcción de cada autopista.
Fuente: Elaboración propia.

acomodados del entorno, en el tramo central se oculta bajo el río y se conecta con el centro histórico de la ciudad en puntos específicos, mientras que en el poniente bordea el río sin intervenir los barrios de vivienda social circundantes. Salvo lugares particulares, la construcción de esta autopista no trajo aparejada la construcción de vías locales (Ministerio de Obras Públicas, MOP, 1999). Así, la autopista no genera impactos significativos en la integración global de su entorno para aquellos que no están dispuestos a pagar su uso. Al no afectar de manera significativa la estructura de los barrios cercanos, la Costanera Norte no afecta la integración global de los barrios por los que pasa, manteniendo los valores constantes entre la situación base y la “ciudad gratuita”.

A diferencia de los casos anteriores, la Costanera Norte generó cambios relevantes para quienes están dispuestos a pagar por su uso. El extremo oriente de la ciudad, que coincide con la zona de mayores recursos, adquiere nuevas alternativas (A en Figura 6) y acceso rápido al centro histórico, mientras que hacia el poniente la autopista se cruza con otras rutas relevantes (B en Figura 6) y conecta directamente con el aeropuerto de la ciudad (C en Figura 6). Estas nuevas conexiones se traducen en un 7% de mejoría en la integración global de los entornos de Costanera Norte en el escenario de la “ciudad tarifcada”.

CIRCUNVALACIÓN AMÉRICO VESPUCCIO

Para el caso de la autopista Américo Vespucio, los resultados muestran que la integración global de su entorno mejoró en todos los casos, consolidando un trazado que se estaba construyendo lentamente y con tramos incompletos. Ello debido a que la autopista agregó vías locales a muchas áreas residenciales (en el sur) e industriales (en el norte) donde no existía vialidad y completó la trama urbana circundante en toda su extensión y, en consecuencia, mejora el acceso tanto en los escenarios de “ciudad gratuita” como de “ciudad tarifcada”.

ACCESO SUR A SANTIAGO

El Acceso Sur, si bien interviene de manera menor la trama de calles existente (solo un 5% de la trama), destruye conexiones vitales en densas áreas de vivienda social relativamente bien conectadas a la ciudad antes de la construcción de la autopista, instalando al mismo tiempo vías expresas a nivel en su extremo sur, una trinchera abierta en el tramo central y un túnel en el tramo norte. El reemplazo de una trama barrial densa y continua por las vías expresas de la autopista impacta considerablemente en la integración global del entorno y no alcanza a ser compensada por la nueva vialidad que se conecta con la red local en lugares puntuales, usualmente fuera de los barrios que fragmentó (A en Figura 7).

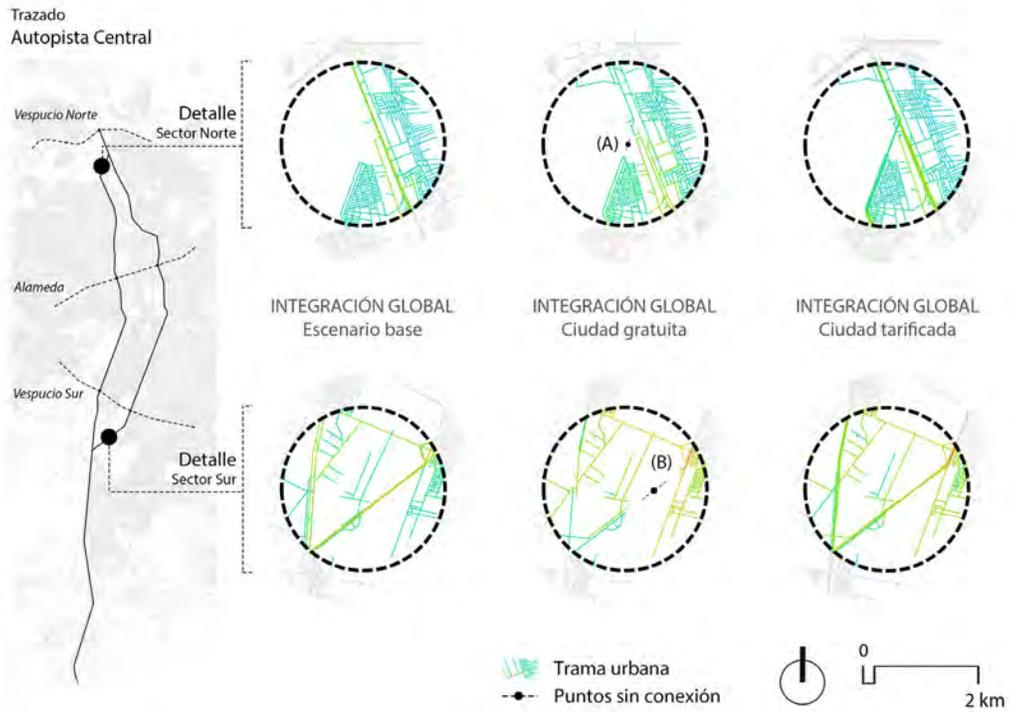


Figura 5. Variación de la integración global de Autopista Central. En colores cálidos, ejes más integrados, en colores fríos, ejes menos integrados. Fuente: Elaboración propia.

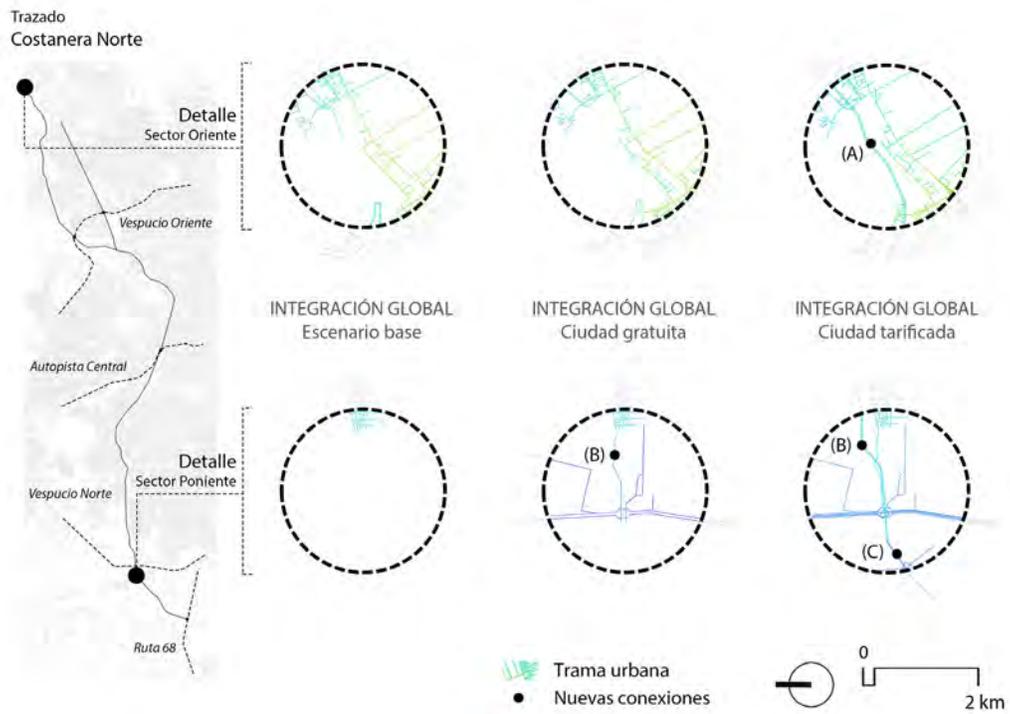


Figura 6. Variación de la integración global de Costanera Norte. En colores cálidos, ejes más integrados, en colores fríos, ejes menos integrados. Fuente: Elaboración propia.

REFLEXIONES FINALES

Los resultados indican que las autopistas tienen la capacidad de mejorar las condiciones de accesibilidad de los barrios que atraviesan, pero también de empeorarla. De hecho, en uno de los casos analizados hay un claro mejoramiento (Circunvalación Américo Vespucio), en otro un claro empeoramiento (acceso Sur a Santiago) y en dos casos es discutible (Costanera Norte y Autopista Central), ya que en el primero mejora en el escenario tarifado, pero prácticamente no afecta el escenario gratuito; mientras que el otro mejora el escenario gratuito y prácticamente no afecta el escenario tarifado.

Este primer resultado deja claro entonces que, como todo proyecto urbano, no hay respuestas únicas; más bien una autopista diseñada adecuadamente tiene el potencial de mejorar la integración del entorno con la ciudad en su conjunto. Es el caso de Américo Vespucio, donde la construcción de caletas e ingresos continuos a los barrios de los bordes logra en buena medida aminorar los efectos de desconexión que naturalmente producen las autopistas en la ciudad. Al contrario, la débil planificación de los accesos a los bordes produce efectos nocivos en los barrios, como el Acceso Sur a Santiago (Figura 7). En este sentido es importante destacar algo que parece obvio y evidente:

el diseño y su implantación en la trama es vital para que su efecto sea positivo en la estructura urbana.

Al respecto, el estudio también dejó ver que las autopistas cumplen distintas funciones. En el caso de la Autopista Central es claro que su objetivo es que los flujos sur-norte del país pasen sin ser detenidos por el tráfico de Santiago; sin embargo, ello no debiera haber impedido que los barrios que cruza se beneficiaran agregándoles conectividad. Ello habría favorecido a sectores periféricos y equiparado en algo la tradicional inequidad y segregación santiaguina.

Otra lección de este estudio es que las autopistas, además de afectar las condiciones de accesibilidad de la trama de calles, implican la irrupción de un paisaje abundante en túneles, trincheras abiertas y viaductos. Esto es especialmente importante en barrios periféricos y vulnerables, donde vienen a incrementar un paisaje con gran cantidad de espacios públicos desolados. Ello puede aumentar la percepción de inseguridad, debilitar la comunidad local y empoderar a grupos antisociales. Así, el impacto colateral de una infraestructura como una autopista sobre el paisaje cotidiano de aquellos que no son usuarios puede empobrecer su calidad de vida (Lucas et al., 2016). Esto es especialmente cierto para personas de menores ingresos, cuyos patrones

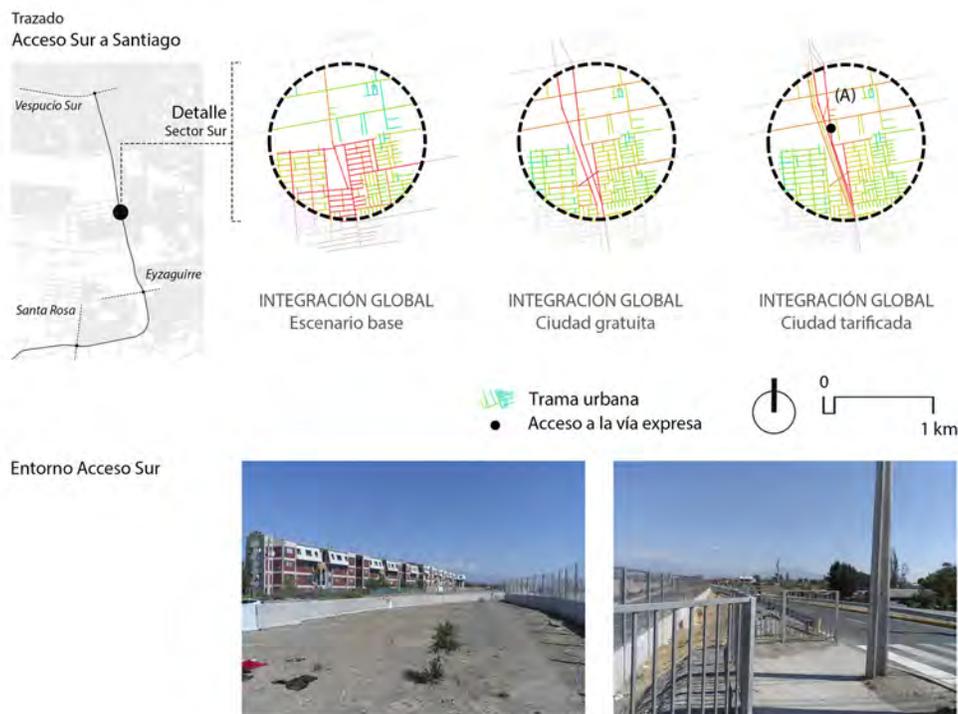


Figura 7. Entorno Acceso Sur y variación de la integración global de Acceso Sur a Santiago. En colores cálidos, ejes más integrados, en colores fríos, ejes menos integrados.

Fuente: Archivo de autores (imágenes) y elaboración propia (mapas).

de viaje son menos discrecionales (esto es, asociados preferentemente a vías de transporte público), que los de las personas de más ingresos (Netto et al., 2015).

A pesar de ser clave en el modelo de negocios, la tarificación por uso puede excluir a aquellos más vulnerables de beneficios que están disponibles para otros segmentos de su sociedad (Atkinson & Hills, 1998; Cass, et al., 2005; Church et al., 2000; Kenyon, et al., 2003; Levitas et al., 2007; SEU, 2003). Más aún, los grupos frágiles, por costumbre o falta de conocimiento de otras realidades, pueden “naturalizar” bajas calidades de vida y asumir la precariedad en el dominio público o la disminución de la accesibilidad provocada por algunas autopistas (Narayan, 2002).

Bajo principios de justicia e igualdad social (Mullen et al., 2016), los impactos de una autopista reproducen inequidades existentes, pues los principales beneficiarios de las vías pagadas en su vida diaria son aquellos con mayores ingresos y oportunidades. Esto es especialmente grave si se considera que el Estado contribuyó con algunas de estas autopistas a través de la construcción de obras como puentes y parques con el fin de hacer más atractivo el negocio para los privados (Engel, Fischer & Galetovic, 2000).

Los variados efectos de las autopistas urbanas requieren una revisión de la forma en que sus impactos son mitigados o compensados. Mejoras paisajísticas y esconderlas en túneles o trincheras cubiertas mitigan algunos aspectos ligados a los impactos en la vida cotidiana del peatón. Sin embargo, otros aspectos asociados al acceso a la ciudad, o al sobrebeneficio de algunos en detrimento de otros que mantienen su condición, son poco visibles y rara vez compensados. Por ejemplo, mejorías al transporte público tales como rutas de transporte público que aprovechen la nueva conectividad (Bucknell, Schmidt, Muñoz & Navarro, 2018), obras e infraestructuras asociadas (ej. equipamientos) que impidan que ciertos lugares se vuelvan focos de inseguridad, son algunas obras posibles para compensar en nuevos proyectos o aminorar los daños ya instalados por otros ya construidos.

Además, los resultados del estudio muestran que los automovilistas que pueden y están dispuestos a costear los peajes de las autopistas, son los principales beneficiados de su existencia, mientras que quienes no las usan ven desmejorada su situación de conectividad respecto de su situación previa a las autopistas. Salvo el Acceso Sur a Santiago que tiene otras complejidades, la situación de los que usan la ciudad tarifcada (Escenario 3), es siempre mejor que la situación inicial (Escenario 1), e incluso en dos casos la “ciudad gratuita” (Escenario 2) pasa a ser peor de lo que era la situación inicial (Escenario 1). Así, mientras las autopistas otorgan un alto estándar y una alta conectividad para quienes utilizan el automóvil, peatones, ciclistas y otros medios

de tracción humana que también requieren moverse en la ciudad y que tienen un impacto ambiental mucho menor que el de un automóvil son postergados. Se privilegia así un modo de transporte que, además de ser ambientalmente nocivo, fragiliza a otros modos que actualmente se encuentran sometidos a mayores riesgos de accidentes mortales y medioambientales.

Finalmente, la discusión bibliográfica inicial sumada a la evidencia de los modelos, pone en duda la forma de evaluar inversiones públicas como las autopistas urbanas: no es suficiente ni justo que, en aras de mejorar la accesibilidad, sea considerado suficiente no “empeorar la situación” de los sectores más pobres. Es urgente que cada una de estas inversiones considere mejorar significativamente las zonas de la ciudad desfavorecidas históricamente. Así se utilizarían estas intervenciones para saldar la deuda de inequidad urbana, y podrían pasar a ser un beneficio para la ciudad y una oportunidad para los segregados. Finalizada la primera etapa de la construcción de estas infraestructuras, es necesario que la discusión sobre las autopistas urbanas incorpore con una mirada fresca a quienes más afecta: la ciudad y sus habitantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atkinson, A. & Hills, J. (1998). *Exclusion, employment and opportunity*. Londres: Centre for Analysis of Social Exclusion.
- Banco Mundial (2003). *Privatización de infraestructuras de transporte: Una guía para reguladores*. Recuperado de <http://documents.worldbank.org/curated/en/124231468154457220/pdf/207420PU-BOREPL00Box188416B00PUBLIC0.pdf>
- Borsdorf, A. e Hidalgo, R. (2005). Los mega-diseños residenciales vallados en las periferias de las metrópolis latinoamericanas y el advenimiento de un nuevo concepto de ciudad: alcances en base al caso de Santiago de Chile. *Scripta Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 9. <http://dx.doi.org/10.1344/sn2005.9.920>
- Bucknell, Ch., Schmidt, A., Muñoz, J.C., & Navarro, M. (enero, 2018) *Super express services operated on urban highways: Oportunities for a new metropolitan transport mode*. Artículo presentado en 2018 Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C., EE.UU.
- Carr, A., Gibson, B., & Robinson, B. (2001). Is quality of life determined by expectations or experience? *Bmj* 322(7296), 1240-1243. <https://doi.org/10.1136/bmj.322.7296.1240>
- Cass, N., Shove, E., & Urry, J. (2005). Social exclusion, mobility and access. *The Sociological Review*, 53(3), 539-555. <https://doi.org/10.1111/j.1467-954X.2005.00565.x>
- Church, A., Frost, M., & Sullivan, K. (2000). Transport and social exclusion in London. *Transport Policy*, 7(3), 195-205. [https://doi.org/10.1016/S0967-070X\(00\)00024-X](https://doi.org/10.1016/S0967-070X(00)00024-X)
- Conroy-Danton, R. (2003). The secret is to follow your nose. Route path selection and angularity. *Environment and Behavior*, 35(1), 107-131. <https://doi.org/10.1177/0013916502238867>
- De Mattos, C., Fuentes, L. y Link, F. (2014) Tendencias recientes del crecimiento metropolitano en Santiago de Chile. ¿Hacia una nueva geografía urbana? *Revista INVI*, 29(81), 193-219. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-83582014000200006>

- Dodge, R., Daly, A., Huyton, J., & Sanders, L. (2012). The challenge of defining wellbeing. *International Journal of Wellbeing* 2(3), 222-235. <https://doi.org/10.5502/ijw.v2i3.4>
- Engel, E., Fischer, E., & Galetovic, R. (2000). *Franchising of Infrastructure Concessions in Chile: A Policy Report*. Santiago de Chile: Centro de Economía Aplicada, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.
- Figueroa, C., Hodgson, F., Mullen, C., & Timms, P. (2018). Creating inequality in accessibility: The relationships between public transport and social housing policy in deprived areas of Santiago de Chile. *Journal of Transport Geography*, 67, 102-109. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.09.006>
- Figueroa, O. (2005). Transporte urbano y globalización: Políticas y efectos en América Latina. *EURE*, 31(94), 41-53. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612005009400003>
- Furray, R., Figueroa, C., y Rasse, A. (2013). Transantiago: ¿Qué perseguía la decisión pública? En A. Borthagaray y J.P. Orfeuil (Eds.), *La fábrica del movimiento. 15 casos de políticas públicas para la movilidad urbana* (pp. 221-227). Buenos Aires: Instituto para la Ciudad en Movimiento.
- Fuentes, L. y Pezoa, M. (En prensa, 2018). Nuevas geografías urbanas en Santiago de Chile 1992 - 2012. Entre la explosión y la implosión de lo metropolitano. *Revista de Geografía Norte Grande*.
- Hurtado, C. (2008). Perspectivas y proyecciones de las autopistas urbanas en Santiago. En M. Aninat y P. Allard (Eds.), *Tag, la nueva cultura de la movilidad*. Santiago de Chile: Arte y Ciudad Ediciones Culturales.
- Galetovic, A. y Jordán, P. (2006). Santiago: ¿Dónde estamos?, ¿hacia dónde vamos? Santiago de Chile: CEP.
- Gehl, J. (1971). *Life between buildings*. Londres: Island Press
- Greene, M., Figueroa, C., & Mora, R. (julio, 2017). *The construction of three metropolises*. Artículo presentado en 11th Space Syntax Symposium, Lisboa, Portugal.
- Greene, M. y Mora, R. (2005). Las autopistas urbanas concesionadas. Una nueva forma de segregación. *ARQ*, 60, 56-58. <https://doi.org/10.4067/s0717-69962005006000009>
- Hillier, B. (1996). *Space is the machine: A configurational theory of architecture*. Cambridge: Cambridge University Press
- Hillier, B. & Hanson, J. (1989). *The social logic of space*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hillier, B. & Iida, S. (2005). Network and psychological effects in human movement. *Lecture Notes in Computer Science*, 3693: 475-490. https://doi.org/10.1007/11556114_30
- Hinojosa, S. (1997). *Concesiones de Infraestructura Vial en Chile. Fundamentos para el Marco Estratégico y Económico*. Santiago de Chile: Ministerio de Obras Públicas.
- Jones, P. & Lucas, K. (2012). The social consequences of transport decision-making: clarifying concepts, synthesising knowledge and assessing implications. *Journal of Transport Geography*, 21, 4-16. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.012>
- Keyton, S., Lyons, G., & Rafferty, J. (2002). Transport and social exclusion: investigating the possibility of promoting inclusion through virtual mobility. *Journal of Transport Geography*, 10(3), 207-219. [https://doi.org/10.1016/s0966-6923\(02\)00012-1](https://doi.org/10.1016/s0966-6923(02)00012-1)
- Levitas, R., Pantazis, Ch., Fahmy, E., Gordon, D., Lloyd, E., & Patsios D. (2007). *The multi-dimensional analysis of social exclusion*. Bristol: Bristol University of Social Affairs.
- Link, F., Mora, R., Greene, M. y Figueroa, C. (2017). Patrones de sociabilidad en barrios vulnerables: dos casos en Santiago, Chile. *Bitácora Urbano Territorial*, 27(3), 9-18. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v27n3.42574>
- Lucas, K., Mattioli, G., Verlinghieri, E., & Guzmán, A. (2016). Transport poverty and its adverse social consequences. *In Proceedings of the institution of civil engineers-transport*, 169(6), 353-365. <https://doi.org/10.1680/jtran.15.00073>
- Maillet, A. (2007). Revolución en un campo: el caso de la reforma del transporte público en Santiago. *Revista Central de Sociología*, 2, 133-143.
- Ministerio de Obras Públicas, MOP (1999). Bases de licitación. Concesión internacional Sistema Oriente-Poniente. Santiago de Chile: Autor. Recuperado de <http://www.concesiones.cl/proyectos/Documents/Sistema%20Oriente%20-%20Poniente/Bases%20TR%20Sistema%20Oriente%20Poniente.pdf>
- Mullen, C., Tight, M., Whiteing, A., & Jopson, A. (2014). Knowing their place on the roads: What would equality mean for walking and cycling? *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 61, 238-248. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2014.01.009>
- Narayan, D. (2002). Bonds and bridges: social capital and poverty. En J. Isham, T. Kelly & S. Ramaswamy (Eds.), *Social capital and economic development: well-being in developing countries* (pp. 58-81). Northampton, MA: Edward Elgar.
- Netto, V., Pinheiro, M., & Paschoalino, R. (2015). Segregated networks in the city. *International Journal of Urban and Regional Research*, 39(6), 1084-1102. <https://doi.org/10.1111/1468-2427.12346>
- Newman, P. & Kenworthy, J. (2015). *The end of automobile dependence*. Londres: Island Press.
- Parrochia, J. (1979). *Santiago en el tercer cuarto del siglo XX. El transporte metropolitano en Chile. Realizaciones de Metro y vialidad urbana*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Preston, J. (2009). Epilogue: Transport policy and social exclusion-some reflections. *Transport Policy*, 16(3), 140-142. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2009.04.003>
- Richardson, L. & Le Grand, J. (2002). Outsider and insider expertise: the response of residents of deprived neighbourhoods to an academic definition of social exclusion. *Social Policy & Administration*, 36(5), 496-515. <https://doi.org/10.1111/1467-9515.00299>
- Sagaris, L. y Landon P. (2017). Autopistas, ciudadanía y democratización: la Costanera Norte y el Acceso Sur, Santiago de Chile (1997-2007). *EURE*, 43(128), 127-151. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612017000100006>
- Skevington, S., Sartorius, N., & Amir, M. (2004). Developing methods for assessing quality of life in different cultural settings. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 39(1), 1-8. <http://dx.doi.org/10.1007/s00127-004-0700-5>
- Social Exclusion Unit, SEU (2003). *Making the connections: transport and social exclusion*. Londres: Social Exclusion Unit, The Stationery Office.
- Stamm, C. (2017). Conflictos, autopistas urbanas y discursos sobre la (in) justicia en Santiago de Chile. *Geografías*, 22, 88-99. <https://doi.org/10.7147/GEO22.14753>
- Vicuña, M. (2013). El marco regulatorio en el contexto de la gestión empresarialista y la mercantilización del desarrollo urbano del Gran Santiago, Chile. *Revista INVI*, 28(78), 181-219. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-83582013000200006>

NOTAS

- 1 Se agradece el apoyo de CEDEUS (Proyecto Conicyt/Fondap 15110020) por haber financiado parcialmente este proyecto.
- 2 Recibido: 9 de agosto de 2018. Aceptado: 22 de octubre de 2018.
- 3 Contacto: cofiguer@gmail.com
- 4 Contacto: mgreenez@uc.cl
- 5 Académico e investigador de la Escuela de Arquitectura, Universidad Diego Portales. Contacto: rodrigo.mora@udp.cl
- 6 En la modelación de Santiago 2012, el plano axial considera un total de 79.900 líneas.
- 7 Disponible en spacesyntax.com
- 8 Se excluyeron del análisis las autopistas que ingresan a la ciudad por áreas que se urbanizaron después de la construcción de la vía expresa (Ruta 68) o que atraviesan terrenos no urbanizables por una accidentada geografía (Acceso Nororiental) o por riesgo natural y biológico (Ruta 78).